

**PENGEMBANGAN LKPD BERBANTU *PHET SIMULATION* BERBASIS
STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN
KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA**

SKRIPSI

**Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**



Disusun Oleh :
Retno Puji Lestari
14302241029

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

**PENGEMBANGAN LKPD BERBANTU *PHET SIMULATION* BERBASIS
STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN
KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA**

SKRIPSI

**Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**



Disusun Oleh :
Retno Puji Lestari
14302241029

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

PENGEMBANGAN LKPD BERBANTU *PHET SIMULATION* BERBASIS STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA

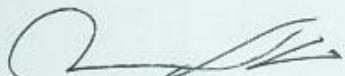
Disusun oleh:

Retno Puji Lestari
NIM 14302241029

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Skripsi bagi yang bersangkutan.

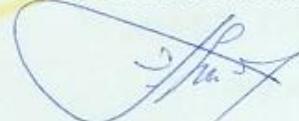
Yogyakarta, 20 Oktober 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Yusman Wiyatmo, M.Si
NIP. 19680712 199303 1 004

Dosen Pembimbing



Dr. Pujiyanto
NIP. 1977703232002121002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Retno Puji Lestari
NIM : 14302241029
Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika/Pendidikan Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Pengembangan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah Peserta Didik SMA

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak berisi karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan dosen pengaji yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi ditunda yudisium pada periode berikutnya.

Yogyakarta, 25 Oktober 2018

Yang menyatakan,



Retno Puji Lestari
NIM. 14302241029

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

PENGEMBANGAN LKPD BERBANTU *PHET SIMULATION* BERBASIS STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA

Disusun oleh:

Retno Puji Lestari

NIM 14302241029

Telah dipertahankan di depan Tim Pengaji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 24 Oktober 2018

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Pujianto, M. Pd	Ketua Pengaji		25 - 10 - 2018
Yusman Wiyatmo, M.Si	Pengaji I		25 - 10 - 2018
Juli Astono, M.Si	Pengaji II		25 - 10 - 2018

Yogyakarta, 25 Oktober 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta Dekan

Dekan,

Dr. Hartono

NIP. 19620329 198702 1 002

MOTTO

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan

(Al-Insyirah 94: 5-6)

Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun, karena yang menyukaimu
tidak butuh itu. Dan yang membencimu tidak percaya itu.

(Ali bin Abi Thalib)

Don't ever let your 'crown' falls

(Siti Aisyah)

Kita tidak dapat memecahkan masalah dengan pola pikir yang sama ketika
masalah tersebut terbentuk karena sebab yang berbeda

(Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabil' alamin

Puji syukur kehadirat Allah SWT dengan ridha dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibu Sri Yatun dan Bapak Tugiyono, dan adik kecil saya Achmad Nurcholis serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan, baik moril maupun materiil. Terima kasih atas doa, kesabaran, ketulusan, motivasi, dan nasihat yang telah diberikan selama ini.
2. Semua dosen pengajar/staf karyawan Universitas Negeri Yogyakarta khususnya Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu dan jasa yang bermanfaat hingga sampai pada tahap ini.
3. Teman-teman Kolega Fisika 2014, khususnya Pendidikan Fisika I 2014 terimakasih atas ilmu dan kebersamaannya selama ini, semoga kita semua menjadi sukses di masa depan.
4. Serta terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik materi, tenaga, maupun do'a.

PENGEMBANGAN LKPD BERBANTU *PHET SIMULATION* BERBASIS STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA

Oleh :
Retno Puji Lestari
14302241029

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang layak digunakan untuk pembelajaran elastisitas dan hukum Hooke pada peserta didik SMA kelas XI; dan (2) mengetahui peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah fisika peserta didik SMA kelas XI setelah menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang mengadopsi model pengembangan (*Research & Development*) 4D. Tahapan penelitian yaitu *define* untuk mendefinisikan kebutuhan penelitian. *design* merupakan perancangan perangkat pembelajaran, *develop* merupakan tahap pengembangan produk, dan *disseminate* merupakan tahap penyebarluasan produk. Subjek penelitian ini adalah kelas XI MIPA 2 SMA N 2 Klaten Tahun Ajaran 2018/2019. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu: RPP, LKPD, lembar validasi, angket respon peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan RPP, dan soal *pretest-posttes*. Teknik analisis data terdiri dari teknik analisis validasi instrumen dan analisis hasil. Analisis validitas instrumen menggunakan CVR/CVI, koefisien *alpha cronbach*, dan *SBi*, sedangkan untuk analisis hasil penelitian menggunakan *standard gain* dan persentase keterlaksanaan.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) telah dihasilkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang layak digunakan, ditinjau dari penilaian kelayakan oleh validator ahli dan praktisi dengan skor 115,5 (sangat baik) untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik SMA; dan (2) peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik melalui LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dengan *standard gain* sebesar 0,58 dengan kategori sedang.

Kata kunci: LKPD, *PhET Simulation*, STEM-PBL, penguasaan konsep, keterampilan memecahkan masalah

KATA PENGANTAR

Assalamu'akaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan menyusun skripsi yang berjudul **“Pengembangan LKPD berbasis berbantu PhET Simulation berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah Peserta Didik SMA”** dengan baik.

Pelaksanaan *penelitian* dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hartono selaku Dekan FMIPA UNY yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
2. Bapak Dr. Slamet Suyanta selaku Wakil Dekan 1 FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah berkenan memberikan izin penelitian.
3. Bapak Yusman Wiyatmo, M.Si, selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA UNY.
4. Bapak Dr. Pujiyanto, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan, saran, masukan dalam penyusunan skripsi ini
5. Bapak Drs. Medi Widada, M.Hum selaku Kepala SMA Negeri 2 Klaten yang telah memberikan izin penelitian di SMA Negeri 2 Klaten.

6. Ibu Netty Sukatmi,S.Pd selaku guru fisika di SMA Negeri 2 Klaten yang telah memberikan kesempatan, membantu, dan bekerja sama dalam pelaksanaan penelitian.
7. Peserta didik kelas XII MIPA I, XI MIPA 1 dan 2 SMA Negeri 2 Klaten yang telah berpartisipasi selama pelaksanaan penelitian.
8. Teman-teman Pendidikan Fisika I 2014 yang telah menjadi teman belajar dan teman perjuangan selama menjalani perkuliahan, serta membantu pengambilan data/observer selama penelitian.
9. Pihak-pihak lain yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, baik penyusunannya maupun penyajiannya disebabkan oleh keterbatasan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca yang budiman.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Pembatasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
G. Spesifikasi Produk	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori	10
1. Belajar dan Pembelajaran Fisika Abad 21	10
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	12
3. <i>PhET Simulations</i>	16
4. Pembelajaran Berbasis STEM-PBL.....	18
5. Penguasaan Konsep.....	21
6. Kemampuan Memecahkan Masalah (<i>Problem Solving</i>).....	23
7. Materi Pembelajaran Elastisitas dan Hukum Hooke	27
B. Hasil Penelitian yang Relevan	35
C. Kerangka Berpikir.....	37
BAB III METODE PENELITIAN	38
A. Jenis Penelitian.....	38
B. Desain Penelitian	38
1. Tahap pendefinisian (<i>define</i>).....	38
2. Tahap perancangan (<i>design</i>).....	42
3. Tahap pengembangan (<i>develop</i>).....	44
4. Tahap penyebarluasan (<i>disseminate</i>)	46
C. Subjek Penelitian	48
D. Waktu dan Tempat Penelitian	48

E. Instrumen Penelitian	48
F. Jenis Data	43
G. Teknik Pengumpulan Data.....	52
H. Teknik Analisa Data	53
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	61
A. Hasil Penelitian	61
1. Tahap pendefinisian (<i>define</i>).....	61
2. Tahap perancangan (<i>design</i>)	67
3. Tahap pengembangan (<i>develop</i>)	71
4. Tahap penyebarluasan (<i>disseminate</i>)	94
B. Pembahasan	94
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	107
A. Simpulan	107
B. Keterbatasan Penelitian	107
C. Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN.....	111

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Sintaks Pembelajaran Berdasarkan Masalah.....	20
Tabel 2. Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL.....	50
Tabel 3. Kisi-kisi tes penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan Masalah	51
Tabel 4. Kriteria Penilaian Skala Nilai 5	55
Tabel 5. Kategori Kriteria Penilaian Skala 5	55
Tabel 6. Kriteria Penilaian Validator	57
Tabel 7. Kategori Perhitungan CVR dan CVI	59
Tabel 8. Kriteria Reliabilitas Soal	59
Tabel 9. Interpretasi Nilai $\langle g \rangle$	60
Tabel 10. Tabel Analisis Tugas.....	63
Tabel 11. Analisis Kelayakan RPP	72
Tabel 12. Analisis Kelayakan LKPD	73
Tabel 13. Hasil Perhitungan Validitas Teoritik Lembar Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	74
Tabel 14. Revisi I LKPD.....	76
Tabel 15. Revisi I Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	81
Tabel 16. Analisis Respon Peserta Didik Uji Terbatas	83
Tabel 17. Hasil Uji Validitas Empirik Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	85
Tabel 18. Keterlaksanaan RPP	88
Tabel 19. Analisis Respon Peserta Didik Uji Terbatas	89
Tabel 20. Hasil <i>Standard Gain</i> Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah	90
Tabel 21. Rekapitulasi Analisis <i>Standard Gain</i> Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah	90

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Contoh benda-benda elastis.....	27
Gambar 2. Contoh benda-benda plastis	27
Gambar 3. Sebuah batang yang mengalami tegangan	28
Gambar 4. Sebuah batang yang mengalami regangan	29
Gambar 5. Sebuah batang yang mengalami tegangan dan regangan modulus Young)	30
Gambar 6. Daftar nilai modulus young suatu bahan.....	30
Gambar 7. Grafik hubungan tegangan dan regangan suatu kawat.....	31
Gambar 8. Ilustrasi gaya (F) dan simpangan (x) pada hukum Hooke	32
Gambar 9. Grafik hubungan gaya (F) dan perubahan panjang (Δx)	32
Gambar 10. Susunan Pegas Seri.....	33
Gambar 11. Susunan Pegas Paralel.....	34
Gambar 12. Susunan Pegas Gabungan.....	34
Gambar 13. Kerangka Berpikir	37
Gambar 14. Desain Penelitian Pengembangan 4D Models menurut Thiagarajan.....	47
Gambar 15. Peta Konsep Elastisitas dan Hukum Hooke	65
Gambar 16. Diagram <i>Pie</i> <i>Persentase Standard Gain</i> Penggunaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah	91
Gambar 17. Diagram Batang Skor Penilaian <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	91
Gambar 18. Diagram Hasil Persentase Ketercapaian Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah.....	92

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I. Instrumen Perangkat Pembelajaran	111
1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	112
2. Kisi-kisi LKPD berrbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL	137
3. Rubrik LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL	139
4. LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL	155
5. Contoh Penggerjaan LKPD.....	171
Lampiran II. Instrumen Pengumpulan Data.....	187
1. Lembar Validasi RPP	188
2. Lembar Validasi LKPD.....	196
3. Lembar Validasi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	210
4. Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP	216
5. Kisi-kisi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	234
6. Lembar Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	256
7. Contoh Penggerjaan Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	261
8. Angket Respon Peserta Didik	269
Lampiran III. Data dan Analisis.....	272
1. Analisis Data Hasil Penilaian RPP oleh Ahli dan Praktisi.....	273
2. Analisis Data Hasil Penilaian LKPD oleh Ahli dan Praktisi	282
3. Analisis Data Hasil Angket Respon Peserta Didik	289
4. Analisis Data Hasil Keterlaksanaan RPP	293
5. Analisis Data Hasil Penggerjaan LKPD	297
6. Analisis Data Hasil Penguasaan Konsep Peserta Didik dan Ketercapaian Keterampilan Memecahkan Masalah	301
7. Analisis Data Reliabilitas <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	303
8. Analisis Data Validitas Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	305
Lampiran IV. Surat-surat Penelitian dan Dokumentasi	314

1.	SK <i>Dosen</i> Pembimbing Skripsi (TAS)	315
2.	Surat Ijin Penelitian Fakultas	317
3.	Rekomendasi Penelitian Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (Rekomlit Kesbangpol DIY)	318
4.	Rekomendasi Penelitian Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (Rekomlit DPM-PTSP Provinsi Jawa Tengah)	319
5.	Surat Penelitian Sekolah	321
6.	Dokumentasi	322

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru sebagai pendidik dituntut mendesain pembelajaran yang mengantarkan peserta didik memenuhi kebutuhan abad 21. Dalam hal ini, kegiatan pembelajaran fisika tak lepas dari peningkatan kompetensi/keterampilan peserta didik. Peserta didik yang memiliki keterampilan memecahkan masalah mampu membuat kesimpulan yang terpercaya, memiliki wawasan yang luas, membuat keputusan yang bijak, menghasilkan produk yang baik, dan penemuan yang kreatif. Keterampilan memecahkan masalah maupun berpikir kreatif penting untuk mendukung peserta didik dalam upaya menggali pemahaman suatu konsep. Proses penemuan konsep yang melibatkan keterampilan-keterampilan yang mendasar melalui percobaan ilmiah dapat dilaksanakan dan ditingkatkan melalui kegiatan praktikum di laboratorium.

Kegiatan pembelajaran di laboratorium secara umum di sekolah-sekolah masih berupa kegiatan konvensional seperti menguji teori. Sedangkan, pada abad 21 peserta didik juga dituntut harus terampil dalam pemanfaatan teknologi. Berdasarkan hasil wawancara guru fisika maupun hasil observasi di kelas XI SMA Negeri 2 Klaten pada tanggal 4 Juni 2018, kegiatan laboratorium tidak semua dilaksanakan seperti percobaan hukum Hooke dan teori kinetik gas (hukum Boyle, hukum Guy Lussac, hukum Charles, dan hukum Boyle-Guy Lussac). Hal tersebut terjadi karena terkendala waktu dan jadwal laboratorium untuk kelas X maupun XII. Selain itu, tidak adanya

petugas laboratorium (laboran) menyebabkan pengelolaan waktu kegiatan laboratorium kurang baik. Peserta didik memerlukan waktu lama untuk menyiapkan alat, merangkai alat, dan melakukan percobaan untuk mengambil data dalam alokasi waktu yang singkat. Oleh karena itu, peserta didik terlihat kurang antusias selama pelaksanaan kegiatan laboratorium. Padahal kegiatan laboratorium, berperan besar terhadap meningkatnya hasil belajar fisika berupa keterampilan memecahkan masalah dan penguasaan konsep peserta didik, karena peserta didik dapat mencoba sesuai dengan pengalamannya belajarnya sendiri.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika di SMA Negeri 2 Klaten diketahui bahwa penguasaan konsep peserta didik rendah, karena masih banyak nilai hasil tes peserta didik yang tidak memenuhi nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 67. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, untuk meningkatkan keterampilan memecahkan masalah dan penguasaan konsep peserta didik kelas XI di SMA Negeri 2 Klaten peneliti mencoba memberikan solusi alternatif lain dari kegiatan laboratorium secara konvensional, yaitu berupa kegiatan laboratorium virtual dengan menggunakan pemanfaatan teknologi, yaitu berbantu *PhET Simulation*. *PhET Simulation* memiliki kelebihan antara lain : (1) memiliki tampilan animasi yang menarik; (2) sangat mudah dioperasikan; (3) gratis untuk diunduh (*free download*); (4) dapat menyesuaikan spesifikasi laptop/PC karena menyediakan *download* paket simulasi, *Java*, dan *flash*; (5) dapat digunakan dalam keadaan *online* maupun *offline*; dan (6) menyajikan model-model

konseptual fisis yang mudah dimengerti peserta didik. Adapun kelemahan *PhET Simulation* antara lain : (1) aplikasi dan *game* yang dijalankan sangat terbatas yaitu untuk file berformat “.Jar”; dan (2) perlu *update flash player* untuk *flash* yang tidak *update* secara otomatis.

Penggunaan *PhET Simulation* perlu didukung adanya lembar kerja peserta didik. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan lembar kerja berisi tugas yang dikerjakan oleh peserta didik, berisi petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas berupa teori ataupun praktik. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan keterampilan memecahkan masalah, berpikir kreatif, dan penguasaan konsep peserta didik yang melibatkan aktivitas penyelidikan dan aktivitas berpikir seperti menganalisis data hasil penyelidikan. LKPD berbantu *PhET Simulation* diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik dalam pembelajaran eksperimen.

Penggunaan media LKPD berbantu *PhET Simulation* dapat diterapkan dalam pembelajaran dengan pendekatan integratif. Pendekatan integratif dilakukan dengan menggunakan beberapa disiplin ilmu. *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)-Problem Based Learning (PBL)* merupakan pendekatan baru dalam perkembangan dunia pendidikan yang mengintegrasikan lebih dari satu disiplin ilmu. Dampak penerapan pembelajaran ini diharapkan dapat memenuhi segala indikator yang ditentukan.

Problem Based Learning (PBL) memiliki kelebihan antara lain : (1) menantang kemampuan peserta didik untuk menemukan pengetahuan baru bagi peserta didik; (2) meningkatkan motivasi dan aktivitas pembelajaran peserta didik; (3) membantu peserta didik untuk memahami masalah dunia nyata; (4) membantu siswa untuk mengembangkan pengetahuan barunya dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang mereka lakukan; (5) mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan mengembangkan kemampuan mereka untuk menyesuaikan dengan pengetahuan baru; (6) memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengaplikasikan pengetahuan yang mereka miliki dalam dunia nyata; (7) mengembangkan minat siswa untuk secara terus menerus belajar sekalipun belajar pada pendidikan formal telah berakhir; (8) memudahkan peserta didik dalam menguasai konsep-konsep yang dipelajari guna memecahkan masalah dunia nyata (Sanjaya, 2007). Adapun kelamahan dari *Problem Based Learning (PBL)* yaitu (1) manakala peserta didik tidak memiliki niat atau tidak mempunyai kepercayaan bahwa masalah yang dipelajari sulit untuk dipecahkan, maka mereka akan merasa enggan untuk mencobanya; dan (2) sebagian peserta didik beranggapan bahwa tanpa pemahaman mengenai materi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah mengapa mereka harus berusaha untuk memecahkan masalah yang sedang dipelajari, maka mereka akan belajar apa yang mereka ingin pelajari. (Sanjaya, 2007).

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti bermaksud melakukan penelitian berjudul Pengembangan LKPD Berbantu *PhET Simulation* untuk

Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan memecahkan masalah Peserta didik SMA Kelas XI.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Kegiatan pembelajaran laboratorium konvensional terkadang tidak semua dilaksanakan seperti percobaan hukum Hooke dan teori kinetik gas (hukum Boyle, hukum Guy Lussac, hukum Charles, dan hukum Boyle-Guy Lussac), kegiatan laboratorium memakan waktu yang lama dalam alokasi waktu yang singkat. Sehingga perlu alternatif pembelajaran laboratorium virtual.
2. Kurangnya kegiatan laboratorium menyebabkan berkurangnya keterampilan memecahkan masalah dan penguasaan konsep peserta didik.
3. Belum dikembangkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL untuk mata pelajaran fisika materi Elastisitas dan Hukum Hooke SMA kelas XI.

C. Batasan Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah, maka permasalahan yang dibatasi sebagai berikut :

1. LKPD fisika yang dikembangkan sebagai media pembelajaran berupa LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL pada pembelajaran fisika peserta didik SMA kelas XI.

2. Materi yang digunakan pada pengembangan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL adalah elastisitas dan hukum Hooke.
3. Hasil belajar yang difokuskan pada penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah. Penguasaan konsep dibatasi pada ranah kognitif C3, C4 dan C5. Keterampilan memecahkan masalah dibatasi pada indikator *identify the problem, define terms, explore strategies, act on strategy, dan look at the effect.*

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang dikembangkan layak digunakan untuk pembelajaran elastisitas dan hukum Hooke pada peserta didik SMA kelas XI?
2. Berapa peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah fisika peserta didik SMA kelas XI setelah menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang layak digunakan untuk pembelajaran elastisitas dan hukum Hooke pada peserta didik SMA kelas XI.

2. Untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah fisika peserta didik SMA kelas X setelah menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peserta Didik
 - a. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah dalam pembelajaran fisika.
 - b. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dapat menumbuhkan motivasi dan minat peserta didik untuk belajar fisika
 - c. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dapat memudahkan peserta didik memahami konsep-konsep dalam pembelajaran fisika.
2. Bagi Guru Fisika
 - a. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran fisika.
 - b. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dapat digunakan guru sebagai acuan pembelajaran fisika abad 21 yang menarik, menyenangkan, efektif dan efisien.

c. Bagi Sekolah

LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dapat menjadi salah satu pilihan alternatif sebagai bahan ajar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran pada mata pelajaran fisika di abad 21.

d. Bagi Peneliti

- a. Sebagai pertimbangan bagi calon pendidik agar lebih kreatif dalam menggunakan LKPD dalam pembelajaran fisika sebagai upaya peningkatan hasil belajar.
- b. Memberikan referensi bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

G. Spesifikasi Produk

Berdasarkan pada pembatasan masalah dan rumusan masalah, maka dalam spesifikasi pengembangan produk pada penelitian ini adalah:

1. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik SMA kelas XI semester 1 materi elastisitas dan hukum Hooke yang mengacu pada kurikulum 2013.
2. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dirancang dalam bentuk media cetak dengan bantuan *PhET Simulation*, didesain dengan *software Corel Draw Graphics Suite X7* dan *Microsoft word*.
3. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL memuat KD/KI, Indikator Ketercapaian, Tujuan Pembelajaran, Materi, Lembar Kerja Peserta Didik kelompok yang disertai percobaan hukum Hooke dan

susunan pegas seri dan paralel, serta dilengkapi permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

4. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dikerjakan secara kelompok disertai aspek-aspek keterampilan memecahkan masalah peserta didik sehingga dapat mempermudah mengetahui ketercapaian aspek keterampilan memecahkan masalah fisika. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dirancang untuk 2 kali pertemuan dengan 2 jam pelajaran setiap pertemuan.
5. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dapat digunakan untuk sekolah yang menerapkan Kurikulum 2013 maupun sekolah literasi. Sekolah dengan kelengkapan fasilitas minimal LCD Projektor disetiap ruang kelas, dan Laptop/PC peserta didik yang harus disiapkan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Belajar dan Pembelajaran Fisika Abad 21

Belajar merupakan salah satu persoalan bagi setiap manusia. Hampir semua pengetahuan, keterampilan, kebiasaan, kegemaran, dan sikap seseorang itu terbentuk dan berkembang karena belajar (Mundilarto, 2002: 1) kegiatan belajar tidak hanya dilakukan di lingkungan sekolah melainkan juga dapat dilakukan diluar lingkungan sekolah seperti lingkungan keluarga ataupun lingkungan pergaulan ditengah-tengah masyarakat.

Pembelajaran berasal dari kata “ajar” yang berarti petunjuk yang diberikan supaya diketahui atau diturut oleh orang lain. Definisi “pembelajaran” berarti cara, proses, dan perbuatan yang menjadikan orang atau makhluk hidup belajar.

Unsur-unsur pokok yang terkandung di dalam pengertian belajar adalah: 1) belajar sebagai proses, 2) perolehan pengetahuan dan keterampilan 3) perubahan tingkah laku, dan 4) aktivitas diri. Pengertian belajar dari uraian di atas adalah proses diperolehnya suatu pengetahuan atau keterampilan serta perubahan tingkah laku seseorang melalui aktivitas diri.

Manusia merupakan sumber dari semua kegiatan sehingga manusia bebas untuk membuat pilihan dalam setiap situasi yang dihadapi. Menurut pandangan teori kognitif Gestalt (Mundilarto, 2002: 1), teori ini menganggap bahwa tingkah laku manusia hanyalah ekspresi dari kondisi

kejiwaan seseorang. Implikasi teori Gestalt pada pengembangan pendekatan pembelajaran Fisika di kelas adalah lebih menekankan pada aspek pemahaman, kemampuan berpikir, dan aktivitas peserta didik.

Aspek pemahaman berdasarkan uraian mengenai teori kognitif merupakan inti dan proses belajar apabila teori kognitif tersebut digunakan sebagai dasar pijakan dalam mengembangkan pendekatan pembelajaran fisika di kelas. Adapun ciri-ciri belajar menurut teori Gestalt adalah tergantung pada kemampuan dasar, pengalaman masa lalu, pengaturan situasi yang dihadapi, pemecahan soal yang dilandasi pemahaman dapat diulangi dengan mudah sehingga apabila pemahaman telah diperoleh maka dapat digunakan pada situasi-situasi lain yang sejenis.

Pada pembelajaran fisika kemampuan abad 21 yang harus dimiliki peserta didik, yaitu:

- a. *Way of thinking*, cara berpikir yaitu beberapa kemampuan berpikir yang harus dikuasai peserta didik untuk menghadapi dunia abad 21. Kemampuan berpikir tersebut diantaranya: kreatif, berpikir kritis, pemecahan masalah, pengambilan keputusan dan pembelajar.
- b. *Ways of working*, kemampuan bagaimana mereka harus bekerja dengan dunia yang global dan dunia digital. Beberapa kemampuan yang harus dikuasai peserta didik adalah *communication* and *collaboration*. Generasi abad 21 harus mampu berkomunikasi dengan baik, dengan menggunakan berbagai metode dan strategi komunikasi. Juga harus mampu berkolaborasi dan bekerjasama dengan individu

maupun komunitas dan jaringan. Jaringan komunikasi dan kerjasama ini memamfaatkan berbagai cara, metode dan strategi berbasis ICT. Bagaimana seseorang harus mampu bekerja secara bersama dengan kemampuan yang berbeda-beda.

- c. *Tools for working*. Seseorang harus memiliki dan menguasai alat untuk bekerja. Penguasaan terhadap *Information and communications technology (ICT) and information literacy* merupakan sebuah keharusan. Tanpa ICT dan sumber informasi yang berbasis segala sumber akan sulit seseorang mengembangkan pekerjaannya.
- d. *Skills for living in the world*. Kemampuan untuk menjalani kehidupan di abad 21, yaitu: *Citizenship, life and career, and personal and social responsibility*. Bagaimana peserta didik harus hidup sebagai warga negara, kehidupan dan karir, dan tanggung jawab pribadi dan sosial

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar kerja peserta didik yang awalnya dikenal dengan sebutan Lembar Kerja Peserta didik (LKS). Lembar kerja peserta didik adalah lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kerja peserta didik biasanya berupa petunjuk, langkah untuk menyelesaikan suatu tugas, suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas kompetensi dasar yang akan dicapainya (Depdiknas, 2004:18). Trianto (2009:222) mendefinisikan bahwa lembar kerja peserta didik adalah panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan dan pemecahan masalah.

Adapun manfaat penyusunan dari LKPD yaitu untuk mengembangkan keterlibatan peserta didik atau aktivitas peserta didik dalam proses pembelajaran, mengubah kondisi belajar dari *teacher centered* menjadi *student centered*, membantu guru untuk mengarahkan peserta didik dalam menemukan konsep fisika yang sesuai. Andi Prastowo (2011:206) menyatakan bahwa kegunaan LKPD untuk kegiatan pembelajaran yaitu guru mendapat kesempatan untuk memancing peserta didik agar terlibat secara aktif pada materi yang dibahas.

Menurut Hidayah secara umum lembar kerja peserta didik merupakan perangkat pembelajaran sebagai pelengkap atau sarana pendukung Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Lembar kerja peserta didik berupa lembaran kertas yang berupa informasi maupun soal-soal (pertanyaan-pertanyaan) yang harus dijawab oleh peserta didik. Lembar kerja peserta didik ini sangat baik digunakan untuk menggalakkan keterlibatan peserta didik dalam belajar baik dipergunakan dalam penerapan metode terbimbing maupun untuk memberikan latihan. Lembar kerja peserta didik merupakan stimulus atau bimbingan guru dalam pembelajaran yang akan disajikan secara tertulis sehingga dalam penulisannya perlu memperhatikan kriteria media grafis sebagai media visual untuk menarik perhatian peserta didik. Paling tidak lembar kerja peserta didik sebagai media kartu. Sedangkan isi pesan lembar kerja peserta didik harus memperhatikan unsur-unsur penulisan media grafis, hirarki materi dan pemilihan pertanyaan-pertanyaan sebagai stimulus yang efisien dan efektif.

Menurut Poppy (2009:32) lembar kerja peserta didik adalah lembar-lembar berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk dan langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. Untuk pembuatan lembar kerja peserta didik ada dua hal yang harus dikerjakan yaitu mengikuti langkah-langkah penyusunan dan memperhatikan aturan-aturan penyusunan lembar kerja peserta didik sebagai media *hands-out* pembelajaran.

Penyusunan LKPD perlu memperhatikan langkah-langkah yang harus dilakukan. Menurut Poppy, dkk (2009:36) langkah-langkah penyusunan LKPD sebagai berikut:

- a. Mengkaji materi yang akan dipelajari peserta didik yaitu dari kompetensi dasar, indikator hasil belajar, dan sistematika keilmuan,
- b. Mengidentifikasi jenis keterampilan proses yang akan dikembangkan pada saat mempelajari materi tersebut,
- c. Menentukan bentuk LKPD yang sesuai dengan materi yang akan diajarkan,
- d. Merancang kegiatan yang akan ditampilkan pada LKPD sesuai dengan keterampilan proses yang dikembangkan,
- e. Mengubah rancangan menjadi LKPD dengan tata letak yang menarik, mudah dibaca dan digunakan,
- f. Menguji coba LKPD apakah sudah dapat digunakan peserta didik untuk melihat kekurangan-kekurangannya
- g. Merevisi kembali LKPD.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan LKPD diantaranya:

1) Segi penyajian materi

- Judul LKPD harus sesuai dengan materinya
- Materi sesuai dengan perkembangan anak
- Materi disajikan secara sistematis dan logis
- Materi disajikan secara sederhana dan jelas
- Menunjang keterlibatan dan kemauan peserta didik untuk aktif.

2) Segi tampilan

- Penyajian sederhana, jelas, dan mudah dipahami
- Gambar dan grafik sesuai dengan konsepnya
- Tata letak gambar, tabel, pertanyaan harus tepat
- Judul, keterangan, instruksi, pertanyaan harus jelas
- Mengembangkan minat
- Mengajak peserta didik untuk berpikir.

3) Segi materi,

- LKPD sangat bergantung pada KD yang akan dicapai
- Materi dapat berupa informasi pendukung, yaitu gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari.
- Materi diambil dari berbagai sumber, seperti buku, majalah, dan internet.

Dari beberapa pendapat di atas, penulis dapat menyimpulkan lembar kerja peserta didik (LKPD) adalah lembaran-lembaran kertas berisi petunjuk maupun langkah-langkah untuk mengerjakan sesuatu yang

disusun secara teratur dan memperhatikan berbagai segi. LKPD juga dapat berisi soal-soal latihan yang disusun secara sistematis yang bertujuan agar peserta didik dapat memahami materi yang sedang dipelajari. LKPD dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran dan dapat membantu guru untuk mengarahkan peserta didik menemukan dan memahami konsep melalui aktivitasnya sendiri.

3. *PhET Simulations*

Physics Education Technology atau *PhET* merupakan sebuah ikhtiar sistematis yang tanggap jaman terhadap perkembangan teknologi pembelajaran. *PhET* dikembangkan oleh Universitas Colorado di Boulder Amerika (*University of Colorado at Boulder*) dalam rangka menyediakan simulasi pengajaran dan pembelajaran fisika berbasis laboratorium maya (*virtual laboratory*) yang memudahkan guru dan peserta didik jika digunakan untuk pembelajaran di ruang kelas. Simulasi *PhET* sangat mudah untuk digunakan. Simulasi ini ditulis dalam Java dan Flash dan dapat dijalankan dengan menggunakan *web browser* baku selama *plug-in* Flash dan Java sudah terpasang. Dengan kata lain, simulasi-simulasi *PhET* merupakan simulasi yang ramah pengguna. Simulasi-simulasi dalam *PhET* tersedia secara gratis dan dapat diunduh di alamat <http://www.phet.colorado.edu>. *PhET Colorado* menyatakan :

“PhET simulations provide fun, interactive research-based simulations for use in K-13 and college STEM education. To help students visually

comprehend concepts, PhET simulations animate what is invisible to the eye through the use of graphics and intuitive controls such as click-and-drag manipulations, sliders and radio buttons. In order to further encourage quantitative exploration, the simulations also offer measurement instruments including rulers, stop watches, voltmeters, and thermometers. All of the simulations are extensively tested and evaluated. All of the simulations are freely available from the PhET website and are easy to use and incorporate into the classroom”

Berdasarkan pernyataan diatas, *PhET Simulaton* merupakan media yang menyenangkan untuk kegiatan eksperimen interaktif yang digunakan seperti dalam Kurikulum 2013 dan model pembelajaran berbasis STEM. Simulasi-simulasi *PhET* merupakan gambar bergerak (animasi), interaktif dan dibuat seperti layaknya permainan dimana peserta didik dapat belajar dengan melakukan eksplorasi. Simulasi-simulasi tersebut menekankan korespondensi antara fenomena nyata dan simulasi komputer kemudian menyajikannya dalam model-model konseptual fisis yang mudah dimengerti oleh para peserta didik. Penggunaan media *PhET simulaton* juga mudah digunakan didalam kelas.

Simulasi-simulasi *PhET* terdiri dari objek-objek yang tidak terlihat mata di dunia nyata, seperti atom, elektron, foton, dan medan listrik. Peserta didik dapat melakukan interaksi melalui gambar dan kontrol-kontrol intuitif yang di dalamnya memuat klik dan seret (*click and drag*), saklar geser dan

tombol-tombol. Dengan animasi yang disajikan para peserta didik dapat menyelidiki sebab dan akibat pada fenomena yang disajikan.

Kegiatan laboratorium virtual dalam tahap eksplorasi kuantitatif seperti eksperimen di laboratorium nyata, simulasi-simulasi *PhET* memiliki instrumen-instrumen pengukuran seperti penggaris, *stop watch*, voltmeter, dan termometer. Seluruh simulasi yang ada sudah di tes penggunaannya dan keefektifannya dalam pendidikan (<http://www.phet.colorado.edu/new/about/index.php>). Tes yang telah dilakukan meliputi wawancara terhadap peserta didik, penggunaan simulasi dalam variasi setting, termasuk guru (dosen), kelompok kerja, pekerjaan rumah dan kerja-kerja laboratorium.

4. Pembelajaran Berbasis STEM-PBL

STEM merupakan akronim dari suatu pendekatan pembelajaran interdisiplin antara *science, technology, engineering, dan mathematics*. Torlakson (2014) menyatakan bahwa keempat aspek ini merupakan “pasangan yang serasi antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan juga pembelajaran berbasis masalah”. Pendekatan ini mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara kohesif dan pembelajaran aktif karena keempat aspek dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah. Solusi yang diberikan menunjukkan bahwa peserta didik mampu untuk menyatukan konsep abstrak dari setiap aspek.

Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran tentunya terintegrasi selama proses pembelajaran. Keempat aspek dalam STEM mengambil bagian dalam setiap pelaksanaan langkah-langkah

pembelajaran. Adapun langkah-langkah dari setiap pelaksanaan aspek tersebut, sebagai berikut; (1) aspek *science* dalam pendekatan STEM didefinisikan oleh Hannover (2011) adalah “keterampilan menggunakan pengetahuan dan proses sains dalam memahami gejala alam dan memanipulasi gejala tersebut sehingga dapat dilaksanakan”; (2) aspek *technology* adalah keterampilan peserta didik dalam mengetahui bagaimana teknologi baru dapat dikembangkan, keterampilan menggunakan teknologi, dan bagaimana teknologi dapat digunakan dalam memudahkan kerja manusia; (3) aspek *engineering* adalah keterampilan yang dimiliki seseorang untuk mengoperasikan atau merangkai sesuatu; dan (4) aspek *mathematics* adalah keterampilan yang digunakan untuk menganalisis, memberikan alasan, mengomunikasikan ide secara efektif, menyelesaikan masalah, dan menginterpretasikan solusi berdasarkan perhitungan dan data dengan matematis (Aldila dan Abdurrahman, 2016)

Definisi *Problem-Based Learning* adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai titik awal untuk memperoleh pengetahuan baru. Prinsip yang mendasari pembelajaran berbasis masalah antara lain pemahaman dibangun melalui pengalaman, sehingga untuk memperoleh suatu pemahaman peserta didik harus mengalami dan melakukan berbagai aktivitas; usaha dari menjawab pertanyaan dan masalah menciptakan sebuah arti atau makna; guru memfasilitasi situasi belajar dengan instink alami peserta didik yang selalu ingin tahu dan melakukan

penyelidikan dan kreasi, dan strategi yang berpusat pada peserta didik serta mampu membangun keterampilan berpikir kritis dan bernalar.

Penerapan STEM *Problem-Based Learning* dalam proses pembelajaran menggunakan sintaks PBL. Langkah Pembelajaran PBL adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Sintaks Pembelajaran Berdasarkan Masalah

Tahap	Tingkah Laku Guru
Tahap 1 Orientasi peserta didik kepada masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran menjelaskan logistik yang dibutuhkan, mengajukan fenomena atau demonstrasi atau cerita untuk memunculkan masalah, memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam penyelesaian masalah yang dipilihnya.
Tahap 2 Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut dan membentuk kelompok belajar.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen, untuk mendapatkan penjelasan dan penyelesaian masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, ide, dan model serta membaantu mereka untuk berbagi tugas dengan temannya.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi pemecahan masalah	Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan.

(Muslimin Ibrahim, 2012 : 35)

5. Penguasaan Konsep

Penguasaan dapat diartikan sebagai salah satu tingkatan dari ranah kognitif yang berupa kemampuan memahami atau mengerti tentang isi pelajaran yang dipelajari tanpa perlu menghubungkannya dengan isi pelajaran lain (Dirnyanti dan Mudjiono, 2000:203). Sedangkan menurut kamus besar bahasa Indonesia (2007:67) menyatakan bahwa:

“Konsep adalah abstrak, entitas mental yang universal yang menunjuk pada kategori atau kelas dan suatu entitas, kejadian atau hubungan. Suatu konsep adalah elemen dari proposisi seperti kata adalah elemen dan kalimat. Konsep adalah abstrak di mana mereka menghilangkan perbedaan dari segala sesuatu dalam ekstensi, memperlakukan seolah-olah mereka identik. Konsep adalah universal dimana mereka bisa diterapkan secara merata untuk setiap extensinya. Konsep adalah pembawa arti. Suatu konsep tunggal bisa dinyatakan dengan bahasa apa pun.”

Berdasarkan penjelasan di atas, konsep dapat diartikan sebagai ide abstrak manusia yang akan mendasari keseluruhan objek, peristiwa, dan fakta yang menerangkan suatu hal. Flavell (1970 : 181-211) membedakan konsep-konsep dalam 7 dimensi, yaitu: 1) atribut, 2) struktur, 3) keabstrakan, 4) keinklusifan, 5) generalitas atau keumuman, 6) ketepatan, 7) kekuatan (*power*). Menurut Ausubel (1968) dalam Wartono (2003: 113), konsep-konsep yang diperoleh melalui dua cara, yaitu formasi konsep dan asimilasi konsep-konsep. Formasi konsep terutama merupakan perolehan konsep-konsep sebelum anak-anak masuk sekolah. Formasi dapat

disamakan dengan belajar konsep konsep konkret menurut Gagne (1977:358). Asimilasi konsep merupakan cara utama untuk memperoleh konsep-konsep selama dan sesudah sekolah.

Konsep-konsep menurut Wartono (2003:110) merupakan kategori-kategori yang kita berikan pada stimulus-stimulus yang ada di lingkungan kita. Dalam memecahkan suatu masalah, seseorang pesema didik harus mengetahui aturan-aturan yang relevan, dan aturan-aturan itu didasarkan pada konsep-konsep yang diperolehnya.

Indikator penguasaan konsep menurut Sumaya (2004) yaitu seseorang dapat dikatakan menguasai konsep jika orang tersebut benar-benar memahami konsep yang dipelajarinya sehingga mampu menjelaskan dengan menggunakan kata-kata sendiri sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya, tetapi tidak mengubah makna yang ada di dalamnya. Sedangkan, Winkel (1991) mengatakan adanya skema konseptual yaitu, suatu keseluruhan kognitif yang mencakup semua ciri khas yang terkandung dalam suatu pengertian. Indikator yang lebih komprehensif dikemukakan oleh Bloom dalam (Rustaman et al.2005) sebagai berikut : Mengingat (C1) yakni kemampuan menarik kembali informasi yang tersimpan; Memahami (C2) yakni kemampuan mengkonstruksi makna atau pengeertian berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki; Mengaplikasikan (C3) yakni kemampuan menggunakan suatu prosedur guna menyelesaikan masalah atau mengerjakan tugas; Menganalisis (C4) yakni kemampuan menguraikan suatu permasalahan atau objek ke unsur-unsur yang menentukan bagaimana

keterkaitan antar unsur-unsur tersebut; Mengevaluasi (C5) yakni kemampuan membuat suatu pertimbangan berdasarkan kriteria dan standar yang ada; serta Membuat (C6) yakni kemampuan menggabungkan beberapa unsur menjadi suatu bentuk kesatuan.

6. Kemampuan Memecahkan Masalah (*Problem Solving*)

Strategi belajar berbasis *problem solving* adalah bagian strategi belajar mengajar inkuiri. Strategi ini memberi tekanan pada penyelesaian suatu masalah secara menalar. M. Thobroni (2015:273) menyatakan bahwa strategi penyelesaian masalah sering disebut juga strategi inkuiri atau strategi *discovery*. Perbedaannya, strategi inkuiri lebih menekankan pada keyakinan atas diri sendiri terhadap apa yang ditemukan, penyelesaian masalah pada terselesaiannya masalah. Sedangkan, *discovery* menekankan pada penemuan.

Problem solving berbeda dengan *discovery* karena *problem solving* berpusat pada masalah di kehidupan nyata sedangkan *discovery* dapat menggunakan permasalahan akademik. Masalah pada hakikatnya adalah kesenjangan antara situasi nyata dan kondisi yang diinginkan. Sedangkan penyelesaian masalah adalah proses pemikiran dan mencari jalan keluar dari masalah tersebut.

Menurut Brandsford dan Steen (1994); dan Nuun dan Kimberly (2000) dalam Borich (2007:558) tahapan untuk mengajar pemecahan masalah adalah:

a. Mengidentifikasi Masalah (*Identify The Problem*)

Pada tahap ini peserta didik harus tahu apa yang menjadi masalah sebelum mereka dapat menyelesaiannya dan bertanya pada diri sendiri apakah yang menjadi masalah dan jika peserta didik paham maka tahap ini selesai.

b. Mendefinisikan masalah (*Define Terms*)

Pada tahap ini peserta didik mengamati bahwa mereka mengerti atau paham arti setiap kata yang dinyatakan dalam permasalahan.

c. Mencari Strategi (*Explore Strategies*)

Pada tahap ini peserta didik menghimpun informasi yang relevan dan mencoba strategi tersebut untuk menyelesaikan masalah.

d. Melaksanakan Strategi (*Act on The Strategy*)

Pada tahap ini peserta didik harus menggunakan salah satu strategi dari berbagai pilihan strategi.

e. Mengamati Pengaruh atau Efek Bagi Peserta Didik (*Look At The Effect*)

Pada tahap ini peserta didik bertanya pada dirinya sendiri apakah jawaban yang mereka buat sesuai dengan solusi yang ada.

David Johnson dan Johnson dalam M. Thobroni (2015:276) menyatakan bahwa penyelesaian masalah dilakukan melalui kelompok. Masalah yang dipilih mempunyai sifat *conflict issue* atau *controversional*, masalahnya dianggap penting (*important*), urgen,

dan dapat diselesaikan (*solutionable*). Prosedur penyelesaian masalah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1) Mendefinisikan Masalah

Pada tahap ini guru mengemukakan kepada peserta didik peristiwa-peristiwa yang bermasalah, baik melalui bahan tertulis maupun secara lisan. Kemudian meminta peserta didik untuk merumuskan masalahnya dalam satu kalimat sederhana (*brain storming*). Setiap pendapat yang dikemukakan peserta didik ditampung dan ditinjau kembali dengan meminta penjelasan dari yang bersangkutan. Selanjutnya dipilih rumusan yang lebih tepat atau dirumuskan kembali (*rephrase, restate*) perumusan-perumusan yang kurang tepat sehingga kelas memilih satu rumusan suatu masalah yang tepat dipakai oleh semua.

2) Mendiagnosis Masalah

Pada tahap ini setelah berhasil merumuskan peserta didik mendiskusikan sebab-sebab timbulnya masalah. Menurut David Johnson dan Johnson masalah timbul karena dua faktor, yaitu faktor-faktor yang mendukung atau mendorong tercapainya tujuan yang diinginkan dari faktor-faktor yang menghambat pencapainnya tujuan. Munculnya masalah disebabkan oleh kedua faktor tersebut yang berada dalam kekuatan yang seimbang.

3) Merumuskan Strategi Alternatif

Pada tahap ini peserta didik mencari dan menemukan berbagai alternatif tentang cara menyelesaikan masalah. Oleh sebab itu, kelompok harus kreatif, berpikir secara divergen, memahami pertentangan di antara berbagai ide, dan memikiran daya temu yang tinggi.

4) Menentukan dan Menerapkan Strategi

Pada tahap ini peserta didik memilih alternatif mana yang akan dipakai setelah berbagai alternatif ditemukan. Penyelesaian masalah pada tahap ini memiliki dua aspek, yaitu pengambilan keputusan (*decision making*) dan penetapan keputusan (*decision implementation*).

5) Mengevaluasi Keberhasilan Strategi

Pada tahap akhir ini peserta didik mempelajari tentang keberhasilan dan strategi yang dipilih dalam memecahkan masalah dan tentang akibat dari penerapan strategi yang dipilih. Pada akhir evaluasi harus menghasilkan definisi tentang masalah baru, mendiagnosismya, dan mulai lagi proses penyelesaian yang baru.

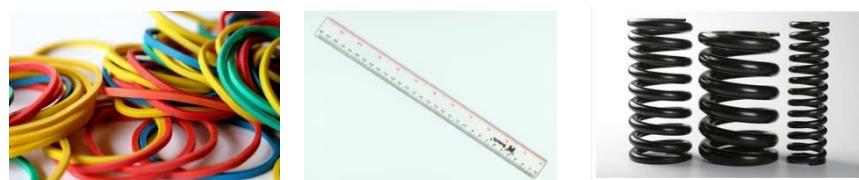
Pada penelitian ini difokuskan pada keterampilan memecahkan masalah menurut Brandsford dan Steen (1994); dan Nuun dan Kimberly

(2000) dalam Borich (2007:558) yaitu, *identify the problems, define terms, explore strategies, act on strategy, dan look at the effect.*

7. Materi Pembelajaran Elastisitas dan Hukum Hooke

a. Elastisitas

Menurut Sunardi dan Lilis Juarni (2015) elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk awalnya segera setelah gaya luar yang diberikan kepada benda tersebut dihilangkan. Benda-benda yang memiliki elastisitas disebut *benda elastis*, misalnya karet gelang, mistar plastik, atau pegas baja.



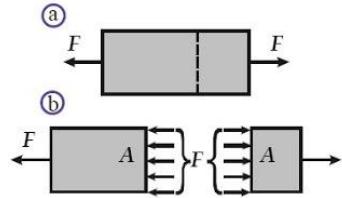
Gambar 1. Contoh benda-benda elastis

Benda-benda yang tidak memiliki elastisitas (tidak kembali ke bentuk awalnya jika gaya luar dihilangkan) disebut *benda tidak elastis* atau *plastis*. Contoh benda tidak elastis adalah plastisin (lilin mainan), dan lempung (tanah liat).



Gambar 2. Contoh benda-benda plastis

1. Tegangan/ Stress (σ)



Gambar 3. Sebuah batang yang mengalami tegangan

Gambar 3a memperlihatkan suatu batang yang luasnya A .

Setiap ujung batang tersebut mengalami gaya tarik sebesar F yang sama besar dan berlawanan arah. Batang itu dikatakan mengalami tegangan. Apabila ditinjau sebuah irisan tegak lurus pada panjang batang (garis putus-putus pada Gambar 3a), tarikan oleh gaya F akan tersebar rata pada luas penampang A , seperti ditunjukkan oleh pada Gambar 3b.

Tegangan adalah besarnya gaya yang bekerja pada suatu benda pada luas penampang tertentu. Secara matematis, tegangan dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

σ = Tegangan (N/m^2)

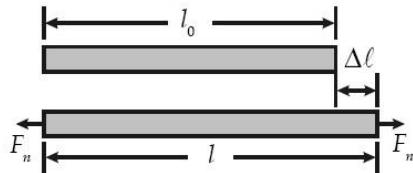
F = gaya (N)

A = Luas penampang (m^2)

2. Regangan/ Strain (e)

Regangan adalah perubahan relatif ukuran benda yang mengalami tegangan. Regangan dihitung dengan cara

membandingkan pertambahan panjang suatu benda terhadap panjang awalnya.



Gambar 4. Sebuah batang yang mengalami regangan

Gambar 4 memperlihatkan sebuah batang yang mengalami regangan akibat gaya tarik F . Panjang batang mula-mula adalah l_0 . Setelah mendapat gaya tarik sebesar F , batang tersebut berubah panjangnya menjadi l . Dengan demikian, batang tersebut mendapatkan pertambahan panjang sebesar Δl , dengan $\Delta l = l - l_0$. Oleh karena itu, regangan didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang benda dan panjang benda mula-mula. Secara matematis dirumuskan:

$$e = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2)$$

e = Regangan

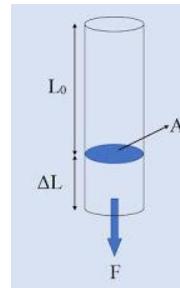
Δl = perubahan panjang (m)

l_0 = panjang awal (m)

3. Modulus Elastisits (Modulus Young)

Modulus Young adalah besarnya gaya yang bekerja pada luas penampang tertentu untuk meregangkan benda. Dengan kata lain, modulus Young merupakan perbandingan antara tegangan dan

regangan pada benda. Nilai modulus Young menunjukkan tingkat elastisitas suatu benda.



Gambar 5. Sebuah batang yang mengalami tegangan dan regangan (modulus Young)

Semakin besar nilai modulus Young, semakin besar pula tegangan yang diperlukan untuk meregangkan benda. Modulus Young dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{l_0}} = \frac{F l_0}{A \Delta l} \quad (3)$$

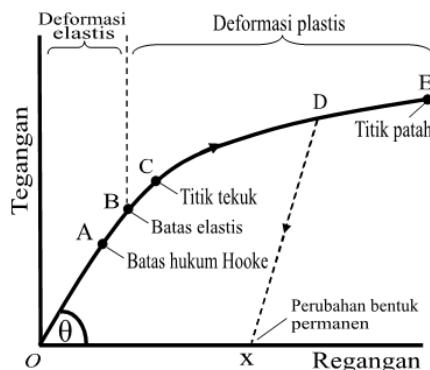
Bahan	Modulus Young (Pa)
Aluminium	7×10^{10}
Baja	20×10^{10}
Besi	21×10^{10}
Karet	$0,05 \times 10^{10}$
Kuningan	9×10^{10}
Nikel	21×10^{10}
Tembaga	11×10^{10}
Timah	$1,6 \times 10^{10}$
Beton	$2,3 \times 10^{10}$
Kaca	$5,5 \times 10^{10}$
Wolfram	41×10^{10}

Gambar 6. Daftar nilai modulus young suatu bahan

4. Batas Elastis

Sifat elastisitas benda memiliki batas sampai pada suatu besar gaya tertentu. Apabila gaya yang diberikan lebih kecil

daripada batas elastisitas, benda akan kembali ke bentuk semula ketika gaya tersebut dihilangkan. Akan tetapi, apabila gaya yang diberikan lebih besar daripada batas elastisitas benda, benda tidak dapat kembali ke bentuk semula. Benda secara permanen berubah bentuk.



Gambar 7. Grafik hubungan tegangan dan regangan suatu kawat

O-B = deformasi (perubahan bentuk) kawat adalah elastis. Berarti jika tegangan dihilangkan, kawat akan kembali kebentuk awal.

O-A = daerah deformasi elastis yang grafiknya linear (garis luruss) dan berlaku hukum Hooke.

A = batas hukum Hooke.

B = batas elastis.

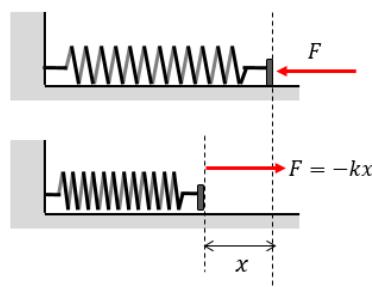
C= titik tekuk

D = deformasi kawat adalah plastis, kawat tidak akan kembali ke bentuk awal tetapi mengalami deformasi permanen.

E = titik patah.

b. Hukum Hooke

Pada tahun 1678, Robert Hooke menyatakan apabila pegas ditarik dengan suatu gaya tanpa melampaui batas elastisitasnya, pada pegas akan bekerja gaya pemulih yang sebanding dengan simpangan benda dari titik seimbangnya tetapi arahnya berlawanan dengan arah gerak benda. Pernyataan ini dikenal dengan hukum Hooke.



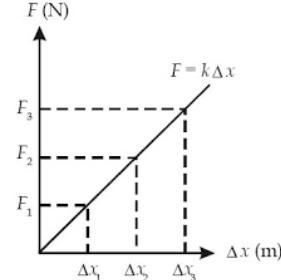
Gambar 8. Ilustrasi gaya (F) dan simpangan (x) pada hukum Hooke

Secara matematis, hukum Hooke dinyatakan sebagai berikut :

$$F = -kx \quad (4)$$

Tanda negatif pada hukum Hooke bermakna bahwa gaya pemulih pada pegas selalu berlawanan dengan arah simpangan pegas. Tetapan pegas (k) menyatakan ukuran kekakuan pegas. Pegas yang kaku memiliki nilai k yang besar, sedangkan pegas lunak memiliki k kecil.

Grafik hubungan gaya dan perubahan panjang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 9. Grafik hubungan gaya (F) dan perubahan panjang (Δx)

1) Tetapan Gaya pada Benda Elastis

Dari pembahasan sebelumnya diketahui bahwa modulus Young dirumuskan dalam persamaan (3).

$$Y = \frac{F l_o}{A \Delta l}$$

Dari persamaan di atas, besarnya gaya yang bekerja pada benda dapat ditulis sebagai berikut :

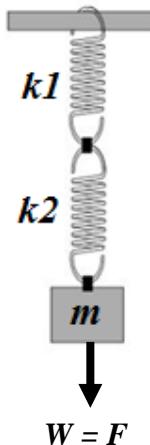
$$F = \frac{YA}{l_o} \Delta l \quad (5)$$

Berdasarkan hukum Hooke, besar gaya pemulih pada pegas sebesar $F = -k \Delta x$ atau $= -k \Delta l$. Dengan demikian, konstanta gaya pada benda elastis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$k = \frac{YA}{l_o} \quad (6)$$

2) Susunan Seri dan Paralel Pegas

a) Susunan Seri Pegas



Gaya pegas pada susunan seri :

$$F = m \cdot g = k_1 \Delta x = k_2 \Delta x \quad (7)$$

Pertambahan panjang :

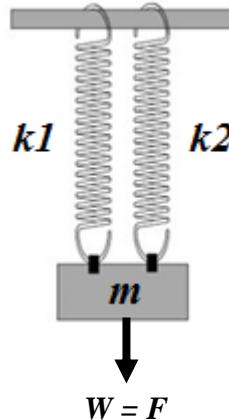
$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 \quad (8)$$

Konstanta pegas pengganti (k_{seri}) :

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad (9)$$

Gambar 10.
Susunan Pegas Seri

b) Susunan Paralel Pegas



Gaya pegas pada susunan paralel :

$$F = m \cdot g = F_1 + F_2 \quad (10)$$

Pertambahan panjang :

$$\Delta l = \Delta l_1 = \Delta l_2 \quad (11)$$

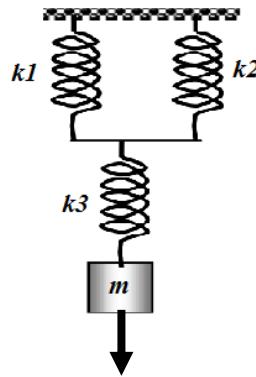
Konstanta pegas pengganti (k_{paralel}) :

Gambar 11.
Susunan Pegas Paralel

$$k_p = k_1 + k_2 \quad (12)$$

c) Susunan Pegas Gabungan

Konstanta pegas susunan gabungan seri dan paralel dapat ditentukan dengan meninjau rangkaian pegas yang tersusun.



Langkah pertama, menentukan konstanta pegas pengganti (k_{paralel}) dari k_1 dan k_2 , dengan persamaan (12) sehingga diperoleh nilai k_{paralel} . Selanjutnya k_{paralel} di susun seri dengan k_3 menggunakan persamaan (11). Sehingga persamaan konstanta pegas gabungan berdasarkan rangkaian adalah :

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_{\text{paralel}}} + \frac{1}{k_3}$$

Gambar 12.
Susunan Pegas Gabungan

B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan

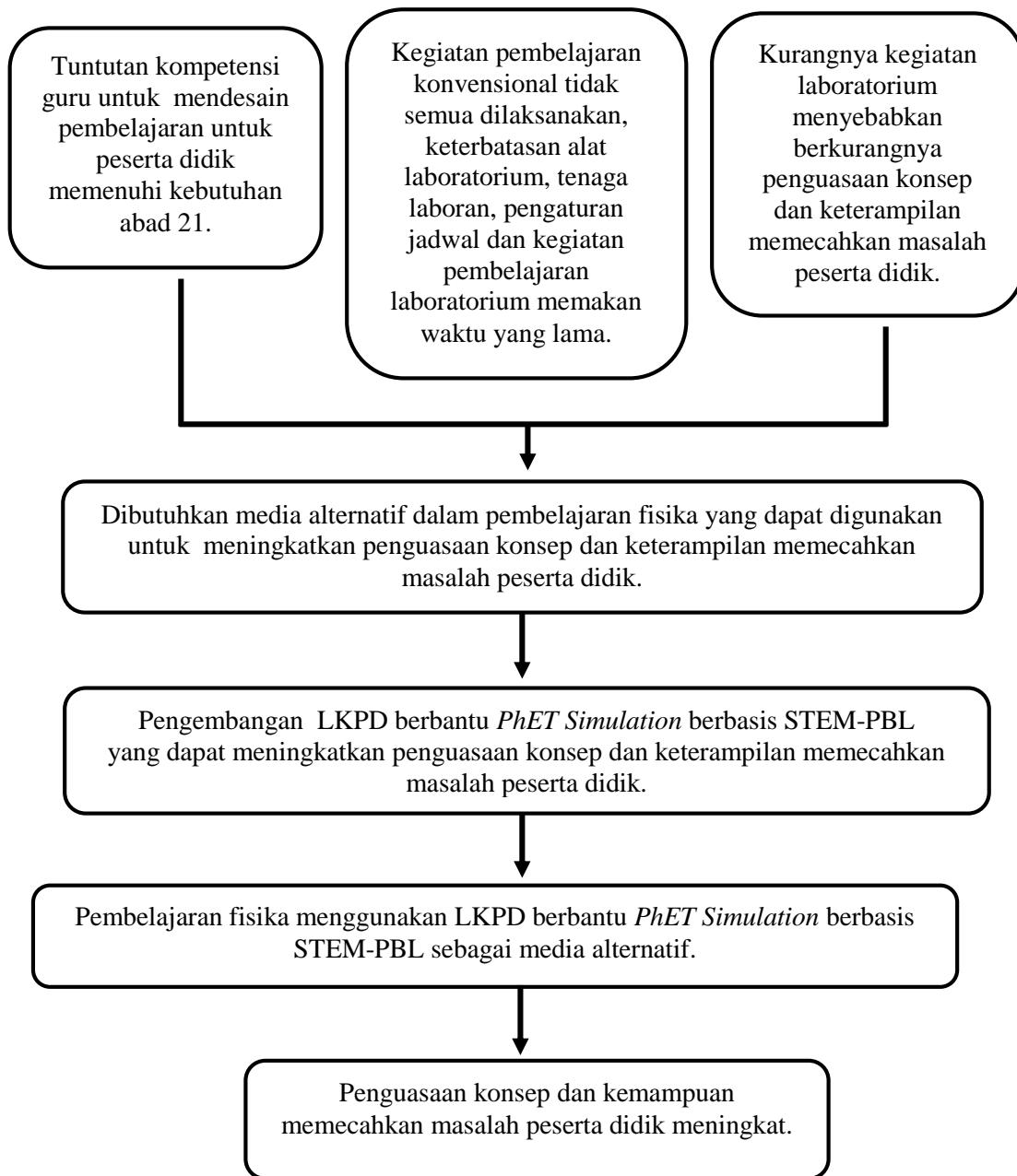
Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat menjadi pertimbangan pada penelitian ini, antara lain :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rizqi Haqsari mahasiswa didik Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang berjudul “Pengembangan dan Analisis E-LKPD (Elektronik-Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis Multimedia pada Materi Mengoperasikan *Software Spreadsheet*”. Hasil penelitiannya menunjukkan kelayakan E-LKPD berbasis multimedia mendapat nilai rata-rata 86,19% oleh para ahli dan pengguna yang dikategorikan sangat baik. Penelitian ini hanya bertujuan untuk membuat media pembelajaran yang layak digunakan namun tidak untuk mengukur hasil belajar kognitif maupun minat belajar peserta didik.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Oktavia Dwi Lestari mahasiswa didik FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang berjudul “Pengembangan LKPD berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar Peserta Didik MAN Godean pada Materi Pokok Momentum dan Impuls”. Hasil penelitiannya menunjukkan peningkatan hasil belajar peserta didik pada uji operasional kelas X MIA 1 dengan *N-Gain* sebesar 0,71 (kategori tinggi) dan peserta didik kelas X MIA 2 dengan *N-Gain* sebesar 0,58 (kategori sedang). Selain itu terjadi peningkatan minat belajar peserta didik pada uji operasional kelas X MIA 1 dengan *N-Gain* sebesar 0,3 (sedang) dan peserta didik X MIA 2 dengan *N-Gain* sebesar 0,31 (sedang).

3. Penelitian yang dilakukan oleh Clara Aldila dan Feriansyah Sesunan Abdurrahman mahasiswa FKIP Universitas Lampung yang berjudul “Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Menumuhkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada materi Elastisitas dan Hukum Hooke di SMA Negeri 3 Metro”. Hasil Penelitannya menunjukkan LKPD dengan pendekatan STEM telah efektif dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Berdasarkan hasil uji efektivitas, ketercapaian peningkatan keterampilan berpikir kreatif memiliki nilai *n-gain* kelas eksperimen (0,71) > kelas kontrol (0,45).

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagan di bawah sebagai berikut.



Gambar 13. Kerangka Berpikir

Pada abad 21, segala aspek kehidupaan dituntut untuk memiliki daya saing yang tinggi. Guru dituntut mendesain pembelajaran untuk peserta didik memenuhi

kebutuhan abad 21, yaitu keterampilan 4Cs (*Critical thinking, Communication, Collaboration, dan Creativity*). Sehingga dalam lingkungan sekolah, pembelajaran juga bertujuan untuk membantu peserta didik dalam meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan memecahkan masalah.

Kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan meningkatkan penguasaan konsep dapat dilakukan melalui kegiatan laboratorium, dimana peserta didik dapat bereksperimen dan menemukan konsep sesuai dengan pengalaman belajarnya sendiri. Akan tetapi, kegiatan laboratorium jarang dilakukan karena keterbatasan alat, tidak adanya tenaga laboran, dan kegiatan laboratorium yang memakan waktu lama serta pengembangan LKPD belum optimal sebagai pedoman dalam membantu peserta didik melakukan kegiatan/percobaan. Maka dari itu, diperlukan media LKPD yang efektif dan efisien serta dapat meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan penguasaan konsep sebagai upaya hasil belajar.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah salah satu pedoman atau petunjuk yang membantu peserta didik dalam proses pembelajaran fisika. Di dalam pedoman atau petunjuk tersebut, peserta didik diharapkan dapat menemukan konsep. Prinsip, fakta maupun permasalahan yang dapat dipecahkan secara ilmiah menggunakan metode ilmiah. Namun, pada kenyataannya masih banyak LKPD yang belum dilengkapi dengan permasalahan-permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran berupa LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM - *Problem Based Learning* sebagai pedoman

dalam proses pembelajaran yang dapat memperbaiki hasil belajar. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL sebagai hasil pengembangan layak digunakan untuk pembelajaran materi elastisitas dan hukum Hooke pada peserta didik SMA kelas XI, karena pada LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL, peserta didik dihadapkan pada berbagai macam permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai masalah yang dihadapkan, peserta didik dituntut untuk berpikir kritis, ilmiah dan logis. Dengan berpikir kritis logis dan ilmiah peserta didik dapat meningkatkan penguasaan konsep serta kemampuan memecahkan suatu masalah. Berdasarkan kemampuan memecahkan masalah tersebut, melalui kegiatan pembelajaran peserta didik dapat memperoleh pengetahuan dan memahami materi dengan sendirinya sehingga peserta didik lebih mudah mengingat dan memahami materi pelajaran yang berdampak dengan hasil belajar yang meningkat. Oleh karena itu, LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan memecahkan masalah peserta didik lebih tinggi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*). Penelitian (*Research and Development*) adalah suatu proses untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada yang kemudian dapat dipertanggungjawabkan. Peneliti akan mengembangkan suatu produk yaitu media pembelajaran LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL Materi Elastisitas dan Hukum Hooke pada Peserta Didik SMA Kelas XI yang dapat digunakan oleh peserta didik untuk membantu dalam proses belajar.

B. Desain Penelitian

Desain pengembangan penelitian ini adalah pengembangan *4D Models*. Menurut Sivasailam Thiagarajan (1974: 5), *4D Models* memiliki empat tahap utama yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Keempat tahap *Four D Models* (4-D), dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap pendefinisian (*define*)

Pada tahap ini, yang dilakukan adalah pendefinisian. Pendefinisian meliputi menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan serta syarat-syarat dalam pembelajaran. Pada tahap pendefinisian, kebutuhan pembelajaran fisika dapat dianalisis seperti

kondisi sekolah, tingkat atau tahap perkembangan peserta didik, serta kesesuaian kebutuhan pembelajaran dengan kurikulum yang berlaku.

Lima langkah pokok tahap pendefinisian yaitu:

a. Analisis awal

Masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran fisika di SMA antara lain; peserta didik SMA Negeri 2 Klaten kesulitan menguasai konsep fisika sehingga dibutuhkan solusi alternatif berupa pengembangan media pembelajaran yang menunjang proses pembelajaran untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik.

b. Analisis karakteristik peserta didik

Tujuan analisis karakteristik peserta didik untuk mengetahui karakteristik peserta didik, berdasarkan kemampuan belajar, kemampuan kognitif serta kemampuan akademik (pengetahuan) peserta didik SMA Negeri 2 Klaten.

c. Analisis tugas

Tujuan analisis tugas untuk menentukan isi satuan pembelajaran yang meliputi tujuan pembelajaran, indikator, struktur isi, konsep, dan sumber informasi serta pemilihan Kompetensi Dasar (KD). Pokok bahasan yang dikembangkan dalam LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

adalah Elastisitas dan hukum Hooke. Analisis tugas dalam LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL meliputi mendefinisikan masalah, menyusun hipotesis melakukan percobaan sesuai dengan langkah percobaan, menganalisis hasil percobaan, membuat kesimpulan serta menjawab permasalahan yang ada dalam LKPD.

d. Analisis konsep

Analisis konsep dilakukan dengan mengidentifikasi konsep-konsep utama pada materi elastisitas dan hukum Hooke, menjabarkan fakta-fakta dan merinci serta menyusun secara sistematis konsep konsep yang dikaitkan dengan konsep elastisitas dan hukum Hooke lain yang relevan.

e. Spesifikasi tujuan pembelajaran

Pada tahap spesifikasi tujuan pembelajaran diidentifikasi dan disusun rumusan tujuan pembelajaran materi elastisitas dan hukum Hooke berdasarkan pada Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum di dalam kurikulum.

2. Tahap perancangan (*design*)

Tujuan tahap perancangan (*design*) adalah merancang format LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan

masalah. Perumusan tujuan dan penentuan skenario pembelajaran dilakukan dalam tahap ini. Tahap ini terdiri dari 3 langkah, yaitu:

a. Penyusunan standar tes (*criterion-test construction*)

Pada langkah ini hal yang dilakukan adalah menentukan fungsi tes itu sendiri. Pada penelitian ini fungsi tes untuk mengukur peningkatan hasil belajar berupa tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Tes disusun berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran dan analisis peserta didik, kemudian selanjutnya disusun kisi-kisi tes hasil belajar. Tes yang dikembangkan disesuaikan dengan jenjang kemampuan kognitif. Setelah itu soal tes diujicobakan, kemudian dilakukan analisis butir soal agar dapat menentukan mana butir soal yang baik atau perlu direvisi, dan mana soal yang harus dihilangkan.

b. Pemilihan media (*media selection*)

Media yang digunakan dalam pengembangan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL adalah *PhET Simulation*, *Microsoft Word 2007*, dan *Corel Draw Graphics Suite X7*. Hal ini dikarenakan untuk membantu penyediaan media dan peralatan sehingga membantu dalam pencapaian tujuan pembelajaran.

c. Pemilihan format (*format selection*)

Pemilihan format LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL diadopsi dari format LKPD versi Glencoe. Format ini digunakan sebagai acuan untuk membuat rancangan awal RPP, LKPD dan instrumen penilaian.

d. Perancangan awal perangkat pembelajaran (*initial design*)

Pada tahap ini rancangan awal yang telah disusun menghasilkan draft awal meliputi RPP, dan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dan instrumen penilaian. Draft awal tersebut memuat materi elastisitas dan hukum Hooke yang berfungsi sebagai perangkat dan media pembelajaran untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah.

3. Tahap pengembangan (*develop*)

Tujuan tahap pengembangan (*develop*) adalah menghasilkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang telah direvisi berdasarkan komentar, saran dan penilaian ahli, praktisi, uji lapangan terbatas dan uji lapangan operasional.

a. Validasi oleh validator ahli dan praktisi

Tahap validasi bertujuan untuk perbaiki *design* awal (*draft*) dimana Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), soal *pretest-posttest*, LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL, dan rubrik penilaian hasil pengembangan harus

melalui tahap ini sebelum digunakan. Pada penelitian pengembangan ini, validasi dilakukan oleh ahli dan praktisi.

Validasi oleh ahli dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Produk awal hasil validasi selanjutnya direvisi berdasarkan komentar dan saran dari ahli sehingga menghasilkan *draft II*.

Validitas praktisi dilakukan oleh guru mata pelajaran fisika yang telah memiliki sertifikat pendidik. Validasi oleh guru fisika dilakukan setelah produk awal hasil validasi oleh ahli direvisi dan menghasilkan *draft II*.

b. Uji terbatas

Uji lapangan terbatas dilakukan secara acak pada peserta didik SMA kelas XI dalam kelompok kelas sebanyak 32-33 peserta didik. Saran dan koreksi hasil uji terbatas digunakan sebagai perbaikan terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL *draft II* sehingga menghasilkan *draft III* yang akan digunakan pada uji luas.

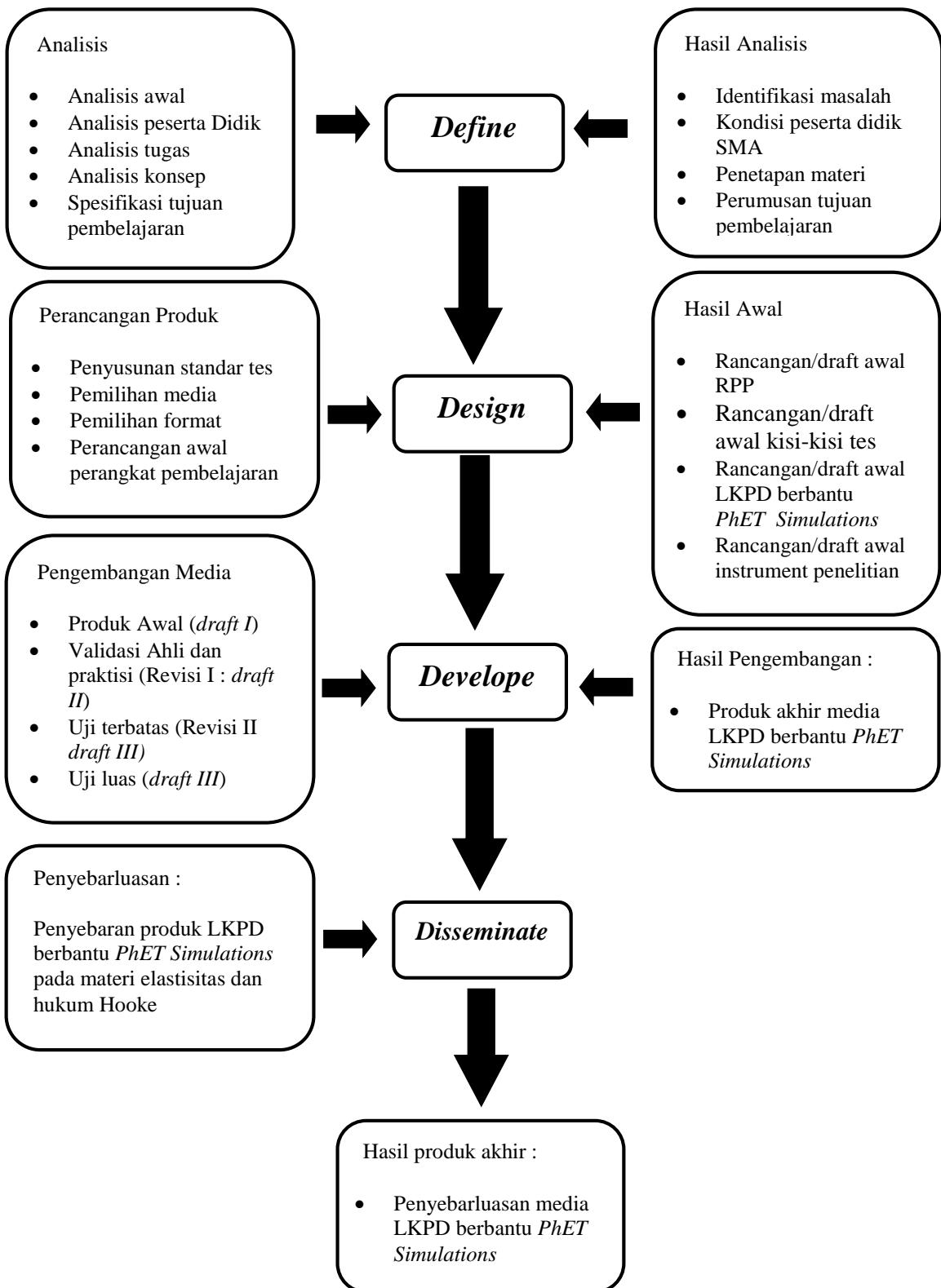
c. Uji luas

Uji luas dilakukan dengan menggunakan soal *pretest* maupun *posttest* untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep peserta didik dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik pada kelas XI sebanyak 32 peserta didik. Selain itu dilakukan penggerjaan LKPD berbantu *PhET Simulation*, dan

lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan pandekatan berbasis STEM-PBL. Angket respon peserta didik juga diberikan pada kelas uji luas untuk mengetahui komentar dan saran setelah menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* yang digunakan untuk perbaikan sebagai produk akhir dari berbantu *PhET Simulation*.

4. Tahap diseminasi (*disseminate*)

Pada tahap diseminasi (*disseminate*), hasil produk akhir LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL sebagai media yang digunakan untuk meningkatkan penguasaan konsep dan meningkatkan keterampilan memecahkan masalah disebarluaskan dengan cara memberikan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL kepada guru-guru fisika SMA Negeri 2 Klaten agar dapat digunakan sebagai penunjang dalam proses pembelajaran.



Gambar 14. Desain Penelitian Pengembangan 4D Models menurut Thiagarajan

C. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas XI SMA Negeri 2 Klaten Tahun Ajaran 2018/2019. Uji terbatas diambil 33 peserta didik dari kelas XI MIPA 1 dan uji luas diambil 32 peserta didik dari kelas XI MIPA 2.

D. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 19 Juli - 29 Agustus 2018. Bulan Juni 2018 dilakukan kegiatan observasi di sekolah. Pengumpulan data dilakukan selama 2 bulan yaitu bulan Juli-Agustus 2018. Sekolah yang digunakan adalah SMA Negeri 2 Klaten.

E. Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini digunakan instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data yang disusun dan diusulkan serta dikonsultasikan kepada ahli materi, media dan praktisi di lapangan agar didapatkan instrumen yang valid dan reliabel, diantaranya :

1. Instrumen Perangkat Pembelajaran

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Rencana pelaksanaan pembelajaran merupakan panduan bagi guru fisika yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran fisika yang ditetapkan dalam standar isi dan dijabarkan dalam silabus untuk mencapai satu kompetensi dasar.

2. Instrumen Pengumpulan Data

a. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

LKPD berbantu *PhET Simulation* pada penelitian pengembangan ini digunakan untuk memperoleh hasil penggerjaan oleh peserta didik. Hasil penggerjaan LKPD berbantu *PhET Simulation* oleh peserta didik digunakan untuk mengukur ketercapaian aspek keterampilan memecahkan masalah selama kegiatan simulasi berlangsung. Sebelum diujicobakan, LKPD berbantu *PhET Simulation* divalidasi terlebih dahulu oleh ahli dan guru fisika SMA Negeri 2 Klaten sebagai praktisi.

b. Angket Validasi

Angket validasi digunakan untuk memperoleh data kelayakan menurut ahli, praktisi dan peserta didik sebagai bahan mengevaluasi LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang dikembangkan. Aspek yang ditinjau dari penilaian LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL adalah pendekatan penulisan, materi, kegiatan percobaan, penampilan fisik serta ketercapaian aspek keterampilan memecahkan masalah. Sebelum digunakan untuk mengumpulkan data, angket telah divalidasi oleh ahli terlebih dahulu.

c. Lembar

Lembar observasi keterlaksanaan RPP digunakan sebagai pedoman untuk mengetahui apakah tahap-tahap pada RPP sudah terlaksana atau tidak. Hal tersebut untuk mengetahui kualitas media pembelajaran ditinjau dari penggunaan media pembelajaran di kelas.

Selain itu, lembar keterlaksanaan RPP digunakan sebagai bahan untuk menilai kepraktisan media yang dikembangkan dan evaluasi serta revisi produk yang dikembangkan. Lembar observasi keterlaksanaan RPP ini terdiri dari dua alternatif jawaban yaitu “ya” dan “tidak”. Observer dapat melakukan penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu alternatif jawaban yang tersedia. Lembar observasi ini juga disediakan kolom keterangan untuk menuliskan catatan atau komentar secara umum terkait pelaksanaan pembelajaran.

d. Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik digunakan untuk mendapatkan data penilaian dari peserta didik yang telah melakukan simulasi sebagai bahan evaluasi LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang dikembangkan. Aspek yang ditinjau dari penilaian LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL adalah pendekatan penulisan, materi, kegiatan/ percobaan, penampilan fisik serta ketercapaian aspek keterampilan memecahkan masalah. Sebelum digunakan untuk mengumpulkan data, angket telah divalidasi oleh ahli. Adapun kisi-kisi angket respon peserta didik disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

No.	Aspek	Jumlah Butir	Nomor Butir
1.	Kegiatan Praktikum	2	1,2
2.	Pendekatan Penulisan	5	3,4,5,6,7
3.	Materi	2	8,9
4.	Keterampilan memecahkan masalah	3	10,11,12
5.	Penampilan Fisik	3	13,14,15

e. Soal *Pretest* dan *Posttest*

Soal *pretest* dan *posttest* merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep peserta didik sebelum dan setelah melakukan pembelajaran menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL. Adapun kisi-kisi tes hasil belajar disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kisi-kisi tes penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah

No.	Indikator	Nomor Soal	
		Pretest	Posttest
1.	Mengaplikasikan (C3)	1,2	1,2
2.	Menganalisis (C4)	3,5	3,5
3.	Mengevaluasi (C5)	4	4

F. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam pengembangan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah adalah:

1. Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari hasil validasi ahli, guru fisika SMA dan respon peserta didik berupa komentar dan saran untuk bahan revisi media LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang dikembangkan.

2. Data Kuantitatif
 - a. Data yang diperoleh validasi ahli dan praktisi yang berupa skor penilaian dengan skala 1 sampai dengan 5 untuk setiap kriteria.
 - b. Data observasi yang diperoleh dari keterlaksanaan pembelajaran berbasis STEM-PBL sesuai Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang disusun berupa skor penilaian (terlaksana = 1 dan tidak terlaksana = 0)
 - c. Data hasil *pretest* dan *posttest* terhadap peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah yang telah disesuaikan dengan kisi-kisi.
 - d. Data nilai hasil penggerjaan LKPD berbantu PhET Simulation.
 - e. Data penilaian angket respon peserta didik setelah menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang berupa skor penilaian dengan skala 1 sampai dengan 5.
 - f. Untuk menghasilkan produk yang layak, seluruh data kualitatif maupun kuantitatif yang diperoleh dari skor penilaian digunakan untuk mengetahui kualitas LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dan untuk merevisi LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL.

G. Teknik Pengumpulan Data

1. Melakukan observasi awal proses pembelajaran untuk mengetahui keadaan peserta didik dalam proses pembelajaran yang meliputi kesulitan metode dan media pembelajaran yang digunakan, serta belajar peserta didik.

2. Memvalidasi LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL. Validasi dilakukan oleh ahli dan praktisi untuk mengetahui kelayakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL.
3. Memberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL.
4. Memberikan posttest untuk mengetahui kemampuan peserta didik setelah menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL.
5. Memberikan angket respon peserta didik untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap media pembelajaran LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang dikembangkan terhadap proses pembelajaran yang berlangsung.
6. Mendokumentasikan kegiatan yang dilakukan peserta didik serta data hasil pekerjaan peserta didik pada lembar kegiatan peserta didik.

H. Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dan secara kuantitatif. Adapun untuk menganalisanya dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Analisis kualitatif

Analisis kualitatif didasarkan pada saran atau hasil validasi dari ahli atau praktisi terhadap produk yang dikembangkan oleh peneliti yakni LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL. Analisis kualitatif juga diperoleh dari tanggapan atau respon peserta didik yang telah menggunakan LKPD tersebut. Selain itu, berdasarkan pengamatan selama pelaksanaan uji

coba pertama maupun uji coba kedua terdapat kekurangan dan saran untuk memperbaiki produk atau LKPD layak untuk digunakan selanjutnya.

2. Analisis kuantitatif

Analisis kuantitatif diperoleh dari validasi oleh ahli dan angket respon peserta didik berupa skor atas produk yang dikembangkan yakni LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL. Analisis kuantitatif juga diperoleh dari persentase ketercapaian peserta didik yang menggunakan LKPD tersebut dan skor hasil *pretest* dan *posttest*.

a. Analisis Kelayakan RPP

Kelayakan RPP ditinjau dari penilaian validator ahli dan praktisi dengan langkah-langkah:

- 1) Menghitung skor rata-rata dari setiap komponen aspek penilaian dengan rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (13)$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata skor penilaian

$\sum x$ = Total skor tiap komponen aspek penilaian

n = Jumlah skor maksimal

- 2) Mengkonversi skor menjadi skala 5

Mengubah butir rata-rata dari setiap komponen aspek penilaian menjadi nilai kualitatif berdasarkan kriteria penilaian pada tabel berikut :

a) Menghitung rata-rata ideal (\bar{x}_i) dengan rumus:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{2}(\text{skor maksimum ideal} + \text{skor minimum ideal}) \quad (14)$$

skor maksimum ideal = Σ butir kriteria \times skor tertinggi

skor minimum ideal = Σ butir kriteria \times skor terendah

b) Menghitung simpangan baku ideal (SB_i) dengan rumus :

$$SB_i = \frac{1}{6}(\text{skor maksimum ideal} - \text{skor minimum ideal}) \quad (15)$$

c) Menentukan kriteria penilaian

Tabel 4. Kriteria Penilaian Skala Nilai 5

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
1.	$X > \bar{X}_i + 1,80 SB_i$	Sangat Baik
2.	$\bar{X}_i + 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 1,80 SB_i$	Baik
3.	$\bar{X}_i - 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 0,60 SB_i$	Cukup
4.	$\bar{X}_i - 1,80 SB_i < X \leq \bar{X}_i - 0,60 SB_i$	Kurang
5.	$X \leq \bar{X}_i - 1,80 SB_i$	Sangat Kurang Baik

(Eko Putro W, 2011:238)

Konversi nilai dalam kualitas dapat ditentukan melalui tabel berikut :

Tabel 5. Kategori Kriteria Penilaian Skala Nilai 5

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 75.6$	Sangat Baik	A
2.	$61.2 < X \leq 75.6$	Baik	B
3.	$46.8 < X \leq 61.2$	Cukup	C
4.	$32.4 < X \leq 46.8$	Kurang	D
5.	$X \leq 32.4$	Sangat Kurang Baik	E

b. Analisis Keterlaksanaan RPP

Observasi keterlaksanaan RPP dalam proses pembelajaran dilakukan oleh dua orang observer yang mengamati jalannya proses pembelajaran. Analisis keterlaksanaan RPP ditinjau dari hasil perolehan skor observasi. Keterlaksanaan RPP dianalisis dengan menggunakan perhitungan *Interjudge Agreement (IJA)*, dengan rumus:

$$IJA = \frac{A_Y}{A_Y + A_N} \times 100 \% \quad (16)$$

Keterangan:

: kegiatan terlaksana

: kegiatan tidak terlaksana

c. Analisis Kelayakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

Kelayakan LKPD berbasis berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL ditinjau dari skor penilaian kelayakan validasi ahli dan validasi praktisi serta hasil respon peserta didik. Analisis kelayakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yaitu penilaian kelayakan validasi ahli dan validasi praktisi serta hasil respon peserta didik dianalisis sama dengan analisis kelayakan RPP.

a. Analisis Soal *Pretest* dan *Posttest*

1) Validitas Teoritik

Kelayakan instrumen dilihat dari validitas yang telah dinilai oleh validator ahli dan validator praktisi. Menurut

Arikunto (2006:168), validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen. Validitas dari instrumen dianalisis menggunakan *Content Validity Ratio (CVR)* dan *Content Validity Index (CVI)*. Teknik menganalisisnya adalah sebagai berikut.

a) Kriteria penilaian validator

Data penelitian validator diperoleh berupa *checklist*.

Tabel 6 digunakan untuk mengkonversi skor yang diiberikan oleh validator menjadi nilai indeks penilaian.

Tabel 6. Kriteria Penilaian Validator

No.	Kriteria	Skor	Indeks
1.	Tidak Baik	1	1
2.	Kurang Baik	2	
3.	Cukup	3	2
4.	Baik	4	
5.	Sangat Baik	5	3

(Lawshe, 1975)

(1) Menghitung nilai *Content Validity Ratio (CVR)*

Cara menghitung nilai *Content Validity Ratio (CVR)* adalah dengan menggunakan persamaan:

$$CVR = \frac{N_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad (17)$$

Keterangan:

N_e = jumlah validator yang menyetujui

N = jumlah validator

Ketentuan:

- (a) Saat jumlah validator yang menyatakan setuju kurang dari setengah total validator maka CVR bernilai negatif.
- (b) Saat jumlah validator yang menyatakan setuju setengah dari jumlah total validator maka CVR bernilai nol
- (c) Saat seluruh validator menyatakan setuju maka CVR bernilai 1
(diatur menjadi 0,99)
- (d) Saat jumlah validator yang menyatakan setuju lebih dari setengah total validator maka CVR bernilai antara 0 – 0,99.

Dalam penelitian ini, CVR yang digunakan untuk menvalidasi instrumen hanya CVR yang bernilai positif. CVR bernilai negatif tidak digunakan.

(2) Menghitung nilai *Content Validity Index (CVI)*

Setelah setiap butir pada angket diidentifikasi dengan menggunakan CVR, selanjutnya untuk menghitung indeks validitas instrumen digunakan CVI. CVI merupakan rata-rata dari nilai CVR dari semua butir angket validasi

$$CVI = \frac{\text{jumlah CVR}}{\text{Jumlah butir angket}} \quad (18)$$

(3) Kategori hasil perhitungan CVR dan CVI

Rentang hasil nilai CVR dan CVI adalah $-1 < 0 < 1$.

Tabel 7. Kategori Perhitungan CVR dan CVI

Nilai CVI	Kategori
$-1 < x < 0$	Tidak Baik
0	Baik
$0 < x < 1$	Sangat Baik

(Lawshe, 1975)

2) Validitas Empirik

Validitas soal *pretest* maupun *posttest* secara empirik dianalisis menggunakan *quest*. Butir dikatakan baik jika nilai INFIT MNSQ terletak antara 0,77 sampai dengan 1,30 (Adam & Khoo, 1996, p. 28).

3) Reliabilitas

Reliabilitas adalah derajat ketetapan, ketelitian atau keakuratan yang ditunjukkan oleh instrumen. Reliabilitas merupakan salah satu indikator bahwa instrumen dapat dipercaya. Suatu instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang memadai apabila instrumen tersebut digunakan mengukur ranah yang diukur beberapa kali hasilnya relatif sama. Kriteria indeks reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria Reliabilitas Soal

No.	Nilai	Kriteria
1.	0.00-0.20	Sangat Rendah
2.	0.21-0.40	Rendah
3.	0.41-0.60	Sedang
4.	0.61-0.80	Tinggi
5.	0.81-1.00	Sangat Tinggi

(Arikunto, 2001: 210)

Reliabilitas soal *pretest* dan *posttest* dapat dihitung menggunakan SPSS 21. Reliabilitas soal ditunjukkan dengan nilai *alpha cronbach* pada *output* program.

b. Analisis Peningkatan Penguasaan Konsep dan Keterampilan

Memecahkan Masalah Peserta Didik

Peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah diperoleh dari soal *pretest* maupun soal *posttest*. Penilaian tersebut berdasarkan rubrik penilaian yang telah ditentukan. Skor dianalisis menggunakan *standard gain*.

Interpretasi nilai *gain* dapat dilihat pada Tabel 9.

Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$\langle g \rangle = \frac{\text{posttest} - \text{pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{pretest}} \quad (19)$$

Tabel 9. Interpretasi Nilai $\langle g \rangle$

No.	Interval	Interpretasi
1	$> 0,700$	Tinggi
2	0,300-0,700	Sedang
3	$< 0,300$	Rendah

(Parno, 2007: 7)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penilitian

Penelitian pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan bertujuan untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik SMA. Pengembangan LKPD ini mengacu pada *4-D Models* yang dikemukakan oleh Thiagarajan (1974). *4-D Models* terdiri dari empat tahap yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Hasil penelitian pengembangan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL berdasarkan metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tahap pendefinisian (*define*)

Pendefinisian meliputi menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan serta syarat-syarat dalam pembelajaran.

Lima langkah pokok pada tahap pendefinisian yaitu:

a. Analisis awal

Analisis awal yang dilakukan yaitu observasi di SMA Negeri 2 Klaten. Observasi bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai situasi dan kondisi sekolah yang berkaitan dengan penelitian pengembangan yang akan dilaksanakan. Observasi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung dan wawancara kepada guru mata pelajaran fisika pada saat praktik mengajar di SMA Negeri 2 Klaten.

Berdasarkan observasi di kelas XI SMA Negeri 2 Klaten, Jawa Tengah, menunjukkan bahwa :

- a) Kurikulum yang digunakan SMA Negeri 2 Klaten adalah Kurikulum 2013
- b) Pembelajaran fisika disampaikan menggunakan metode ceramah (*teacher centered*) atau menggunakan *powerpoint*.
- c) Pembelajaran praktek hanya dilakukan pada materi-materi tertentu.
- d) Pengelolaan waktu praktikum belum optimal
- e) LKPD yang digunakan dalam pembelajaran praktek sekolah tidak terdapat aspek keterampilan memecahkan masalah
- f) Penggunaan LKPD tidak disertai dengan pertanyaan-pertanyaan yang dapat merangsang keterampilan memecahkan masalah peserta didik dan tidak disertai dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Analisis karakteristik peserta didik

Penggunaan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL ditujukan kepada peserta didik SMA Kelas XI dengan usia 16-17 tahun. Karakteristik peserta didik yang dianalisis adalah peserta didik SMA Negeri 2 Klaten kelas XI MIPA 2 tahun ajaran 2018/2019. Peserta didik kelas XI MIPA 2 berjumlah 32 orang. Tingkat kemampuan peserta didik di kelas XI MIPA 2 berdasarkan nilai ulangan harian sebelumnya, memiliki rata-rata nilai yang setara dengan kelas lain.

c. Analisis tugas

Analisis tugas yaitu menentukan isi dari satuan pembelajaran yang meliputi tujuan pembelajaran, indikator, struktur isi, konsep dan sumber informasi. Selain itu, pemilihan Kompetensi Dasar (KD) juga dilaksanakan dalam analisis ini yang diambil dari silabus yang digunakan di SMA Negeri 2 Klaten.

Materi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu materi elastisitas dan hukum Hooke. Alokasi waktu untuk materi elastisitas dan hukum Hooke adalah 8 jam pelajaran. Analisis kompetensi inti, kompetensi dasar dan materi pokok yang digunakan pada penelitian ini terangkum pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Tabel Analisis Tugas

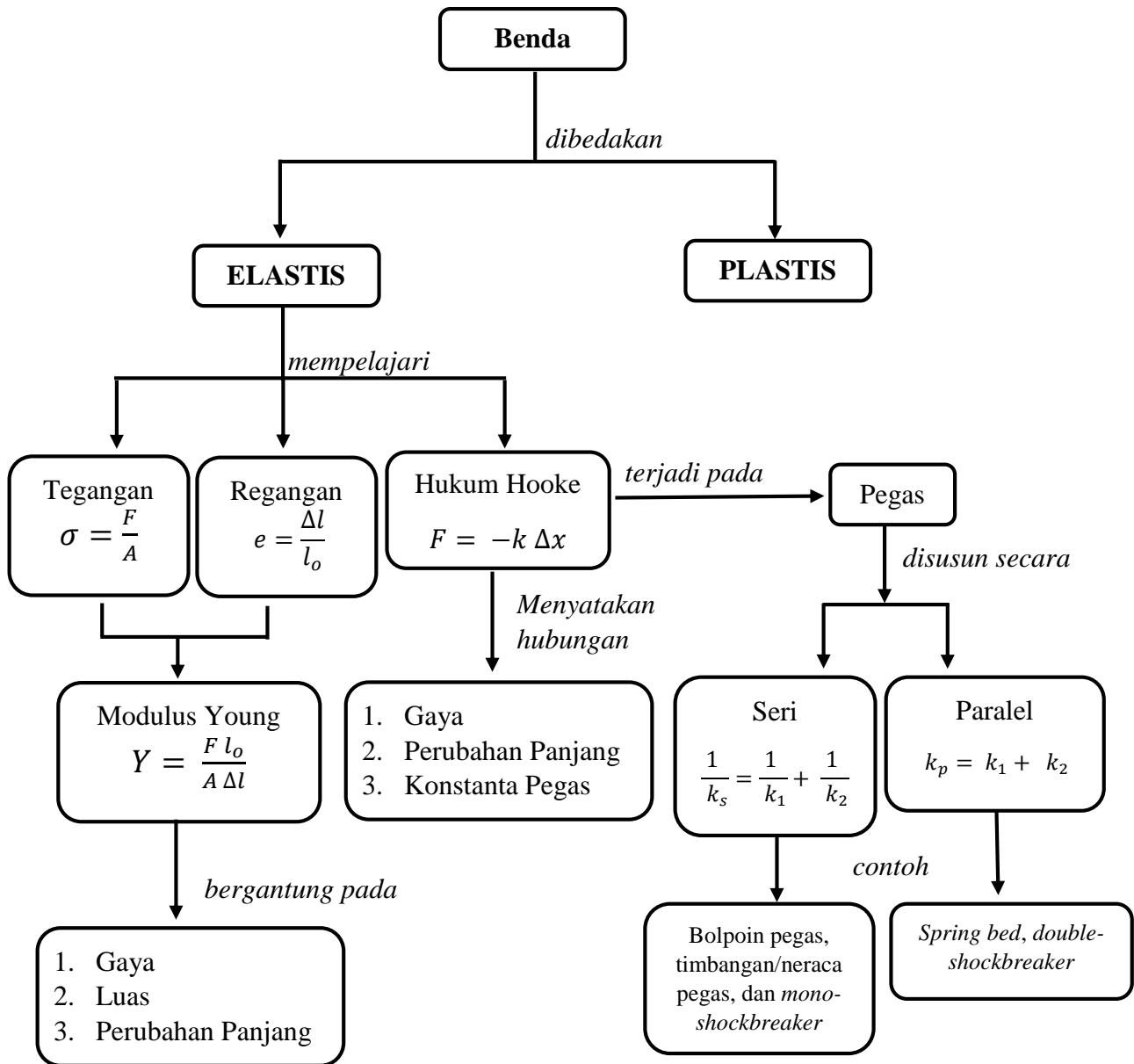
Kompetensi Inti	Komepetensi Dasar	Materi Pokok
KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian	3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari	Elastisitas dan Hukum Hooke: <ul style="list-style-type: none">• Hukum Hooke• Susunan pegas seri-paralel

yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.		
KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.	4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya	

d. Analisis konsep

Pada Gambar 15 berikut disajikan peta konsep materi elastisitas dan hukum Hooke yang digunakan pada penelitian ini.

PETA KONSEP



Gambar 15. Peta Konsep Elastisitas dan Hukum Hooke

e. Spesifikasi tujuan pembelajaran

Pada tahap spesifikasi tujuan pembelajaran diidentifikasi dan disusun rumusan tujuan pembelajaran materi elastisitas dan hukum Hooke berdasarkan pada Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum di dalam kurikulum 2013.

Tujuan pembelajaran yang dirumuskan oleh peneliti yang diharapkan dapat terpenuhi melalui elastisitas dan Hukum Hooke yaitu:

- 1) Peserta didik mampu menentukan karakteristik benda elastis dan benda tidak elastis
- 2) Peserta didik mampu menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas
- 3) Peserta didik mampu menganalisis konstanta pegas melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 4) Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada susunan pegas seri atau paralel melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 5) Peserta didik mampu mengkorelasikan contoh fenomena penerapan sifat elastisitas bahan dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari.
- 6) Peserta didik mampu melakukan eksperimen hukum Hooke melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 7) Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar

- 8) Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar
- 9) Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen hukum Hooke dengan benar.
- 10) Peserta didik mampu melakukan eksperimen susunan pegas melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 11) Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 12) Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 13) Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen susunan pegas dengan benar.

2. Tahap perancangan (*design*)

Pada tahap ini peneliti merancang *draft* perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data yang kemudian divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi. Tahap perancangan terdiri dari empat langkah yaitu:

a. Penyusunan standar tes (*criterion-test construction*)

Penyusunan standar tes merupakan tindakan pertama untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik. Standar tes disusun berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran dan analisis peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, hasil tes peserta didik pada semester gasal memiliki nilai yang rata-rata sama satu dengan

yang lainnya sehingga lebih mudah untuk menentukan jenis soal karena kemampuan yang terukur hampir sama. Pembuatan soal disusun kisi-kisi tes penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah seperti yang terlampir pada Lampiran I.

b. Pemilihan media (*media selection*)

Peneliti menentukan media pembelajaran yang sesuai dengan hasil analisis peserta didik. Media yang digunakan dalam pengembangan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL adalah *PhET Simulation*, *Microsoft Word 2007*, dan *Corel Draw Graphics Suite X7*.

c. Pemilihan format (*format selection*)

Peneliti memilih format yang menarik bagi peserta didik. Lembar Kerja Peserta Didik dibuat menarik dengan pemilihan warna, bentuk serta ukuran penulisan. Pemilihan format LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL diadopsi dari format LKPD versi Glencoe.

d. Perancangan awal perangkat pembelajaran (*initial design*)

Perangkat pembelajaran yang disusun yaitu RPP, berbantu *PhET Simulation berbasis STEM-PBL*, soal *pretest*, soal *posttest*, dan instrumen pengumpulan data. Adapun produk yang dihasilkan pada tahap ini adalah :

1) Perangkat pembelajaran

a) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Pada skenario pembelajaran, diterapkan sintaks yang sesuai dengan pendekatan STEM dengan model pembelajaran *Problem Based Learning*, yaitu: Orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasi peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah peserta didik. Pada Lampiran I.1 disajikan bahan untuk membuat RPP, yaitu pembagian materi berdasar tujuan pembelajaran. Rancangan awal RPP ini divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi.

b) LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

Draft awal (*Draft I*) menghasilkan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), soal *pretest-posttest*, LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL, dan rubrik penilaian.

Draft I LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL mencakup judul LKPD berbantu *PhET Simulation*, kompetensi dan indikator yang akan dicapai, waktu pengerjaan, masalah, hipotesis, alat dan bahan, langkah

kerja, tabel data, lembar analisis dan tugas berupa pertanyaan serta permasalahan.

2) Perangkat pengumpulan data, terdiri dari :

a) Lembar validasi

Lembar validasi digunakan untuk mendapatkan data penilaian perangkat pembelajaran oleh validator dengan rentang nilai 1-5 serta mendapatkan saran untuk memperbaiki perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan. Lembar validasi meliputi: lembar validasi RPP, lembar validasi LKPD, lembar validasi *pretest* dan *posttest*, dan lembar validasi respon peserta didik.

b) Soal *Pretest* dan *Posttest*

Soal *Pretest* dan *Posttest* berbentuk uraian digunakan untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah fisika setelah peserta didik mengikuti pembelajaran. Soal *pretest* diberikan kepada peserta didik sebelum pembelajaran dimulai sedangkan soal *posttest* diberikan setelah pembelajaran selesai. Soal *pretest* dan *posttest* dibuat berbeda, dengan indikator ketercapaian KD sama sesuai dengan Tabel 8. Rancangan awal soal *pretest* dan *posttest* ini kemudian divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi.

c) Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP

Lembar observasi keterlaksanaan RPP berisi ketercapaian langkah pembelajaran yang ada pada RPP, sehingga isi pada kolom tabel sesuai dengan RPP. Lembar observasi ini diisi oleh satu observer. Setelah keterlaksanaan RPP dinyatakan baik, dapat dilakukan analisis berikutnya.

3. Tahap pengembangan (*develop*)

Tahap ini merupakan tahap merancang *draft* awal yang akan digunakan dalam pembelajaran materi elastisitas dan hukum Hooke. *Draft I* yang telah divalidasi dan telah melalui tahap revisi I (*draft II*) diujicobakan ke sekolah. Ujicoba dilakukan dengan melibatkan peserta didik kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 2 Klaten. Kekurangan produk yang telah diujicobakan kemudian dilakukan revisi II (*draft III*). Perangkat pembelajaran hasil revisi II (*draft III*) selanjutnya menjadi produk akhir dari pengembangan.

a. Validasi oleh validator ahli dan praktisi

Validasi dilakukan oleh validator ahli dan validator praktisi. Adapun validator yang telah memvalidasi *draft I* perangkat pembelajaran fisika berbasis STEM-PBL adalah dosen prodi pendidikan fisika sebagai validator ahli dan guru mata pelajaran fisika sebagai validator praktisi. Validasi ahli dilakukan pada tanggal 13 Juli 2018 di Universitas Negeri

Yogyakarta, sedangkan validasi praktisi dilakukan pada tanggal 20 Juli 2018 di SMA Negeri 2 Klaten.

1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Penilaian kelayakan RPP dilakukan oleh dua orang validator yaitu validasi ahli dan validasi praktisi. Skala skor penilaian yang digunakan pada lembar validasi RPP adalah skala 1 sampai 5. Analisis penilaian kelayakan RPP dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisis Kelayakan RPP

No.	Aspek yang diamati	X	Interval	Kategori
1.	Identitas Mata Pelajaran	5	$X > 4.26$	Sangat Baik
2.	Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator	12.5	$X > 12.6$	Baik
3.	Tujuan Pembelajaran	8	$X > 8.34$	Baik
4.	Materi Pembelajaran	9	$X > 8.34$	Sangat Baik
5.	Metode Pembelajaran	12.5	$X > 12.6$	Baik
6.	Media dan Sumber Belajar	4	$X > 4.26$	Baik
7.	Kegiatan Pembelajaran	9.5	$X > 8.34$	Sangat Baik
8.	Bahasa	5	$X > 4.26$	Sangat Baik
9.	Penilaian	9.5	$X > 8.34$	Sangat Baik
Total Keseluruhan		78.5	$X > 75.6$	Sangat Baik

Dari tabel 11, dapat diperoleh skor total penilaian kelayakan RPP adalah 78.5. Berdasarkan Tabel 11, skor tersebut menunjukkan bahwa RPP memiliki kategori sangat baik sehingga RPP layak digunakan untuk

penelitian. Data hasil penilaian kelayakan RPP dapat dilihat pada lampiran III.1.

2) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Penilaian kelayakan LKPD dilakukan oleh dua validator, yaitu validator ahli dan validator praktisi. Penilaian untuk LKPD meliputi aspek kegiatan percobaan, pendekatan penulisan, materi, keterampilan memecahkan masalah dan penampilan fisik.

Secara keseluruhan, rentang penilaian dan kategori setiap aspek pada LKPD dapat dilihat pada lampiran III.3.

Hasil analisis penilaian kelayakan LKPD secara ringkas disajikan pada tabel 12.

Tabel 12. Analisis Kelayakan LKPD

No.	Aspek yang diamati	X	Interval	Kategori
1.	Kegiatan percobaan	32	$X > 29.4$	Sangat Baik
2.	Pendekatan penulisan	23	$X > 20.3$	Sangat Baik
3.	Materi	13.5	$X > 12.6$	Sangat Baik
4.	Keterampilan memecahkan masalah	23	$X > 20.3$	Sangat Baik
5.	Penampilan fisik	24	$X > 20.3$	Sangat Baik
Total Keseluruhan		115.5	$X > 105.6$	Sangat Baik

Analisis data hasil penilaian validator terhadap kelayakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL tersebut secara keseluruhan diperoleh jumlah skor 115.5. Berdasarkan Tabel 12, skor tersebut termasuk

kategori sangat baik. Hal itu menunjukkan bahwa berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL layak digunakan dengan beberapa perbaikan. Secara lengkap data analisis hasil penilaian kelayakan LKPD dapat dilihat pada lampiran III.2.

3) Lembar Soal *Pretest* dan *Posttest*

Validasi teoritik lembar soal *pretest* dan soal *posttest* dilakukan oleh validator ahli dan praktisi. Pada Tabel 13 berikut disajikan hasil perhitungan validitas teoritik lembar soal *pretest* dan lembar soal *posttest* untuk mengukur penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan peserta didik.

Tabel 13. Hasil Perhitungan Validitas Teoritik Lembar Soal *Pretest* dan *Posttest*

No.	Variabel	Indikator	CVR	Kategori
1.	Konstruksi	Pernyataan (soal) sesuai dengan rumusan indikator dalam kisi-kisi	1	Sangat Baik
		Pernyataan dirumuskan dengan jelas	1	Sangat Baik
		Kalimat yang digunakan bebas dari pernyataan yang dapat diinterpretasikan lebih dari satu makna (multitafsir)	1	Sangat Baik
		Petunjuk mengerjakan instrumen jelas	1	Sangat Baik
		Jumlah butir tidak menjemukan responden	1	Sangat Baik
2.	Bahasa	Ragam bahasa komunikatif dan sesuai dengan jenjang pendidikan responden	1	Sangat Baik

		Pernyataan menggunakan bahasa Indonesia yang baku	1	Sangat Baik
		Pernyataan tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat	1	Sangat Baik
		Kata-kata yang digunakan jelas dan mudah dipahami	1	Sangat Baik
4.	Konten	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	1	Sangat Baik
		Kesesuaian materi dengan indikator pencapaian kompetensi	1	Sangat Baik
CVI			1	Sangat Baik

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, lembar soal *pretest* dan *posttest* memiliki nilai CVI sebesar 1 sehingga termasuk dalam kategori sangat baik dan instrumen telah layak.. Secara rinci hasil analisis terlampir pada Lampiran III.5.

b. Revisi I

Tahap revisi I dilakukan setelah LKPD dan instrumen penelitian dinilai kelayakannya dan divalidasi oleh validator sebelum dilakukan uji coba. Revisi dilakukan mengacu pada saran perbaikan yang diberikan oleh validator. Revisi tersebut diantaranya adalah:

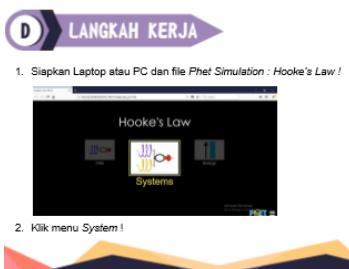
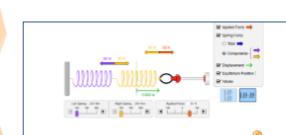
1) LKPD

Revisi LKPD ini berdasarkan pada hasil penilaian, saran perbaikan dan masukan dari penilai. Saran dan perbaikan LKPD dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 14. Revisi I LKPD

No.	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1.	Pada halaman cover gambar diperjelas, diberi informasi identitas penyusun, dosen pembimbing/validator, dan logo UNY. Perlu ditambahkan logo <i>PhET</i> dan Kurikulum 2013 serta tahun ajaran 2018/2019	<p>LKPD I</p> 	<p>LKPD I</p> 
		<p>LKPD II</p> 	<p>LKPD II</p> 

No.	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
2.	Pada bagian penulisan Indikator Pencapaian Kompetensi terdapat kalimat yang belum tepat. Percobaan <i>PhET Simulation</i> diubah menjadi simulasi <i>PhET</i>	<p>LKPD I :</p> <p>KD & IPK</p> <p>Kompetensi Dasar</p> <p>3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi</p> <p>3.2.3 Peserta didik mampu menganalisis konstanta pegas melalui percobaan <i>PhET Simulation</i> dengan benar 4.2.1 Peserta didik mampu melakukan eksperimen hukum Hooke melalui percobaan <i>PhET Simulation</i> dengan benar 4.2.2 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar 4.2.3 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan percobaan hukum Hooke dalam LKPD dengan benar 4.2.4 Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil percobaan hukum Hooke dengan benar.</p>	<p>LKPD : I</p> <p>KD & IPK</p> <p>Kompetensi Dasar</p> <p>3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi</p> <p>3.2.3 Peserta didik mampu menganalisis konstanta pegas melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar 4.2.1 Peserta didik mampu melakukan eksperimen hukum Hooke melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar 4.2.2 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar 4.2.3 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar 4.2.4 Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen hukum Hooke dengan benar.</p>
		<p>LKPD 2 :</p> <p>KD & IPK</p> <p>Kompetensi Dasar</p> <p>3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi</p> <p>3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada susunan pegas seri atau parallel melalui percobaan <i>PhET Simulation</i> dengan benar 4.2.5 Peserta didik mampu melakukan eksperimen susunan pegas melalui percobaan <i>PhET Simulation</i> dengan benar 4.2.6 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar 4.2.7 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan percobaan susunan pegas dalam LKPD dengan benar 4.2.8 Peserta didik mampu mempresentasikan/ mengkomunikasikan hasil percobaan susunan pegas dengan benar.</p>	<p>LKPD 2 :</p> <p>KD & IPK</p> <p>Kompetensi Dasar</p> <p>3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi</p> <p>3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada pegas susunan seri atau paralel melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar 4.2.5 Peserta didik mampu melakukan eksperimen susunan pegas melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar 4.2.6 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar 4.2.7 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar 4.2.8 Peserta didik mampu mempresentasikan/ mengkomunikasikan hasil eksperimen susunan pegas dengan benar.</p>
3.	Pada bagian B. Hipotesis penulisan kata depan belum tepat	<p>LKPD I :</p> <p>Tongkat atlet pelompat galah dapat kembali kebentuk semula setelah ditarik dan</p>	<p>LKPD I :</p> <p>Tongkat atlet pelompat galah dapat kembali ke bentuk semula setelah</p>

No.	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
		dilepaskan saat melompat, karena	ditarik dan dilepaskan saat melompat, karena
4.	Pada bagian B . Hipotesis pertanyaan belum jelas	<p>LKPD I : Buatlah hipotesis umum dari materi elastisitas dan hukum Hooke !</p> <p>LKPD II : Buatlah hipotesis umum tentang perbedaan konstanta pegas pada susunan seri dan paralel !</p>	<p>LKPD I : Buatlah hipotesis umum berdasarkan pemahamanmu tentang materi elastisitas dan hukum Hooke !</p> <p>LKPD II : Buatlah hipotesis umum berdasarkan pemahamanmu tentang perbedaan konstanta pegas pada susunan seri dan paralel !</p>
5.	Pada bagian D . Langkah Kerja terdapat gambar visualisasi <i>PhET</i> belum jelas	<p>Tampilan awal</p>  <p>1. Siapkan Laptop atau PC dan file PhET Simulation : Hooke's Law !</p> <p>2. Klik menu System !</p>	<p>Diubah ke <i>Grey Scale</i></p>  <p>1. Siapkan Laptop atau PC dan file PhET Simulation : Hooke's Law !</p> <p>2. Klik menu System !</p>
		<p>Tampilan awal</p> <p>2. Klik/checklist applied force, Spring force, displacement, untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik s</p>  <p>3. Atur gaya pegas sebesar 50 N !</p> <p>4. Atur konstanta pegas 1 pada skala 200 N/m, dan pegas 2</p>	<p>diambil tampilan dalam</p> <p>2. Klik/checklist applied force, Spring force, displacement, untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik s</p>  <p>3. Atur gaya pegas sebesar 50 N !</p> <p>4. Atur konstanta pegas 1 pada skala 200 N/m, dan pegas 2</p>
5.	Pada bagian D . Langkah Kerja terdapat instruksi kurang jelas	<p>LKPD I, Kegiatan I :</p> <p>5. Amati apa yang terjadi pada gaya dan perpindahan!</p>	<p>LKPD I, Kegiatan I :</p> <p>5. Amati dan catat apa yang terjadi pada gaya dan perpindahan menurut visualisasi pada <i>PhET</i> !</p>

No.	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
		<p>LKPD II, Susunan Pegas Seri : Tidak ada instruksi mencatat hasil pengukuran</p>	<p>LKPD II, Susunan Pegas Seri : 6. Catat hasil pengukuran pada tabel !</p>
6.	<p>Pada bagian F. Analisis dan Kesimpulan terdapat pertanyaan belum jelas</p>	<p>LKPD I :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Buktikan dan jelaskan bahwa dalam percobaan terdapat fenomena elastisitas ! 3) Hitunglah konstanta pegas untuk pegas 1, 2, dan 3 ! 4) Bandingkan ketiga grafik tersebut berdasarkan nilai konstata pegas ! Pegas manakah yang paling elastis ? 5) Buatlah kesimpulan dari hipotesis yang telah dibuat ! <p>Pada LKPD II :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Berdasarkan hasil data, jelaskan percobaan manakah dihasilkan perubahan panjang yang lebih besar ? 	<p>LKPD I :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Buktikan dan jelaskan bahwa dalam percobaan terdapat fenomena elastisitas ! 3) Hitunglah konstanta pegas untuk pegas 1, 2, dan 3 ! (ambil konstanta pada massa 200 gr) ! 4) Tinjau grafik 1,2, dan 3 ! Bandingkan ketiga grafik tersebut berdasarkan nilai konstata pegas ! Pegas manakan yang paling elastis ? 5) Buatlah kesimpulan menurut hasil kegiatan ini dan hipotesis yang telah dibuat ! <p>Pada LKPD II :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Berdasarkan tabel hasil pengukuran, jelaskan percobaan manakah dihasilkan perubahan panjang yang lebih besar ?

No.	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
		<p>2) Pembuktian persamaan diletakkan pada lembar jawab.</p> <p>2. Berdasarkan simulasi yang telah kalian lakukan menggunakan PhET, bagaimanakah menentukan konstanta pegas secara seri maupun secara parallel? Buktiakan !</p> <p>Jawab : Susunan Pegas Seri : $k_s = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$</p>  <p>3) Berdasarkan data yang diperoleh, tentukan konstanta pegas k_{seri} dan k_{paralel} !</p>	<p>2) Pembuktian persamaan diletakkan pada pertanyaan, karena bukan merupakan clue.</p> <p>2. Berdasarkan simulasi yang telah kalian lakukan menggunakan PhET, bagaimanakah menentukan konstanta pegas secara seri maupun secara parallel? Buktiakan susunan pegas seri : $k_s = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$, dan susunan pegas parallel : $k_p = k_1 + k_2$!</p> <p>Jawab :</p>  <p>3) Berdasarkan tabel pengukuran, tentukan konstanta pegas k_{seri} dan k_{paralel} !</p>
7.	Pada bagian G. Mengkomunikasian terdapat instruksi kurang jelas	<p>LKPD I :</p> <p>1) Berdasarkan dari hasil percobaan, jelaskan definisi dari elastisitas dan hukum Hooke !</p> <p>LKPD II :</p> <p>2) Tampilan awal</p> <p>2. Berilah contoh fenomena penerapan susunan pegas dalam kehidupan sehari-hari ! Jawab :</p> <p>-GOOD LUCK-</p>	<p>LKPD I :</p> <p>1) Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, apa yang dapat kalian ungkapkan tentang elastisitas dan hukum Hooke ?</p> <p>LKPD II :</p> <p>2) Ditambah soal gambar</p> <p>2. Berilah contoh fenomena penerapan susunan pegas dalam kehidupan sehari-hari ! Tentukan susunan pegas yang digunakan oleh benda di bawah ! Jawab :</p> <p>a. </p> <p>b. </p>

2) RPP

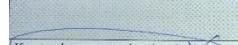
Revisi RPP ini berdasarkan pada hasil penilaian, saran perbaikan dan masukan dari penilai. Saran dan perbaikan RPP tersebut diantaranya adalah:

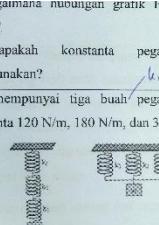
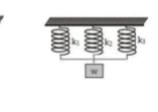
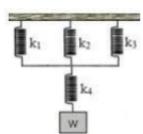
- a) Indikator pencapaian pembelajaran dirumuskan mengacu pada silabus
- b) Perumusan indikator sesuai dengan berupa format penulisan tujuan pembelajaran memuat ABCD (*Audience, Behavior, Condition, dan Degree*).

3) Soal Pretest dan Posttest

Soal *pretest* dan *posttest* dibuat berbeda dengan indikator yang sama. Revisi instrumen berdasarkan komentar dan saran dari validator disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Revisi I Soal *Pretest* dan *Posttest*

No.	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi																								
1.	Adanya penggunaan kalimat yang tidak sesuai	<p>Soal pretest nomor 1 :</p>  <table border="1"><thead><tr><th>No.</th><th>Benda</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.</td><td>Karet Gelang</td></tr><tr><td>2.</td><td>Lilin plastisin</td></tr><tr><td>3.</td><td>Suspensi</td></tr><tr><td>4.</td><td>Tanah liat</td></tr><tr><td>5.</td><td>Kabel listrik</td></tr></tbody></table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none">a. Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis !b. Bagaimana karakteristik benda elastis dan plastis?	No.	Benda	1.	Karet Gelang	2.	Lilin plastisin	3.	Suspensi	4.	Tanah liat	5.	Kabel listrik	<p>Soal pretest nomor 1 :</p> <table border="1"><thead><tr><th>No.</th><th>Benda</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.</td><td>Karet Gelang</td></tr><tr><td>2.</td><td>Lilin plastisin</td></tr><tr><td>3.</td><td>Suspensi</td></tr><tr><td>4.</td><td>Tanah liat</td></tr><tr><td>5.</td><td>Kabel listrik</td></tr></tbody></table> <p>C3</p>	No.	Benda	1.	Karet Gelang	2.	Lilin plastisin	3.	Suspensi	4.	Tanah liat	5.	Kabel listrik
No.	Benda																										
1.	Karet Gelang																										
2.	Lilin plastisin																										
3.	Suspensi																										
4.	Tanah liat																										
5.	Kabel listrik																										
No.	Benda																										
1.	Karet Gelang																										
2.	Lilin plastisin																										
3.	Suspensi																										
4.	Tanah liat																										
5.	Kabel listrik																										

2.	Penggunaan kalimat yang kurang lengkap	<p>Soal pretest nomor 4 :</p> <p>a. Bagaimana hubungan gradien F terhadap Δx? c. Berapakah konstanta pegas yang digunakan?</p>  <p>Emi mempunyai tiga buah pegas dengan konstanta 120 N/m, 180 N/m, dan 360 N/m.</p> <p>Apabila Emi ingin mencoba menyusun ketiga pegas secara seri, setelah itu mencoba menyusun ketiga pegas secara paralel, maka :</p>	<p>Soal pretest nomor 4 :</p> <p>Emi mempunyai tiga buah pegas k_1, k_2, dan k_3 dengan konstanta 120 N/m, 180 N/m, dan 360 N/m.</p>  <p>Apabila Emi ingin mencoba menyusun ketiga pegas secara seri, setelah itu mencoba menyusun ketiga pegas secara paralel, maka :</p>
3.	Penggunaan konjungsi/kata hubung kalimat yang tidak tepat	<p>Soal pretest nomor 5 :</p> <p>Arka bermain lompat-lompatan di atas kasur pegas (<i>spring bed</i>) milik kakaknya. Kemudian Arka berpindah melompat ke <i>spring bed</i> miliknya. Menurut Arka <i>spring bed</i> kakaknya lebih nyaman digunakan karena ia dapat melompat lebih tinggi.</p> <p>a. Menurut kalian <i>spring bed</i> manakah yang mempunyai konstanta pegas lebih kecil dan lebih besar? Berikan alasan yang tepat ! b. Menurutmu bagaimanakah susunan pegas dalam <i>spring bed</i> ? Rangkainama perhitungan</p>	<p>Soal pretest nomor 5 :</p> <p>Arka bermain lompat-lompatan di atas kasur pegas (<i>spring bed</i>) milik kakaknya, kemudian Arka berpindah melompat ke <i>spring bed</i> miliknya. Menurut Arka <i>spring bed</i> kakaknya lebih nyaman digunakan karena ia dapat melompat lebih tinggi.</p> <p>a. Menurut kalian <i>spring bed</i> manakah yang mempunyai konstanta pegas lebih kecil dan lebih besar? Berikan alasan yang tepat ! b. Menurutmu bagaimanakah susunan pegas</p>
4.	Penggunaan kata yang salah	<p>Soal posttest nomor 4 :</p> <p>Tiga buah pegas identik disusun seperti gambar di atas ! Jika massa beban 200 gram ($g = 10 \text{ m/s}^2$) digantung pada pegas k_4 bertambah panjang 4 cm. Maka :</p>	<p>Soal posttest nomor 4 :</p> <p>Empat buah pegas identik disusun seperti gambar di bawah !</p>  <p>Jika massa beban 200 gram ($g = 10 \text{ m/s}^2$) digantung pada pegas k_4 dan bertambah panjang 4 cm. Maka :</p>

c. Uji Coba Terbatas

1) Uji Coba Produk

Setelah produk telah melewati tahap validasi dan direvisi sesuai saran dan komentar validator ahli dan validator praktisi maka produk siap untuk diujicobakan.

Uji coba dilaksanakan pada peserta didik kelas XI MIPA

1 di SMA Negeri 2 Klaten dengan jumlah 33 peserta

didik. Pada uji lapangan terbatas ini perangkat yang diujikan berupa LKPD. Hasil yang didapatkan saat uji lapangan terbatas menjadi bahan untuk dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan berupa perbaikan kalimat dalam LKPD untuk memperjelas maksud dari pertanyaan yang diajukan dalam LKPD.

Respon peserta didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL diamati untuk mengetahui seberapa baik kualitas LKPD berdasarkan komentar dari subjek penelitian yaitu peserta didik SMA kelas XI. Respon peserta didik diamati dengan menggunakan angket respon peserta didik. Perhitungan analisis respon peserta didik menggunakan penilaian kriteria ideal yang dapat dilihat pada Lampiran III.3.

Tabel 16. Analisis Respon Peserta Didik Uji Terbatas

No.	Aspek yang diamati	X	Interval	Kategori
1.	Kegiatan percobaan	7.61	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik
2.	Pendekatan penulisan	20.45	$X > 20.3$	Sangat Baik
3.	Materi	8.18	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik
4.	Keterampilan memecahkan masalah	11.64	$10.2 < X \leq 12.6$	Baik
5.	Penampilan fisik	13.76	$X > 12.6$	Sangat Baik
Total Keseluruhan		61.64	$51 < X \leq 63$	Baik

Dari tabel 16 tersebut dapat diketahui hasil respon peserta didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dilihat dari aspek kegiatan

percobaan memiliki rerata skor 7.61; aspek pendekatan penulisan memiliki rerata skor 20.45; aspek materi memiliki skor rerata

8.18; aspek keterampilan memecahkan masalah memiliki skor rerata 11.64; dan aspek penampilan fisik memiliki skor rerata 13.76.

Respon peserta didik terhadap LKPD secara keseluruhan memiliki skor total 61.64. Berdasarkan tabel 16, skor ini masuk dalam skor kategori baik, sehingga LKPD memiliki kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan sudah layak untuk diujicobakan pada uji coba luas atau uji coba utama. Secara lengkap data hasil analisis respon peserta didik terdapat di lampiran III.3.

2) Uji Coba Soal

Pada uji coba terbatas ini dilakukan juga uji coba soal, yakni uji empiris terhadap soal *pretest* dan *posttest* peserta didik. Uji coba dilakukan kepada siswa yang telah mendapatkan materi elastisitas dan hukum Hooke. Subjek uji coba soal adalah kelas XII MIPA 1 SMA Negeri 2 Klaten dengan jumlah peserta didik 36. Soal yang diujikan adalah soal uraian sebanyak 10 soal. Hasil soal uji coba dianalisis dengan menggunakan *quest*. Hasil uji validitas

empirik *soal pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Uji Validitas Empirik Soal *Pretest* dan *Posttest*

No.	Soal	Skor INFIT MNSQ	Keterangan
1.	<i>pretest</i> 1	1.09	Valid
2.	<i>pretest</i> 2	0.85	Valid
3.	<i>pretest</i> 3	0.78	Valid
4.	<i>pretest</i> 4	1.01	Valid
5.	<i>pretest</i> 5	1.19	Valid
6.	<i>posttest</i> 1	0.80	Valid
7.	<i>posttest</i> 2	1.17	Valid
8.	<i>posttest</i> 3	0.88	Valid
9.	<i>posttest</i> 4	0.89	Valid
10.	<i>posttest</i> 5	1.25	Valid

Dari hasil analisis uji validitas empirik dengan menggunakan *quest* dapat diketahui bahwa dari 5 soal *pretest* dan 5 soal *posttest* yang diuji cobakan termasuk soal yang valid. Menurut Adam & Khoo (1996) butir dikatakan baik jika nilai INFIT MNSQ terletak antara 0,77 sampai dengan 1,30. Dapat disimpulkan bahwa instrumen tes ini valid. Hasil analisis menggunakan *quest* secara lengkap dapat dilihat pada lampiran III.8.

Sebelum diuji cobakan di kelas uji luas, soal *pretest* dan *posttest* dihitung reliabilitasnya. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan aplikasi SPSS.21 nilai reliabilitas soal *pretest* keseluruhan yang diperoleh sebesar 0.747 dan soal *posttest* keseluruhan sebesar 0.753. Menurut Arikunto (2001), apabila nilai *alpha cronbach*

berada pada rentang 0.61 dan 0.80 termasuk dalam kategori tinggi. Berdasarkan data *output* uji reliabilitas, nilai koefisien reliabilitas yang ditunjukkan dapat dikategorikan reliabel. Hasil analisis reliabilitas soal *pretest* dan *posttest* menggunakan SPSS.21 secara lengkap dapat dilihat pada lampiran III.7.

d. Revisi II

Tahap revisi II dilakukan setelah produk yang sudah dinilai kelayakannya dan divalidasi, diujicobakan pada uji coba terbatas. Pada uji coba terbatas dilakukan uji coba produk LKPD. Peserta didik diberikan LKPD dan dipersilahkan untuk membaca dan mempelajari LKPD yang diberikan, kemudian peserta didik mengisi angket respon peserta didik terhadap produk awal LKPD.

Hasil respon peserta didik kemudian dianalisis sebagai acuan revisi II, sehingga produk siap diujicobakan pada uji coba utama. Berdasarkan hasil analisis, LKPD sudah masuk kategori baik. Namun ada beberapa masukan dari peserta didik diantaranya adalah beberapa petunjuk pada langkah percobaan kurang jelas. Ada beberapa kalimat yang peserta didik belum mampu menangkap maksudnya. Petunjuk tersebut kemudian direvisi agar lebih mudah dipahami peserta didik.

e. Uji Coba Luas

Uji coba produk utama LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dilakukan di kelas XI MIPA 2 SMA Negeri 2 Klaten dengan jumlah peserta didik 32 orang. Uji coba produk utama dilakukan untuk mengetahui hasil penerapan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL terhadap penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik. Pada uji coba produk utama diperoleh keterlaksanaan pembelajaran melalui RPP, hasil belajar kognitif penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik melalui *pretest-posttest*.

Hasil uji coba produk utama adalah sebagai berikut:

1) Keterlaksanaan RPP

Observasi keterlaksanaan RPP dilakukan oleh satu orang observer. Observer melakukan pengamatan terhadap proses pembelajaran sesuai dengan aspek yang ada pada lembar observasi. Hasil pengamatan observer disajikan dalam kolom “Ya” dan “Tidak” dalam setiap aspek. Observer memberikan tanda centang di salah satu kolom untuk setiap aspek yang diamati. Pengamatan observer dianalisis menggunakan metode *Interjudge Agreement (IJA)*. Analisis keterlaksanaan RPP secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran III.2. Pada tabel 16

berikut secara ringkas hasil analisis IJA terhadap keterlaksanaan RPP.

Tabel 18. Keterlaksanaan RPP

No.	Pertemuan	Jumlah Terlaksana		Nilai IJA (%)		Rata-rata IJA (%) per-pertemuan
		Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	
1.	I	10	8	100	88.89	94.45
2.	II	15	14	100	100	100
3.	III	15	14	100	100	100
4.	IV	10	9	100	100	100
Rata-rata Keseluruhan IJA (%)		98.6				

Analisis keterlaksanaan RPP pertemuan 1, 2, 3, dan 4 menggunakan IJA secara lengkap berturut-turut tersaji pada Lampiran III.4. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan *Interjudge Agreement (IJA)* keterlaksanaan RPP pada pertemuan pertama memperoleh rata-rata IJA sebesar 94.45%, pada pertemuan kedua rata-rata IJA sebesar 100%, pada pertemuan ketiga memperoleh rata-rata 100 %, dan pada pertemuan keempat memperoleh rata-rata 100%. Sedangkan total keseluruhan IJA keterlaksanaan RPP sebesar 98.6 %

2) Respon Peserta Didik

Respon peserta didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL diamati untuk mengetahui seberapa baik kualitas LKPD berdasarkan komentar dari subjek penelitian yaitu peserta didik SMA kelas XI. Respon peserta didik diamati dengan

menggunakan angket respon peserta didik. Perhitungan analisis respon peserta didik menggunakan penilaian kriteria ideal yang dapat dilihat pada Lampiran III.3.

Tabel 19. Analisis Respon Peserta Didik Uji Terbatas

No.	Aspek yang diamati	X	Interval	Kategori
1.	Kegiatan percobaan	8.19	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik
2.	Pendekatan penulisan	20.60	$X > 20.3$	Sangat Baik
3.	Materi	8.47	$X > 8.34$	Sangat Baik
4.	Keterampilan memecahkan masalah	12.10	$10.2 < X \leq 12.6$	Baik
5.	Penampilan fisik	14.03	$X > 12.6$	Sangat Baik
Total Keseluruhan		63.37	$X > 63$	Sangat Baik

Tabel 19 menunjukkan hasil respon peserta didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL dilihat dari aspek kegiatan percobaan memiliki rerata skor 8.19; aspek pendekatan penulisan memiliki rerata skor 20.60; aspek materi memiliki skor rerata 8.47; aspek keterampilan memecahkan masalah memiliki skor rerata 12.10; dan aspek penampilan fisik memiliki skor rerata 14.03.

Respon peserta didik uji luas terhadap LKPD secara keseluruhan memiliki skor total 61.64. Berdasarkan tabel 19, skor ini masuk dalam skor kategori sangat baik, sehingga LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL layak digunakan dan disebarluaskan. Secara

lengkap data hasil analisis respon peserta didik terdapat di lampiran III.3.

3) Hasil Peningkatan Penguasaan Konsep

Data hasil peningkatan penguasaan konsep peserta didik diambil dari nilai kognitif hasil *pretest* dan *posttest*.

Hasil peningkatan penguasaan konsep peserta didik dianalisis menggunakan *standard gain*. Hasil perhitungan skor *pretest* dan *posttest* peserta didik menggunakan *standard gain* dapat dilihat pada Tabel 20.

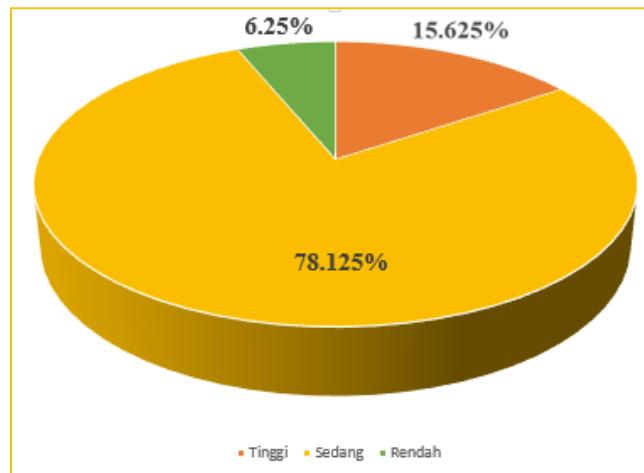
Tabel 20. Hasil *Standard Gain* Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah

Nilai $<g>$	Klasifikasi	Jumlah Peserta Didik	Persentase
>0,700	Tinggi	5	15.625%
0,300-0,700	Sedang	25	78.125%
<0,300	Rendah	2	6.25%

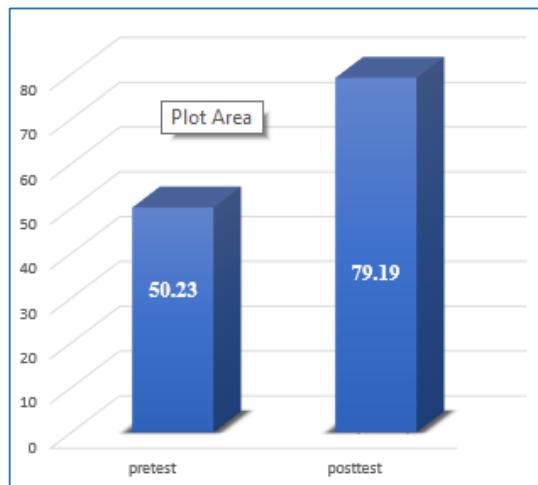
Tabel 21. Rekapitulasi Analisis *Standard Gain* Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah

No.	Analisis	Pretest	Posttest	Standar Gain
1.	Nilai Tertinggi	75	100	1,00
2.	Nilai Terendah	40	57,5	0,29
3.	Rata-rata	50,23	79,19	0,58
Kriteria		Sedang		

Apabila diinterpretasikan pada grafik, *standard gain* dan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah berturut-turut disajikan pada Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 16. Diagram *Pie Persentase Standard Gain* Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah

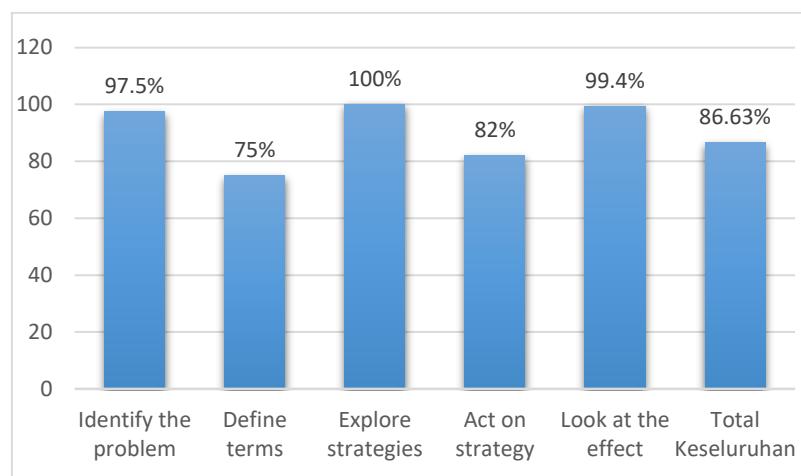


Gambar 17. Diagram Batang Skor Penilaian *Pretest* dan *Posttest*

Dari analisis yang telah dilakukan diperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 50,23 dan nilai *posttest* sebesar 79,19 sehingga diperoleh nilai *standar gain* secara keseluruhan sebesar 0,58. Berdasarkan interpretasi nilai *standar gain* maka peningkatan penguasaan materi berada pada kategori sedang. Analisis peningkatan hasil belajar secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran III.8.

4) Hasil Ketercapaian Keterampilan Memecahkan Masalah

Data hasil penilaian keterampilan memecahkan masalah peserta didik diperoleh dari hasil penggerjaan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL I dan II yang dikerjakan secara berkelompok. Data hasil penggerjaan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL I dan II dapat dilihat pada lampiran III.5. Berikut adalah diagram hasil persentase ketercapaian aspek keterampilan memecahkan masalah peserta didik.



Gambar 18. Diagram Hasil Persentase Ketercapaian Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah

Berdasarkan analisis yang dilakukan diperoleh persentase ketercapaian aspek *identify the problem* sebesar 97.5%; aspek *define terms* sebesar 75%; aspek *explore strategies* sebesar 100%; aspek *act on strategy* sebesar 82%; dan aspek *look at the effect* sebesar 99.4%.

Berdasarkan analisis tersebut, diperoleh persentase total keseluruhan pencapaian aspek keterampilan memecahkan masalah peserta didik sebesar 86.63%. Berdasarkan analisa tersebut, dapat diketahui bahwa aspek *define terms* memiliki persentase terendah yaitu 75%. Menurut Brandsford dan Steen (1994); dan Nuun dan Kimberly (2000) dalam Borich (2007) tahap *define terms* merupakan tahap pendefinisan masalah, yaitu peserta didik mengamati bahwa mereka mengerti atau paham arti setiap kata yang dinyatakan dalam permasalahan. Ditinjau dari analisis tahap *define terms* yang rendah, dapat diketahui bahwa peserta didik lemah dalam tahap mendefinisikan masalah.

Data hasil peningkatan keterampilan memecahkan masalah peserta didik diambil menggunakan instrumen tes yang sama, yaitu dari nilai kognitif hasil pengerjan soal *pretest* dan *posttest*. Hasil peningkatan keterampilan memecahkan masalah peserta didik dianalisis menggunakan *standard gain*. Hasil perhitungan skor *pretest* dan *posttest* hasil belajar peserta didik menggunakan *standard gain* dapat dilihat pada Tabel 21.

Dari analisis yang telah dilakukan diperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 50,23 dan nilai *posttest* sebesar

79,19 sehingga diperoleh nilai *standar gain* secara keseluruhan sebesar 0,58. Berdasarkan interpretasi nilai *standar gain* maka peningkatan keterampilan memecahkan masalah berada pada kategori sedang. Analisis peningkatan hasil belajar secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran III.8.

4. Tahap penyebarluasan (*disseminate*)

Disseminate merupakan tahap terakhir pada penelitian ini yaitu menyebarluaskan produk yang diteliti atau yang telah dikembangkan. Tujuan dari tahap ini yaitu penyebarluasan produk penelitian yaitu perangkat pembelajaran berupa LKPD bebantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL, RPP, dan instrument penunjang lainnya yang telah dikembangkan dalam pembelajaran pada skala yang lebih luas. Adapun pelaksanaannya produk disebarluaskan dengan memberikan produk jadi berupa kepada bebantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL kepada tiga guru fisika di SMA N 2 Klaten dan guru SMA N 1 Klaten.

B. Pembahasan

Penelitian ini berjudul “Pengembangan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah Peserta Didik SMA”. Pada pembahasan, ada tiga hal pokok yang akan dibahas sesuai dengan tujuan penelitian yaitu, menghasilkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang

layak digunakan untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah fisika peserta didik SMA kelas XI, serta mengetahui peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah fisika peserta didik SMA kelas XI setelah menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL.

Pengembangan produk ini meliputi empat tahap yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebarluasan (*disseminate*). Pengembangan produk dimulai dengan menentukan tujuan dari pembuatan produk yang akan dikembangkan. Adapun tujuan dari pengembangan produk akan menjadi dasar yang akan dikembangkan dalam bentuk materi, instrumen, dan perangkat pembelajaran yang akan digunakan selama proses pembelajaran. Perangkat pembelajaran dalam penelitian ini berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan perangkat penunjang berupa RPP. Adapun instrumen penelitian berupa lembar soal *pretest* dan *posttest*. Perangkat dan instrumen yang telah dikembangkan dinamakan sebagai produk penelitian. Kemudian produk penelitian diuji validitas dan reliabilitas untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang akan dikembangkan. Tingkat kelayakan perangkat pembelajaran dan instrumen penilaian dapat dilihat dari validitas teoritis dan validitas empiris sesuai dengan pendapat Arikunto (2006: 12). Selain itu, kelayakan juga dapat dilihat dari reliabilitas perangkat pembelajaran dan instrumen penilaian. Berikut disajikan penjabaran masing-masing hasil analisis kelayakan perangkat pembelajaran dan instrumen penilaian pada penelitian ini.

1. Kelayakan RPP

Kelayakan RPP dalam penelitian ditinjau dari penilaian dari validator, Berikut dijabarkan kelayakan RPP berdasarkan penilaian validator (validitas teoritis).

a. Berdasarkan Penilaian Validator

Penilaian validator ditunjukkan dengan pemberian skor dan pemberian saran pada lembar validasi RPP. Data hasil penilaian kelayakan RPP berdasarkan penilaian validator diperoleh hasil seperti yang tercantum pada Tabel 11. Berikut dijabarkan hasil analisis validitas RPP berdasarkan penilaian dari validator ahli dan validator praktisi pada masing-masing aspek.

1) Aspek Identitas Mata Pelajaran

Aspek identitas mata pelajaran meliputi komponen satuan pendidikan, mata pelajaran, kelas, semester, materi, dan jumlah pertemuan. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 5. Skor tersebut berada pada interval $X > 4,26$ sehingga termasuk kategori sangat baik.

2) Aspek Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator

Aspek Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator berisi kesesuaian indikator dengan KI dan KD serta penggunaan kata kerja operasional pada indikator. Revisi dilakukan dengan menambahkan beberapa indikator yang terdapat

pada silabus. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 12.5. Skor tersebut berada pada interval $X > 12.6$ sehingga termasuk kategori baik.

3) Aspek Perumusan Tujuan Pembelajaran

Aspek tujuan pembelajaran berisi kesesuaian pembelajaran dengan KD dan mengacu pada indikator pencapaian. Revisi dilakukan pada tujuan pembelajaran berupa format penulisan tujuan pembelajaran memuat ABCD (*Audience, Behavior, Condition, dan Degree*). Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 8. Skor tersebut berada pada interval $X > 8.34$ sehingga termasuk kategori baik.

4) Aspek Materi Pembelajaran

Aspek ini berisi komponen kesesuaian materi pembelajaran dengan karakteristik peserta didik dan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran. Pada pemilihan materi ajar dilakukan revisi menambahkan bahan ajar pada lampiran RPP. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 4. Skor tersebut berada pada interval $X > 4.26$ sehingga termasuk kategori baik.

5) Aspek Metode Pembelajaran

Aspek metode pembelajaran berisi kesesuaian dengan karakteristik peserta didik dan kesesuaian dengan model pembelajaran yang digunakan. Model pembelajaran yang digunakan yaitu *Problem Based Learning (PBL)* dengan

pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*). Sintaks PBL yaitu orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasi peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah peserta didik. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 12.5. Skor tersebut berada pada interval $X > 12.6$ sehingga termasuk kategori baik.

6) Aspek Media dan Sumber Belajar

Aspek media dan sumber belajar berisi kesesuaian dengan materi pembelajaran, sintaks pembelajaran dan karakteristik peserta didik. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 4. Skor tersebut berada pada interval $X > 4.26$ sehingga termasuk kategori baik.

7) Aspek Kegiatan Pembelajaran

Aspek media dan sumber belajar berisi kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup serta alokasi waktu yang sesuai dengan cakupan materi. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 9.5. Skor tersebut berada pada interval $X > 8.34$ sehingga termasuk kategori sangat baik.

8) Aspek Bahasa

Aspek ini berisi penggunaan bahasa yang komunikatif, baku dan sesuai dengan EYD yang benar. Hasil analisis untuk aspek ini

memiliki skor 5. Skor tersebut berada pada interval $X > 4.26$ sehingga termasuk kategori sangat baik.

9) Aspek Penilaian

Aspek ini berisi kesesuaian dengan aspek kognitif dan keterampilan dan kesesuaian dengan pedoman penskoran. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 9,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 8,34$ sehingga termasuk kategori sangat baik.

b. Berdasarkan Data Keterlaksanaan RPP

Kegiatan pembelajaran dilaksanaan oleh peneliti dan menggunakan RPP berbasis STEM-PBL. Keterlaksanaan RPP pada setiap pertemuan diamati oleh satu observer yang fokus pada peneliti ketika mengajar. Analisis keterlaksanaan RPP dianalisis menggunakan IJA berdasar keterlaksanaan RPP dimana jika nilai lebih dari 75% maka menurut Pee (2002) RPP sudah dianggap layak. Pada pertemuan pertama keterlaksanaan RPP mempunyai nilai 94.45%, pertemuan kedua mempunyai nilai 100%, pertemuan ketiga mempunyai nilai 100%, dan pertemuan keempat mempunyai nilai 100%. Secara keseluruhan dari keterlaksanaan RPP pertemuan pertama sampai pertemuan kedua memiliki nilai melebihi 75% sehingga keduanya sudah dinyatakan layak.

2. Kelayakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

Kelayakan LKPD dalam penelitian ditinjau dari penilaian validator, dan reliabilitas penilaian validator ahli dan praktisi. Pada penelitian ini telah dikembangkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang terdiri dari LKPD I dan LKPD II. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL I berisi tentang materi elastisitas dan hukum Hooke, sedangkan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL II berisi tentang materi susunan pegas seri dan paralel. Berikut dijabarkan hasil analisis kelayakan LKPD berdasar penilaian validator dan reliabilitas antar validator.

a. Berdasarkan Penilaian Validator

1) Aspek kegiatan percobaan

Aspek kegiatan percobaan berisi kegiatan yang runtut dan jelas, memudahkan dalam melakukan percobaan, menuntut peserta didik untuk aktif bertanya dan mengerjakan tugas, memudahkan peserta didik mencapai tujuan pembelajaran, menuntut peserta didik untuk menyebutkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari, dan mendorong peserta didik untuk menarik kesimpulan. Hasil analisis kelayakan LKPD memiliki skor 32. Skor tersebut berada pada interval $X > 29.4$ sehingga termasuk pada kategori sangat baik.

2) Aspek pendekatan penulisan

Aspek pendekatan penulisan berisi bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami, tuisan dalam LPKD jelas, kalimat yang digunakan jelas dan sederhana, gambar dan cerita menarik. Hasil analisis kelayakan LKPD memiliki skor 23. Skor tersebut berada pada interval $X > 20.3$ sehingga termasuk pada kategori sangat baik.

3) Aspek materi

Aspek materi berisi LKPD menghubungkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari, kesesuaian dengan kurikulum yang berlaku, kesesuaian dengan kurikulum yang berlaku, kesesuaian dengan kompetensi peserta didik. Hasil analisis kelayakan LKPD memiliki skor 13.5. Skor tersebut berada pada interval $X > 12.6$ sehingga termasuk pada kategori sangat baik.

4) Aspek keterampilan memecahkan masalah

Aspek keterampilan memecahkan masalah berisi tentang mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi masalah berdasarkan fakta, mendefinisikan masalah atau menerapkan fakt-fakta yang ada pada permasalahan, menyeleksi strategi yang dipilih dengan pemecahan masalah, melaksanakan pemecahan masalah dengan strategi yang dipilih, dan menyimpulkan atas jawaban yang diperoleh dari pemecahan masalah . Hasil analisis kelayakan

LKPD memiliki skor 23. Skor tersebut berada pada interval $X > 20.3$ sehingga termasuk pada kategori sangat baik.

5) Aspek penampilan fisik

Aspek penampilan fisik berisi tentang sampul yang menggambarkan isi LKPD, sampul yang menarik, tersedia ruang menuliskan identitas diri, tersedia ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan LKPD, dan penampilan keseluruhan. Hasil analisis kelayakan LKPD memiliki skor 24. Skor tersebut berada pada interval $X > 20.3$ sehingga termasuk pada kategori sangat baik.

Analisis data hasil penilaian validator terhadap kelayakan LKPD berbantuan *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL secara keseluruhan diperoleh jumlah skor 115.5. Skor tersebut berada pada interval $X > 105.6$ sehingga termasuk pada kategori sangat baik.

3. Kelayakan Instrumen Soal Pretest dan *Posttest*

Kelayakan instrumen soal *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada nilai CVR sebagai hasil penilaian dari validator serta reliabilitas antar validator. Selain itu kelayakan instrumen hasil belajar juga dapat dilihat dari hasil tes peserta didik (validitas empiris). Berikut disajikan penjabaran hasil analisis kelayakan instrumen soal *pretest* dan *posttest*.

a. Berdasarkan Penilaian Validator

1) Aspek Konstruksi

Aspek konstruksi berisi komponen pernyataan sesuai dengan indikator, singkat, menggunakan kalimat yang multitafsir, petunjuk penggeraan jelas serta jumlah butir tidak menjemukkan responden. Hasil analisis CVR dari kelima komponen untuk soal *pretest* maupun *posttest* bernilai 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975). Hal ini menunjukkan bahwa dalam segi konstruksi sudah dinyatakan layak oleh validator.

2) Aspek Bahasa

Aspek isi berisi komponen ragam bahasa komunikatif, pernyataan menggunakan bahasa Indonesia baku, pernyataan tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat serta kata-kata yang digunakan singkat dan lugas. Keempat komponen dari aspek bahasa soal *pretest* maupun *posttest* dianalisis menggunakan CVR dan menghasilkan nilai 1 untuk seluruh komponen dan dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975).

3) Aspek Konten

Aspek konten berisi kesesuaian materi dengan KI dan KD serta kesesuaian materi dengan indikator. Terdapat beberapa revisi mengenai kesalahan tanda baca. Hasil analisis CVR menunjukkan

bahwa kedua komponen dari *pretest* maupun *posttest* bernilai 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975). Secara keseluruhan konten pada soal *pretest* dan *posttest* sesuai dengan KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi.

b. Respon Peserta Didik

Pada uji coba terbatas nilai rata-rata responden (X) pada aspek kegiatan percobaan adalah 7.61 dengan interval $6.78 < X \leq 8.34$ dan kategori baik; aspek pendekatan tulisan adalah 20.45 dengan interval dan kategori sangat baik; aspek materi 8.18 dengan interval $6.78 < X \leq 8.34$ dan kategori baik; aspek keterampilan memecahkan masalah 11.64 dengan interval $10.2 < X \leq 12.6$ dan kategori baik; dan aspek penampilan fisik adalah 13.76 dengan interval $X > 12.6$ dan kategori sangat baik. Dari hasil tersebut diperoleh respon peserta didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL pada uji terbatas adalah 61.64. Skor 61.64 terdapat pada interval $51 < X \leq 63$ dengan kategori baik.

Pada ada uji coba luas nilai rata-rata responden (X) pada aspek kegiatan percobaan memiliki rerata skor 8.19 dengan interval $6.78 < X \leq 8.34$ dengan kategori baik ; aspek pendekatan penulisan memiliki rerata skor 20.60 dengan interval $X > 20.3$ dan kategori sangat baik ; aspek materi memiliki skor rerata 8.47 dengan interval $X > 8.34$ dan kategori sangat baik; aspek keterampilan memecahkan masalah

memiliki skor rerata 12.10 dengan interval $10.2 < X \leq 12.6$ dan kategori baik ; dan aspek penampilan fisik memiliki skor rerata 14.03 dengan interval $X > 12.6$ dan kategori sangat baik. Dari hasil tersebut diperoleh respon peserta didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL pada uji terbatas adalah 63.37. Skor 63.37 terdapat pada interval $X \leq 63$ dengan kategori sangat baik.

Berdasarkan analisis tersebut, respon peserta didik pada uji luas yang memiliki kategori baik terdapat pada aspek kegiatan percobaan dan keterampilan memecahkan masalah. Hal tersebut berhubungan dengan analisa pengerjaan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL, bahwa aspek *define terms* memiliki persentase terendah yaitu 75%. Menurut Brandsford dan Steen (1994); dan Nuun dan Kimberly (2000) dalam Borich (2007) tahap *define terms* merupakan tahap pendefinisan masalah, yaitu peserta didik mengamati bahwa mereka mengerti atau paham arti setiap kata yang dinyatakan dalam permasalahan. Ditinjau dari analisis tahap *define terms* yang rendah, dapat diketahui bahwa peserta didik lemah dalam tahap mendefinisikan masalah.

c. Peningkatan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah

Data penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* yang kemudian dihitung dengan menggunakan *standard gain* yang bertujuan untuk

mengetahui peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik. *Standard gain* penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik peserta didik dapat dilihat pada Tabel 20 dan Tabel 21.

Berdasarkan tabel 20 dapat diketahui bahwa persentase peningkatan kategori tinggi sebesar 15.625%, persentase peningkatan kategori sedang sebesar 78.125% dan persentase peningkatan kategori rendah sebesar 6.25%. Pada Tabel 19 dapat diketahui bahwa rata-rata peningkatan penguasaan konsep sebesar 0.58 (kategori sedang). Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa pembelajaran menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL pada materi elastisitas dan hukum Hooke dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik peserta didik sesuai dengan interpretasi *Standard Gain* menurut Parno (2007: 7)

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis dan pembahasan maka diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Telah dihasilkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang layak digunakan pembelajaran elastisitas dan hukum Hooke pada peserta didik SMA kelas XI ditinjau dari nilai kelayakan LKPD oleh validator ahli dan validator praktisi yaitu sebesar 115,5 berada pada interval $X > 105,6$ dengan kategori sangat baik.
2. Besar peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik SMA kelas XI yang menggunakan LKPD *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL pada materi elastisitas dan hukum Hooke ditinjau dari nilai *standard gain* $\langle g \rangle$ yaitu sebesar 0,58 dengan kategori sedang.

B. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peserta didik belum terbiasa dengan pembelajaran menggunakan LKPD sehingga guru perlu memberikan perhatian ekstra pada saat pembelajaran berlangsung.
2. Penelitian ini tidak melakukan kegiatan percobaan/praktikum secara nyata.
3. Penelitian ini dilakukan secara berkelompok sehingga penilaian keterampilan memecahkan masalah secara individu kurang optimal.

4. Penelitian ini hanya diambil proses belajar LKPD, belum dilengkapi dengan instrumen tes yang tepat untuk mengukur keterampilan memecahkan masalah secara individu.
5. Penelitian ini belum mengukur keterpenuhan sintaks LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang dikembangkan.
6. Lembar angket respon peserta didik peserta didik belum tervalidasi oleh ahli.
7. Pengumpulan data keterampilan memecahkan masalah peserta didik tidak menggunakan lembar observasi keterampilan memecahkan masalah peserta didik.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Pembelajaran menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL sebaiknya dilakukan secara berkelanjutan sebagai pembiasaan bagi peserta didik untuk memperoleh hasil yang optimal.
2. Penelitian ini perlu dikembangkan dengan menguji kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional/ praktikum nyata dengan kelas uji operasional/eksperimen yang menggunakan LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL sebagai pembanding hasil peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah peserta didik yang lebih baik.

3. Sebaiknya pengerjaan LKPD dilakukan oleh setiap individu bukan kelompok agar terlihat jelas keterampilan memecahkan masalah peserta didik setiap individu.
4. Perlu adanya lembar instrument tes yang tepat untuk mengukur keterampilan memecahkan masalah peserta didik.
5. Indikator keterpenuhan sintaks STEM-PBL dilaksanakan penelitian lebih lanjut.
6. Perlu adanya lembar observasi keterampilan memecahkan masalah peserta didik dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldila, Clara dan Feriansyah Sesunan Abdurrahman. (2016). *Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa*. Jurnal Hasil Penelitian. FKIP Universitas Lampung.
- Andi Prastowo. (2011). *Paduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta : Divaa Press.
- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian; Suatu Pendekatan Praktik Edisi Revisi VI*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Borich, Gary. D. (2007). *Efective Teaching Methods Research Based Practice*. New Jersey : Pearson Education, Inc.
- Depdiknas. (2004). *Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar Sekolah Menengah Atas*. Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Flavel, J.H. (1970). *Developmental Studies Of Mediated Memory*. In H. W. Reese & L.P. Lipsitt (Eds), *Advances in child development and child behavior* (Vol.5, pp. 181-211). New York : Academic Press.
- Gagne, R. M. (1997). *The Conditions Of Learning*. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Lawshe, C.H (1975). *A Quantitative Approach to Content Validity*. Makalah, konferensi yang diadakan di Bowling Green State University. Amerika Serikat: Bowling Green State University.
- Mudjiono dan Dimyati. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*, Cet . IV. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Mundilarto. (2002). *Kapita Selekta Pendidikan Fisika*. Yogyakarta : Pendidikan Fisika FMIPA UNY
- M. Thobroni. (2015). *Belajar dan Pembelajaran Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Muslim Ibrahim. (2012). *Pembelajaran Berdasarkan Masalah Edisi Kedua*. Surabaya : Unesa Press
- Parno. (2007). *Pebedaan Penguasaan Pokok-pokok Fisika Sekolah Mahasiswa antara Pembelajaran Menggunakan Peta Konsep dan Model Pemecahan*

Masalah dengan Model STAD. Jurnal Hasil Penelitian. Universitas Negeri Malang.

PhET Colorado. *Interactive Simulations for Science and Math.* Diakses dari <http://www.phet.colorado.edu>. Pada tanggal 11 Februari 2018, pukul 9:37 WIB.

Poppy Kamalia Devi, dkk. (2008). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran.* Jakarta : Erlangga.

Rustaman, A. (2005). *Pengembangan Kompetensi (Pengetahuan, Keterampilan, Sikap dan Nilai) Melalui Praktikum Biologi.* Penelitian Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung.

Sanjaya, Wina. (2007). *Kajian Kurikulum dan Pembelajaran.* SPs UPI : Bandung

Sunardi dan Lili Juarni. (2015). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Kurikulum 2013 Revisi.* Yogyakarta : Yrama Widya.

Thiagarajan, S, Semmel, D.S & Semmel, M.I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook.* Indiana: Indiana University

Trianto. (2009). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif.* Jakarta : Kencana Prenada Media Group

Wartono. (2003). *Strategi Belajar Mengajar Fisika.* Malang : JICA

Widyoko, Eko Putro. (2011). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian.* Yogyakarta : Pustaka Pelajar

LAMPIRAN I

Instrumen Perangkat Pembelajaran

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
2. Kisi-kisi LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL
3. Rubrik LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL
4. LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL
5. Contoh Penggeraan LKPD



RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

MATA PELAJARAN : FISIKA

KELAS /SEMESTER : XI/GASAL

MATERI POKOK : ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE

**DIREKTORAT PEMBINAAN SMA
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

2018

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

A. Identitas

Nama Sekolah	:	SMA Negeri 2 Klaten
Mata Pelajaran	:	Fisika
Kelas/ Semester	:	XI/Gasal
Materi Pokok	:	Elastisitas dan Hukum Hooke
Alokasi Waktu/ Pertemuan	:	2 x 45 menit / 4 pertemuan

B. Kompetensi

Kompetensi sikap spiritual dan kompetensi sikap sosial dicapai melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect learning*) pada pembelajaran. Kompetensi pengetahuan dan kompetensi keterampilan melalui keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah, dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran, serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

- KI -1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI -2 : Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia

Pengetahuan	Keterampilan
Kompetensi Inti 3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahuanya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab	4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

Pengetahuan	Keterampilan
fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	
Kompetensi Dasar <p>3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya</p>
Indikator <p>3.2.1 Peserta didik mampu menentukan karakteristik benda elastis dan benda tidak elastis</p> <p>3.2.2 Peserta didik mampu menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas</p> <p>3.2.3 Peserta didik mampu menganalisis konstanta pegas melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar</p> <p>3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada susunan pegas seri atau paralel melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar</p> <p>3.2.5 Peserta didik mampu mengkorelasikan contoh fenomena penerapan sifat</p>	<p>4.2.1 Peserta didik mampu melakukan eksperimen hukum Hooke melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar</p> <p>4.2.2 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar</p> <p>4.2.3 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar</p> <p>4.2.4 Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen hukum Hooke dengan benar.</p> <p>4.2.5 Peserta didik mampu melakukan eksperimen susunan pegas melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar</p>

Pengetahuan	Keterampilan
elastisitas bahan dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari.	<p>4.2.6 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar</p> <p>4.2.7 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar</p> <p>4.2.8 Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil ekperimen susunan pegas dengan benar.</p>

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui langkah STEM-PBL dengan sintak: Orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasi peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah peserta didik dapat mencapai kompetensi pengetahuan (menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi), keterampilan (mengamati, mencoba, menyaji, dan menalar).

D. Materi Pembelajaran

1. Elastisitas

Faktual : Setiap benda memiliki sifat-sifat elastis yang berbeda-beda

Konseptual : Sifat elastisitas benda

Elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk awalnya segera setelah gaya luar yang diberikan kepada benda tersebut dihilangkan. Benda-benda yang memiliki elastisitas disebut *benda elastis*, misalnya karet gelang, mistar plastik, atau pegas baja.

Benda-benda yang tidak memiliki elastisitas (tidak kembali ke bentuk awalnya jika gaya luar dihilangkan) disebut *benda tidak elastis* atau *plastis*. Contoh benda tidak elastis adalah plastisin (lilin mainan), dan lempung (tanah liat).

a. Tegangan/ Stress (σ)

Tegangan adalah besarnya gaya yang bekerja pada suatu benda pada luas penampang tertentu. Secara matematis, tegangan dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

b. Regangan/ Strain (e)

Regangan adalah perubahan relatif ukuran benda yang mengalami tegangan. Regangan dihitung dengan cara membandingkan pertambahan panjang suatu benda terhadap panjang awalnya. Secara matematis, regangan dirumuskan sebagai berikut :

$$e = \frac{\Delta l}{l_o}$$

c. Modulus Elastisitas (Modulus Young)

Modulus Young adalah besarnya gaya yang bekerja pada luas penampang tertentu untuk meregangkan benda. Dengan kata lain, modulus Young merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada benda. Nilai modulus Young menunjukkan tingkat elastisitas suatu benda. Semakin besar nilai modulus Young, semakin besar pula tegangan yang diperlukan untuk meregangkan benda. Modulus Young dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{l_o}} = \frac{F l_o}{A \Delta l}$$

d. Batas Elastis

Sifat elastisitas benda memiliki batas sampai pada suatu besar gaya tertentu. Apabila gaya yang diberikan lebih kecil daripada batas elastisitas, benda akan kembali ke bentuk semula ketika gaya tersebut dihilangkan. Akan tetapi, apabila gaya yang diberikan lebih besar daripada batas elastisitas benda, benda tidak dapat kembali ke bentuk semula. Benda secara permanen berubah bentuk.

2. Hukum Hooke

Faktual : Pegas diberi beban.

Konseptual : Gaya sebagai faktor yang berpengaruh pada pertambahan panjang pegas.

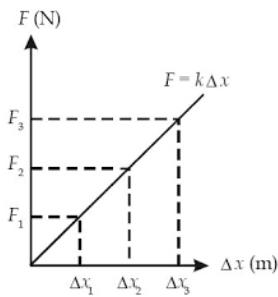
Pada tahun 1678, Robert Hooke menyatakan apabila pegas ditarik dengan suatu gaya tanpa melampaui batas elastisitasnya, pada pegas akan bekerja gaya pemulih yang sebanding dengan simpangan benda dari titik seimbangnya tetapi arahnya berlawanan dengan arah gerak benda. Pernyataan ini dikenal dengan hukum Hooke.

Secara matematis, hukum Hooke dinyatakan sebagai berikut :

$$F = -kx$$

Tanda negatif pada hukum Hooke bermakna bahwa gaya pemulih pada pegas selalu berlawanan dengan arah simpangan pegas. Tetapan pegas (k) menyatakan ukuran kekakuan pegas. Pegas yang kaku memiliki nilai k yang besar, sedangkan pegas lunak memiliki k kecil.

Graik hubungan gaya dan perubahan panjang dapat digambarkan sebagai berikut :



Tetapan Gaya pada Benda Elastis

Dari pembahasan sebelumnya diketahui bahwa modulus Young dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \frac{F l_o}{A \Delta l}$$

Dari persamaan di atas, besarnya gaya yang bekerja pada benda dapat ditulis sebagai berikut :

$$F = \frac{Y A}{l_o} \Delta l$$

Berdasarkan hukum Hooke, besar gaya pemulih pada pegas sebesar $F = -k \Delta x$ atau $= -k \Delta l$. Dengan demikian, konstanta gaya pada benda elastis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$k = \frac{Y A}{l_o}$$

Prosedural : Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan percobaan hukum Hooke

HOTS

Metakognitif : Menentukan hipotesis dari pemasalahan dalam percobaan hukum Hooke. Menyajikan hasil pengamatan hukum Hooke dalam bentuk grafik serta menghitung nilai tetapan pegas.

3. Susunan Seri Paralel Pegas

Faktual : Pegas dapat disusun secara seri dan paralel

Konseptual : Nilai tetapan gaya pada susunan seri bernilai lebih kecil daripada susunan paralel

a. Susunan Seri Pegas

Gaya pegas pada susunan seri :

$$F = m \cdot g = k_1 \Delta x = k_2 \Delta x$$

Pertambahan panjang :

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

Konstanta pegas pengganti (k_{seri}) :

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$



b. Susunan Paralel Pegas

Gaya pegas pada susunan seri :

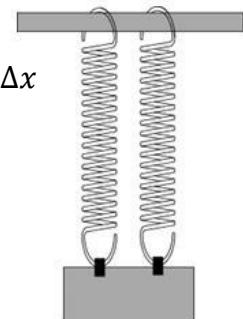
$$F = m \cdot g = F_1 + F_2 = k_1 \Delta x + k_2 \Delta x$$

Pertambahan panjang :

$$\Delta l = \Delta l_1 = \Delta l_2$$

Konstanta pegas pengganti (k_{paralel}) :

$$k_p = k_1 + k_2$$



c. Susunan Pegas Gabungan

Untuk konstanta pegas susunan gabungan seri dan paralel, maka kerjakan seri terlebih dahulu.

Prosedural : Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan percobaan susunan pegas seri dan paralel

HOTS

Metakognitif : Menentukan hipotesis dari pemasalahan dalam percobaan susunan pegas seri dan paralel. Menyajikan hasil pengamatan susunan pegas serta menghitung nilai tetapan pegas pengganti

E. Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran : STEM-PBL

Metode : Diskusi, eksperimen, presentasi

F. Media dan Sumber Belajar

- Alat Bantu : Laptop/PC, Projektor, dan Papan Tulis
- Alat/Bahan : *PhET Simulation : Masses and Spring, dan Hooke's Law*
- Bahan ajar :
- LKPD berbantu *PhET Simulation I* : Elastisitas dan Hukum Hooke
 - LKPD berbantu *PhET Simulation II* : Susunan Pegas Seri dan Paralel
- Sumber referensi : Sunardi dan Lilis Juarni. 2015. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Kurikulum 2013 Revisi*. Yogyakarta : Yrama Widya

G. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan 1 (2JP)

- 3.2.1 Peserta didik mampu menentukan karakteristik benda elastis dan benda tidak elastis
- 3.2.2 Peserta didik mampu menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas

Kegiatan	Sintak	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	PBL Tahap 1: Orientasi peserta didik kepada masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengkondisikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik) • Guru membagikan soal <i>pretest</i> • Peserta didik mengerjakan <i>pretest</i> (35 menit) • Peserta didik mengumpulkan jawaban dan lembar <i>pretest</i> • Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan 	45 menit

		<p>tujuan pembelajaran yang akan dicapai.</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan motivasi pada peserta didik dengan memberikan permasalahan sebagai berikut: <p><i>Pernahkah kalian bermain karet gelang dan mengubahnya menjadi berbagai macam bentuk? Bagaimanakah bentuk karet setelah kamu selesai memainkannya?</i></p> <p>(STEM : science)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik diberi kesempatan untuk mengungkapkan pendapat dan menganalisis peristiwa yang terjadi. 	
--	--	--	--

Inti	PBL Tahap 2: Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	<ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk menentukan karakteristik elastisitas dari bahan bahan yang disebutkan guru (<i>STEM : science</i>) Peserta didik menyebutkan dan mengklasifikasikan contoh-contoh bahan elastis dan plastis (<i>STEM : science</i>) 	35 menit
	PBL Tahap 3: Membimbing penyelidikan individual	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik menjelaskan konsep elastisitas bahan, tegangan, regangan, dan modulus young 	

	<i>maupun kelompok</i>	<p>(<i>STEM : science</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik dalam memberikan penjelasan 	
	<i>PBL Tahap 4 : Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mencoba memformulasikan dan menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas • Guru membimbing peserta didik dalam memformulasikan dan menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas <p>(<i>STEM : Mathematic</i>)</p>	
	<i>PBL Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimpulkan dan mengemukakan apa yang dimaksud elastisitas, tegangan, regangan dan modulus elastisitas Guru mendampingi peserta didik dalam menyimpulkan jawaban yang diperoleh dalam percobaan • Guru memberikan penegasan kesimpulan dan pemahaman materi lebih lanjut tentang tegangan, regangan, dan modulus elastisitas 	
Penutup			
		<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas peserta didik untuk mempelajari materi elastisitas dan hukum Hooke untuk 	10 menit

		<p>eksperimen pada pertemuan yang akan datang</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law</i> dan <i>Masses and Spring</i> untuk eksperimen pada pertemuan yang akan datang atau peserta didik dapat mengunduh secara mandiri • Guru menutup pelajaran dengan salam. 	
--	--	---	--

Pertemuan II (2JP)

- 3.2.3 Peserta didik mampu menganalisis konstanta pegas melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 4.2.1 Peserta didik mampu melakukan eksperimen hukum Hooke melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 4.2.2 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar
- 4.2.3 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar
- 4.2.4 Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen hukum Hooke dengan benar.

Kegiatan	Sintak	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<i>PBL Tahap I: Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengkondisikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik) Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Guru membagi peserta didik menjadi 8 kelompok (4 orang/kelompok) sesuai dengan kelompok pertemuan sebelumnya Guru membagikan LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i> : 	10 menit

		<p>Elastisitas dan Hukum Hooke untuk setiap kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan pertanyaan/ permasalahan berkaitan dengan beberapa fakta dalam LKPD <i>PhET Simulation I : Mengapa tongkat atlet pelompat galah dapat kembali kebentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat?</i> (STEM : science) 	
Inti	PBL Tahap 2: Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik membuat hipotesis umum dari elastisitas yang berkaitan dengan permasalahan (STEM : science) Guru membimbing peserta didik untuk membuat hipotesis sementara mengenai materi elastisitas dan hukum Hook (STEM : science) Guru memberikan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law</i> dan <i>Masses and Spring</i> dan memberi contoh simulasi singkat. Peserta didik menyiapkan alat simulasi berupa <i>PC/laptop</i> dan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law dan Masses and Spring</i> 	70 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik melakukan percobaan simulasi sesuai dengan langkah/prosedur pada LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i> <i>(STEM : science, technology, engineering, mathematic)</i> • Guru membimbing peserta didik dalam kegiatan percobaan simulasi • Peserta didik mencatat hasil percobaan simulasi pada tabel data dalam <i>LKPD berbantu PhET Simulation I</i>. 	
PBL Tahap 3: <i>Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik melakukan analisis hasil percobaan simulasi dengan berdiskusi untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i> <i>(STEM : science, technology, engineering, mathematic)</i> • Guru membimbing peserta didik dalam melakukan analisis. 	
PBL Tahap 4 : <i>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk menerapkan pengetahuan elastisitas dan hukum Hooke yang telah dapat pada konteks baru. <i>(STEM : science)</i> 	

		<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengaitkan pengetahuan elastisitas dan hukum Hooke yang didapat terhadap materi selanjutnya. 	
	<p>PBL Tahap 5: Menganalisis dan menevaluasi proses pemecahan masalah</p>	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dalam kelompok menyimpulkan dan mengemukakan apa yang dimaksud dengan elastisitas dan hukum Hooke, dan contoh fenomena elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari (<i>STEM : science</i>) Guru mendampingi peserta didik dalam menyimpulkan jawaban yang diperoleh dalam percobaan Peserta didik dan guru membandingkan hasil diskusi antar kelompok. Guru memberikan penegasan kesimpulan dan pemahaman materi lebih lanjut tentang elastisitas dan hukum Hooke. 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengumpulkan LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i> Guru memberikan <i>award</i>/penghargaan kepada kelompok terbaik dan memberikan motivasi yang positif 	10 menit

		<ul style="list-style-type: none">• Guru memberikan tugas peserta didik untuk mempelajari materi susunan pegas seri dan paralel untuk eksperimen pada pertemuan yang akan datang.• Guru menutup pelajaran dengan salam.	
--	--	--	--

Pertemuan III (2JP)

- 3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada susunan pegas seri atau paralel melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 4.2.5 Peserta didik mampu melakukan eksperimen susunan pegas melalui simulasi *PhET* dengan benar
- 4.2.6 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 4.2.7 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 4.2.8 Peserta didik mampu mempre-sentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen susunan pegas dengan benar.

Kegiatan	Sintak	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<i>PBL Tahap I: Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengkondisikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik) Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Guru membagi peserta didik menjadi 8 kelompok (4 orang/kelompok) sesuai dengan kelompok pertemuan sebelumnya Guru membagikan LKPD berbantu <i>PhET Simulation II</i> : 	10 menit

		<p>Susunan Pegas Seri dan Paralel untuk setiap kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan pertanyaan/ permasalahan berkaitan dengan beberapa fakta dalam LKPD <i>PhET Simulation II</i> : “<i>Mengapa sepeda motor dengan sistem double-shockbreaker lebih nyaman/ringan daripada sistem monoshockbreaker ?</i>” <p>(<i>STEM : science</i>)</p>	
Inti	PBL Tahap 2: Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik membuat hipotesis umum dari konstanta pegas susunan pegas seri dan paralel yang berkaitan dengan permasalahan <p>(<i>STEM : science</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk membuat hipotesis sementara mengenai materi konstanta pegas susunan pegas seri dan paralel Guru memberikan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law</i> dan memberi contoh simulasi singkat. Peserta didik menyiapkan alat simulasi berupa <i>PC/laptop</i> dan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law</i> 	70 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik melakukan percobaan simulasi sesuai dengan langkah/prosedur pada LKPD berbantu <i>PhET Simulation II</i> <i>(STEM : science, technology, engineering, mathematic)</i> • Guru membimbing peserta didik dalam kegiatan percobaan simulasi • Peserta didik mencatat hasil percobaan simulasi pada tabel data dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation II</i> 	
PBL Tahap 3: <i>Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik melakukan analisis hasil percobaan simulasi dengan berdiskusi untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation II</i> <i>(STEM : science, technology, engineering, mathematic)</i> • Guru membimbing peserta didik dalam melakukan analisis. 	
PBL Tahap 4 : <i>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk menerapkan pengetahuan konstanta pegas susunan seri dan paralel yang telah di dapat pada konteks baru. <i>(STEM : science)</i> 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengaitkan pengetahuan konstanta pegas susunan seri dan paralel yang didapat terhadap materi selanjutnya 	
	<p>PBL Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dalam kelompok menyimpulkan dan menge-mukakan perbedaan konstanta pegas susunan seri dan paralel, dan contoh fenomena penerapan susunan pagas seri dan paaralel dalam kehidupan sehari-hari <i>(STEM : science)</i> • Guru mendampingi peserta didik dalam menyimpulkan jawaban yang diperoleh dalam percobaan • Peserta didik dan guru membandingkan hasil diskusi antar kelompok. • Guru memberikan penegasan kesimpulan perbedaan konstanta pegas susunan pegas seri dan paralel. 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan LKPD berbantu <i>PhET Simulation II</i> • Guru memberikan <i>award/</i> penghargaan kepada kelompok 	10 menit

		<p>terbaik dan memberikan motivasi yang positif</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas peserta didik untuk mempelajari materi korelasi contoh fenomena penerapan sifat elastisitas bahan dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari dan latihan-latihan soal • Guru menutup pelajaran dengan salam 	
--	--	---	--

Pertemuan IV (2JP)

3.2.5 Peserta didik mampu mengkorelasikan contoh fenomena penerapan sifat elastisitas bahan dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan	Sintak	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<i>PBL Tahap 1: Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengkondisikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik) Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Guru mereview materi dengan pertanyaan-pertanyaan <i>call back</i> mengenai materi pada pertemuan sebelumnya Peserta didik merespon pertanyaan-pertanyaan <i>call back</i> dari guru 	10 menit
Inti	<i>PBL Tahap 2: Mengorganisasi peserta didik untuk belajar</i>	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik menjelaskan dan menggambarkan korelasi fenomena penerapan sifat elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari (STEM : science) 	35 menit

		<ul style="list-style-type: none"> • Guru membantu peserta didik memberikan penjelasan korelasi fenomena penerapan sifat elastisitas dan hukum Hooke sehari-hari 	
	<p>PBL Tahap 3: <i>Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan latihan-latihan soal di depan kelas <i>(STEM : science and mathematic)</i> • Guru membimbing peserta didik dalam mengerjakan latihan-latihan di dalam buku 	
	<p>PBL Tahap 4 : <i>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan latihan-latihan soal di papan tulis <i>(STEM : science and mathematic)</i> • Guru membimbing peserta didik dalam mengerjakan latihan-latihan soal di papan tulis 	
	<p>PBL Tahap 5: <i>Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik membandingkan hasil penggerjaan latihan soal dengan hasil penggerjaan soal latihan temannya di papan tulis <i>(STEM : science and mathematic)</i> • Guru mengoreksi peserta didik dalam mengerjakan latihan-latihan soal di depan papan tulis 	

		<ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan penegasan secara garis besar tentang materi elastisitas dan hukum Hooke <p><i>(STEM : science)</i></p>	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> Guru membagikan soal <i>posttest</i> Peserta didik mengerjakan <i>posttest</i> (35 menit) Peserta didik mengumpulkan jawaban dan lembar <i>posttest</i> Guru menutup pelajaran dengan salam 	45 menit

H. Penilaian

Aspek	Teknik	Instrumen
Pengetahuan	Tes tertulis	Tes uraian (soal dan penskoran)
Keterampilan	Kinerja praktik	Format pengamatan kinerja praktik (merangkai, mengukur, menyaji/ mengolah data), Lembar observasi keterampilan memecahkan masalah (<i>identifying the problem, define terms, explore strategies, act on the strategis, look at the effect</i>)

Klaten, 20 Juli 2018

Mengetahui,

Guru Mata Pelajaran Fisika

Peneliti

Netty Sukatmi, S.Pd

NIP. 19650715 198903 2 003

Retno Puji Lestari

NIM.14302241029

Lampiran I.2 Kisi-kisi LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

**KISI-KISI LKPD BERBANTU *PHET SIMULATION*
BERBASIS STEM-PBL**

No.	Bagian dalam LKPD		Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah	Rubrik
	LKPD I	LKPD II		
1.	A B	A B	<i>Identify the problem</i> (mendefinisikan masalah)	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan pesera didik untuk mendefinisikan masalah yang terdapat dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL
2.	B1	B1	<i>Define terms</i> (mendiagnosis masalah)	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan pesera didik untuk membuat hipotesis umum berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi
3.	D	D	<i>Explore Strategies</i> (Merumuskan strategi alternatif)	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan pesera didik untuk melakukan percobaan
4.	E F1 F2 F3 F4 F5	E F1 F2 F3 F4 F5	<i>Act on the strategy</i> (menentukan dan menerapkan strategi)	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan pesera didik untuk menentukan dan menerapkan strategi yang tepat untuk menganalisis hasil percobaan.

5.	G1 G2	G1 G2	<i>Look at the effects</i> (mengevaluasi keberhasilan strategi)	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk menarik kesimpulan dari hasil percobaan dan menjawab permasalahan yang berhubungan dengan hasil percobaan.
----	----------	----------	---	---

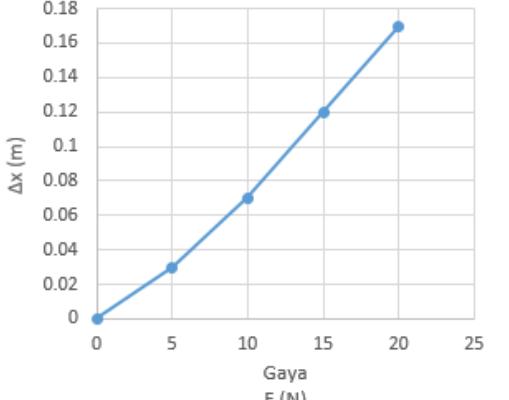
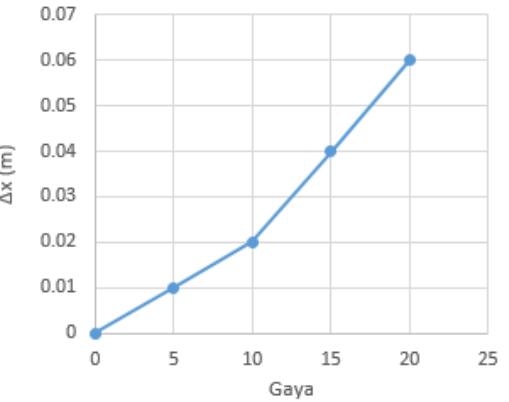
Lampiran I.3 Rubrik LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

RUBRIK PENILAIAN HASIL PENGERJAAN
LKPD BERBANTU *PhET SIMULATION* BERBASIS STEM-PBL I
HUKUM HOOKE

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
1.	<i>Identify the problem</i>	A & B	Tongkat atlet pelompat galah dapat kembali ke bentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat, karena tongkat galah merupakan benda elastis.	Jika jawaban peserta didik benar sempurna. Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna. Jika jawaban peserta didik salah Jika peserta didik tidak menjawab	5 3 1 0
2.	<i>Define terms</i>	B.1	Elastisitas adalah kemampuan benda kembali ke bentuk semula setelah gaya luar yang bekerja dihilangkan. Hukum Hooke yaitu gaya yang diberikan pada suatu benda elastis akan berbanding lurus dengan pertambahan panjangnya sebelum melebihi batas elastisitas.	Jika jawaban peserta didik benar sempurna. Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna. Jika jawaban peserta didik salah Jika peserta didik tidak menjawab	5 3 1 0

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor																																																												
3.	<i>Explore strategies</i>	D	Melaksanakan simulasi menggunakan <i>PhET Simulation</i> .	Jika peserta didik melaksanakan percobaan sesuai petunjuk.	3																																																												
				Jika peserta didik melaksanakan percobaan tidak sesuai petunjuk.	1																																																												
				Jika peserta didik tidak menjawab	0																																																												
4.	<i>Act on the strategies</i>	E	Tabel hasil pengukuran berdasarkan simulasi menggunakan <i>PhET Simulation</i> . <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">Massa beban, m (kg)</th> <th rowspan="2">Gaya Tarik F = m.g (N)</th> <th colspan="3">Panjang Pegas + Beban x (m)</th> <th colspan="3">Perubahan Panjang Pegas Δx (m)</th> </tr> <tr> <th>Pegas 1</th> <th>Pegas 2</th> <th>Pegas 3</th> <th>Pegas 1</th> <th>Pegas 2</th> <th>Pegas 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>0.05</td> <td>0.5</td> <td>0.39</td> <td>0.33</td> <td>0.31</td> <td>0.09</td> <td>0.03</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>0.1</td> <td>1</td> <td>0.49</td> <td>0.37</td> <td>0.32</td> <td>0.10</td> <td>0.04</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>0.15</td> <td>1.5</td> <td>0.60</td> <td>0.42</td> <td>0.34</td> <td>0.11</td> <td>0.05</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>0.2</td> <td>2</td> <td>0.77</td> <td>0.47</td> <td>0.36</td> <td>0.17</td> <td>0.05</td> <td>0.02</td> </tr> </tbody> </table> *) Data sesuai dengan hasil pengukuran peserta didik	No.	Massa beban, m (kg)	Gaya Tarik F = m.g (N)	Panjang Pegas + Beban x (m)			Perubahan Panjang Pegas Δx (m)			Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3	Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3	1.	0	0	0.30	0.30	0.30	0	0	0	2.	0.05	0.5	0.39	0.33	0.31	0.09	0.03	0.01	3.	0.1	1	0.49	0.37	0.32	0.10	0.04	0.01	4.	0.15	1.5	0.60	0.42	0.34	0.11	0.05	0.02	5.	0.2	2	0.77	0.47	0.36	0.17	0.05	0.02	Jika semua kolom pada tabel hasil pengukuran terisi.	5
No.	Massa beban, m (kg)	Gaya Tarik F = m.g (N)	Panjang Pegas + Beban x (m)				Perubahan Panjang Pegas Δx (m)																																																										
			Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3	Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3																																																									
1.	0	0	0.30	0.30	0.30	0	0	0																																																									
2.	0.05	0.5	0.39	0.33	0.31	0.09	0.03	0.01																																																									
3.	0.1	1	0.49	0.37	0.32	0.10	0.04	0.01																																																									
4.	0.15	1.5	0.60	0.42	0.34	0.11	0.05	0.02																																																									
5.	0.2	2	0.77	0.47	0.36	0.17	0.05	0.02																																																									
Jika hanya 4-3 kolom yang terisi	3																																																																
F.1	Salah satu fenomena elastisitas dalam simulasi <i>PhET</i> dapat ditunjukkan ketika pegas disimpangkan atau ditarik sejauh jarak (x) tertentu dengan gaya (F) sebesar N, kemudian pegas meregang, dan ketika gaya dilepaskan seperti	Jika kurang dari 3 kolom yang terisi	1																																																														
		Jika peserta didik tidak menjawab	0																																																														
		Jika jawaban peserta didik benar dan lengkap	5																																																														
		Jika jawaban peserta didik benar namun kurang lengkap	3																																																														
		Jika jawaban peserta didik salah	1																																																														
		Jika peserta didik tidak menjawab	0																																																														

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor												
			semula pegas kembali kedalam kedudukan semula.														
	F.2		<p>Hubungan gaya (F) dengan perubahan panjang (Δx) adalah sebanding, linear atau berbanding lurus.</p> <p>$F = k \cdot \Delta x$, karena F diposisikan sebagai variable bebas, dan Δx sebagai variabel terikat maka terbentuk grafik hubungan Δx terhadap F.</p> $\Delta x = \left(\frac{1}{k}\right) F$	<p>Jika jawaban peserta didik benar dan lengkap</p> <p>Jika jawaban peserta didik salah</p> <p>Jika peserta didik tidak menjawab</p>	2 1 0												
			<p>Grafik hubungan F - Δx Pegas 1</p> <table border="1"> <caption>Data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Gaya F (N)</th> <th>Perubahan Panjang Δx (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>15</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.45</td></tr> </tbody> </table>	Gaya F (N)	Perubahan Panjang Δx (m)	0	0	5	0.1	10	0.2	15	0.3	20	0.45	<p>Jika gambar grafik benar dan lengkap sesuai data hasil pengukuran</p> <p>Jika gambar grafik benar tetapi tidak lengkap sesuai data hasil pengukuran</p> <p>Jika gambar grafik salah</p>	5 3 1
Gaya F (N)	Perubahan Panjang Δx (m)																
0	0																
5	0.1																
10	0.2																
15	0.3																
20	0.45																

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor																								
			<p>Grafik hubungan F - Δx Pegas 2</p>  <table border="1"> <caption>Data for Grafik hubungan F - Δx Pegas 2</caption> <thead> <tr> <th>Gaya F (N)</th> <th>Perubahan Panjang Δx (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.07</td></tr> <tr><td>15</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.17</td></tr> </tbody> </table> <p>Grafik hubungan F - Δx Pegas 3</p>  <table border="1"> <caption>Data for Grafik hubungan F - Δx Pegas 3</caption> <thead> <tr> <th>Gaya F (N)</th> <th>Perubahan Panjang Δx (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>15</td><td>0.04</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.06</td></tr> </tbody> </table>	Gaya F (N)	Perubahan Panjang Δx (m)	0	0	5	0.03	10	0.07	15	0.12	20	0.17	Gaya F (N)	Perubahan Panjang Δx (m)	0	0	5	0.01	10	0.02	15	0.04	20	0.06	Jika tidak menjawab	0
Gaya F (N)	Perubahan Panjang Δx (m)																												
0	0																												
5	0.03																												
10	0.07																												
15	0.12																												
20	0.17																												
Gaya F (N)	Perubahan Panjang Δx (m)																												
0	0																												
5	0.01																												
10	0.02																												
15	0.04																												
20	0.06																												

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
F.3			Makna fisis dari ketiga grafik di atas adalah, bahwa semakin besar gaya yang diberikan maka semakin besar perubahan panjang yang dihasilkan.	Jika jawaban peserta didik benar dan sempurna	3
			Jika jawaban peserta didik benar dan kurang sempurna	2	
			Jika jawaban peserta didik salah	1	
			Jika peserta didik tidak menjawab	0	
			Menghitung nilai konstanta pegas untuk pegas 1,2, dan 3 dengan : gradien garis dari grafik $m = \frac{y}{x} = \frac{\Delta x}{F} = \frac{1}{k}$ sehingga $k = \frac{x}{y} = \frac{F}{\Delta x}$ konstanta pegas 1 (untuk massa 200 gr) $k_4 = \frac{F_4}{\Delta x_4} = \frac{2}{0.17} = 11.76 \text{ N/m}$ konstanta pegas 2 (untuk massa 200 gr) $k_4 = \frac{F_4}{\Delta x_4} = \frac{2}{0.05} = 40 \text{ N/m}$ Konstanta pegas 3 (untuk massa 200 gr) $k_4 = \frac{F_4}{\Delta x_4} = \frac{2}{0.02} = 100 \text{ N/m}$	Jika jawaban peserta didik benar dan sempurna sebanyak 3	5
			Jika jawaban peserta didik benar sebanyak 2	3	
			Jika jawaban peserta didik hanya 1 atau salah	1	
			Jika peserta didik tidak menjawab	0	

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
			*) sesuai pengukuran dan perhitungan peserta didik		
	F.4		Berdasarkan grafik pegas 1, 2, dan 3 diperoleh konstanta pegas yaitu untuk $k_{\text{pegas } 1} = 11.76 \text{ N/m}$; $k_{\text{pegas } 2} = 40 \text{ N/m}$; dan $k_{\text{pegas } 3} = 100 \text{ N/m}$ Pegas yang paling elastis adalah pegas yang memiliki konstanta pegas paling kecil yaitu pegas $1 = 11.76 \text{ N/m}$.	Jika jawaban peserta didik benar sempurna.	5
			Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna.	3	
			Jika jawaban peserta didik salah	1	
			Jika peserta didik tidak menjawab	0	
	F.5		Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan berdasarkan hipotesis yang telah dibuat, yaitu : Elastisitas adalah kemampuan benda padat untuk kembali ke bentuk semula ketika gaya yang diberikan padanya hilang/ dihilangkan. Hukum Hooke yaitu gaya yang diberikan pada suatu benda elastis akan berbanding lurus dengan	Jika jawaban peserta didik benar sempurna.	5
			Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna.	3	
			Jika jawaban peserta didik salah	1	
			Jika peserta didik tidak menjawab	0	

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
			perubahan panjangnya sebelum melebihi batas elastisitasnya.		
5. <i>Look at the effect</i>	G.1		Berdasarkan hasil simulasi: Elastisitas adalah kemampuan benda padat untuk kembali ke bentuk semula ketika gaya yang diberikan padanya hilang/ dihilangkan. Hukum Hooke yaitu gaya yang diberikan pada suatu benda elastis akan berbanding lurus dengan perubahan panjangnya sebelum melebihi batas elastisitasnya. Dapat diformulasikan dengan : $F = k \cdot \Delta x$	Jika jawaban peserta didik benar sempurna.	5
				Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna.	3
				Jika jawaban peserta didik salah	1
				Jika peserta didik tidak menjawab	0
	G.2		Fenomena penerapan gerak elastisitas dalam kehidupan sehari-hari adalah : <ul style="list-style-type: none">- Bermain ketapel- Karet gelang- <i>shockbreaker</i>- trampolin- galah yang melengkung pada lompat galah- busur panah	Jika peserta didik menulis dan mengemukakan jawaban sebanyak 3 contoh fenomena dengan benar sempurna.	5
			Jika peserta didik menulis dan mengemukakan jawaban contoh sebanyak 2 fenomena dengan benar sempurna.	3	
			Jika peserta didik menulis dan mengemukakan jawaban contoh sebanyak	1	

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
			<ul style="list-style-type: none"> - <i>spring bed</i> - neraca pegas - dll 	1 fenomena dengan benar sempurna atau salah menjawab.	
				Jika peserta didik tidak menjawab	0
Jumlah Skor Maksimal					58

$$Nilai = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

$$Nilai = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{58} \times 100$$

RUBRIK PENILAIAN HASIL PENGERJAAN
LKPD BERBANTU *PhET SIMULATION* BERBASIS STEM-PBL II
SUSUNAN PEGAS SERI DAN PARALEL

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
1.	<i>Identify the problem</i>	A & B	Sepeda motor dengan sistem <i>double-shockbreaker</i> lebih nyaman/ ringan daripada sistem <i>mono-shockbreaker</i> , karena sistem <i>double-shockbreaker</i> beban dapat dibagi dalam kedua pegas, sedangkan sistem <i>mono-shockbreaker</i> beban hanya ditanggung 1 pegas.	Jika jawaban peserta didik benar sempurna.	5
				Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna.	3
				Jika jawaban peserta didik salah	1
				Jika peserta didik tidak menjawab	0
2.	<i>Define terms</i>	B.1	Konstanta pegas pada pegas susunan seri bernilai lebih kecil daripada konstanta pegas susunan paralel.	Jika jawaban peserta didik benar	5
				Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna.	3
				Jika jawaban peserta didik salah	1
				Jika peserta didik tidak menjawab	0
3.	<i>Explore strategies</i>	D	Melaksanakan simulasi menggunakan <i>PhET Simulation</i> .	Jika peserta didik melaksanakan simulasi sesuai petunjuk.	3

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor																													
				Jika peserta didik melaksanakan simulasi tidak sesuai petunjuk.	1																													
4. <i>Act on strategies</i>	E	Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan <i>PhET Simulation</i> .	<p>Jika semua kolom pada tabel percobaan terisi.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Gaya Tarik $F = m \cdot g$ (N)</th> <th>Konstanta Pegas 1 k_1 (N/m)</th> <th>Konstanta Pegas 2 k_2 (N/m)</th> <th colspan="2">Perubahan Panjang Δx (m)</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Seri</th> <th>Paralel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>50</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>0.500</td> <td>0.125</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>50</td> <td>200</td> <td>400</td> <td>0.375</td> <td>0.083</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>50</td> <td>200</td> <td>600</td> <td>0.333</td> <td>0.063</td> </tr> </tbody> </table> <p>*) Data sesuai hasil pengukuran peserta didik</p>	No.	Gaya Tarik $F = m \cdot g$ (N)	Konstanta Pegas 1 k_1 (N/m)	Konstanta Pegas 2 k_2 (N/m)	Perubahan Panjang Δx (m)						Seri	Paralel	1.	50	200	200	0.500	0.125	2.	50	200	400	0.375	0.083	3.	50	200	600	0.333	0.063	5
No.	Gaya Tarik $F = m \cdot g$ (N)	Konstanta Pegas 1 k_1 (N/m)	Konstanta Pegas 2 k_2 (N/m)	Perubahan Panjang Δx (m)																														
				Seri	Paralel																													
1.	50	200	200	0.500	0.125																													
2.	50	200	400	0.375	0.083																													
3.	50	200	600	0.333	0.063																													
Jika hanya 4-3 kolom yang terisi	3																																	
Jika kurang dari 3 kolom yang terisi.	1																																	
F.1	Berdasarkan tabel hasil pengukuran, simulasi dengan konstanta pegas identik 200 N/m yang disusun secara seri memiliki nilai perubahan panjang yang paling besar.	Jika peserta didik tidak menjawab	0																															
		Jika jawaban peserta didik benar dan lengkap	5																															
		Jika jawaban peserta didik benar namun kurang lengkap	3																															
		Jika jawaban peserta didik salah	1																															
		Jika peserta didik tidak menjawab	0																															
F.2	<p>Dalam susunan pegas seri :</p> <p>Gaya dan beban adalah sama yaitu,</p> $F = W = m \cdot g$ <p>Pertambahan panjang pegas,</p> $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$	Jika jawaban peserta didik benar dan sempurna	5																															
		Jika jawaban peserta didik benar dan kurang sempurna	3																															
		Jika jawaban peserta didik salah	1																															

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
			<p>Dengan menggunakan hukum Hooke :</p> $F = k \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{F}{k}$ $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$ $\Rightarrow \frac{F}{k_s} = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2}$ $\Rightarrow \frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} = \frac{k_1+k_2}{k_1k_2}$ $\Rightarrow k_s = \frac{k_1k_2}{k_1+k_2} \text{ (terbukti)}$	Jika peserta didik tidak menjawab	0
			<p>Dalam susunan pegas paralel :</p> <p>Gaya dan beban adalah sama yaitu,</p> $F = W = F_1 + F_2$ <p>Pertambahan panjang pegas,</p> $\Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2$ <p>Dengan menggunakan hukum Hooke :</p> $F = k \cdot \Delta x$ $F = F_1 + F_2$ $\Rightarrow k_p \cdot \Delta x = k_1 \cdot \Delta x + k_2 \cdot \Delta x$ $\Rightarrow k_p = k_1 + k_2 \text{ (terbukti)}$	Jika jawaban peserta didik benar	5
				Jika jawaban peserta didik benar dan kurang lengkap	3
				Jika jawaban peserta didik salah	1
				Jika peserta didik tidak menjawab	0

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
			Konstanta pegas yang disusun seri :	Jika jawaban peserta didik benar	5
			a. $k_1 = 200 \text{ N/m}$ $k_2 = 200 \text{ N/m}$ $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} = \frac{1}{200} + \frac{1}{200} = \frac{2}{200}$ $k_s = \frac{200}{2} = 100 \text{ N/m}$	Jika jawaban peserta didik benar dan kurang lengkap	3
			b. $k_1 = 200 \text{ N/m}$ $k_2 = 400 \text{ N/m}$ $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} = \frac{1}{200} + \frac{1}{400} = \frac{3}{400}$ $k_s = \frac{400}{3} = 133.33 \text{ N/m}$	Jika jawaban peserta didik salah	1
			c. $k_1 = 200 \text{ N/m}$ $k_2 = 600 \text{ N/m}$ $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} = \frac{1}{200} + \frac{1}{600} = \frac{4}{600}$ $k_s = \frac{600}{4} = 150 \text{ N/m}$	Jika peserta didik tidak menjawab	0
	F.3				

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
			<p>Konstanta pegas yang disusun paralel :</p> <p>a. $k_1 = 200 \text{ N/m}$ $k_2 = 200 \text{ N/m}$ $k_p = k_1 + k_2 = 200 + 200$ $k_p = 400 \text{ N/m}$</p> <p>b. $k_1 = 200 \text{ N/m}$ $k_2 = 400 \text{ N/m}$ $k_p = k_1 + k_2 = 200 + 400$ $k_p = 600 \text{ N/m}$</p> <p>c. $k_1 = 200 \text{ N/m}$ $k_2 = 600 \text{ N/m}$ $k_p = k_1 + k_2 = 200 + 600$ $k_p = 800 \text{ N/m}$</p> <p>*) sesuai hasil pengukuran dan perhitungan siswa</p>		

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
	F.4		<p>Konstanta pegas pengganti yang dihasilkan yaitu :</p> <p>a. $k_1 = 200 \text{ N/m}$; $k_2 = 200 \text{ N/m}$ $k_s = 100 \text{ N/m}$ dan $k_p = 400 \text{ N/m}$</p> <p>b. $k_1 = 200 \text{ N/m}$; $k_2 = 400 \text{ N/m}$ $k_s = 133.33 \text{ N/m}$ dan $k_p = 600 \text{ N/m}$</p> <p>c. $k_1 = 200 \text{ N/m}$; $k_2 = 400 \text{ N/m}$ $k_s = 150 \text{ N/m}$ dan $k_p = 800 \text{ N/m}$</p> <p>Konstanta pegas pengganti yang disusun paralel yaitu 800 N/m. Maknanya, dalam penyusunan pegas secara paralel mengakibatkan adanya pembagian gaya, dan perubahan panjang pegas sama-sama kecil. Sehingga konstanta yang dihasilkan besar. Konstanta pegas yang besar berarti elastisitas kecil.</p>	<p>Jika jawaban peserta didik benar</p> <p>Jika jawaban peserta didik benar namun kurang lengkap</p> <p>Jika jawaban peserta didik salah</p> <p>Jika peserta didik tidak menjawab</p>	5 3 1 0

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
		F.5	Berdasarkan hasil simulasi <i>PhET</i> , dapat disimpulkan bahwa hipotesis konstanta pegas susunan pegas seri lebih kecil daripada susunan paralel terbukti. Dalam kasus <i>shockbreaker</i> , pembagian gaya terdapat pada sistem <i>double-shockbreaker</i> . Hal tersebut yang membuat kendaraan akan terasa nyaman karena adanya pembagian gaya pada susunan pegas paralel, sehingga konstanta yang dihasilkan besar.	Jika jawaban peserta didik benar sempurna. Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna. Jika jawaban peserta didik salah Jika peserta didik tidak menjawab	5 3 1 0
5.	<i>Look at the effect</i>	G.1	Berdasarkan hasil simulasi <i>PhET</i> , konstanta pegas susunan pegas seri lebih kecil daripada susunan paralel. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan persamaan : $k_s = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ (susunan pegas seri) dan $k_p = k_1 + k_2$ (susunan pegas paralel)	Jika jawaban peserta didik benar sempurna. Jika jawaban peserta didik benar namun kurang sempurna. Jika jawaban peserta didik salah Jika peserta didik tidak menjawab	5 3 1 0

No.	Aspek KMM	Bagian dalam LKPD	Jawaban	Rubrik	Skor
		G.2	<p>Fenomena penerapan susunan pegas dalam kehidupan sehari-hari adalah :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Timbangan/ neraca pegas - <i>spring bed</i> - <i>shockbreaker</i> - dll <p>a. <i>spring bed</i> merupakan penerapan susunan pegas paralel</p> <p>b. timbangan/ neraca pegas merupakan penerapan susunan pegas seri</p>	<p>Jika peserta didik menulis 3 - 2 contoh fenomena dan mengemukakan 2 jawaban dengan benar sempurna.</p> <p>Jika peserta didik menulis 1 contoh fenomena dan mengemukakan 2-1 jawaban dengan benar sempurna.</p> <p>Jika peserta didik menulis 1 contoh fenomena dan mengemukakan 1 jawaban dengan benar sempurna</p> <p>Jika peserta didik tidak menjawab</p>	<p>5</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>0</p>
Jumlah Skor Maksimal					58

$$Nilai = \frac{skor\ yang\ diperoleh}{jumlah\ skor\ maksimal} \times 100$$

$$Nilai = \frac{skor\ yang\ diperoleh}{58} \times 100$$

Lampiran I.4 LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

1. LKPD I

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK I

berbantu *PhET Simulation*



Berbasis STEM-PBL

ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE

Untuk SMA/MA Kelas XI Semester 1

Disusun oleh : Retno Puji Lestari

Tahun Ajaran 2018/2019

Dosen Pembimbing : Dr. Pujiyanto

 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

KELAS : _____

ANGGOTA :

1.	4.
2.	5.
3.	6.

KELOMPOK : _____

NILAI :

LKPD 1

ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE

KD & IPK

Kompetensi Dasar

- 3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari
- 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisinya

Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.2.3 Peserta didik mampu menganalisis konstanta pegas melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.1 Peserta didik mampu melakukan eksperimen hukum Hooke melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.2 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar
- 4.2.3 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar
- 4.2.4 Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen hukum Hooke dengan benar.

A

MASALAH

Apakah elastisitas itu ?

Untuk memahami konsep elastisitas, cermatiilah fenomena di bawah ini !



“ Mengapa tongkat atlet pelompat galah dapat kembali kebentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat? ”

Dalam sebuah turnamen olahraga, seorang atlet pelompat galah berlari dengan tongkat galah berbahan fiber yang berbentuk lurus. Saat akan siap melompat ia menancapkan galah kemudian menarik galah untuk melakukan tolakan. Saat melakukan tolakan tersebut galah berubah melengkung. Namun, setelah ia melepaskan galah dan berhasil melompat, galah kembali ke bentuk yang lurus seperti semula. Mengapa terjadi demikian?

waktu

45
menit

B HIPOTESIS

Buatlah hipotesis mengenai elastisitas berdasarkan permasalahan di atas !

Tongkat atlet pelompat galah dapat kembali kebentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat, karena

Buatlah hipotesis umum berdasarkan pemahamanmu tentang materi elastisitas pegas dan hukum Hooke !

Jawab :

C ALAT DAN BAHAN

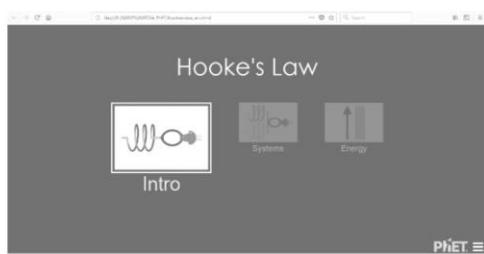
1. Phet Simulation : Hooke's Law dan Masses and Spring
2. Laptop/ PC
3. LKPD I Berbantu PhET Simulation Berbasis STEM-PBL : Elastisitas dan Hukum Hooke



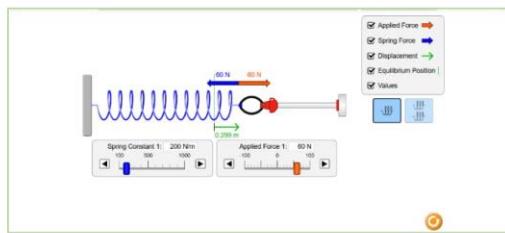
D LANGKAH KERJA

Kegiatan I

1. Siapkan Laptop atau PC dan file Phet Simulation : Hooke's Law !



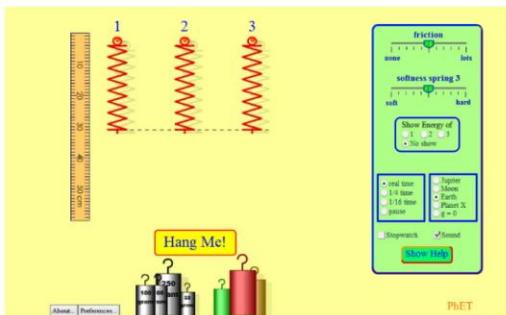
2. Klik menu *Intro* !
3. Klik/checklist *applied force*, *Spring force*, *displacement*, *equilibrium position*, dan *values* untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik setimbang dan nilai gaya !



4. Atur perpindahan/simpangan sesuai dengan kehendak anda !
5. Amati dan catat apa yang terjadi pada gaya dan perpindahan menurut visualisasi pada *PhET*!

Kegiatan II

1. Siapkan Laptop atau PC dan file *PhET Simulation : Masses and Spring* !



2. Klik/checklist *real time* dan kondisi di bumi/ *earth* !
3. Aturlah *softness spring* pada skala 3, kemudian ukur dan catat panjang awal pegas 1 !
4. Atur beban pertama pada keadaan 50 gram !
5. Kaitkan beban pada pegas 1, ukur dan catat kembali panjang pegas !
6. Catat hasil pengukuran pada tabel !
7. Ulangi langkah dan lakukan untuk massa beban selanjutnya, yaitu 100 gr, 150 gr, dan 200 gr pada pegas 2 dengan *softness spring* pada skala 6, dan pegas 2 dengan *softness spring* pada skala 9.

E

MENGUMPULKAN DATA

No.	Massa beban, m (kg)	Gaya Tarik $F = m.g$ (N)	Panjang Pegas + Beban x (m)			Perubahan Panjang Pegas Δx (m)		
			Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3	Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3
1.	0	0						
2.								
3.								
4.								
5.								

F

ANALISIS DAN KESIMPULAN

1. Tunjukkan fenomena elastisitas dalam simulasi *PhET* dan jelaskan bahwa dalam **Kegiatan I** terdapat elastisitas pegas !

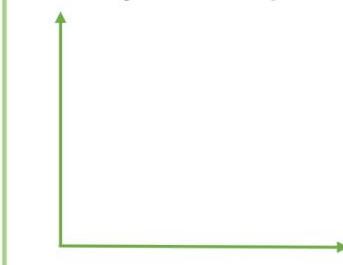
Jawab:

.....

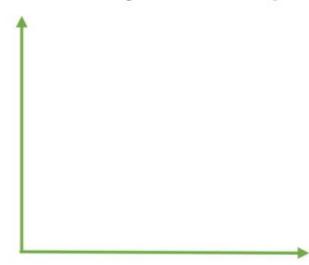
2. Berdasarkan simulasi **Kegiatan II** yang telah kalian lakukan menggunakan *PhET*, bagaimanakah hubungan gaya (F) terhadap perubahan panjang (Δx) ? Buatlah dalam bentuk grafik untuk pegas 1,2, dan 3, dan jelaskan makna fisik menurut grafik tersebut !

Jawab :

Gambar grafik $F - \Delta x$ Pegas 1



Gambar grafik $F - \Delta x$ Pegas 2



Gambar grafik $F - \Delta x$ Pegas 3



3. Hitunglah konstanta pegas untuk untuk pegas 1, 2, dan 3 ! (ambil konstanta pada massa 200 gr) !

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Tinjau grafik pada pegas 1,2, dan 3 ! Bandingkan ketiga grafik tersebut berdasarkan nilai konstanta pegas ! Pegas manakah yang paling elastis ?

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Buatlah kesimpulan menurut hasil hipotesis yang telah dibuat !

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

G

MENGOMUNIKASIKAN

1. Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, apa yang dapat kalian ungkapkan tentang elastisitas dan hukum Hooke ?

Jawab:

.....

.....

.....

2. Berilah contoh fenomena penerapan elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari !

Jawab:

.....

.....

.....

-GOOD LUCK-



JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2. LKPD II

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK II

berbantu PhET Simulation



Berbasis STEM-PBL

SUSUNAN PEGAS SERI DAN PARALEL

Untuk SMA/MA Kelas XI Semester 1

Disusun oleh : Retno Puji Lestari
Dosen Pembimbing : Dr. Pujianto

Tahun Ajaran 2018/2019

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

KELAS : _____

ANGGOTA :

1.	4.
2.	5.
3.	6.

KELOMPOK : _____

NILAI : _____



LKPD 2

SUSUNAN PEGAS SERI DAN PARALEL

KD & IPK

Kompetensi Dasar

- 3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari
- 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisinya

Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada pegas susunan seri atau paralel melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.5 Peserta didik mampu melakukan eksperimen susunan pegas melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.6 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 4.2.7 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 4.2.8 Peserta didik mampu mempresentasikan/ mengkomunikasikan hasil eksperimen susunan pegas dengan benar.

waktu
45
menit

A

MASALAH

Bagaimanakah perbedaan konstanta pegas pada pegas susunan seri dan susunan paralel ?

Untuk memahami konstanta pegas pada susunan seri dan paralel, cermatilah fenomena di bawah ini !



“Mengapa sepeda motor dengan sistem *double-shokbreaker* lebih nyaman/ ringan daripada sistem *mono-shockbreaker*?”

Bima mempunyai dua motor jenis yang sama dengan sistem *shockbreaker* yang berbeda. Motor pertama memiliki 1 *shockbreaker* di sisi kiri, sedangkan motor yang kedua memiliki 2 *shockbreaker* di kedua sisinya. Setiap Bima berkendara, Bima dapat merasakan bahwa sepeda motor dengan sistem 2 *shockbreaker* lebih nyaman daripada 1 *shockbreaker*. Mengapa terjadi demikian?

B HIPOTESIS

Buatlah hipotesis mengenai perbedaan konstanta pegas pada susunan pegas seri dan paralel berdasarkan permasalahan di atas !

Sepeda motor dengan sistem *double-shockbreaker* lebih nyaman/ ringan daripada sistem *mono-shockbreaker*, karena

Buatlah hipotesis umum berdasarkan pemahamanmu tentang perbedaan konstanta pegas pada susunan pegas seri dan paralel !

Jawab :

C ALAT DAN BAHAN

- 1. *Phet Simulation : Hooke's Law*
- 2. Laptop/ PC
- 3. LKPD II Berbantu *PhET Simulation* Berbasis STEM-PBL : Susunan Pegas Seri dan Paralel



D LANGKAH KERJA

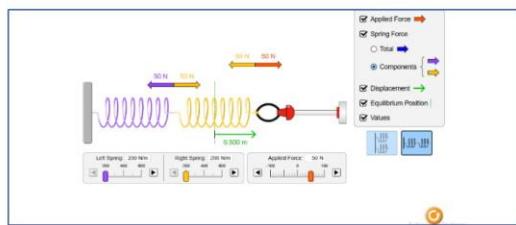
1. Siapkan Laptop atau PC dan file *Phet Simulation : Hooke's Law* !



2. Klik menu *System* !

Susunan Pegas Seri

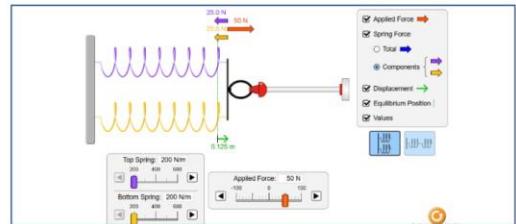
1. klik gambar pegas yang tersusun seri !
2. Klik/checklist *Applied force*, *Spring force*, *displacement*, *equilibrium position*, dan *values* untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik setimbang dan nilai gaya !



3. Atur gaya pegas sebesar 50 N !
4. Atur konstanta pegas 1 pada skala 200 N/m, dan pegas 2 pada skala 200 N/m !
5. Amati apa yang terjadi pada perubahan panjang dari titik seimbang menurut visualisasi pada PhET!
6. Catat hasil pengukuran pada tabel !
7. Ulangi langkah 5-8, untuk pegas 2 dengan nilai skala 400 N/m dan 600 N/m !

Susunan Pegas Paralel

1. klik gambar pegas yang tersusun paralel !
2. Klik/checklist *Applied force*, *Spring force*, *displacement*, *equilibrium position*, dan *values* untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik setimbang dan nilai gaya !



3. Atur gaya pegas sebesar 50 N !
4. Ulangi langkah 4-8 seperti pada percobaan pegas seri di atas untuk percobaan pegas paralel !

E**MENGUMPULKAN DATA**

No.	Gaya Tarik $F = m.g$ (N)	Konstanta Pegas 1 k_1 (N/m)	Konstanta Pegas 2 k_2 (N/m)	Perubahan Panjang Δx (m)	
				Seri	Paralel
1.					
2.					
3.					

F**ANALISIS DAN KESIMPULAN**

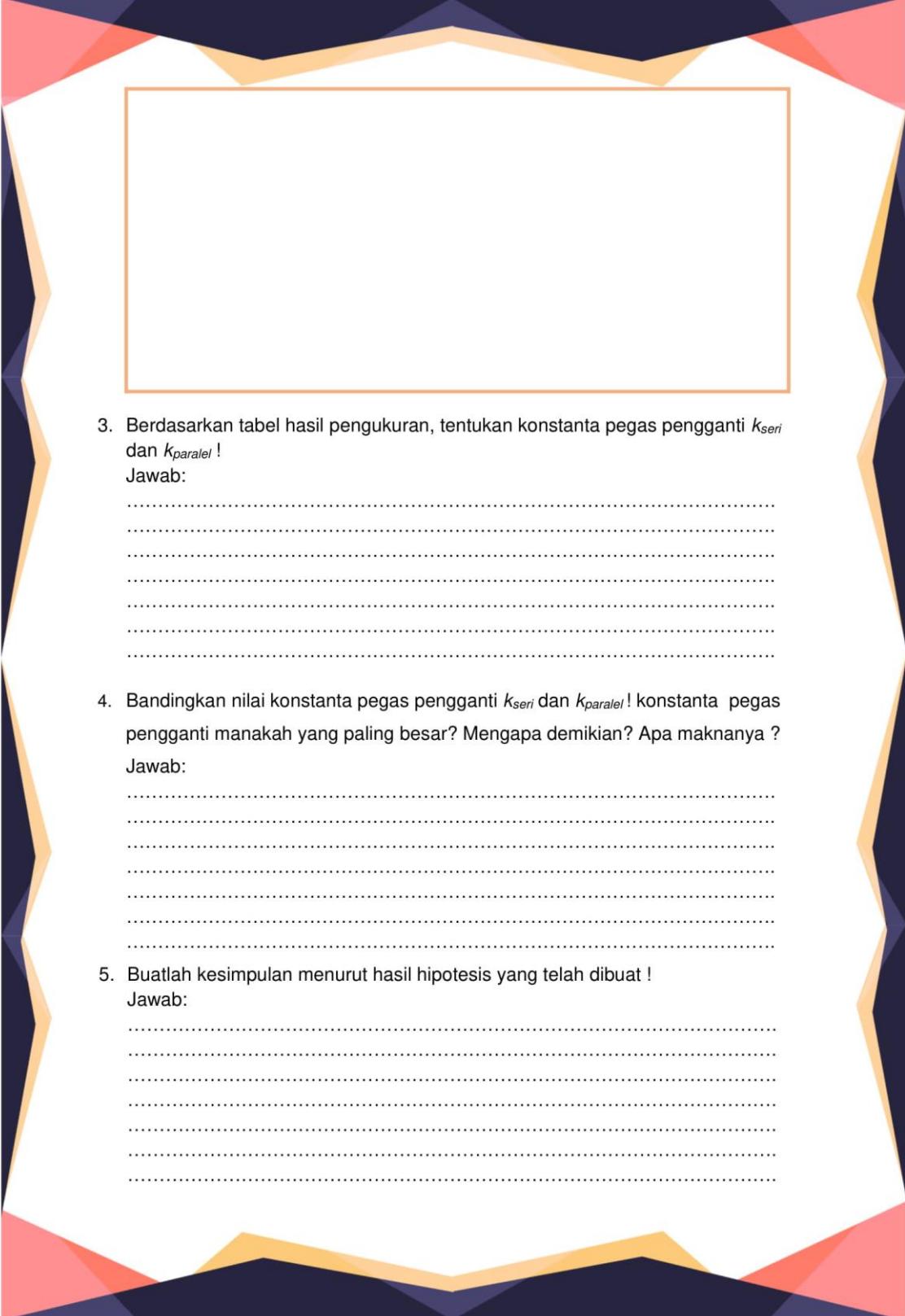
1. Berdasarkan tabel hasil pengukuran, jelaskan percobaan manakah dihasilkan perubahan panjang yang lebih besar !

Jawab:

.....

2. Berdasarkan simulasi yang telah kalian lakukan menggunakan PhET, bagaimanakah menentukan konstanta pegas secara seri maupun secara paralel? Buktikan susunan pegas seri : $k_s = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$, dan susunan pegas paralel : $k_p = k_1 + k_2$!

Jawab :

- 
3. Berdasarkan tabel hasil pengukuran, tentukan konstanta pegas pengganti k_{seri} dan $k_{parallel}$!

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Bandingkan nilai konstanta pegas pengganti k_{seri} dan $k_{parallel}$! konstanta pegas pengganti manakah yang paling besar? Mengapa demikian? Apa maknanya ?

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Buatlah kesimpulan menurut hasil hipotesis yang telah dibuat !

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

G

MENGOMUNIKASIKAN

1. Berdasarkan hasil percobaan, Apa yang dapat kalian ungkapkan tentang perbandingan konstanta pegas susunan seri dan susunan paralel?

Jawab:

.....

.....

.....

2. Berilah contoh fenomena penerapan susunan pegas dalam kehidupan sehari-hari ! Tentukan susunan pegas yang digunakan oleh benda di bawah !

Jawab:

.....

.....

a.



b.



-GOOD LUCK-



JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Lampiran I.5 Contoh Penggerjaan LKPD

1. LKPD I

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK I
berbantu PhET Simulation

Berbasis STEM-PBL

ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE
Untuk SMA/MA Kelas XI Semester 1

Disusun oleh : Retno Puji Lestari
Dosen Pembimbing : Dr. Pujiyanto

Tahun Ajaran 2018/2019

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

KELAS :
XI MIPA 2

KELOMPOK :
1

ANGGOTA :

1. Aulia Fitriyayah (08) 4. Mutiara M (24)
2. Florentina S (21) 5.
3. Lintang O (23) 6.

NILAI :
88

LKPD 1

ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE

KD & IPK

Kompetensi Dasar

- 3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari
- 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisiknya

Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.2.3 Peserta didik mampu menganalisis konstanta pegas melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.1 Peserta didik mampu melakukan eksperimen hukum Hooke melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.2 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar
- 4.2.3 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen hukum Hooke dalam LKPD dengan benar
- 4.2.4 Peserta didik mampu mempresentasikan/mengkomunikasikan hasil eksperimen hukum Hooke dengan benar.

waktu
45
menit

A

MASALAH

Apakah elastisitas itu ?

Untuk memahami konsep elastisitas, cermatilah fenomena di bawah ini !



“ Mengapa tongkat atlet pelompat galah dapat kembali kebentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat? ”

Dalam sebuah turnamen olahraga, seorang atlet pelompat galah berlari dengan tongkat galah berbahan fiber yang berbentuk lurus. Saat akan siap melompat ia menancapkan galah kemudian menarik galah untuk melakukan tolakan. Saat melakukan tolakan tersebut galah berubah melengkung. Namun, setelah ia melepaskan galah dan berhasil melompat, galah kembali ke bentuk yang lurus seperti semula. Mengapa terjadi demikian?

B HIPOTESIS

Buatlah hipotesis mengenai elastisitas berdasarkan permasalahan di atas !

Tongkat atlet pelompat galah dapat kembali kebentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat, karena tongkat tersebut memiliki elastisitas yang besar sehingga tongkat dapat kembali ke bentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat.

5

Buatlah hipotesis umum berdasarkan pemahamanmu tentang materi elastisitas pegas dan hukum Hooke !

Jawab :

Elastisitas adalah kecenderungan suatu zat padat untuk kembali ke bentuk aslinya setelah mengalami perubahan bentuk.
Hukum Hooke adalah hukum mengenai gaya dalam Fisika yang terjadi karena elastisitas dari sebuah pegas.

5

C ALAT DAN BAHAN

1. Phet Simulation : Hooke's Law dan Masses and Spring
2. Laptop/ PC
3. LKPD I Berbantu PhET Simulation Berbasis STEM-PBL : Elastisitas dan Hukum Hooke

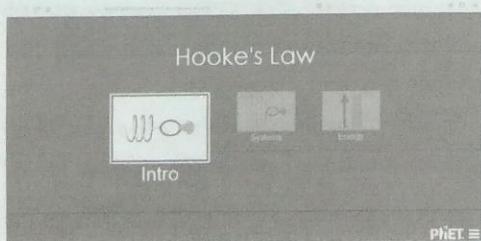


D LANGKAH KERJA

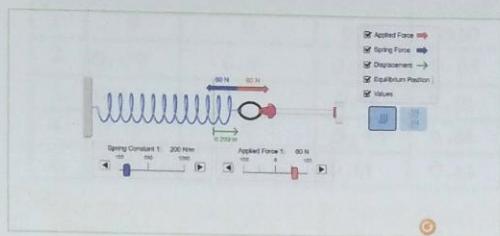
Kegiatan I

1. Siapkan Laptop atau PC dan file Phet Simulation : Hooke's Law !

3



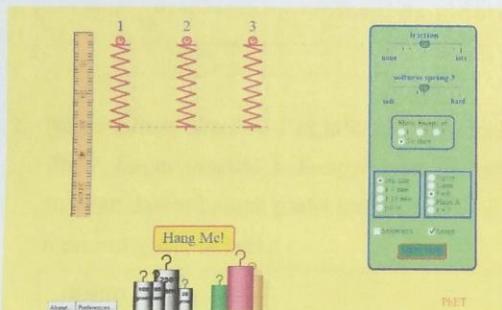
- Klik menu *Intro* !
- Klik/checklist *applied force*, *Spring force*, *displacement*, *equilibrium position*, dan *values* untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik setimbang dan nilai gaya !



- Atur perpindahan/simpangan sesuai dengan kehendak anda !
- Amati dan catat apa yang terjadi pada gaya dan perpindahan menurut visualisasi pada *PhET*!

Kegiatan II

- Siapkan Laptop atau PC dan file *PhET Simulation : Masses and Spring* !



- Klik/checklist *real time* dan kondisi di bumi/ *earth* !
- Aturlah *softness spring* pada skala 3, kemudian ukur dan catat panjang awal pegas 1 !
- Atur beban pertama pada keadaan 50 gram !
- Kaitkan beban pada pegas 1, ukur dan catat kembali panjang pegas !
- Catat hasil pengukuran pada tabel !
- Ulangi langkah dan lakukan untuk massa beban selanjutnya, yaitu 100 gr, 150 gr, dan 200 gr pada pegas 2 dengan *softness spring* pada skala 6, dan pegas 2 dengan *softness spring* pada skala 9.

E**MENGUMPULKAN DATA**

No.	Massa beban, m (kg)	Gaya Tarik $F = m \cdot g$ (N)	Panjang Pegas + Beban x (m)			Perubahan Panjang Pegas Δx (m)		
			Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3	Pegas 1	Pegas 2	Pegas 3
1.	0	0	0,30	0,30	0,30	0	0	0
2.	0,05	0,5	0,40	0,34	0,31	0,10	0,04	0,01
3.	0,11	1	0,44	0,36	0,32	0,04	0,02	0,01
4.	0,15	1,5	0,49	0,38	0,33	0,05	0,02	0,01
5.	0,2	2	0,61	0,42	0,34	0,12	0,04	0,01

F**ANALISIS DAN KESIMPULAN**

1. Tunjukkan fenomena elastisitas dalam simulasi PhET dan jelaskan bahwa dalam Kegiatan I terdapat elastisitas pegas !

Jawab:

Saat melakukan kegiatan,

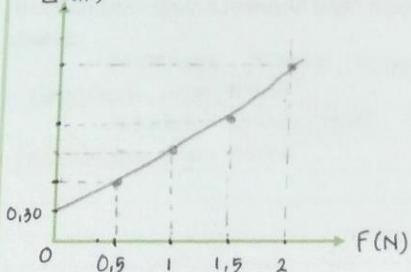
Jika pegas ditarik maka pegas menjadi lebih panjang dan gaya Hooke menjadi lebih besar. Sebaliknya jika pegas di dorong maka pegas jd lebih pendek dan gaya Hooke menjadi lebih kecil.

5

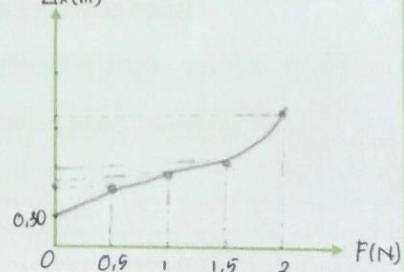
2. Berdasarkan simulasi Kegiatan II yang telah kalian lakukan menggunakan PhET, bagaimanakah hubungan gaya (F) terhadap perubahan panjang (Δx) ? Buatlah dalam bentuk grafik untuk pegas 1,2, dan 3, dan jelaskan makna fisik menurut grafik tersebut !

Jawab :

Gambar grafik $F - \Delta x$ Pegas 1

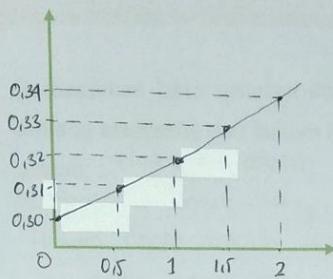


Gambar grafik $F - \Delta x$ Pegas 2



5

Gambar grafik $F - \Delta x$ Pegas 3



3. Hitunglah konstanta pegas untuk untuk pegas 1, 2, dan 3 ! (ambil konstanta pada massa 200 gr) !

Jawab: $k = \frac{F}{\Delta x}$

$$\begin{aligned} \text{Pegas 1} &= \frac{2}{0,12} & \text{Pegas 2} &= \frac{2}{0,04} & \text{Pegas 3} &= \frac{2}{0,01} \\ &= 16,67 \text{ N/m} & &= 50 \text{ N/m} & &= 200 \text{ N/m} \end{aligned} \quad 5$$

4. Tinjau grafik pada pegas 1,2, dan 3 ! Bandingkan ketiga grafik tersebut berdasarkan nilai konstanta pegas ! Pegas manakah yang paling elastis ?

Jawab: menurut grafik 1,2 dan 3, Pegas 1 yang paling elastis

5

5. Buatlah kesimpulan menurut hasil hipotesis yang telah dibuat !

Jawab: kesimpulan semakin tinggi konstanta pegas semakin rendah keelastisitasan pegas tersebut
sedangkan semakin rendah konstanta pegas semakin tinggi keelastisitasan pegas tersebut

3

G**MENGOMUNIKASI KAN**

1. Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, apa yang dapat kalian ungkapkan tentang elastisitas dan hukum Hooke ?

Jawab: Elastisitas adalah kecenderungan bahan padat untuk.....

kembali ke bentuk aslinya setelah terdeformasi.

Hukum Hooke adalah ketentuan mengenai gaya dalam bidang ilmu fisika yang terjadi karena sifat elastisitas dari sebuah piring atau pegas.

5

2. Berilah contoh fenomena penerapan elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari !

Jawab: Penerapan elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan

sehari - hari contohnya karet gelang, pegas, pelat logam,

kasur pegas, shock breaker, ~~atau~~ rotapel, dinamometer.

pengukur berat badan,

5

$$\frac{51}{58} \times 100 = 87,9$$

-GOOD LUCK-



JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2. LKPD II

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK II

berbantu PhET Simulation



Berbasis STEM-PBL

SUSUNAN PEGAS SERI DAN PARALEL

Untuk SMA/MA Kelas XI Semester 1

Disusun oleh : Retno Puji Lestari

Dosen Pembimbing : Dr. Pujianto

Tahun Ajaran 2018/2019

 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

KELAS : XI MIPA 2

KELOMPOK :

ANGGOTA :

1. Aulia F (05)
2. Florentina S (21)
3. Lintang O (23)
4. Muliaara M (24)
- 5.
- 6.

NILAI : 97

LKPD 2

SUSUNAN PEGAS SERI DAN PARALEL

KD & IPK

Kompetensi Dasar

- 3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari
- 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisinya

Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada pegas susunan seri atau paralel melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.5 Peserta didik mampu melakukan eksperimen susunan pegas melalui simulasi PhET dengan benar
- 4.2.6 Peserta didik mampu mengolah dan menyajikan data eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 4.2.7 Peserta didik mampu menganalisis data dan menyimpulkan eksperimen susunan pegas dalam LKPD dengan benar
- 4.2.8 Peserta didik mampu mempresentasikan/ mengkomunikasikan hasil eksperimen susunan pegas dengan benar

waktu
45
menit

A MASALAH

Bagaimanakah perbedaan konstanta pegas pada pegas susunan seri dan susunan paralel ?

Untuk memahami konstanta pegas pada susunan seri dan paralel, cermatilah fenomena di bawah ini !



“Mengapa sepeda motor dengan sistem *double-shokbreaker* lebih nyaman/ ringan daripada sistem *mono-shockbreaker* ?”

Bima mempunyai dua motor jenis yang sama dengan sistem *shockbreaker* yang berbeda. Motor pertama memiliki 1 *shockbreaker* di sisi kiri, sedangkan motor yang kedua memiliki 2 *shockbreaker* di kedua sisinya. Setiap Bima berkendara, Bima dapat merasakan bahwa sepeda motor dengan sistem 2 *shockbreaker* lebih nyaman daripada 1 *shockbreaker*. Mengapa terjadi demikian?

B HIPOTESIS

Buatlah hipotesis mengenai perbedaan konstanta pegas pada susunan pegas seri dan paralel berdasarkan permasalahan di atas !

Sepeda motor dengan sistem double-shockbreaker lebih nyaman/ ringan daripada sistem mono-shockbreaker, karena

terdapat pembagian gaya getaran kendaraan terhadap kedua shockbreaker. Akibatnya kewaspadaan pengendara nyaman

5

Buatlah hipotesis umum berdasarkan pemahamanmu tentang perbedaan konstanta pegas pada susunan pegas seri dan paralel !

Jawab :

Pada Pegas Susunan Seri, konstanta Pegas lebih kecil sehingga Pegas menjadi lebih elastis.
Pada Pegas Susunan Paralel, konstanta Pegas lebih besar sehingga Pegas menjadi lebih keras.

5

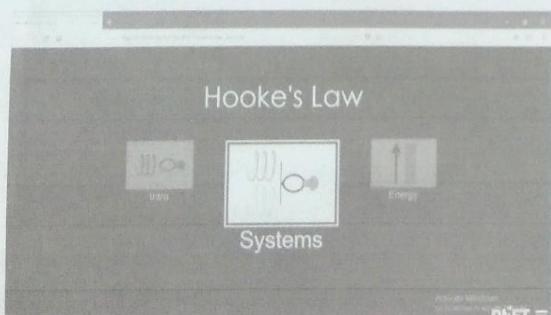
C ALAT DAN BAHAN

1. Phet Simulation : Hooke's Law
2. Laptop/ PC
3. LKPD II Berbantu PhET Simulation Berbasis STEM-PBL : Susunan Pegas Seri dan Paralel



D LANGKAH KERJA

1. Siapkan Laptop atau PC dan file Phet Simulation : Hooke's Law !

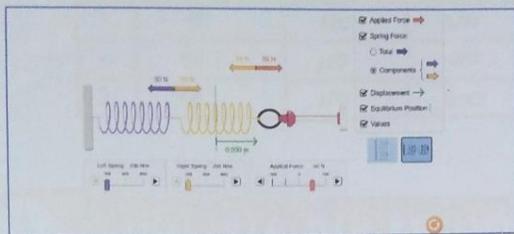


3

2. Klik menu System !

Susunan Pegas Seri

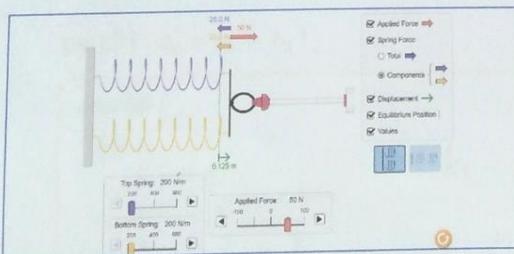
1. klik gambar pegas yang tersusun seri !
2. Klik/checklist applied force, Spring force, displacement, equilibrium position,dan values untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik setimbang dan nilai gaya !



3. Atur gaya pegas sebesar 50 N !
4. Atur konstanta pegas 1 pada skala 200 N/m, dan pegas 2 pada skala 200 N/m !
5. Amati apa yang terjadi pada perubahan panjang dari titik seimbang menurut visualisasi pada PhET!
6. Catat hasil pengukuran pada tabel !
7. Ulangi langkah 5-8, untuk pegas 2 dengan nilai skala 400 N/m dan 600 N/m !

Susunan Pegas Paralel

1. klik gambar pegas yang tersusun paralel !
2. Klik/checklist applied force, Spring force, displacement, equilibrium position,dan values untuk menampilkan gaya, gaya pegas, perpindahan, titik setimbang dan nilai gaya !



3. Atur gaya pegas sebesar 50 N !
4. Ulangi langkah 4-8 seperti pada percobaan pegas seri di atas untuk percobaan pegas paralel !

E**MENGUMPULKAN DATA**

No.	Gaya Tarik $F = m.g$ (N)	Konstanta Pegas 1 k_1 (N/m)	Konstanta Pegas 2 k_2 (N/m)	Perubahan Panjang Δx (m)	
	Seri	Paralel			
1.	50	200	200	0,500	0,125
2.	90	200	100	0,375	0,083
3.	50	200	600	0,333	0,063

5

F**ANALISIS DAN KESIMPULAN**

1. Berdasarkan tabel hasil pengukuran, jelaskan manakah dihasilkan perubahan panjang yang lebih besar !

Jawab:
 perubahan panjang yg lebih besar dihasilkan pada konstanta pegas 1 (k_1) 200 N/m dan konstanta pegas 2 (k_2) 200 N/m yg disusun secara seri.

5

2. Berdasarkan simulasi yang telah kalian lakukan menggunakan PhET, bagaimanakah menentukan konstanta pegas secara seri maupun secara paralel? Bukti susunan pegas seri : $k_s = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$, dan susunan pegas paralel : $k_p = k_1 + k_2$!

Jawab :Seri :

$$\begin{aligned} F &= m.g \\ \Delta x &= \Delta x_1 + \Delta x_2 \end{aligned}$$

$$k_s = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

(TERBUKTI).

$$\frac{F}{k_s} = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{k_1 + k_2}{k_1 k_2}$$

5

Pararel

$$F = F_1 + F_2$$

$$(K_p \Delta x) = K_1 \Delta x + K_2 \Delta x$$

$$K_p = \frac{K_1 \cdot \Delta x + K_2 \Delta x}{\Delta x}$$

$$K_p = \frac{\Delta x (K_1 + K_2)}{\Delta x}$$

$$K_p = K_1 + K_2$$

(TERBUKTI)

5

3. Berdasarkan tabel hasil pengukuran, tentukan konstanta pegas pengganti k_{seri} dan $k_{paralel}$!

Jawab:

$$\begin{aligned} k_s &= \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} = \frac{200 \cdot 200}{200 + 200} = \frac{200 \cdot 200}{400} = 100 \text{ N/m} \\ &= \frac{200 \cdot 400}{200 + 400} = \frac{200 \cdot 400}{600} = 133 \text{ N/m} \\ &= \frac{200 \cdot 600}{200 + 600} = \frac{200 \cdot 600}{800} = 150 \text{ N/m} \\ k_p &= F_1 + F_2 = 200 + 200 = 400 \\ &= \frac{200 + 400}{200 + 600} = \frac{600}{800} \end{aligned}$$

5

4. Bandingkan nilai konstanta pegas pengganti k_{seri} dan $k_{paralel}$! konstanta pegas pengganti manakah yang paling besar? Mengapa demikian? Apa maknanya?

Jawab: lebih besar yang pararel, karena membagi pegas menjadi 2 bagian.
Semakin banyak susunan pararel semakin besar nilai konstanta

5 3

5. Buatlah kesimpulan menurut hasil hipotesis yang telah dibuat!

Jawab:

Konstanta Pegas Susunan Paralel lebih besar dari pada konstanta Pegas Susunan Seri

5

G

MENGOMUNIKASI KASIKAN

1. Berdasarkan hasil percobaan, Apa yang dapat kalian ungkapkan tentang perbandingan konstanta pegas susunan seri dan susunan paralel?

Jawab: Susunan seri bertujuan untuk memperkecil konstanta pegas. Sehingga pertambahan panjang yang dialami sistem pegas akan lebih besar. Sedangkan susunan paralel bertujuan untuk memperbesar konstanta pegas sehingga pertambahan panjang sistem pegas lebih kecil dibanding dengan susunan seri.

5

2. Berilah contoh fenomena penerapan susunan pegas dalam kehidupan sehari-hari ! Tentukan susunan pegas yang digunakan oleh benda di bawah !

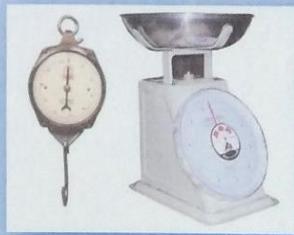
Jawab: shock - breaker kendaraan, ketapel, dinamometer, panah, senar gitar, pegas pada keyboard

a.



Susunan Paralel

b.



Susunan Seri

5

-GOOD LUCK-

$$\frac{50}{58} \times 100 = 96,55\%$$



JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

LAMPIRAN II

Instrumen Pengumpulan Data

1. Lembar Validasi RPP
2. Lembar Validasi LKPD
3. Lembar Validasi *Pretest* dan *Posttest*
4. Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP
5. Kisi-kisi *Pretest* dan *Posttest*
6. Lembar Soal *Pretest* dan *Posttest*
7. Contoh Pengerjaan Soal *Pretest* dan *Posttest*
8. Angket Respon Peserta Didik

Lampiran II.1 Lembar Validasi RPP

a. Validasi Ahli

LEMBAR VALIDASI		
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)		
Mata Pelajaran	:	Fisika
Materi Pokok	:	Elastisitas dan Hukum Hooke
Sasaran Program	:	Peserta Didik Kelas XI Semester 1
Peneliti	:	Retno Puji Lestari
Validator	:	Ryuanzo
Hari, Tanggal	:	13 Juli 2018

A. Petunjuk

1. Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengatasi pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sebagai perimbangan perbaikan.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria penilaian:

5 : Sangat Baik	4 : Baik	3 : Cukup	2 : Kurang Baik	1 : Tidak Baik
-----------------	----------	-----------	-----------------	----------------
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda check list (✓) pada kolom skor.
4. Mohon Bapak/Ibu untuk menulis masukan, saran dan komentar pada tempat yang telah disediakan.
5. Mohon Bapak/Ibu memberikan kesimpulan dari semua aspek yang telah dinilai dengan melengkapi salah satu dari beberapa kriteria yang ada.

Atas kesedianan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Lembar Penilaian Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

No.	Indikator Penilaian	Skor					Komentar
		1	2	3	4	5	
A. Identitas Mata Pelajaran							
1.	Terdapat satuan pendidikan, mata pelajaran, kelas, semester, materi pokok, dan alokasi waktu/pertemuan.					✓	
B. Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator							
1.	Rumusan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) jelas	✓					
2.	Perumusan Indikator sesuai dengan rumusan KI dan KD	✓					
3.	Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan Kompetensi Dasar (KD) yang diukur	✓					
C. Tujuan Pembelajaran							
1.	Perumusan tujuan pembelajaran sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD)	✓					
2.	Perumusan tujuan pembelajaran mengacu pada indikator	✓					
D. Materi Pembelajaran							
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran dan pendekatan ilmiah	✓					
2.	Kesesuaian dengan karakter peserta didik	✓					
E. Metode Pembelajaran							
1.	Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan pendekatan STEM	✓					
2.	Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan model <i>Problem Based Learning</i>	✓					

No.	Indikator Penilaian	Skor					Komentar
		1	2	3	4	5	
3.	Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan metode diskusi, eksperimen, dan presentasi					✓	
F. Media dan Sumber Belajar							
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran dan pendekatan ilmiah					✓	
G. Kegiatan Pembelajaran							
1.	Menampilkan kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup dengan jelas				✓		
2.	Alokasi waktu sesuai dengan cakupan materi				✓		
H. Bahasa							
1.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan mudah dipahami					✓	
2.	Bahasa yang digunakan baku dan sesuai dengan EYD yang benar					✓	
I. Penilaian							
1.	Penilaian sesuai dengan aspek kognitif dan keterampilan					✓	
2.	Penilaian sesuai dengan pedoman penskoran					✓	
C. Komentar Umum dan Saran Perbaikan	✓ selanjutnya pertama broof!						

D. Kesimpulan

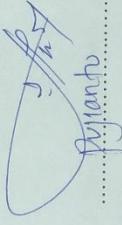
Berdasarkan pernyataan di atas, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari nomor yang sesuai

Yogyakarta, 13 Juli 2018

Validator



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ayianah". It is placed over a dotted line.

NIP. 197703232000(21002)

b. Validasi Praktisi

LEMBAR VALIDASI		
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)		
Mata Pelajaran	:	Fisika
Materi Pokok	:	Elastisitas dan Hukum Hooke
Sasaran Program	:	Peserta Didik Kelas XI Semester 1
Peneliti	:	Retno Puji Lestari
Validator	:	NETTY SUKATMJI
Hari, Tanggal	:	20 Juli 2018

A. Petunjuk

1. Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengantai pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sebagai pertimbangan perbaikan.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria penilaian:
5 : Sangat Baik 4 : Baik 3 : Cukup 2 : Kurang Baik 1 : Tidak Baik
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda check list (✓) pada kolom skor.
4. Mohon Bapak/Ibu untuk menulis masukan, saran dan komentar pada tempat yang telah disediakan.
5. Mohon Bapak/Ibu memberikan kesimpulan dari semua aspek yang telah dimulai dengan melengkapi salah satu dari beberapa kriteria yang ada.

Atas kesedianan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Lembar Penilaian Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

No.	Indikator Penilaian	Skor					Komentar
		1	2	3	4	5	
A. Identitas Mata Pelajaran							
1.	Terdapat satuan pendidikan, mata pelajaran, kelas, semester, materi pokok, dan alokasi waktu/pertemuan.						✓
B. Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator							✓
1.	Rumusan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) jelas						✓
2.	Perumusan Indikator sesuai dengan rumusan KI dan KD						✓
3.	Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan Kompetensi Dasar (KD) yang diukur						✓
C. Tujuan Pembelajaran							
1..	Perumusan tujuan pembelajaran sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD)						✓
2.	Perumusan tujuan pembelajaran mengacu pada indikator						✓
D. Materi Pembelajaran							
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran dan pendekatan ilmiah						✓
2.	Kesesuaian dengan karakter peserta didik						✓
E. Metode Pembelajaran							
1.	Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan pendekatan STEM						✓
2.	Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan model <i>Problem Based Learning</i>						✓

No.	Indikator Penilaian	Skor					Komentar
		1	2	3	4	5	
3.	Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan metode diskusi, eksperimen, dan presentasi					✓	
F. Media dan Sumber Belajar					✓	✓	
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran dan pendekatan ilmiah						
G Kegiatan Pembelajaran		.					
1.	Menampilkan kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup dengan jelas			✓			
2.	Alokasi waktu sesuai dengan cakupan materi		✓				
H. Bahasa							
1.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan mudah dipahami			✓			
2.	Bahasa yang digunakan baku dan sesuai dengan EYD yang benar			✓			
I. Penilaian							
1.	Penilaian sesuai dengan aspek kognitif dan keterampilan			✓			
2.	Penilaian sesuai dengan pedoman penskoran					✓	
C. Komentar Umum dan Saran Perbaikan							

	RPP sudah bagus.						

D. Kesimpulan

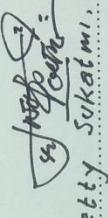
Berdasarkan pernyataan di atas, LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari nomor yang sesuai

Klaten, 20 Juli 2018

Validator



Nety Sukarmi, S.Pd.

NIP. 19610715 198903 2013

Lampiran II. 2 Lembar Validasi LKPD

a. Validasi Ahli

AHLI	
LEMBAR VALIDASI LKPD BERBANTU PHET SIMULATION BERBASIS STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUSAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA	
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Elastisitas dan Hukum Hooke
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI Semester 1
Peneliti	: Reno Puji Lestari
Validator	: <i>Ryan D</i>
Hari, Tanggal	: 13 Juli 2018

A. Petunjuk

1. Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengatasi pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sebagai pertimbangan perbaikan.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria penilaian:
5 : Sangat Baik 4 : Baik 3 : Cukup 2 : Kurang Baik 1 : Tidak Baik
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda check list (✓) pada kolom skor.
4. Mohon Bapak/Ibu untuk menulis masukan, saran dan komentar pada tempat yang telah disediakan.
5. Mohon Bapak/Ibu memberikan kesimpulan dari semua aspek yang telah dinilai dengan melengkapi salah satu dari beberapa kriteria yang ada.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Lembar Penilaian LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL runut dan jelas.					✓	
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan dalam melakukan percobaan		✓				
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> memberikan pengalaman baru kepada peserta didik		✓				
1.	Kegiatan Percobaan	Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk aktif bertanya dan mengerjakan tugas.			✓			
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran			✓			

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk menyebutkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan elastisitas dan hukum Hooke						
		Pertanyaan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mendorong peserta didik untuk menarik kesimpulan						
		Bahasa yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> jelas dan mudah dipahami						
		Tulisan yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas						
		Gambar yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas						
2.	Pendekatan Penulisan							

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
3.	Materi	Kalimat yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas dan sederhana sehingga mudah dipahami						
		Penyajian LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL disertai gambar dan cerita yang menarik		✓				
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menghubungkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari			✓			
		Materi pelajaran dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL sesuai dengan kurikulum yang berlaku				✓		
4.	Keterampilan Memecahkan Masalah	Materi pelajaran dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL dengan sesuai dengan kompetensi peserta didik SMA kelas XI				✓		
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik						

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
		untuk mengidentifikasi masalah berdasarkan faktaa yang dideskripsikan				✓		
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk mendefinisikan masalah atau menerapkan fakta-fakta yang ada pada permasalahan			✓			
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk menyeleksi strategi yang dipilih dengan pemecahan masalah		✓				
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk melaksanakan pemecahan masalah dengan strategi yang dipilih dengan pemecahan masalah			✓			
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik						

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
		untuk menyimpulkan atas jawaban yang diperoleh dari pemecahan masalah					↙	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menggunakan sampul yang menggambarkan isi dalam LKPD					↙	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menggunakan sampul yang menarik					↙	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menulis identitas diri					↙	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan dalam LKPD					↙	
5.	Penampilan Fisik	Penampilan LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menarik					↙	

C. Komentar Umum dan Saran Perbaikan

② Cile ferGacar peMa Draft

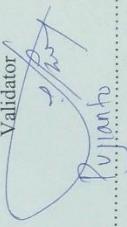
.....
.....
.....
.....
.....

D. Kesimpulan

Berdasarkan pernyataan di atas, LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
 2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
 3. Tidak layak digunakan
- *) Lingkari nomor yang sesuai

Yogyakarta, 13 Juli 2018


Validator
Djambu

NIP. 19770323 20021002

b. Validasi Praktisi

LEMBAR VALIDASI LKPD BERBANTU PHET SIMULATION BERBASIS STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA		
PRAKTISI		
Mata Pelajaran	:	Fisika
Materi Pokok	:	Elastisitas dan Hukum Hooke
Sasaran	:	Peserta Didik Kelas XI Semester 1
Peneliti	:	Retro Puji Lestari
Validator	:	NETTY SUKATMI
Hari, Tanggal	:	20 Juli 2018

A. Petunjuk

1. Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli media terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sebagai pertimbangan perbaikan.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria penilaian:
 - 3; Baik 2; Kurang Baik 1; Kurang Baik
 3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda check list (✓) pada kolom skor.
 4. Mohon Bapak/Ibu untuk menulis masukan, saran dan komentar pada tempat yang telah disediakan.
 5. Mohon Bapak/Ibu memberikan kesimpulan dari semua aspek yang telah dinilai dengan melengkapi salah satu dari beberapa kriteria yang ada.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Lembar Penilaian LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL runtut dan jelas.					✓	
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan dalam melakukan percobaan				✓		
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> memberikan pengalaman baru kepada peserta didik		✓				
1.	Kegiatan Percobaan	Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk aktif bertanya dan mengerjakan tugas.			✓			
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran				✓		

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk menyebutkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan elastisitas dan hukum Hooke						✓
		Pertanyaan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mendorong peserta didik untuk menarik kesimpulan			✓			
		Bahasa yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> jelas dan mudah dipahami				✓		
		Tulisan yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas				✓		
2.	Pendekatan Penulisan	Gambar yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas				✓		

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
3.	Materi	Kalimat yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas dan sederhana sehingga mudah dipahami					✓ ✎	
		Penyajian LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL disertai gambar dan cerita yang menarik		✓				
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menghubungkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari			✓			
		Materi pelajaran dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL sesuai dengan kurikulum yang berlaku		✓				
4.	Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah	Materi pelajaran dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL dengan sesuai dengan kompetensi peserta didik SMA kelas XI		✓ ✎				
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik				✓		

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
		untuk mengidentifikasi masalah berdasarkan faktaa yang dideskripsikan LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk mendefinisikan masalah atau menerapkan fakta-fakta yang ada pada permasalahan			✓			
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk menyeleksi strategi yang dipilih dengan pemecahan masalah		✓				
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk melaksanakan pemecahan masalah dengan strategi yang dipilih dengan pemecahan masalah			✓			
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik				✓		

No	Aspek	Indikator	Skor					Komentar
			1	2	3	4	5	
5.	Penampilan Fisik	untuk menyimpulkan atas jawaban yang diperoleh dari pemecahan masalah						
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menggunakan sampul yang menggambarkan isi dalam LKPD					✓	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menggunakan sampul yang menarik					✓	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menulis identitas diri					✓	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan dalam LKPD					✓	
		Penampilan LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menarik					✓	

C. Komentar Umum dan Saran Perbaikan
Sangat baik, sejoga dapat diterapkan dan dikembangkan.

LKPD berbantu PhET Simulation berbasis STEM-PBL untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah dinyatakan :

*LKPD berbantu PhET Simulation berbasis STEM-PBL ini diindeks
kredible secara lair untuk Proses Belajar Mengajar.*

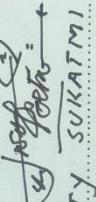
D. Kesimpulan

Berdasarkan pernyataan di atas, LKPD berbantu PhET Simulation berbasis STEM-PBL untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
 2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
 3. Tidak layak digunakan
- *) Lingkari nomor yang sesuai

Klaten, 20 Juli 2018

Validator


NERTY SUKATMI

NIP. 19650715 198903 2013

Lampiran II.3 Lembar Validasi *pretest* dan *posttest*

a. Validasi Ahli

LEMBAR VALIDASI	
SOAL PRETEST/POSTTEST	
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Elastisitas dan Hukum Hooke
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI Semester 1
Judul Penelitian	: Pengembangan LKPD Berbantu <i>PheT Simulation</i> Berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah Peserta Didik SMA
Peneliti	: Retno Puji Lestari
Validator	: <i>Riyanto</i>
Hari, Tanggal	: <i>13 Juli 2018</i>

A. Petunjuk

1. Lembar validasi ini diisi oleh Bapak/Ibu sebagai ahli materi.
2. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi dari Bapak/Ibu sebagai ahli materi fisika.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan menggunakan penilaian :

5 : Sangat Baik	4 : Baik	3 : Cukup Baik	2 : Kurang Baik	1 : Tidak Baik
-----------------	----------	----------------	-----------------	----------------

4. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (✓) pada skala penilaian
5. Mohon Bapak/Ibu untuk menulis masukan, saran dan komentar pada tempat yang telah disediakan.
6. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan dari semua aspek yang telah dinilai dengan melingkari salah satu dari beberapa kriteria yang ada.

A. Penilaian

No.	Kriteria	Skor Penilaian					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
1. Konstruksi							
a.	Pernyataan (soal) sesuai dengan rumusan indikator dalam kisi-kisi					✓	
b.	Pernyataan dirumuskan dengan jelas					✓	
c.	Kalimat yang digunakan bebas dari pernyataan yang dapat diinterpretasikan lebih dari satu makna (multitafsir)				✓		
d.	Petunjuk mengerjakan instrumen jelas					✓	
e.	Jumlah butir tidak menjemukan responden					✓	
2. Bahasa							
a.	Ragam bahasa komunikatif dan sesuai dengan jenjang pendidikan responden					✓	
b.	Pernyataan menggunakan bahasa Indonesia yang baku					✓	
c.	Pernyataan tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat					✓	
d.	Kata-kata yang digunakan jelas dan mudah dipahami					✓	
3. Konten							
a.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD					✓	
b.	Kesesuaian materi dengan indikator pencapaian kompetensi					✓	

B. Komentar Umum dan Saran Perbaikan

Oleh perbaik jahil draft

C. Kesimpulan

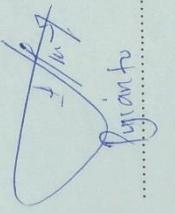
Berdasarkan pernyataan di atas, soal Pretest/posttest untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari nomor yang sesuai

Yogyakarta, Agustus 2018

Validator



[Signature]

NIP. 19770323202011002

b. Validasi Praktisi

LEMBAR VALIDASI	
SOAL PRETEST/POSTTEST	
Mata Pelajaran	:
Fisika	
Materi Pokok	:
Elastisitas dan Hukum Hooke	
Sasaran Program	:
Peserta Didik Kelas XI Semester I	
Judul Penelitian	:
Pengembangan LKPD Berbantu <i>PhET Simulation</i> Berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah Peserta Didik SMA	
Peneliti	:
Retro Puji Lestari	
Validator	:
NETTY SUKATMI	
Hari, Tanggal	:
20 Juli 2018	

A. Petunjuk

1. Lembar validasi ini diisi oleh Bapak/Ibu sebagai ahli materi.
2. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi dari Bapak/Ibu sebagai ahli materi fisika.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan menggunakan penilaian :

5 : Sangat Baik	4 : Baik	3 : Cukup Baik	2 : Kurang Baik	1 : Tidak Baik
-----------------	----------	----------------	-----------------	----------------

4. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (✓) pada skala penilaian
5. Mohon Bapak/Ibu untuk menulis masukan, saran dan komentar pada tempat yang telah disediakan.
6. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan dari semua aspek yang telah dinilai dengan melengkapi salah satu dari beberapa kriteria yang ada.

A. Penilaian

No.	Kriteria	Skor Penilaian					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
1. Konstruksi							
a.	Pernyataan (soal) sesuai dengan rumusan indikator dalam kisi-kisi					✓	
b.	Pernyataan dirumuskan dengan jelas				✓		
c.	Kalimat yang digunakan bebas dari pernyataan yang dapat diinterpretasikan lebih dari satu makna (multitafsir)			✓			
d.	Petunjuk mengerjakan instrumen jelas				✓		
e.	Jumlah butir tidak menjemukan responden		✓				
2. Bahasa							
a.	Ragam bahasa komunikatif dan sesuai dengan jenjang pendidikan responden				✓	✓	
b.	Pernyataan menggunakan bahasa Indonesia yang baku			✓			
c.	Pernyataan tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat			✓			
d.	Kata-kata yang digunakan jelas dan mudah dipahami				✓		
3. Konten							
a.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD					✓	
b.	Kesesuaian materi dengan indikator pencapaian kompetensi				✓		

B. Komentar Umum dan Saran Perbaikan

Soal sudah bagus

Soal membut soal spesial banget

C. Kesimpulan

Berdasarkan pernyataan di atas, *soal Pretest/posttest* untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan memecahkan masalah dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari nomor yang sesuai

Klaten, 20 Juli 2018

Validator

Netty Suktiani, S.Pd.

Netty Suktiani, S.Pd.
NIP. 19650715 198903 2013

Lampiran II.4 Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP

a. Pertemuan I

LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN	
MENGGUNAKAN PENDEKATAN STEM-PBL	
Materi Pokok	: Elastisitas dan Hukum Hooke
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI Semester 1
Judul Penelitian	: Pengembangan LKPD Berbantu <i>PhET Simulation</i> Berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah Siswa SMA Kelas X
Peneliti	: Retno Puji Lestari
Observer	: Jati Widowati

Pentunjuk

1. Lembar observasi ini diisi oleh Bapak/Ibu Observer.
2. Lembar observasi ini disusun untuk memperoleh pencapaian keterlaksanaan pembelajaran dari observer.
3. Observer dimohon untuk memberikan tanda *check list* () pada kolom skala yang sesuai dengan pendapat observer terhadap keterlaksanaan pembelajaran.

Materi : Elastisitas dan Hukum Hooke
 Pertemuan Ke : I

Tanggal : 15 Agustus 2018

No.	Sintaks/ Tahapan STEM-PBL	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Kegiatan Peserta Didik	Keterlaksanaan
			Ya	Tidak		
1.	PBL Tahap 1: <i>Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	Guru mengkondisikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik)	✓		Peserta didik menjawab salam dari guru.	✓
	Guru membagikan soal <i>pretest</i>			✓	Peserta didik mengerjakan <i>pretest</i> (35 menit)	✓
					Peserta didik mengumpulkan jawaban dan lembar <i>pretest</i>	
	Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.	✓			Peserta didik memperhatikan penjelasan guru	✓

	Guru memberikan motivasi pada peserta didik dengan memberikan permasalahan sebagai berikut: Pernahkah kalian bermain karet gelang dan mengubahnya menjadi berbagai macam bentuk? Bagaimanakah bentuk karet setelah kamu selesai memainkannya? <i>(STEM : science)</i>	✓	Peserta didik diberi kesempatan untuk mengungkapkan pendapat dan menganalisis peristiwa yang terjadi.
2.	<i>PBL Tahap 2: Mengorganisasi peserta didik untuk belajar</i>	Guru membimbing peserta didik untuk menentukan karakteristik elastitas dari bahan yang disebutkan guru (<i>STEM : science</i>)	✓
3.	<i>PBL Tahap 3: Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok</i>	Guru membimbing peserta didik dalam memberikan penjelasan	✓
4.	<i>PBL Tahap 4 : Mengembangkan</i>	Guru membimbing peserta didik dalam memformulasikan	✓
			Peserta didik mencoba memformulasikan dan menghitung

	<i>dan menyajikan hasil karya</i>	menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas <i>(STEM : Mathematic)</i>		nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas <i>(STEM : Mathematic)</i>	
5.	<i>PBL Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</i>	Guru memberikan penegasan kesimpulan dan pemahaman materi lebih lanjut tentang tegangan, regangan, dan modulus elastisitas	✓	Peserta didik menyimpulkan dan mengemukakan apa yang dimaksud elastisitas, tegangan, regangan dan modulus elastisitas Guru mendampingi peserta didik dalam menyimpulkan jawaban yang diperoleh dalam percobaan	✓
		Guru memberikan tugas peserta didik untuk mempelajari materi elastisitas dan hukum Hooke untuk eksperimen pada pertemuan yang akan datang	✓	Peserta didik mengumpulkan LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i>	✓
		Guru memberikan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law and Masses and Spring</i> untuk eksperimen pada pertemuan yang akan datang atau peserta didik dapat mengunduh secara mandiri			

	Guru menutup pelajaran dengan salam.			
--	--------------------------------------	--	--	--

KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

Pada saat membagikan soal pretest, guru kurang meng kondisikan peserta didik dengan baik. Sebaiknya kondisikan kelas terlebih dahulu sebelum membagikan soal pretest, agar peserta didik tertib.

Klaten, 15 Agustus 2018

Observer,

Jati Widowati
NIM. 14513241035

b. Pertemuan II

Materi : Elastisitas dan Hukum Hooke

Pertemuan Ke : II

Tanggal : 21 Agustus 2018

No.	Sintaks/ Tahapan STEM-PBL	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Kegiatan Peserta Didik	Keterlaksanaan	
			Ya	Tidak		Ya	Tidak
1.	PBL Tahap I: <i>Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	Guru mengkondisikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik)			Peserta didik menjawab salam dari guru.		
		Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.	✓		Peserta didik memperhatikan penjelasan guru	✓	
		Guru membagi peserta didik menjadi 8 kelompok (4 orang/ kelompok)	✓		Peserta didik membagi diri menjadi 8 kelompok (4 orang/ kelompok)	✓	
		Guru membagikan LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i> : Elastisitas dan Hukum Hooke untuk setiap kelompok	✓		Peserta didik menerima LKPD LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i> : Elastisitas dan Hukum Hooke untuk setiap kelompok	✓	

		Guru memberikan pertanyaan/ permasalahan berkaitan dengan beberapa fakta dalam LKPD <i>PhET Simulation I : Mengapa tongkat atlet pelompat galah dapat kembali kebentuk semula setelah ditarik dan dilepaskan saat melompat?</i> <i>(STEM : science)</i>	Peserta didik mendiskusikan permasalahan yang berkaitan dengan beberapa fakta dalam LKPD <i>PhET Simulation I.</i>
2.	PBL Tahap 2: <i>Mengorganisasi peserta didik untuk belajar</i>	Guru membimbing peserta didik untuk membuat hipotesis sementara mengenai materi elastisitas dan hukum Hooke <i>(STEM : science)</i>	Peserta didik membuat hipotesis umum dari elastisitas yang berkaitan dengan permasalahan <i>(STEM : science)</i>
		Guru memberikan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law and Masses and Spring</i> dan memberi contoh simulasi singkat.	Peserta didik menyiapkan alat simulasi berupa <i>PC/laptop</i> dan file <i>PhET Simulation : Hooke's Law and Masses and Spring</i>
		Guru membimbing peserta didik dalam kegiatan percobaan simulasi	Peserta didik melakukan percobaan simulasi sesuai dengan

				langkah/prosedur berbantuan <i>PhET Simulation I</i> <i>(STEM : science, technology, engineering, mathematic)</i>	LKPD	
				Peserta didik mencatat hasil percobaan simulasi pada tabel data dalam LKPD berbantuan <i>PhET Simulation I</i> .		
3.	<i>PBL Tahap 3: Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok</i>	Guru membimbing peserta didik dalam melakukan analisis.	✓	Peserta didik melakukan analisis hasil percobaan simulasi dengan berdiskusi untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD berbantuan <i>PhET Simulation I</i> <i>(STEM : science, technology, engineering, mathematic)</i>		
4.	<i>PBL Tahap 4 : Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	Guru membimbing peserta didik untuk menerapkan pengetahuan elastisitas dan hukum Hooke yang telah di dapat pada konteks baru. <i>(STEM : science)</i>	✓	Peserta didik mengaitkan pengetahuan elastisitas dan hukum Hooke yang didapat terhadap materi selanjutnya.		

5.	PBL Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru mendampingi peserta didik dalam menyimpulkan jawaban yang diperoleh dalam percobaan	✓	Peserta didik dalam kelompok menyimpulkan dan mengemukakan apa yang dimaksud dengan elastisitas dan hukum Hooke, dan contoh fenomena elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari (<i>STEM : science</i>)
	Guru memberikan penegasan kesimpulan dan pemahaman materi lebih lanjut tentang elastisitas dan hukum Hooke.	✓	Peserta didik membandingkan hasil diskusi antar kelompok.	✓
	Guru memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik dan memberikan motivasi yang positif	✓	Peserta didik mengumpulkan LKPD berbantu <i>PhET Simulation I</i>	✓

	eksperimen pada pertemuan yang akan datang.			
	Guru menutup pelajaran dengan salam.	✓		

KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

Kelas kurang terordisikan saat guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok

.....
.....
.....
.....
.....

Klaten, 21 Agustus 2018

Observer,



Jati Widowati
NIM. 14513241035

c. Pertemuan III

Materi : Elastisitas dan Hukum Hooke

Pertemuan Ke : III

Tanggal : 28 Agustus 2016

No.	Sintaks/Tahapan STEM-PBL	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Kegiatan Peserta Didik		Keterlaksanaan Ya Tidak
			Ya	Tidak	Ya	Tidak	
1.	PBL Tahap I: <i>Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	Guru mengkondisikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik)	✓		Peserta didik menjawab salam dari guru.	✓	
		Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.	✓		Peserta didik memperhatikan penjelasan guru	✓	
		Guru membagi peserta didik menjadi 8 kelompok (4 orang/ kelompok)	✓		Peserta didik membagi diri menjadi 8 kelompok (4 orang/ kelompok)	✓	
		Guru membagikan LKPD berbantu <i>PhET Simulation II</i> : Susunan Pegas Seri dan Parallel untuk setiap kelompok	✓		Peserta didik menerima LKPD <i>PhET Simulation I</i> : Susunan Pegas Seri dan Parallel untuk setiap kelompok	✓	

	Guru memberikan pertanyaan/ permasalahan berkaitan dengan beberapa fakta dalam LKPD PhET Simulation II: Mengapa sepeda motor dengan sistem double-shockbreaker lebih nyaman/ ringan daripada sistem mono-shockbreaker ? <i>(STEM : science)</i>	✓	Peserta didik mendiskusikan permasalahan yang berkaitan dengan beberapa fakta dalam LKPD PhET Simulation II.	✓
2. PBL Tahap 2: <i>Mengorganisasi peserta didik untuk belajar</i>	Guru membimbing peserta didik untuk membuat hipotesis sementara mengenai materi materi konstanta pegas susunan pegas seri dan paralel <i>(STEM : science)</i>	✓	Peserta didik membuat hipotesis umum dari elastisitas yang berkaitan dengan permasalahan <i>(STEM : science)</i>	✓
	Guru memberikan file PhET Simulation : Hooke's Law dan memberi contoh simulasi singkat.	✓	Peserta didik menyiapkan alat simulasi berupa PC/laptop dan file PhET Simulation : Hooke's Law	✓
	Guru membimbing peserta didik dalam kegiatan percobaan simulasi	✓	Peserta didik melakukan percobaan simulasi sesuai dengan langkah/ prosedur pada LKPD berbantu PhET Simulation II	✓

			(<i>STEM : science, technology, engineering, mathematic</i>)	
Peserta didik mencatat hasil percobaan simulasi pada tabel data dalam LKPD berbantu PhET Simulation I.	✓			
3. PBL Tahap 3: Guru membimbing peserta didik dalam melakukan analisis hasil percobaan simulasi dengan berdiskusi untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD berbantu PhET Simulation II (<i>STEM : science, technology, engineering, mathematic</i>)	✓	Peserta didik melakukan analisis hasil percobaan simulasi dengan berdiskusi untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD berbantu PhET Simulation II (<i>STEM : science, technology, engineering, mathematic</i>)	✓	
4. PBL Tahap 4 : Guru membimbing peserta didik untuk menerapkan pengetahuan konstanta pegas susunan seri dan paralel yang telah di dapat pada konteks baru. (<i>STEM : science</i>)	✓	Peserta didik mengaitkan pengetahuan konstanta pegas susunan seri dan paralel yang didapat terhadap materi selanjutnya.	✓	

5.	PBL Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru mendampingi peserta didik dalam menyimpulkan jawaban yang diperoleh dalam percobaan	✓	Peserta didik dalam kelompok menyimpulkan dan mengemukakan perbedaan konstanta pegas susunan seri dan parallel, dan contoh fenomena penerapan susunan pagas seri dan parallel dalam kehidupan sehari-hari <i>(STEM : science)</i>	✓
		Guru memberikan kesimpulan kesimpulan perbedaan konstanta pegas susunan pegas seri dan parallel.	✓	Peserta didik dan guru membandingkan hasil diskusi antar kelompok.	✓
		Guru memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik dan memberikan motivasi yang positif	✓	Peserta didik mengumpulkan LKPD berbantu <i>PhET Simulation II</i>	✓

	eksperimen pada pertemuan yang akan datang.			
	Guru menutup pelajaran dengan salam.	✓		

KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

Sudah baik.....

.....
.....
.....
.....

Klaten, 28 Agustus 2018

Observer,

Jati Widowati
NIM. 14513241035

d. Pertemuan IV

No.	Sintaks/Tahapan STEM-PBL	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Kegiatan Peserta Didik		Keterlaksanaan
			Ya	Tidak	Ya	Tidak	
1.	PBL Tahap 1: Orientasi peserta didik kepada masalah	Guru mengkondisikan peserta didik mengikuti kegiatan pembelajaran (menyampaikan salam, menanyakan kabar, dan melakukan presensi peserta didik)			Peserta didik menjawab salam dari guru.		✓
		Guru menyampaikan judul materi yang akan dibahas dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.	✓		Peserta didik memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan guru	✓	
		Guru mereview materi dengan pertanyaan-pertanyaan <i>call back</i> mengenai materi pada pertemuan sebelumnya			Peserta didik merespon pertanyaan-pertanyaan <i>call back</i> dari guru	✓	
2.	PBL Tahap 2: Mengorganisasi	Guru membantu peserta didik memberikan penjelasan korelasi	✓		Peserta didik menjelaskan dan menggambarkan korelasi fenomena	✓	

	<i>peserta didik untuk belajar</i>	fenomena penerapan sifat elastisitas dan hukum Hooke sehari-hari <i>(STEM : science)</i>		penerapan sifat elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari <i>(STEM : science)</i>
3.	<i>PBL Tahap 3: Memimpin penyelidikan individual maupun kelompok</i>	Guru membimbing peserta didik dalam mengerjakan latihan-latihan di dalam buku	✓	Peserta didik mengerjakan latihan-latihan soal di depan kelas <i>(STEM : science and mathematic)</i>
4.	<i>PBL Tahap 4 : Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	Guru membimbing peserta didik dalam mengerjakan latihan-latihan soal di papan tulis	✓	Peserta didik mengerjakan latihan-latihan soal di papan tulis <i>(STEM : science and mathematic)</i>
5.	<i>PBL Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</i>	Guru mengoreksi peserta didik dalam mengerjakan latihan-latihan soal di depan papan tulis	✓	Peserta didik membandingkan hasil pengajaran latihan soal dengan hasil pengajaran soal latihan temannya di papan tulis <i>(STEM : science and mathematic)</i>
		Guru memberikan penegasan secara garis besar tentang materi elastisitas dan hukum Hooke	✓	Peserta didik memperhatikan penegasan materi dari guru

(STEM : science)				
Guru membagikan soal <i>posttest</i>	✓	Peserta didik mengerjakan <i>posttest</i> (35 menit)	✓	
		Peserta didik mengumpulkan jawaban dan lembar <i>posttest</i>	✓	
Guru menutup pelajaran dengan salam	✓			

KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

Hanya beberapa peserta didik dari sejumlah kelas ini yang aktif merespon guru. Motivasi dari guru untuk membuat peserta didik lebih aktif sangat diperlukan.

Klaten, 29 Agustus 2018

Observer,

Jati Widowati
NIM. 14513241035

KISI-KISI SOAL PRETEST

Nama Sekolah : SMA Negeri 2 Klaten

Jumlah Soal : 5 Soal

Mata Pelajaran : Fisika

Alokasi Waktu : 35 menit

Kelas/Semester : XI/I

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan												
					Valid	Tidak Valid													
1.	3.2.1 Peserta didik mampu menentukan karakteristik benda elastis dan benda tidak elastis	Disajikan dalam sebuah tabel, benda-benda yang mempunyai karakteristik elastis dan tidak elastis, peserta didik dapat menentukan karakteristik benda elastis dan benda tidak elastis	<table border="1" style="margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Karet Gelang</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Lilin plastisin</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Suspensi</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Tanah liat</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Kabel listrik</td> </tr> </tbody> </table> Berdasarkan tabel di atas, maka: <ol style="list-style-type: none"> Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! Bagaimana karakteristik benda elastis dan plastis? 	No.	Benda	1.	Karet Gelang	2.	Lilin plastisin	3.	Suspensi	4.	Tanah liat	5.	Kabel listrik	C3			No. 1
No.	Benda																		
1.	Karet Gelang																		
2.	Lilin plastisin																		
3.	Suspensi																		
4.	Tanah liat																		
5.	Kabel listrik																		
2.	3.2.2 Peserta didik mampu menghitung nilai tegangan,	Disajikan dalam ilustrasi sebuah kawat logam dengan diameter tertentu	Seutas kawat logam berdiameter 1,4 mm dan panjang 60 cm digantung beban bermassa 100 gram. Kawat tersebut bertambah panjang 0,3	C3			No. 2												

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan																		
					Valid	Tidak Valid																			
	regangan, dan modulus elastisitas	digantungi sebuah beban dan terjadi perubahan panjang, peserta didik mampu menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas	mm. Apabila percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2 , maka : a. Berapakah nilai tegangan dan regangan ? b. Berapakah nilai modulus Young kawat logam tersebut?																						
3.	3.2.3 Peserta didik mampu meng-analisis konstanta pegas melalui simulasi <i>PhET</i> dengan benar	Disajikan data tabel percobaan elastisitas benda dengan gaya dan perubahan panjang, peserta didik dapat menganalisis grafik dan menganalisis konstanta pegas	Pada percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>F (N)</th> <th>Δx (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>10</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>15</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>20</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>25</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>30</td> <td>6,0</td> </tr> </tbody> </table> Jika F adalah gaya dan Δx adalah pertambahan panjang pegas, maka: a. Gambarkan data dalam sebuah grafik hubungan F terhadap Δx !	No.	F (N)	Δx (cm)	1.	10	2,0	2.	15	3,0	3.	20	4,0	4.	25	5,0	5.	30	6,0	C4			No.3.
No.	F (N)	Δx (cm)																							
1.	10	2,0																							
2.	15	3,0																							
3.	20	4,0																							
4.	25	5,0																							
5.	30	6,0																							

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan
					Valid	Tidak Valid	
			<p>b. Bagaimana hubungan grafik F terhadap Δx?</p> <p>c. Berapakah konstanta pegas yang digunakan?</p>				
4.	3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada susunan pegas seri atau paralel melalui simulasi PhET dengan benar	Diberikan ilustrasi 3 pegas dengan konstanta pegas tertentu peserta didik dapat menghitung dan membandingkan nilai konstanta pegas pengganti yang dihasilkan	<p>Emi mempunyai tiga buah pegas k_1, k_2, dan k_3 dengan konstanta 120 N/m, 180 N/m, dan 360 N/m.</p> <p>Apabila Emi ingin mencoba menyusun ketiga pegas secara seri, setelah itu mencoba menyusun ketiga pegas secara paralel, maka :</p> <p>a. Berapakah konstanta gabungan ketiga pegas saat ia susun secara seri dan secara paralel ?</p>	C5			No. 5

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan
					Valid	Tidak Valid	
			b. Lebih besar manakah konstanta gabungan ketiga pegas tersebut? Apa maknanya ?				
3.2.5 Peserta didik mampu mengkorelasikan contoh fenomena penerapan sifat elastisitas bahan dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari	Diberikan ilustrasi penggunaan pegas pada <i>spring bed</i> , peserta didik dapat mengkorelasikan konsep susunan pegas, dan menentukan konstanta pegas pada aplikasi <i>spring bed</i>	Arka bermain lompat-lompatan di atas kasur pegas (<i>spring bed</i>) milik kakaknya, kemudian Arka berpindah melompat ke <i>spring bed</i> miliknya. Menurut Arka <i>spring bed</i> kakaknya lebih nyaman digunakan karena ia dapat melompat lebih tinggi.	a. Menurut kalian <i>spring bed</i> manakah yang mempunyai konstanta pegas lebih kecil dan lebih besar? Berikan alasan yang tepat ! b. Menurutmu bagaimanakah susunan pegas dalam <i>spring bed</i> ? Bagaimana perhitungan gaya dan konstanta pegas pada <i>spring bed</i> tersebut ?	C4			

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan
					Valid	Tidak Valid	
			c. Berilah 3 contoh lain korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari !				

KISI-KISI SOAL POSTTEST

Nama Sekolah : SMA Negeri 2 Klaten

Jumlah Soal : 5 Soal

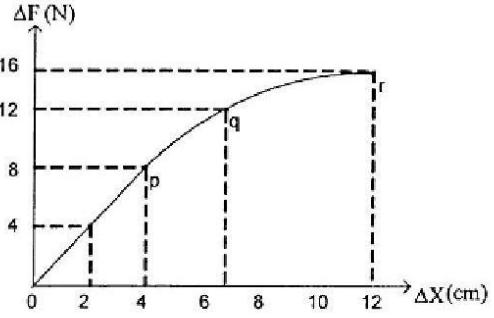
Mata Pelajaran : Fisika

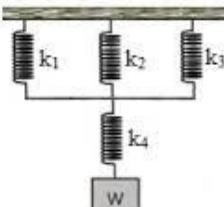
Alokasi Waktu : 30 menit

Kelas/Semester : XI/I

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan												
					Valid	Tidak Valid													
1.	3.2.1 Peserta didik mampu menentukan karakteristik benda elastis dan benda tidak elastis	Disajikan dalam sebuah tabel, benda-benda yang mempunyai karakteristik elastis dan tidak elastis, peserta didik dapat menentukan karakteristik benda elastis dan benda tidak elastis	<p>Andi mempunyai daftar benda berikut ini :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Trampolin</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Adonan kue</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td><i>shockbreaker</i></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td><i>Slime</i></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Tali jembatan</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! Bagaimana karakteristik benda elastis dan plastis? Bagaimana jika daya elastisitas dan plasisitas hilang? 	No.	Benda	1.	Trampolin	2.	Adonan kue	3.	<i>shockbreaker</i>	4.	<i>Slime</i>	5.	Tali jembatan	C3			No. 1
No.	Benda																		
1.	Trampolin																		
2.	Adonan kue																		
3.	<i>shockbreaker</i>																		
4.	<i>Slime</i>																		
5.	Tali jembatan																		

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan
					Valid	Tidak Valid	
2.	3.2.2 Peserta didik mampu menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas	Disajikan dalam ilustrasi sebuah tiang beton dengan ketinggian dan luas penampang lintang tertentu diberi sebuah beban, peserta didik mampu menghitung nilai tegangan, regangan, dan perubahan tinggi tiang.	Tiang beton mempunyai tinggi 5 meter dan luas penampang lintang 3 m^2 , menopang beban bermassa 30 ton. Modulus elastisitas beton tersebut = $2 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. Apabila percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2 , maka : a. Berapakah nilai tegangan dan regangan ? b. Berapakah nilai perubahan tinggi tiang tersebut?	C3			No. 2
3.	3.2.3 Peserta didik mampu meng-analisis konstanta pegas melalui percobaan <i>PhET Simulation</i> dengan benar	Disajikan grafik percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh grafik seperti di bawah ini.	Pada percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh grafik seperti di bawah ini.	C4			No.3

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan
					Valid	Tidak Valid	
			 <p>Jika F adalah gaya dan Δx adalah pertambahan panjang pegas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah konstanta pegas yang digunakan? Apa makna titik p, q, dan r dalam grafik tersebut? 				
4.	3.2.4 Peserta didik mampu membandingkan konstanta pegas pada susunan	Diberikan ilustrasi 3 pegas dengan konstanta pegas identik peserta didik dapat menghitung	Empat buah pegas identik disusun seperti gambar di bawah !	C5			No. 4

	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan
					Valid	Tidak Valid	
	pegas seri atau paralel melalui percobaan <i>PhET Simulation</i> dengan benar	dan membandingkan nilai konstanta pegas pengganti yang dihasilkan.	 <p>Jika massa beban 200 gram ($g = 10 \text{ m/s}^2$) digantung pada pegas k_4 dan bertambah panjang 4 cm. Maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah tetapan masing-masing pegas identik tersebut? Tentukan nilai konstanta susunan pegas tersebut ! Mengapa konstanta pegas paralel selalu lebih besar daripada konstanta pegas seri? 				
5.	3.2.5 Peserta didik mampu mengkorelasikan contoh fenomena penerapan	Diberikan ilustrasi penggunaan pegas pada <i>shockbreaker</i> , peserta didik dapat	<i>Shockbreaker</i> pada sepeda motor ada yang menggunakan sistem <i>mono-shockbreaker</i> dan <i>double shockbreaker</i> .	C4			No. 5

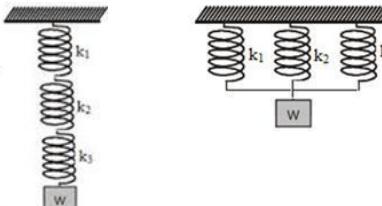
	Indikator	Indikator Soal	Soal	Ranah Kognitif	Validitas Isi		Keterangan
					Valid	Tidak Valid	
	sifat elastisitas bahan dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari	mengkorelasikan konsep susunan pegas, dan menentukan konstanta pegas pada aplikasi <i>shockbreaker</i> .	<p>a. Menurut kalian sepeda motor dengan <i>shockbreaker</i> manakah yang nyaman digunakan untuk berkendara ? Berikan alasan yang tepat !</p> <p>b. Bagaimanakah perhitungan gaya dan konstanta pegas pada kedua sistem tersebut?</p> <p>c. Berilah 3 contoh lain korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari !</p>				

PEDOMAN PENSKORAN SOAL PRETEST

No.	Soal		Jawaban	Skor											
1.	<table border="1" style="width: 100px; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Karet Gelang</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Lilin plastisin</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Suspensi</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Tanah liat</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Kabel listrik</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! Bagaimana karakteristik benda elastis dan plastis? 	No.	Benda	1.	Karet Gelang	2.	Lilin plastisin	3.	Suspensi	4.	Tanah liat	5.	Kabel listrik	<p>a. Karet gelang, suspensi, dan kabel listrik merupakan benda elastis. Sedangkan lilin plastisin dan tanah liat merupakan benda plastis</p> <p>b. Benda elastis merupakan benda yang dapat kembali kedalam keadaan semula setelah dikenai gaya luar (misal tarikan). Sedangkan benda plastis merupakan benda dengan elastisitas yang telah hilang, sehingga ketika dikenai gaya luar benda tidak akan dapat kembali seperti keadaan awal.</p>	4 4
No.	Benda														
1.	Karet Gelang														
2.	Lilin plastisin														
3.	Suspensi														
4.	Tanah liat														
5.	Kabel listrik														
2.	<p>Seutas kawat logam berdiameter 1,4 mm dan panjang 60 cm digantung beban bermassa 100 gram. Kawat tersebut bertambah panjang 0,3 mm. Apabila percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2, maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah nilai tegangan dan regangan ? Berapakah nilai modulus Young kawat logam tersebut? 	<p>Diketahui :</p> $d = 1,4 \text{ mm}$ $r = 0,7 \text{ mm} = 7 \times 10^{-4} \text{ m}$ $m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$ $l_0 = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$ $\Delta l = 0,3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	1												

No.	Soal	Jawaban	Skor
		<p>Ditanya :</p> <p>a. σ dan $e = \dots\dots\dots$?</p> <p>b. $Y = \dots\dots\dots$?</p> <p>Dijawab :</p> <p>a. σ dan e</p> $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{mg}{\pi r^2}$ $= \frac{0,1 \times 10}{\frac{22}{7} (7 \times 10^{-4})^2} = \frac{1}{(154 \times 10^{-8})}$ $\sigma = \frac{1}{154} \times 10^8 \text{ N/m}^2 = 6,49 \times 10^5 \text{ N/m}^2$	1
		$e = \frac{\Delta l}{l_0}$ $= \frac{3 \times 10^{-4}}{0,6} = 5 \times 10^{-4}$	2
		<p>b. Y</p> $Y = \frac{\sigma}{e}$ $= \frac{6,49 \times 10^5}{5 \times 10^{-4}}$	2

No.	Soal	Jawaban	Skor																		
		$= 1,298 \times 10^5 = 1,3 \times 10^5 N/m^2$																			
3.	<p>Pada percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>F (N)</th> <th>Δx (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>10</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>15</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>20</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>25</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>30</td> <td>6,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jika F adalah gaya dan Δx adalah pertambahan panjang pegas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> Gambarkan data dalam sebuah grafik hubungan F dengan Δx ! Bagaimana hubungan grafik F dengan Δx ? Berapakah konstanta pegas yang digunakan? 	No.	F (N)	Δx (cm)	1.	10	2,0	2.	15	3,0	3.	20	4,0	4.	25	5,0	5.	30	6,0	<p>a. Grafik Hubungan F dengan Δx</p> <p>Grafik hubungan F dengan Δx merupakan grafik dengan garis lurus (linear).</p> <p>b. $F = k \Delta x$</p> $k = \frac{F}{\Delta x}$ $= \frac{10 \text{ N}}{0,02 \text{ m}} = 500 \text{ N/m}$	<p>4</p> <p>2</p> <p>2</p>
No.	F (N)	Δx (cm)																			
1.	10	2,0																			
2.	15	3,0																			
3.	20	4,0																			
4.	25	5,0																			
5.	30	6,0																			

No.	Soal	Jawaban	Skor
4.	<p>Emi mempunyai tiga buah pegas k_1, k_2, dan k_3 dengan konstanta 120 N/m, 180 N/m, dan 360 N/m.</p>  <p>Apabila Emi ingin mencoba menyusun ketiga pegas secara seri, setelah itu mencoba menyusun ketiga pegas secara paralel, maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah konstanta gabungan ketiga pegas saat ia susun secara seri dan secara paralel ? Lebih besar manakah konstanta gabungan ketiga pegas tersebut? Apa maknanya? 	<p>a. Diketahui :</p> $k_1 = 120 \text{ N/m}$ $k_2 = 180 \text{ N/m}$ $k_3 = 360 \text{ N/m}$ <p>Ditanya :</p> $k_s \text{ dan } k_p = \dots \dots \dots \text{ ?}$ <p>Dijawab :</p> <ul style="list-style-type: none"> • k_s $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$ $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{120} + \frac{1}{180} + \frac{1}{360}$ $\frac{1}{k_s} = \frac{3+2+1}{360} = \frac{6}{360}$ $k_s = \frac{360}{6} = 60 \text{ N/m}$ <ul style="list-style-type: none"> • k_p $k_p = k_1 + k_2 + k_3$ $k_p = 120 + 180 + 360$ $k_p = 660 \text{ N/m}$ <p>b. Konstanta gabungan pegas paralel lebih besar daripada konstanta gabungan pegas seri.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

No.	Soal	Jawaban	Skor
5.	<p>Arka bermain lompat-lompatan di atas kasur pegas (<i>spring bed</i>) milik kakaknya, kemudian Arka berpindah melompat ke <i>spring bed</i> miliknya. Menurut Arka <i>spring bed</i> kakaknya lebih nyaman digunakan karena ia dapat melompat lebih tinggi.</p> <p>a. Menurut kalian <i>spring bed</i> manakah yang mempunyai konstanta pegas lebih kecil dan lebih besar? Berikan alasan yang tepat !</p> <p>b. Menurutmu bagaimanakah susunan pegas dalam <i>spring bed</i>? Bagaimana perhitungan gaya dan konstanta pegas pada <i>spring bed</i> tersebut ?</p> <p>c. Berilah 3 contoh lain korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari !</p>	<p>a. <i>spring bed</i> kakak Arka mempunyai konstanta pegas yang lebih kecil daripada <i>spring bed</i> milik Arka. Karena semakin kecil konstanta pegas maka akan semakin elastis, sedangkan semakin besar konstanta pegas maka akan semakin kaku sehingga lompatan Arka kurang nyaman dan kurang tinggi.</p> <p>b. (Pembagian gaya) Susunan pegas dalam <i>spring bed double</i> merupakan susunan pegas paralel. Maka perhitungan konstanta pegas dapat ditentukan dengan :</p> $k_p = k_1 + k_2 + k_3$ <p>c. 3 contoh korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Karet gelang/ karet ketapel yang ditarik dan dilepas - Busur panah saat ditarik dan dilepas - Trampolin 	2 2 4
	Jumlah Skor		40

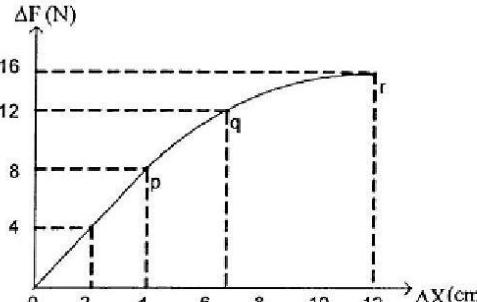
$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

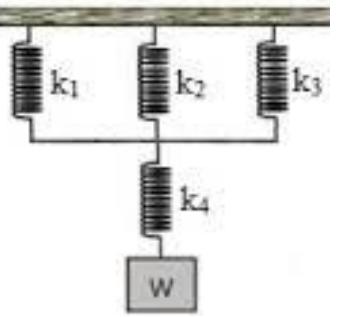
$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{40} \times 100$$

PEDOMAN PENSKORAN SOAL POSTTEST

No.	Soal	Jawaban	Skor												
1.	<p>Andi mempunyai daftar benda berikut ini :</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Trampolin</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Adonan kue</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td><i>shockbreaker</i></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td><i>Slime</i></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Tali jembatan</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <p>a. Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! b. Bagaimana karakteristik benda elastis dan plastis? Bagaimana jika daya elastisitas dan plasisitas hilang?</p>	No.	Benda	1.	Trampolin	2.	Adonan kue	3.	<i>shockbreaker</i>	4.	<i>Slime</i>	5.	Tali jembatan	<p>a. Trampolin, <i>shockbreaker</i>, dan tali jembatan merupakan benda elastis. Sedangkan adonan kue dan slime merupakan benda plastis.</p> <p>b. Benda elastis merupakan benda yang dapat kembali kedalam keadaan semula setelah dikenai gaya luar (misal tarikan). Sedangkan benda plastis merupakan benda dengan elastisitas yang telah hilang, sehingga ketika dikenai gaya luar benda tidak akan dapat kembali seperti keadaan awal.</p> <p>Daya elastisitas dan plasisitas hilang maka benda akan patah/putus atau terjadi <i>breakdown</i></p>	4 2 2
No.	Benda														
1.	Trampolin														
2.	Adonan kue														
3.	<i>shockbreaker</i>														
4.	<i>Slime</i>														
5.	Tali jembatan														
2.	<p>Tiang beton mempunyai tinggi 5 meter dan luas penampang lintang 3 m^2, menopang beban bermassa 30 ton. Modulus elastisitas beton tersebut = $2 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. Apabila percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2, maka :</p> <p>a. Berapakah nilai tegangan dan regangan ? b. Berapakah nilai perubahan tinggi tiang tersebut?</p>	<p>Diketahui :</p> $l_0 = 5 \text{ m}$ $A = 3 \text{ m}^2$ $m = 30 \text{ ton} = 30.000 \text{ kg}$ $Y = 2 \times 10^{-10} \text{ N/m}^2$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	1												

No.	Soal	Jawaban	Skor
		<p>Ditanya :</p> <p>a. σ dan $e = \dots\dots\dots$?</p> <p>b. $\Delta l = \dots\dots\dots$?</p> <p>Dijawab :</p> <p>a. σ dan e</p> $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$ $= \frac{30.000 \times 10}{3}$ $\sigma = 100.000 = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ $Y = \frac{\sigma}{e}$ $e = \frac{\sigma}{Y}$ $= \frac{1 \times 10^5}{2 \times 10^{10}}$ $e = 5 \times 10^{-6}$ <p>b. $e = \frac{\Delta l}{l_0}$</p> $\Delta l = e \cdot l_0$ $= 5 \times 10^{-6} \cdot 5$ $\Delta l = 25 \times 10^{-6} \text{ m} = 25 \times 10^{-3} \text{ mm} = 0,025 \text{ mm}$	1 2 2 2

No.	Soal	Jawaban	Skor
3.	<p>Pada percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh grafik seperti di bawah ini.</p>  <p>Jika F adalah gaya dan Δx adalah pertambahan panjang pegas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah konstanta pegas yang digunakan? Apa makna titik p, q, dan r dalam grafik tersebut? 	<p>a. Diketahui :</p> $F_1 = 4 \text{ N}$ $F_2 = 8 \text{ N}$ $\Delta x_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $\Delta x_2 = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$ <p>(Gunakan salah satu saja)</p> <p>Ditanya :</p> $k = \dots \dots \dots ?$ <p>Dijawab :</p> $F = k \Delta x$ $k = \frac{F}{\Delta x} \quad \text{atau} \quad k = \frac{F}{\Delta x}$ $= \frac{4 \text{ N}}{0,02 \text{ m}} = 200 \text{ N/m} \quad = \frac{8 \text{ N}}{0,04 \text{ m}} = 200 \text{ N/m}$ <p>b. Makna titik p, q, dan r pada grafik adalah :</p> <p>Titik p : merupakan batas elastisitas (berlaku hukum Hooke)</p> <p>Titik q : merupakan batas daerah plastis</p> <p>Titik r : merupakan batas titik jenuh/ patah / breakdown</p>	1 1 2 4

No.	Soal	Jawaban	Skor
4.	<p>Empat buah pegas identik disusun seperti gambar di bawah !</p>  <p>Jika massa beban 200 gram ($g = 10 \text{ m/s}^2$) digantung pada pegas k_4 dan bertambah panjang 4 cm. Maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah tetapan masing-masing pegas identik tersebut? Tentukan nilai konstanta susunan pegas tersebut ! Mengapa konstanta pegas paralel selalu lebih besar daripada konstanta pegas seri ? 	<p>Diketahui :</p> $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 \text{ (identik)}$ $m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$ $\Delta x_4 = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ <p>Ditanya :</p> <ol style="list-style-type: none"> $k_1, k_2, k_3 \text{ dan } k_4 = \dots \dots \dots ?$ $k_{tot} = \dots \dots \dots ?$ <p>Dijawab :</p> <ol style="list-style-type: none"> $k_1, k_2, k_3 \text{ dan } k_4$ $W = F = m \cdot g$ $= 0,2 \cdot 10$ $W = 3 \text{ N}$ $k_4 = \frac{F_4}{\Delta x_4}$ $= \frac{2}{0,04}$ $k_4 = 50 \text{ N/m}$ <p>Pegas identik maka :</p> $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 50 \text{ N/m}$	1 1 1

No.	Soal	Jawaban	Skor
		<p>b. k_{tot}</p> $\frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{k_p} + \frac{1}{k_4}$ $k_p = k_1 + k_2 + k_3$ $= 50 + 50 + 50$ $k_p = 150 \text{ N/m}$ $\frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{k_p} + \frac{1}{k_4}$ $\frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{150} + \frac{1}{50}$ $\frac{1}{k_{tot}} = \frac{4}{150}$ $k_{tot} = \frac{150}{4} = 37,5 \text{ N/m}$	1
		<p>c. Konstanta gabungan pegas paralel lebih besar daripada konstanta gabungan pegas seri dikarenakan adanya gaya yang terbagi pada pegas yang disusun secara paralel ($F=F_1 + F_2$). Sedangkan dalam pegas yang disusun secara seri gaya yang bekerja sama dan tidak terbagi ($F=W=m.g$).</p>	2

No.	Soal	Jawaban	Skor
5.	<p><i>Shockbreaker</i> pada sepeda motor ada yang menggunakan sistem <i>mono-shockbreaker</i> dan <i>double shockbreaker</i>.</p> <p>a. Menurut kalian sepeda motor dengan <i>shockbreaker</i> manakah yang nyaman digunakan untuk berkendara ? Berikan alasan yang tepat !</p> <p>b. Bagaimanakah perhitungan gaya dan konstanta pegas pada kedua sistem tersebut ?</p> <p>c. Berilah 3 contoh lain korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari !</p>	<p>a. Lebih nyaman dengan sepeda motor <i>double-shockbreaker</i>. Karena dengan <i>double-shockbreaker</i> berkendara akan terasa ringan, karena beban terbagi dalam 2 pegas.</p> <p>b. (Pembagian gaya) Pada sistem <i>double shockbreaker</i> terdapat pembagian gaya oleh kedua <i>shockbreaker</i>. Sedangkan pada sistem <i>mono-shockbreaker</i> gaya hanya bekerja pada satu <i>shockbreaker</i>.</p> <p>(Perhitungan konstanta pegas) Pada sistem <i>double shockbreaker</i> dapat dianalogikan dengan 2 pegas yang disusun paralel yang diberi beban. Maka perhitungan konstanta pegas dapat ditentukan dengan :</p> $k_p = k_1 + k_2 + k_3$ <p>Sedangkan pada sistem <i>mono-shockbreaker</i> dapat dianalogikan dengan sebuah pegas yang diberi beban. Maka perhitungan konstanta pegas dapat ditentukan dengan :</p> $k = \frac{F}{\Delta x}$	2 2 1 1

No.	Soal	Jawaban	Skor
		c. 3 contoh korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari : - Karet gelang/ karet ketapel yang ditarik dan dilepas - Busur panah saat ditarik dan dilepas - Trampolin	2
	Jumlah Skor		40

$$Nilai = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

$$Nilai = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{40} \times 100$$

ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE
(*Pretest*)

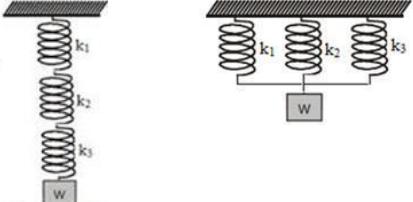
Nama	:	
No	:	
Hari, Tanggal	:	

Petunjuk :

- 1) Bacalah seluruh soal sebelum Anda mengerjakannya !
- 2) Kerjakanlah terlebih dahulu soal-soal yang Anda anggap mudah !
- 3) Gunakanlah jawaban uraian penyelesaian dengan urutan diketahui, ditanyakan, dan dijawab.
- 4) Periksalah pekerjaan Anda sebelum diserahkan kepada pengawas!

No.	Soal		Jawaban												
1.	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">No.</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Karet Gelang</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">2.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Lilin plastisin</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">3.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Suspensi</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">4.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Tanah liat</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">5.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Kabel listrik</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! b. Bagaimana karakteristik benda elastis dan plastis? 	No.	Benda	1.	Karet Gelang	2.	Lilin plastisin	3.	Suspensi	4.	Tanah liat	5.	Kabel listrik		
No.	Benda														
1.	Karet Gelang														
2.	Lilin plastisin														
3.	Suspensi														
4.	Tanah liat														
5.	Kabel listrik														

No.	Soal	Jawaban																		
2.	<p>Seutas kawat logam berdiameter 1,4 mm dan panjang 60 cm digantung beban bermassa 100 gram. Kawat tersebut bertambah panjang 0,3 mm. Apabila percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2, maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah nilai tegangan dan regangan ? Berapakah nilai modulus Young kawat logam tersebut? 																			
3.	<p>Pada percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>F (N)</th> <th>Δx (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>10</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>15</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>20</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>25</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>30</td> <td>6,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jika F adalah gaya dan Δx adalah pertambahan panjang pegas, maka:</p>	No.	F (N)	Δx (cm)	1.	10	2,0	2.	15	3,0	3.	20	4,0	4.	25	5,0	5.	30	6,0	
No.	F (N)	Δx (cm)																		
1.	10	2,0																		
2.	15	3,0																		
3.	20	4,0																		
4.	25	5,0																		
5.	30	6,0																		

No.	Soal	Jawaban
	<p>a. Gambarkan data dalam sebuah grafik hubungan F dengan Δx ! Bagaimana hubungan grafik F dengan Δx ?</p> <p>b. Berapakah konstanta pegas yang digunakan?</p>	
4.	<p>Emi mempunyai tiga buah pegas k_1, k_2, dan k_3 dengan konstanta 120 N/m, 180 N/m, dan 360 N/m.</p>  <p>Apabila Emi ingin mencoba menyusun ketiga pegas secara seri, setelah itu mencoba menyusun ketiga pegas secara paralel, maka :</p> <p>a. Berapakah konstanta gabungan ketiga pegas saat ia susun secara seri dan secara paralel ?</p> <p>b. Lebih besar manakah konstanta gabungan ketiga pegas tersebut? Apa maknanya?</p>	

No.	Soal	Jawaban
5.	<p>Arka bermain lompat-lompatan di atas kasur pegas (<i>spring bed</i>) milik kakaknya, kemudian Arka berpindah melompat ke <i>spring bed</i> miliknya. Menurut Arka <i>spring bed</i> kakaknya lebih nyaman digunakan karena ia dapat melompat lebih tinggi.</p> <ol style="list-style-type: none"> Menurut kalian <i>spring bed</i> manakah yang mempunyai konstanta pegas lebih kecil dan lebih besar? Berikan alasan yang tepat ! Menurutmu bagaimanakah susunan pegas dalam <i>spring bed</i>? Bagaimana perhitungan gaya dan konstanta pegas pada <i>spring bed</i> tersebut ? Berilah 3 contoh lain korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari ! 	
	Nilai	

Lampiran II.7 Contoh Pengerajan Soal *Pretest* dan *Posttest*

a. *Pretest*

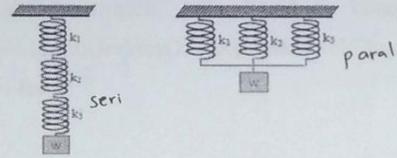
ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE		
<i>(Pretest)</i>		
Nama	:	Putut Ari Tri W.
No	:	26
Hari, Tanggal	:	Selasa, 14 Agustus 2018

Petunjuk :

- 1) Bacalah seluruh soal sebelum Anda mengerjakannya !
- 2) Kerjakanlah terlebih dahulu soal-soal yang Anda anggap mudah !
- 3) Gunakanlah jawaban uraian penyelesaian dengan urutan diketahui, ditanyakan, dan dijawab.
- 4) Periksalah pekerjaan Anda sebelum diserahkan kepada pengawas!

No.	Soal	Jawaban												
1.	<p>Karet gelang merupakan benda elastis</p> <table border="1" style="margin-bottom: 5px; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 90%;">Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.</td><td>Karet Gelang</td></tr> <tr><td>2.</td><td>Lilin plastisin</td></tr> <tr><td>3.</td><td>Suspensi</td></tr> <tr><td>4.</td><td>Tanah liat</td></tr> <tr><td>5.</td><td>Kabel listrik</td></tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! b. Bagaimana karakteristik benda elastis dan plastis? 	No.	Benda	1.	Karet Gelang	2.	Lilin plastisin	3.	Suspensi	4.	Tanah liat	5.	Kabel listrik	<p>a. Elastis : karet gelang , suspensi , Plastis : lilin plastisin , tanah liat , kabel listrik</p> <p>b. Elastis : benda dapat kembali ke bentuk asalnya Plastis : benda tidak dapat kembali ke bentuk asalnya.</p>
No.	Benda													
1.	Karet Gelang													
2.	Lilin plastisin													
3.	Suspensi													
4.	Tanah liat													
5.	Kabel listrik													

No.	Soal	Jawaban																		
2.	<p>Seutas kawat logam berdiameter 1,4 mm dan panjang 60 cm digantungi beban bermassa 100 gram. Kawat tersebut bertambah panjang 0,3 mm. Apabila percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2, maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah nilai tegangan dan regangan ? Berapakah nilai modulus Young kawat logam tersebut? 	<p>Diket :</p> $d = 1,4 \text{ mm}$ $L = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$ $m = 100 \text{ gr} = 0,1 \text{ kg}$ $\Delta x = 0,3 \text{ mm}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ <p>Ditanya :</p>																		
3.	<p>Pada percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>F (N)</th> <th>Δx (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>10</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>15</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>20</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>25</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>30</td> <td>6,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jika F adalah gaya dan Δx adalah pertambahan panjang pegas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> Gambarkan data dalam sebuah grafik hubungan F dengan Δx ! Bagaimana hubungan grafik F dengan Δx ? Berapakah konstanta pegas yang digunakan? 	No.	F (N)	Δx (cm)	1.	10	2,0	2.	15	3,0	3.	20	4,0	4.	25	5,0	5.	30	6,0	<p>a.</p> <p>b.</p> $k = \frac{F}{\Delta x}$ $= \frac{10}{2} = \frac{10 \text{ N}}{0,02 \text{ m}}$ $= 500 \text{ N/m}$ $k = \frac{F}{\Delta x}$ $= \frac{15}{3} = \frac{15}{0,03} = 500 \text{ N/m}$
No.	F (N)	Δx (cm)																		
1.	10	2,0																		
2.	15	3,0																		
3.	20	4,0																		
4.	25	5,0																		
5.	30	6,0																		

No.	Soal	Jawaban
4.	<p>Emi mempunyai tiga buah pegas dengan konstanta 120 N/m, 180 N/m, dan 360 N/m.</p>  <p>Apabila Emi ingin mencoba menyusun ketiga pegas secara seri, setelah itu mencoba menyusun ketiga pegas secara paralel, maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah konstanta gabungan ketiga pegas saat ia susun secara seri dan secara paralel ? Lebih besar manakah konstanta gabungan ketiga pegas tersebut? Apa maknanya? 	<p>Diketahui :</p> $k_1 = 120 \text{ N/m}$ $k_2 = 180 \text{ N/m}$ $k_3 = 360 \text{ N/m}$

a. seri

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{120} + \frac{1}{180} + \frac{1}{360}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{3+2+1}{360}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{6}{360}$$

$$k_s = \frac{360}{6}$$

$$k_s = 60 \text{ N/m}$$

$$k_p = k_1 + k_2 + k_3$$

$$k_p = 120 + 180 + 360$$

$$k_p = 660 \text{ N/m}$$

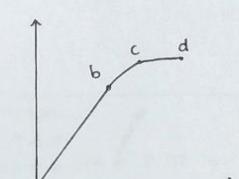
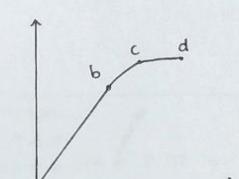
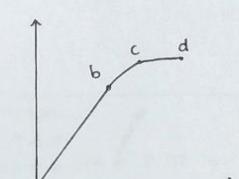
b. Konstanta gabungan ketiga pegas tersebut lebih besar apabila disusun secara paralel.

No.	Soal	Jawaban
5.	<p>Arka bermain lompat-lompatan di atas kasur pegas (<i>spring bed</i>) milik kakaknya. Kemudian Arka berpindah melompat ke <i>spring bed</i> miliknya. Menurut Arka <i>spring bed</i> kakaknya lebih nyaman digunakan karena ia dapat melompat lebih tinggi.</p> <p>a. Menurut kalian <i>spring bed</i> manakah yang mempunyai konstanta pegas lebih kecil dan lebih besar? Berikan alasan yang tepat !</p> <p>b. Menurutmu bagaimanakah susunan pegas dalam <i>spring bed</i>? Bagaimana perhitungan gaya dan konstanta pegas pada <i>spring bed</i> tersebut ?</p> <p>c. Berilah 3 contoh lain korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari !</p>	<p>a. Spring bed yang mempunyai konstanta pegas lebih kecil adalah <i>spring bed</i> milik kakaknya.</p> <p>b. Susunan pegas dalam <i>spring bed</i> tersebut adalah paralel .</p> $k = \frac{F}{\Delta x}$ <p>k = konstanta (N/m) F = gaya (N) Δx = pertambahan panjang pegas (m)</p> <p>c. Karet gelang , suspensi, ban dalam bekas.</p>

Nilai

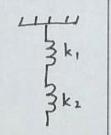
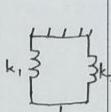
$$\frac{30}{40} \times 100 = 75$$

b. Posttest

ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE																			
<i>(Posttest)</i>																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Nama</td> <td>:</td> <td>Puput Ari Tri Wijayanti</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>:</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Hari, Tanggal</td> <td>:</td> <td>Rabu, 29 Agustus 2018</td> </tr> </table>	Nama	:	Puput Ari Tri Wijayanti	No	:	26	Hari, Tanggal	:	Rabu, 29 Agustus 2018										
Nama	:	Puput Ari Tri Wijayanti																	
No	:	26																	
Hari, Tanggal	:	Rabu, 29 Agustus 2018																	
<p>Petunjuk :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Bacalah seluruh soal sebelum Anda mengerjakannya ! 2) Kerjakanlah terlebih dahulu soal-soal yang Anda anggap mudah ! 3) Gunakanlah jawaban uraian penyelesaian dengan urutan diketahui, ditanyakan, dan dijawab. 4) Periksalah pekerjaan Anda sebelum diserahkan kepada pengawas! 																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 90%;">Soal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td> Andi mempunyai daftar benda berikut ini : <table border="1" style="margin-top: 5px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 90%;">Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Trampolin</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Adonan kue</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>shockbreaker</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Slime</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Tali jembatan</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! b. Bagaimana jika daya elastisitas dan plastisitas hilang? </td> </tr> </tbody> </table>	No.	Soal	1.	Andi mempunyai daftar benda berikut ini : <table border="1" style="margin-top: 5px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 90%;">Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Trampolin</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Adonan kue</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>shockbreaker</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Slime</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Tali jembatan</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! b. Bagaimana jika daya elastisitas dan plastisitas hilang? 	No.	Benda	1.	Trampolin	2.	Adonan kue	3.	shockbreaker	4.	Slime	5.	Tali jembatan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Jawaban</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> a. Elastis : trampolin, shockbreaker, tali jembatan Plastis : adonan kue, slime b. benda akan putus  $a - b$ = batas suatu benda bersifat elastis $b - c$ = batas suatu benda bersifat plastis $c - d$ = batas suatu benda akan putus (break down) </td> </tr> </tbody> </table>	Jawaban	a. Elastis : trampolin, shockbreaker, tali jembatan Plastis : adonan kue, slime b. benda akan putus  $a - b$ = batas suatu benda bersifat elastis $b - c$ = batas suatu benda bersifat plastis $c - d$ = batas suatu benda akan putus (break down)
No.	Soal																		
1.	Andi mempunyai daftar benda berikut ini : <table border="1" style="margin-top: 5px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 90%;">Benda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Trampolin</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Adonan kue</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>shockbreaker</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Slime</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Tali jembatan</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Tentukan benda yang bersifat elastis dan plastis ! b. Bagaimana jika daya elastisitas dan plastisitas hilang? 	No.	Benda	1.	Trampolin	2.	Adonan kue	3.	shockbreaker	4.	Slime	5.	Tali jembatan						
No.	Benda																		
1.	Trampolin																		
2.	Adonan kue																		
3.	shockbreaker																		
4.	Slime																		
5.	Tali jembatan																		
Jawaban																			
a. Elastis : trampolin, shockbreaker, tali jembatan Plastis : adonan kue, slime b. benda akan putus  $a - b$ = batas suatu benda bersifat elastis $b - c$ = batas suatu benda bersifat plastis $c - d$ = batas suatu benda akan putus (break down)																			

No.	Soal	Jawaban
2.	<p>Tiang beton mempunyai tinggi 5 meter dan luas penampang lintang 3 m^2, menopang beban bermassa 30 ton. Modulus elastisitas beton tersebut = $2 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. Apabila percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2, maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah nilai tegangan dan regangan ? Berapakah nilai perubahan tinggi tiang tersebut? <p>Diket :</p> $t = 5 \text{ m}$ $A = 3 \text{ m}^2$ $m = 30 \text{ ton} = 30.000 \text{ kg}$ $y = 2 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ <p>Ditanya :</p> <ol style="list-style-type: none"> $\sigma = \dots ?$ $e = \dots ?$ <p>Jawab :</p> <p>a) $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{30.000 \cdot 10}{3}$</p> $= 100.000 \text{ N/m}^2$ <p>b) $e = \frac{\Delta l}{l_0}$</p> $2 \cdot 10^{10} = \frac{\Delta l}{5}$ $\Delta l = 5 \cdot 2 \cdot 10^5$ $\Delta l = 10 \cdot 10^5 \text{ m}$	$y = \frac{\sigma}{e} \rightarrow e = \frac{\sigma}{y}$ $2 \cdot 10^{10} = \frac{100.000}{e}$ $2 \cdot 10^{10} = \frac{1 \cdot 10^5}{e}$ $e = \frac{2 \cdot 10^{10}}{1 \cdot 10^5}$ $e = 2 \cdot 10^5$ <p>b) $e = \frac{\Delta l}{l_0}$</p> $2 \cdot 10^5 = \frac{\Delta l}{5}$ $\Delta l = 5 \cdot 2 \cdot 10^5$ $\Delta l = 10 \cdot 10^5 \text{ m}$
3.	<p>Pada percobaan elastisitas suatu pegas diperoleh grafik seperti di bawah ini.</p> <p>Jika F adalah gaya dan Δx adalah pertambahan panjang pegas, maka:</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah konstanta pegas yang digunakan? Apa makna titik p, q, dan r dalam grafik tersebut? 	<p>Diketahui :</p> $F_1 = 4 \text{ N}$ $\Delta x_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ <p>Ditanya :</p> $k = \dots ?$ <p>Jawab :</p> $F = k \cdot \Delta x$ $k = \frac{F}{\Delta x}$ $= \frac{4}{0,02}$ $= 200 \text{ N/m}$ <p>b) p = batas elastis q = batas plastis r = batas break down</p> <p>4</p>

No.	Soal	Jawaban
4.	<p>Tiga buah pegas identik disusun seperti gambar di bawah !</p> <p>Jika massa beban 200 gram ($g = 10 \text{ m/s}^2$) digantung pada pegas k_4 bertambah panjang 4 cm. Maka :</p> <ol style="list-style-type: none"> Berapakah tetapan masing-masing pegas identik tersebut? Tentukan nilai konstanta susunan pegas tersebut ! Mengapa konstanta pegas paralel selalu lebih besar daripada konstanta pegas seri ? <p>Diketahui : $m = 200 \text{ gr} = 200 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 0,2 \text{ kg}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $\Delta x = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$</p> <p>a) $F = k \cdot \Delta x$</p> $k = \frac{F}{\Delta x}$ $= \frac{0,2 \cdot 10}{4 \cdot 10^{-2}}$ $= \frac{2}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,5 \cdot 10^2 = 5 \cdot 10^1 \text{ N/m} = 50 \text{ N/m}$	<p>b) $k_p = 50 + 50 + 50 = 150 \text{ N/m}$</p> $\frac{1}{k_{\text{tot}}} = \frac{1}{k_s} + \frac{1}{k_p}$ $= \frac{1}{50} + \frac{1}{150}$ $= \frac{3+1}{150}$ $= \frac{4}{150}$ $k_{\text{tot}} = \frac{150}{4} = 37,5 \text{ N/m}$ <p>c.) karena mencari konstanta pegas paralel hanya tinggal dijumlahkan saja sedangkan mencari konstanta pegas seri harus dibuat $\frac{1}{...}$ terlebih dahulu.</p>

No.	Soal	Jawaban
5.	<p>Shockbreaker pada sepeda motor ada yang menggunakan sistem <i>mono-shockbreaker</i> dan <i>double shockbreaker</i>.</p> <p>a. Menurut kalian sepeda motor dengan <i>shockbreaker</i> manakah yang nyaman digunakan untuk berkendara? Berikan alasan yang tepat!</p> <p>b. Bagaimanakah perhitungan gaya dan konstanta pegas pada kedua sistem tersebut?</p> <p>c. Berilah 3 contoh lain korelasi konsep elastisitas dan hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari!</p> <p>a) Yang lebih nyaman digunakan adalah sepeda motor dengan <i>double shock breaker</i> karena terdapat pembagian gaya sehingga nyaman digunakan saat melewati jalan yang terjal.</p> <p>b) Sistem mono shockbreaker.</p> $F_1 = F_2 = F$ $k_s = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$ <p>Sistem double shock breaker</p> $F = F_1 + F_2$ $k_p = k_1 + k_2$  	<p>c.) kasur, penjepit rambut, bolpoin, trampolin</p> <p>Y</p>
	Nilai	$\frac{36}{40} \times 100\% = 90$

Lampiran II.8 Angket Respon Peserta Didik

**ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD BERBANTU *PHET SIMULATION* BERBASIS STEM-PBL UNTUK
MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA**

Mata Pelajaran	:	Fisika
Materi Pokok	:	Elastisitas dan Hukum Hooke
Sasaran Program	:	Peserta Didik Kelas XI Semester 1
Peneliti	:	Retno Puji Lestari

C. Petunjuk

3. Isilah angket di bawah ini dengan jujur, karena :
 - d. Angket ini tidak mempengaruhi nilai fisika peserta didik yang bersangkutan
 - e. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL terhadap pembelajaran fisika khususnya materi elastisitas dan hukum Hooke
 - f. Untuk memperbaiki LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL yang telah digunakan agar lebih layak digunakan di masa yang akan datang.
4. Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom skor sesuai dengan pendapatmu dengan kriteria :

4 : Sangat Baik	3 : Baik	2 : Cukup Baik	1 : Kurang Baik
-----------------	----------	----------------	-----------------

D. Lembar Respon Peserta Didik terhadap LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

No.	Aspek	Pernyataan	Skor					Komentar dan Saran
			1	2	3	4	5	
1.	Kegiatan Percobaan	Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL runtut dan jelas.					✓	agak dipercepat mba k kalau menjelaskannya.
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan dalam melakukan percobaan			✓			Kurang realistik dalam Penyajian PhET Simulation
2.	Pendekatan Penulisan	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menggunakan bahasa yang mudah dipahami			✓			
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> menggunakan kalimat sederhana, jelas, dan mudah dipahami			✓			
3.	Materi	Tulisan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas			✓			
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menuliskan identitas diri					✓	Kurang tempat untuk anak yang punya nama panjang.
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan dalam LKPD				✓		
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menghubungkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari			✓			

No.	Aspek	Pernyataan	Skor					Komentar dan Saran
			1	2	3	4	5	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran					✓	
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memberikan pengalaman baru kepada peserta didik			✓			
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk berpikir, Tanya jawab, dan mengerjakan tugas				✓		Berkol jika praktik, LKPD harusnya per siswa bukan perkelompok
4.	Keterampilan memecahkan masalah	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk menyebutkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan materi elastisitas dan hukum Hooke.					✓	
		Gambar dalam LKP berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas					✓	
5.	Penampilan Fisik	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL disajikan dengan gambar, cerita, dan warna yang menarik					✓	

No.	Aspek	Pernyataan	Skor					Komentar dan Saran
			1	2	3	4	5	
		Penampilan LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menarik					✓	

Klaten, Juli 2018

Peserta Didik,



Talitha Mega Wardhani

LAMPIRAN III

Data dan Analisis

1. Analisis Data Hasil Penilaian RPP oleh Ahli dan Praktisi
2. Analisis Data Hasil Penilaian LKPD oleh Ahli dan Praktisi
3. Analisis Data Hasil Angket Respon Peserta Didik
4. Analisis Data Hasil Keterlaksanaan RPP
5. Analisis Data Hasil Pengerjaan LKPD
6. Analisis Data Hasil Penguasaan Konsep Peserta Didik dan Hasil Belajar
Ketercapaian Keterampilan Memecahkan Masalah
7. Analisis Data Reliabilitas *Pretest* dan *Posttest*
8. Analisis Data Validitas Soal *Pretest* dan *Posttest*

Lampiran III.1 Analisis Data Hasil Penilaian RPP oleh Ahli dan Praktisi

a. Penilaian RPP secara keseluruhan (Total indikator : 18)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\Sigma X}{n} \\ &= \frac{157}{2} = 78.5\end{aligned}$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 18 = 90$

Skor terendah ideal = $1 \times 18 = 18$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (90 + 18) = 54$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (90 - 18) = 12$

Kriteria penskoran

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
1.	$X > \bar{X}_i + 1,80 SB_i$	Sangat Baik
2.	$\bar{X}_i + 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 1,80 SB_i$	Baik
3.	$\bar{X}_i - 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 0,60 SB_i$	Cukup
4.	$\bar{X}_i - 1,80 SB_i < X \leq \bar{X}_i - 0,60 SB_i$	Kurang
5.	$X \leq \bar{X}_i - 1,80 SB_i$	Sangat Kurang Baik

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 75.6$	Sangat Baik	A
2.	$61.2 < X \leq 75.6$	Baik	B
3.	$46.8 < X \leq 61.2$	Cukup	C
4.	$32.4 < X \leq 46.8$	Kurang	D
5.	$X \leq 32.4$	Sangat Kurang Baik	E

b. Penilaian RPP per-kategori

1.) Aspek Identitas Mata Pelajaran (Total indikator : 1)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{10}{2} = 5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 1 = 5$

Skor terendah ideal = $1 \times 1 = 1$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (5 + 1) = 3$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (5 - 1) = 0.7$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 4.26$	Sangat Baik	A
2.	$3.42 < X \leq 4.26$	Baik	B
3.	$2.58 < X \leq 3.42$	Cukup	C
4.	$1.74 < X \leq 2.58$	Kurang	D
5.	$X \leq 1.74$	Sangat Kurang Baik	E

2) Aspek KI, KD, dan Indikator (Total indikator : 3)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{25}{2} = 12.5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 3 = 15$

Skor terendah ideal = $1 \times 3 = 3$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (15 + 3) = 9$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (15 - 3) = 2$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 12.6$	Sangat Baik	A
2.	$10.2 < X \leq 12.6$	Baik	B
3.	$7.8 < X \leq 10.2$	Cukup	C
4.	$5.8 < X \leq 7.8$	Kurang	D
5.	$X \leq 5.8$	Sangat Kurang Baik	E

3) Aspek Tujuan Pembelajaran (Total indikator : 2)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{16}{2} = 8\end{aligned}$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 2 = 10$

Skor terendah ideal = $1 \times 2 = 2$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (10 - 2) = 1.3$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 8.34$	Sangat Baik	A
2.	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik	B
3.	$5.22 < X \leq 6.78$	Cukup	C
4.	$3.66 < X \leq 5.22$	Kurang	D
5.	$X \leq 3.66$	Sangat Kurang Baik	E

4) Aspek Materi Pembelajaran (Total indikator : 2)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{18}{2} = 9\end{aligned}$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 2 = 10$

Skor terendah ideal = $1 \times 2 = 2$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (10 - 2) = 1.3$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 8.34$	Sangat Baik	A
2.	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik	B
3.	$5.22 < X \leq 6.78$	Cukup	C
4.	$3.66 < X \leq 5.22$	Kurang	D
5.	$X \leq 3.66$	Sangat Kurang Baik	E

5) Aspek Metode Pembelajaran (Total indikator : 3)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\Sigma X}{n} \\ &= \frac{26}{2} = 13\end{aligned}$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 3 = 15$

Skor terendah ideal = $1 \times 3 = 3$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (15 + 3) = 9$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (15 - 3) = 2$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 12.6$	Sangat Baik	A
2.	$10.2 < X \leq 12.6$	Baik	B
3.	$7.8 < X \leq 10.2$	Cukup	C
4.	$5.8 < X \leq 7.8$	Kurang	D
5.	$X \leq 5.8$	Sangat Kurang Baik	E

6) Aspek Identitas Mata Pelajaran (Total indikator : 1)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$
$$= \frac{8}{2} = 4$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 1 = 5$

Skor terendah ideal = $1 \times 1 = 1$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (5 + 1) = 3$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (5 - 1) = 0.7$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 4.26$	Sangat Baik	A
2.	$3.42 < X \leq 4.26$	Baik	B
3.	$2.58 < X \leq 3.42$	Cukup	C
4.	$1.74 < X \leq 2.58$	Kurang	D
5.	$X \leq 1.74$	Sangat Kurang Baik	E

7) Aspek Kegiatan Pembelajaran (Total indikator : 2)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$
$$= \frac{17}{2} = 8.5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 2 = 10$

Skor terendah ideal = $1 \times 2 = 2$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (10 - 2) = 1.3$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 8.34$	Sangat Baik	A
2.	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik	B
3.	$5.22 < X \leq 6.78$	Cukup	C
4.	$3.66 < X \leq 5.22$	Kurang	D
5.	$X \leq 3.66$	Sangat Kurang Baik	E

8) Aspek Bahasa (Total indikator : 2)**Perhitungan skor rata-rata penilaian**

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

$$= \frac{20}{2} = 10$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 2 = 10$

Skor terendah ideal = $1 \times 2 = 2$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (10 - 2) = 1.3$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 8.34$	Sangat Baik	A
2.	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik	B
3.	$5.22 < X \leq 6.78$	Cukup	C
4.	$3.66 < X \leq 5.22$	Kurang	D
5.	$X \leq 3.66$	Sangat Kurang Baik	E

9) Aspek Penilaian (Total indikator : 2)**Perhitungan skor rata-rata penilaian**

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

$$= \frac{17}{2} = 8.5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 2 = 10$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 2 = 2$$

$$\text{Skor rerata ideal } (\bar{X}_i) = \frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$$

$$\text{Simpangan baku ideal } (SB_i) = \frac{1}{6} \times (10 - 2) = 1.3$$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 8.34$	Sangat Baik	A
2.	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik	B
3.	$5.22 < X \leq 6.78$	Cukup	C
4.	$3.66 < X \leq 5.22$	Kurang	D
5.	$X \leq 3.66$	Sangat Kurang Baik	E

Data Hasil Penilaian RPP

No	Aspek	Indikator	Skor		X	Total	Kategori	Nilai
			Validator 2	Validator 1				
1.	Identitas Mata Pelajaran	Terdapat satuan pendidikan, mata pelajaran, kelas, semester, materi pokok, dan alokasi waktu/pertemuan	5	5	5	10	Sangat Baik	A
2.	Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator	Rumusan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) jelas	4	5	4.5	12.5	Baik	B
		Perumusan Indikator sesuai dengan rumusan KI dan KD	4	4	4		Baik	B
		Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan Kompetensi Dasar (KD) yang diukur	4	4	4		Baik	B
3.	Tujuan Pembelajaran	Perumusan tujuan pembelajaran sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD)	4	4	4	8	Sangat Baik	A
		Perumusan tujuan pembelajaran mengacu pada indikator	4	4	4		Sangat Baik	A
4.	Materi Pembelajaran	Kesesuaian dengan materi pembelajaran dan pendekatan ilmiah	4	4	4	9	Sangat Baik	A
		Kesesuaian dengan karakter peserta didik	5	5	5		Sangat Baik	A
5.	Metode Pembelajaran	Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan pendekatan STEM	4	4	4	12.5	Sangat Baik	A
		Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan model <i>Problem Based Learning</i>	4	5	4.5		Sangat Baik	A
		Langkah-langkah dalam pembelajaran sesuai dengan metode diskusi, eksperimen, dan presentasi	4	5	4.5		Sangat Baik	A
6.	Media dan Sumber Belajar	Kesesuaian dengan materi pembelajaran dan pendekatan ilmiah	4	4	4	4	Sangat Baik	A

7.	Kegiatan Pembelajaran	Menampilkan kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup dengan jelas	4	5	4.5	9.5	Sangat Baik	A
		Alokasi waktu sesuai dengan cakupan materi	4	4	4		Sangat Baik	A
8.	Bahasa	Bahasa yang digunakan komunikatif dan mudah dipahami	5	5	5	5	Sangat Baik	A
		Bahasa yang digunakan baku dan sesuai dengan EYD yang benar	5	5	5		Sangat Baik	A
9.	Penilaian	Penilaian sesuai dengan aspek kognitif dan keterampilan	4	4	4	9.5	Sangat Baik	A
		Penilaian sesuai dengan pedoman penskoran	4	5	4.5		Sangat Baik	A
Total Keseluruhan			76	81	78.5	78.5	Sangat Baik	A

Lampiran III.2 Analisis Data Hasil Validasi LKPD oleh Ahli dan Praktisi

a. Penilaian LKPD secara keseluruhan (Total indikator : 25)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{231}{2} = 115.5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 25 = 125$

Skor terendah ideal = $1 \times 25 = 25$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (125 + 25) = 75$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (125 - 25) = 16.7$

Kriteria penskoran

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
1.	$X > \bar{X}_i + 1,80 SB_i$	Sangat Baik
2.	$\bar{X}_i + 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 1,80 SB_i$	Baik
3.	$\bar{X}_i - 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 0,60 SB_i$	Cukup
4.	$\bar{X}_i - 1,80 SB_i < X \leq \bar{X}_i - 0,60 SB_i$	Kurang
5.	$X \leq \bar{X}_i - 1,80 SB_i$	Sangat Kurang

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 105.6$	Sangat Baik	A
2.	$85.02 < X \leq 105.6$	Baik	B
3.	$64.8 < X \leq 85.02$	Cukup	C
4.	$44.94 < X \leq 64.8$	Kurang	D
5.	$X \leq 44.94$	Sangat Kurang Baik	E

b. Penilaian LKPD per-kategori

1) Aspek Kegiatan Percobaan (Total indikator : 7)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{64}{2} = 32$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 7 = 35$

Skor terendah ideal = $1 \times 7 = 7$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (35 + 7) = 21$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (35 - 7) = 4.7$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 29.46$	Sangat Baik	A
2.	$23.82 < X \leq 29.46$	Baik	B
3.	$18.18 < X \leq 23.82$	Cukup	C
4.	$12.54 < X \leq 18.18$	Kurang	D
5.	$X \leq 12.54$	Sangat Kurang Baik	E

2) Aspek Pendekatan Penulisan (Total indikator : 5)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{46}{2} = 23$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 5 = 25$

Skor terendah ideal = $1 \times 5 = 5$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (25 + 5) = 15$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (25 - 5) = 3.3$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 20.3$	Sangat Baik	A
2.	$16.9 < X \leq 20.3$	Baik	B
3.	$13.0 < X \leq 16.9$	Cukup	C
4.	$9.7 < X \leq 13.0$	Kurang	D
5.	$X \leq 9.7$	Sangat Kurang Baik	E

3) Aspek Materi (Total indikator : 3)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{27}{2} = 13.5\end{aligned}$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 3 = 15$

Skor terendah ideal = $1 \times 3 = 3$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (15 + 3) = 9$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (15 - 3) = 2$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 12.6$	Sangat Baik	A
2.	$10.2 < X \leq 12.6$	Baik	B
3.	$7.8 < X \leq 10.2$	Cukup	C
4.	$5.8 < X \leq 7.8$	Kurang	D
5.	$X \leq 5.8$	Sangat Kurang Baik	E

4) Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah (Total indikator : 5)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{46}{2} = 23$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 5 = 25$

Skor terendah ideal = $1 \times 5 = 5$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (25 + 5) = 15$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (25 - 5) = 3.3$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 20.3$	Sangat Baik	A
2.	$16.9 < X \leq 20.3$	Baik	B
3.	$13.0 < X \leq 16.9$	Cukup	C
4.	$9.7 < X \leq 13.0$	Kurang	D
5.	$X \leq 9.7$	Sangat Kurang Baik	E

5) Aspek Penampilan Fisik (Total indikator : 5)

Perhitungan skor rata-rata penilaian

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

$$= \frac{48}{2} = 24$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

Skor tertinggi ideal = $5 \times 5 = 25$

Skor terendah ideal = $1 \times 5 = 5$

Skor rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2} \times (25 + 5) = 15$

Simpangan baku ideal (SB_i) = $\frac{1}{6} \times (25 - 5) = 3.3$

Kategori

No.	Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas	Nilai
1.	$X > 20.3$	Sangat Baik	A
2.	$16.9 < X \leq 20.3$	Baik	B
3.	$13.0 < X \leq 16.9$	Cukup	C
4.	$9.7 < X \leq 13.0$	Kurang	D
5.	$X \leq 9.7$	Sangat Kurang Baik	E

Data Hasil Penilaian LKPD berbantu *PhET Simulation* berbasis STEM-PBL

No	Aspek	Indikator	Skor		X	Total	Kategori	Nilai
			Validator 2	Validator 1				
1.	Kegiatan Percobaan	Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL runtut dan jelas.	5	5	5	32	Sangat Baik	A
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan dalam melakukan percobaan	5	5	5		Sangat Baik	A
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> memberikan pengalaman baru kepada peserta didik	4	4	4		Sangat Baik	A
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk aktif bertanya dan mengerjakan tugas.	5	5	5		Sangat Baik	A
		Kegiatan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL memudahkan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran	4	4	4		Sangat Baik	A
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menuntut peserta didik untuk menyebutkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan elastisitas dan hukum Hooke	4	5	4.5		Sangat Baik	A
		Pertanyaan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mendorong peserta didik untuk menarik kesimpulan	4	5	4.5		Sangat Baik	A
2.	Pendekatan Penulisan	Bahasa yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> jelas dan mudah dipahami	4	5	4.5	23	Sangat Baik	A
		Tulisan yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas	4	5	4.5		Sangat Baik	A

		Gambar yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas	5	5	5		Sangat Baik	A
		Kalimat yang digunakan dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL jelas dan sederhana sehingga mudah dipahami	4	4	4		Sangat Baik	A
		Penyajian LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL disertai gambar dan cerita yang menarik	5	5	5		Sangat Baik	A
3.	Materi	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menghubungkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari	5	5	5	13.5	Sangat Baik	A
		Materi pelajaran dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL sesuai dengan kurikulum yang berlaku	4	5	4.5		Sangat Baik	A
		Materi pelajaran dalam LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL dengan sesuai dengan kompetensi peserta didik SMA kelas XI	4	4	4		Sangat Baik	A
4.	Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi masalah berdasarkan fakta yang dideskripsikan	4	5	4.5	23	Sangat Baik	A
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk mendefinisikan masalah atau menerapkan fakta-fakta yang ada pada permasalahan	5	4	4.5		Sangat Baik	A
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk menyeleksi strategi yang dipilih dengan pemecahan masalah	4	5	4.5		Sangat Baik	A

		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk melaksanakan pemecahan masalah dengan strategi yang dipilih dengan pemecahan masalah	4	5	4.5		Sangat Baik	A
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL mengarahkan peserta didik untuk menyimpulkan atas jawaban yang diperoleh dari pemecahan masalah	5	5	5		Sangat Baik	A
5.	Penampilan Fisik	LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menggunakan sampul yang menggambarkan isi dalam LKPD	5	5	5	24	Sangat Baik	A
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menggunakan sampul yang menarik	5	5	5		Sangat Baik	A
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menulis identitas diri	4	5	4.5		Sangat Baik	A
		LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan dalam LKPD	4	5	4.5		Sangat Baik	A
		Penampilan LKPD berbantu <i>PhET Simulation</i> berbasis STEM-PBL menarik	5	5	9		Sangat Baik	A
Total Keseluruhan			111	120	115.5	115.5	Sangat Baik	A

Lampiran III.3 Analisis Data Hasil Angket Respon Peserta Didik

a. Uji Terbatas

No.	Nama	Jawaban Respon Peserta Didik														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Peserta Didik 1	3	4	3	4	4	5	5	4	5	4	3	4	4	5	5
2.	Peserta Didik 2	3	4	4	3	4	5	4	4	3	3	4	4	5	5	5
3.	Peserta Didik 3	4	3	3	4	4	4	5	3	5	4	3	5	4	5	4
4.	Peserta Didik 4	3	4	4	3	4	5	5	4	4	5	3	4	4	4	5
5.	Peserta Didik 5	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	5	4	5	5	4
6.	Peserta Didik 6	3	4	3	5	4	5	4	4	3	4	3	4	4	5	4
7.	Peserta Didik 7	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5
8.	Peserta Didik 8	3	4	4	5	4	5	4	3	5	4	3	4	4	5	5
9.	Peserta Didik 9	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5
10.	Peserta Didik 10	3	4	3	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	5	5
11.	Peserta Didik 11	3	4	4	3	4	5	4	4	3	4	3	5	5	5	5
12.	Peserta Didik 12	3	4	3	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	4
13.	Peserta Didik 13	5	4	5	3	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5
14.	Peserta Didik 14	4	4	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	5	4	4
15.	Peserta Didik 15	3	4	3	5	4	5	4	4	3	5	3	4	4	5	5
16.	Peserta Didik 16	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4
17.	Peserta Didik 17	3	4	3	3	4	5	4	3	5	4	3	4	5	5	5
18.	Peserta Didik 18	3	4	4	3	4	5	5	5	4	3	4	4	4	5	4
19.	Peserta Didik 19	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5
20.	Peserta Didik 20	5	4	3	4	4	5	4	5	3	3	4	4	5	4	4
21.	Peserta Didik 21	5	4	4	3	4	4	5	5	3	4	3	4	4	5	5
22.	Peserta Didik 22	3	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5

Kategori 2 Indikator
$X > 8.34$
$6.78 < X \leq 8.34$
$5.22 < X \leq 6.78$
$3.66 < X \leq 5.22$
$X \leq 3.66$

Kategori 3 Indikator
$X > 12.6$
$10.2 < X \leq 12.6$
$7.8 < X \leq 10.2$
$5.8 < X \leq 7.8$
$X \leq 5.8$

Kategori 5 Indikator
$X > 20.3$
$16.9 < X \leq 20.3$
$13.0 < X \leq 16.9$
$9.7 < X \leq 13.0$

23.	Peserta Didik 23	4	4	4	4	4	5	5	5	3	4	5	4	4	5	5	$X \leq 9.7$
24.	Peserta Didik 24	3	4	4	3	4	4	5	4	5	3	4	4	5	4	4	
25.	Peserta Didik 25	4	4	3	4	4	5	4	3	5	4	3	4	4	5	5	
26.	Peserta Didik 26	3	4	3	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	
27.	Peserta Didik 27	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3	4	4	4	5	5	
28.	Peserta Didik 28	3	4	3	4	4	4	5	4	3	4	3	4	5	4	5	
29.	Peserta Didik 29	4	4	4	3	4	5	4	5	5	4	3	4	4	5	4	
30.	Peserta Didik 30	5	3	3	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	
31.	Peserta Didik 31	4	4	3	3	4	5	4	3	4	4	3	4	4	5	5	
32.	Peserta Didik 32	4	3	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	
33.	Peserta Didik 33	3	4	3	4	4	5	5	4	5	4	3	4	5	5	5	
Rata-rata		3.7	3.9	3.5	3.8	4	4.6	4.6	4	4.2	3.9	3.7	4.1	4.4	4.7	4.7	
Rata-rata Indikator		7.61				20.45				8.18		11.64		13.76			
Rata-rata Keseluruhan		61.64															

Kategori Indikator Keseluruhan	
$X > 63$	
$51 < X \leq 63$	
$39 < X \leq 51$	
$27 < X \leq 39$	
$X \leq 27$	

Aspek	Indikator	Skor Rata-rata (X)	X_i	Interval	Kategori
Kegiatan Percobaan	1,2	7.61	6	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik
Pendekatan Penulisan	3,4,5,6,7	20.45	15	$X > 20.3$	Sangat Baik
Materi	8,9	8.18	6	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik
Keterampilan Memecahkan Masalah	10,11,12	11.64	9	$10.2 < X \leq 12.6$	Baik
Penampilan Fisik	13,14,15	13.76	9	$X > 12.6$	Sangat Baik
Keseluruhan		61.64	45	$51 < X \leq 63$	Baik

b. Uji Luas

No.	Nama	Jawaban Respon Peserta Didik															Kategori 2 Indikator
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	Peserta Didik 1	4	4	3	4	4	5	5	4	5	4	3	4	4	5	5	X > 8.34
2.	Peserta Didik 2	4	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	6.78 < X ≤ 8.34
3.	Peserta Didik 3	4	5	3	4	4	4	5	3	4	4	3	5	4	5	5	5.22 < X ≤ 6.78
4.	Peserta Didik 4	4	4	4	3	4	5	5	4	4	5	3	4	4	4	5	3.66 < X ≤ 5.22
5.	Peserta Didik 5	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	5	4	5	5	4	X ≤ 3.66
6.	Peserta Didik 6	4	5	3	5	4	5	4	4	3	4	3	4	4	5	5	
7.	Peserta Didik 7	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	
8.	Peserta Didik 8	3	4	4	5	4	5	4	3	4	4	3	4	4	5	5	
9.	Peserta Didik 9	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	
10.	Peserta Didik 10	4	5	3	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	5	5	X > 12.6
11.	Peserta Didik 11	3	4	4	3	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	10.2 < X ≤ 12.6
12.	Peserta Didik 12	4	4	3	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	7.8 < X ≤ 10.2
13.	Peserta Didik 13	5	4	5	3	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5.8 < X ≤ 7.8
14.	Peserta Didik 14	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	X ≤ 5.8
15.	Peserta Didik 15	3	4	3	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	
16.	Peserta Didik 16	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	
17.	Peserta Didik 17	3	5	3	3	5	5	4	3	5	4	5	4	5	5	5	
18.	Peserta Didik 18	3	4	4	3	4	5	5	5	4	3	4	4	4	5	4	
19.	Peserta Didik 19	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	X > 20.3
20.	Peserta Didik 20	5	4	3	4	4	5	4	5	3	4	4	4	5	4	5	16.9 < X ≤ 20.3
21.	Peserta Didik 21	5	4	4	3	4	4	5	5	4	4	3	4	4	5	5	13.0 < X ≤ 16.9
22.	Peserta Didik 22	3	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	9.7 < X ≤ 13.0
23.	Peserta Didik 23	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	X ≤ 9.7
24.	Peserta Didik 24	3	5	4	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	

25.	Peserta Didik 25	4	4	3	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5
26.	Peserta Didik 26	4	5	3	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5
27.	Peserta Didik 27	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3	4	4	4	5	5
28.	Peserta Didik 28	3	4	3	4	5	4	5	4	4	4	3	4	5	5	4
29.	Peserta Didik 29	4	4	4	3	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5
30.	Peserta Didik 30	5	3	3	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4
31.	Peserta Didik 31	4	4	3	3	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	5
32.	Peserta Didik 32	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5
Rata-rata		3.8	4.1	3.4	3.6	4	4.5	4.4	4	4.2	3.8	3.9	3.9	4.3	4.6	4.7
Rata-rata Indikator		8.19				20.60				8.47		12.10		14.03		
Rata-rata Keseluruhan		63.375														

Kategori Indikator Keseluruhan
$X > 63$
$51 < X \leq 63$
$39 < X \leq 51$
$27 < X \leq 39$
$X \leq 27$

Aspek	Indikator	Skor Rata-rata (X)	X_i	Interval	Kategori
Kegiatan Percobaan	1,2	8.19	6	$6.78 < X \leq 8.34$	Baik
Pendekatan Penulisan	3,4,5,6,7	20.60	15	$X > 20.3$	Sangat Baik
Materi	8,9	8.47	6	$X > 8.34$	Sangat Baik
Keterampilan Memecahkan Masalah	10,11,12	12.10	9	$10.2 < X \leq 12.6$	Baik
Penampilan Fisik	13,14,15	14.03	9	$X > 12.6$	Sangat Baik
Keseluruhan		63.375		45	

Lampiran III.4 Analisis Data Hasil Keterlaksanaan RPP

a. Uji Terbatas

1) Uji Terbatas Pertemuan I

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor	
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1	d	1	
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1	
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1	
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	0	
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1			
Jumlah			10		8	
Nilai IJA (%)			100%		88.89 %	
Rata-rata IJA (%)				94.45 %		

2) Uji Terbatas Pertemuan II

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor	
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1	d	1	
		e	1	e	1	
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
				d	1	
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1	
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	1	
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1			
		e	1			
Jumlah			15		14	
Nilai IJA (%)			100%		100%	
Rata-rata IJA (%)				100%		

3) Uji Terbatas Pertemuan III

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor	
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1	d	1	
		e	1	e	1	
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
				d	1	
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1	
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	1	
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1			
		e	1			
Jumlah		15		14		
Nilai IJA (%)		100%		100%		
Rata-rata IJA (%)		100 %				

4) Uji Terbatas Pertemuan IV

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor		
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1		
		b	1	b	1		
		c	1	c	1		
		d	1	d	1		
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1		
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1		
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	0		
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1		
		b	1	b	1		
		c	1				
Jumlah		10		8			
Nilai IJA (%)		100%		88.89 %			
Rata-rata IJA (%)		94.45 %					

b. Uji Luas

1) Uji Luas Pertemuan I

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor	
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1	d	0	
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1	
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1	
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	1	
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1			
Jumlah			10		8	
Nilai IJA (%)			100%		88.89 %	
Rata-rata IJA (%)			94.45 %			

2) Uji Luas Pertemuan II

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor	
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1	d	1	
		e	1	e	1	
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
				d	1	
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1	
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	1	
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1			
		e	1			
Jumlah			15		14	
Nilai IJA (%)			100%		100%	
Rata-rata IJA (%)			100%			

3) Uji Luas Pertemuan III

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor	
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1	d	1	
		e	1	e	1	
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
				d	1	
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1	
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	1	
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1	
		b	1	b	1	
		c	1	c	1	
		d	1			
		e	1			
Jumlah		15		14		
Nilai IJA (%)		100%		100%		
Rata-rata IJA (%)		100 %				

4) Uji Luas Pertemuan IV

No.	Sintaks	Kegiatan Guru	Skor	Kegiatan Peserta Didik	Skor		
1.	Orientasi kepada peserta didik	a	1	a	1		
		b	1	b	1		
		c	1	c	1		
		d	1	d	1		
2.	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	a	1	a	1		
3.	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	a	1	a	1		
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	a	1	a	1		
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	a	1	a	1		
		b	1	b	1		
		c	1				
Jumlah		10		9			
Nilai IJA (%)		100%		100%			
Rata-rata IJA (%)		100					

Lampiran III.5 Analisis Data Hasil Penggerjaan LKPD

a. Uji Terbatas

No.	Nama	LKPD I					Skor Total	Skor Maksimal	Nilai	LKPD II					Skor Total	Skor Maksimal	Nilai
		1	2	3	4	5				1	2	3	4	5			
1.	Peserta Didik 1	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
2.	Peserta Didik 2	5	5	3	20	10	43	58	74.14	5	5	3	29	10	52	58	89.66
3.	Peserta Didik 3	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	5	3	25	10	48	58	82.76
4.	Peserta Didik 4	0	3	3	28	10	44	58	75.86	0	3	3	31	8	45	58	77.59
5.	Peserta Didik 5	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
6.	Peserta Didik 6	5	3	3	28	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
7.	Peserta Didik 7	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	5	3	25	10	48	58	82.76
8.	Peserta Didik 8	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	5	3	25	10	48	58	82.76
9.	Peserta Didik 9	0	3	3	28	10	44	58	75.86	0	3	3	31	8	45	58	77.59
10.	Peserta Didik 10	5	5	3	20	10	43	58	74.14	5	5	3	29	10	52	58	89.66
11.	Peserta Didik 11	5	5	3	28	8	49	58	84.49	5	3	3	31	10	52	58	89.66
12.	Peserta Didik 12	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	31	10	54	58	93.10
13.	Peserta Didik 13	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	5	3	25	10	48	58	82.76
14.	Peserta Didik 14	5	5	3	28	8	49	58	84.48	5	3	3	31	10	52	58	89.66
15.	Peserta Didik 15	0	3	3	28	10	44	58	75.86	0	3	3	31	8	45	58	77.59
16.	Peserta Didik 16	5	3	3	28	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
17.	Peserta Didik 17	5	5	3	20	10	43	58	74.14	5	5	3	29	10	52	58	89.66
18.	Peserta Didik 18	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	31	10	54	58	93.10
19.	Peserta Didik 19	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
20.	Peserta Didik 20	5	3	3	28	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
21.	Peserta Didik 21	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
22.	Peserta Didik 22	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	31	10	54	58	93.10

23.	Peserta Didik 23	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
24.	Peserta Didik 24	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
25.	Peserta Didik 25	0	3	3	28	10	44	58	75.86	0	3	3	31	8	45	58	77.59
26.	Peserta Didik 26	5	3	3	28	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
27.	Peserta Didik 27	5	5	3	28	8	49	58	84.48	5	3	3	31	10	52	58	89.66
28.	Peserta Didik 28	5	5	3	20	10	43	58	74.14	5	5	3	29	10	52	58	89.66
29.	Peserta Didik 29	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
30.	Peserta Didik 30	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	31	10	54	58	93.10
31.	Peserta Didik 31	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
32.	Peserta Didik 32	5	5	3	28	8	49	58	84.48	5	3	3	31	10	52	58	89.66
33.	Peserta Didik 33	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	3	3	31	10	52	58	89.66
Skor Maksimal		5	5	3	35	10	58			5	5	3	35	10	58		
Skor Total		145	133	99	860	322	1559			145	133	99	860	322	1559		
Skor Total Maksimal		165	165	99	1155	330	1914			165	165	99	1155	330	1914		
Prosentase%		87.9	80.6	100	74.5	97.6	81.45			87.9	79.4	100	87.9	97.6	89.45		

Keterangan Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah :

1 = *Identify the problem*

2 = *Define terms*

3 = *Explore strategies*

4 = *Act on strategy*

5 = *Look at the effect*

b. Uji Luas

No.	Nama	LKPD I					Skor Total	Skor Maksimal	Nilai	LKPD II					Skor Total	Skor Maksimal	Nilai
		1	2	3	4	5				1	2	3	4	5			
1.	Peserta Didik 1	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	33	10	54	58	93.10
2.	Peserta Didik 2	5	3	3	28	10	49	58	84.48	5	0	3	33	8	49	58	84.48
3.	Peserta Didik 3	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	29	10	50	58	86.21
4.	Peserta Didik 4	5	3	3	26	10	47	58	81.03	3	3	3	31	10	50	58	86.21
5.	Peserta Didik 5	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
6.	Peserta Didik 6	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	5	3	29	10	52	58	89.66
7.	Peserta Didik 7	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	29	10	50	58	86.21
8.	Peserta Didik 8	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	29	10	50	58	86.21
9.	Peserta Didik 9	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
10.	Peserta Didik 10	5	3	3	28	10	49	58	84.48	5	0	3	33	8	49	58	84.48
11.	Peserta Didik 11	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	5	3	29	10	52	58	89.66
12.	Peserta Didik 12	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	33	10	56	58	96.55
13.	Peserta Didik 13	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	33	10	54	58	93.10
14.	Peserta Didik 14	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
15.	Peserta Didik 15	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
16.	Peserta Didik 16	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	5	3	29	10	52	58	89.66
17.	Peserta Didik 17	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	33	10	56	58	96.55
18.	Peserta Didik 18	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	33	10	56	58	96.55
19.	Peserta Didik 19	5	3	3	26	10	47	58	81.03	3	3	3	31	10	50	58	86.21
20.	Peserta Didik 20	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	5	3	29	10	52	58	89.66
21.	Peserta Didik 21	5	3	3	26	10	47	58	81.03	3	3	3	31	10	50	58	86.21
22.	Peserta Didik 22	5	3	3	26	10	47	58	81.03	3	3	3	31	10	50	58	86.21
23.	Peserta Didik 23	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10
24.	Peserta Didik 24	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	3	3	33	10	54	58	93.10

25.	Peserta Didik 25	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	33	10	54	58	93.10
26.	Peserta Didik 26	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	29	10	50	58	86.21
27.	Peserta Didik 27	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
28.	Peserta Didik 28	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	33	10	54	58	93.10
29.	Peserta Didik 29	5	3	3	24	10	45	58	77.59	5	3	3	29	10	50	58	86.21
30.	Peserta Didik 30	5	5	3	28	10	51	58	87.93	5	5	3	33	10	56	58	96.55
31.	Peserta Didik 31	5	5	3	26	10	49	58	84.48	5	5	3	29	10	52	58	89.66
32.	Peserta Didik 32	5	3	3	26	10	47	58	81.03	5	5	3	33	10	56	58	96.55
Skor Maksimal		5	5	3	35	10	58	Rata-rata	82.22	5	5	3	35	10	58	Rata-rata	91.06
Skor Total		160	122	96	828	320	1526			152	118	96	1008	316	1690		
Skor Total Maksimal		160	160	96	1120	320	1856			160	160	96	1120	320	1856		
Prosentase%		100	76.3	100	73.9	100	82.22			95	73.8	100	90	98.8	91.06		

Keterangan Aspek Keterampilan Memecahkan Masalah :

1 = *Identify the problem*

2 = *Define terms*

3 = *Explore strategies*

4 = *Act on strategy*

5 = *Look at the effect*

Lampiran III.6 Analisis Data Hasil Penguasaan Konsep Peserta Didik dan Ketercapaian Keterampilan Memecahkan Masalah

a. Uji terbatas

No.	Nama	Pretest	Posttest	Gain	Interpretasi
1.	Peserta Didik 1	50	85	0.70	Tinggi
2.	Peserta Didik 2	45	77.5	0.59	Sedang
3.	Peserta Didik 3	45	57.5	0.23	Rendah
4.	Peserta Didik 4	40	77.5	0.63	Sedang
5.	Peserta Didik 5	45	72.5	0.50	Sedang
6.	Peserta Didik 6	40	72.5	0.54	Sedang
7.	Peserta Didik 7	35	72.5	0.58	Sedang
8.	Peserta Didik 8	30	75	0.64	Sedang
9.	Peserta Didik 9	50	85	0.70	Tinggi
10.	Peserta Didik 10	35	77.5	0.65	Sedang
11.	Peserta Didik 11	42.5	80	0.65	Sedang
12.	Peserta Didik 12	47.5	57.5	0.19	Rendah
13.	Peserta Didik 13	45	72.5	0.50	Sedang
14.	Peserta Didik 14	50	82.5	0.65	Sedang
15.	Peserta Didik 15	60	90	0.75	Tinggi
16.	Peserta Didik 16	40	80	0.67	Sedang
17.	Peserta Didik 17	55	80	0.56	Sedang
18.	Peserta Didik 18	30	50	0.68	Rendah
19.	Peserta Didik 19	45	85	0.73	Tinggi
20.	Peserta Didik 20	50	77.5	0.55	Sedang
21.	Peserta Didik 21	40	75	0.58	Sedang
22.	Peserta Didik 22	40	72.5	0.54	Sedang
23.	Peserta Didik 23	45	65	0.36	Sedang
24.	Peserta Didik 24	52.5	85	0.68	Sedang
25.	Peserta Didik 25	55	80	0.56	Sedang
26.	Peserta Didik 26	30	72.5	0.61	Sedang
27.	Peserta Didik 27	50	85	0.70	Tinggi
28.	Peserta Didik 28	45	72.5	0.50	Sedang
29.	Peserta Didik 29	65	90	0.71	Tinggi
30.	Peserta Didik 30	35	47.5	0.65	Rendah
31.	Peserta Didik 31	60	72.5	0.31	Sedang
32.	Peserta Didik 32	55	77.5	0.50	Sedang
33.	Peserta Didik 33	50	67.5	0.35	Sedang
Rata-rata		45.53	74.85	0.54	Sedang

Nilai $\langle g \rangle$	Klasifikasi	Jumlah Peserta Didik	Presentase
>0,700	Tinggi	6	18.18%
0,300-0,700	Sedang	23	69.70%
<0,300	Rendah	4	12.12%

b. Uji Luas

No.	Nama	Pretest	Posttest	Gain	Interpretasi
1.	Peserta Didik 1	50	70	0.4	Sedang
2.	Peserta Didik 2	55	90	0.78	Tinggi
3.	Peserta Didik 3	40	70	0.5	Sedang
4.	Peserta Didik 4	55	87.5	0.72	Tinggi
5.	Peserta Didik 5	45	67.5	0.41	Sedang
6.	Peserta Didik 6	52.5	80	0.58	Sedang
7.	Peserta Didik 7	45	72.5	0.5	Sedang
8.	Peserta Didik 8	50	85	0.7	Tinggi
9.	Peserta Didik 9	45	77.5	0.59	Sedang
10.	Peserta Didik 10	70	100	1	Tinggi
11.	Peserta Didik 11	45	77.5	0.59	Sedang
12.	Peserta Didik 12	40	75	0.58	Sedang
13.	Peserta Didik 13	45	80	0.64	Sedang
14.	Peserta Didik 14	50	72.5	0.45	Sedang
15.	Peserta Didik 15	40	65	0.42	Sedang
16.	Peserta Didik 16	60	77.5	0.44	Sedang
17.	Peserta Didik 17	45	70	0.45	Sedang
18.	Peserta Didik 18	45	77.5	0.59	Sedang
19.	Peserta Didik 19	55	82.5	0.61	Sedang
20.	Peserta Didik 20	40	67.5	0.46	Sedang
21.	Peserta Didik 21	45	75	0.54	Sedang
22.	Peserta Didik 22	65	90	0.71	Tinggi
23.	Peserta Didik 23	45	67.5	0.41	Sedang
24.	Peserta Didik 24	55	72.5	0.39	Sedang
25.	Peserta Didik 25	60	85	0.63	Sedang
26.	Peserta Didik 26	75	90	0.6	Sedang
27.	Peserta Didik 27	45	75	0.54	Sedang
28.	Peserta Didik 28	45	77.5	0.59	Sedang
29.	Peserta Didik 29	40	57.5	0.29	Rendah
30.	Peserta Didik 30	65	92.5	0.79	Tinggi
31.	Peserta Didik 31	45	67.5	0.41	Sedang
32.	Peserta Didik 32	50	60	0.2	Rendah
Rata-rata		50.23	79.19	0.58	Sedang

Nilai $\langle g \rangle$	Klasifikasi	Jumlah Peserta Didik	Presentase
>0,700	Tinggi	5	15.625%
0,300-0,700	Sedang	25	78.125%
<0,300	Rendah	2	6.25%

Lampiran III. 7 Analisis Data Realibilitas Soal *Pretest* dan *Posttest*

1. Reliabilitas Soal *Pretest* dan *Posttest*

a. Reliabilitas Soal *Pretest*

Reliability

[DataSet1] E:\BISMILLAH SKRIPSI\ANALISIS\RELIABILITAS\SOAL PRETEST

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	36	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	36	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.747	5

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Pretest_1	5.94	.984	36
Pretest_2	6.03	.910	36
Pretest_3	6.17	1.082	36
Pretest_5	6.00	1.242	36
Pretest_4	5.97	1.055	36

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Pretest_1	24.17	9.229	.634	.661
Pretest_2	24.08	10.707	.412	.736
Pretest_3	23.94	8.911	.604	.667
Pretest_5	24.11	10.330	.265	.807
Pretest_4	24.14	8.409	.730	.618

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
30.11	13.987	3.740	5

b. Reliabilitas Soal Posttest

Reliability

[DataSet0] E:\BISMILLAH SKRIPSI\ANALISIS\RELIABILITAS\SOAL POSTTEST\Soal Posttest.sav

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

	N	%
Valid	36	100.0
Cases Excluded ^a	0	.0
Total	36	100.0

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.753	5

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Posttest_1	5.94	.984	36
Posttest_2	5.92	.967	36
Posttest_3	6.28	1.003	36
Posttest_4	6.00	1.242	36
Posttest_5	5.97	1.055	36

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Posttest_1	24.17	9.229	.634	.669
Posttest_2	24.19	9.933	.512	.712
Posttest_3	23.83	9.629	.538	.702
Posttest_4	24.11	10.330	.265	.814
Posttest_5	24.14	8.409	.730	.627

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
30.11	13.987	3.740	5

Lampiran III.8 Analisis Data Validitas Soal *Pretest* dan *Posttest*

a. **Validitas Teoritik**

No	Aspek	Indikator	Skor		Indeks Skor		CVR	Kategori	
			Validator 1	Validator 2	Validator 1	Validator 2			
1.	Konstruksi	Pernyataan (soal) sesuai dengan rumusan indikator dalam kisi-kisi	5	5	3	3	1	Baik	
		Pernyataan dirumuskan dengan jelas	5	5	3	3	1	Baik	
		Kalimat yang digunakan bebas dari pernyataan yang dapat diinterpretasikan lebih dari satu makna (multitafsir)	5	5	3	3	1	Baik	
		Petunjuk mengerjakan instrumen jelas	5	5	3	3	1		
		Jumlah butir tidak menjemukan responden	4	4	3	3	1		
3.	Bahasa	Ragam bahasa komunikatif dan sesuai dengan jenjang pendidikan responden	4	5	3	3	1	Sangat Baik	
		Pernyataan menggunakan bahasa Indonesia yang baku	4	4	3	3	1	Sangat Baik	
		Pernyataan tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat	4	5	3	3	1		
		Kata-kata yang digunakan jelas dan mudah dipahami	4	4	3	3	1		
4.	Konten	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	4	5	3	3	1	Sangat Baik	
		Kesesuaian materi dengan indikator pencapaian kompetensi	4	4	3	3	1	Sangat Baik	
Jumlah							11		
CVI							1	Sangat Baik	

b. Validitas Empiris

1) Validitas Soal Pretest

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Category Deltas) In input Order
all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

21/ 7/2018 21:38

ITEM NAME	SCORE	MAXSCR	DELTA/S								INFT	MNSQ
			1	2	3	4	5	6	7	8		
1 item 1	75	144	0.10	-1.13	2.45	-1.32						1.09
			.53	.44	.43	.45						
2 item 2	91	180	-1.55	0.72	-0.11	1.19	-0.71					0.85
			.76	.40	.39	.43	.45					
3 item 3	119	216	-1.25	1.33	-0.77	1.53	-0.36					0.78
			.54	.39	.39	.47	.53					
4 item 4	89	180	-2.16	0.81	-0.27	1.70	-0.93					1.01
			1.04	.40	.39	.45	.47					
5 item 5	69	144	0.27	-1.15	2.53	-1.09						1.19
			.50	.43	.47	.49						
Mean			0.00									0.98
SD			0.13									0.17

OUTFT INFT OUTFT
MNSQ t t

1.08 0.5 0.4

0.86 -0.8 -0.4

0.80 -1.1 -0.7

1.07 0.1 0.3

1.18 0.9 0.7

1.00 -0.1 0.1
0.16 0.8 0.6

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Thresholds)
all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

21/ 7/2018 21:38

Summary of item Estimates
=====

Mean	28.97
SD	12.08
SD (adjusted)	3.42
Reliability of estimate	0.74

Fit Statistics
=====

Infit Mean Square Outfit Mean Square

Mean	0.98	Mean	1.00
SD	0.17	SD	0.16

Infit t Outfit t

Mean	-0.08	Mean	0.06
SD	0.85	SD	0.59

0 items with zero scores

0 items with perfect scores

=====

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Case Estimates

all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

21/ 7/2018 21:38

Summary of case Estimates

=====

Mean	30.11
SD	13.98
SD (adjusted)	3.74
Reliability of estimate	0.75

Fit Statistics

=====

Infit Mean Square	Outfit Mean Square
Mean 0.96	Mean 1.00
SD 0.61	SD 0.69

Infit t Outfit t

Mean -0.10	Mean 0.03
SD 1.12	SD 0.92

0 cases with zero scores

1 cases with perfect scores

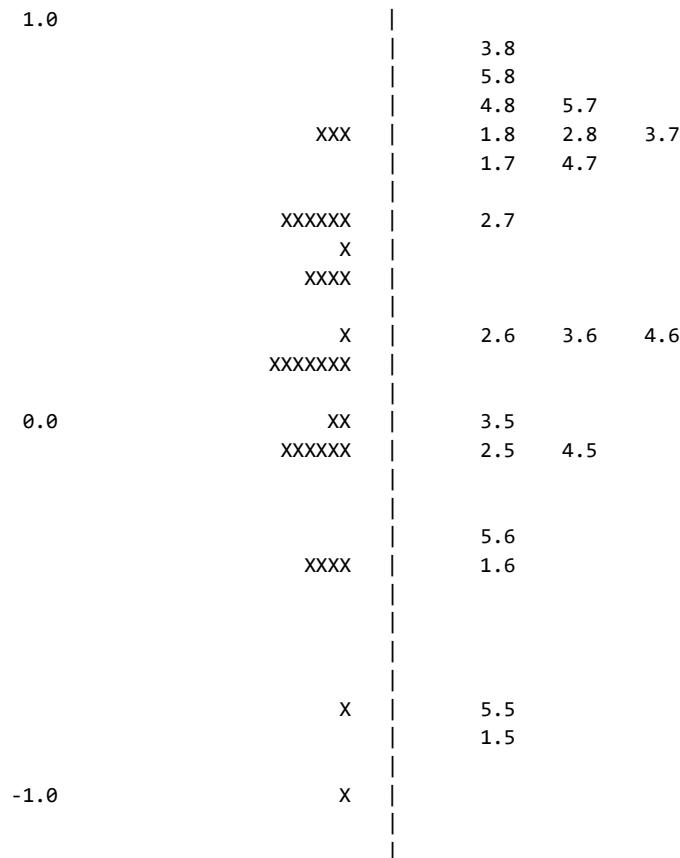
=====

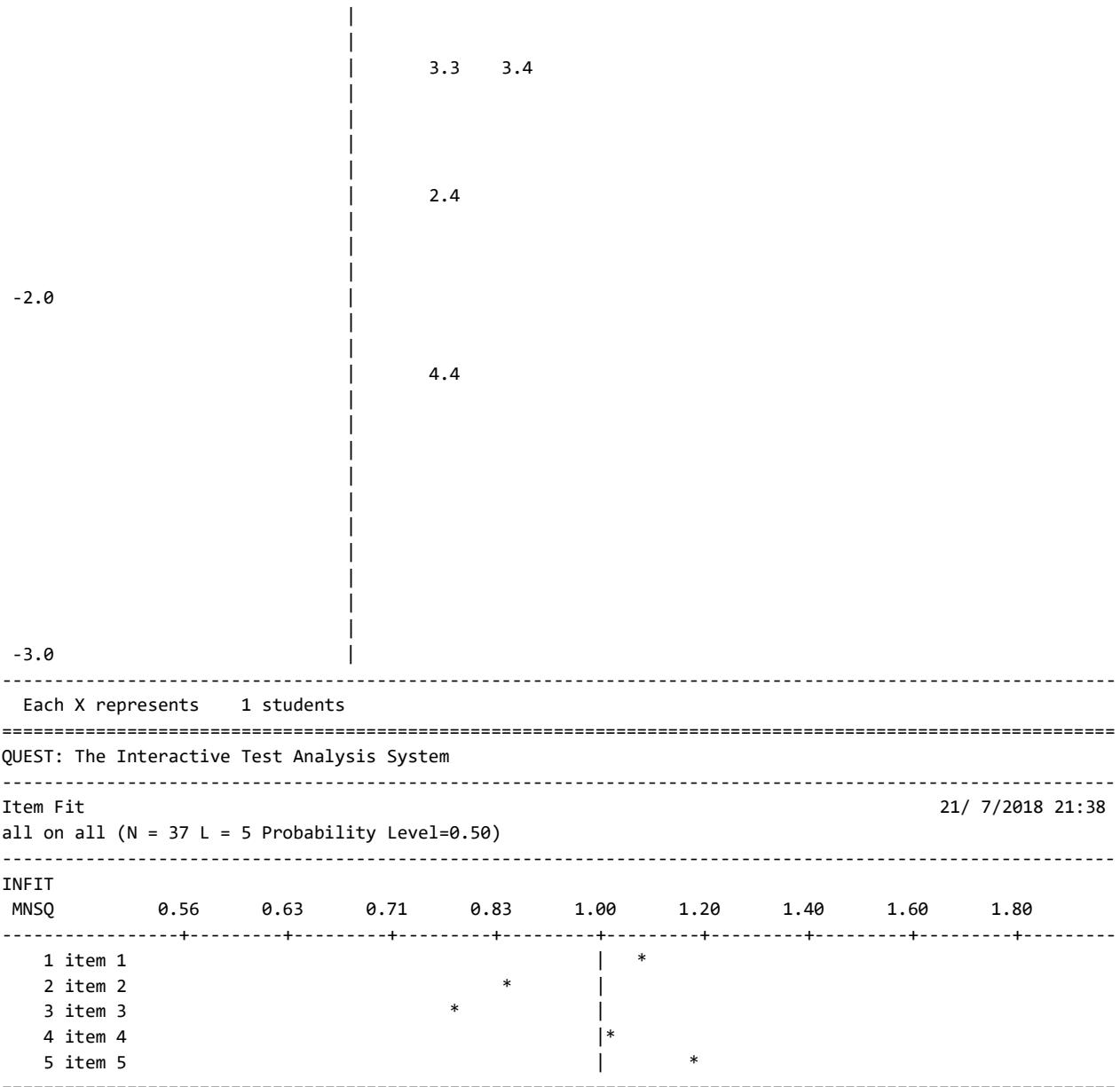
QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Thresholds)

all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

21/ 7/2018 21:38





2) Validitas Soal Posttest

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Category Deltas) In input Order
all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

21/ 7/2018 21:42

ITEM NAME	SCORE	MAXSCR	DELTA/S								INFT	MNSQ
			1	2	3	4	5	6	7	8		
1 item 1	85	144	0.03	-0.31	0.59	-0.09						0.80
			.53	.43	.39	.41						
2 item 2	85	180	-1.34	0.64	-0.21	2.28	-0.75					1.17
			.76	.40	.39	.50	.54					
3 item 3	116	180	-0.68	-0.96	-0.19	0.54	0.52					0.88
			1.07	.66	.43	.39	.47					
4 item 4	93	180	-1.77	0.22	0.07	1.63	-0.38					0.89
			1.04	.42	.39	.46	.50					
5 item 5	92	180	-1.93	1.15	-0.91	1.31	0.49					1.25
			1.04	.41	.40	.45	.58					
Mean			0.00									1.00
SD			0.11									0.20

OUTFT INFT OUTFT
MNSQ t t

0.77 -1.1 -0.8

1.13 0.8 0.5

0.90 -0.5 -0.3

0.88 -0.5 -0.4

1.20 1.2 0.8

0.98 0.0 0.0
0.18 1.0 0.7

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Case Estimates

all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

21/ 7/2018 21:42

Summary of case Estimates
=====

Mean	0.26
SD	0.41
SD (adjusted)	0.21
Reliability of estimate	0.26

Fit Statistics

Infit Mean Square	Outfit Mean Square
-------------------	--------------------

Mean	0.98	Mean	0.98
SD	0.58	SD	0.56

Infit t	Outfit t
---------	----------

Mean	-0.05	Mean	0.07
SD	1.11	SD	0.80

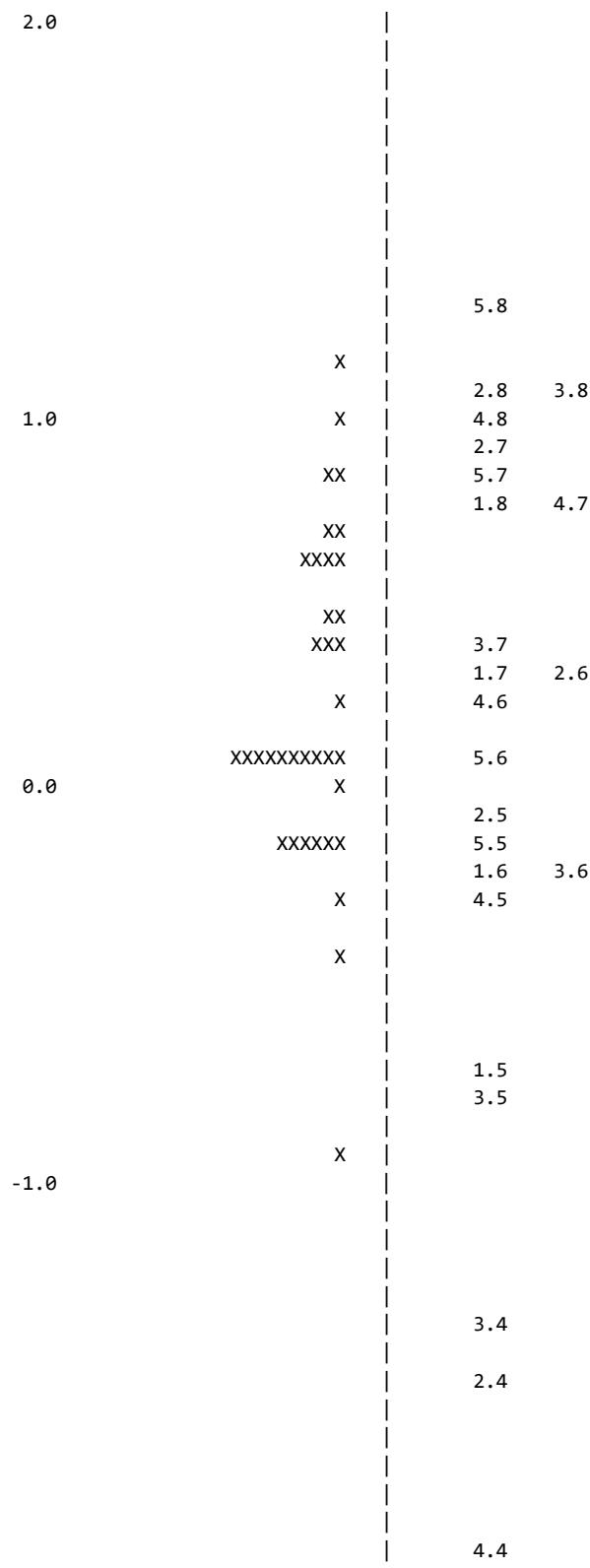
0 cases with zero scores

1 cases with perfect scores

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Thresholds)
all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

21/ 7/2018 21:42



Each X represents 1 students
=====

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Fit

21/ 7/2018 21:42

all on all (N = 37 L = 5 Probability Level=0.50)

INFIT

MNSQ	0.56	0.63	0.71	0.83	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

1 item 1	*								
2 item 2						*			
3 item 3			*						
4 item 4				*					
5 item 5							*		

=====

LAMPIRAN IV

Surat-surat Penelitian dan Dokumentasi

1. SK Dosen Pembimbing Skripsi (TAS)
2. Surat Ijin Penelitian Fakultas
3. Rekomendasi Penelitian Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (Rekomlit Kesbangpol DIY)
4. Rekomendasi Penelitian Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (Rekomlit DPM-PTSP Provinsi Jawa Tengah)
5. Surat Penelitian Sekolah
6. Dokumentasi

Lampiran IV.1 SK Dosen Pembimbing Skripsi (TAS)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 565411 Pesawat 217, (0274) 565411 (TU), fax. (0274) 548203
Laman : fmipa.uny.ac.id, E-mail : humas.fmipa@uny.ac.id

KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Nomor : 265/BIMB-TAS/2018

TENTANG
PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI (TAS)

DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Menimbang : bahwa untuk pelaksanaan tugas bimbingan skripsi mahasiswa, perlu menetapkan Keputusan Dekan tentang Tugas bimbingan skripsi;

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4301);
2. Undang-undang Nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5105) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 112, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 2105);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5500);
5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 23 Tahun 2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Yogyakarta;
6. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2011 tentang Statuta Universitas Negeri Yogyakarta;
7. Keputusan Rektor Universitas Negeri Yogyakarta Nomor 763 tahun 2015 tentang pengangkatan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta;

M E M U T U S K A N :

Menetapkan : KEPUTUSAN DEKAN TENTANG TUGAS DOSEN SEBAGAI PEMBIMBING SKRIPSI (TAS)
MAHASISWA.

KESATU : Mengangkat dan Menetapkan Dosen yang diserahi sebagai Pembimbing Skripsi (TAS);

No.	Nama	NIP	Jabatan	Gol	Keterangan
1.	Dr. Pujiyanto, M.Pd	197703232002121002	Asisten Ahli	III/B	Pembimbing Utama
2.	-	-	-	-	Pembimbing Pendamping

Dalam penyusunan SKRIPSI (TAS) bagi mahasiswa :

Nama : Retno Puji Lestari
Nomor Mahasiswa : 14302241029
Prodi : Pendidikan Fisika
Judul Skripsi : Pengembangan LKPD Berbantu *PhET Simulation* Berbasis STEM-PBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Memecahkan Masalah Siswa SMA Kelas X

KEDUA : Dosen yang namanya tersebut sebagaimana dimaksud dalam diktum kesatu membimbing tugas akhir skripsi mahasiswa;

KETIGA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.

SALINAN Keputusan Dekan ini disampaikan kepada:

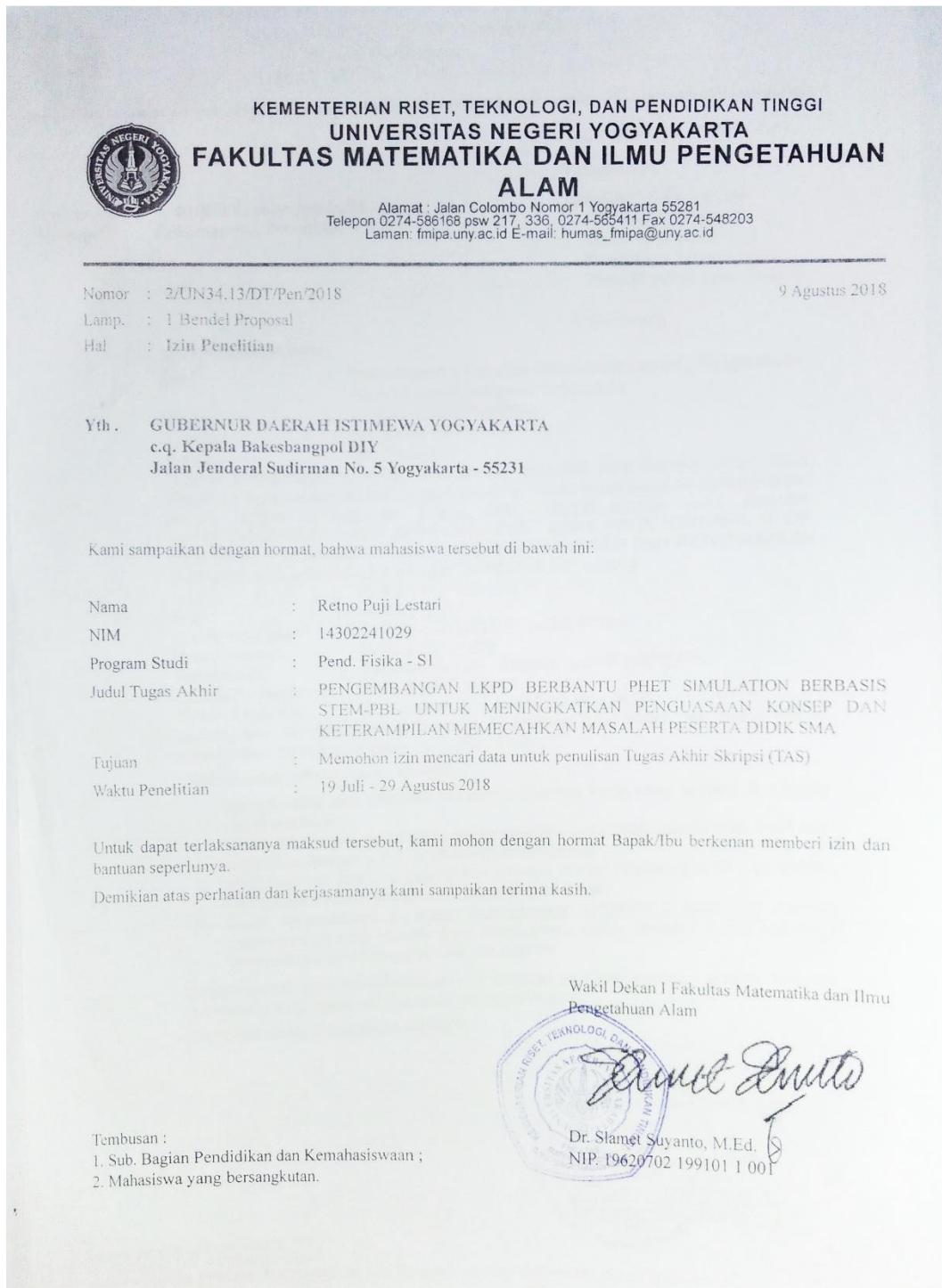
1. Dr. Pujiyanto, M.Pd;
2. -;
3. Mahasiswa ybs;
4. Ketua Jurusan Pendidikan Fisika;
5. Kasubag Keuangan dan Akuntansi FMIPA UNY;

Ditetapkan di Yogyakarta
Pada tanggal : 08 Maret 2018
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM

u.b.
Wakil Dekan I,



Lampiran IV.2 Surat Ijin Penelitian Fakultas



Lampiran IV.III Rekomendasi Penelitian Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (Rekomlit Kesbangpol DIY)

PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK
Jl. Jenderal Sudirman No 5 Yogyakarta – 55233
Telepon : (0274) 551136, 551275, Fax (0274) 551137

Yogyakarta, 10 Agustus 2018

Kepada Yth. :

Nomor : 074/8368/Kesbangpol/2018
Perihal : Rekomendasi Penelitian

Gubernur Jawa Tengah
Up. Kepala Dinas
Penanaman Modal dan
Pelayanan Terpadu Satu
Pintu Provinsi Jawa Tengah

di Semarang

Memperhatikan surat :

Dari : Wakil Dekan 1 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Negeri Yogyakarta
Nomor : 2/UN34.13/DT/Pen/2018
Tanggal : 9 Agustus 2018
Perihal : Izin Penelitian

Setelah mempelajari surat permohonan dan proposal yang diajukan, maka dapat diberikan surat rekomendasi tidak keberatan untuk melaksanakan riset/penelitian dalam rangka penyusunan Tugas Akhir Skripsi dengan judul proposal: **"PENGEMBANGAN LKPD BERBANTU PHET SIMULATION BERBASIS STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUSAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA"** kepada :

Nama : RETNO PUJI LESTARI
NIM : 14302241029
No. HP/Identitas : 085725410929/3314114103960001
Prodi/Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas/PT : Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam(FMIPA)
Lokasi Penelitian : SMA Negeri 2 Klaten
Waktu Penelitian : 10 Agustus 2018 s.d 29 Agustus 2018

Sehubungan dengan maksud tersebut, diharapkan agar pihak yang terkait dapat memberikan bantuan / fasilitas yang dibutuhkan.

Kepada yang bersangkutan diwajibkan :

1. Menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di wilayah riset/penelitian;
2. Tidak dibenarkan melakukan riset/penelitian yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul riset/penelitian dimaksud;
3. Menyerahkan hasil riset/penelitian kepada Badan Kesbangpol DIY selambat-lambatnya 6 bulan setelah penelitian dilaksanakan;
4. Surat rekomendasi ini dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat rekomendasi sebelumnya, paling lambat 7 (tujuh) hari kerja sebelum berakhirnya surat rekomendasi ini.

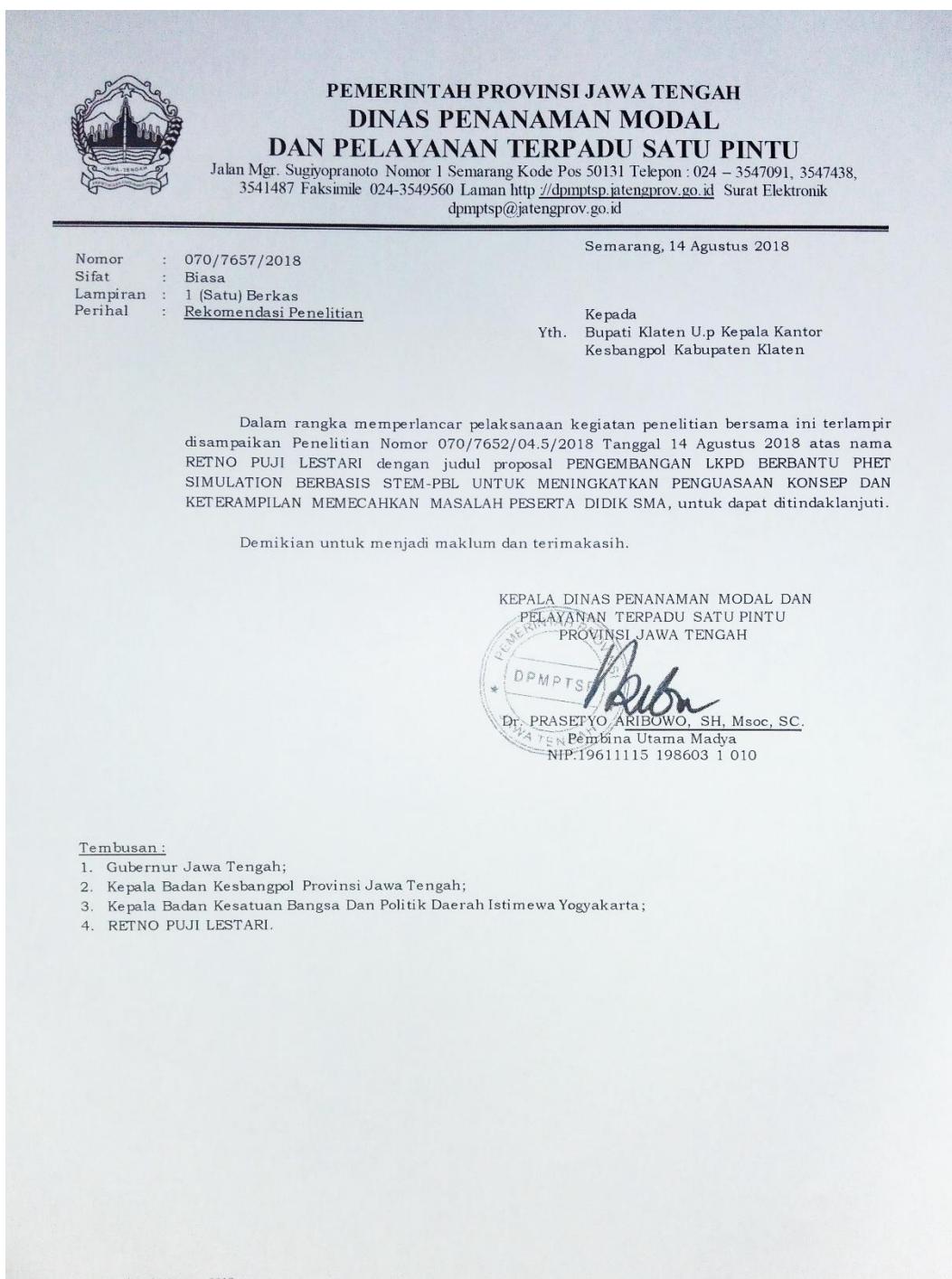
Rekomendasi Izin Riset/Penelitian ini dinyatakan tidak berlaku, apabila ternyata pemegang tidak mentaati ketentuan tersebut di atas.

Demikian untuk menjadikan maklum.

Tembusan disampaikan Kepada Yth.:

1. Gubernur DIY (sebagai laporan)
2. Wakil Dekan 1 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta
3. Yang bersangkutan.

Lampiran IV.4 Rekomendasi Penelitian Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (Rekomlit DPM-PTSP Provinsi Jawa Tengah)



DPMPPTSP 14 Agustus 2018



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENANAMAN MODAL
DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU

Jalan Mgr. Sugiyopranoto Nomor 1 Semarang Kode Pos 50131 Telepon : 024 – 3547091, 3547438,
3541487 Faksimik 024-3549560 Laman <http://dpmpfsp.jatengprov.go.id> Surat Elektronik
dpmpfsp@jatengprov.go.id

REKOMENDASI PENELITIAN

NOMOR : 070/7652/04.5/2018

Dasar

1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 07 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian ;
2. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 72 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah ;
3. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 18 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Terpadu Satu Pintu di Provinsi Jawa Tengah.

Memperhatikan : Surat Kepala Badan Kesatuan Bangsa Dan Politik Daerah Istimewa Yogyakarta
Nomor : 074/8368/Kesbangpol/2018 Tanggal: 10 Agustus 2018 Perihal:
Rekomendasi Penelitian

Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah, memberikan rekomendasi kepada :

1. Nama : RETNO PUJI LESTARI
2. Alamat : Jetak, RT/RW 004/002, Duyungan, Sidoharjo, Sragen, Jawa Tengah
3. Pekerjaan : Mahasiswa

Untuk : Melakukan Penelitian dengan rincian sebagai berikut :

- a. Judul Proposal : PENGEMBANGAN LKPD BERBANTU PHET SIMULATION BERBASIS STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN PENGUSAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH PESERTA DIDIK SMA
- b. Tempat / Lokasi : SMA Negeri 2 Klaten
- c. Bidang Penelitian : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- d. Waktu Penelitian : 19 Juli 2018 sampai 29 Agustus 2018
- e. Penanggung Jawab : Dr. Pujiyanto
- f. Status Penelitian : Baru
- g. Anggota Peneliti : 1
- h. Nama Lembaga : Universitas Negeri Yogyakarta

Ketentuan yang harus ditaati adalah :

- a. Sebelum melakukan kegiatan terlebih dahulu melaporkan kepada Pejabat setempat / Lembaga swasta yang akan dijadikan obyek lokasi;
- b. Pelaksanaan kegiatan dimaksud tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan pemerintahan;
- c. Setelah pelaksanaan kegiatan dimaksud selesai supaya menyerahkan hasilnya kepada Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah;
- d. Apabila masa berlaku Surat Rekomendasi ini sudah berakhir, sedang pelaksanaan kegiatan belum selesai, perpanjangan waktu harus diajukan kepada instansi pemohon dengan menyertakan hasil penelitian sebelumnya;
- e. Surat rekomendasi ini dapat diubah apabila di kemudian hari terdapat kekeliruan dan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Demikian rekomendasi ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Semarang, 14 Agustus 2018

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN
PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
PROVINSI JAWA TENGAH

PRASETYO ARIBOWO



Lampiran IV.5 Surat Penelitian Sekolah



Lampiran IV.6 Dokumentasi

1. Uji Coba Soal *Pretest* dan *Posttest*



2. Uji Terbatas



3. Uji Luas

a. Mengerjakan Soal *Pretest*



b. Mengerjakan LKPD I dan II



c. Mengerjakan Soal *Posttest*

