

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL
PEMBELAJARAN IBMR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK SMA**

SKRIPSI

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



Oleh :

Oki Adi Yuliana

NIM 15302241022

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

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL
PEMBELAJARAN IBMR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK SMA**

Disusun oleh:

Oki Adi Yuliana

15302241022

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

Yogyakarta, April 2019

Mengetahui,
Kaprodi Pendidikan Fisika

Pembimbing



Yusman Wiyatmo, M.Si
NIP 196807121993031004



Yusman Wiyatmo, M.Si
NIP 196807121993031004

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL PEMBELAJARAN IBMR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK SMA

Disusun oleh:

Oki Adi Yuliana




15302241022

telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta.

Pada tanggal 13 Mei 2019

TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
Yusman Wiyatno, M.Si	Ketua Penguji		17-05-2019
Rahayu Dwisiwi.S.R. M.Pd.	Penguji I		17-05-2019
Dr. Sukardiyono	Penguji II		17-05-2019

Yogyakarta, 21 Mei 2019

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan



Dr. Hartono

NIP. 196203291987021002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Oki Adi Yuliana

NIM : 15302241022

Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika/Pendidikan Fisika

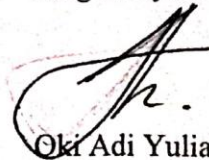
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : Pengembangan Perangkat Pembelajaran IBMR untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif 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. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya akan menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, April 2019

Yang menyatakan,



Oki Adi Yuliana

NIM 15302241022

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain dan hanya kepada Allahlah hendaknya kamu berharap”.

(QS. AL INSYIRAH 6-8)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT dengan ridho dan petunjuk-NYA, penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Sebuah karya yang sederhana, namun penuh makna ini penulis persembahkan kepada:

1. Bapak (Mardi Atmadi) dan Ibu (Esih Yulianti) yang telah memberikan dukungan, baik moril maupun materiil. Terima kasih atas doa, kesabaran, ketulusan dan motivasi yang telah dibeikan selama ini.
2. Adikku tercinta, Dede Mardi Sinung Raharjo dan Mohammad Owen Manggala yang selalu memberikan semangat untuk selalu belajar menjadi kakak dan panutan yang baik.
3. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika A 2015 yang selalu memberikan bantuan, motivasi, dan keceriaan dalam setiap kebersamaan.
4. Sahabat-sahabatku di Dandelion Hak-hak e (Husnatul Hamidiyah, Aditya Prihatnasari, Febryanawati Nur Safitri, Aster Indah Malida, Nisrina Nurmalia Ambarwati, dan Maulida Rizqi Pratiwi) yang selalu ada di saat suka maupun duka. Terimakasih telah melengkapi dan memahami kekuranganku.
5. Dwi Novit Hapriyani, Kharisma Azmi Yoningsih, Fadilah Nur Rahmah dan Gayuh Yoga Puspita yang selalu setia memberikan dorongan dan motivasi selama mengerjakan skripsi.
6. Faiq Aulia Mahrifat, terimakasih atas dukungan, semangat, motivasi, dan kebersamaan yang diberikan selama ini.
7. Teman-teman seperjuangan di HIMAFI, khususnya teman-teman PJO. Terimakasih atas pengalaman yang sangat berkesan selama ini.
8. Keluargaku tercinta, anggota kelompok KKN 59 UNY tahun 2018 yang selalu mendukung penulis untuk cepat lulus kuliah.
9. Teman-teman PLT SMA N 1 Turi tahun 2018 yang telah memberikan semangat bagi penulis untuk menjadi sosok guru yang profesional.

10. Semua pihak yang telah memberikan doa, bantuan, dan motivasi bagi penulis.
Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan kalian semua.

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL
PEMBELAJARAN IBMR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK SMA**

Oleh:

Oki Adi Yuliana
15302241022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menghasilkan produk perangkat pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) yang layak untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi vektor kelas X SMA, 2) mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah diimplementasikan perangkat pembelajaran IBMR di kelas.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas X semester I SMA N 2 Sleman tahun pelajaran 2018/2019. Tahap *define* dilakukan untuk mendefinisikan permasalahan dan kebutuhan penelitian. Tahap *design* merupakan perancangan perangkat pembelajaran berupa RPP, modul, LKPD serta instrumen pengumpulan data berupa lembar validasi, lembar observasi keterlaksanaan RPP, soal *pretest*, dan *posttest*. Tahap *develop*, pada tahap ini produk awal perangkat pembelajaran divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi untuk memperoleh kelayakan produk berdasarkan hasil validasi dan saran serta komentar validator. Setelah divalidasi dan direvisi kemudian dilakukan revisi dan uji coba produk secara terbatas dan uji coba luas pada peserta didik. Teknik analisis data untuk kelayakan RPP, modul, dan LKPD menggunakan analisis SBI. Validitas isi dan konstruksi soal *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan analisis CVR dan CVI. Peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dianalisis menggunakan *standard gain*. Tahap *disseminate* dilakukan penyebaran perangkat pembelajaran dengan membagikan perangkat pembelajaran model pembelajaran IBMR kepada guru fisika SMA N 2 Sleman.

Hasil penelitian menunjukkan: 1) telah dihasilkan perangkat pembelajaran materi vektor berupa RPP, modul, LKPD, dan instrumen penilaian berbasis model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) yang layak untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik SMA dengan nilai rerata SBI secara berturut untuk RPP, modul, dan LKPD sebesar 107, 67, dan 71,5 dengan kategori sangat baik, 2) besar peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik SMA yang mengikuti pembelajaran dengan model pembelajaran IBMR pada materi vektor ditunjukkan dengan nilai *standard gain* $\langle g \rangle$ sebesar 0,58 dengan kategori sedang.

Kata kunci: perangkat pembelajaran, *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR), kemampuan berpikir kreatif, vektor

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran IBMR untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu bagian dari penelitian payung.

Keberhasilan penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, arahan, dan kerjasama yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti 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 UNY yang telah berkenan memberikan izin penelitian.
3. Bapak Yusman Wiyatmo, M.Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika dan Ketua Program Studi Pendidikan Fisika sekaligus selaku dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat, motivasi, saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Suharto, M.Pd. selaku Kepala SMA Negeri 2 Sleman yang telah memberikan izin penelitian di SMA Negeri 2 Sleman.
5. Ibu Dra. Sri Maesarini KN selaku Validator praktisi sekaligus guru pembimbing bidang studi fisika di SMA Negeri 2 Sleman yang telah memberikan saran, masukan, dukungan, dan bantuan untuk melakukan penelitian ini.
6. Kedua orang tua dan kedua adik yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
7. Peserta didik kelas X MIPA 1 dan X MIPA 2 SMA N 2 Sleman yang telah berpartisipasi selama pelaksanaan penelitian.

8. Teman-teman Pendidikan Fisika A 2015 yang telah menjadi teman belajar dan teman perjuangan selama menjalani perkuliahan.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam berbagai hal, sehingga penelitian dan penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini dapat selesai tepat waktu.

Semoga bantuan yang telah diberikan semua pihak menjadi amalan yang bermanfaat serta mendapatkan balasan kebaikan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
G. Spesifikasi Produk	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
A. Kajian Teori	9
1. Pembelajaran Fisika	9
2. Model Pembelajaran IBMR	12
3. Multi Representasi	16
4. Kemampuan Berpikir Kreatif	18
5. Perangkat Pembelajaran Fisika	21
6. Materi Fisika Vektor	35
B. Penelitian yang Relevan	51
C. Kerangka Berpikir	52
BAB III METODE PENELITIAN	55
A. Desain Penelitian	55
1. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	55
2. Tahap Perencanaan (<i>Design</i>)	58
3. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	60
4. Tahap Penyebarluasan (<i>Disseminate</i>)	63
B. Waktu Penelitian	65
C. Jenis Data	65
D. Instrumen Penelitian	66
E. Teknik Analisis Data	69

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	78
A. Hasil Penelitian	78
1. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	78
2. Tahap Perencanaan (<i>Design</i>)	82
3. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	88
4. Tahap Penyebarluasan (<i>Disseminate</i>)	101
B. Pembahasan	102
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	118
A. Simpulan	118
B. Keterbatasan Penelitian	118
C. Saran	119
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	124

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sintak Model IBMR	13
Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	20
Tabel 3. Penguraian Vektor terhadap Komponen x dan Komponen y	44
Tabel 4. Kriteria Penilaian Skala 5	70
Tabel 5. Kriteria Penilaian Kelayakan RPP	71
Tabel 6. Kriteria Penilaian Kelayakan Modul	72
Tabel 7. Kriteria Penilaian Kelayakan LKPD	73
Tabel 8. Kriteria Penilaian CVR pada Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	73
Tabel 9. Kategori Nilai CVR dan CVI	75
Tabel 10. Kriteria Nilai Gain	76
Tabel 11. Tabel Analisis Tugas	80
Tabel 12. Tabel Indikator Soal <i>Pretets</i> dan <i>Posttest</i>	86
Tabel 13. Analisis Kelayakan RPP	89
Tabel 14. Analisis Kelayakan Modul	90
Tabel 15. Analisis Kelayakan LKPD	91
Tabel 16. Hasil Validasi Lembar Soal <i>Pretest</i>	91
Tabel 17. Hasil Validasi Lembar Soal <i>Posttest</i>	92
Tabel 18. Nilai <i>Percentage of Agreement</i> Antar Validator	93
Tabel 19. Revisi I RPP	94
Tabel 20. Revisi I Modul	95
Tabel 21. Revisi I LKPD	96
Tabel 22. Revisi I Soal <i>Pretest</i>	96
Tabel 23. Revisi I Soal <i>Posttest</i>	99
Tabel 24. Revisi II	99
Tabel 25. Keterlaksanaan RPP	100
Tabel 26. Hasil <i>Standard Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif	101
Tabel 27. Rekapitulasi Analisis <i>Standard Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Vektor \overrightarrow{RS}	36
Gambar 2. Gambar Beberapa Buah Vektor	37
Gambar 3. Vektor Perpindahan	38
Gambar 4. Resultan Vektor $\vec{A} + \vec{B}$ dengan Metode Segitiga	39
Gambar 5. Resultan Vektor $\vec{A} - \vec{B}$ dengan Metode Segitiga	39
Gambar 6. Resultan Vektor $\vec{A} + \vec{B}$ dengan Metode Jajar Genjang	40
Gambar 7. Resultan Vektor $\vec{A} - \vec{B}$ dengan Metode Jajar Genjang	41
Gambar 8. Dua Vektor yang Saling Tegak Lurus	41
Gambar 9. Penjumlahan Vektor dengan Metode Polygon	42
Gambar 10. Penguraian Sebuah Vektor menjadi \vec{A} Dua Buah Vektor A_x dan A_y yang Saling Tegak Lurus	43
Gambar 11. Perkalian Titik Dua Buah Vektor	45
Gambar 12. Perkalian Silang Dua Buah Vektor	46
Gambar 13. Arah Vektor Hasil Perkalian Silang Dua Buah Vektor (\vec{C}) Saling Tegak Lurus dengan Vektor \vec{A} dan \vec{B}	47
Gambar 14. Vektor Satuan	47
Gambar 15. Kerangka Berpikir Penelitian Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika dengan Model Pembelajaran <i>Investigation Based Multiple Representation</i> (IBMR)	54
Gambar 16. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	58
Gambar 17. Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	60
Gambar 18. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	63
Gambar 19. Tahap Penyebarluasan (<i>Disseminate</i>)	63
Gambar 20. Skema Model 4-D	64
Gambar 21. Peta Konsep Vektor	81
Gambar 22. Diagram Batang Skor Penilaian <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	115
Gambar 23. Diagram <i>Pie</i> Persentase <i>Standard Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif	116

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I (Instrumen Perangkat Pembelajaran)	124
1. RPP	125
2. Modul	132
3. LKPD	162
LAMPIRAN II (Instrumen Pengumpulan Data)	168
1. Lembar Validasi RPP	169
2. Lembar Validasi modul	177
3. Lembar Validasi LKPD	183
4. Lembar Validasi <i>pretest</i>	193
5. Lembar Validasi <i>posttest</i>	201
6. Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP	209
7. Lembar penilaian presentasi kelompok	217
8. Lembar Soal <i>pretest</i>	221
9. Lembar Soal <i>posttest</i>	224
10. Kisi-kisi <i>pretest</i>	227
11. Kisi-kisi <i>posttest</i>	236
LAMPIRAN III (Data dan Hasil Analisis)	245
1. Analisis Kelayakan RPP	246
2. Analisis Keterlaksanaan RPP	256
3. Analisis Kelayakan Modul	260
4. Analisis Kelayakan LKPD	265
5. Analisis Validitas dan Reliabilitas soal <i>pretest</i>	270
6. Analisis Validitas dan Reliabilitas soal <i>posttest</i>	272
7. Analisis Tingkat Persetujuan antar Validator	274
8. Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif	285
LAMPIRAN IV (Surat-Surat dan Dokumentasi)	287

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada era revolusi industri 4.0 terjadi perkembangan teknologi yang sedang berada pada titik puncak. Perubahan tersebut tidak linear tetapi bersifat disruptif. Revolusi industri 4.0 merupakan fase keempat dari perjalanan sejarah revolusi industri yang dimulai pada abad ke-18. Seperti yang disampaikan oleh Presiden RI ke-7, revolusi industri 4.0 telah mendorong inovasi-inovasi teknologi yang memberikan dampak disruptif atau perubahan fundamental terhadap kehidupan masyarakat salah satunya dalam bidang pendidikan. Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini Badan Nasional Standar Pendidikan (BNSP) pada tahun 2010 mempublikasikan elemen-elemen dalam kerangka pembelajaran global dalam kurikulum di Indonesia disebut 4K yaitu 1) *Critical Thinking and Problem Solving Skills*, 2) *Communication Skills*, 3) *Creativity and Innovation* and 4) *Collaboration* (BNSP, 2010). Dari kutipan ini terlihat bahwa, praktik pendidikan dan pembelajaran di Indonesia ke depan akan mengutamakan hal-hal seperti kemampuan berfikir kritis, solutif, mengembangkan keterampilan berkomunikasi, kreatif dan inovatif.

Fisika merupakan bagian dari sains yang memfokuskan kajiannya pada materi, energi, dan hubungan antara keduanya (Gunawan et al, 2015). Sedangkan menurut Suparno (2013: 8) fisika adalah mata pelajaran yang diberikan kepada peserta didik berguna sebagai wahana untuk menumbuhkan kemampuan berpikir

kreatif yang bermanfaat dalam rangka memecahkan suatu masalah terkait fisika dalam kehidupan sehari-hari dan sebagai bekal bagi peserta didik untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan selanjutnya. Dengan demikian fisika merupakan suatu mata pelajaran yang menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif dalam mempelajari gejala alam dan fenomena fisis dalam kehidupan sehari-hari

Berkaitan dengan kemampuan yang seharusnya dimiliki peserta didik dalam menghadapi revolusi industri 4.0 tersebut, diperlukan suatu pendekatan yang tepat dalam proses pembelajaran terutama pembelajaran fisika. Salah satu pendekatan yang diyakini peneliti dapat digunakan untuk memenuhi kemampuan tersebut adalah *multiple representation*. Hal ini dikarenakan ada tahapan yang dirancang sedemikian rupa sehingga mencerminkan keterlibatan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran dapat dikembangkan secara maksimal. Model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) dapat membantu mengembangkan kemampuan peserta didik baik ranah kognitif, afektif, maupun psikomotorik. Selain itu, model IBMR belum banyak diteliti terutama dalam pembelajaran fisika.

Model pembelajaran IBMR memiliki 5 sintak yakni: 1) Fase 1: Orientasi, yakni orientasi peserta didik pada fenomena dan penggunaan multirepresentasi, 2) Fase Investigasi, yakni merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah, 3) Fase Multi representasi, yakni menyajikan konsep fisika dengan multi representasi (verbal, gambar, grafik, dan matematika), 4) Fase Implementasi, yakni menerapkan multi

representasi konsep fisika dalam memecahkan masalah, dan 5) Fase Komunikasi, yakni mengomunikasikan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi (Siswanto, dkk., 2016: 128). Dari uraian tersebut diketahui bahwa model multi representasi dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan penyelidikan ilmiah dan dilanjutkan dengan pemecahan masalah serta mengomunikasikan hasil pemecahan masalah. Dalam pemecahan masalah yang kompleks diperlukan kemampuan berpikir kreatif yang tinggi.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di SMA N 2 Sleman, pembelajaran fisika yang dilakukan oleh guru sebagian besar masih menggunakan model pembelajaran konvensional dengan metode ceramah, sehingga kemampuan berpikir kreatif peserta didik kurang terlatih dan dapat diperkirakan kemampuan berpikir kreatif peserta didik masih rendah. Selain itu, banyak peserta didik yang menganggap fisika itu sulit untuk dipelajari. Ditinjau dari proses pembelajarannya, peserta didik cenderung kurang berminat terhadap pembelajaran fisika, hal tersebut dikarenakan model pembelajaran yang monoton serta terlalu sering pembelajaran disajikan dengan mengerjakan soal. Penyajian pembelajaran yang seperti itu membuat peserta didik kurang berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran. Peserta didik hanya terpaku dalam menghafal rumus dan pengerjaan soal, sehingga kemampuan berpikir kreatif peserta didik masih kurang diperhatikan. Senada dengan hasil wawancara dengan beberapa peserta didik kelas X MIPA, peserta didik tersebut beranggapan bahwa pembelajaran fisika membosankan karena terlalu banyak

ceramah dan mengerjakan soal. Di lain sisi materi belum sepenuhnya telah disampaikan dalam pembelajaran. Kurangnya minat belajar peserta didik terhadap mata pelajaran fisika mempengaruhi rendahnya kemampuan berpikir khususnya kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Peserta didik menjelaskan bahwa dirinya hanya mampu menghafal persamaan yang ada, tetapi tidak tahu pada permasalahan seperti apa harus menerapkannya. Peserta didik juga kesusahan apabila mengerjakan soal yang sejenis tetapi besaran yang diketahui berbeda, selain itu peserta didik juga bingung menjelaskan fenomena fisika yang terjadi pada kehidupan sehari-hari. Hal tersebut tampak dari hasil belajar yang diperoleh peserta didik pada ulangan harian cenderung rendah karena hanya 74,19% dari total 31 peserta didik yang tuntas KKM dengan nilai KKM hanya sebesar 66.

Kreatif merupakan kemampuan yang penting dimiliki oleh generasi revolusi industri 4.0. Generasi revolusi industri 4.0 diharapkan dapat menciptakan penemuan-penemuan baru yang belum ada sebelumnya. Dengan kata lain, generasi milenial dituntut untuk berpikir kreatif dalam menemukan inovasi-inovasi tersebut. Hal ini merujuk pada tujuan pendidikan nasional yang menyebutkan kreatif sebagai salah satu pencapaian pendidikan, maka model multi representasi diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

Model pembelajaran IBMR dikembangkan sebagai intervensi untuk meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika. Model pembelajaran IBMR didukung oleh teori belajar konstruktivis. Teori belajar

konstruktivis memandang belajar sebagai proses yang dilakukan peserta didik secara aktif dalam membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman personal pada saat berinteraksi dengan peserta didik lain dan kelompok. Berdasarkan fase-fase yang ada dalam model pembelajaran IBMR maka dapat diketahui kelebihan dari model pembelajaran IBMR. Kelebihan tersebut diantaranya yaitu dengan adanya multi representasi yang dibuat berdasarkan investigasi dapat membantu peserta didik untuk mampu menghubungkan representasi verbal, gambar, grafik dan matematika. Selain itu, penyajian dan penyampaian materi dengan contoh fenomena/peristiwa fisika akan membangun pemahaman terhadap situasi yang nyata secara mendalam. Namun penyusunan perangkat pembelajaran yang membutuhkan waktu cukup lama menjadi salah satu kendala dari model pembelajaran ini.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut, melalui penelitian ini dikembangkan perangkat pembelajaran IBMR untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik kelas X MIPA kasus di SMA Negeri 2 Sleman.

B. Identifikasi Masalah

Beberapa permasalahan yang muncul dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Kemampuan representasi konsep peserta didik SMA masih rendah sehingga perlu ditingkatkan.
2. Pada proses pembelajaran di sekolah, peserta didik kurang mendapat perhatian untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif

3. Perangkat pembelajaran model IBMR belum banyak ditemukan di sekolah sehingga perlu dikembangkan.
4. Model pembelajaran IBMR belum banyak diteliti terutama dalam pembelajaran fisika.
5. Model pembelajaran IBMR diyakini peneliti dapat digunakan untuk membantu peserta didik memenuhi kemampuan berpikir kreatif dalam fisika, namun penerapannya pada Kurikulum 2013 edisi revisi memunculkan pertanyaan apakah pendekatan ini dapat meningkatkan kemampuan tersebut pada peserta didik.

C. Batasan Masalah

Permasalahan-permasalahan pada penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Materi pokok fisika yang diteliti dibatasi pada materi vektor.
2. Kemampuan berpikir kreatif dibatasi pada (1) kelancaran (*fluency*), (2) keluwesan (*flexibility*), (3) keaslian (*originality*), dan (4) penguraian (*elaboration*).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kelayakan perangkat pembelajaran IBMR hasil pengembangan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi vektor kelas X SMA?

2. Berapakah peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah diimplementasikan perangkat pembelajaran IBMR di kelas?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan produk perangkat pembelajaran IBMR yang layak untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi vektor kelas X SMA.
2. Mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah diimplementasikan perangkat pembelajaran IBMR di kelas.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi guru dan calon guru, perangkat pembelajaran IBMR dapat digunakan sebagai model pendukung terlaksananya kegiatan pembelajaran fisika materi pokok vektor di sekolah.
2. Manfaat bagi peserta didik, perangkat pembelajaran IBMR dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi vektor untuk peserta didik kelas X SMA.
3. Manfaat bagi pembaca dan peneliti dapat digunakan sebagai bahan acuan atau referensi yang dapat menambah wawasan tentang perangkat pembelajaran IBMR.

G. Spesifikasi Produk

1. Materi pokok fisika yang diteliti adalah materi vektor.

2. Produk RPP yang dikembangkan mengacu pada Kurikulum 2013 dan tahapan-tahapan pembelajarannya menggunakan sintak model IBMR.
3. Produk LKPD yang dikembangkan memfasilitasi peserta didik untuk melakukan kegiatan orientasi, investigasi, multi representasi, implementasi, dan komunikasi.
4. Produk Modul yang dikembangkan dirancang dapat memfasilitasi peserta didik untuk dapat melakukan aktivitas belajar dengan multi representasi.
5. Produk Lembar Penilaian yang dikembangkan dapat mengukur kemampuan berpikir kreatif dengan multi representasi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran Fisika

Pembelajaran merupakan proses pengembangan pengetahuan, keterampilan, atau sikap baru pada saat individu berinteraksi dengan informasi dan lingkungan. Menurut UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menjelaskan bahwa pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.

Menurut Oemar (2003: 57) pembelajaran merupakan suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi pencapaian tujuan pembelajaran. Belajar adalah suatu proses mereaksi terhadap semua situasi yang ada di sekitar individu (Nana Sudjana, 2004: 28). Sugihartono, dkk (2007: 74) menyatakan bahwa belajar merupakan suatu proses perubahan tingkah laku sebagai hasil interaksi individu dengan lingkungannya dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Prinsip dasar kegiatan pembelajaran adalah memberdayakan seluruh kemampuan atau potensi yang dimiliki oleh peserta didik sehingga mereka dapat meningkatkan pemahamannya terhadap fakta, konsep dan prinsip dalam kajian ilmu.

Menurut Mundilarto (2010: 3) fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang pada dasarnya bertujuan untuk mempelajari dan

memberi pemahaman baik secara kualitatif maupun kuantitatif tentang berbagai gejala atau proses alam dan sifat zat penerapannya. Sedangkan menurut Suparno (2013: 8) fisika adalah mata pelajaran yang diberikan kepada peserta didik berguna sebagai wahana untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif yang bermanfaat dalam rangka memecahkan suatu masalah terkait fisika dalam kehidupan sehari-hari dan sebagai bekal bagi peserta didik untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan selanjutnya. Bagian yang terpenting dalam mempelajari ilmu fisika ialah pembelajaran aktif oleh peserta didik, sehingga pendidik senantiasa mendorong peserta didik agar mau mempelajari fisika sendiri.

Paradigma pembelajaran pada abad ini telah bergeser, pembelajaran yang semula berpusat pada guru kini telah bergeser menjadi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Pada proses pembelajaran peserta didik dituntut untuk memahami materi tersebut sehingga nantinya dapat memecahkan persoalan melalui tindakan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah tersebut. Hosnan (2014: 87) menyebutkan kecakapan yang harus dimiliki peserta didik diantaranya kecakapan pemecahan masalah, kecakapan berpikir kritis, kolaborasi, kecakapan berkomunikasi, dan kecakapan kreativitas.

Menurut Majid (2014 : 100-109) pembelajaran dengan pendekatan saintifik terdiri dari enam langkah sebagai berikut:

a. Mengamati

Kegiatan mengamati mengutamakan kebermaknaan proses pembelajaran. Metode ini memiliki keunggulan seperti mengamati objek secara nyata, peserta didik senang dan mudah dalam pelaksanaannya.

b. Menanya

Pada kegiatan menanya, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk bertanya mengenai apa yang sudah diamati. Guru harus mampu menginspirasi peserta didik untuk meningkatkan dan mengembangkan ranah sikap keterampilan dan pengetahuannya.

c. Menalar

Menalar adalah proses berpikir yang logis dan sistematis atas fakta-fakta empiris yang dapat diobservasi untuk memperoleh simpulan berupa pengetahuan. Menalar akan membuat siswa belajar lebih giat untuk mengembangkan pikirannya dan gagasannya dalam pelaksanaannya.

d. Mengolah

Pada tahapan mengolah ini peserta didik mungkin dikondisikan belajar secara kolaboratif. Peserta didiklah yang harus lebih aktif dan guru lebih bersifat direktif atau manajer belajar. Pada tahapan mengolah ini peserta didik secara bersama-sama, saling bekerja sama, saling membantu mengerjakan hasil tugas terkait dengan materi yang sedang dipelajari.

e. Mencoba

Peserta didik harus mencoba melakukan pengamatan, terutama untuk materi atau substansi yang sesuai guna memperoleh hasil belajar nyata.

f. Menyimpulkan

Kegiatan menyimpulkan merupakan kelanjutan dari kegiatan mengolah hasil kegiatan pengamatan yang telah dilakukan.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika merupakan suatu upaya yang dilakukan dengan sengaja oleh pendidik untuk menyampaikan ilmu yang mempelajari gejala alam dan fenomena fisis dalam kehidupan sehari-hari sebagai usaha untuk mencapai tujuan pembelajaran fisika. Tujuan pembelajaran fisika yaitu menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif dalam rangka memecahkan masalah terkait gejala-gejala alam dan fenomena fisis tersebut.

2. Model Pembelajaran IBMR

Model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) didukung oleh teori belajar konstruktivis. Dalam kegiatan pembelajaran peserta didik bekerja dalam kelompok dengan dibimbing guru untuk merepresentasikan konsep fisika dari fenomena fisika/peristiwa/simulasi dari hasil investigasi. Sintak model IBMR dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Sintak Model IBMR

Sintak	Aktivitas Peserta Didik	Aktivitas Guru
Fase 1: Orientasi	Orientasi peserta didik pada fenomena dan penggunaan multi representasi)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menyajikan contoh fenomena/peristiwa fisika. ➤ Membimbing peserta didik dalam mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika yang disajikan. ➤ Meminta peserta didik untuk menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi. ➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran
Fase 2: Investigasi	Merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menginformasikan kebutuhan investigasi. ➤ Membimbing peserta didik untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan untuk menguji multi representasi konsep yang telah dibuat sebelumnya.
Fase 3; Multi representasi	Menyajikan konsep fisika dengan multi representasi verbal, gambar, grafik dan matematika	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membimbing peserta didik menganalisis hasil penyelidikan untuk menguji multi representasi konsep yang telah dibuat sebelumnya. ➤ Membimbing peserta didik untuk menyajikan konsep fisika dengan multi representasi
Fase 4: Implementasi	Menerapkan multi representasi konsep fisika dalam pemecahan masalah	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Memberikan masalah terkait konsep yang telah direpresentasikan. ➤ Membimbing peserta didik dalam pemecahan masalah dengan multi representasi.

Sintak	Aktivitas Peserta Didik	Aktivitas Guru
Fase 5: Komunikasi	Mengomunikasikan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membimbing peserta didik untuk mengomunikasikan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi. ➤ Membantu peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi.

(Siswanto dkk)., 2016: 128-129)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik di SMA mengalami kesulitan dalam memecahkan permasalahan menggunakan konsep yang telah dimiliki. Salah satu kesulitan tersebut adalah penggunaan simbol matematis dalam persamaan matematis terkait dengan fenomena fisis (Etkina dkk., 2008: 8). Untuk mengatasi kesulitan ini maka peserta didik harus belajar merepresentasikan proses-proses fisis dengan berbagai cara dan belajar untuk mengubah dari bentuk representasi yang satu ke bentuk representasi yang lain dengan berbagai cara. Hal ini dapat membantu peserta didik untuk membuat hubungan antara cara-cara representasi yang lebih konkrit menggunakan gambar/diagram dengan cara-cara merepresentasikan konsep yang lebih abstrak menggunakan grafik atau persamaan matematis.

Multi representasi dapat digunakan dalam pembelajaran fisika dalam tiga mode yakni: 1) sebagai cara untuk menjelaskan permasalahan ketika peserta didik diberi tugas untuk menggambarkan sketsa keadaan fisis dan membuat rangkuman, 2) sebagai subjek permasalahan ketika peserta didik diminta

membuat grafik atau menentukan nilai besaran fisis berdasarkan grafik, dan 3) sebagai langkah dalam prosedur formal ketika peserta didik diminta untuk menggambar diagram sebagai langkah awal dari proses pemecahan masalah (Dufresne dkk., 2017:8). Hal ini berarti bahwa multi representasi dapat diaplikasikan dalam pembelajaran fisika karena dalam pembelajaran fisika diperlukan kemampuan peserta didik untuk menyajikan konsep dalam berbagai cara.

Dalam proses pembelajaran ditujukan agar peserta didik memiliki kemampuan representasi yang banyak yang berdampak pada konfigurasi kognitif sehingga hasil belajar lebih efektif. Representasi dari sebuah sistem atau proses dapat dinyatakan dalam bentuk gambar, diagram, grafik, persamaan, tabel, animasi, suara, dan video. Multi representasi dapat memberikan kontribusi dalam mewujudkan pembelajaran bermakna. Bentuk kontribusinya adalah dalam hal konfigurasi kognitif dan pemetaan informasi dalam diri peserta didik (Kurnaz MA dan Arslan AS, 2013: 3). Bahkan multi representasi dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dan kemampuan kinerja.

Karena dalam pembelajaran fisika diperlukan transformasi dari satu bentuk informasi ke bentuk informasi yang lain (misal: dari bentuk persamaan ke bentuk grafik atau tabel) maka fisika dirasakan sulit oleh peserta didik. Dapat dinyatakan bahwa multi representasi akan mentransformasi bentuk informasi ke bentuk informasi yang lain secara perlahan-lahan dalam diri peserta didik.

Dalam pandangan lain multi representasi merupakan strategi yang efektif bagi peserta didik untuk belajar dan menggambarkan peristiwa fisis dalam berbagai cara.

Pada penelitian ini digunakan multi representasi verbal, gambar, dan matematis. Kemampuan multi representasi gambar dan matematis tersebut terfasilitasi pada LKPD dan soal tes, sedangkan untuk multi representasi verbal terfasilitasi dalam presentasi hasil kerja kelompok mengerjakan LKPD.

3. Multi Representasi

Menurut Waldrup dalam jurnal yang ditulis oleh Siska Desy Fatmawati dan Sarwanto, representasi merupakan sesuatu yang mewakili menggambarkan atau menyimpulkan objek atau proses. Multi representasi berarti menerjemahkan ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik, dan matematik.

Menurut Kartini Hutagaol (2013) banyak tipe representasi yang dapat dimunculkan dalam pembelajaran fisika. Tipe-tipe tersebut antara lain:

a. Deskripsi verbal

Verbal merupakan salah satu cara yang tepat untuk mendefinisikan suatu konsep. Kemampuan representasi bahasa atau verbal adalah kemampuan menerjemahkan sifat-sifat yang diselidiki dan hubungannya dalam masalah matematika ke dalam representasi verbal atau bahasa.

b. Gambar/diagram

Suatu konsep akan menjadi lebih jelas ketika kita representasikan dalam bentuk gambar. Gambar akan membantu memvisualkan sesuatu yang masih bersifat abstrak.

c. Grafik

Penjelasan yang panjang terhadap suatu konsep dapat kita representasikan dalam satu bentuk grafik. Oleh karena itu kemampuan membuat dan membaca grafik adalah keterampilan yang sangat diperlukan. Soedarso (1999) mengemukakan bahwa grafik memungkinkan penyampaian ide kompleks secara sederhana, sekaligus dalam mengikhtisarkan suatu informasi. Artinya grafik dapat digunakan untuk meringkas penyajian materi, tanpa menghilangkan isi konsep dari bahan ajar yang disiapkan.

d. Matematik

Representasi matematik sangat diperlukan dalam menyelesaikan persoalan kuantitatif. Penggunaan representasi kuantitatif ini akan banyak ditentukan keberhasilannya oleh representasi kualitatif secara baik. Pada proses tersebutlah tampak bahwa siswa tidak seharusnya menghafalkan semua rumus-rumus atau persamaan-persamaan matematik.

Terdapat lima alasan penting mengapa multi representasi sangat baik untuk digunakan dalam pembelajaran fisika, yaitu : (1) Pembelajaran multi representasi membantu peserta didik yang memiliki latar belakang kecerdasan

yang berbeda (*multiple intellegences*). Representasi yang dibuat berbeda-beda memberikan kesempatan belajar yang optimal bagi setiap jenis kecerdasan. (2) Kuantitas dan konsep-konsep yang bersifat fisik seringkali dapat divisualisasikan dan dipahami lebih baik dengan menggunakan representasi. (3) Membantu mengonstruksikan representasi lain yang lebih abstrak. (4) Penalaran kualitatif seringkali terbantu dengan menggunakan representasi konkret. (5) Representasi matematik yang abstrak dapat digunakan untuk penalaran kuantitatif dimana representasi matematik dapat digunakan untuk mencari jawaban kuantitatif terhadap soal.

4. Kemampuan Berpikir Kreatif

Johnson (2009: 183) menyatakan bahwa berpikir kreatif adalah kegiatan mental yang memupuk ide-ide asli dan pemahaman-pemahaman yang baru. Johnson menambahkan bahwa berpikir kreatif merupakan sebuah kebiasaan dari pikiran yang dilatih dengan memperhatikan intuisi, menghidupkan imajinasi, mengungkapkan kemungkinan-kemungkinan baru, membuat sudut pandang yang menakjubkan, serta membangkitkan ide-ide yang tidak terduga.

Beberapa pendekatan yang terlibat dalam kemampuan berpikir kreatif menurut Coughlan (2007: 4) sebagai berikut: refleksi, mencari kemungkinan jawaban lebih dari satu, berpikir bebas tetapi masuk akal, memperlakukan semua ide-ide yang ada, seolah-olah ide tersebut berisik sesuatu yang berpotensi, dan menyadari bahwa pendekatan ini melibatkan banyak saran yang tidak bisa

dijalankan semuanya. Menurut Munandar (2014: 25) berpikir kreatif sebagai kemampuan untuk mencipta sesuatu yang baru, sebagai kemampuan untuk memberikan gagasan-gagasan baru yang dapat diterapkan dalam pemecahan masalah, atau sebagai kemampuan untuk melihat hubungan baru antara unsur-unsur yang ada sebelumnya.

Munandar (2014: 192) menjelaskan bahwa anak yang memiliki kemampuan berpikir kreatif dapat terlihat dari empat ciri-ciri berikut: 1) Berpikir lancar (menghasilkan banyak gagasan atau jawaban yang relevan dan memiliki arus pemikiran lancar), 2) Berpikir luwes (menghasilkan gagasan-gagasan yang beragam, mampu mengubah cara atau pendekatan dan memiliki arah pemikiran yang berbeda-beda), 3) Berpikir orisinal (menghasilkan jawaban yang tidak lazim, yang lain dari yang lain, yang jarang diberikan kebanyakan orang), 4) Berpikir terperinci (mengembangkan, menambah, memperkaya suatu gagasan, memperinci detail-detail dan memperluas gagasan).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan aspek berdasarkan Munandar (2014: 192), yaitu sebagai berikut:

- a. Aspek berpikir lancar (*fluency*) berkaitan dengan kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan atau jawaban yang relevan.
- b. Aspek berpikir luwes (*flexibility*) berkaitan dengan kemampuan untuk menghasilkan gagasan-gagasan yang beragam, mampu mengubah cara atau pendekatan dan arah pemikiran yang berbeda.

- c. Aspek berpikir orisinil (*originality*) berkaitan dengan kemampuan untuk menghasilkan jawaban yang tidak lazim sebagai hasil pemikiran sendiri dalam menyelesaikan suatu masalah.
- d. Aspek berpikir terperinci (*elaboration*) berkaitan dengan kemampuan mengembangkan, menambah, memperkaya suatu gagasan, merinci, dan memperluas gagasan.

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk menciptakan ide dan gagasan baru yang memenuhi empat aspek yaitu aspek *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*.

Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Aspek KBK	Indikator
Fluency (Kelancaran)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kemampua untuk memcetuskan banyak ide dalam menyelesaikan masalah 2. Menyelesaikan masalah dengan jawaban yang tepat
Flexibility (Keluwes)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita, atau masalah 2. Jika diberi suatu masalah biasanya memikirkan bermacam cara yang berbeda untuk menyelesaikannya
Originality (Keaslian)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memikirkan masalah-masalah yang tidak pernah terpikirkan oleh orang lain
Elaboration (Keterperincian)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menunjukkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan langkah-langkah yang terperinci

5. Perangkat Pembelajaran Fisika

Perangkat pembelajaran fisika adalah sekumpulan media atau sarana yang digunakan oleh guru atau peserta didik dalam proses pembelajaran agar dapat berjalan lancar, efektif, dan efisien. Dalam pembelajaran fisika, pendidik menyusun perangkat pembelajar fisika berdasarkan tujuan pembelajarannya agar pelaksanaan pembelajaran berlangsung dengan baik sesuai yang direncanakan sebelumnya sehingga peserta didik dapat termotivasi untuk belajar dan memudahkan peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan pendidik. Insih Wilujeng (dalam Arum Mawardani, 2015 : 13) mengemukakan bahwa :

Para guru di negara maju seperti Amerika Serikat mengembangkan 6 perangkat pembelajaran untuk setiap topik, dimana untuk IPA disebut science pack. Keenam perangkat pembelajaran tersebut adalah (1) *syllabi* (silabus), (2) *lesson plan* (RPP), (3) *hand out* (bahan ajar), (4) *student worksheet* atau LKPD, (5) media (minimal *power point*), dan (6) *evaluation sheet* (lembar penilaian).

Dari uraian tersebut, perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian yang dikembangkan berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), *hand out* atau modul dan lembar penilaian.

a. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Rencana pelaksanaan pembelajaran merupakan suatu pedoman pelaksanaan pembelajaran yang dikembangkan secara rinci dari suatu materi pokok atau tema tertentu yang didasari dengan kompetensi dasar. RPP digunakan sebagai pedoman dalam proses pembelajaran yang berisikan langkah selama pembelajaran berlangsung agar materi yang disampaikan terlaksana secara sistematis dan sesuai tujuan yang telah ditentukan.

Setelah guru mencermati kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik, guru membuat indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran guna mencapai kompetensi tersebut. Menurut Permendikbud No. 22 Tahun 2016, RPP mencakup:

- 1) Identitas sekolah yaitu nama satuan pendidikan
- 2) Identitas mata pelajaran atau tema/subtema
- 3) Kelas/semester
- 4) Materi pokok
- 5) Alokasi waktu

Alokasi waktu ditentukan sesuai dengan keperluan untuk pencapaian KD dan beban belajar dengan mempertimbangkan jumlah jam pelajaran yang tersedia dalam silabus dan KD yang harus dicapai

6) Tujuan pembelajaran

Tujuan pembelajaran dirumuskan berdasarkan KD, dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Tujuan pembelajaran juga menggambarkan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai oleh peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar (KD)

7) Kompetensi inti, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi

Kompetensi inti menurut Permendikbud No. 24 Tahun 2016 dibedakan dalam empat jenis kompetensi inti. KI pada kurikulum 2013 merupakan kemampuan mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik sekolah menengah atas pada setiap kelas. Kompetensi Inti sebagaimana dimaksud diatas terdiri atas yaitu Kompetensi Inti (KI) sikap spiritual, Kompetensi Inti (KI) sikap sosial, Kompetensi Inti (KI) pengetahuan dan Kompetensi Inti (KI) keterampilan. Kompetensi dasar adalah sejumlah kemampuan yang harus dikuasai peserta didik dalam mata pelajaran tertentu sebagai rujukan penyusunan indikator kompetensi dalam suatu pelajaran. Sedangkan Indikator pencapaian kompetensi adalah perilaku yang dapat diukur atau diobservasi untuk menunjukkan ketercapaian kompetensi dasar tertentu yang menjadi acuan penilaian mata pelajaran

8) Materi pembelajaran

Materi pembelajaran memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan, dan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator ketercapaian kompetensi

9) Metode pembelajaran

Metode pembelajaran digunakan oleh pendidik untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik mencapai KD yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan KD yang akan dicapai

10) Media pembelajaran

Berupa alat bantu proses pembelajaran untuk menyampaikan materi pelajaran

11) Sumber belajar

Penentuan sumber belajar didasarkan pada standar kompetensi dan kompetensi inti, serta materi ajar, kegiatan pembelajaran, dan indikator pencapaian kompetensi. Sumber belajar dapat berupa buku, media cetak dan elektronik, alam sekitar, atau sumber belajar lain yang relevan

12) Langkah-langkah kegiatan pembelajaran

Pada lampiran Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 41 Tahun 2007 tentang standar proses dijelaskan bahwa kegiatan pembelajaran meliputi pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup

13) Penilaian hasil pembelajaran

Prosedur dan instrumen penilaian proses dan hasil belajar disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi dan mengacu pada Standar Penilaian (Permendikbud, 2016: 6).

Pada penelitian ini, guru mengajarkan materi fisika kelas X tentang vektor yang akan diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran IBMR dengan berpedoman pada RPP yang telah disusun. Tujuan dari pembelajaran yang akan dicapai yaitu peserta didik dapat memahami materi vektor berupa pengertian besaran vektor dan skalar, penjumlahan dan pengurangan vektor, perkalian vektor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Diharapkan peserta didik dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dalam menyelesaikan soal maupun dalam membentuk kepribadian sebagai seorang saintis. Setelah menentukan tujuan pembelajaran, guru menyusun sintak pembelajaran sesuai dengan urutan model pembelajaran IBMR yaitu orientasi, investigasi, multi representasi, implementasi dan komunikasi.

b. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

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).

LKPD merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang berfungsi untuk membantu peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan guru. Selain itu LKPD juga dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam mewujudkan tujuan pembelajaran yang optimal.

Menurut Andi Prastowo (2011: 205), LKPD memiliki empat fungsi, yaitu: 1) Sebagai bahan ajar yang dapat meminimalkan peran dari pendidik dan mengoptimalkan peran peserta didik dalam pembelajaran, 2) Sebagai bahan ajar yang membantu peserta didik dalam memahami materi yang dipelajari, 3) Sebagai bahan ajar yang ringkas namun kaya akan tugas yang membantu dalam proses berlatih, dan 4) Memudahkan penyampaian pembelajaran kepada peserta didik.

Komponen LKPD menurut Depdiknas (2008) adalah sebagai berikut: (1) judul, mata pelajaran, semester, dan tempat, (2) petunjuk belajar, (3) kompetensi yang akan dicapai, (4) indikator, (5) informasi pendukung, (6) tugas-tugas dan langkah-langkah kerja, dan (7) penilaian.

Menurut Darmodjo dan Kaligis (1993: 41-43), LKPD memenuhi syarat-syarat tertentu, antara lain:

1) Syarat didaktik

LKPD sebagai salah satu bentuk sarana dalam pembelajaran sebaiknya memenuhi syarat didaktik artinya LKPD yang digunakan memenuhi asas pembelajaran yang efektif, yakni memperhatikan adanya perbedaan

individual, tekanan pada proses untuk menemukan konsep-konsep dan memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik. Selain itu LKPD dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri peserta didik. Terakhir, pengalaman belajarnya ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi peserta didik dan bukan ditentukan oleh materi pembelajaran.

2) Syarat kontruksi

Syarat kontruksi merupakan aturan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosakata, dan tingkat kesukaran soal. Syarat kontruksi meliputi menggunakan bahasa yang sesuai dengan kedewasaan peserta didik, struktur kalimat yang jelas, kalimat yang sederhana dan pendek, serta menggunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata-kata. LKPD juga harus memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik. Tidak mengacu pada buku sumber yang di luar kemampuan keterbatasan peserta didik. Menyediakan ruangan yang cukup untuk memberi keleluasaan peserta didik untuk menuliskan jawaban atau menggambar pada LKPD. Dapat digunakan untuk semua peserta didik baik yang lamban maupun yang cepat. Memiliki tujuan belajar yang jelas serta bermanfaat sebagai sumber motivasi. Terakhir, mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya.

3) Syarat teknis

Syarat teknis dalam penyusunan LKPD meliputi menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin atau romawi. Menggunakan huruf tebal yang besar untuk topik, bukan huruf biasa diberi garis bawah. Menggunakan tidak lebih dari 10 kata dalam satu baris. Menggunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban peserta didik. Serta perbandingan besarnya huruf dengan besarnya gambar yang harus serasi.

c. Lembar Penilaian

Lembar penilaian bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang kemajuan hasil belajar peserta didik. Dalam Permendikbud No. 81A Tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum Pedoman Umum Pembelajaran dijelaskan bahwa penilaian dalam setiap mata pelajaran meliputi kompetensi pengetahuan, kompetensi keterampilan, dan kompetensi sikap sosial serta kompetensi sikap spiritual. Penilaian dilakukan berdasarkan indikator-indikator pencapaian hasil belajar dari masing-masing kompetensi tersebut. Ada beberapa teknik dan instrumen penilaian berupa lembar penilaian yang digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang kemajuan peserta didik baik berupa tes maupun non-tes antara lain tes tertulis, penilaian unjuk kerja, penilaian sikap, penilaian hasil karya, penilaian portofolio dan penilaian diri.

Menurut Jihad dan Haris (2009: 67) terdapat dua teknik dalam penilaian yaitu teknik tes dan nontes yang dijelaskan sebagai berikut:

1) Teknik Tes

Tes merupakan kumpulan pertanyaan yang harus dijawab, harus ditanggapi, atau tugas yang harus dilaksanakan oleh orang yang dites dan digunakan untuk mengukur sejauh mana seorang siswa telah menguasai pelajaran yang disampaikan terutama meliputi aspek pengetahuan dan keterampilan. Oleh karena itu, untuk dapat mengukur penguasaan materi fisika maka perlu dilakukan tes terhadap peserta didik. Menurut Jihad dan Haris (2009: 68) terdapat tiga alat penilaian dalam teknik tes ini, yaitu tes tulis, tes lisan dan tes perbuatan. Tes tertulis merupakan tes atau soal yang harus diselesaikan oleh siswa secara tertulis. Tes lisan merupakan sekumpulan tes atau soal atau tugas pertanyaan yang diberikan kepada peserta didik dan dilaksanakan dengan cara tanya jawab. Sedangkan tes perbuatan, merupakan tugas yang pada umumnya berupa kegiatan praktek atau melakukan kegiatan yang mengukur keterampilan.

Bentuk penilaian teknik tes yang paling sering digunakan adalah tes tertulis. Teknik tes tertulis terdiri atas bentuk objektif dan uraian. Bentuk objektif meliputi pilihan ganda, isian, benar-salah, menjodohkan, serta jawaban singkat. Bentuk uraian meliputi uraian terbatas dan bebas.

2) Teknik Non-tes

Hasil belajar tidak hanya dapat dinilai dengan teknik tes, tetapi juga teknik non-tes. Penilaian non-tes merupakan prosedur yang dilalui untuk memperoleh gambaran mengenai karakter minat, sifat, dan kepribadian (Jihad dan Haris, 2009: 69). Menurut Sudjana (2013: 67-101) terdapat beberapa alat non-tes yaitu wawancara, kuisisioner, skala penilaian dan sikap, observasi, studi kasus, dan sosiometri. Wawancara, yaitu mengumpulkan data atau berbagai keterangan dengan cara melakukan tanya jawab lisan. Kelebihan wawancara adalah keterangan yang didapat bisa lebih mendalam. Kuisisioner, yaitu seperti halnya wawancara namun pertanyaan yang diajukan dijawab secara tertulis. Bentuk pertanyaan yang diajukan dijawab secara tertulis. Bentuk pertanyaannya dapat berupa objektif maupun esai. Skala penilaian dan sikap, yaitu alat untuk mengukur nilai, sikap, minat, dan perhatian yang disusun dalam bentuk pertanyaan untuk dinilai oleh responden dan hasilnya dalam bentuk rentangan nilai dengan kriteria tertentu. Observasi, yakni digunakan untuk menilai tingkah laku individu, dan berbagai aspek kepribadian. Studi kasus, yaitu mempelajari secara intensif seorang individu yang dianggap mengalami kasus atau masalah tertentu. Sedangkan sosiometri merupakan suatu teknik yang dapat mengetahui posisi seorang peserta didik dalam hubungan sosialnya dengan peserta didik lain. Mengetahui posisi peserta

didik tersebut diperlukan untuk menentukan pengelompokan peserta didik, organisasi kelas, pemberian tugas kelompok, perlakuan guru terhadap peserta didik, memotivasi belajar, dan lain-lain.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat dua teknik dalam penilaian yaitu teknik tes dan teknik non-tes. Teknik tes digunakan untuk menilai aspek kognitif peserta didik seperti pengetahuan dan penguasaan materi. Teknik non-tes yang digunakan untuk menilai aspek afektif peserta didik seperti, tingkah laku, sikap dan kepribadian. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik tes dengan alat penelitian berupa tes tertulis dalam bentuk soal uraian guna mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

d. Modul

Bahan ajar adalah suatu sajian yang mengandung pesan dan ajaran dengan menggunakan alat dan bahan itu sendiri tanpa alat penunjang apapun (M. Yamin, 2007: 127). Lebih lanjut Chomsin S. Widodo (2008: 40) menambahkan bahwa bahan ajar adalah seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu mencapai kompetensi atau sub kompetensi.

Menurut Direktorat Dikmenum (2008), sebuah modul bisa dikatakan baik dan menarik apabila terdapat beberapa karakteristik seperti *self instructional*, *self contained*, *stand alone*, *adaptive*, dan *user friendly*. *Self instructional* yaitu melalui modul tersebut seseorang atau peserta didik mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. *Self contained* yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. *Stand alone* (berdiri sendiri) yaitu modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain. *Adaptive* yaitu modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. *User friendly* yaitu modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

Pembelajaran menggunakan modul bermanfaat untuk hal-hal sebagai berikut: (1) meningkatkan efektivitas pembelajaran tanpa harus melalui tatap muka secara teratur karena kondisi geografis, sosial ekonomi, dan situasi masyarakat, (2) menentukan dan menetapkan waktu belajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan belajar peserta didik, (3) secara tegas mengetahui pencapaian kompetensi peserta didik secara bertahap melalui kriteria yang telah ditetapkan dalam modul, (4) mengetahui kelemahan atau

kompetensi yang belum dicapai peserta didik berdasarkan kriteria yang ditetapkan dalam modul sehingga tutor dapat memutuskan dan membantu peserta didik untuk memperbaiki belajarnya serta melakukan remediasi.

Suprawoto (2009: 2) menyatakan bahwa modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan materi pembelajaran, petunjuk kegiatan belajar, latihan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai tujuan belajar berdasarkan kompetensi dasar atau indikator pencapaian kompetensi, petunjuk kegiatan belajar mandiri (*self instructional*), dan memberikan ruang kepada siswa untuk menguji diri sendiri melalui latihan yang disajikan dalam modul. Dengan demikian modul dapat berfungsi sebagai sarana belajar yang mandiri, sehingga siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing untuk mencapai kompetensi yang sudah ditargetkan.

Komponen-komponen sebuah modul dalam penyusunannya menurut Indriyandi dan Susilowati (2010: 7) mencakup (1) bagian pendahuluan, (2) bagian kegiatan belajar dan (3) daftar pustaka. Bagian pendahuluan mengandung (a) penjelasan umum mengenai modul, (b) indikator pembelajaran. Bagian kegiatan belajar mengandung (a) uraian isi pembelajaran, (b) rangkuman, (c) tes, (d) kunci jawaban, dan (e) umpan balik.

Menurut Sarwanto (2011: 27) komponen-komponen sebuah modul yaitu: (1) tinjauan mata pelajaran, yang berisi paparan mengenai keseluruhan

pokok-pokok isi mata pelajaran yang mencakup deskripsi mata pelajaran, kegunaan mata pelajaran, kompetensi dasar, bahan pendukung lainnya, dan petunjuk belajar, (2) pendahuluan, memuat cakupan modul dalam bentuk deskripsi singkat, indikator yang ingin dicapai melalui sajian materi dan kegiatan modul, deskripsi perilaku awal yang memuat tentang pengetahuan dan keterampilan yang sebelumnya diperoleh, relevansi, urutan butir sajian modul, dan petunjuk belajar berisi panduan teknis mempelajari modul tersebut, (3) kegiatan belajar, di dalam modul terdapat penjelasan secara rinci tentang isi pelajaran yang diikuti dengan contoh konkrit maupun non konkrit, (4) latihan, berisi kegiatan belajar yang harus dilakukan oleh siswa setelah membaca uraian modul, (5) rambu-rambu jawaban latihan, merupakan hal-hal yang harus diperhatikan oleh siswa dalam mengerjakan soal-soal latihan. Kegunaannya untuk mengarahkan pemahaman siswa tentang jawaban yang diharapkan dari pertanyaan, (6) rangkuman, memuat inti dari uraian materi yang disajikan dalam kegiatan belajar, (7) tes formatif, merupakan tes untuk mengukur penguasaan siswa setelah suatu pokok bahasan selesai dipaparkan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mulyasa (2005: 44), yang mengemukakan bahwa komponen modul meliputi lembar kegiatan siswa, lembar kerja, kunci lembar kerja, lembar soal, lembar jawaban, dan kunci jawaban.

Pada penelitian ini komponen modul mengacu pada pendapat Sarwanto (2011: 27) yang mencakup: (1) tinjauan mata pelajaran, (2) pendahuluan, (3) kegiatan belajar, (4) latihan, (5) rambu-rambu jawaban latihan, (6) rangkuman, (7) tes formatif dan ditambah dengan (8) daftar pustaka.

6. Materi Fisika Vektor

a. Besaran Vektor dan Skalar

Beberapa besaran fisika seperti massa, waktu dan suhu sudah cukup jika dinyatakan dengan suatu bilangan dan sebuah satuan untuk menyatakan besarnya nilai besaran tersebut. Tetapi banyak besaran lain yang harus menyertakan persoalan arah untuk mendeskripsikan secara lengkap makna besaran tersebut. Sebagai misal kecepatan sebuah kereta api, untuk mendeskripsikan gerak tersebut, kita belum cukup hanya mengatakan seberapa cepat kereta api berjalan, namun pada saat bersamaan kita harus mengatakan ke arah mana kereta bergerak. Tanpa menyebutkan arah gerak kereta, kita belum memperoleh informasi yang bermakna tentang gerak tersebut. Berdasarkan informasi di atas, besaran-besaran fisika jika ditinjau dari pengaruh arah terhadap besaran tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu besaran vektor dan besaran skalar. Besaran vektor merupakan besaran yang dicirikan oleh besar dan arah. Contoh besaran vektor di dalam fisika misalnya kecepatan, percepatan, gaya, perpindahan, momentum dan

lain-lain. Untuk menyatakan arah vektor pada besaran vektor diperlukan sistem koordinat. Besaran skalar yaitu besaran yang cukup dinyatakan oleh besarnya saja (besarnya dinyatakan oleh bilangan dan satuan). Contoh besaran skalar diantaranya waktu, suhu, volume, laju, energi, usaha dan lain-lain. Dalam besaran skalar tidak diperlukan sistem koordinat dalam besaran scalar

b. Penggambaran, Penulisan (Notasi) Vektor

Sebuah vektor digambarkan dengan sebuah anak panah yang terdiri dari pangkal (titik tangkap), ujung dan panjang anak panah. Panjang anak panah menyatakan nilai dari vektor dan arah panah menunjukkan arah vektor.

Pada Gambar 1 dapat dilihat ilustrasi tentang vektor dengan titik pangkalnya R, titik ujungnya S serta sesuai arah panah dan nilai vektornya sebesar panjang.



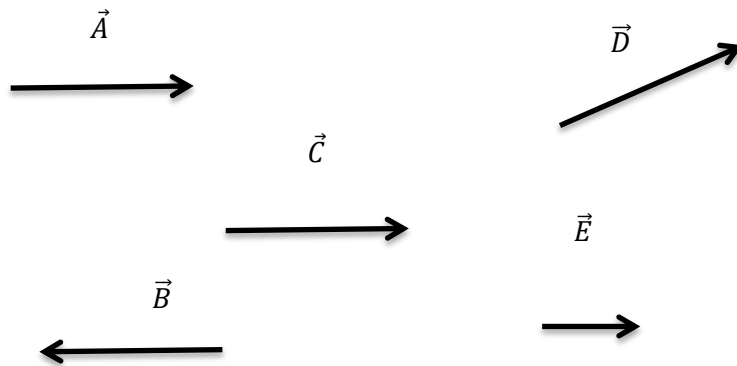
Gambar 1. Vektor \overrightarrow{RS}

dengan R menyatakan titik pangkal (titik tangkap), S adalah titik ujung, RS nilai (besarnya) vektor tersebut yang dituliskan $|\overrightarrow{RS}|$

Notasi (simbol) sebuah vektor dapat juga berupa huruf besar atau huruf kecil, biasanya berupa huruf tebal, atau berupa huruf yang diberi tanda panah di atasnya atau huruf miring. Contoh: vektor **A** berhuruf tebal, vektor \vec{A} huruf dengan tanda panah di atasnya, dan vektor *A* dengan huruf miring. Untuk penulisan harga (nilai) dari vektor dituliskan dengan huruf biasa atau

dengan memberi tanda mutlak dari vektor tersebut. Contoh: nilai vektor \vec{A} ditulis dengan A atau $|\vec{A}|$

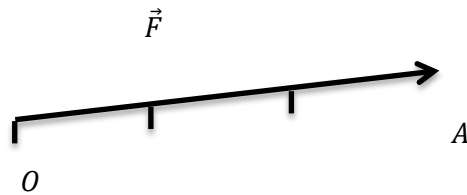
Ada beberapa hal yang perlu diingat mengenai besaran vektor diantaranya dua buah vektor dikatakan sama jika mempunyai besar dan arah sama. Demikian pula dua buah vektor dikatakan tidak sama jika: 1) kedua vektor mempunyai nilai yang sama tetapi berlainan arah, 2) kedua vektor mempunyai nilai yang berbeda tetapi arah sama, dan 3) kedua vektor mempunyai nilai yang berbeda dan arah yang berbeda. Selanjutnya pada Gambar 2 disajikan ilustrasi beberapa buah vektor.



Gambar 2. Gambar Beberapa Buah Vektor

Pada Gambar 2 terdapat lima buah vektor dengan besar (nilai) vektor \vec{A} , \vec{B} , \vec{C} , dan \vec{D} sama besarnya. Sedangkan nilai vektor \vec{E} lebih kecil dari vektor \vec{D} . Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa $\vec{A} = \vec{C}$ artinya nilai dan arah kedua vektor sama. $\vec{A} = -\vec{B}$ artinya nilainya sama tetapi arahnya berlawanan.

Vektor \vec{A} tidak sama dengan vektor \vec{D} (nilainya sama tetapi arahnya berbeda) dan vektor \vec{D} tidak sama dengan vektor \vec{E} (nilai dan arahnya berbeda). Pada Gambar 3 dapat dilihat ilustrasi tentang vektor perpindahan.



Gambar 3. Vektor Perpindahan

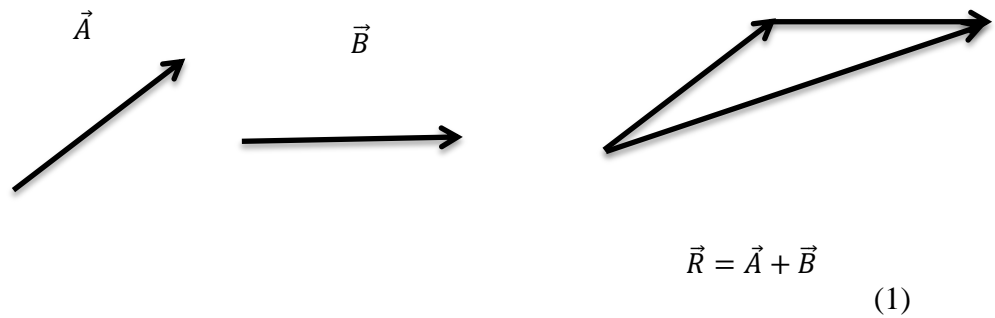
Gambar 3 tersebut melukiskan vektor perpindahan F yang digambarkan dengan sebuah anak panah sepanjang $OA = 3 \text{ cm}$. Jika setiap 1 cm menyatakan perpindahan 5 km maka besar (nilai) perpindahan F adalah $3 \times 5 \text{ km} = 15 \text{ km}$

c. Penjumlahan dan Pengurangan Vektor

Mencari resultan dari beberapa buah vektor, berarti mencari sebuah vektor baru yang dapat menggantikan vektor-vektor yang dijumlahkan (dikurangkan). Untuk penjumlahan atau pengurangan vektor, ada beberapa metode, yaitu:

1) Metode Segitiga

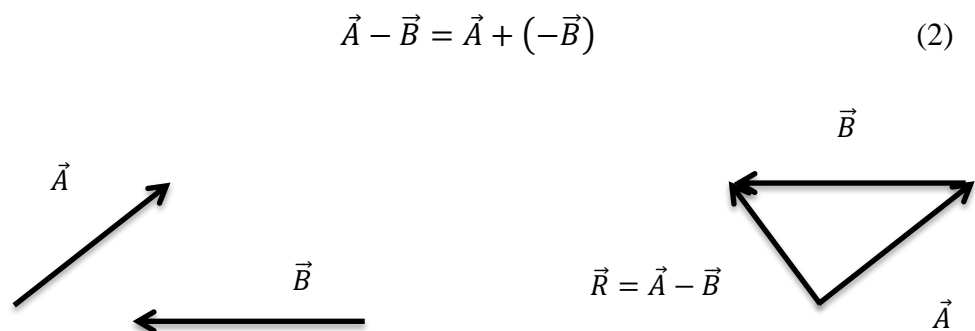
Bila ada dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} akan dijumlahkan dengan cara segitiga maka dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4. Resultan Vektor $\vec{A} + \vec{B}$ dengan Metode Segitiga

Langkah-langkah untuk menjumlahkan dengan metode segitiga adalah sebagai berikut: (a) menggambar vektor \vec{A} , (b) menggambar vektor \vec{B} dengan cara meletakkan pangkal vektor \vec{B} pada ujung vektor \vec{A} , (c) menarik garis dari pangkal vektor \vec{A} ke ujung vektor \vec{B} , dan (d) vektor resultan merupakan vektor yang mempunyai pangkal di vektor \vec{A} dan mempunyai ujung di vektor \vec{B} .

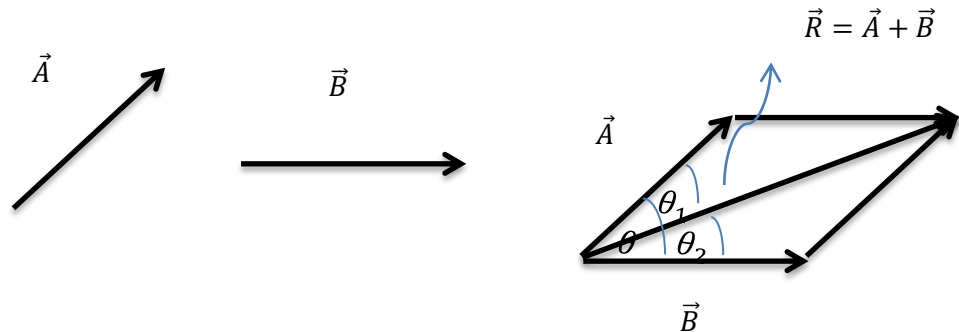
Jika ditanyakan $\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$, maka caranya sama saja, hanya vektor \vec{B} digambarkan berlawanan arah dengan yang diketahui sebagai berikut:



Gambar 5. Resultan Vektor $\vec{A} - \vec{B}$ dengan Metode Segitiga

2) Metode Jajar Genjang

Cara menggambarkan vektor resultan dengan metode jajar genjang adalah sebagai berikut.



Gambar 6. Resultan Vektor $\vec{A} + \vec{B}$ dengan Metode Jajar Genjang

Langkah-langkah menggambarkan vektor resultan dengan metode jajaran genjang diantaranya: (a) melukis vektor pertama dan vektor kedua dengan titik pangkal berimpit, (b) melukis sebuah jajar genjang dengan kedua vektor tersebut sebagai sisi-sisinya, dan (c) resultannya adalah sebuah vektor, yang merupakan diagonal dari jajar genjang tersebut dengan titik pangkal sama dengan titik pangkal kedua vektor tersebut.

Besar vektor dinyatakan dengan:

$$\vec{R} = R = |\vec{R}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2 AB \cos \theta} \quad (3)$$

dengan θ adalah sudut yang dibentuk oleh vektor \vec{A} dan \vec{B} . Untuk menentukan arah resultan terhadap salah satu vektor secara matematis, dapat digunakan aturan sinus.

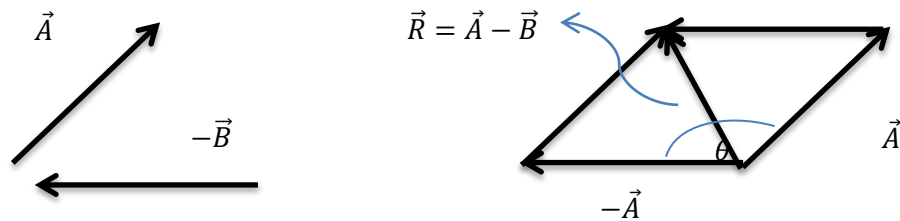
$$A \sin \theta = R \sin \theta_2, \text{ sehingga } \frac{A}{\sin \theta_2} = \frac{R}{\sin \theta}$$

$$B \sin \theta = R \sin \theta_1, \text{ sehingga } \frac{B}{\sin \theta_1} = \frac{R}{\sin \theta}$$

Berdasarkan dua persamaan diatas , sehingga diperoleh

$$\frac{R}{\sin \theta} = \frac{A}{\sin \theta_2} = \frac{B}{\sin \theta_1} \quad (4)$$

Untuk pengurangan (selisih) vektor $\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$, maka caranya sama, hanya vektor \vec{B} digambarkan berlawanan arah dengan yang diketahui.

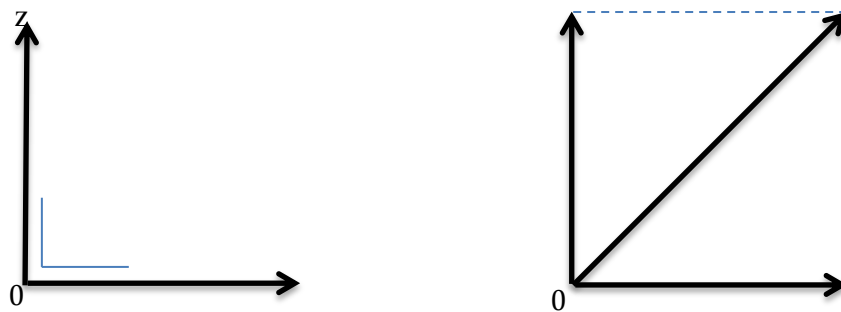


Gambar 7. Resultan Vektor $\vec{A} - \vec{B}$ dengan Metode Jajar Genjang

Besar vektor dapat dinyatakan dengan:

$$\vec{R} = R = |\vec{R}| = \sqrt{A^2 + B^2 - 2 AB \cos \theta} \quad (5)$$

Apabila kedua vektor saling tegak lurus maka resultannya ditentukan dengan dalil Phytagoras.



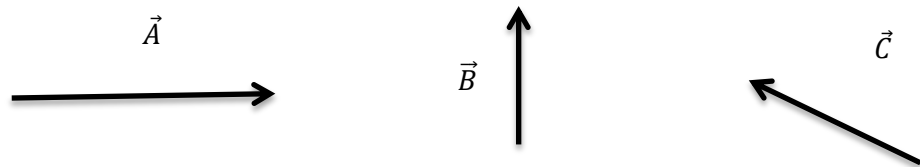
Gambar 8. Dua Vektor yang Saling Tegak Lurus

Besar resultan R dapat ditentukan dengan rumus

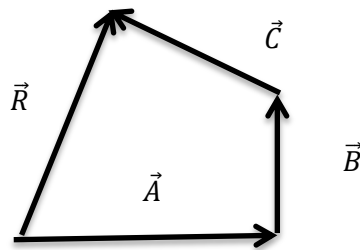
$$R = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (6)$$

3) Metode poligon (segi banyak)

Pada metode ini, tahapannya sama dengan metode segitiga, hanya saja metode ini untuk menjumlahkan lebih dari dua vektor. Contoh: menjumlahkan tiga buah vektor \vec{A} , \vec{B} dan \vec{C} dengan metoda Poligon sebagai berikut:



Resultan ketiga vektor \vec{R} adalah $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ (7)

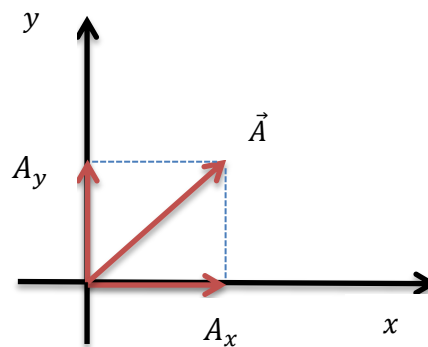


Gambar 9. Penjumlahan Vektor dengan Metode Polygon

4) Metode uraian

Penguraian suatu vektor adalah kebalikan dari penjumlahan dua vektor. Contoh sebuah vektor dengan titik tangkap di O diuraikan menjadi dua buah vektor yang terletak pada garis x dan y .

Suatu vektor diuraikan menjadi dua komponen yang saling tegak lurus terletak pada sumbu x dengan komponen A_x dan pada sumbu y dengan komponen A_y . Penguraian sebuah vektor menjadi dua buah vektor A_x dan A_y yang saling tegak lurus ditunjukkan pada ilustrasi Gambar 10 sebagai berikut:



Gambar 10. Penguraian Sebuah Vektor menjadi \vec{A}
Dua Buah Vektor A_x dan A_y yang Saling Tegak Lurus

Dari gambar tersebut dapat diperoleh hubungan :

$$A_x = |\vec{A}| \cos \theta$$

$$A_y = |\vec{A}| \sin \theta$$

Besar vektor \vec{A}

$$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad (8)$$

Sebaliknya jika diketahui dua buah vektor A_x dan A_y maka arah vektor resultan ditentukan oleh sudut antara vektor tersebut dengan sumbu x yaitu dengan persamaan:

$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x} \quad (9)$$

Tabel 3. Penguraian Vektor terhadap Komponen x dan Komponen y

Vektor	Komponen x	Komponen y
\vec{A}	A_x	A_y
\vec{B}	B_x	B_y
\vec{C}	C_x	C_y
$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$	$R_x = A_x + B_x + C_x$	$R_y = A_y + B_y + C_y$

Besar vektor R

$$|\vec{R}| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (10)$$

Arah vektor R terhadap sumbu X positif :

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} \quad (11)$$

d. Perkalian Vektor

Ada dua macam operasi perkalian dua vektor yaitu perkalian skalar dengan vektor dan perkalian vektor dengan vektor. Perkalian vektor dengan vektor terbagi pula menjadi dua yaitu perkalian titik (*dot product*) dan perkalian silang (*cross product*). Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1) Perkalian skalar dengan vektor

Hasil kali antara vektor dengan skalar adalah vektor. Hasil kali suatu skalar k dengan sebuah vektor \vec{A} dituliskan $k\vec{A}$ didefinisikan sebagai sebuah vektor baru yang besarnya adalah besar k dikalikan dengan besar

\vec{A} . Sementara arah vektor ini searah vektor \vec{A} jika k positif dan berlawanan dengan arah vektor \vec{A} jika k negatif.

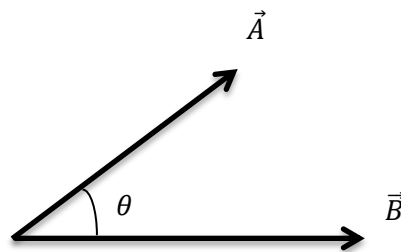
2) Perkalian vektor dengan vektor

Perkalian titik (*dot product*)

Hasil kali antara vektor dengan vektor adalah skalar. Perkalian titik (*dot product*) antara dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} menghasilkan C , didefinisikan secara matematis sebagai berikut:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = C \quad (12)$$

Pada Gambar 11 dapat dilihat ilustrasi tentang perkalian titik dua buah vektor yaitu vektor \vec{A} dan vektor \vec{B} .



Gambar 11. Perkalian Titik Dua Buah Vektor

Dengan \vec{A} dan \vec{B} menyatakan vektor dan C adalah besaran skalar

Besaran C didefinisikan sebagai :

$$C = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta \quad (13)$$

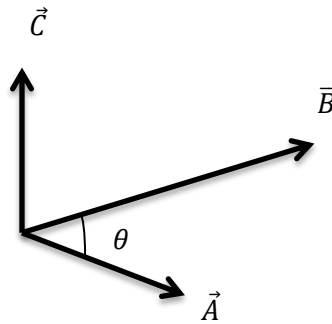
dengan $A = |\vec{A}|$ menyatakan besar vektor \vec{A} , $B = |\vec{B}|$ adalah besar vektor \vec{B} , dan θ sudut antara vektor \vec{A} dan \vec{B} .

Perkalian silang (*cross product*)

Hasil kali antara vektor dengan vektor adalah vektor. Perkalian silang (*cross product*) antara dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} akan menghasilkan \vec{C} , didefinisikan sebagai berikut:

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C} \quad (14)$$

Ilustrasi perkalian silang (*cross product*) dua buah vektor yaitu vektor \vec{A} dan vektor \vec{B} dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut:



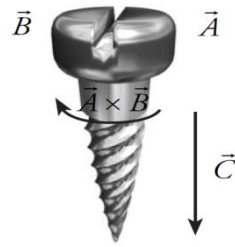
Gambar 12. Perkalian Silang Dua Buah Vektor

dengan \vec{A} , \vec{B} , dan \vec{C} vektor. Nilai \vec{C} didefinisikan sebagai :

$$C = A \cdot B \sin \theta \quad (15)$$

dengan $A = |\vec{A}|$ menyatakan besar vektor \vec{A} , $B = |\vec{B}|$ adalah besar vektor \vec{B} , dan θ sudut antara vektor \vec{A} dan \vec{B}

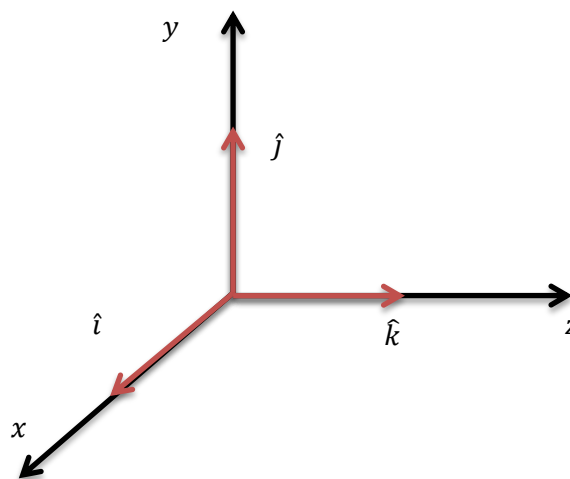
Arah vektor \vec{C} dapat diperoleh dengan cara membuat putaran dari vektor \vec{A} ke \vec{B} melalui sudut θ dan arah \vec{C} sama dengan gerak arah sekrup atau aturan tangan kanan seperti ilustrasi Gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 13. Arah Vektor Hasil Perkalian Silang Dua Buah Vektor (\vec{C}) Saling Tegak Lurus dengan Vektor \vec{A} dan \vec{B}

e. Vektor Satuan

Vektor satuan adalah sebuah vektor yang didefinisikan sebagai satu satuan vektor. Jika digunakan sistem koordinat Cartesian (koordinat tegak) tiga dimensi, yaitu sumbu x dan sumbu y dan sumbu z, vektor satuan pada sumbu x adalah \hat{i} , vektor satuan pada sumbu y adalah \hat{j} dan pada sumbu z adalah \hat{k} . Nilai vektor satuan adalah satu satuan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Vektor Satuan

Sifat-sifat perkalian titik vektor satuan

$$\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1$$

$$\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{i} \cdot \hat{k} = 0$$

Sifat-sifat perkalian silang vektor satuan

$$\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$$

$$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k} \quad \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j} \quad \hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$$

$$\hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k} \quad \hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j} \quad \hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}$$

Penulisan suatu vektor \vec{A} dalam koordinat katesian berdasarkan komponen-komponennya adalah :

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} \quad (16)$$

dengan A_x , A_y dan A_z adalah komponen A arah sumbu X, Y dan Z. Contoh perkalian titik dan perkalian silang dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} .

1) Perkalian titik

Perkalian titik antara vektor \vec{A} dan \vec{B} dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}) \cdot (B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k})$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x \hat{i} \cdot \hat{i} + A_x B_y \hat{i} \cdot \hat{j} + A_x B_z \hat{i} \cdot \hat{k} + A_y B_x \hat{j} \cdot \hat{i} + A_y B_y \hat{j} \cdot \hat{j}$$

$$+ A_y B_z \hat{j} \cdot \hat{k} + A_z B_x \hat{k} \cdot \hat{i} + A_z B_y \hat{k} \cdot \hat{j} + A_z B_z \hat{k} \cdot \hat{k}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z \quad (17)$$

2) Perkalian silang

Perkalian silang antara vektor \vec{A} dan \vec{B} dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\vec{A} \times \vec{B} &= (A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}) \times (B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}) \\ \vec{A} \times \vec{B} &= A_x B_x \hat{i} \times \hat{i} + A_x B_y \hat{i} \times \hat{j} + A_x B_z \hat{i} \times \hat{k} + A_y B_x \hat{j} \times \hat{i} + A_y B_y \hat{j} \times \hat{j} \\ &\quad + A_y B_z \hat{j} \times \hat{k} + A_z B_x \hat{k} \times \hat{i} + A_z B_y \hat{k} \times \hat{j} + A_z B_z \hat{k} \times \hat{k} \\ \vec{A} \times \vec{B} &= A_x B_y \hat{k} - A_x B_z \hat{j} - A_y B_x \hat{k} + A_y B_z \hat{i} + A_z B_x \hat{j} - A_z B_y \hat{i} \\ \vec{A} \times \vec{B} &= (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} - (A_x B_z - A_z B_x) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k} \quad (18)\end{aligned}$$

Salah satu cara untuk menyelesaikan perkalian silang adalah dengan metode determinan :

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

untuk mencari determinan matriksnya dengan menggunakan metode Sarrus:

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} \\ A_x & A_y \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \hat{k} & A_z \\ B_x & B_y \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \hat{j} & A_y \\ A_z & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i} A_y B_z + \hat{j} A_z B_x + \hat{k} A_x B_y - \hat{k} A_y B_x - \hat{i} A_z B_y - \hat{j} A_x B_z$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} - (A_x B_z - A_z B_x) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k}$$

Cara lain yang mirip dengan metode diatas adalah dengan cara mereduksi determinan matriks 3x3 menjadi determinan matriks 2x2 sehingga lebih mudah menghitungnya :

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i} \begin{vmatrix} A_y & A_z \\ B_y & B_z \end{vmatrix} - \hat{j} \begin{vmatrix} A_x & A_z \\ B_x & B_z \end{vmatrix} + \hat{k} \begin{vmatrix} A_x & A_y \\ B_x & B_y \end{vmatrix}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} - (A_x B_z - A_z B_x) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k}$$

B. Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian Siswanto dkk (2016) menunjukkan bahwa model pembelajaran IBMR dengan fase orientasi, investigasi, multi representasi, implementasi, dan komunikasi memiliki kepraktisan yang sangat baik. Suasana pembelajaran juga memiliki pencapaian dengan kriteria sangat baik ditinjau dari kesesuaian tujuan pembelajaran, mahasiswa sebagai pusat belajar, perangkat pembelajaran, interaksi dosen dengan mahasiswa, dan interaksi antar mahasiswa.

Hasil penelitian Untia Pungki Rastyanti (2018) dengan judul penelitian “Pengembangan Modul Fisika Berbasis *Discovery Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Berpikir Kreatif Siswa SMA Muhammadiyah 1 Klaten”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul fisika berbasis *discovery learning* yang dikembangkan layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik SMA Muhammadiyah 1 Klaten yaitu pada kelas XI IPA 5 pada uji coba terbatas dan siswa kelas XI IPA 6 pada uji coba lapangan dengan nilai standar gain secara berturut-turut 0,4 (kategori sedang) dan 0,4 (kategori sedang).

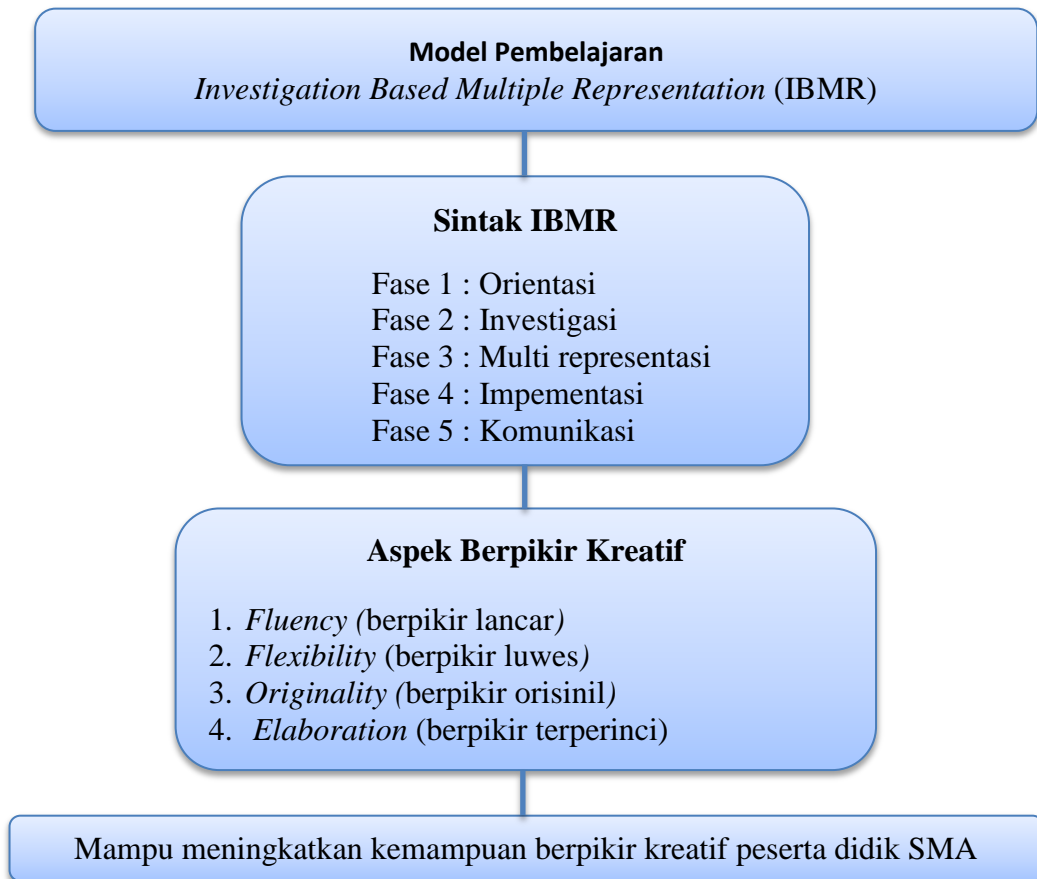
C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran dapat dikatakan berhasil apabila kompetensi-kompetensi peserta didik dapat mencapai standar yang ditetapkan. Dalam proses pembelajaran seorang guru memerlukan sebuah strategi pembelajaran tertentu untuk dapat menyampaikan materi atau informasi kepada peserta didik. Pemilihan penggunaan model pembelajaran yang tepat merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan keefektifan pembelajaran dan pencapaian kompetensi pembelajaran.

Kemampuan berpikir kreatif adalah sebuah kemampuan yang sangat penting untuk dimiliki peserta didik. Sesuai dengan hakikatnya, seharusnya fisika dapat mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Penggunaan model IBMR merupakan pembelajaran yang terdiri dari rangkaian tahap-tahap kegiatan (fase) yang diorganisasikan sedemikian rupa sehingga membentuk suatu kesinambungan yang membuat siswa dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai salah satunya yaitu kemampuan berpikir kreatif. Pada model pembelajaran IBMR peserta didik dituntut untuk berperan aktif dalam pembelajaran. Model pembelajaran IBMR pada kegiatan belajarnya peserta didik dibagi menjadi kelompok kecil, masing-masing siswa mendapat modul sebagai bahan ajarnya dan LKPD untuk diinvestigasi yang kemudian dipresentasikan dengan multi representasi. Model pembelajaran IBMR memiliki 5 sintak yakni: Fase Orientasi, Fase Investigasi, Fase Multi representasi, Fase Implementasi, dan Fase Komunikasi. Fase pertama yaitu fase orientasi yakni orientasi peserta didik pada fenomena dan penggunaan

multirepresentasi. Pada fase ini, peserta didik membutuhkan kemampuan berpikir kreatif terutama dalam aspek berpikir terperinci. Peserta didik diajarkan bagaimana cara untuk mengidentifikasi konsep fisika berkaitan dengan fenomena/peristiwa fisika yang kemudian diperluas gagasan-gagasan tentang fenomena fisika tersebut untuk disajikan kembali dengan multi representasi. Kedua, fase investigasi yakni merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah. Pada fase kedua ini lebih dominan pada kemampuan berpikir kreatif aspek berpikir orisinil, dimana peserta didik merancang dan melaksanakan penyelidikan untuk menghasilkan jawaban yang tidak lazim sebagai hasil pemikiran sendiri. Ketiga, fase multi representasi yakni menyajikan konsep fisika dengan multi representasi (verbal, gambar, grafik, dan matematika). Aspek berpikir luwes lebih mendominasi pada fase multi representasi ini, dimana peserta didik menyajikan suatu konsep fisika dengan gagasan-gagasan yang beragam dengan arah pemikiran yang berbeda dalam multi representasi verbal, gambar, grafik maupun matematika. Selanjutnya fase implementasi, yakni menerapkan multi representasi konsep fisika dalam memecahkan masalah. Pada fase implementasi ini aspek berpikir lancar sangatlah dibutuhkan dalam peserta didik memecahkan masalah dengan menghasilkan gagasan dan jawaban yang relevan. Dan terakhir, fase komunikasi, yakni mengomunikasikan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi. Aspek berpikir terperinci lebih dibutuhkan pada fase terakhir ini, terutama dalam merefleksikan proses dan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi.

Model pembelajaran IBMR diharapkan mampu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang dapat dilihat berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik. Bagan alur kerangka berpikir dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 15. Kerangka Berpikir Penelitian Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika dengan Model Pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)*

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*), yang fokusnya adalah mengungkapkan pola dan penentuannya melalui tahapan perubahan sebagai fungsi waktu. Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2010: 407). Menurut Nana Syaodih Sukmadinata (2006: 164) Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development (R&D)* adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan.

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain penelitian pengembangan model 4-D (*Four D Models*). Menurut Sivasailam Thiagarajan (1974: 5), 4D Models terdiri dari empat tahap utama yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*). Konsep dari *4D Models* dijelaskan dalam tahapan-tahapan berikut:

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap awal yaitu dengan mendeskripsikan tujuan pembelajaran dan membatasi materi pembelajaran yang akan disampaikan. Tahap pendefinisian

bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran, mengetahui karakteristik peserta didik, metode pembelajaran dan media pembelajaran yang digunakan oleh guru, masalah yang sering dihadapi dalam pembelajaran, dan mengkaji kurikulum.

Menurut Thiagarajan (1974), tahap pendefinisikan (*define*) meliputi 5 langkah pokok yaitu:

a. Analisis Awal-akhir (*Front-End Analysis*)

Analisis awal ini bertujuan untuk menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran fisika di SMA yang meliputi kurikulum dan permasalahan lapangan sehingga dalam hal ini dibutuhkan pengembangan perangkat pembelajaran.

b. Analisis Peserta Didik (*Learner analysis*)

Analisis peserta didik memiliki tujuan untuk menganalisis tentang karakteristik peserta didik, mengetahui tingkah laku awal peserta didik yang meliputi kemampuan dan tingkat perkembangan kognitif (pengetahuan), afektif (sikap), dan psikomotor (keterampilan). Hal ini sebagai dasar untuk mengembangkan perangkat pembelajaran. Pada penelitian ini yang ditinjau adalah karakteristik peserta didik SMA berupa usia dan tingkat kemampuan peserta didik.

c. Analisis Tugas (*Task analysis*)

Analisis tugas merupakan kumpulan prosedur untuk menentukan isi dalam rencana pembelajaran berdasarkan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang sesuai dengan Kurikulum 2013 Revisi. Adapun materi pokok yang akan dikembangkan dalam model pembelajaran IBMR adalah materi pokok vektor. Pada penelitian ini model pembelajaran IBMR di multi representasikan dalam bentuk verbal, gambar, dan matematika.

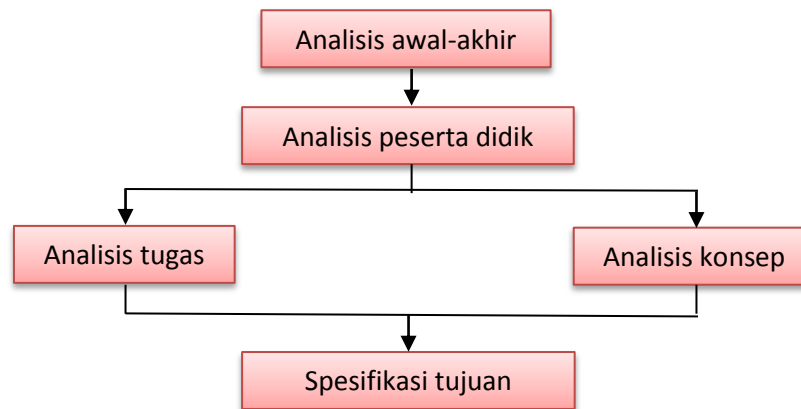
d. Analisis Konsep (*Concept analysis*)

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusun secara sistematis, kemudian merinci konsep-konsep serta mengaitkan konsep yang satu dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk peta konsep dalam materi pokok vektor.

e. Spesifikasi Tujuan Pembelajaran

Spesifikasi tujuan pembelajaran yaitu perumusan tujuan pembelajaran didasarkan pada Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum dalam Kurikulum 2013 Revisi mengenai materi pokok vektor dan disesuaikan dengan model pembelajaran IBMR.

Secara skematis tahap *Define* disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Tahap Pendefinisian (*Define*)

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Tujuan dari perancangan ini untuk mendapatkan suatu bentuk perangkat pembelajaran pembelajaran. Tahap ini diawali dengan disusunnya serangkaian tujuan pembelajaran khusus terlebih dahulu. Menurut Thiagarajan (1974) tahap perancangan ini terdiri dari empat langkah, yaitu:

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

Pada penelitian ini digunakan tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) yang berfungsi untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kreatif. Tes disusun berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran dan analisis peserta didik, kemudian menjabarkan indikator pencapaian hasil belajar yang didasarkan pada kompetensi dasar dan standar kompetensi yang ingin dicapai untuk menyusun kisi-kisi tes hasil belajar. Tes yang dikembangkan disesuaikan dengan jenjang kemampuan kognitif.

b. Seleksi media (*media selection*)

Pemilihan media pembelajaran disesuaikan dengan tujuannya untuk menyampaikan materi pelajaran yaitu vektor. Selain itu faktor kemudahan di dalam penyediaan peralatan yang diperlukan juga harus dipertimbangkan dan dapat disesuaikan dengan hasil dari tahap pendefinisian, sehingga memudahkan tercapainya tujuan pembelajaran. Dalam pembelajaran dengan model IBMR digunakan media pembelajaran berupa modul dan LKPD.

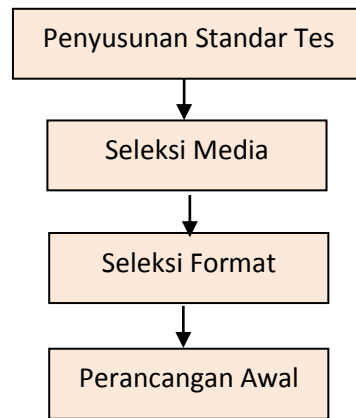
c. Seleksi format (*format selection*)

Pada tahap ini pemilihan format perangkat pembelajaran IBMR disesuaikan dengan format berdasar Kurikulum 2013 Revisi. Format ini digunakan sebagai acuan untuk membuat rancangan awal RPP, modul, LKPD dan instrumen penilaian.

d. Perancangan awal (*initial design*).

Pada tahap ini rancangan awal yang telah disusun menghasilkan draft awal meliputi RPP, modul, LKPD dan instrumen penilaian.

Secara skematis tahap *Design* disajikan pada Gambar 17.



Gambar 17. Tahap Perancangan (*Design*)

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memodifikasi perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Meskipun pembuatan perangkat pembelajaran sudah dimulai sejak tahap pendefinisian tetapi hasilnya harus disempurnakan terus sampai tercapai bentuk perangkat pembelajaran yang paling sesuai dan layak.

Menurut Thiagarajan (1974), tahap pengembangan ini terdiri dari dua kegiatan, yaitu: *expert appraisal* dan *developmental testing*. *Expert appraisal* adalah teknik untuk memvalidasi atau menilai kelayakan rancangan produk. Sedangkan *developmental testing* adalah kegiatan uji coba rancangan produk pada sasaran subjek yang sesungguhnya. Hasil uji coba digunakan untuk memperbaiki produk. Setelah produk diperbaiki, kemudian diujicobakan kembali sampai memperoleh hasil yang efektif. Dalam konteks pengembangan model

pembelajaran IBMR, tahap pengembangan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Validasi oleh validator ahli dan praktisi

Pada tahap ini dilakukan kegiatan validasi oleh validator ahli dan validator praktisi dengan hasil validasi berupa skor penilaian dari skala 1 sampai dengan 5 serta komentar atau saran untuk memperbaiki rancangan perangkat pembelajaran dan instrumen pengambilan data sebelum perangkat pembelajaran diujicobakan. Validator ahli merupakan dosen ahli yaitu dosen Fisika FMIPA UNY, sedangkan validator praktisi merupakan guru SMA yaitu guru SMA N 2 Sleman. Perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data yang sudah melalui tahap validasi diperbaiki berdasarkan saran dan masukan dari validator, yang selanjutnya dihasilkan revisi I.

b. Revisi I

Revisi I dilakukan setelah dilakukannya validasi produk oleh validator ahli dan validator praktisi. Komentar dan saran dari validator dijadikan sebagai perbaikan oleh peneliti untuk menghasilkan produk berupa perangkat pembelajaran IBMR yang layak diujicobakan.

c. Uji coba terbatas

Perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan saran validator selanjutnya digunakan untuk uji coba terbatas pada pembelajaran di kelas. Menurut Arif S. Sadiman dan Widyasepta, Nurpratis (2012: 40) uji coba

kelompok kecil dicobakan kepada 10-20 peserta didik yang dapat mewakili populasi target. Berdasarkan hasil uji coba terbatas ditemukan kekurangan atau kelemahan perangkat pembelajaran, sehingga perlu dilakukan revisi II.

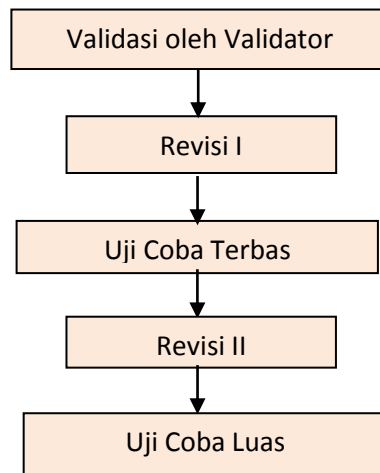
d. Revisi II

Kekurangan dan kelemahan perangkat pembelajaran yang ditemukan dalam uji coba terbatas menjadi masukan untuk dilakukannya revisi II. Hasil dari revisi II yakni produk perangkat pembelajaran baru hasil revisi yang lebih baik dan siap untuk digunakan dalam uji coba luas.

e. Uji coba luas

Perangkat pembelajaran yang telah diperbaiki pada revisi II digunakan dalam pembelajaran dengan cakupan objek pembelajaran yang lebih luas. Pada uji coba luas ini didapatkan data penelitian berupa hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kreatif. Selain itu juga dihasilkan data keterlaksanaan RPP yang diisi oleh observer.

Secara skematis tahap *Develop* disajikan pada Gambar 18.

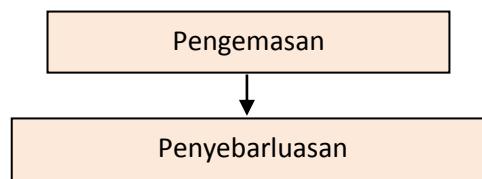


Gambar 18. Tahap Pengembangan (*Develop*)

4. Tahap Penyebarluasan (*Disseminate*)

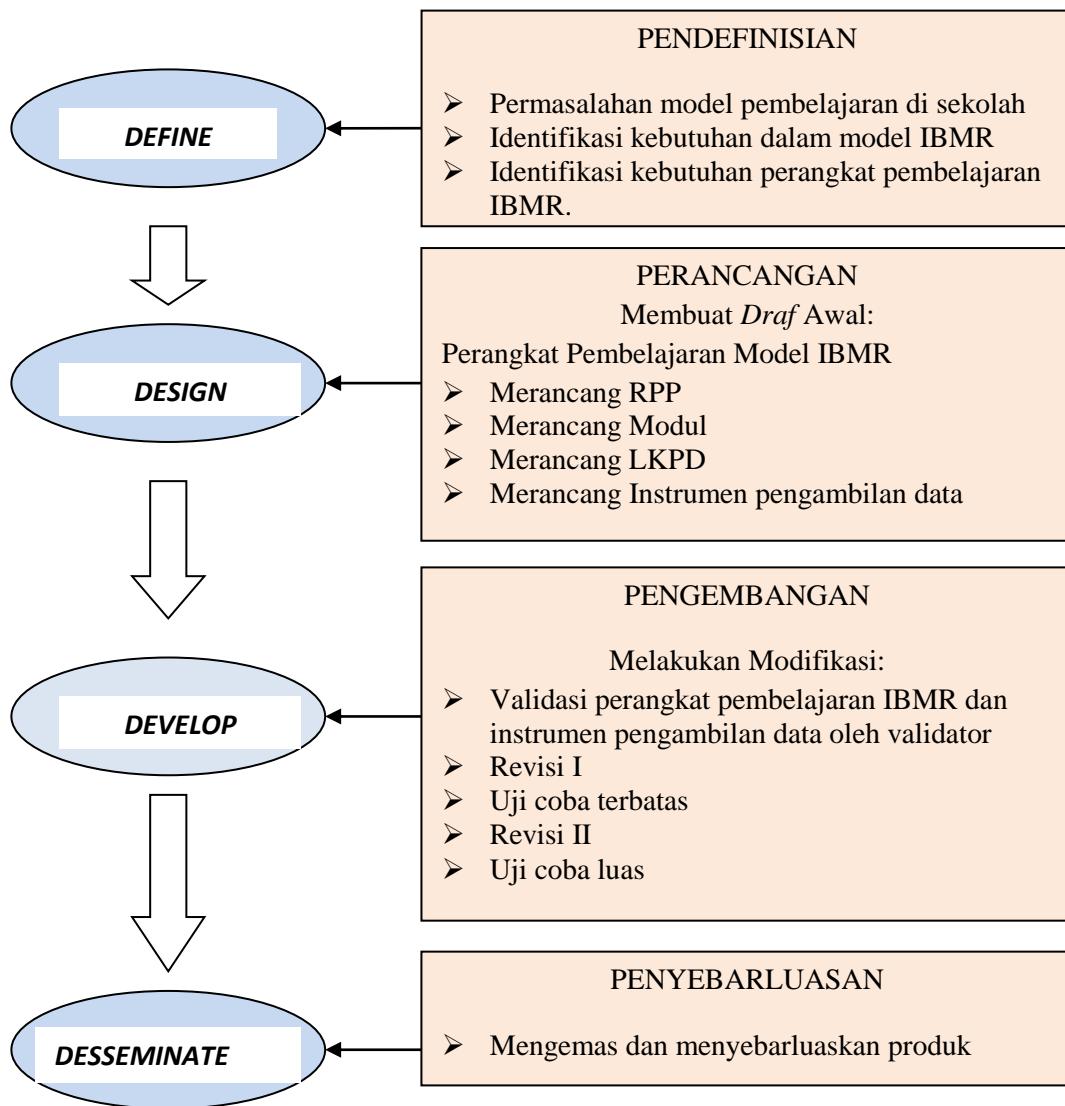
Tahap ini merupakan tahapan untuk mengemas dan mempublikasikan atau menyebarluaskan hasil penelitian berupa perangkat pembelajaran fisika berbasis model pembelajaran IBMR pada materi vektor yang layak. Pengemasan perangkat pembelajaran dilakukan dengan mencetak perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Setelah perangkat pembelajaran dicetak, perangkat pembelajaran tersebut kemudian disebarluaskan kepada guru fisika SMA N 2 Sleman agar dapat digunakan dalam proses pembelajaran fisika.

Secara skematis tahap *Disseminate* disajikan pada Gambar 19.



Gambar 19. Tahap Penyebarluasan (*Disseminate*)

Dengan demikian untuk memudahkan proses penelitian, maka disusunlah sebuah alur penelitian yang memuat tahapan penelitian. Adapun tahapan-tahapan *4D Models* dalam penelitian ini dapat dijelaskan dalam bentuk skema yang dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Skema Model 4-D

B. Subjek Penelitian

Subjek penelitian dari penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA Negeri 2 Sleman. Uji coba terbatas dilakukan di kelas X MIPA 2, sedangkan uji coba luas dilakukan di kelas X MIPA 1. Pertimbangan digunakan subjek pada kelas ini adalah peserta didik yang memiliki karakteristik yang heterogen yaitu karakteristik peserta didik yang terkait dengan kecakapan dan sikap peserta didik terhadap pembelajaran yang dilakukan sehingga akan membuat instrumen yang dikembangkan akan lebih baik.

C. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun pelajaran 2018/2019, pada bulan September-November 2018. Peneliti memilih waktu tersebut disesuaikan dengan materi pokok Fisika diajarkan pada kelas X SMA yaitu materi vektor.

D. Jenis Data

1. Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari hasil validasi ahli dan praktisi berupa kritik, saran dan komentar untuk bahan revisi produk berupa perangkat pembelajaran IBMR.

2. Data Kuantitatif

- a. Data penilaian hasil *pretest* dan *posttest*
- b. Data penilaian hasil pengerjaan LKPD oleh peserta didik

- c. Data hasil validasi perangkat pembelajaran oleh validator ahli dan validator praktisi/guru berupa skor penilaian dari skala 1 sampai dengan 5.
- d. Data hasil observasi keterlaksanaan RPP dalam pembelajaran berupa skor persentase keterlaksanaan pembelajaran.

E. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 instrumen yang berupa instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data.

1. Instrumen Perangkat Pembelajaran

a. Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Pada rencana pelaksanaan pembelajaran ini berisikan panduan bagi guru untuk mengajar, yang terdiri dari identitas sekolah, identitas mata pelajaran, kelas/semester, materi pokok, alokasi waktu, tujuan pembelajaran, kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, materi pelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, sumber belajar, langkah-langkah kegiatan pembelajaran, dan penilaian hasil pembelajaran. Dengan adanya RPP ini diharapkan proses kegiatan pembelajaran dapat sesuai dengan rencana, sehingga hasil proses pembelajaran harapannya dapat tercapai secara optimal sesuai dengan tujuan pembelajaran.

b. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik berdasarkan tujuan instruksional yang disesuaikan dengan pembelajaran. LKPD yang dimaksudkan adalah serangkaian kegiatan peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. Isi LKPD disesuaikan dengan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) yang ingin dicapai pada pembelajaran. Bagian-bagian LKPD yang dikembangkan meliputi judul, mata pelajaran, semester, dan tempat, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, indikator, informasi pendukung, tugas-tugas dan langkah-langkah kerja, serta penilaian.

c. Modul

Modul dikembangkan untuk memfasilitasi peserta didik sebagai sumber belajar yang dapat membangkitkan aktivitas belajar dengan multi representasi. Sistematika modul yang dikembangkan meliputi tinjauan mata pelajaran, pendahuluan, kegiatan belajar, latihan, rambu-rambu jawaban latihan, rangkuman, tes formatif dan ditambah dengan daftar pustaka.

2. Instrumen Pengambilan Data

a. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Fungsi dari lembar observasi adalah untuk mengamati keterlaksanaan pembelajaran dengan model IBMR. Aktivitas pembelajaran yang

diobservasi meliputi pendahuluan, kegiatan inti dan penutup. Kegiatan inti terdiri dari lima fase yaitu fase orientasi, fase investigasi, fase multi representasi, fase implementasi dan fase komunikasi.

b. Lembar Validasi

Lembar validasi instrumen ini ditunjukkan pada validator yaitu ahli dan praktisi/guru mata pelajaran fisika. Tujuan validasi instrumen ini dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan instrumen perangkat pembelajaran model IBMR yang dihasilkan. Lembar validasi dilengkapi dengan rubrik penilaian agar validator dapat mengukur pencapaian instrumen. Jenis data pada lembar validasi ini adalah data kualitatif berupa komentar dan saran dari validator serta berupa data kuantitatif yaitu skor penilaian dari validator yang nantinya akan dianalisis dengan menggunakan CVR dan CVI.

c. Lembar soal *pretest*

Lembar soal *pretest* digunakan untuk mengukur kemampuan awal peserta didik yaitu mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik sebelum mengikuti pembelajaran dengan model IBMR. Aspek-aspek kemampuan berpikir kreatif yang diukur meliputi berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir orisinal (*originality*), dan berpikir terperinci (*elaboration*).

d. Lembar soal *posttest*

Lembar soal *posttest* digunakan untuk mengukur kemampuan akhir peserta didik yaitu mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan model IBMR.

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Kelayakan RPP

Kelayakan RPP ditinjau dari penilaian validator ahli dan validator praktisi/guru yang berupa skor. Analisis penilaian kelayakan tersebut dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

a. Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek penilaian

$$\tilde{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (20)$$

dengan:

\tilde{x} = skor rata-rata

$\sum x$ = jumlah skor

n = jumlah penilai

b. Mengkonversi skor menjadi skala 5

Pengkonversian skor menjadi skala lima menggunakan acuan sebagai berikut:

1) Analisis rata-rata ideal

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

dengan:

skor maksimum ideal = Σ butir kriteria \times skor tertinggi

skor minimum ideal = Σ butir kriteria \times skor terendah

2) Analisis simpangan baku ideal (SBi)

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

dengan:

skor maksimum ideal = Σ butir kriteria \times skor tertinggi

skor minimum ideal = Σ butir kriteria \times skor terendah

3) Kriteria penilaian

Tabel 4. Kriteria Penilaian Skala 5

Interval skor	Kategori
$X > \bar{X}_i + 1,8 SBi$	Sangat Baik
$\bar{X}_i + 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_i + 1,8 SBi$	Baik
$\bar{X}_i - 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_i + 0,6 SBi$	Cukup
$\bar{X}_i - 1,8 SBi < X \leq \bar{X}_i - 0,6 SBi$	Kurang Baik
$X \leq \bar{X}_i - 1,8 SBi$	Sangat Kurang Baik

Dalam penelitian ini jumlah butir kriteria penilaian kelayakan RPP secara keseluruhan sebanyak 22 butir. Berdasarkan kriteria penilaian skala 5 maka kriteria penilaian untuk kelayakan RPP adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Kriteria Penilaian Kelayakan RPP

Interval skor	Kategori
$X > 92,4$	Sangat Baik
$74,8 < X \leq 92,4$	Baik
$57,2 < X \leq 74,8$	Cukup
$39,6 < X \leq 57,2$	Kurang Baik
$X \leq 39,6$	Sangat Kurang Baik

2. Analisis keterlaksanaan RPP dalam pembelajaran

Analisis keterlaksanaan RPP dalam pembelajaran digunakan untuk mengetahui apakah semua kegiatan pembelajaran dapat terlaksana semuanya dan keruntutan pembelajaran sesuai rencana pembelajaran. Analisis keterlaksanaan RPP ditinjau dari hasil perolehan skor observasi. Skor pengisian lembar observasi oleh observer kemudian dianalisis dengan menghitung *Interjudge Agreement* (IJA) dengan cara:

$$IJA = \frac{Ay}{Ay + AN} \times 100\% \quad (21)$$

dengan:

Ay = kegiatan yang terlaksana

AN = kegiatan yang tidak terlaksana (Pee, 2002)

Kriteria RPP yang layak digunakan dalam pembelajaran apabila keterlaksanaannya dalam pembelajaran lebih dari 75%.

3. Analisis Kelayakan Modul

Kelayakan modul ditinjau dari skor penilaian kelayakan validasi ahli dan validasi praktisi/guru. Analisis penilaian kelayakan tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti pada analisis kelayakan RPP. Dalam penelitian ini jumlah butir kriteria penilaian pada lembar validasi Modul secara keseluruhan sebanyak 14 butir. Berdasarkan kriteria penilaian skala 5 maka kriteria penilaian untuk kelayakan modul adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Kriteria Penilaian Kelayakan Modul

Interval skor	Kategori
$X > 58,8$	Sangat Baik
$47,6 < X \leq 58,8$	Baik
$36,4 < X \leq 47,6$	Cukup
$25,2 < X \leq 36,4$	Kurang Baik
$X \leq 25,2$	Sangat Kurang Baik

4. Analisis Kelayakan LKPD

Kelayakan LKPD ditinjau dari penilaian validator ahli dan validator praktisi/guru yang berupa skor. Analisis penilaian kelayakan tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti pada analisis kelayakan RPP. Dalam penelitian ini jumlah butir kriteria penilaian pada lembar validasi LKPD secara keseluruhan sebanyak 15 butir. Berdasarkan kriteria penilaian skala 5 maka kriteria penilaian untuk kelayakan LKPD adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Kriteria Penilaian Kelayakan LKPD

Interval skor	Kategori
$X > 63$	Sangat Baik
$51 < X \leq 63$	Baik
$39 < X \leq 51$	Cukup
$27 < X \leq 39$	Kurang Baik
$X \leq 27$	Sangat Kurang Baik

5. Uji Validitas Instrumen Pengumpulan Data

Validitas instrumen dan perangkat pembelajaran berbasis model pembelajaran IBMR dihitung menggunakan *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI). Pada penelitian ini analisis *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI) digunakan untuk mengetahui tingkat validitas instrumen *pretest* dan *posttest*. Data yang diperoleh berasal dari lembar angket validasi yang kemudian dikelompokkan berdasarkan kriteria penilaian.

Tabel 8. Kriteria Penilaian CVR pada Soal *Pretest* dan *Posttest*

Kriteria	Skor	Indeks
Tidak Baik	1	1
Kurang Baik	2	
Cukup	3	2
Baik	4	3
Sangat Baik	5	

Menurut Lawshe (1975: 567) *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

a. *Content Validity Ratio (CVR)*

$$CVR = \frac{N_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

(22)

(Lawse, 1975 : 567)

Dengan,

N_e = jumlah validator yang setuju

N = jumlah total validator

Ketentuan :

- 1) Saat jumlah validator yang menyatakan setuju kurang dari setengah total validator maka CVR bernilai negatif.
- 2) Saat jumlah validator yang menyatakan setuju setengah dari jumlah total validator maka CVR bernilai nol.
- 3) Saat seluruh validator menyatakan setuju maka CVR bernilai 1 (diatur menjadi 0,99)
- 4) 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 memvalidasi soal *pretest* dan *posttest* hanya CVR yang bernilai positif. CVR yang bernilai negatif tidak digunakan.

b. CVI (*Content Validity Index*)

CVI (*Content Validity Index*) yang merupakan indikasi validitas isi tes.

CVI merupakan rata-rata dari nilai CVR dari semua aitem

$$CVI = \frac{\text{jumlah seluruh CVR}}{\text{jumlah butir aitem}} \quad (23)$$

Kategori hasil perhitungan CVR dan CVI rentang hasil nilai CVR dan CVI adalah $-1 < 0 < 1$. Angka tersebut dikategorikan pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Kategori Nilai CVR dan CVI

Nilai CVI	Kategori
$-1 < x < 0$	tidak baik
0	Baik
$0 < x < 1$	sangat baik

(Lawse, 1975)

6. Uji Reliabilitas Instrumen

Reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan metode Borich, yang dikenal dengan *Percentage of Agreement* (PA) yaitu persentase kesepakatan antar penilai yang merupakan suatu presentase kesesuaian nilai antara penilai pertama dengan penilai kedua dimana pada penelitian ini yaitu validator ahli dan validator praktisi/guru. *Percentage Agreement* (PA) dapat dirumuskan:

$$\text{Percentage of Agreement (PA)} = \left(1 - \frac{A-B}{A+B}\right) \times 100\% \quad (24)$$

Dengan A merupakan skor penilai yang lebih besar dan B skor yang lebih kecil. Skor yang lebih besar (A) selalu dikurangi dengan skor yang lebih kecil (B). Instrumen dikatakan reliabel jika nilai presentase kesepakatannya lebih atau

sama dengan 75%. Jika dihasilkan kurang dari 75%, maka harus diuji untuk kejelasan dan persetujuan dari pengamat (Borich, 1994: 385).

7. Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif

Peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dapat diukur dari hasil *pretets* dan *posttest* peserta didik. Hasil *pretets* dan *posttest* peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan model pembelajaran IBMR dianalisis dengan teknik analisis gain ternormalisasi. Skor gain ternormalisasi didefinisikan oleh Hake (1999:1) sebagai berikut:

$$<g> = \frac{S_{pos}-S_{pre}}{S_{max}-S_{pre}} \quad (25)$$

Keterangan:

$<g>$: skor gain ternormalisasi

S_{pos} : rata-rata nilai *posttest*

S_{pre} : rata-rata nilai *pretest*

S_{max} : nilai maksimal, yaitu 100

dengan kriteria skor gain menurut Hake (1999:1) seperti pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Kriteria Nilai Gain

Nilai Gain	Kriteria
$(<g>) \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq (<g>) < 0,7$	Sedang
$(<g>) < 0,3$	Rendah

Berdasarkan skor gain, pembelajaran dikatakan efektif jika nilai rata-rata skor gain lebih besar atau sama dengan 0,7 atau pada kriteria tinggi.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan model pembelajaran IBMR ini menggunakan desain penelitian *Research and Development* (R&D) yang diadaptasi dari *4D Models* oleh Sivasailam Thiagarajan dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik SMA. *4D Models* terdiri dari empat tahap yaitu tahap pendefinisian (*Define*), tahap perancangan (*Design*), tahap pengembangan (*Develop*), dan tahap penyebaran (*Disseminate*). Secara terperinci tahapan pengembangan model pembelajaran IBMR adalah sebagai berikut.

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian (*define*) merupakan tahap awal dalam proses penelitian yang bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Berikut disajikan penjabaran hasil dari penelitian pada tahap pendefinisian.

a. Analisis Awal-akhir (*Front-End Analysis*)

Analisis awal-akhir dari penelitian ini merupakan kegiatan observasi pembelajaran fisika untuk memperoleh gambaran mengenai situasi dan kondisi sekolah yang berkaitan dengan penelitian pengembangan model pembelajaran IBMR. Hal-hal yang diamati pada observasi antara lain kurikulum pendidikan, perangkat dan proses pembelajaran, karakteristik peserta didik, alat, media pembelajaran serta permasalahan yang muncul dalam pembelajaran fisika di

sekolah. Observasi dilakukan di SMA Negeri 2 Sleman dengan pengamatan secara langsung dan wawancara kepada guru mata pelajaran fisika.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi diperoleh informasi mengenai metode yang digunakan pada saat pembelajaran meliputi metode ceramah, tanya jawab, dan diskusi. Kurikulum yang digunakan di SMA Negeri 2 Sleman untuk kelas X adalah Kurikulum 2013 revisi.

b. Analisis Peserta Didik (*Learner analysis*)

Penelitian pengembangan model pembelajaran IBMR ditujukan kepada peserta didik SMA Negeri 2 Sleman kelas X MIPA 1 dan X MIPA 2 tahun ajaran 2018/2019. Karakteristik peserta didik yang dianalisis yaitu peserta didik SMA kelas X dengan usia 15-17 tahun. Pada usia tersebut peserta didik berada pada tahap perkembangan operasi formal dimana peserta didik sudah mampu berpikir abstrak, menalar secara logis, memecahkan masalah dan menarik kesimpulan dari informasi yang sudah tersedia (Desmita, 2009). Peserta didik kelas X MIPA 1 berjumlah 31 orang dan peserta didik kelas X MIPA 2 berjumlah 26 orang. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi diketahui bahwa tingkat kemampuan peserta didik di kelas X MIPA 1 dan X MIPA 2 memiliki rata-rata nilai yang setara dengan kelas lain.

c. Analisis Tugas (*Task analysis*)

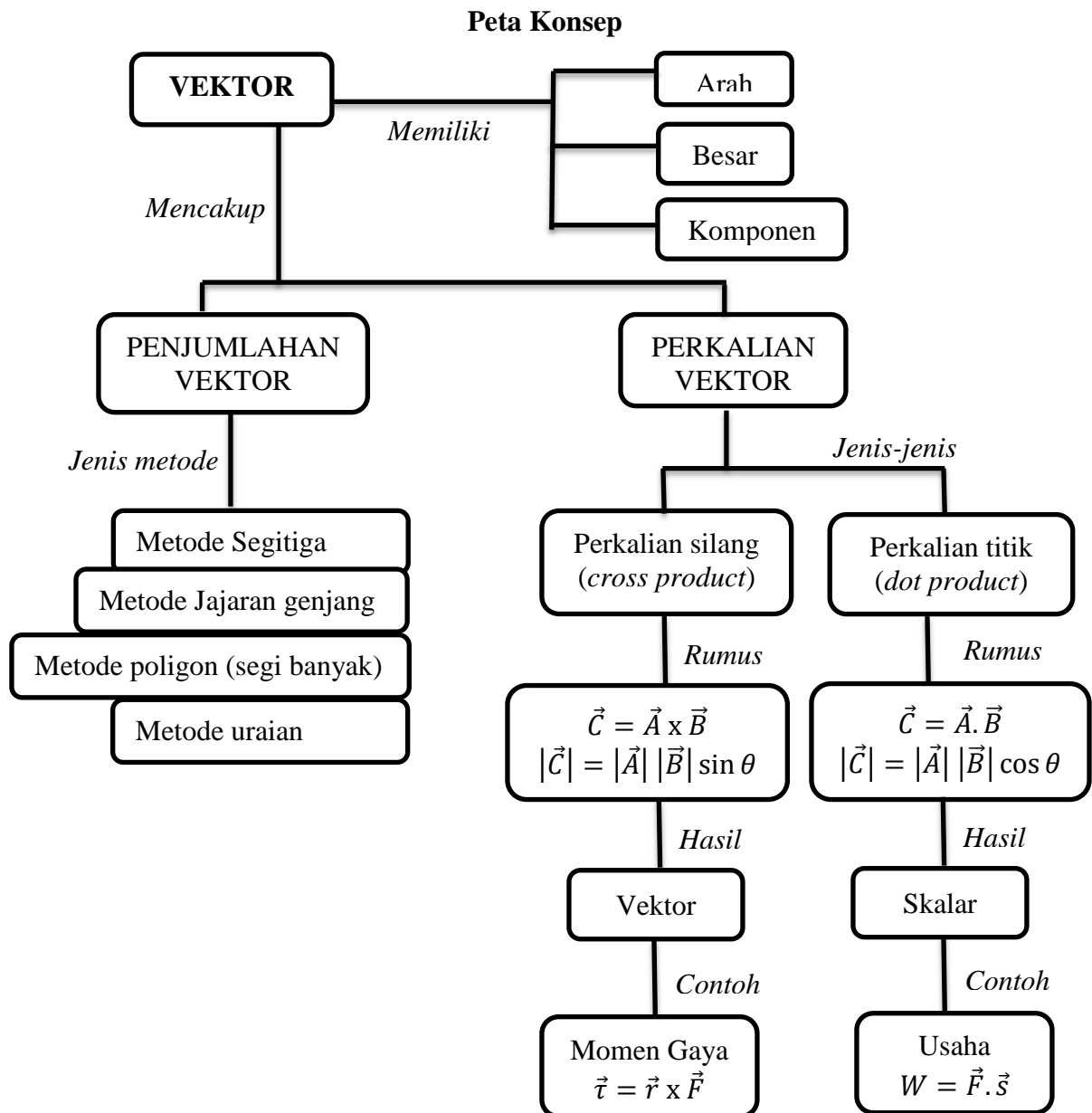
Materi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu materi vektor. Analisis kompetensi inti, kompetensi dasar dan materi pokok yang digunakan pada penelitian ini terangkum pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Tabel Analisis Tugas

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Materi Pokok
KI 3 Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya 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 yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	3.3 Menerapkan prinsip penjumlahan vektor sebidang (misalnya perpindahan)	Vektor: <ul style="list-style-type: none">• Penjumlahan vektor• Pengurangan vektor• Perkalian vektor
KI 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	4.3 Merancang percobaan untuk menentukan resultan vektor sebidang (misalnya perpindahan) beserta presentasi hasil dan makna fisisnya	

d. Analisis Konsep (*Concept analysis*)

Pada Gambar 21 disajikan peta konsep materi vektor yang digunakan pada penelitian sebagai berikut.



Gambar 21. Peta Konsep Vektor

e. Spesifikasi Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran yang dirumuskan oleh peneliti yaitu melalui materi vektor diharapkan peserta didik dapat:

- 1) Mendeskripsikan pengertian besaran vektor dan skalar
- 2) Menjumlahkan dan mengurangkan dua buah vektor atau lebih dengan metode polygon, jajargenjang, segitiga dan uraian
- 3) Mengalikan dua vektor atau lebih (*cross product* dan *dot product*)
- 4) Menyelesaikan permasalahan-permasalahan menggunakan operasi penjumlahan vektor

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Tahap ini merupakan tahap merancang *draft* awal yang akan digunakan dalam pembelajaran materi vektor. Pada tahap ini peneliti merancang *draft* perangkat pembelajaran model pembelajaran IBMR berupa RPP, modul, LKPD dan instrumen pengumpulan data yang kemudian divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi.

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. Pada penelitian ini digunakan tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) yang berfungsi untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kreatif. Berdasarkan hasil observasi

lapangan, hasil tes peserta didik pada semester genap memiliki nilai yang rata-rata sama satu dengan yang lainnya sehingga lebih mudah untuk menentukan jenis soal karena kemampuan yang terukur hampir sama. Kemudian selanjutnya disusun kisi-kisi tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) seperti yang terlampir pada Lampiran II.10 dan Lampiran II.11.

b. Seleksi media (*media selection*)

Seleksi media disesuaikan dengan tujuan penelitian yaitu mengembangkan model pembelajaran IBMR. Model pembelajaran IBMR dipilih karena memiliki banyak kelebihan di antaranya yaitu dengan adanya multi representasi yang dibuat berdasarkan investigasi dapat membantu peserta didik untuk mampu menghubungkan representasi verbal, gambar, grafik dan matematika. Selain itu, penyajian dan penyampaian materi dengan contoh fenomena/peristiwa fisika akan membangun pemahaman terhadap situasi yang nyata secara mendalam.

c. Seleksi format (*format selection*)

Format perangkat pembelajaran berupa RPP, modul, LKPD dan instrument penilaian sesuai dengan format model pembelajaran IBMR dan berdasar Kurikulum 2013 Revisi. Peneliti memilih format yang menarik bagi peserta didik. Modul dan LKPD dibuat menarik dengan pemilihan warna, bentuk serta ukuran penulisan.

d. Perancangan awal (*initial design*)

Perangkat pembelajaran yang disusun yaitu RPP, modul, LKPD dan instrumen pengambilan data. Adapun perangkat pembelajaran dan instrument pengambilan data yang dihasilkan pada tahap perancangan awal adalah sebagai berikut.

1) Instrumen Perangkat Pembelajaran

a) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP yang dirancang dalam penelitian ini mengacu pada Kurikulum 2013 Revisi yang berisi rencana pembelajaran untuk materi vektor. Model pembelajaran yang digunakan dalam RPP yakni model pembelajaran IBMR. Pada skenario pembelajaran, diterapkan sintaks yang sesuai dengan model pembelajaran IBMR yaitu fase orientasi, fase investigasi, fase multi representasi, fase impementasi dan fase komunikasi. Selanjutnya rancangan awal RPP ini divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi.

b) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD digunakan sebagai media pembelajaran dalam melakukan diskusi. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dibuat berdasarkan tujuan pembelajaran yang disesuaikan dengan model pembelajaran IBMR. LKPD dirancang untuk membantu peserta didik agar dapat berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran.

c) Modul

Modul dikembangkan untuk memfasilitasi peserta didik sebagai sumber belajar yang dapat membangkitkan aktivitas belajar dengan multi representasi. Sistematika modul berupa tinjauan mata pelajaran, pendahuluan, kegiatan belajar, latihan, rambu-rambu jawaban latihan, rangkuman, tes formatif dan ditambah dengan daftar pustaka.

2) Instrumen Pengambilan Data

a) Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar observasi keterlaksanaan Pembelajaran menggunakan lembar observasi berbentuk tabel berupa daftar cek keterlaksanaan dengan opsi pilihan “ya” atau “tidak”. Lembar observasi ini berisi ketercapaian langkah pembelajaran yang ada pada RPP yang dikembangkan. Lembar observasi tersebut diisi oleh dua observer. Setelah keterlaksanaan RPP dinyatakan baik, dapat dilakukan analisis yang selanjutnya.

b) Lembar Validasi

Lembar validasi digunakan untuk mendapatkan data penilaian terhadap perangkat pembelajaran oleh validator ahli dan validator praktisi. Data penilaian yang diperoleh berupa nilai dengan rentang 1-5 serta saran untuk memperbaiki perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan. Lembar validasi pada penelitian ini meliputi: lembar

validasi RPP, lembar validasi LKPD, lembar validasi modul, serta lembar validasi *pretest* dan lembar validasi *posttest*.

c) Lembar Soal *Pretest*

Lembar soal *pretest* berbentuk soal uraian yang digunakan untuk mengukur kemampuan awal peserta didik yaitu mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik sebelum mengikuti pembelajaran dengan model IBMR. Rancangan awal soal *pretest* ini kemudian divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi.

d) Lembar Soal *Posttest*

Lembar soal *posttest* berbentuk soal uraian yang digunakan untuk mengukur kemampuan akhir peserta didik yaitu mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan model IBMR. Rancangan awal soal *posttest* ini kemudian divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi. Soal *pretest* dan *posttest* dibuat sama, dengan indikator ketercapaian KD sama sesuai dengan Tabel 12.

Tabel 12. Tabel Indikator Soal *Pretest* dan *Posttest*

Indikator	Materi Pembelajaran	Indikator Soal	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	No Soal
Kemampuan untuk memcetuskan banyak ide dalam menyelesaikan masalah	Vektor	Disajikan gambar satu vektor gaya. Peserta didik dapat menghitung komponen vektor terhadap	Tes tulis	Uraian	1

Indikator	Materi Pembelajaran	Indikator Soal	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	No Soal
		sumbu-x dan sumbu-y dengan benar			
Menyelesaikan masalah dengan jawaban yang tepat	Vektor	Disajikan dua buah vektor, peserta didik dapat menghitung nilai hasil perkalian titik dan perkalian silang dua vektor dengan benar	Tes tulis	Uraian	2
Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita, atau masalah	Vektor	Disajikan data dan gambar, peserta didik dapat menghitung nilai vektor perpindahan dengan benar	Tes tulis	Uraian	3
Jika diberi suatu masalah biasanya memikirkan bermacam cara yang berbeda untuk menyelesaikannya	Vektor	Peserta didik dapat menghitung resultan dua vektor gaya yang membentuk sudut dengan benar	Tes tulis	Uraian	4
Memikirkan masalah-masalah yang tidak pernah terpikirkan oleh orang lain	Vektor	Peserta didik dapat menyebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari dengan benar	Tes tulis	Uraian	5

Indikator	Materi Pembelajaran	Indikator Soal	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	No Soal
Menunjukkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan langkah-langkah yang terperinci	Vektor	Disajikan tiga vektor, peserta didik mampu menentukan resultan dan arah resultan ketiga vektor dengan benar	Tes tulis	Uraian	6

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan merupakan tahap merancang *draft* awal yang akan digunakan dalam pembelajaran materi vektor. *Draft* berupa perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi. Setelah perangkat pembelajaran dan instrumen divalidasi serta direvisi I, kemudian dilakukan uji coba ke sekolah. Uji coba dilakukan dengan melibatkan peserta didik kelas X MIPA 1 dan X MIPA 2 di SMA Negeri 2 Sleman. Kekurangan dari produk yang telah diujicobakan kemudian dilakukan revisi II. Hasil revisi II digunakan sebagai bahan pertimbangan terhadap produk akhir perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

a. Validasi oleh validator ahli dan praktisi

Validasi dilakukan oleh validator ahli dan validator praktisi. Validator yang memvalidasi perangkat pembelajaran model IBMR adalah dosen prodi pendidikan fisika sebagai validator ahli dan guru mata pelajaran fisika sebagai validator praktisi. Hasil validasi berupa nilai dengan rentang 1 sampai 5

digunakan untuk melakukan analisis kelayakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Penilaian kelayakan RPP dilakukan oleh validasi ahli dan validasi praktisi. Skala skor penilaian yang digunakan pada lembar validasi RPP adalah skala 1 sampai 5. Secara singkat hasil analisis penilaian kelayakan RPP dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Analisis Kelayakan RPP

No	Aspek yang Diamati	X	Interval	Kategori
1	Identitas Mata Pelajaran	5	$X > 4,2$	Sangat Baik
2	Perumusan Indikator	15	$X > 12,6$	Sangat Baik
3	Pemilihan Materi Ajar	9	$X > 8,4$	Sangat Baik
4	Pemilihan Sumber Belajar	15	$X > 12,6$	Sangat Baik
5	Pemilihan Media Pembelajaran	9,5	$X > 8,4$	Sangat Baik
6	Pemilihan Model Pembelajaran	5	$X > 4,2$	Sangat Baik
7	Isi yang Disajikan	24,5	$X > 21$	Sangat Baik
8	Bahasa	14	$X > 12,6$	Sangat Baik
9	Waktu	10	$X > 8,4$	Sangat Baik
Total		107	$X > 92,4$	Sangat Baik

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh skor total penilaian kelayakan RPP sebesar 107. Skor tersebut menunjukkan bahwa RPP memiliki kategori sangat baik, sehingga RPP layak digunakan untuk penelitian. Secara lengkap, data hasil penilaian kelayakan RPP dapat dilihat pada Lampiran III.1.

2) Modul

Penilaian kelayakan modul dilakukan oleh validator ahli dan validator praktisi. Penilaian untuk modul meliputi aspek kesesuaian syarat konstruksi, kesesuaian syarat isi dan syarat bahasa. Hasil analisis penilaian kelayakan modul secara ringkas disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Analisis Kelayakan Modul

No	Aspek yang Diamati	X	Interval	Kategori
1	Konstruksi	19	$X > 16,8$	Sangat Baik
2	Isi	34,5	$X > 29,4$	Sangat Baik
3	Bahasa	13,5	$X > 12,6$	Sangat Baik
Total		67	$X > 58,8$	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 14, dapat diketahui skor hasil penilaian validator terhadap kelayakan modul berbasis model pembelajaran IBMR sebesar 67. Skor tersebut menunjukkan bahwa bahwa modul berbasis model pembelajaran IBMR memiliki kategori sangat baik dan layak digunakan dengan beberapa perbaikan. Data analisis hasil penilaian kelayakan modul dapat dilihat pada Lampiran III.3.

3) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Penilaian kelayakan LKPD dilakukan oleh validator ahli dan validator praktisi. Penilaian LKPD meliputi aspek kesesuaian syarat didaktik, kesesuaian syarat konstruksi dan syarat teknis. Hasil analisis penilaian kelayakan LKPD secara ringkas disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Analisis Kelayakan LKPD

No	Aspek yang Diamati	X	Interval	Kategori
1	Didaktik	18,5	$X > 16,8$	Sangat Baik
2	Konstruksi	28,5	$X > 25,2$	Sangat Baik
3	Teknis	24,5	$X > 21$	Sangat Baik
Total		71,5	$X > 63$	Sangat Baik

Berdasarkan analisis data hasil penilaian validator terhadap kelayakan LKPD tersebut, secara keseluruhan diperoleh jumlah skor 71,5. Skor tersebut menunjukkan bahwa bahwa LKPD berbasis model pembelajaran IBMR memiliki kategori sangat baik dan layak digunakan dengan beberapa perbaikan. Secara lengkap data analisis hasil penilaian kelayakan LKPD dapat dilihat pada Lampiran III.4.

4) Lembar Soal *Pretest*

Validasi Lembar Soal *Pretest* dilakukan oleh validator ahli dan praktisi. Hasil validasi lembar soal *pretest* tersaji pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Hasil Validasi Lembar Soal *Pretest*

No	Variabel	CVR	Kategori
1	Isi	1	Sangat Baik
2	Konstruksi	1	Sangat Baik
3	Bahasa	1	Sangat Baik
CVI		1	Sangat baik

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 16, lembar soal *pretest* berbasis model pembelajaran IBMR memiliki nilai CVI sebesar 1 sehingga termasuk dalam kategori sangat baik. Secara lengkap hasil analisis terlampir pada Lampiran III.5.

5) Lembar Soal *Posttest*

Validasi Lembar Soal *Posttest* dilakukan oleh validator ahli dan praktisi. Pada Tabel 17 berikut disajikan hasil validasi lembar soal *posttest*.

Tabel 17. Hasil Validasi Lembar Soal *Posttest*

No	Variabel	CVR	Kategori
1	Isi	1	Sangat Baik
2	Konstruksi	1	Sangat Baik
3	Bahasa	1	Sangat Baik
CVI		1	Sangat baik

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, lembar soal *posttest* berbasis model pembelajaran IBMR memiliki nilai CVI sebesar 1 dengan kategori sangat baik. Secara rinci hasil analisis terlampir pada Lampiran III.6.

6) Reabilitas Antar Validator

Hasil validasi dari validator ahli dan validator praktisi digunakan untuk mengetahui reliabilitas berupa *percentage of agreement* (PA) yang merupakan suatu presentase kesesuaian nilai antar validator. Hasil tersebut juga menjadi salah satu acuan untuk menentukan tingkat kelayakan dari perangkat pembelajaran yang dirancang. Secara ringkas analisis nilai *percentage of agreement* instrumen pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 18 berikut.

Tabel 18. Nilai *Percentage of Agreement* Antar Validator

No	Instrumen	Nilai PA(%)	Keterangan
1	RPP	97,98	Reliabel
2	Modul	96,82	Reliabel
3	LKPD	97,78	Reliabel
4	<i>Pretest</i>	96,58	Reliabel
5	<i>Posttest</i>	98,29	Reliabel

Baik perangkat pembelajaran maupun instrumen pengambilan data dikatakan reliabel jika nilai presentase kesepakatannya lebih atau sama dengan 75%. Jika dihasilkan kurang dari 75%, maka harus diuji untuk kejelasan dan persetujuan dari pengamat. Secara rinci analisis reliabilitas antar validator terlampir pada Lampiran III.7.

b. Revisi I

Setelah melalui tahap validasi, validator menyatakan bahwa instrumen layak digunakan untuk uji coba dengan terlebih dahulu dilakukan revisi I. Pada revisi I dilakukan perbaikan terhadap beberapa bagian perangkat pembelajaran. Komentar dan saran validator digunakan sebagai bahan untuk merevisi perangkat pembelajaran. Berikut komentar dan saran validator untuk perangkat dan instrumen, serta revisi yang telah dilakukan.

1) RPP

Revisi RPP ini berdasarkan pada hasil penilaian serta komentar dan saran perbaikan dari validator. Pada Tabel 19 disajikan komentar dan saran perbaikan RPP sebagai berikut.

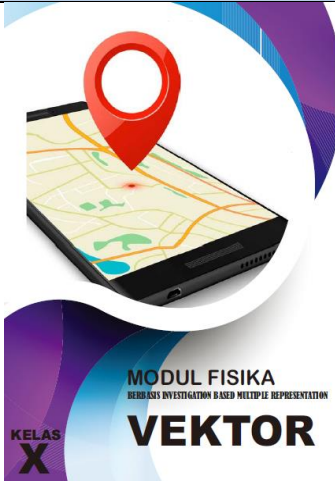
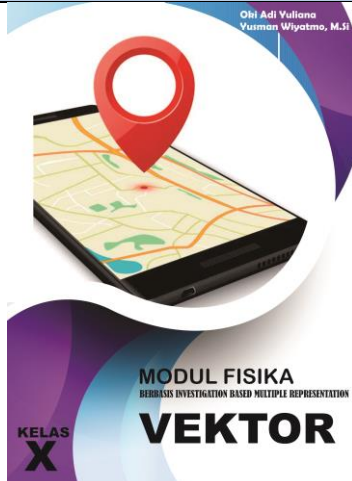

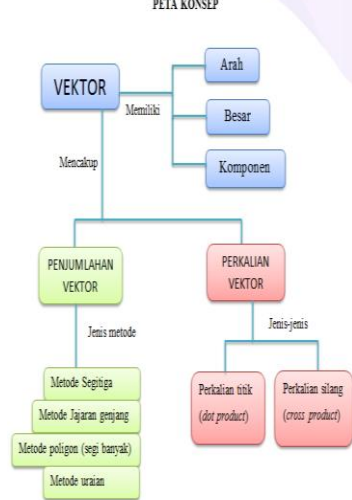
Tabel 19. Revisi I RPP

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Rumusan tujuan pembelajaran sebaiknya memuat komponen <i>audience</i> , <i>behavior</i> , <i>condition</i> dan <i>degree</i>	1) Peserta didik dapat mendeskripsikan pengertian besaran vektor dan skalar 2) Peserta didik dapat menjumlahkan dan mengurangi dua buah vektor atau lebih dengan metode <i>polygon</i> , <i>jajargenjang</i> , <i>segitiga</i> dan <i>uraian</i> 3) Peserta didik dapat mengalikan dua vektor atau lebih (<i>cross product</i> dan <i>dot product</i>) 4) Peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan menggunakan operasi penjumlahan vektor	Setelah mengikuti serangkaian pembelajaran dengan model IBMR peserta didik dapat: 1) Mendeskripsikan pengertian besaran vektor dan skalar 2) Menjumlahkan dan mengurangi dua buah vektor atau lebih dengan metode <i>polygon</i> , <i>jajargenjang</i> , <i>segitiga</i> dan <i>uraian</i> 3) Mengalikan dua vektor atau lebih (<i>cross product</i> dan <i>dot product</i>) 4) Menyelesaikan permasalahan-permasalahan menggunakan operasi penjumlahan vektor

2) Modul

Revisi modul ini berdasarkan pada hasil penilaian serta komentar dan saran perbaikan dari validator. Revisi modul berdasarkan komentar dan saran perbaikan dari validator disajikan pada Tabel 20.

Tabel 20. Revisi I Modul

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Pada cover modul perlu dituliskan nama penulis dan validator		
2	Pada bagian peta konsep perlu ditambahkan kata atau frase yang menghubungkan antara konsep yang satu dengan konsep yang lain		

3) LKPD

Revisi LKPD ini berdasarkan pada hasil penilaian serta komentar dan saran perbaikan dari validator. Pada Tabel 21 disajikan komentar dan saran perbaikan LKPD sebagai berikut.

Tabel 21. Revisi I LKPD

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Perlu ditambahkan subjudul LKPD		

4) Lembar soal *pretest*

Revisi lembar soal *pretest* ini berdasarkan pada hasil penilaian serta komentar dan saran perbaikan dari validator. Revisi lembar soal *pretest* berdasarkan komentar dan saran perbaikan dari validator disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22. Revisi I Soal *Pretest*

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Petunjuk pengerjaan soal: penulisan diakhiri dengan tanda seru (!)	Tentukan arah resultan kedua vektor	Tentukan arah resultan kedua vektor!
		Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya	Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya!

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
2	Stem soal isian diakhiri dengan empat titik (....)	Jika besar vektor $\vec{V} = 4$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah ...	Jika besar vektor $\vec{V} = 4$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah
		Besarnya perpindahan semut tersebut adalah ...	Besarnya perpindahan semut tersebut adalah

5) Lembar soal *posttest*

Revisi lembar soal *posttest* berdasarkan pada hasil penilaian serta komentar dan saran perbaikan dari validator. Revisi lembar soal *posttest* disajikan pada Tabel 23.

Tabel 23. Revisi I Soal *Posttest*

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Penulisan kalimat perintah pada petunjuk pengerjaan soal diakhiri dengan tanda seru	Tentukan arah resultan kedua vektor	Tentukan arah resultan kedua vektor!
		Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya	Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya!
2	Kalimat pada pokok soal (Stem) isian diakhiri dengan 4 titik (....)	Jika besar vektor $\vec{V} = 8$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah ...	Jika besar vektor $\vec{V} = 8$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
		Besarnya perpindahan semut tersebut adalah ...	Besarnya perpindahan semut tersebut adalah


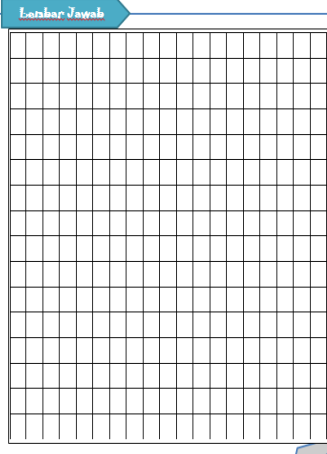
c. Uji coba terbatas

Produk perangkat pembelajaran yang telah melewati tahap validasi, kemudian direvisi sesuai dengan komentar dan saran validator ahli dan validator praktisi. Perangkat pembelajaran hasil revisi I tersebut siap digunakan untuk uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan pada peserta didik kelas X MIPA 2 di SMA Negeri 2 Sleman dengan jumlah 26 peserta didik. Pada uji coba terbatas ini perangkat yang diujikan berupa RPP, modul, LKPD dan lembar penilaian. Hasil yang didapatkan saat uji coba terbatas menjadi bahan untuk dilakukan perbaikan.

d. Revisi II

Berdasarkan masukan dan saran dari peserta didik dalam uji coba terbatas menjadi masukan untuk dilakukannya revisi terhadap perangkat pembelajaran. Oleh karena itu, pada tahap ini dilakukan revisi II untuk merevisi kembali perangkat pembelajaran berdasarkan hasil uji coba terbatas. Hasil dari revisi II yaitu produk perangkat pembelajaran yang lebih baik dan siap untuk digunakan dalam uji lapangan luas. Hasil revisi II disajikan dalam Tabel 24 sebagai berikut.

Tabel 24. Revisi II

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Perlu ditambahkan garis kotak-kotak pada lembar jawab LKPD untuk mempermudah pengerjaan soal		

e. Uji coba luas

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap perangkat pembelajaran hasil dari revisi II, yang mana dilakukan dalam pembelajaran pada wilayah yang lebih luas. Dalam uji coba luas ini diambil data penelitian berupa peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik serta pelaksanaan pembelajaran berbasis model pembelajaran IBMR. Uji coba luas dilakukan pada peserta didik kelas X MIPA 1 di SMA Negeri 2 Sleman dengan jumlah 31 peserta didik. Pada uji coba luas diperoleh keterlaksanaan pembelajaran melalui RPP dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik melalui *pretest-posttest* sebagai berikut.

1) Keterlaksanaan Rencana Perangkat Pembelajaran (RPP)

Keterlaksanaan RPP berbasis model pembelajaran IBMR dilihat dari perhitungan hasil observasi keterlaksanaan RPP dalam proses pembelajaran di kelas dengan metode *Interjudge Agreement* (IJA). Observasi dilakukan oleh

dua orang observer. Observer melakukan pengamatan terhadap proses pembelajaran sesuai dengan aspek yang ada pada lembar observasi. Observer memberikan tanda di salah satu kolom “Ya” dan “Tidak” yang disajikan untuk setiap aspek yang diamati. Hasil analisis IJA terhadap keterlaksanaan RPP tersaji pada Tabel 25 berikut.

Tabel 25. Keterlaksanaan RPP

Analisis	Aktivitas Guru		Aktivitas Peserta Didik	
	Observer		Observer	
	1	2	1	2
Jumlah Keterlaksanaan	20	20	20	20
Nilai IJA (%)	100	100	100	100
Rata-rata IJA (%)	100		100	

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan *Interjudge Agreement* (IJA) keterlaksanaan RPP berbasis model pembelajaran IBMR memperoleh rata-rata IJA sebesar 100%. Secara lengkap, analisis keterlaksanaan RPP menggunakan IJA tersaji pada Lampiran III.2.

2) Peningkatan Kemampuan Berpikir kreatif

Peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dapat diketahui dari hasil *pretest* dan *posttest* yang kemudian dihitung menggunakan *standard gain*. Hasil perhitungan skor *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kreatif peserta didik dapat dilihat pada Tabel 26 dan Tabel 27.

Tabel 26. Hasil *Standard Gain* Kemampuan Berpikir Kreatif

Nilai Gain	Kriteria	Jumlah Peserta Didik	Persentase (%)
$(<g>) \geq 0,7$	Tinggi	8	25,81
$0,3 \leq (<g>) < 0,7$	Sedang	20	64,52
$(<g>) < 0,3$	Rendah	3	9,68

Tabel 27. Rekapitulasi Analisis *Standard Gain* Kemampuan Berpikir Kreatif

No	Analisis	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Standard Gain</i>
1	Nilai Tertinggi	76,67	91,67	0,81
2	Nilai Terendah	35	67,5	0,27
3	Rata-rata	48,89	78,89	0,58

Dari analisis yang telah dilakukan diperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 48,89 dan nilai *posttest* sebesar 78,89 sehingga diperoleh nilai *standar gain* secara keseluruhan sebesar 0,58 dengan kategori sedang. Analisis peningkatan kemampuan berpikir kreatif secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran III.8.

4. Tahap Penyebarluasan (*Disseminate*)

Tahap penyebarluasan merupakan tahapan untuk mengemas dan menyebarkan secara luas produk yang telah dikembangkan. Produk yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu perangkat pembelajaran berbasis model pembelajaran IBMR berupa RPP, modul, LKPD dan instrumen penilaian. Pengemasan perangkat pembelajaran dilakukan dengan mencetak perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Setelah perangkat pembelajaran dicetak, perangkat pembelajaran tersebut disebarluaskan agar dapat digunakan orang lain

dalam kegiatan pembelajaran. Adapun pelaksanaannya produk disebarluaskan dengan memberikan produk jadi berupa perangkat pembelajaran berbasis model pembelajaran IBMR kepada guru fisika di SMA N 2 Sleman.

B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran fisika berbasis model pembelajaran IBMR guna peningkatan kemampuan berpikir kreatif yang layak digunakan dalam pembelajaran materi vektor. Pengembangan produk ini meliputi empat tahap yaitu tahap pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), dan penyebarluasan (*Disseminate*).

Secara umum, pengembangan perangkat pembelajaran ini dimulai dengan menentukan tujuan dari pembuatan perangkat pembelajaran berbasis model pembelajaran IBMR yang akan dikembangkan beserta capaian yang diinginkan dari pengembangan produk tersebut. 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 diantaranya RPP, modul, LKPD dan lembar penilaian berupa lembar soal *pretest* dan lembar soal *posttest*. Perangkat dan instrumen yang telah dikembangkan kemudian diuji validitas dan reliabilitas untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang akan dikembangkan.

1. Kelayakan Rencana Perangkat Pembelajaran (RPP)

Kelayakan dan kevalidan perangkat pembelajaran berbasis model pembelajaran IBMR berupa RPP dapat dilihat berdasarkan penilaian validator, persentase IJA keterlaksanaan RPP dan reliabilitas penilaian antar validator.

a. Berdasarkan Penilaian Validator

Penilaian validator ditunjukkan dengan pemberian skor dengan skala 1 sampai 5 serta komentar dan saran perbaikan pada Lembar Validasi RPP. Berdasarkan penilaian validator diperoleh data hasil kelayakan RPP pada masing-masing aspek seperti pada Tabel 11 yang akan dijabarkan sebagai berikut.

1) Aspek Identitas Mata Pelajaran

Aspek identitas mata pelajaran meliputi komponen satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, dan alokasi waktu. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 5. Skor tersebut berada pada interval $X > 4,2$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

2) Aspek Perumusan Indikator

Aspek perumusan indikator meliputi komponen kesesuaian dengan Kompetensi Dasar, kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan kompetensi dasar yang diukur dan kesesuaian dengan aspek pengetahuan. Revisi dilakukan dengan menambah komponen *audience*, *behavior*,

condition, dan *degree* pada rumusan tujuan pembelajaran. Hasil analisis untuk aspek perumusan indikator memiliki skor 15. Skor tersebut berada pada interval $X > 12,6$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

3) Aspek Pemilihan Materi Ajar

Aspek pemilihan materi ajar meliputi komponen kesesuaian dengan karakteristik peserta didik dan kesesuaian alokasi waktu. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 9. Skor tersebut berada pada interval $X > 8,4$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

4) Aspek Pemilihan Sumber Belajar

Aspek pemilihan sumber belajar meliputi komponen kesesuaian dengan kompetensi dasar, kesesuaian dengan materi pembelajaran dan kesesuaian karakteristik peserta didik. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 15. Skor tersebut berada pada interval $X > 12,6$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

5) Aspek Pemilihan Media Pembelajaran

Aspek pemilihan media pembelajaran meliputi komponen kesesuaian dengan materi pembelajaran dan kesesuaian dengan karakteristik peserta didik. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor

9,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 8,4$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

6) Aspek Pemilihan Model Pembelajaran

Aspek pemilihan model pembelajaran meliputi komponen kesesuaian dengan karakteristik peserta didik. Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 5. Skor tersebut berada pada interval $X > 4,2$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

7) Aspek Isi yang Disajikan

Aspek isi yang disajikan meliputi komponen sistematika penyusunan RPP, kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran model IBMR, kesesuaian uraian kegiatan peserta didik dan guru untuk setiap tahap pembelajaran model IBMR, kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pembelajaran: awal, inti dan penutup), serta kelengkapan instrumen evaluasi (soal, kunci dan pedoman penskoran). Hasil analisis untuk aspek ini memiliki skor 24,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 21$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

8) Aspek Bahasa

Aspek bahasa meliputi komponen penggunaan Bahasa Indonesia yang baku, bahasa yang digunakan komunikatif dan tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda. Hasil analisis untuk aspek bahasa memiliki skor 14. Skor tersebut berada pada interval $X > 12,6$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

9) Aspek Waktu

Aspek waktu meliputi komponen kesesuaian alokasi yang digunakan dan rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran. Hasil analisis untuk aspek waktu memiliki skor 10. Skor tersebut berada pada interval $X > 8,4$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

b. Berdasarkan Data Keterlaksanaan RPP

Keterlaksanaan RPP dilakukan oleh dua *observer* yang mengamati peneliti ketika mengajar dengan menggunakan RPP berbasis model pembelajaran IBMR. Menurut Pee (2002) keterlaksanaan RPP dianalisis menggunakan IJA dimana jika nilai lebih dari 75% maka RPP sudah dianggap layak. Pada penelitian ini diperoleh nilai keterlaksanaan RPP sebesar 100% sehingga RPP berbasis model pembelajaran IBMR sudah dinyatakan layak.

c. Berdasarkan Nilai *Percentage of Agreement* (PA)

Nilai *Percentage of Agreement* (PA) merupakan presentase reliabilitas atau presentase kesesuaian nilai antara validator ahli dan validator praktisi. Nilai PA untuk instrumen RPP berbasis model pembelajaran IBMR yaitu 97,98%. Menurut Borich (Trianto, 2009: 240) nilai tersebut menunjukkan bahwa RPP reliabel dan layak digunakan untuk pembelajaran.

2. Kelayakan Modul

Kelayakan perangkat pembelajaran modul berbasis model pembelajaran IBMR dapat dilihat berdasarkan penilaian validator dan reliabilitas penilaian validator ahli dan validator praktisi. Berikut dijabarkan hasil analisis kelayakan modul berdasar penilaian validator dan reliabilitas antar validator.

a. Berdasarkan Penilaian Validator

1) Aspek Kontruksi

Aspek kontruksi meliputi komponen identitas modul, Kompetensi Dasar, kata pengantar, daftar isi dan peta konsep. Selain itu aspek kontruksi juga berisi komponen penyajian pengantar materi, penyajian materi secara logis dan tampilan modul yang menarik. Terdapat dua revisi pada aspek kontruksi yaitu penambahan nama penulis dan validator pada cover modul serta penambahan kata frase penghubung antar konsep pada peta konsep. Hasil analisis untuk aspek kontruksi memiliki skor 19. Skor tersebut berada pada interval $X > 16,8$ dengan kategori sangat baik sesuai

dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

2) Aspek Isi

Aspek isi meliputi komponen materi yang disajikan sesuai dengan KD, indikator dan tujuan pembelajaran, keakuratan fakta dan konsep, kesesuaian gambar atau tabel dengan materi, materi disampaikan secara urut serta kesesuaian soal evaluasi dengan materi. Hasil analisis untuk aspek isi memiliki skor 34,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 29,4$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

3) Aspek Bahasa

Aspek bahasa meliputi komponen penggunaan Bahasa Indonesia yang baku, bahasa yang komunikatif dan tidak mengandung kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda. Hasil analisis untuk aspek bahasa memiliki skor 13,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 12,6$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

b. Berdasarkan Nilai *Percentage of Agreement* (PA)

Nilai *Percentage of Agreement* (PA) atau presentase kesesuaian nilai antara validator ahli dan validator praktisi untuk instrumen modul berbasis model pembelajaran IBMR yaitu 96,82%. Menurut Borich (Trianto, 2009:

240) nilai tersebut menunjukkan bahwa modul reliabel dan layak digunakan untuk pembelajaran.

3. Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Kelayakan dan kevalidan perangkat pembelajaran berbasis model pembelajaran IBMR berupa LKPD dapat dilihat berdasarkan penilaian validator dan reliabilitas penilaian antar validator.

a. Berdasarkan Penilaian Validator

1) Aspek Didaktik

Aspek didaktik meliputi komponen kejelasan tujuan kegiatan dalam LKPD, LKPD mengarahkan pada upaya menemukan konsep-konsep yang dipelajari, komponen LKPD membantu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dan aktivitas LKPD melatih ketrampilan sosial. Hasil analisis untuk aspek didaktik memiliki skor 18,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 16,8$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

2) Aspek Kontruksi

Aspek kontruksi meliputi komponen identitas LKPD, penugasan, struktur kalimat, penggunaan bahasa, penggunaan referensi atau literatur dan penggunaan kalimat efektif. Hasil analisis untuk aspek kontruksi memiliki skor 28,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 25,2$ dengan

kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

3) Aspek Teknis

Aspek teknis meliputi komponen judul kegiatan menggambarkan isi LKPD, keterbacaan tulisan dan jenis huruf yang digunakan, gambar dan tulisan yang proposional, gambar membantu menjelaskan konsep dan penampilan atau *layout* LKPD. Hasil analisis untuk aspek teknis memiliki skor 24,5. Skor tersebut berada pada interval $X > 21$ dengan kategori sangat baik sesuai dengan tabel kriteria penilaian skala 5 menurut Eko Putro Widyoko (2009: 238).

b. Berdasarkan Nilai *Percentage of Agreement* (PA)

Nilai *Percentage of Agreement* (PA) merupakan presentase reliabilitas atau presentase kesesuaian nilai antara validator ahli dan validator praktisi. Nilai PA untuk instrumen LKPD berbasis model pembelajaran IBMR yaitu 97,78%. Menurut Borich (Trianto, 2009: 240) nilai tersebut menunjukkan bahwa LKPD reliabel dan layak digunakan untuk pembelajaran.

4. Kelayakan Lembar Soal *Pretest*

Kelayakan lembar soal *pretest* dapat dilihat berdasarkan penilaian validator berupa nilai CVI dan reliabilitas penilaian antar validator. Berikut dijabarkan hasil analisis kelayakan lembar soal *pretest* berdasar perhitungan nilai CVI dan reliabilitas antar validator.

a. Berdasarkan Penilaian Validator

1) Aspek Isi

Aspek isi meliputi komponen kesesuaian butir soal dengan indikator kemampuan berpikir kreatif, kesesuaian isi soal dengan tujuan penelitian, kesesuaian soal dengan KD dan materi pembelajaran, batasan pertanyaan dan jawaban yang sesuai, serta instrumen penilaian yang dilengkapi kunci jawaban. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelima komponen pada aspek isi memiliki nilai CVR 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975).

2) Aspek Konstruksi

Aspek ini meliputi komponen perumusan petunjuk pengerjaan soal yang jelas, perumusan soal singkat dan jelas, butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya, konsisten dalam penggunaan istilah, simbol/lambang dan satuan, serta tabel, gambar, grafik disajikan dengan jelas dan terbaca. Terdapat dua revisi pada aspek konstruksi yaitu pada petunjuk pengerjaan soal penulisan diakhiri dengan tanda seru dan stem soal isian diakhiri dengan empat titik. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh komponen pada aspek konstruksi memiliki nilai CVR 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975).

3) Aspek Bahasa

Aspek bahasa meliputi komponen penggunaan Bahasa Indonesia yang baku pada butir soal, rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah di pahami serta tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga komponen pada aspek bahasa memiliki nilai CVR 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975).

b. Berdasarkan Nilai *Percentage of Agreement* (PA)

Nilai *Percentage of Agreement* (PA) untuk instrumen lembar soal *pretest* yaitu 96,58%. Menurut Borich (Trianto, 2009: 240) nilai tersebut menunjukkan bahwa lembar soal *pretest* reliabel dan layak digunakan untuk pembelajaran.

5. Kelayakan Lembar Soal *Posttest*

Kelayakan lembar soal *posttest* dapat dilihat berdasarkan penilaian validator dan reliabilitas penilaian antara validator ahli dan validator praktisi.

a. Berdasarkan Penilaian Validator

1) Aspek Isi

Aspek isi meliputi komponen kesesuaian butir soal dengan indikator kemampuan berpikir kreatif, kesesuaian isi soal dengan tujuan penelitian, kesesuaian soal dengan KD dan materi pembelajaran, batasan

pertanyaan dan jawaban yang sesuai, serta instrumen penilaian yang dilengkapi kunci jawaban. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh komponen pada aspek isi memiliki nilai CVR 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975).

4) Aspek Konstruksi

Aspek ini meliputi komponen perumusan petunjuk pengerjaan soal yang jelas, perumusan soal singkat dan jelas, butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya, konsisten dalam penggunaan istilah, simbol/lambang dan satuan, serta tabel, gambar, grafik disajikan dengan jelas dan terbaca. Terdapat dua revisi pada aspek konstruksi yaitu yang pertama penulisan kalimat perintah pada petunjuk pengerjaan soal diakhiri dengan tanda seru. Revisi yang kedua yaitu kalimat pada pokok soal (stem) isian diakhiri dengan empat titik. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelima komponen pada aspek konstruksi memiliki nilai CVR 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975).

5) Aspek Bahasa

Aspek bahasa meliputi komponen penggunaan Bahasa Indonesia yang baku pada setiap butir soal, rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah di pahami serta tidak menggunakan

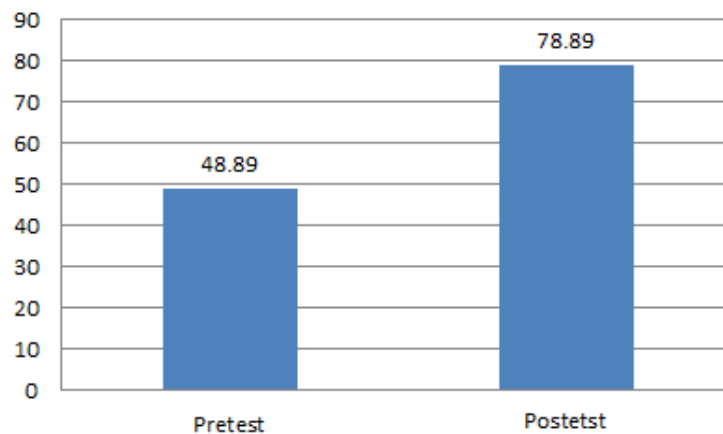
kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh komponen pada aspek bahasa memiliki nilai CVR 1 dengan kategori sangat baik sesuai dengan kategori nilai CVR dan CVI yang dirangkum oleh Lawshe (1975).

b. Berdasarkan Nilai *Percentage of Agreement* (PA)

Nilai *Percentage of Agreement* (PA) atau presentase kesesuaian nilai antara validator ahli dan validator praktisi untuk instrumen lembar soal *posttest* yaitu 98,29%. Menurut Borich (Trianto, 2009: 240) nilai tersebut menunjukkan bahwa LKPD reliabel dan layak digunakan untuk pembelajaran.

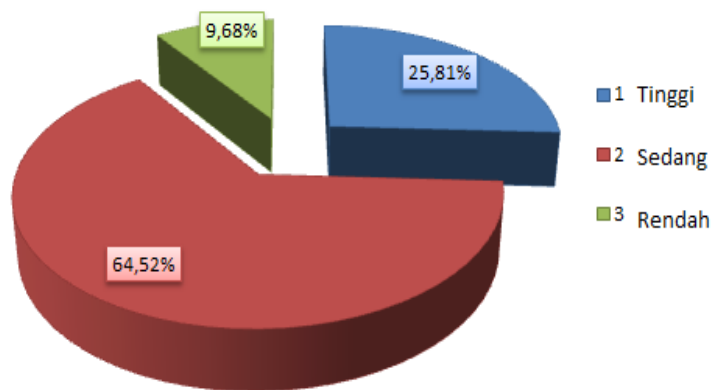
6. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik

Peningkatan kemampuan berpikir kreatif dapat diketahui dari hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik yang kemudian dihitung menggunakan *standard gain*. Hasil analisis menunjukkan rata-rata nilai *posttest* lebih tinggi daripada nilai *pretest*. Pada uji coba luas nilai *pretest* peserta didik memiliki rata-rata 48,89 sedangkan nilai *posttest* peserta didik memiliki nilai rata-rata 78,89. Apabila diinterpretasikan pada grafik, rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* disajikan pada Gambar 22.



Gambar 22. Diagram Batang Skor Penilaian *Pretest* dan *Posttest*

Pada uji coba luas, nilai *standard gain* kemampuan berpikir kreatif peserta didik dapat dilihat pada Tabel 26 dan Tabel 27. Berdasarkan Tabel 26 dapat diketahui bahwa sebanyak 8 peserta didik (25,81%) memiliki nilai *standard gain* dalam kategori tinggi, 20 peserta didik (64,52%) memiliki *standard gain* dengan kategori sedang, dan 3 peserta didik (9,68%) memiliki *standard gain* dengan kategori rendah. Pada Tabel 27 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *standard gain* kemampuan berpikir kreatif peserta didik adalah sebesar 0,58. Menurut Hake (1999) nilai *standard gain* kemampuan berpikir kreatif peserta didik termasuk dalam kategori sedang. Sebaran nilai *standard gain* kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada uji coba luas tampak pada Gambar 23 sebagai berikut.



Gambar 23. Diagram *Pie* Persentase *Standard Gain* Kemampuan Berpikir Kreatif

Pada pelaksanaannya, pembelajaran dengan model IBMR pada materi vektor diawali dengan menyajikan fenomena yang berkaitan dengan materi vektor. Guru menyampaikan dan menanyakan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi. Kemudian, guru memfasilitasi peserta didik untuk menyampaikan ide multi representasi konsep mengenai fenomena fisika tersebut dan membimbing peserta didik secara kelompok untuk melakukan penyelidikan ilmiah. Peserta didik menyajikan hasil multi representasi, mengaplikasikan dalam pemecahan masalah dan mengkomunikasikan hasilnya melalui presentasi di depan kelas. Pada proses penyampaian ide multi representasi konsep dan penyelidikan ilmiah tersebut, peserta didik dituntut untuk berpikir kreatif. Peserta didik perlu mempunyai kemampuan berpikir lancar, luwes, orisinil dan terperinci dalam memecahkan masalah yang tersaji dalam LKPD dengan bantuan modul sebagai sumber belajar.

Secara keseluruhan, aktivitas belajar peserta didik termasuk dalam kategori baik dimana setiap butir indikator keterlaksanaan RPP dapat terlaksana dengan baik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Siswanto dkk (2016) menunjukkan bahwa model pembelajaran IBMR dengan fase orientasi, investigasi, multi representasi, implementasi, dan komunikasi memiliki kepraktisan yang sangat baik. Suasana pembelajaran juga memiliki pencapaian dengan kriteria sangat baik ditinjau dari kesesuaian tujuan pembelajaran, peserta didik sebagai pusat belajar, perangkat pembelajaran, interaksi guru dengan peserta didik, dan interaksi antar peserta didik.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Telah dihasilkan perangkat pembelajaran materi vektor berupa RPP, modul, LKPD dan instrument penilaian berbasis model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)* yang layak untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik SMA dengan nilai rerata SBi secara berturut untuk RPP, modul, dan LKPD sebesar 107, 67, dan 71,5 dengan kategori sangat baik.
2. Besar peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik SMA yang mengikuti pembelajaran dengan model pembelajaran IBMR pada materi vektor ditunjukkan dengan nilai *standard gain* $\langle g \rangle$ sebesar 0,58 dengan kategori sedang.

B. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. KD 3.4 modul pada penelitian ini kurang relevan dengan IPK 3.1.
2. Jawaban tugas peserta didik yang berupa denah lokasi sekolah dalam LKPD menggunakan perakiraan saja, sehingga tidak sesuai dengan skala sebenarnya.
3. Peserta didik belum terbiasa dengan kegiatan pembelajaran menggunakan perangkat pembelajan fisika berbasis IBMR, sehingga guru perlu memberikan perhatian lebih untuk membimbing peserta didik dalam pembelajaran.

4. Pada uji coba lapangan, pembelajaran fisika berlangsung pada jam menjelang pulang sekolah, sehingga peserta didik kurang berkonsentrasi dalam mengerjakan *posttest*.
5. Jumlah jam pelajaran yang diberikan guru ketika pelaksanaan pembelajaran yaitu 4 JP yang dilaksanakan secara berkelanjutan dikarenakan padatnya agenda sekolah serta target penyelesaian materi untuk Ulangan Tengah Semester (UTS).

C. Saran

Berdasarkan keterbatasan penelitian, terdapat beberapa saran untuk perbaikan penelitian pengembangan yang lebih lanjut sebagai berikut.

1. Pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran fisika berbasis model pembelajaran IBMR sebaiknya dilakukan secara berkelanjutan sebagai pembiasaan bagi peserta didik untuk memperoleh hasil pembelajaran yang optimal.
2. Sebaiknya *posttest* dilaksanakan pada pagi hari agar hasil yang diperoleh dapat maksimal.
3. Pembelajaran dilaksanakan sesuai waktu yang diberikan tanpa mengurangi setiap langkah kegiatan yang ada pada RPP.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Haris, Asep Jihad. 2009. *Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Multi Pressindo.
- Abdul Majid. 2014. *Penilaian Autentik Proses dan Hasil Belajar*. Bandung: Rosdakarya.
- Arif S. Sadiman, dkk. (2012). *Media Pendidikan, Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Andi Prastowo. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Arum Mawardani. 2015. *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Thinking Activity Berbasis Penilaian Kerja Amali (PEKA) untuk Ketercapaian Hasil Belajar Materi Pokok Gerak Lurus Peserta Didik SMA*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Borich, Gray D. 1994. *Observation Skill for Effective Teaching*. New York: Macmillan Publishing Company.
- BSNP. 2010. *Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI*. Jakarta: BSNP.
- Chomsin S. Widodo & Jasmadi. 2008. *Panduan menyusun bahan ajar berbasis kompetensi*. Jakarta: PT Elek Media Komputindo.
- Coughlan, A. 2007. *Learning to learn: Creative thinking and critical thinking*. Dublin: DCU Student Learning Resources.
- Darmojo, Hendro., Jenny R.E Kaligis. 1993. *Pendidikan IPA 2*. Jakarta: Depdikbud.
- Depdiknas. 2003. *Undang-Undang No. 20 tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas. 2004. *Lembar Kerja Siswa (LKS)*. Jakarta: Depdiknas.
- Desmita.2009. *Psikologi Perkembangan Peserta Didik*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya

- Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas*. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Dufresne RJ, Gerace WJ, dan Leonard WJ. 2017. *Solving Physics Problems with Multiple Representation*. USA: Amhert.
- Eko Putro Widoyoko,S. 2009. *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Etkina E, Heuvalen AA, dan Rosengrant D. 2008. *Using Multiple Representation to Improve Student Learning in Mechanics*. College Board: AP Physics.
- Gunawan, G., Harjono, A., & Sahidu, H. 2015. Studi Pendahuluan pada Upaya Pengembangan Laboratorium Virtual bagi Calon Guru Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 140-145.
- Hake R. Richard. 1999. Analyzing Change/Gain Score. *American Educational Research Association's Division Measurement and Research Methodology*.
- Hosnan. 2014. *Pendekatan saintifik dan kontekstual dalam pembelajaran abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Indriyati dan Susiowati. 2010. *Pelatihan Pembuatan e-module bagi Guru-guru IPA Biologi SMP se-Kota Surakarta menuju Open Education Resources*: 1-10.
- Johnson, E.B. 2009. *Contextual teaching & learning*. Ondon: A sage publication company.
- Kartini Hutagaol. 2013. *Multi representasi dalam Pembelajaran Matematika (KNPM V, Himpunan Matematika Indonesia, Juni 2013)* h.134
- Kemendikbud. 2016. *Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbud. 2013. *Permendikbud No. 81A Tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum Pedoman Umum Pembelajaran*. Jakarta: Kemendikbud.

- Kurnaz MA dan Arslan AS, 2013. *Effectifness of Multiple Representation for Learning Energy Concepts: Case of Turkey*. Elsevier: 5th World Conference on Education Science.
- Lawse, C. H. 1975. *A Quantitive Approach to Content Validity*. *Journal Personnel Phsycology*. Hlm. 536-575.
- M Yamin. 2007. *Kiat Membelajarkan Siswa*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Majid, Abdul. 2014. *Implementasi Kurikulum 2013 Kajian Teoritis dan Praktis*. Bandung: Interes Media.
- Mulyasa. 2005. *Menjadi Guru Profesional, Menciptakan Pembelajaran Kreatif dan Menyenangkan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mundilarto. 2010. *Penilaian Hasil Belajar Fisika*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Fisika
- Nana Sudjana. 2013. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Nana Syaodih Sukmadinata. 2006. *Metode Penelitian Pendidikan*, Badung: Remaja Rosda Karya.
- Oemar Hamalik. 2003. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Pee, Barbel, et al. 2002. *Appraising and Assesing Reflection in Student's Writing on a Structured Worksheet*. *Journal of Medical Education*. Hlm. 575-585.
- Sarwanto. 2011. *Modul Pendidikan dan Latihan Profesi Guru*. Surakarta: UNS Press.
- Siska Desy Fatmaryanti, Sarwanto. 2015. *Profil Kemampuan Representasi Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo (JPFK, Volume 1, Nomor 1, Maret 2015)* h.19
- Siswanto, Susantini, dan Jatmiko. 2016. *Kepraktisan Model Pembelajaran Investigation Based Multiple Representation (IBMR) dalam Pembelajaran Fisika*. Artikel dalam jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika Vol 7, No 2. Universitas PGRI Semarang.

- Sudjana, Nana. 2004. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung :Sinar Baru Algensido Offset.
- Sugihartono, dkk. 2007. *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & RnD*. Bandung: Alfabeta.
- Suparno, P. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Suprawoto, N.A. 2009. Mengembangkan Bahan Ajar dengan Menyusun Modul. Makalah disajikan pada lokakarya Pengembangan Bahan Ajar bagi Guru, Dinas Pendidikan Kebumen, Kebumen, 17 Juni 2009.
- Thiagarajan, S, Semmel, D.S & Semmel, M.I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana: Indiana University.
- Utami Munandar. 2014. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta:Rineka cipta.

LAMPIRAN I

Instrumen Perangkat Pembelajaran

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
2. Modul
3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lampiran I.1

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah : SMA NEGERI 2 SLEMAN

Mata pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : X/Ganjil

Materi Pokok : Vektor

Alokasi Waktu : 4 JP x 45 menit

A. KI, KD, Dan Indikator Pencapaian Kompetensi

KI1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan factual, konseptual, procedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan procedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI4 : 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.

KD	IPK
3.3 Menerapkan prinsip penjumlahan vektor sebidang (misalnya	3.3.1 Mendeskripsikan pengertian besaran vektor dan skalar

perpindahan)	3.3.2 Menjumlahkan dan mengurangkan dua buah vektor atau lebih dengan metode polygon, jajargenjang, segitiga dan uraian
	3.3.3 Mengalikan dua buah vektor atau lebih (<i>cross product dan dot product</i>)
4.3 Merancang percobaan untuk menentukan resultan vektor sebidang (misalnya perpindahan) beserta presentasi dan makna fisisnya	4.3.1 Menyelesaikan permasalahan-permasalahan menggunakan operasi penjumlahan vektor

B. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti serangkaian pembelajaran dengan model IBMR peserta didik dapat:

- 1) Mendeskripsikan pengertian besaran vektor dan skalar
- 2) Menjumlahkan dan mengurangkan dua buah vektor atau lebih dengan metode polygon, jajargenjang, segitiga dan uraian
- 3) Mengalikan dua vektor atau lebih (*cross product dan dot product*)
- 4) Menyelesaikan permasalahan-permasalahan menggunakan operasi penjumlahan vektor

C. Materi Pembelajaran

Fakta:

1. Mendorog meja
2. Gerak perahu saat menyeberangi sungai
3. Daun yang jatuh tertiup angin
4. Pesawat yang akan terbang dan mendarat

Konsep:

1. Pengertian besaran skalar dan besaran vektor
2. Penjumlahan vektor dan Pengurangan vektor

3. Perkalian vektor

Prinsip:

1. Metode penjumlahan vektor yaitu polygon dan jajargenjang
2. Besar dan arah vektor

Prosedur:

1. Menggambar vektor

D. Model/Pendekatan/Metode Pembelajaran

Pendekatan : Pendekatan Scientific (Scientific Approach)

Model : *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)*

E. Media Pembelajaran

1. Media

- a. LKPD
- b. Modul

2. Alat Pembelajaran

- a. Papan tulis 1 buah
- b. Kapur/Spidol

F. Sumber Belajar

Kanginan, Marthen. (2013). *Fisika untuk SMA/MA Kelas X Jilid 1 Kurikulum 2013*. Jakarta: Erlangga

G. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Sintak Model IBMR	Rincian Kegiatan		Waktu
Pendahuluan			
	<ul style="list-style-type: none">• Guru membuka mata pelajaran dengan salam dan mempersilahkan ketua kelas memimpin doa bersama• Guru mengkondisikan kelas agar peserta didik siap mengikuti pembelajaran	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menjawab salam dan berdoa bersama• Peserta didik mempersiapkan diri untuk mengikuti proses	15 menit

	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengecek kehadiran Peserta didik 	kegiatan pembelajaran <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik memperhatikan dan mendengarkan guru 	
Kegiatan Inti			
Fase 1 Orientasi Peserta didik pada fenomena dan penggunaan multi representasi	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyajikan contoh fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan. Guru membimbing peserta didik mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan. Guru meminta peserta didik untuk menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi Menyampaikan tujuan pembelajaran 	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik memperhatikan dan mendengarkan guru Peserta didik mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan. Peserta didik menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi Peserta didik memperhatikan dan mendengarkan 	145 menit
Fase 2 Merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang Guru membagikan LKPD pada masing-masing kelompok 	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang Peserta didik menerima LKPD pada 	

	<p>peserta didik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan arahan kepada peserta didik mengenai LKPD yang diberikan 	<p>masing-masing kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendengarkan arahan dari guru 	
<p>Fase 3</p> <p>Menyajikan konsep fisika dengan multi representasi verbal, gambar, grafik, dan matematika</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik dalam mendiskusikan LKPD yang telah diberikan bersama teman sekelompoknya • Guru membimbing peserta didik untuk menyajikan konsep fisika dengan multi representasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendiskusikan serta menganalisis bersama teman sekelompoknya terkait LKPD yang diberikan • Peserta didik menyajikan atau menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD 	
<p>Fase 4</p> <p>Menerapkan multi representasi konsep Fisika dalam pemecahan masalah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan masalah terkait konsep yang telah direpresentasikan • Guru membimbing peserta didik dalam pemecahan masalah dengan multi representasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik memperhatikan guru • Peserta didik diskusi dengan teman sekelompoknya dalam pemecahan masalah dengan multirepresentasi berdasarkan bimbingan dan arahan guru 	
<p>Fase 5</p> <p>Mengkomunikasikan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menginstruksikan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya dengan multi representasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan 	

	<ul style="list-style-type: none"> Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi dengan multi representasi 	<p>multirepresentasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan menggunakan multirepresentasi 	
Penutup			
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengapresiasi sikap peserta didik, rasa ingin tahu, toleran, dan percaya diri dalam diskusi Guru bersama peserta didik menyimpulkan materi yang telah dipelajari Guru menginformasikan kepada peserta didik akan diadakannya <i>posttest</i> pada pertemuan selanjutnya Guru memberikan tugas kepada peserta didik untuk mengerjakan modul bagian evaluasi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya sebelum <i>posttest</i>. Guru menutup pembelajaran dengan doa dan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mendengarkan guru Peserta didik menyimpulkan materi yang telah dipelajari Peserta didik mendengarkan informasi yang diberikan oleh guru Peserta didik memperhatikan informasi yang diberikan oleh guru Peserta didik berdoa dan menjawab salam dari guru 	20 menit

H. Penilaian Hasil Belajar

1. Teknik Penilaian

Tes (*pre-test*) dan Tes (*post-test*)

2. Instrumen Penilaian

Lembar *pre-test* dan Lembar *post-test*

Yogyakarta, Sabtu 7 Juli 2018

Mengetahui

Guru Mata Pelajaran Fisika

Mahasiswa

NIP

Okie Adi Yuliana

NIM 15302241022

Oki Adi Yuliana
Yusman Wiyatmo, M.Si



KELAS
X

MODUL FISIKA

BERBASIS INVESTIGATION BASED MULTIPLE REPRESENTATION

VEKTOR

Modul Pembelajaran Fisika Berbasis *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)
Materi Vektor

Untuk SMA Kelas X

Disusun oleh

Nama : Oki Adi Yuliana

Jurusan : Pendidikan Fisika

NIM : 15302241022

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas : Universitas Negeri Yogyakarta

Email : okiadiyul@gmail.com

Dosen Pembimbing : Yusman Wiyatmo, M.Si

Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.3 Menerapkan prinsip penjumlahan vektor sebidang (misalnya perpindahan)	3.3.1 Mendeskripsikan pengertian besaran vektor dan skalar
	3.3.2 Menjumlahkan dan mengurangi dua buah vektor atau lebih dengan metode segitiga, jajar genjang, polygon, dan uraian
	3.3.3 Mengalikan dua buah vektor atau lebih (<i>cross product dan dot product</i>)
4.3 Merancang percobaan untuk menentukan resultan vektor sebidang (misalnya perpindahan) beserta presentasi dan makna fisisnya	4.3.1 Menyelesaikan permasalahan-permasalahan menggunakan operasi penjumlahan vektor

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga modul pembelajaran Fisika berbasis *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) ini dapat diselesaikan. Modul pembelajaran ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif materi Fisika peserta didik melalui *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR).

Modul pembelajaran fisika berbasis *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) disusun berdasarkan kurikulum 2013 terevisi. Modul ini berisi uraian materi, contoh soal, latihan soal, rangkuman, dan evaluasi. Modul pembelajaran ini disusun agar dapat memudahkan peserta didik dalam penguasaan materi Fisika serta dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri.

Penulis berharap modul pembelajaran Fisika berbasis *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) bermanfaat bagi peserta didik dalam belajar dan mengajar Fisika. Mohon kritik dan saran demi perbaikan modul ini.

Yogyakarta, 31 Agustus 2018

Penyusun

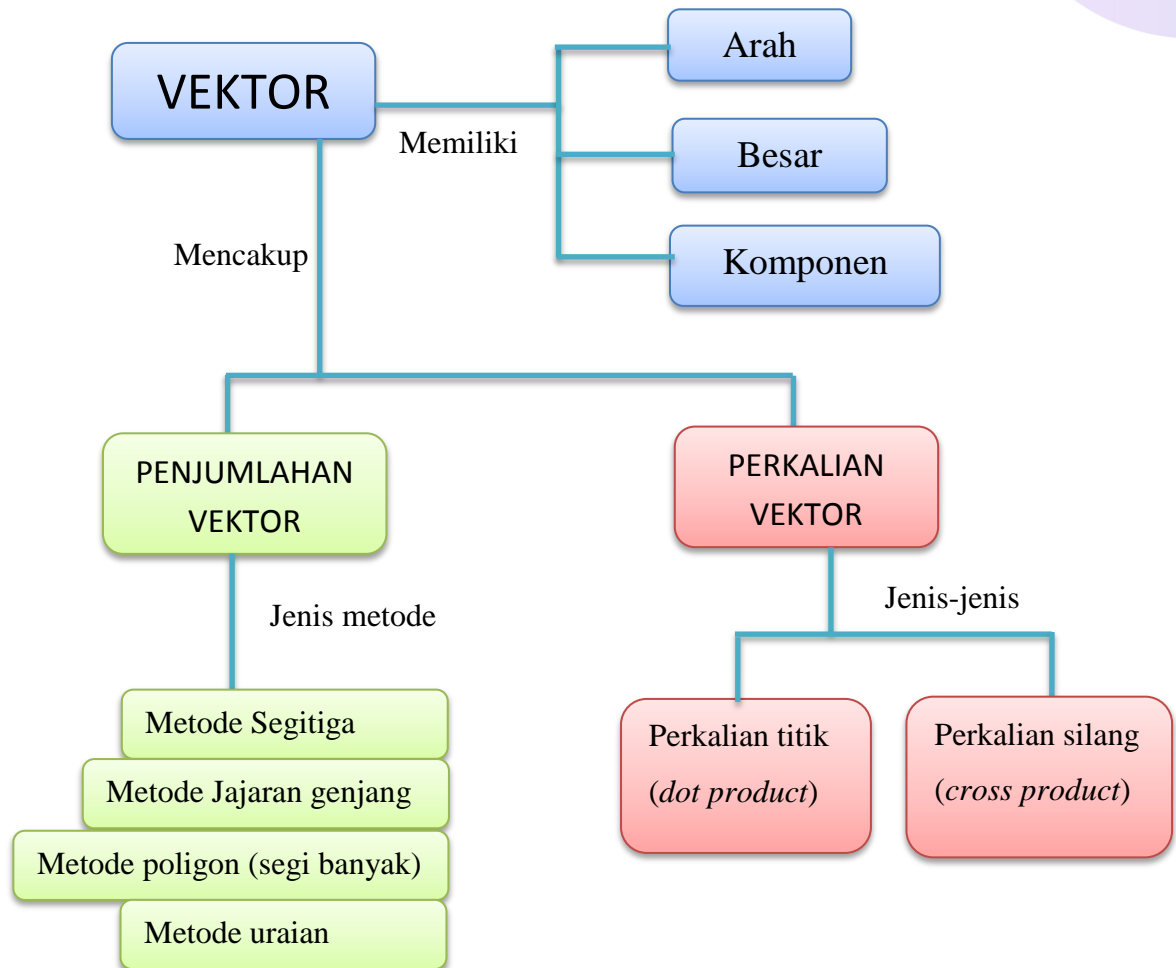
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pemahaman konsep dengan benar serta proses penemuan hubungan antar konsep yang dapat menambah wawasan anda sehingga mendapatkan hasil yang optimal.
2. Jawablah tes formatif atau evaluasi dengan jawaban yang singkat, tepat, dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
3. Bila dalam mengerjakan tugas/soal anda menemukan kesulitan, konsultasikan dengan teman atau guru.
4. Setiap menemukan kesulitan, catatlah untuk dibahas saat kegiatan tatap muka.
5. Bacalah referensi lain yang berhubungan dengan materi dalam modul ini untuk menambah wawasan anda.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
IDENTITAS BUKU.....	2
KOMPETENSI DASAR.....	3
KATA PENGANTAR.....	4
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL.....	5
DAFTAR ISI.....	6
PETA KONSEP.....	7
VEKTOR.....	8
A. Besaran Vektor dan Skalar.....	8
B. Penggambaran, Penulisan (Notasi) Vektor.....	9
C. Penjumlahan dan Pengurangan Vektor.....	12
D. Perkalian Vektor.....	19
E. Vektor Satuan.....	22
RANGKUMAN.....	27
EVALUASI.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	30

PETA KONSEP



VEKTOR

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang membahas mengenai fenomena alam yang sering terjadi dalam kehidupan. Fenomena yang terjadi dalam fisika dapat ditelaah dan dijelaskan dengan mudah apabila dipandang dari beberapa besaran fisika seperti vektor. Dengan memandang besaran fisika sebagai besaran vektor maka akan lebih mudah dalam memahami fenomena yang terjadi. Namun untuk menyelesaikan permasalahan fisika yang melibatkan besaran vektor memerlukan kajian analisis vektor yang cukup rumit. Oleh karena itu diperlukan pemahaman mengenai konsep dasar serta analisis dari vektor.

Tujuan dari mempelajari modul ini adalah :

1. Mendeskripsikan pengertian besaran vektor dan skalar
2. Menjumlahkan dua buah vektor atau lebih dengan menggunakan metode polygon, jajar genjang, segitiga dan uraian.
3. Mengurangkan dua buah vektor atau lebih dengan menggunakan metode polygon, jajargenjang, segitiga dan uraian.
4. Mengalikan dua buah vektor atau lebih

Modul ini berisikan satu kegiatan belajar (KB) mengenai pengertian besaran vektor dan skalar, penjumlahan vektor, pengurangan vektor dan perkalian vektor serta dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya, latihan dan ringkasan.

A. BESARAN VEKTOR DAN SKALAR

Beberapa besaran fisika seperti massa, waktu dan suhu sudah cukup jika dinyatakan dengan suatu bilangan dan sebuah satuan untuk menyatakan besarnya nilai besaran tersebut. Tetapi banyak besaran lain yang harus menyertakan persoalan *arah* untuk mendeskripsikan secara lengkap makna besaran tersebut. Sebagai misal kecepatan sebuah kereta api, untuk mendeskripsikan gerak tersebut, kita belum cukup hanya mengatakan

seberapa cepat kereta api berjalan, namun pada saat bersamaan kita harus mengatakan ke arah mana kereta bergerak. Tanpa menyebutkan arah gerak kereta, kita belum memperoleh informasi yang bermakna tentang gerak tersebut. Berdasarkan informasi di atas, besaran-besaran fisika jika ditinjau dari pengaruh arah terhadap besaran tersebut dapat dikelompokkan menjadi :

Besaran vektor :

Besaran yang dicirikan oleh besar dan arah

Contoh besaran vektor didalam fisika adalah: kecepatan, percepatan, gaya, perpindahan, momentum dan lain-lain.

Untuk menyatakan arah vektor diperlukan sistem koordinat.

Besaran skalar :

Besaran yang cukup dinyatakan oleh besarnya saja (besarnya dinyatakan oleh bilangan dan satuan)

Contoh besaran skalar : waktu, suhu, volume, laju, energi, usaha dll.

Tidak diperlukan sistem koordinat dalam besaran skalar

B. PENGAMBARAN, PENULISAN (NOTASI) VEKTOR

Sebuah vektor digambarkan dengan sebuah anak panah yang terdiri dari *pangkal (titik tangkap)*, *ujung* dan *panjang anak panah*. Panjang anak panah menyatakan nilai dari vektor dan arah panah menunjukkan arah vektor.

Pada Gambar 1 dapat dilihat ilustrasi tentang vektor dengan titik pangkalnya R, titik ujungnya S serta sesuai arah panah dan nilai vektornya sebesar panjang.



Gambar 1. Vektor \overrightarrow{RS}

Dimana :

Titik R : Titik Pangkal (Titik Tangkap)

Titik S : Titik Ujung

Panjang RS : Nilai (besarnya) vektor tersebut = $|\overrightarrow{RS}|$

Notasi (simbol) sebuah vektor dapat juga berupa huruf besar atau huruf kecil, biasanya berupa huruf tebal, atau berupa huruf yang diberi tanda panah di atasnya atau huruf miring.

Contoh :

Vektor **A** : berhuruf tebal

Vektor \vec{A} : huruf dengan tanda panah di atasnya

Vektor *A* : huruf miring

Untuk penulisan harga (nilai) dari vektor dituliskan dengan huruf biasa atau dengan memberi tanda mutlak dari vektor tersebut.

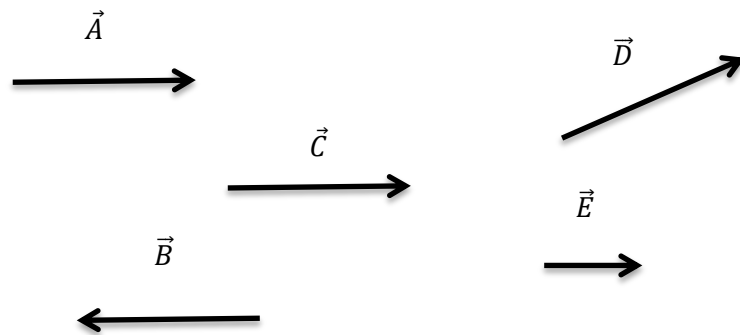
Contoh :

Vektor \vec{A} . Nilai vektor \vec{A} ditulis dengan *A* atau $|\vec{A}|$

Ada beberapa hal yang perlu diingat mengenai besaran vektor.

1. Dua buah vektor dikatakan sama jika mempunyai nilai besar dan arah sama.
2. Dua buah vektor dikatakan tidak sama jika :
 - a. Kedua vektor mempunyai nilai yang sama tetapi berlainan arah
 - b. Kedua vektor mempunyai nilai yang berbeda tetapi arah sama
 - c. Kedua vektor mempunyai nilai yang berbeda dan arah yang berbeda

Selanjutnya pada Gambar 2 disajikan ilustrasi beberapa buah vektor:



Gambar 2. Gambar Beberapa Buah Vektor

Besar (nilai) vektor \vec{A} , \vec{B} , \vec{C} , dan \vec{D} sama besarnya. Nilai vektor \vec{E} lebih kecil dari vektor \vec{D} . Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa:

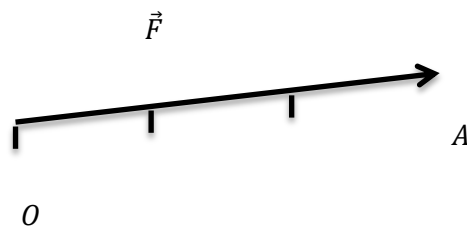
$\vec{A} = \vec{C}$ artinya: nilai dan arah kedua vektor sama

$\vec{A} = -\vec{B}$ artinya: nilainya sama tetapi arahnya berlawanan

Vektor \vec{A} tidak sama dengan vektor \vec{D} (Nilainya sama tetapi arahnya berbeda)

Vektor \vec{D} tidak sama dengan vektor \vec{E} (Nilai dan arahnya berbeda)

Pada Gambar 3 dapat dilihat ilustrasi tentang vektor perpindahan.



Gambar 3. Vektor Perpindahan

Gambar tersebut melukiskan vektor perpindahan F yang digambarkan dengan sebuah anak panah sepanjang $OA = 3$ cm. Jika setiap 1 cm menyatakan

perpindahan 5 km maka besar (nilai) perpindahan F adalah $3 \times 5 \text{ km} = 15 \text{ km}$

C. PENJUMLAHAN DAN PENGURANGAN VEKTOR

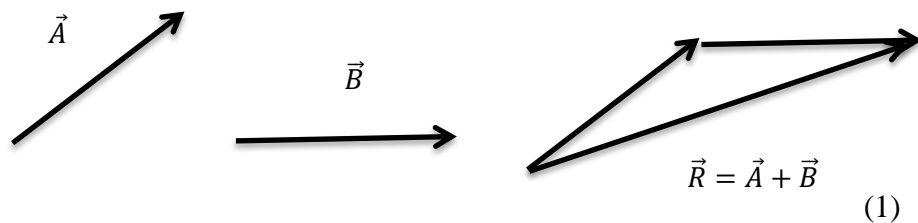
Mencari resultan dari beberapa buah vektor, berarti mencari sebuah vektor baru yang dapat menggantikan vektor-vektor yang dijumlahkan (dikurangkan).

Untuk penjumlahan atau pengurangan vektor, ada beberapa metode, yaitu:

1. Metode Segitiga
2. Metode jajaran genjang
3. Metode poligon (segi banyak)
4. Metode uraian

1. Metode Segitiga

Bila ada dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} akan dijumlahkan dengan cara segitiga maka dapat digambarkan sebagai berikut ini



Gambar 4. Resultan Vektor $\vec{A} + \vec{B}$ dengan Metode Segitiga

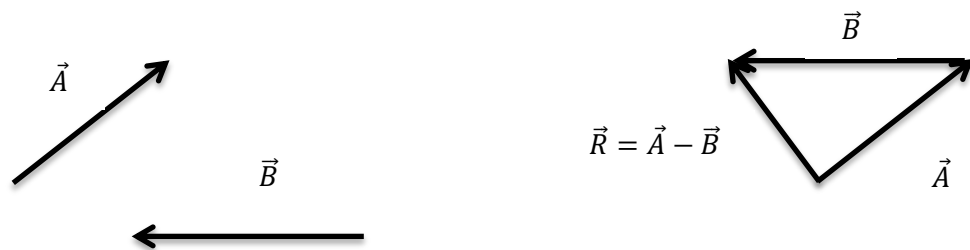
Langkah-langkah untuk menjumlahkan dengan metode segitiga adalah sebagai berikut :

- a. Gambarkan vektor \vec{A}
- b. Gambarkan vektor \vec{B} dengan cara meletakkan pangkal vektor \vec{B} pada ujung vektor \vec{A}

- c. Tariklah garis dari pangkal vektor \vec{A} ke ujung vektor \vec{B}
- d. Vektor resultan merupakan vektor yang mempunyai pangkal di vektor \vec{A} dan mempunyai ujung di vektor \vec{B}

Jika ditanyakan $\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$, maka caranya sama saja, hanya vektor \vec{B} digambarkan berlawanan arah dengan yang diketahui sebagai berikut:

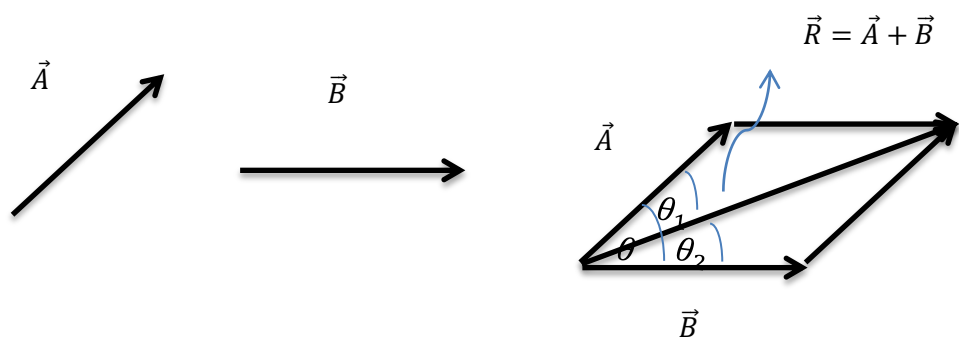
$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B}) \quad (2)$$



Gambar 5. Resultan Vektor $\vec{A} - \vec{B}$ dengan Metode Segitiga

2. Metode Jajar Genjang

Cara menggambarkan vektor resultan dengan metode jajar genjang adalah sebagai berikut.



Gambar 6. Resultan vektor $\vec{A} + \vec{B}$ dengan metode jajar genjang
Langkah-langkah :

- a. Lukis vektor pertama dan vektor kedua dengan titik pangkal berimpit

- b. Lukis sebuah jajar genjang dengan kedua vektor tersebut sebagai sisi-sisinya
- c. Resultannya adalah sebuah vektor, yang merupakan diagonal dari jajar genjang tersebut dengan titik pangkal sama dengan titik pangkal kedua vektor tersebut

Besarnya vektor :

$$\vec{R} = R = |\vec{R}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2 AB \cos \theta} \quad (3)$$

θ adalah sudut yang dibentuk oleh vektor \vec{A} dan \vec{B}

Untuk menentukan arah resultan terhadap salah satu vektor secara matematis, dapat digunakan aturan sinus.

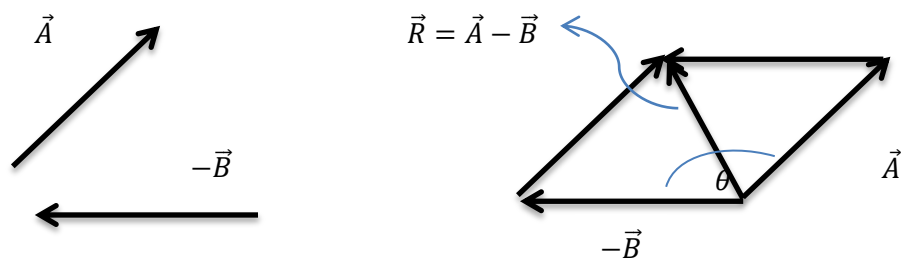
$$A \sin \theta = R \sin \theta_2, \text{ sehingga } \frac{A}{\sin \theta_2} = \frac{R}{\sin \theta}$$

$$B \sin \theta = R \sin \theta_1, \text{ sehingga } \frac{B}{\sin \theta_1} = \frac{R}{\sin \theta}$$

Berdasarkan dua persamaan diatas , sehingga diperoleh

$$\frac{R}{\sin \theta} = \frac{A}{\sin \theta_2} = \frac{B}{\sin \theta_1} \quad (4)$$

Untuk pengurangan (selisih) vektor $\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$, maka caranya sama, hanya vektor \vec{B} digambarkan berlawanan arah dengan yang diketahui.

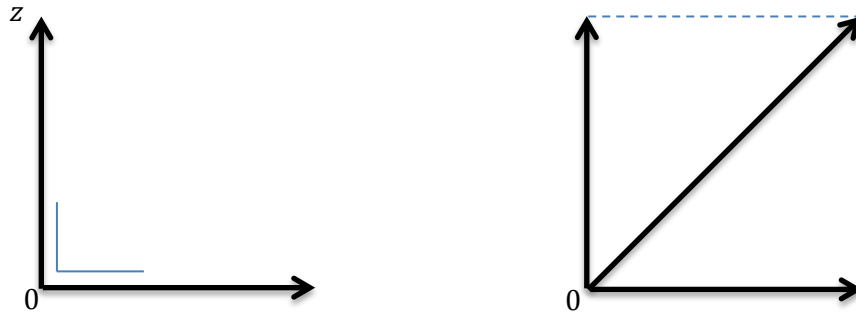


Gambar 7. Resultan Vektor $\vec{A} - \vec{B}$ dengan Metode Jajar Genjang

Besarnya vektor :

$$\vec{R} = R = |\vec{R}| = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta} \quad (5)$$

Apabila kedua vektor saling tegak lurus maka resultannya ditentukan dengan dalil Pythagoras.



Gambar 8. Dua Vektor yang Saling Tegak Lurus

Besar resultan R dapat ditentukan dengan rumus

$$R = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (6)$$

Contoh Soal

1. Seorang anak berjalan 40 meter ke timur kemudian belok ke utara sejauh 30 m. Tentukanlah perpindahan yang dilakukan anak tersebut dari posisi awal!

Penyelesaian

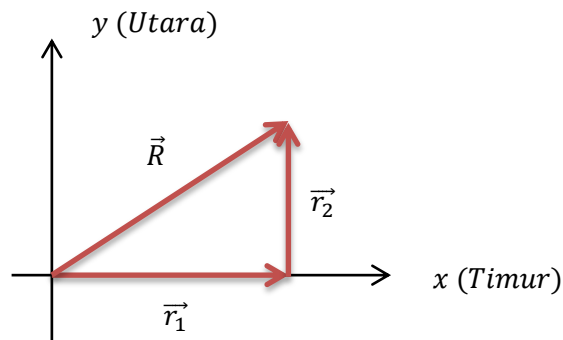
Diketahui : $r_1 = 40 \text{ m}$ ke arah timur

$r_2 = 30 \text{ m}$ ke arah utara

soal diilustrasikan seperti Gambar 2

Ditanya : besar resultan perpindahan (R) = ...?

Jawab :



Gambar 2 Resultan vektor $\vec{R} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2$

$$R = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + 2 r_1 r_2 \cos \theta}$$

Karena kedua vektor saling tegak lurus maka $\alpha = 90^\circ$

sehingga diperoleh:

$$R = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + 2 r_1 r_2 \cos \theta}$$

$$R = \sqrt{(40)^2 + (30)^2 + 2 (40)(30) \cos 90^\circ}$$

$$R = \sqrt{1600 + 900}$$

$$R = \sqrt{2500}$$

$$R = 50 \text{ m}$$

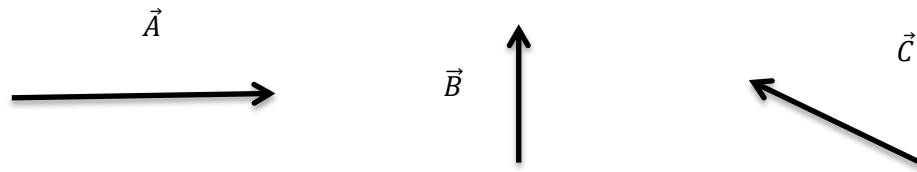
Jadi, besar perpindahan orang tersebut adalah 50 m

3. Metode poligon (segi banyak)

Pada metode ini, tahapannya sama dengan metode segitiga, hanya saja metode ini untuk menjumlahkan lebih dari dua vektor.

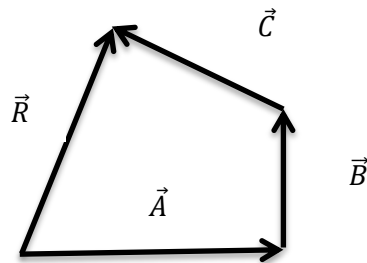
Contoh :

Jumlahkan ketiga buah vektor \vec{A} , \vec{B} dan \vec{C} dengan metoda Poligon



Jawab:

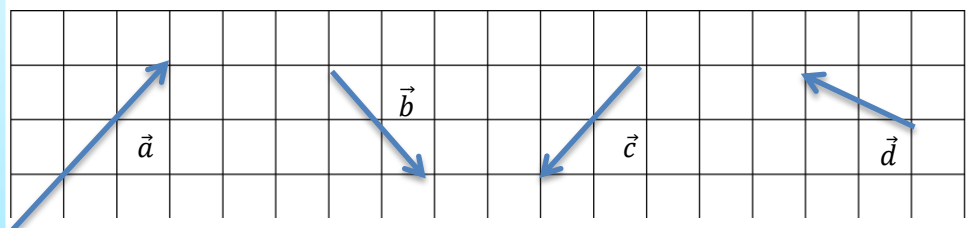
Resultan ketiga vektor \vec{R} adalah $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ (7)



Gambar 9. Penjumlahan Vektor dengan Metode Polygon

Tugas

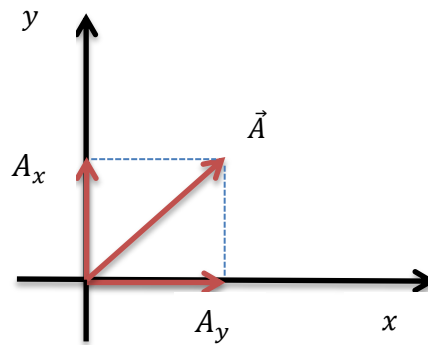
Jika terdapat empat buah vektor, \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} dan \vec{d} yang besar dan arahnya berbeda seperti berikut



Gambarkan resultan $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}$!

Penguraian suatu vektor adalah kebalikan dari penjumlahan dua vektor. Contoh sebuah vektor dengan titik tangkap di O diuraikan menjadi dua buah vektor yang terletak pada garis x dan y .

Suatu vektor diuraikan menjadi dua komponen yang saling tegak lurus terletak pada sumbu x dengan komponen A_x dan pada sumbu y dengan komponen A_y . Penguraian sebuah vektor menjadi dua buah vektor A_x dan A_y yang saling tegak lurus ditunjukkan pada Gambar 10. sebagai berikut :



Gambar 10. Penguraian Sebuah Vektor menjadi \vec{A}
Dua Buah Vektor A_x dan A_y yang Saling Tegak Lurus

Dari gambar tersebut dapat diperoleh hubungan :

$$A_x = |\vec{A}| \cos \theta$$

$$A_y = |\vec{A}| \sin \theta$$

Besar vektor \vec{A}

$$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad (8)$$

Sebaliknya jika diketahui dua buah vektor A_x dan A_y maka arah vektor resultan ditentukan oleh sudut antara vektor tersebut dengan sumbu x yaitu dengan persamaan:

$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x} \quad (9)$$

Tabel 1. Penguraian Vektor terhadap Komponen x dan Komponen y

Vektor	Komponen x	Komponen y
\vec{A}	A_x	A_y
\vec{B}	B_x	B_y
\vec{C}	C_x	C_y
$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$	$R_x = A_x + B_x + C_x$	$R_y = A_y + B_y + C_y$

Besar vektor R

$$|\vec{R}| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (10)$$

Arah vektor R terhadap sumbu X positif :

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} \quad (11)$$

D. PERKALIAN VEKTOR

Ada dua macam operasi perkalian dua vektor

1. Perkalian skalar dengan vektor
2. Perkalian vektor dengan vektor
 - a. Perkalian titik (*dot product*)
 - b. Perkalian silang (*cross product*)

Adapun penjelasannya sebagai berikut :

1. Perkalian skalar dengan vektor

Hasil kali antara vektor dengan skalar adalah vektor

Hasil kali suatu skalar k dengan sebuah vektor \vec{A} dituliskan $k\vec{A}$ didefinisikan sebagai sebuah vektor baru yang besarnya adalah besar k

dikalikan dengan besar \vec{A} Sementara arah vektor ini searah vektor \vec{A} jika k positif, dan berlawanan dengan arah vektor \vec{A} jika k negatif.

2. Perkalian vektor dengan vektor

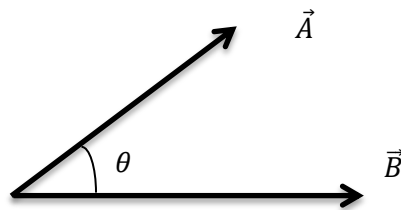
Perkalian titik (*dot product*)

Hasil kali antara vektor dengan vektor adalah skalar

Perkalian titik (*dot product*) antara dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} menghasilkan C , didefinisikan secara matematis sebagai berikut:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = C \quad (12)$$

Pada Gambar 11 dapat dilihat ilustrasi tentang perkalian titik dua buah vektor yaitu vektor \vec{A} dan vektor \vec{B} .



Gambar 11. Perkalian Titik Dua Buah Vektor

\vec{A} dan \vec{B} vektor

C besaran skalar

Besar C didefinisikan sebagai :

$$C = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta \quad (13)$$

Dimana :

$A = |\vec{A}|$ = besar vektor \vec{A}

$B = |\vec{B}|$ = besar vektor \vec{B}

θ = sudut antara vektor \vec{A} dan \vec{B}

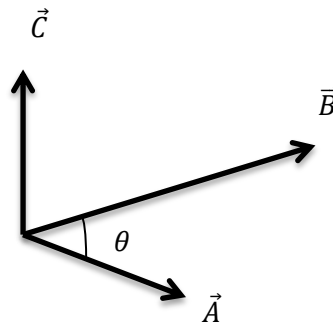
Perkalian silang (*cross product*)

Hasil kali antara vektor dengan vektor adalah vektor

Perkalian silang (*cross product*) antara dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} akan menghasilkan \vec{C} , didefinisikan sebagai berikut :

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C} \quad (14)$$

Ilustrasi perkalian silang (*cross product*) dua buah vektor yaitu vektor \vec{A} dan vektor \vec{B} dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 12. Perkalian Silang Dua Buah Vektor

\vec{A} , \vec{B} , dan \vec{C} vektor

Nilai \vec{C} didefinisikan sebagai :

$$C = A \cdot B \sin \theta \quad (15)$$

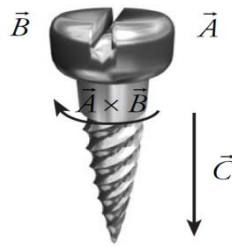
Dimana :

$A = |\vec{A}|$ = besar vektor \vec{A}

$B = |\vec{B}|$ = besar vektor \vec{B}

θ = sudut antara vektor \vec{A} dan \vec{B}

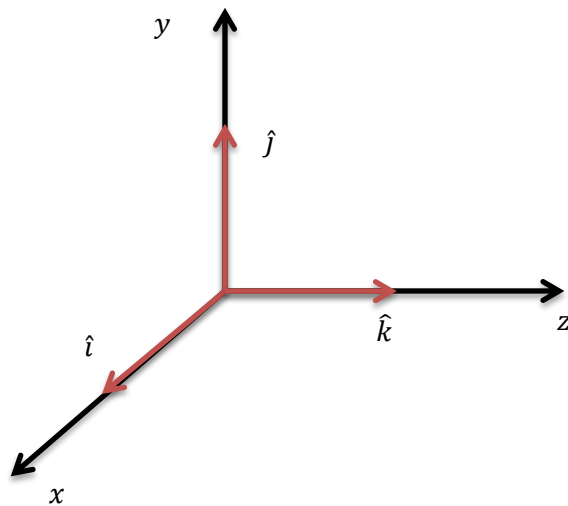
Arah vektor \vec{C} dapat diperoleh dengan cara membuat putaran dari vektor \vec{A} ke \vec{B} melalui sudut θ dan arah \vec{C} sama dengan gerak arah sekrup atau aturan tangan kanan seperti ilustrasi Gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 13. Arah Vektor Hasil Perkalian Silang Dua Buah Vektor (\vec{C}) Saling Tegak Lurus dengan Vektor \vec{A} dan \vec{B}

E. VEKTOR SATUAN

Vektor satuan adalah sebuah vektor yang didefinisikan sebagai satu satuan vektor. Jika digunakan sistem koordinat Cartesian (koordinat tegak) tiga dimensi, yaitu sumbu x dan sumbu y dan sumbu z, vektor satuan pada sumbu x adalah \hat{i} , vektor satuan pada sumbu y adalah \hat{j} dan pada sumbu z adalah \hat{k} . Nilai vektor satuan adalah satu satuan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Vektor Satuan

Sifat-sifat perkalian titik vektor satuan

$$\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1$$

$$\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{i} \cdot \hat{k} = 0$$

Sifat-sifat perkalian silang vektor satuan

$$\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$$

$$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$$

$$\hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$$

$$\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$$

$$\hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k}$$

$$\hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j}$$

$$\hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}$$

Penulisan suatu vektor \vec{A} dalam koordinat katesian berdasarkan komponen-komponennya adalah :

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} \quad (16)$$

Dimana A_x , A_y dan A_z adalah komponen A arah sumbu X, Y dan Z

Contoh perkalian titik dan perkalian silang dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} .

1. Pekalian titik

$$\begin{aligned} \vec{A} \cdot \vec{B} &= (A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}) \cdot (B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}) \\ &= A_x B_x \hat{i} \cdot \hat{i} + A_x B_y \hat{i} \cdot \hat{j} + A_x B_z \hat{i} \cdot \hat{k} + A_y B_x \hat{j} \cdot \hat{i} + A_y B_y \hat{j} \cdot \hat{j} \\ &\quad + A_y B_z \hat{j} \cdot \hat{k} + A_z B_x \hat{k} \cdot \hat{i} + A_z B_y \hat{k} \cdot \hat{j} + A_z B_z \hat{k} \cdot \hat{k} \\ \vec{A} \cdot \vec{B} &= A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z \end{aligned} \quad (17)$$

2. Perkalian silang

$$\begin{aligned}
 \vec{A} \times \vec{B} &= (A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}) \times (B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}) \\
 &= A_x B_x \hat{i} \times \hat{i} + A_x B_y \hat{i} \times \hat{j} + A_x B_z \hat{i} \times \hat{k} + A_y B_x \hat{j} \times \hat{i} + A_y B_y \hat{j} \times \hat{j} \\
 &\quad + A_y B_z \hat{j} \times \hat{k} + A_z B_x \hat{k} \times \hat{i} + A_z B_y \hat{k} \times \hat{j} + A_z B_z \hat{k} \times \hat{k} \\
 &= A_x B_y \hat{k} - A_x B_z \hat{j} - A_y B_x \hat{k} + A_y B_z \hat{i} + A_z B_x \hat{j} - A_z B_y \hat{i} \\
 \vec{A} \times \vec{B} &= (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} - (A_x B_z - A_z B_x) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k} \quad (18)
 \end{aligned}$$

Salah satu cara untuk menyelesaikan perkalian silang adalah dengan metode determinan :

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

untuk mencari determinan matriksnya dengan menggunakan metode Sarrus:

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} & - & - & - \\ A_x & A_y & A_z & A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z & B_x & B_y & B_z \\ + & + & + \end{vmatrix}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i} A_y B_z + \hat{j} A_z B_x + \hat{k} A_x B_y - \hat{k} A_y B_x - \hat{i} A_z B_y - \hat{j} A_x B_z$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} - (A_x B_z - A_z B_x) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k}$$

Cara lain yang mirip dengan metode diatas adalah dengan cara mereduksi determinan matriks 3x3 menjadi determinan matriks 2x2 sehingga lebih mudah menghitungnya :

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i} \begin{vmatrix} A_y & A_z \\ B_y & B_z \end{vmatrix} - \hat{j} \begin{vmatrix} A_x & A_z \\ B_x & B_z \end{vmatrix} + \hat{k} \begin{vmatrix} A_x & A_y \\ B_x & B_y \end{vmatrix}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} - (A_x B_z - A_z B_x) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k}$$

Contoh Soal

2. Diketahui dua buah vektor sebagai berikut.

$$\vec{A} = 4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\vec{B} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$$

Tentukan besar :

a. $\vec{A} - \vec{B}$

b. $\vec{A} + \vec{B}$

c. $\vec{A} \cdot \vec{B}$

d. $\vec{A} \times \vec{B}$

Penyelesaian

a. $\vec{A} - \vec{B} = (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}) - (2\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k})$
 $= (4 - 2)\hat{i} + (-5 - 2)\hat{j} + (3 + 4)\hat{k}$
 $= 2\hat{i} - 7\hat{j} + 7\hat{k}$

b. $\vec{A} + \vec{B} = (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}) + (2\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k})$
 $= (4 + 2)\hat{i} + (-5 + 2)\hat{j} + (3 - 4)\hat{k}$
 $= 6\hat{i} - 3\hat{j} - \hat{k}$

c. $\vec{A} \cdot \vec{B} = (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}) \cdot (2\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k})$
 $= (4)(2) + (-5)(2) + (3)(-4)$
 $= 8 - 10 - 12$
 $= -14$

d. $\vec{A} \times \vec{B} = (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}) \times (2\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k})$
 $= ((-5)(-4) - (3)(2))\hat{i} - ((4)(-4) - (3)(2))\hat{j}$
 $\quad + ((4)(2) - (-5)(2))\hat{k}$
 $= (20 - 6)\hat{i} - ((-16) - 6)\hat{j} + (8 - (-10))\hat{k}$
 $= 14\hat{i} + 22\hat{j} + 18\hat{k}$

RANGKUMAN

- **Besaran vektor :**

Besaran yang dicirikan oleh besar dan arah (besarnya dinyatakan oleh bilangan dan satuan, arahnya dinyatakan dengan gambar anak panah)

Contoh besaran vektor didalam fisika adalah: kecepatan, percepatan, gaya, perpindahan, momentum dan lain-lain.

- **Besaran skalar :**

Besaran yang cukup dinyatakan oleh besarnya saja (besarnya dinyatakan oleh bilangan dan satuan)

Contoh besaran skalar : waktu, suhu, volume, laju, energi, usaha dll.

- **Penjumlahan atau pengurangan vektor, ada beberapa metode, yaitu:**

- ✓ Metode Segitiga
- ✓ Metode jajaran genjang
- ✓ Metode poligon (segi banyak)
- ✓ Metode uraian

- Hasil kali antara vektor dengan skalar adalah vektor

- **Perkalian titik (*dot product*)**

Hasil kali antara vektor dengan vektor adalah skalar

- **Perkalian silang (*cross product*)**

Hasil kali antara vektor dengan vektor adalah vektor

- **Vektor satuan** adalah sebuah vektor yang didefinisikan sebagai satu satuan vektor

- **Sifat-sifat perkalian titik vektor satuan**

$$\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1$$

$$\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{i} \cdot \hat{k} = 0$$

- **Sifat-sifat perkalian silang vektor satuan**

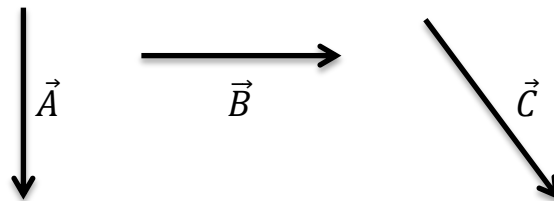
$$\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$$

$$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k} \quad \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j} \quad \hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j}$$

$$\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i} \quad \hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k} \quad \hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}$$

EVALUASI

1. Besar-besaran di bawah ini, mana yang merupakan besaran skalar dan mana yang merupakan besaran vektor?
 - a. Waktu (detik)
 - b. Perpindahan (m)
 - c. Kecepatan (m/s)
 - d. Laju (m/s)
 - e. Percepatan (m/s^2)
 - f. Usaha (Joule atau $\text{Kg m}^2/\text{s}^2$)
 - g. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
 - h. Momentum (p) (Kg m/s)
2. Tentukan besar (nilai) dan gambarkan pada sistem koordinat kartesian untuk dua dimensi, dari vektor-vektor di bawah ini:
 - a. $\vec{A} = 5\hat{i}$
 - b. $\vec{B} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$
 - c. $\vec{C} = 6\hat{j}$
3. Diberikan 3 buah vektor \vec{A} , \vec{B} , \vec{C} seperti gambar di bawah.



Dengan metode poligon tunjukkan :

- (i) $\vec{D} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$
- (ii) $\vec{D} = \vec{A} - \vec{B} - \vec{C}$
- (iii) $\vec{D} = \vec{A} - \vec{B} + \vec{C}$
- (iv) $\vec{D} = \vec{A} + \vec{B} - \vec{C}$

4. Diketahui dua buah vektor sebagai berikut.

$$\vec{P} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$$

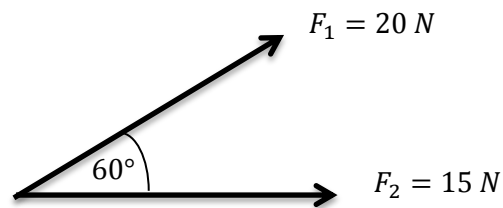
$$\vec{Q} = 2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}$$

Tentukan besar :

a. $\vec{P} + \vec{Q}$

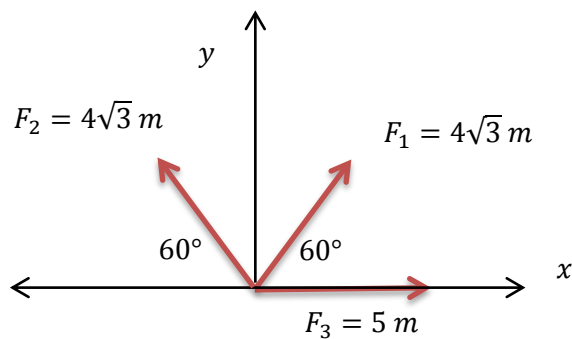
b. $\vec{P} - \vec{Q}$

5. Dua buah vektor masing-masing $F_1 = 20$ Newton dan $F_2 = 15$ Newton mengapit sudut 60°



Tentukan resultan kedua vektor!

6. Diberikan 3 buah vektor $F_1 = 12 \text{ N}$, $F_2 = 4 \text{ N}$ dan $F_3 = 4 \text{ N}$ seperti gambar berikut.



Tentukan nilai resultan ketiga vektor tersebut!

7. Seorang anak berlari lurus 7 m ke barat, kemudian belok ke selatan sejauh 8 m, dan berbelok lagi ke timur sejauh 13 m. Perpindahan yang dilakukan oleh anak tersebut dari posisi awal adalah

8. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vector berikut ini:

$$A = 4i - 2j + 3k$$

$$B = i - 2j + 3k$$

DAFTAR PUSTAKA

Ni Ketut Lasmi.2012.*SPM Seri Pendalaman Materi Fisika*.Bandung:ESIS.

Hari Subagya dan Insihwilujeng.2017.*Fisika SMA Kelas X Kurikulum 2013*.Yogyakarta:Bumi Aksara

<http://ermach.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/16134/Bab+2++Vektor.pdf>

VEKTOR



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK BERBASIS INVESTIGATION BASED MULTIPLE REPRESENTATION Penjumlahan, Pengurangan dan Perkalian Vektor

NAMA :

1.
2.
3.
4.

KELAS
X

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

MENG GAMBAR VEKTOR



Materi Vektor

Semester 1 Tahun Pelajaran 2018/1019

- Tujuan** :
- 1) Peserta didik dapat menggambar vektor dengan benar
 - 2) Peserta didik dapat melakukan percobaan menggambar vektor dengan terampil
 - 3) Peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan menggunakan operasi penjumlahan, pengurangan dan perkalian vektor

Alat dan Bahan : Kertas, busur, pensil/bolpoin dan mistar.

A. Penjumlahan dan Pengurangan Vektor

Langkah Kegiatan

1. Siapkan alat dan bahan berupa kertas, pensil/bolpoin dan mistar.
Cobalah kamu lakukan percobaan sesuai dengan prosedur percobaan berikut!
 - a. Buatlah denah sekolah anda pada selembar kertas! (buat agar ukuran skalanya sesuai dengan perbandingan yang tepat pada kertas tersebut)
 - b. Dengan menggunakan pensil/bolpoin dan mistar, gambarkan arah panah pada lintasan yang anda lalui dari kelas anda menuju ruang guru.
 - c. Kemudian tentukan resultan dan arah vektor tersebut!

[illegible]

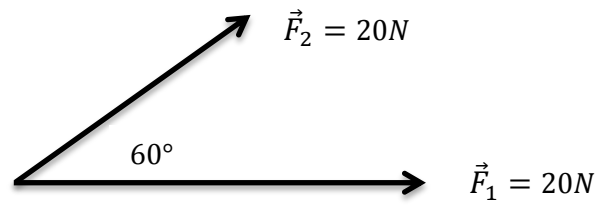
d. Bagaimana cara menentukan resultan dan arah vektor yang kalian gambarkan?

Lembar Jawab

e. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan yang telah kamu lakukan ini?

Lembar Jawab

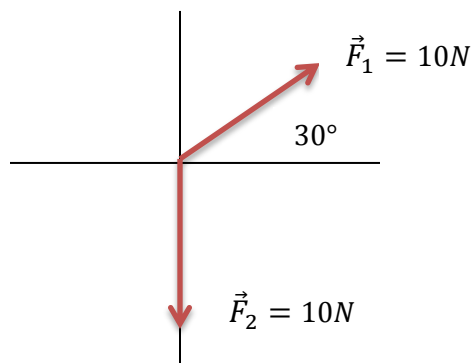
2. Dua buah vektor masing-masing $\vec{F}_1 = 20 \text{ N}$ dan $\vec{F}_2 = 20 \text{ N}$ mengapit sudut 60°



Tentukan arah resultan kedua vektor!

Lembar Jawab

3. Dua buah vektor masing-masing $\vec{F}_1 = 10 \text{ N}$ dan $\vec{F}_2 = 10 \text{ N}$ seperti gambar berikut.



Tentukan resultan kedua vektor!

Lembar Jawab

B. Perkalian Vektor

1. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini:

$$\vec{A} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$$

Lembar Jawab

LAMPIRAN II

Instrumen Pengumpulan Data

1. Lembar Validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
2. Lembar Validasi Modul
3. Lembar Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
4. Lembar Validasi *Pretest*
5. Lembar Validasi *Posttest*
6. Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP
7. Lembar Penilaian Presentasi Kelompok
8. Lembar Soal *Pretest*
9. Lembar Soal *Posttest*
10. Kisi-kisi *Pretest*
11. Kisi-kisi *Pretest*

Lampiran II.1

LEMBAR VALIDASI

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester I
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : Yusman Niyatmo, M.Si
Hari/Tanggal : Rabu / 30-1-2019

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai instrumen tes Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang tersedia

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	IDENTITAS MATA PELAJARAN						
	1. Satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, alokasi waktu					✓	
II	PERUMUSAN INDIKATOR						
	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar					✓	
	2. Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan kompetensi dasar yang diukur					✓	
	3. Kesesuaian dengan aspek pengetahuan					✓	
III	PEMILIHAN MATERI AJAR						
	1. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				✓		
	2. Kesesuaian dengan alokasi waktu					✓	
IV	PEMILIHAN SUMBER BELAJAR						
	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar					✓	
	2. Kesesuaian dengan materi pembelajaran					✓	
	3. Kesesuaian karakteristik peserta didik					✓	
V	PEMILIHAN MEDIA PEMBELAJARAN						
	1. Kesesuaian dengan materi pembelajaran					✓	
	2. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik					✓	
VI	PEMILIHAN MODEL PEMBELAJARAN						

C. KOMENTAR/SARAN


9. Rumusan tujuan pembelajaran sebaiknya memuat komponen: Audience, Behavior, Condition, dan Degree.

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan lembar Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

1. Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 30-1-2019

Validator


(Yusman Winarto, M.Pi.)
NIP. 19680712 199303 1004

LEMBAR VALIDASI

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester 1
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model
Investigation Based Multiple Representation (IBMR) untuk
Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : *Sri Maesarini, K.N.*
Hari/Tanggal : *Selasa, 11 Sept 2018*

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)*

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai instrumen tes Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang tersedia

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	IDENTITAS MATA PELAJARAN						
	1. Satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, alokasi waktu					✓	
II	PERUMUSAN INDIKATOR						
	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar					✓	
	2. Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan kompetensi dasar yang diukur					✓	
	3. Kesesuaian dengan aspek pengetahuan					✓	
III	PEMILIHAN MATERI AJAR						
	1. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				✓		
	2. Kesesuaian dengan alokasi waktu					✓	
IV	PEMILIHAN SUMBER BELAJAR						
	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar					✓	
	2. Kesesuaian dengan materi pembelajaran					✓	
	3. Kesesuaian karakteristik peserta didik					✓	
V	PEMILIHAN MEDIA PEMBELAJARAN						
	1. Kesesuaian dengan materi pembelajaran					✓	
	2. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				✓		
VI	PEMILIHAN MODEL PEMBELAJARAN						

	1. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik								✓	
VII	ISI YANG DISAJIKAN									
	1. Sistematis Penyusunan RPP							✓		
	2. Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran model <i>Investigation Based Multiple Representation (IBMR)</i>								✓	
	3. Kesesuaian uraian kegiatan siswa dan guru untuk setiap tahap pembelajaran model <i>Investigation Based Multiple Representation (IBMR)</i>								✓	
	4. Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pembelajaran; awal, inti dan penutup)								✓	
	5. Kelengkapan instrument evaluasi (soal, kunci, pedoman pensekoran)								✓	
VIII	BAHASA									
	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baku								✓	
	2. Bahasa yang digunakan komunikatif							✓		
	3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda								✓	
IV	WAKTU									
	1. Kesesuaian alokasi yang digunakan								✓	
	2. Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran								✓	

C. KOMENTAR/SARAN

.....

.....

.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan lembar Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

1. Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 11 September 2018

Validator



(Sri Maesari, N.I.:.....)

NIP. 196209201987032003

LEMBAR VALIDASI MODUL

KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Vektor
 Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester I
 Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
 Penyusun : Oki Adi Yuliana
 Validator : Yusman Wiyatmo, M.Si
 Hari/Tanggal : Rabu / 20-1-2019

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Modul kemampuan Berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai Modul kemampuan Berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
 - 5 = sangat baik
 - 4 = baik
 - 3 = cukup baik
 - 2 = kurang baik
 - 1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang tersedia

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	KONSTRUKSI						
	1. Identitas Modul, Kompetensi Dasar, Kata Pengantar, Daftar Isi dan Peta Konsep				✓		pada cover modul perlu dituliskan nama penulisa & validator
	2. Penyajian pengantar dalam mengawali materi					✓	
	3. Penyajian materi secara logis					✓	
	4. Tampilan yang menarik					✓	
II	ISI						
	1. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Kompetensi Dasar					✓	
	2. Materi yang disampaikan sesuai dengan Indikator					✓	
	3. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Tujuan Pembelajaran					✓	
	4. Keakuratan fakta dan konsep					✓	
	5. Kesesuaian gambar atau tabel dengan materi					✓	
	6. Materi disampaikan secara urut					✓	
III	BAHASA					✓	
	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baku				✓		
	2. Bahasa yang digunakan komunikatif				✓		

	3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda					V	
--	--	--	--	--	--	---	--

C. KOMENTAR/SARAN

Pada bagian peta konsep perlu ditambahkan kata atau frase yang menghubungkan antara konsep yg satu dg konsep yg lain.


.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan Modul kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

1. Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 30-1-2019.....

Validator


 Yulman Wiyatno, M.P.
 (.....)
 NIP. 19680712 1993 03 1004

LEMBAR VALIDASI MODUL
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester 1
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model
Investigation Based Multiple Representation (IBMR) untuk
Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : *Sh. Moesono, K.N.*
Hari/Tanggal : *Selasa, 11 September 2018*

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Modul kemampuan Berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)*

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai Modul kemampuan Berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang tersedia

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	KONSTRUKSI						
	1. Identitas Modul, Kompetensi Dasar, Kata Pengantar, Daftar Isi dan Peta Konsep				✓		
	2. Penyajian pengantar dalam mengawali materi					✓	
	3. Penyajian materi secara logis					✓	
	4. Tampilan yang menarik					✓	
II	ISI						
	1. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Kompetensi Dasar					✓	
	2. Materi yang disampaikan sesuai dengan Indikator					✓	
	3. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Tujuan Pembelajaran					✓	
	4. Keakuratan fakta dan konsep				✓		
	5. Kesesuaian gambar atau tabel dengan materi					✓	
	6. Materi disampaikan secara urut					✓	
	7. Kesesuaian soal evaluasi dengan materi					✓	
III	BAHASA						
	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baku					✓	
	2. Bahasa yang digunakan komunikatif					✓	

3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda								✓	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

C. KOMENTAR/SARAN

.....

.....


.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan Modul kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

- ① Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 11 September 2018

Validator



(..... Sri Maelasari K.N.....)
NIP. 19620920 198703 2003

LEMBAR VALIDASI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester I
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : Yusman Wijatmo, M.S.
Hari/Tanggal : Rabu / 30 - 1 - 2019

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kemampuan berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.

4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	DIDAKTIK						
	1. Kejelasan tujuan kegiatan dalam LKPD					✓	
	2. LKPD diarahkan pada upaya menemukan konsep-konsep yang akan dipelajari					✓	
	3. Komponen LKPD membantu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif					✓	
	4. Aktivitas LKPD melatih ketrampilan sosial				✓		
II	KONSTRUKSI						
	1. Identitas LKPD menggambarkan profil peserta didik				✓		
	2. Penugasan dimulai dari tahap yang mudah diselesaikan menuju tahapan yang lebih lanjut					✓	
	3. Struktur kalimat yang digunakan disertai kata kerja operasional yang terukur ketercapaiannya					✓	
	4. Penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat psikologi perkembangan peserta didik					✓	
	5. LKPD menggunakan referensi atau literatur yang mendukung materi ajar					✓	

	6. LKPD menggunakan kalimat efektif								✓	
III	TEKNIS									
	1. Judul kegiatan menggambarkan isi LKPD								✓	
	2. Keterbacaan tulisan dan jenis huruf yang digunakan								✓	
	3. Gambar dan tulisan dibuat proposional								✓	
	4. Gambar yang digunakan membantu menjelaskan konsep								✓	
	5. Penampilan atau <i>layout</i> LKPD									

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN DARI VALIDATOR

Perlu ditambahkan subjudul LKPD misalnya: Perjumlahan Vektor.....

.....


.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan LKPD kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

1. Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 30-1-2019

Validator


(Yusman Wiyatno, M.P.)
NIP 19680712 199303 1004

LEMBAR VALIDASI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester 1
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : *Sn Maerani, kn*.....
Hari/Tanggal : *Selasa, 11 Sept 2018*.....

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kemampuan berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.

4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	DIDAKTIK						
	1. Kejelasan tujuan kegiatan dalam LKPD					✓	
	2. LKPD diarahkan pada upaya menemukan konsep-konsep yang akan dipelajari				✓		
	3. Komponen LKPD membantu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif					✓	
	4. Aktivitas LKPD melatih ketrampilan sosial				✓		
II	KONSTRUKSI						
	1. Identitas LKPD menggambarkan profil peserta didik				✓		
	2. Penugasan dimulai dari tahap yang mudah diselesaikan menuju tahapan yang lebih lanjut					✓	
	3. Struktur kalimat yang digunakan disertai kata kerja operasional yang terukur ketercapaiannya					✓	
	4. Penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat psikologi perkembangan peserta didik				✓		
	5. LKPD menggunakan referensi atau literatur yang mendukung materi ajar					✓	

	6. LKPD menggunakan kalimat efektif								✓	
III	TEKNIS									
	1. Judul kegiatan menggambarkan isi LKPD							✓		
	2. Keterbacaan tulisan dan jenis huruf yang digunakan								✓	
	3. Gambar dan tulisan dibuat proposional								✓	
	4. Gambar yang digunakan membantu menjelaskan konsep								✓	
	5. Penampilan atau <i>layout</i> LKPD								✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN DARI VALIDATOR

.....

.....

.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan LKPD kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

1. Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 11 September 2018

Validator



(Sri Maelisari, K N)

NIP 19620920 198703 2003

LEMBAR VALIDASI SOAL *PRETEST*
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester 1
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : Yusman Wiyatmo, M.Si
Hari/Tanggal : Rabu / 30-1-2019

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Soal *Pretest* kemampuan berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai instrumen tes kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	ISI						
	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif					✓	
	2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian					✓	
	3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran					✓	
	4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai					✓	
	5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban					✓	
II	KONSTRUKSI						
	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas					✓	
	2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas					✓	
	3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya					✓	

	4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan							✓	
	5. Tabel, gambar, grafik, atau sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca							✓	
III	BAHASA								
	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku							✓	
	2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami						✓		
	3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda							✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN DARI VALIDATOR

1) Petunjuk pengerjaan soal: penulisan diakhiri dg tanda seru (!)

2) Stem soal isian diakhiri dg empat titik (....)


.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan lembar tes kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

1. Layak untuk uji coba tanpa revisi
- ② 2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 30-1-2019

Validator


(Yulman Wigatmo, M.G.)
NIP 19680712 199303 1004

LEMBAR VALIDASI SOAL *PRETEST*

KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester 1
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : *Sn Maesani kn*
Hari/Tanggal : *11 September 2018*

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Soal *Pretest* kemampuan berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai instrumen tes kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	ISI						
	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif					✓	
	2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian					✓	
	3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran					✓	
	4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai				✓		
	5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban					✓	
II	KONSTRUKSI						
	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas				✓		
	2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas				✓		
	3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya					✓	

	4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan						✓	
	5. Tabel, gambar, grafik, atau sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca						✓	
III	BAHASA							
	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku						✓	
	2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami						✓	
	3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda						✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN DARI VALIDATOR

.....

.....

.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan lembar *pretest* kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

- ① Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, *11 September 2018*

Validator

SUB
(..... *M. ae. S. at. Ma. KEN*)
NIP *19620120 198703 2 003*

LEMBAR VALIDASI SOAL *POSTEST*
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester I
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : Yusman Niyatmo, M.Si
Hari/Tanggal : Rabu / 30-1-2019

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Soal *Posttest* kemampuan berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai instrumen tes kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	ISI						
	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif					✓	
	2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian					✓	
	3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran					✓	
	4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai					✓	
	5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban					✓	
II	KONSTRUKSI						
	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas					✓	
	2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas					✓	
	3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya					✓	

	4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan							✓	
	5. Tabel, gambar, grafik, atau sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca							✓	
III	BAHASA								
	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku						✓		
	2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami							✓	
	3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda							✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN DARI VALIDATOR

- 1) Pendirian kalimat perintah pada petunjuk pengerjaan soal diakhiri dengan tanda seru.
- 2) Kalimat pada pokok soal (Stem) isian diakhiri dengan 4 titik (....)

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan lembar tes kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

1. Layak untuk uji coba tanpa revisi
- ② 2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 30-1-2019

Validator

(Yushman Wijatmo, M.G.)

NIP 19680712 199303 1004

LEMBAR VALIDASI SOAL *POSTEST*
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Vektor
Sasaran Program : Siswa Kelas X MIPA Semester 1
Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
Penyusun : Oki Adi Yuliana
Validator : *Sn. Maesarni, K.N.*
Hari/Tanggal : *Selasa, 11 September 2018*

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument tes ini adalah untuk mengukur kevalidan Soal *Posttest* kemampuan berpikir kreatif dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR)

B. PETUNJUK

Petunjuk pengisian lembar validasi instrumen tes kemampuan berpikir kreatif ini adalah sebagai berikut.

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai instrumen tes kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan untuk mata pelajaran fisika SMA.
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan dengan menggunakan kriteria:
5 = sangat baik
4 = baik
3 = cukup baik
2 = kurang baik
1 = tidak baik
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan cara memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia pada tabel.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan saran perbaikan. Komentar dan saran mohon dituliskan secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
I	ISI						
	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif					✓	
	2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian					✓	
	3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran					✓	
	4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai					✓	
	5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban					✓	
II	KONSTRUKSI						
	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas				✓		
	2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas					✓	
	3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya					✓	

	4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan								✓	
	5. Tabel, gambar, grafik, atau sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca								✓	
III	BAHASA									
	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku								✓	
	2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami								✓	
	3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda								✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN DARI VALIDATOR

.....

.....

.....

Berdasarkan penilaian di atas, hasil validasi kelayakan lembar *posttest* kemampuan berpikir kreatif tersebut dinyatakan (mohon lingkari nomor yang dipilih sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu):

- ①. Layak untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak diujicobakan

Yogyakarta, 11 September 2018

Validator



(Sri Mae Sarni LN.....)

NIP 196209201987032003

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**

Materi Pokok : Vektor
 Sasaran : Peserta Didik SMA Kelas X Semester I
 Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
 Peneliti : Oki Adi Yuliana
 Pertemuan ke- : Satu
 Observer : Husnatul Hamidlyah
 Tanggal : Selasa, 25 September 2018

Petunjuk:

1. Lembar observasi ini diisi oleh Saudara/i sebagai observer.
2. Lembar observasi ini disusun untuk memperoleh keterlaksanaan pembelajaran dari Saudara/i sebagai observer.
3. Saudara/i dimohon untuk memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom penilaian keterlaksanaan sesuai dengan pendapat Saudara/i.

Sintak Model IBMR	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Kegiatan Peserta Didik	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak		Ya	Tidak
Pendahuluan						
	Membuka mata pelajaran dengan salam dan	✓		Menjawab salam dan berdoa bersama		✓

	mempersilahkan ketua kelas memimpin doa bersama	✓			✓
	Mengkondisikan kelas agar peserta didik siap mengikuti pembelajaran	✓			✓
	Mengecek kehadiran Peserta didik	✓			✓
Kegiatan Inti					
Fase 1 Orientasi Peserta didik pada fenomena dan penggunaan multi representasi	Menyajikan contoh fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	✓		Memperhatikan dan mendengarkan guru	✓
	Membimbing peserta didik mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	✓		Mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	✓
	Meminta peserta didik untuk menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi	✓		Menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi	✓
	Menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		Memperhatikan dan mendengarkan guru	✓
Fase 2 Merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah	Membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang	✓		Membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang	✓
	Membagikan LKPD pada masing-masing kelompok peserta didik	✓		Menerima LKPD pada masing-masing kelompok	✓

	Memberikan arahan kepada peserta didik mengenai LKPD yang diberikan	✓		Mendengarkan arahan dari guru	✓	
Fase 3 Menyajikan konsep fisika dengan multi representasi verbal, gambar, grafik, dan matematika	Membimbing peserta didik dalam mendiskusikan LKPD yang telah diberikan bersama teman sekelompoknya	✓		Mendiskusikan serta menganalisis bersama teman sekelompoknya terkait LKPD yang diberikan	✓	
	Membimbing peserta didik untuk menyajikan konsep fisika dengan multi representasi	✓		Menyajikan atau menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD	✓	
	Memberikan masalah terkait konsep yang telah direpresentasikan	✓		Memperhatikan guru	✓	
	Membimbing peserta didik dalam pemecahan masalah dengan multi representasi	✓		Berdiskusi dengan teman sekelompoknya dalam pemecahan masalah dengan multirepresentasi berdasarkan bimbingan dan arahan guru	✓	
Fase 4 Menerapkan multi representasi konsep Fisika dalam pemecahan masalah	Menginstruksikan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya dengan multi representasi	✓		Mempresentasikan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan multirepresentasi	✓	
	Membantu peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi dengan multi representasi	✓		Melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan menggunakan multirepresentasi	✓	
Fase 5 Mengkomunikasikan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi						

Penutup						
	Mengapresiasi sikap peserta didik, rasa ingin tahu, toleran, dan percaya diri dalam diskusi	✓		Mendengarkan guru	✓	
	Bersama peserta didik menyimpulkan materi yang telah dipelajari	✓		Menyimpulkan materi yang telah dipelajari	✓	
	Menginformasikan kepada peserta didik akan diadakannya <i>posttest</i> pada pertemuan selanjutnya	✓		Mendengarkan informasi yang diberikan oleh guru	✓	
	Menutup pembelajaran dengan doa dan salam penutup	✓		Berdoa dan menjawab salam dari guru	✓	

LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Materi Pokok : Vektor
 Sasaran : Peserta Didik SMA Kelas X Semester I
 Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA
 Peneliti : Oki Adi Yuliana
 Pertemuan ke- : Satu
 Observer : *Febyanawati Nur Safitri*
 Tanggal : *Selasa, 25 September 2018*

Petunjuk:

1. Lembar observasi ini diisi oleh Saudara/i sebagai observer.
2. Lembar observasi ini disusun untuk memperoleh keterlaksanaan pembelajaran dari Saudara/i sebagai observer.
3. Saudara/i dimohon untuk memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom penilaian keterlaksanaan sesuai dengan pendapat Saudara/i.

Sintak Model IBMR	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Kegiatan Peserta Didik	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak		Ya	Tidak
Pendahuluan						
	Membuka mata pelajaran dengan salam dan	✓		Menjawab salam dan berdoa bersama	✓	

	mempersilahkan ketua kelas memimpin doa bersama	✓			✓	
	Mengkondisikan kelas agar peserta didik siap mengikuti pembelajaran	✓			Memperhatikan diri untuk mengikuti proses kegiatan pembelajaran	✓
	Mengecek kehadiran Peserta didik	✓			Memperhatikan dan mendengarkan guru	✓
Kegiatan Inti						
Fase 1 Orientasi Peserta didik pada fenomena dan penggunaan multi representasi	Menyajikan contoh fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	✓			Memperhatikan dan mendengarkan guru	✓
	Membimbing peserta didik mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	✓			Mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	✓
	Meminta peserta didik untuk menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi	✓			Menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi	✓
	Menyampaikan tujuan pembelajaran	✓			Memperhatikan dan mendengarkan guru	✓
Fase 2 Merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah	Membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang	✓			Membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang	✓
	Membagikan LKPD pada masing-masing kelompok peserta didik	✓			Menerima LKPD pada masing-masing kelompok	✓

	Memberikan arahan kepada peserta didik mengenai LKPD yang diberikan	✓		Mendengarkan arahan dari guru	✓	
Fase 3 Menyajikan konsep fisika dengan multi representasi verbal, gambar, grafik, dan matematika	Membimbing peserta didik dalam mendiskusikan LKPD yang telah diberikan bersama teman sekelompoknya	✓		Mendiskusikan serta menganalisis bersama teman sekelompoknya terkait LKPD yang diberikan	✓	
	Membimbing peserta didik untuk menyajikan konsep fisika dengan multi representasi	✓		Menyajikan atau menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD	✓	
	Memberikan masalah terkait konsep yang telah direpresentasikan	✓		Memperhatikan guru	✓	
Fase 4 Menerapkan multi representasi konsep Fisika dalam pemecahan masalah	Membimbing peserta didik dalam pemecahan masalah dengan multi representasi	✓		Berdiskusi dengan teman sekelompoknya dalam pemecahan masalah dengan multirepresentasi berdasarkan bimbingan dan arahan guru	✓	
	Menginstruksikan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya dengan multi representasi	✓		Mempresentasikan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan multirepresentasi	✓	
Fase 5 Mengkomunikasikan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi	Membantu peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi dengan multi representasi	✓		Melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan menggunakan multirepresentasi	✓	

Penutup						
	Mengapresiasi sikap peserta didik, rasa ingin tahu, toleran, dan percaya diri dalam diskusi	✓		Mendengarkan guru	✓	
	Bersama peserta didik menyimpulkan materi yang telah dipelajari	✓		Menyimpulkan materi yang telah dipelajari	✓	
	Menginformasikan kepada peserta didik akan diadakannya <i>posttest</i> pada pertemuan selanjutnya	✓		Mendengarkan informasi yang diberikan oleh guru	✓	
	Menutup pembelajaran dengan doa dan salam penutup	✓		Berdoa dan menjawab salam dari guru	✓	

Lampiran II.7

Lembar Penilaian Presentasi Kelompok

No	Elemen yang dinilai	Kriteria Penilaian	Skor	Skor Maksimal
1	Pelaksanaan presentasi	Memulai presentasi dengan menyapa, menggunakan bahasa yang benar dan jelas	2	2
		Memulai presentasi tidak menyapa, menggunakan bahasa yang kurang benar dan jelas	1	
2	Penyajian materi/jawaban	Menyajikan materi/jawaban dengan jelas, lengkap, terstruktur dan menggunakan bahasa yang benar	2	1
		Menyajikan materi/jawaban dengan kurang jelas, lengkap, terstruktur dan menggunakan bahasa kurang yang benar	1	
3	Waktu	Memberikan waktu pada audien untuk bertanya, tidak membatasi pertanyaan dan menerima pertanyaan dari audien	2	2
		Memberikan waktu pada audien untuk bertanya, membatasi pertanyaan dan menerima pertanyaan dari audien	1	
4	Kerja sama	Bekerja sama dalam menjawab pertanyaan audien, merespon pertanyaan dari audien dengan baik, benar dan jelas	2	2
		Bekerja sama dalam menjawab pertanyaan audien, tidak merespon pertanyaan dari audien dengan baik, benar dan jelas	1	
5	Kesempatan pada audien	Memberikan kesempatan audien menanggapi jawaban, memberikan masukan dan merespon tanggapan dari audien	2	1
		Tidak memberikan kesempatan audien menanggapi jawaban, memberikan masukan dan merespon tanggapan dari audien	1	

No	Elemen yang dinilai	Kriteria Penilaian	Skor	Skor Maksimal
6	Kesimpulan materi	Menyimpulkan materi presentasi dengan jelas dan mencakup semua pertanyaan	2	2
		Menyimpulkan materi presentasi dengan jelas dan tidak mencakup semua pertanyaan	1	
7	Menutup presentasi	Menutup presentasi dengan bahasa yang baik, benar dan jelas	2	2
		Menutup presentasi dengan bahasa yang tidak baik, benar dan jelas	1	
Total Skor				

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Peserta Didik}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{12}{14} \times 100 = 85,71$$

Yogyakarta, 25 September 2018

Observer



(Husnatul Hamidiyah)

Lembar Penilaian Presentasi Kelompok

No	Elemen yang dinilai	Kriteria Penilaian	Skor	Skor Maksimal
1	Pelaksanaan presentasi	Memulai presentasi dengan menyapa, menggunakan bahasa yang benar dan jelas	2	2
		Memulai presentasi tidak menyapa, menggunakan bahasa yang kurang benar dan jelas	1	
2	Penyajian materi/jawaban	Menyajikan materi/jawaban dengan jelas, lengkap, terstruktur dan menggunakan bahasa yang benar	2	2
		Menyajikan materi/jawaban dengan kurang jelas, lengkap, terstruktur dan menggunakan bahasa kurang yang benar	1	
3	Waktu	Memberikan waktu pada audien untuk bertanya, tidak membatasi pertanyaan dan menerima pertanyaan dari audien	2	2
		Memberikan waktu pada audien untuk bertanya, membatasi pertanyaan dan menerima pertanyaan dari audien	1	
4	Kerja sama	Bekerja sama dalam menjawab pertanyaan audien, merespon pertanyaan dari audien dengan baik, benar dan jelas	2	2
		Bekerja sama dalam menjawab pertanyaan audien, tidak merespon pertanyaan dari audien dengan baik, benar dan jelas	1	
5	Kesempatan pada audien	Memberikan kesempatan audien menanggapi jawaban, memberikan masukan dan merespon tanggapan dari audien	2	1
		Tidak memberikan kesempatan audien menanggapi jawaban, memberikan masukan dan merespon tanggapan dari audien	1	

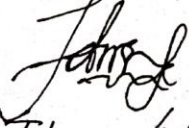
No	Elemen yang dinilai	Kriteria Penilaian	Skor	Skor Maksimal
6	Kesimpulan materi	Menyimpulkan materi presentasi dengan jelas dan mencakup semua pertanyaan	2	2
		Menyimpulkan materi presentasi dengan jelas dan tidak mencakup semua pertanyaan	1	
7	Menutup presentasi	Menutup presentasi dengan bahasa yang baik, benar dan jelas	2	2
		Menutup presentasi dengan bahasa yang tidak baik, benar dan jelas	1	
Totak Skor				

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Peserta Didik}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{13}{14} \times 100 = 92,85$$

Yogyakarta, 11 September 2018

Observer


(Febyonawati Nur.S.)

PRETEST KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika

Materi Pokok : Vektor

Nomor Presensi :

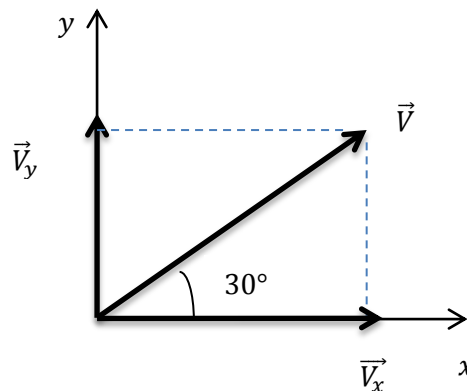
Kelas/Semester :/.....

Waktu : 45 menit

Petunjuk

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal
2. Tulislah nama, kelas, dan nomor presensi pada lembar jawaban yang disediakan
3. Kerjakan semua soal sesuai dengan langkah-langkahnya secara runtut dan jelas pada lembar jawab
4. Selesaikan lebih dahulu soal-soal yang kamu anggap mudah

1. Jika besar vektor $\vec{V} = 4$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah

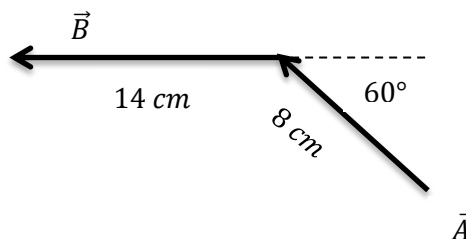


2. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini:

$$\vec{A} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$$

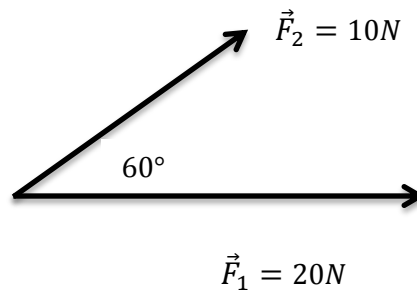
$$\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$$

3. Seekor semut melakukan perpindahan dari posisi \vec{A} ke \vec{B} seperti gambar di bawah ini



Besarnya perpindahan semut tersebut adalah

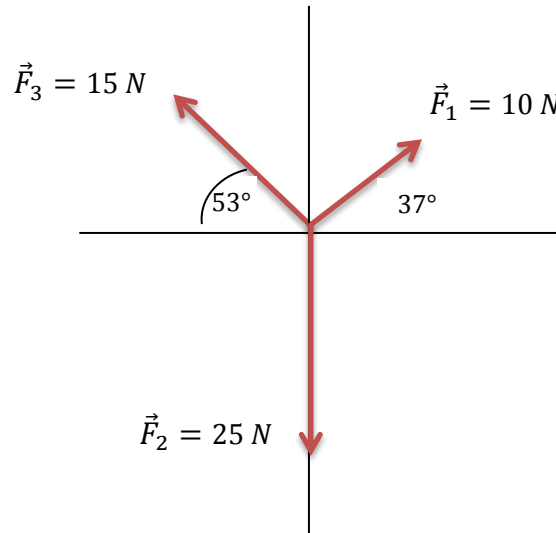
4. Dua buah vektor masing-masing $\vec{F}_1 = 20$ Newton dan $\vec{F}_2 = 10$ Newton mengapit sudut 60°



Tentukan resultan kedua vektor!

5. Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya!

6. Diberikan 3 buah vektor $\vec{F}_1=10\text{ N}$, $\vec{F}_2=25\text{ N}$ dan $\vec{F}_3=15\text{ N}$ seperti gambar berikut.



Tentukan:

a. Resultan ketiga vektor

b. Arah resultan terhadap sumbu X

[$\sin 53^\circ = (4/5)$, $\cos 53^\circ = (3/5)$, $\tan 53^\circ = (4/3)$]

POSTTEST KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Mata Pelajaran : Fisika

Materi Pokok : Vektor

Nomor Presensi :

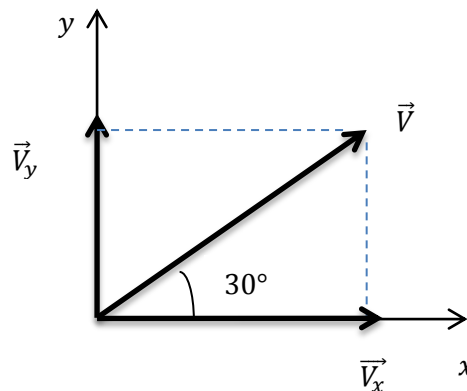
Kelas/Semester :/.....

Waktu : 45 menit

Petunjuk

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal
2. Tulislah nama, kelas, dan nomor presensi pada lembar jawaban yang disediakan
3. Kerjakan semua soal sesuai dengan langkah-langkahnya secara runtut dan jelas pada lembar jawab
4. Selesaikan lebih dahulu soal-soal yang kamu anggap mudah

1. Jika besar vektor $\vec{V} = 8$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah

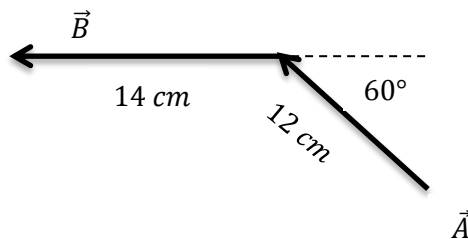


2. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini:

$$\vec{A} = 2\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$$

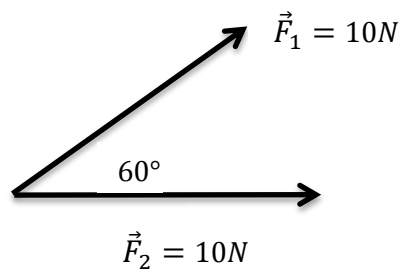
$$\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 1\hat{k}$$

3. Seekor semut melakukan perpindahan dari posisi \vec{A} ke \vec{B} seperti gambar di bawah ini



Besarnya perpindahan semut tersebut adalah

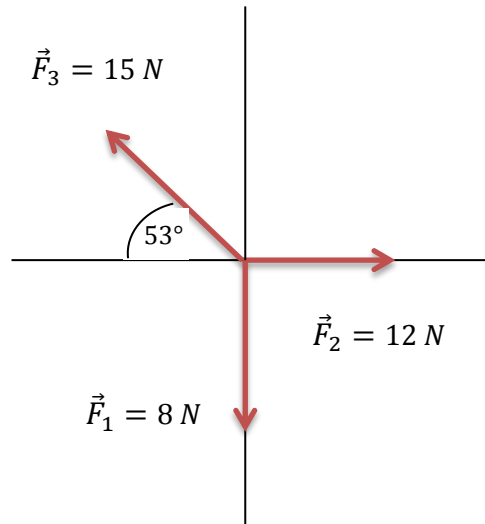
4. Dua buah vektor masing-masing $\vec{F}_1 = 10$ Newton dan $\vec{F}_2 = 10$ Newton mengapit sudut 60°



Tentukan resultan kedua vektor!

5. Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya!

6. Diberikan 3 buah vektor $\vec{F}_1 = 8 \text{ N}$, $\vec{F}_2 = 12 \text{ N}$ dan $\vec{F}_3 = 15 \text{ N}$ seperti gambar berikut.



Tentukan:

- Resultan ketiga vektor
- Arah resultan terhadap sumbu X

[$\sin 53^\circ = (4/5)$, $\cos 53^\circ = (3/5)$, $\tan 53^\circ = (4/3)$]

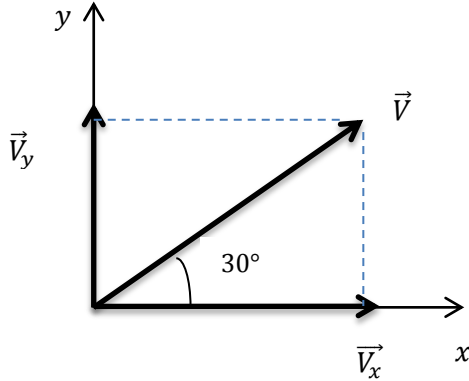
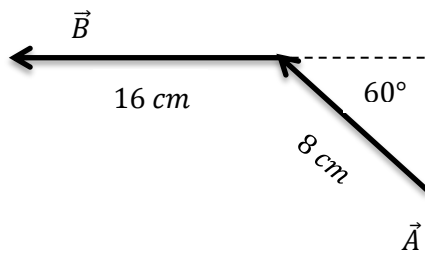
Lampiran II.10

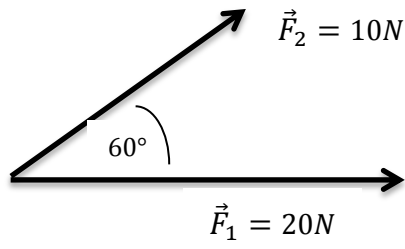
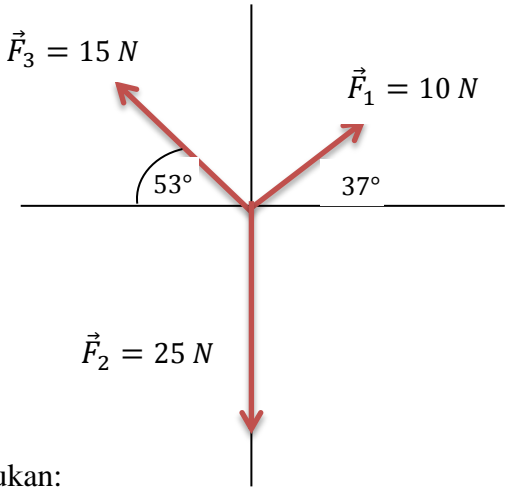
1. Kisi-kisi Soal *Pretest*

Indikator	Materi Pembelajaran	Indikator Soal	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	No Soal
Kemampuan untuk memcetuskan banyak ide dalam menyelesaikan masalah	Vektor	Disajikan gambar satu vektor gaya. Peserta didik dapat menghitung komponen vektor terhadap sumbu-x dan sumbu-y dengan benar	Tes tulis	Uraian	1
Menyelesaikan masalah dengan jawaban yang tepat	Vektor	Disajikan dua buah vektor, peserta didik dapat menghitung nilai hasil perkalian titik dan perkalian silang dua vektor dengan benar	Tes tulis	Uraian	2
Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita, atau masalah	Vektor	Disajikan data dan gambar, peserta didik dapat menghitung nilai vektor perpindahan dengan benar	Tes tulis	Uraian	3
Jika diberi suatu masalah biasanya memikirkan bermacam cara yang berbeda untuk menyelesaikannya	Vektor	Peserta didik dapat menghitung resultan dua vektor gaya yang membentuk sudut dengan benar	Tes tulis	Uraian	4
Memikirkan masalah-masalah yang tidak pernah terpikirkan oleh orang lain	Vektor	Peserta didik dapat menyebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari dengan benar	Tes tulis	Uraian	5

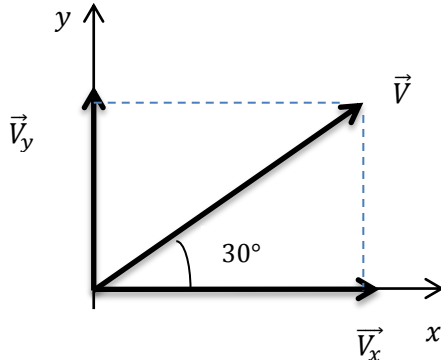
Menunjukkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan langkah-langkah yang terperinci	Vektor	Disajikan tiga vektor, peserta didik mampu menentukan resultan dan arah resultan ketiga vektor dengan benar	Tes tulis	Uraian	6
--	--------	---	-----------	--------	---

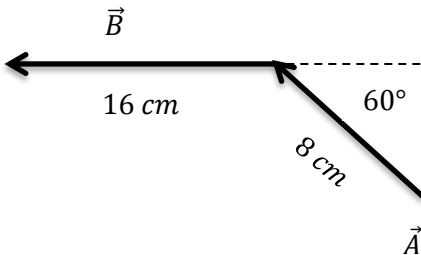
2. Rumusan Soal *Pretest*

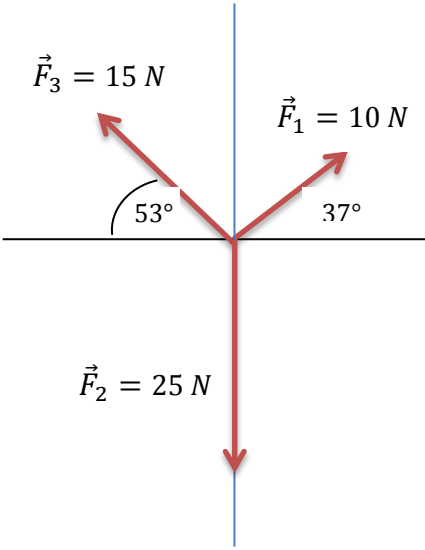
Indikator Soal	HOTS/LOTS	Rumusan Soal
1. Disajikan gambar satu vektor gaya. Peserta didik dapat menghitung komponen vektor terhadap sumbu-x dan sumbu-y dengan benar	LOTS	<p>1. Jika besar vektor $\vec{V} = 4$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah</p> 
2. Disajikan dua buah vektor, peserta didik dapat menghitung nilai hasil perkalian titik dan perkalian silang dua vektor dengan benar	LOTS	<p>2. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini:</p> $\vec{A} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$
3. Disajikan data dan gambar, peserta didik dapat menghitung nilai vektor perpindahan dengan benar	HOTS	<p>3. Seekor semut melakukan perpindahan dari posisi \vec{A} ke \vec{B} seperti gambar di bawah ini</p>  <p>Besarnya perpindahan semut tersebut adalah....</p>

<p>4. Peserta didik dapat menghitung resultan dua vektor gaya yang membentuk sudut dengan benar</p>	<p>HOTS</p>	<p>4. Dua buah vektor masing-masing $\vec{F}_1 = 20$ Newton dan $\vec{F}_2 = 10$ Newton mengapit sudut 60°</p>  <p>Tentukan resultan kedua vektor!</p>
<p>5. Peserta didik dapat menyebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari dengan benar</p>	<p>LOTS</p>	<p>5. Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya!</p>
<p>6. Disajikan tiga vektor, peserta didik mampu menentukan resultan dan arah resultan ketiga vektor dengan benar</p>	<p>HOTS</p>	<p>6. Diberikan 3 buah vektor $\vec{F}_1=10$ N, $\vec{F}_2=25$ N dan $\vec{F}_3=15$ N seperti gambar berikut.</p>  <p>Tentukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultan ketiga vektor Arah resultan terhadap sumbu X <p>[Sin $53^\circ = (4/5)$, Cos $53^\circ = (3/5)$, Tan $53^\circ = (4/3)$]</p>

3. Pedoman Penskoran Penilaian Pengetahuan *Pretest*

Soal	Jawaban	Skor
<p>1. Jika besar vektor $\vec{V} = 4$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah</p> 	<p>Diketahui :</p> $\vec{V} = 4 \text{ satuan}$ $\theta = 30^\circ$ <p>Ditanya :</p> <p>a. $V_x = \dots?$</p> <p>b. $V_y = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> <p>a. $V_x = V \cos \theta$ $V_x = 4 \cos 30^\circ$ $V_x = 4 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3}$ $V_x = 2\sqrt{3} \text{ satuan}$</p> <p>b. $V_y = V \sin \theta$ $V_y = 4 \sin 30^\circ$ $V_y = 4 \cdot \frac{1}{2}$ $V_y = 2 \text{ satuan}$</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
<p>2. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini:</p> $\vec{A} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$	<p>Diketahui :</p> $\vec{A} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$ <p>Ditanya :</p> <p>a. $\vec{A} \cdot \vec{B} = \dots?$</p> <p>b. $\vec{A} \times \vec{B} = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> <p>a. $\vec{A} \cdot \vec{B} = (3\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}) \cdot (\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k})$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = (3\hat{i} \cdot \hat{i}) + (3\hat{i} \cdot -2\hat{j}) + (3\hat{i} \cdot 3\hat{k})$ $+ (-2\hat{j} \cdot \hat{i}) + (-2\hat{j} \cdot -2\hat{j})$ $+ (-2\hat{j} \cdot 3\hat{k}) + (2\hat{k} \cdot \hat{i})$ $+ (2\hat{k} \cdot -2\hat{j}) + (2\hat{k} \cdot 3\hat{k})$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = (3 \cdot 1) + (-2 \cdot -2) + (2 \cdot 3)$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = 3 + 4 + 6$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = 13 \text{ satuan}$</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

	<p>b.</p> <table><tr><td></td><td>\hat{i}</td><td>\hat{j}</td><td>\hat{k}</td></tr><tr><td>A</td><td>3</td><td>-2</td><td>2</td></tr><tr><td>B</td><td>1</td><td>-2</td><td>3</td></tr></table> $\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}((-2.3) - (-2.2)) - \hat{j}((3.3) - (1.2)) + \hat{k}((3.-2) - (1.-2))$ $\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}((-6) - (-4)) - \hat{j}(9 - 2) + \hat{k}((-6) - (-2))$ $\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}(-2) - \hat{j}(7) + \hat{k}(-4)$ $\vec{A} \times \vec{B} = -2\hat{i} - 7\hat{j} - 4\hat{k}$		\hat{i}	\hat{j}	\hat{k}	A	3	-2	2	B	1	-2	3	<p>2</p> <p>2</p>
	\hat{i}	\hat{j}	\hat{k}											
A	3	-2	2											
B	1	-2	3											
<p>3. Seekor semut melakukan perpindahan dari posisi A ke B seperti gambar di bawah ini</p>  <p>Besarnya perpindahan semut tersebut adalah</p>	<p>Diketahui :</p> $\vec{A} = 8 \text{ cm}$ $\vec{B} = 16 \text{ cm}$ <p>Ditanya :</p> $R = \dots ?$ <p>Jawab :</p> <p>Sumbu x</p> $x = \vec{B} + \vec{A} \cos 60^\circ$ $x = (16 + 8 \cos 60^\circ) \text{ cm}$ $x = \left(16 + 8 \cdot \frac{1}{2}\right) \text{ cm}$ $x = (16 + 4) \text{ cm}$ $x = (16 + 4) \text{ cm}$ $x = 20 \text{ cm}$ <p>Sumbu y</p> $y = \vec{A} \sin 60^\circ$ $y = (8 \sin 60^\circ) \text{ cm}$ $y = \left(8 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3}\right) \text{ cm}$ $y = 2\sqrt{3} \text{ cm}$ $R = \sqrt{x^2 + y^2}$ $R = \sqrt{20^2 + 2\sqrt{3}^2}$ $R = \sqrt{400 + 12}$	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>												

	<p>layang yang sedang terbang tidak lurus terhadap orang yang memegang tali layangan.</p> <p>5. Seorang pilot pada pesawat terbang menggunakan komputer navigasi yang dihubungkan dengan cara vektor, sehingga seorang pilot yang mengemudi tidak salah arah atau berpindah di tempat yang tidak diinginkan</p> <p>6. Pesawat terbang yang ingin terbang dan mendarat menggunakan metode vektor, sehingga ketika turun tidak langsung jatuh kebawah, tapi melalui arah vektor yang disesuaikan.</p>																
<p>6. Diberikan 3 buah vektor $F_1 = 10\text{ N}$, $F_2 = 25\text{ N}$ dan $F_3 = 15\text{ N}$ seperti gambar berikut.</p>  <p>Tentukan:</p> <p>a. Resultan ketiga vektor</p> <p>b. Arah resultan terhadap sumbu X $[\sin 37^\circ = (3/5), \sin 53^\circ = (4/5)]$ $[\cos 37^\circ = (4/5), \cos 53^\circ = (3/5)]$</p>	<p>Diketahui :</p> $\vec{F}_1 = 10\text{ N}$ $\vec{F}_2 = 25\text{ N}$ $\vec{F}_3 = 15\text{ N}$ <p>Ditanya :</p> <p>a. $R = \dots ?$</p> <p>b. $\theta = \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <table border="1" data-bbox="862 1257 1377 1738"> <thead> <tr> <th>F</th><th>x</th><th>y</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F_1</td><td> $= F_1 \cos 37^\circ$ $= 10(\frac{4}{5})$ $= 8\text{ N}$ </td><td> $= F_1 \sin 37^\circ$ $= 10(\frac{3}{5})$ $= 6\text{ N}$ </td></tr> <tr> <td>F_2</td><td>0 N</td><td>-25 N</td></tr> <tr> <td>F_3</td><td> $= -F_3 \cos 53^\circ$ $= -15(\frac{3}{5})$ $= -9\text{ N}$ </td><td> $= F_3 \sin 53^\circ$ $= 15(\frac{4}{5})$ $= 12\text{ N}$ </td></tr> <tr> <td>$\sum F$</td><td> $\sum F_x$ $= -1\text{ N}$ </td><td> $\sum F_y$ $= -7\text{ N}$ </td></tr> </tbody> </table> <p>a. $R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$</p>	F	x	y	F_1	$= F_1 \cos 37^\circ$ $= 10(\frac{4}{5})$ $= 8\text{ N}$	$= F_1 \sin 37^\circ$ $= 10(\frac{3}{5})$ $= 6\text{ N}$	F_2	0 N	-25 N	F_3	$= -F_3 \cos 53^\circ$ $= -15(\frac{3}{5})$ $= -9\text{ N}$	$= F_3 \sin 53^\circ$ $= 15(\frac{4}{5})$ $= 12\text{ N}$	$\sum F$	$\sum F_x$ $= -1\text{ N}$	$\sum F_y$ $= -7\text{ N}$	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
F	x	y															
F_1	$= F_1 \cos 37^\circ$ $= 10(\frac{4}{5})$ $= 8\text{ N}$	$= F_1 \sin 37^\circ$ $= 10(\frac{3}{5})$ $= 6\text{ N}$															
F_2	0 N	-25 N															
F_3	$= -F_3 \cos 53^\circ$ $= -15(\frac{3}{5})$ $= -9\text{ N}$	$= F_3 \sin 53^\circ$ $= 15(\frac{4}{5})$ $= 12\text{ N}$															
$\sum F$	$\sum F_x$ $= -1\text{ N}$	$\sum F_y$ $= -7\text{ N}$															

	$R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$ $R = \sqrt{(-1)^2 + (-7)^2}$ $R = \sqrt{1 + 49}$ $R = \sqrt{50}$ $R = 5\sqrt{2} \text{ N}$	2
	$\text{b. } \tan \theta = \frac{\sum F_y}{\sum F_x}$ $\tan \theta = \frac{-7}{-1}$ $\theta = \arctan 7$ $\theta = 81,87^\circ$	2

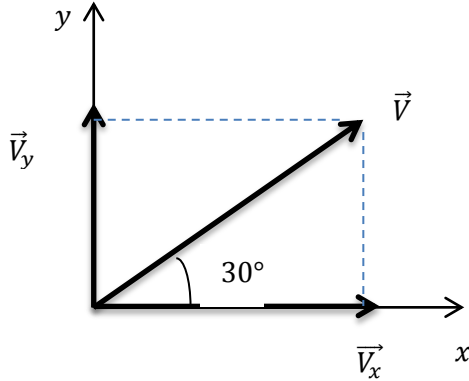
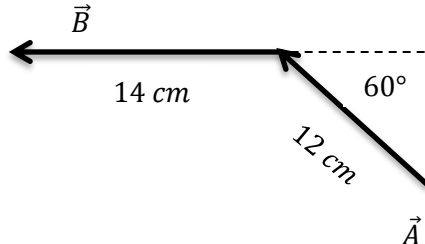
Lampiran II.11

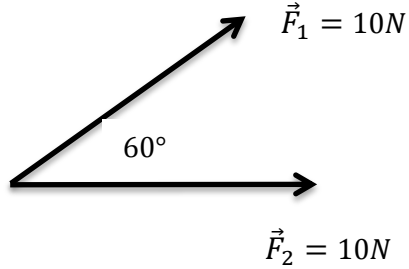
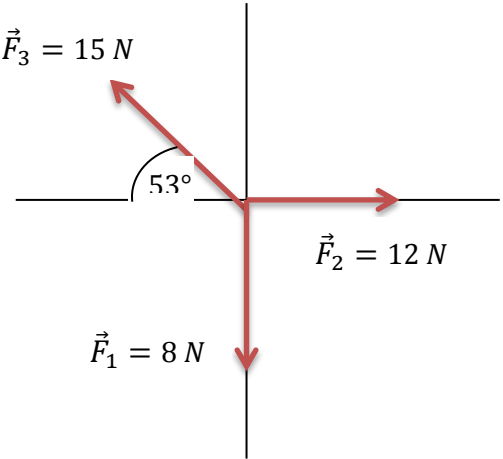
1. Kisi-kisi Soal

Indikator	Materi Pembelajaran	Indikator Soal	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	No Soal
Kemampuan untuk memcetuskan banyak ide dalam menyelesaikan masalah	Vektor	Disajikan gambar satu vektor gaya. Peserta didik dapat menghitung komponen vektor terhadap sumbu-x dan sumbu-y dengan benar	Tes tulis	Uraian	1
Menyelesaikan masalah dengan jawaban yang tepat	Vektor	Disajikan dua buah vektor, peserta didik dapat menghitung nilai hasil perkalian titik dan perkalian silang dua vektor dengan benar	Tes tulis	Uraian	2
Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita, atau masalah	Vektor	Disajikan data dan gambar, peserta didik dapat menghitung nilai vektor perpindahan dengan benar	Tes tulis	Uraian	3
Jika diberi suatu masalah biasanya memikirkan bermacam cara yang berbeda untuk menyelesaikannya	Vektor	Peserta didik dapat menghitung resultan dua vektor gaya yang membentuk sudut dengan benar	Tes tulis	Uraian	4
Memikirkan masalah-masalah yang tidak pernah terpikirkan oleh orang lain	Vektor	Peserta didik dapat menyebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari dengan benar	Tes tulis	Uraian	5

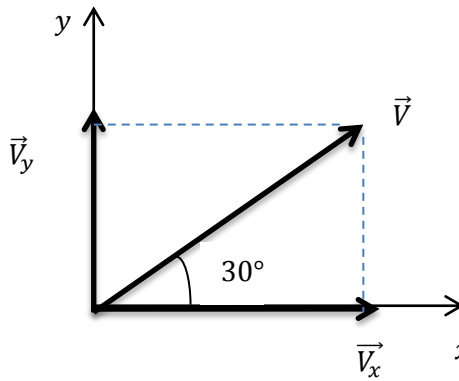
Menunjukkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan langkah-langkah yang terperinci	Vektor	Disajikan tiga vektor, peserta didik mampu menentukan resultan dan arah resultan ketiga vektor dengan benar	Tes tulis	Uraian	6
--	--------	---	-----------	--------	---

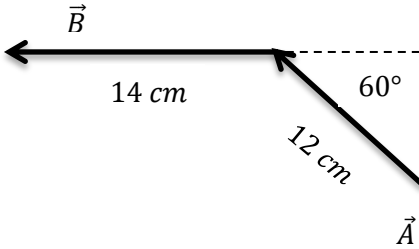
2. Rumusan Soal

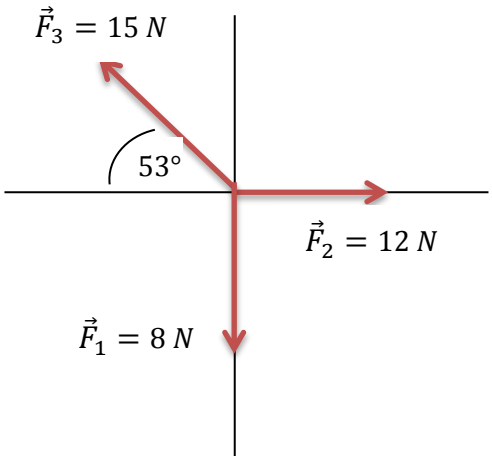
Indikator Soal	HOTS/LOTS	Rumusan Soal
1. Disajikan gambar satu vektor gaya. Peserta didik dapat menghitung komponen vektor terhadap sumbu-x dan sumbu-y dengan benar	LOTS	<p>1. Jika besar vektor $\vec{V} = 8$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah</p> 
2. Disajikan dua buah vektor, peserta didik dapat menghitung nilai hasil perkalian titik dan perkalian silang dua vektor dengan benar	LOTS	<p>2. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini:</p> $\vec{A} = 2\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 1\hat{k}$
3. Disajikan data dan gambar, peserta didik dapat menghitung nilai vektor perpindahan dengan benar	HOTS	<p>3. Seekor semut melakukan perpindahan dari posisi \vec{A} ke \vec{B} seperti gambar di bawah ini</p>  <p>Besarnya perpindahan semut tersebut adalah....</p>

<p>4. Peserta didik dapat menghitung resultan dua vektor gaya yang membentuk sudut dengan benar</p>	<p>HOTS</p>	<p>4. Dua buah vektor masing-masing $\vec{F}_1 = 10$ Newton dan $\vec{F}_2 = 10$ Newton mengapit sudut 60°</p>  <p>Tentukan resultan kedua vektor!</p>
<p>5. Peserta didik dapat menyebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari dengan benar</p>	<p>LOTS</p>	<p>5. Sebutkan contoh penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan alasannya!</p>
<p>6. Disajikan tiga vektor, peserta didik mampu menentukan resultan dan arah resultan ketiga vektor dengan benar</p>	<p>HOTS</p>	<p>6. Diberikan 3 buah vektor $\vec{F}_1 = 8$ N, $\vec{F}_2 = 12$ N dan $\vec{F}_3 = 15$ N seperti gambar berikut.</p>  <p>Tentukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultan ketiga vektor Arah resultan terhadap sumbu X <p>[Sin $53^\circ = (4/5)$, Cos $53^\circ = (3/5)$, Tan $53^\circ = (4/3)$]</p>

3. Pedoman Penskoran Penilaian Pengetahuan

Soal	Jawaban	Skor
<p>1. Jika besar vektor $\vec{V} = 8$ satuan, membentuk sudut 30° dengan sumbu x positif, maka besar vektor tersebut dalam sumbu x dan sumbu y adalah</p> 	<p>Diketahui :</p> $\vec{V} = 8 \text{ satuan}$ $\theta = 30^\circ$ <p>Ditanya :</p> <p>a. $V_x = \dots?$</p> <p>b. $V_y = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> <p>a. $V_x = V \cos \theta$ $V_x = 8 \cos 30^\circ$ $V_x = 8 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3}$ $V_x = 4\sqrt{3} \text{ satuan}$</p> <p>b. $V_y = V \sin \theta$ $V_y = 8 \sin 30^\circ$ $V_y = 8 \cdot \frac{1}{2}$ $V_y = 4 \text{ satuan}$</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
<p>2. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini:</p> $\vec{A} = 2\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 1\hat{k}$	<p>Diketahui :</p> $\vec{A} = 2\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 1\hat{k}$ <p>Ditanya :</p> <p>a. $\vec{A} \cdot \vec{B} = \dots?$</p> <p>b. $\vec{A} \times \vec{B} = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> <p>a. $\vec{A} \cdot \vec{B} = (2\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}) \cdot (3\hat{i} - 2\hat{j} + 1\hat{k})$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = (2\hat{i} \cdot 3\hat{i}) + (2\hat{i} \cdot -2\hat{j}) + (2\hat{i} \cdot 1\hat{k})$ $\quad + (-2\hat{j} \cdot 3\hat{i}) + (-2\hat{j} \cdot -2\hat{j})$ $\quad + (-2\hat{j} \cdot 1\hat{k}) + (2\hat{k} \cdot 3\hat{i})$ $\quad + (2\hat{k} \cdot -2\hat{j}) + (2\hat{k} \cdot 1\hat{k})$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = (2 \cdot 3) + (-2 \cdot -2) + (2 \cdot 1)$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = 6 + 4 + 2$ $\vec{A} \cdot \vec{B} = 12 \text{ satuan}$</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

	<p>b.</p> <table><tr><td></td><td>\hat{i}</td><td>\hat{j}</td><td>\hat{k}</td></tr><tr><td>A</td><td>2</td><td>-2</td><td>2</td></tr><tr><td>B</td><td>3</td><td>-2</td><td>1</td></tr></table> $\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}((-2.1) - (-2.2)) - \hat{j}((2.1) - (3.2)) + \hat{k}((2.-2) - (3.-2))$ $\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}((-2) - (-4)) - \hat{j}(2 - 6) + \hat{k}((-4) - (-6))$ $\vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}(2) - \hat{j}(-4) + \hat{k}(2)$ $\vec{A} \times \vec{B} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}$		\hat{i}	\hat{j}	\hat{k}	A	2	-2	2	B	3	-2	1	<p>2</p> <p>2</p>
	\hat{i}	\hat{j}	\hat{k}											
A	2	-2	2											
B	3	-2	1											
<p>3. Seekor semut melakukan perpindahan dari posisi A ke B seperti gambar di bawah ini</p>  <p>Besarnya perpindahan semut tersebut adalah</p>	<p>Diketahui :</p> $\vec{A} = 12 \text{ cm}$ $\vec{B} = 14 \text{ cm}$ <p>Ditanya :</p> $R = \dots ?$ <p>Jawab :</p> <p>Sumbu x</p> $x = \vec{B} + \vec{A} \cos 60^\circ$ $x = (14 + 12 \cos 60^\circ) \text{ cm}$ $x = \left(14 + 12 \cdot \frac{1}{2}\right) \text{ cm}$ $x = (14 + 6) \text{ cm}$ $x = (14 + 6) \text{ cm}$ $x = 20 \text{ cm}$ <p>Sumbu y</p> $y = \vec{A} \sin 60^\circ$ $y = (12 \sin 60^\circ) \text{ cm}$ $y = \left(12 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3}\right) \text{ cm}$ $y = 6\sqrt{3} \text{ cm}$ $R = \sqrt{x^2 + y^2}$ $R = \sqrt{20^2 + 6\sqrt{3}^2}$ $R = \sqrt{400 + 108}$	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>												

	<p>layang-layang yang sedang terbang tidak lurus terhadap orang yang memegang tali layangan.</p> <p>5. Seorang pilot pada pesawat terbang menggunakan komputer navigasi yang dihubungkan dengan cara vektor, sehingga seorang pilot yang mengemudi tidak salah arah atau berpindah di tempat yang tidak diinginkan</p> <p>6. Pesawat terbang yang ingin terbang dan mendarat menggunakan metode vektor, sehingga ketika turun tidak langsung jatuh kebawah, tapi melalui arah vektor yang disesuaikan.</p>																
<p>6. Diberikan 3 buah vektor $F_1 = 8 \text{ N}$, $F_2 = 12 \text{ N}$ dan $F_3 = 15 \text{ N}$ seperti gambar berikut.</p>  <p>Tentukan:</p> <p>a. Resultan ketiga vektor</p> <p>b. Arah resultan terhadap sumbu X</p> <p>[$\sin 53^\circ = (4/5)$, $\cos 53^\circ = (3/5)$, $\tan 53^\circ = (4/3)$]</p>	<p>Diketahui :</p> $\vec{F}_1 = 8 \text{ N}$ $\vec{F}_2 = 12 \text{ N}$ $\vec{F}_3 = 15 \text{ N}$ <p>Ditanya :</p> <p>a. $R = \dots ?$</p> <p>b. $\theta = \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>F</th><th>x</th><th>y</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F_1</td><td>0 N</td><td>-8 N</td></tr> <tr> <td>F_2</td><td>12 N</td><td>0 N</td></tr> <tr> <td>F_3</td><td>$= -F_3 \cos 53^\circ$ $= -15(\frac{3}{5})$ $= -9 \text{ N}$</td><td>$= F_3 \sin 53^\circ$ $= 15(\frac{4}{5})$ $= 12 \text{ N}$</td></tr> <tr> <td>$\sum F$</td><td>$\sum F_x = 3 \text{ N}$</td><td>$\sum F_y = 4 \text{ N}$</td></tr> </tbody> </table> <p>a. $R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$</p> $R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$ $R = \sqrt{3^2 + 4^2}$	F	x	y	F_1	0 N	-8 N	F_2	12 N	0 N	F_3	$= -F_3 \cos 53^\circ$ $= -15(\frac{3}{5})$ $= -9 \text{ N}$	$= F_3 \sin 53^\circ$ $= 15(\frac{4}{5})$ $= 12 \text{ N}$	$\sum F$	$\sum F_x = 3 \text{ N}$	$\sum F_y = 4 \text{ N}$	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
F	x	y															
F_1	0 N	-8 N															
F_2	12 N	0 N															
F_3	$= -F_3 \cos 53^\circ$ $= -15(\frac{3}{5})$ $= -9 \text{ N}$	$= F_3 \sin 53^\circ$ $= 15(\frac{4}{5})$ $= 12 \text{ N}$															
$\sum F$	$\sum F_x = 3 \text{ N}$	$\sum F_y = 4 \text{ N}$															

	$R = \sqrt{9 + 16}$ $R = \sqrt{25}$ $R = 5 \text{ N}$	2
	b. $\tan \theta = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$ $\tan \theta = \frac{4}{3}$ $\theta = \arctan \frac{4}{3}$ $\theta = 53^\circ$	2

LAMPIRAN III

Data dan Hasil Analisis

1. Analisis Kelayakan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
2. Analisis Keterlaksanaan RPP
3. Analisis Kelayakan Modul
4. Analisis Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
5. Analisis Validitas dan Reliabilitas Soal *Pretest*
6. Analisis Validitas dan Reliabilitas Soal *Posttest*
7. Analisis Tingkat Persetujuan Antar Validator
8. Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif

1. Analisis Kelayakan RPP

a. Penilaian oleh validator (validator ahli dan validator praktisi)

1) Penilaian RPP secara keseluruhan (Total Indikator 22)

Perhitungan skor rata-rata

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

$$\bar{x} = \frac{214}{2} = 107$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 22 = 110$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 22 = 22$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (110 + 22) = 66$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (110 - 22) = 14,67$$

Kriteria Penskoran

Interval skor	Kategori
$X > \bar{X}_l + 1,8 SBi$	Sangat Baik
$\bar{X}_l + 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_l + 1,8 SBi$	Baik
$\bar{X}_l - 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_l + 0,6 SBi$	Cukup
$\bar{X}_l - 1,8 SBi < X \leq \bar{X}_l - 0,6 SBi$	Kurang Baik
$X \leq \bar{X}_l - 1,8 SBi$	Sangat Kurang Baik

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 92,4$	Sangat Baik
$74,8 < X \leq 92,4$	Baik
$57,2 < X \leq 74,8$	Cukup
$39,6 < X \leq 57,2$	Kurang Baik
$X \leq 39,6$	Sangat Kurang Baik

2) Penilaian RPP per-kategori

a) Identitas mata pelajaran (Total indikator 1)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

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

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 1 = 5$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 1 = 1$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (5 + 1) = 3$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (5 - 1) = \frac{2}{3}$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 4,2$	Sangat Baik
$3,4 < X \leq 4,2$	Baik
$2,6 < X \leq 3,4$	Cukup
$1,8 < X \leq 2,6$	Kurang Baik
$X \leq 1,8$	Sangat Kurang Baik

b) Perumusan indikator (Total indikator 3)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{30}{2} = 15$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 3 = 15$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 3 = 3$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (15 + 3) = 9$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (15 - 3) = 2$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 12,6$	Sangat Baik
$10,2 < X \leq 12,6$	Baik
$7,8 < X \leq 10,2$	Cukup
$5,8 < X \leq 7,8$	Kurang Baik
$X \leq 5,8$	Sangat Kurang Baik

c) Pemilihan Materi Ajar (Total indikator 2)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{18}{2} = 9$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 2 = 10$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 2 = 2$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (10 - 2) = \frac{4}{3}$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 8,4$	Sangat Baik
$6,8 < X \leq 8,4$	Baik
$5,2 < X \leq 6,8$	Cukup
$3,6 < X \leq 5,2$	Kurang Baik
$X \leq 3,6$	Sangat Kurang Baik

d) Pemilihan Sumber Belajar (Total indikator 3)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{30}{2} = 15$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 3 = 15$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 3 = 3$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (15 + 3) = 9$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (15 - 3) = 2$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 12,6$	Sangat Baik
$10,2 < X \leq 12,6$	Baik
$7,8 < X \leq 10,2$	Cukup
$5,8 < X \leq 7,8$	Kurang Baik
$X \leq 5,8$	Sangat Kurang Baik

e) Pemilihan Media Pembelajaran (Total indikator 2)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{19}{2} = 9,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 2 = 10$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 2 = 2$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (10 - 2) = \frac{4}{3}$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 8,4$	Sangat Baik
$6,8 < X \leq 8,4$	Baik
$5,2 < X \leq 6,8$	Cukup
$3,6 < X \leq 5,2$	Kurang Baik
$X \leq 3,6$	Sangat Kurang Baik

f) Pemilihan Model Pembelajaran (Total indikator 1)**Perhitungan skor rata-rata penilai**

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

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

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 1 = 5$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 1 = 1$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (5 + 1) = 3$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (5 - 1) = \frac{2}{3}$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 4,2$	Sangat Baik
$3,4 < X \leq 4,2$	Baik
$2,6 < X \leq 3,4$	Cukup
$1,8 < X \leq 2,6$	Kurang Baik
$X \leq 1,8$	Sangat Kurang Baik

g) Isi yang Disajikan (Total indikator 5)**Perhitungan skor rata-rata penilai**

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

$$\bar{x} = \frac{49}{2} = 24,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 5 = 25$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 5 = 5$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (25 + 5) = 15$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (25 - 5) = 3,33$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 21$	Sangat Baik
$17 < X \leq 21$	Baik
$13,0 < X \leq 17$	Cukup
$9 < X \leq 13,0$	Kurang Baik
$X \leq 9$	Sangat Kurang Baik

h) Bahasa (Total indikator 3)**Perhitungan skor rata-rata penilai**

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

$$\bar{x} = \frac{28}{2} = 14$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 3 = 15$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 3 = 3$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (15 + 3) = 9$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (15 - 3) = 2$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 12,6$	Sangat Baik
$10,2 < X \leq 12,6$	Baik
$7,8 < X \leq 10,2$	Cukup
$5,8 < X \leq 7,8$	Kurang Baik
$X \leq 5,8$	Sangat Kurang Baik

i) Waktu (Total indikator 2)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{20}{2} = 10$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 2 = 10$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 2 = 2$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (10 - 2) = \frac{4}{3}$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 8,4$	Sangat Baik
$6,8 < X \leq 8,4$	Baik
$5,2 < X \leq 6,8$	Cukup
$3,6 < X \leq 5,2$	Kurang Baik
$X \leq 3,6$	Sangat Kurang Baik

b. Data Hasil Penilaian Kelayakan RPP

No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		X	Total	Kategori
			Validator 1	Validatir 2			
I	Identitas Mata Pelajaran	2. Satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, alokasi waktu	5	5	5	5	Sangat baik
II	Perumusan Indikator	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar	5	5	5	15	Sangat baik
		2. Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan kompetensi dasar yang diukur	5	5	5		Sangat baik
		3. Kesesuaian dengan aspek pengetahuan	5	5	5		Sangat baik
III	Pemilihan Materi Ajar	1. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	4	4	4	9	Sangat baik
		2. Kesesuaian dengan alokasi waktu	5	5	5		Sangat baik
IV	Pemilihan Sumber Belajar	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar	5	5	5	15	Sangat baik
		2. Kesesuaian dengan materi pembelajaran	5	5	5		Sangat baik
		3. Kesesuaian karakteristik peserta didik	5	5	5		Sangat baik
V	Pemilihan Media Pembelajaran	1. Kesesuaian dengan materi pembelajaran	5	5	5	9.5	Sangat baik
		2. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	5	4	4.5		Sangat baik

VI	Pemilihan Model Pembelajaran	1. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	5	5	5	5	Sangat baik
VII	Isi Yang Disajikan	2. Sistematika Penyusunan RPP	5	4	4.5	24.5	Sangat baik
		3. Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran model <i>Investigation Based Multiple Representation (IBMR)</i>	5	5	5		Sangat baik
		4. Kesesuaian uraian kegiatan siswa dan guru untuk setiap tahap pembelajaran model <i>Investigation Based Multiple Representation (IBMR)</i>	5	5	5		Sangat baik
		5. Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pembelajaran; awal, inti dan penutup)	5	5	5		Sangat baik
		6. Kelengkapan instrument evaluasi (soal, kunci, pedoman penskoran)	5	5	5		Sangat baik
VIII	Bahasa	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baku	4	5	4.5	14	Sangat baik
		2. Bahasa yang digunakan komunikatif	5	4	4.5		Sangat baik
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	5	5	5		Sangat baik
IX	Waktu	1. Kesesuaian alokasi yang digunakan	5	5	5	10	Sangat baik
		2. Rincian waktu untuk setiap	5	5	5		Sangat baik

		tahap pembelajaran					
Jumlah					107	107	Sangat baik
Rata-rata					4.86		

Lampiran III.2

2. Analisis Keterlaksanaan RPP

Sintak Model IBMR	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Kegiatan Peserta Didik	Keterlaksanaan	
		Observer 1	Observer 2		Observer 1	Observer 2
Pendahuluan						
	Membuka mata pelajaran dengan salam dan mempersilahkan ketua kelas memimpin doa bersama	1	1	Menjawab salam dan berdoa bersama	1	1
	Mengkondisikan kelas agar peserta didik siap mengikuti pembelajaran	1	1	Mempersiapkan diri untuk mengikuti proses kegiatan pembelajaran	1	1
	Mengecek kehadiran Peserta didik	1	1	Memperhatikan dan mendengarkan guru	1	1
Kegiatan Inti						
Fase 1 Orientasi Peserta didik pada fenomena dan penggunaan multi representasi	Menyajikan contoh fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	1	1	Memperhatikan dan mendengarkan guru	1	1
	Membimbing peserta didik mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	1	1	Mengidentifikasi konsep fisika pada fenomena/peristiwa fisika berupa anak yang melakukan perpindahan	1	1

	Meminta peserta didik untuk menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi	1	1	Menyajikan konsep fisika yang telah diidentifikasi dengan multi representasi	1	1
	Menyampaikan tujuan pembelajaran	1	1	Memperhatikan dan mendengarkan guru	1	1
Fase 2 Merancang dan melaksanakan pe nyelidikan ilmiah	Membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang	1	1	Membentuk kelompok yang terdiri dari 3-4 orang	1	1
	Membagikan LKPD pada masing-masing kelompok peserta didik	1	1	Menerima LKPD pada masing-masing kelompok	1	1
	Memberikan arahan kepada peserta didik mengenai LKPD yang diberikan	1	1	Mendengarkan arahan dari guru	1	1
Fase 3 Menyajikan konsep fisika dengan multi representasi verbal, gambar, grafik, dan matematika	Membimbing peserta didik dalam mendiskusikan LKPD yang telah diberikan bersama teman sekelompoknya	1	1	Mendiskusikan serta menganalisis bersama teman sekelompoknya terkait LKPD yang diberikan	1	1
	Membimbing peserta didik untuk menyajikan konsep fisika dengan multi representasi	1	1	Menyajikan atau menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD	1	1

Fase 4 Menerapkan multi representasi konsep Fisika dalam pemecahan masalah	Memberikan masalah terkait konsep yang telah direpresentasikan	1	1	Memperhatikan guru	1	1
	Membimbing peserta didik dalam pemecahan masalah dengan multi representasi	1	1	Berdiskusi dengan teman sekelompoknya dalam pemecahan masalah dengan multirepresentasi berdasarkan bimbingan dan arahan guru	1	1
Fase 5 Mengkomunikasi kan hasil pemecahan masalah dengan multi representasi	Menginstruksikan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok nya dengan multi representasi	1	1	Mempresentasikan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan multirepresentasi	1	1
	Membantu peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi dengan multi representasi	1	1	Melakukan refleksi terhadap proses dan hasil diskusi yang dilakukan bersama teman sekelompoknya dengan menggunakan multirepresentasi	1	1
Penutup						
	Mengapresiasi sikap peserta didik, rasa ingin tahu, toleran, dan percaya diri dalam diskusi	1	1	Mendengarkan guru	1	1
	Bersama peserta didik menyimpulkan materi	1	1	Menyimpulkan materi yang telah dipelajari	1	1

	yang telah dipelajari					
	Menginformasikan kepada peserta didik akan diadakannya <i>posttest</i> pada pertemuan selanjutnya	1	1	Mendengarkan informasi yang diberikan oleh guru	1	1
	Menutup pembelajaran dengan doa dan salam penutup	1	1	Berdoa dan menjawab salam dari guru	1	1
JUMLAH		20	20		20	20
NILAI IJA (%)		100	100		100	100
RATA-RATA IJA (%)		100			100	

Lampiran III.3

1. Analisis Kelayakan Modul

a. Penilaian oleh validator (validator ahli dan validator praktisi)

1) Penilaian Modul secara keseluruhan (Total Indikator 14)

Perhitungan skor rata-rata

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

$$\bar{x} = \frac{134}{2} = 67$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 14 = 70$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 14 = 14$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (70 + 14) = 42$$

$$\text{Simpanan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (70 - 14) = 9,33$$

Kriteria Penskoran

Interval skor	Kategori
$X > \bar{X}_l + 1,8 SBi$	Sangat Baik
$\bar{X}_l + 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_l + 1,8 SBi$	Baik
$\bar{X}_l - 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_l + 0,6 SBi$	Cukup
$\bar{X}_l - 1,8 SBi < X \leq \bar{X}_l - 0,6 SBi$	Kurang Baik
$X \leq \bar{X}_l - 1,8 SBi$	Sangat Kurang Baik

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 58,8$	Sangat Baik
$47,6 < X \leq 58,8$	Baik
$36,4 < X \leq 47,6$	Cukup
$25,2 < X \leq 36,4$	Kurang Baik
$X \leq 25,2$	Sangat Kurang Baik

2) Penilaian Modul per-kategori

a) Konstruksi (Total indikator 4)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{38}{2} = 19$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 4 = 20$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 4 = 4$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (20 - 4) = 2,67$$

Kategori

Interval skor	Kategori	Nilai
$X > 16,8$	Sangat Baik	A
$13,6 < X \leq 16,8$	Baik	B
$10,4 < X \leq 13,6$	Cukup	C
$7,2 < X \leq 10,4$	Kurang Baik	D
$X \leq 7,2$	Sangat Kurang Baik	E

b) Isi (Total indikator 7)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{69}{2} = 34,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 7 = 35$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 7 = 7$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (35 + 7) = 21$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (35 - 7) = 4,67$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 29,4$	Sangat Baik
$23,8 < X \leq 29,4$	Baik
$18,2 < X \leq 23,8$	Cukup
$12,6 < X \leq 18,2$	Kurang Baik
$X \leq 12,6$	Sangat Kurang Baik

c) Bahasa (Total indikator 3)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{27}{2} = 13,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 3 = 15$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 3 = 3$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (15 + 3) = 9$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (15 - 3) = 2$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 12,6$	Sangat Baik
$10,2 < X \leq 12,6$	Baik
$7,8 < X \leq 10,2$	Cukup
$5,4 < X \leq 7,8$	Kurang Baik
$X \leq 5,4$	Sangat Kurang Baik

b. Data Hasil Penilaian Kelayakan Modul

No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		X	Total	Kategori
			Validator 1	Validator 2			
I	Konstruksi	1. Identitas Modul, Kompetensi Dasar, Kata Pengantar, Daftar Isi dan Peta Konsep	4	4	4	19	Sangat baik
		2. Penyajian pengantar dalam mengawali materi	5	5	5		Sangat baik
		3. Penyajian materi secara logis	5	5	5		Sangat baik
		4. Tampilan yang menarik	5	5	5		Sangat baik
II	Isi	1. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Kompetensi Dasar	5	5	5	34.5	Sangat baik
		2. Materi yang disampaikan sesuai dengan Indikator	5	5	5		Sangat baik
		3. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Tujuan Pembelajaran	5	5	5		Sangat baik
		4. Keakuratan fakta dan konsep	5	4	4.5		Sangat baik
		5. Kesesuaian gambar atau tabel dengan materi	5	5	5		Sangat baik
		6. Materi disampaikan secara urut	5	5	5		Sangat baik
		7. Kesesuaian soal evaluasi dengan materi	5	5	5		Sangat baik
III	Bahasa	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baku	4	5	4.5	13.5	Sangat baik
		2. Bahasa yang digunakan	4	5	4.5		Sangat baik

		komunikatif					
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	4	5	4.5		Sangat baik
Jumlah					67	67	Sangat baik
Rata-rata					4.78		

1. Analisis kelayakan LKPD

a. Penilaian oleh validator (validator ahli dan validator praktisi)

1) Penilaian LKPD secara keseluruhan (Total Indikator 15)

Perhitungan skor rata-rata

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

$$\bar{x} = \frac{143}{2} = 71,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 15 = 75$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 15 = 15$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (75 + 15) = 45$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (75 - 15) = 10$$

Kriteria Penskoran

Interval skor	Kategori
$X > \bar{X}_l + 1,8 SBi$	Sangat Baik
$\bar{X}_l + 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_l + 1,8 SBi$	Baik
$\bar{X}_l - 0,6 SBi < X \leq \bar{X}_l + 0,6 SBi$	Cukup
$\bar{X}_l - 1,8 SBi < X \leq \bar{X}_l - 0,6 SBi$	Kurang Baik
$X \leq \bar{X}_l - 1,8 SBi$	Sangat Kurang Baik

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 63$	Sangat Baik
$51 < X \leq 63$	Baik
$39 < X \leq 51$	Cukup
$27 < X \leq 39$	Kurang Baik
$X \leq 27$	Sangat Kurang Baik

2) Penilaian Modul per-kategori

a) Didaktik (Total indikator 4)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{37}{2} = 18,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 4 = 20$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 4 = 4$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (20 - 4) = 2,67$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 16,8$	Sangat Baik
$13,6 < X \leq 16,8$	Baik
$10,4 < X \leq 13,6$	Cukup
$7,2 < X \leq 10,4$	Kurang Baik
$X \leq 7,2$	Sangat Kurang Baik

b) Konstruksi (Total indikator 6)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{57}{2} = 28,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 6 = 30$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 6 = 6$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (30 + 6) = 18$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (30 - 6) = 4$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 25,2$	Sangat Baik
$20,4 < X \leq 25,2$	Baik
$15,6 < X \leq 20,4$	Cukup
$10,8 < X \leq 15,6$	Kurang Baik
$X \leq 10,8$	Sangat Kurang Baik

c) Teknis (Total indikator 5)

Perhitungan skor rata-rata penilai

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

$$\bar{x} = \frac{49}{2} = 24,5$$

Pengkonversian skor menjadi skala nilai 5

$$\text{Skor tertinggi ideal} = 5 \times 5 = 25$$

$$\text{Skor terendah ideal} = 1 \times 5 = 5$$

$$\text{Skor rata-rata ideal} = \frac{1}{2} \times (25 + 5) = 15$$

$$\text{Simpangan baku ideal} = \frac{1}{6} \times (25 - 5) = 3,33$$

Kategori

Interval skor	Kategori
$X > 21$	Sangat Baik
$17 < X \leq 21$	Baik
$13,0 < X \leq 17$	Cukup
$9 < X \leq 13,0$	Kurang Baik
$X \leq 9$	Sangat Kurang Baik

b. Data Hasil Penilaian Kelayakan LKPD

No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		X	Total	Kategori
			Validator 1	Validator 2			
I	Didaktik	1. Kejelasan tujuan kegiatan dalam LKPD	5	5	5	18.5	Sangat baik
		2. LKPD diarahkan pada upaya menemukan konsep-konsep yang akan dipelajari	5	4	4.5		Sangat baik
		3. Komponen LKPD membantu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif	5	5	5		Sangat baik
		4. Aktivitas LKPD melatih ketrampilan social	4	4	4		Sangat baik
II	Konstruksi	1. Identitas LKPD menggambarkan profil peserta didik	4	4	4	28.5	Sangat baik
		2. Penugasan dimulai dari tahap yang mudah diselesaikan menuju tahapan yang lebih lanjut	5	5	5		Sangat baik
		3. Struktur kalimat yang digunakan disertai kata kerja operasional yang terukur ketercapaiannya	5	5	5		Sangat baik
		4. Penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat psikologi perkembangan peserta didik	5	4	4.5		Sangat baik

		5. LKPD menggunakan referensi atau literatur yang mendukung materi ajar	5	5	5		Sangat baik
		6. LKPD menggunakan kalimat efektif	5	5	5		Sangat baik
III	Teknis	1. Judul kegiatan menggambarkan isi LKPD	5	4	4.5	24.5	Sangat baik
		2. Keterbacaan tulisan dan jenis huruf yang digunakan	5	5	5		Sangat baik
		3. Gambar dan tulisan dibuat proposional	5	5	5		Sangat baik
		4. Gambar yang digunakan membantu menjelaskan konsep	5	5	5		Sangat baik
		5. Penampilan atau <i>layout</i> LKPD	5	5	5		Sangat baik
		Jumlah					71,5
Rata-rata					4.76		

Lampiran III.5

5. Analisis Validitas dan Reliabilitas Soal *Pretest*

No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		Indeks Skor		CVR	Kategori
			Validator 1	Validator 2	Validator 1	Validator 2		
I	ISI	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif	5	5	3	3	1	Sangat baik
		2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian	5	5	3	3	1	Sangat baik
		3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran	5	5	3	3	1	Sangat baik
		4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai	5	4	3	3	1	Sangat baik
		5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban	5	5	3	3	1	Sangat baik
II	KONSTRUKSI	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas	5	4	3	3	1	Sangat baik
		2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas	5	4	3	3	1	Sangat baik

		3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya	5	5	3	3	1	Sangat baik
		4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan	5	5	3	3	1	Sangat baik
		5. Tabel, gambar, grafik, atau sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca	5	5	3	3	1	Sangat baik
III	BAHASA	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku	5	5	3	3	1	Sangat baik
		2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami	4	5	3	3	1	Sangat baik
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	5	5	3	3	1	Sangat baik
JUMLAH							13	
CVI							1	Sangat baik

Lampiran III.6

6. Analisis Validitas dan Reliabilitas Soal *Posttest*

No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		Indeks Skor		CVR	Kategori
			Validator 1	Validator 2	Validator 1	Validator 2		
I	ISI	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif	5	5	3	3	1	Sangat baik
		2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian	5	5	3	3	1	Sangat baik
		3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran	5	5	3	3	1	Sangat baik
		4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai	5	5	3	3	1	Sangat baik
		5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban	5	5	3	3	1	Sangat baik
II	KONSTRUKSI	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas	4	4	3	3	1	Sangat baik
		2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas	4	5	3	3	1	Sangat baik

		3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya	5	5	3	3	1	Sangat baik
		4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan	5	5	3	3	1	Sangat baik
		5. Tabel, gambar, grafik, atau sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca	5	5	3	3	1	Sangat baik
III	BAHASA	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku	4	5	3	3	1	Sangat baik
		2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami	5	5	3	3	1	Sangat baik
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	5	5	3	3	1	Sangat baik
JUMLAH							13	
CVI							1	Sangat baik

Lampiran III.7

7. Analisis Tingkat Persetujuan antar Validator

a. RPP

<i>Analisis Percentage Agreement (PA) RPP</i>						
No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		PA (%)	Kategori
			Validator 1	Validatir 2		
I	Identitas Mata Pelajaran	1. Satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, alokasi waktu	5	5	100	Reliabel
II	Perumusan Indikator	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar	5	5	100	Reliabel
		2. Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan kompetensi dasar yang diukur	5	5	100	Reliabel
		3. Kesesuaian dengan aspek pengetahuan	5	5	100	Reliabel
III	Pemilihan Materi Ajar	1. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	4	4	100	Reliabel
		2. Kesesuaian dengan alokasi waktu	5	5	100	Reliabel
IV	Pemilihan Sumber Belajar	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar	5	5	100	Reliabel
		2. Kesesuaian dengan materi pembelajaran	5	5	100	Reliabel
		3. Kesesuaian karakteristik peserta didik	5	5	100	Reliabel

V	Pemilihan Media Pembelajaran	1. Kesesuaian dengan materi pembelajaran	5	5	100	Reliabel
		2. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	5	4	88.8889	Reliabel
VI	Pemilihan Model Pembelajaran	1. Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	5	5	100	Reliabel
VII	Isi Yang Disajikan	1. Sistematika Penyusunan RPP	5	4	88.8889	Reliabel
		2. Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran model <i>Investigation Based Multiple Representation (IBMR)</i>	5	5	100	Reliabel
		3. Kesesuaian uraian kegiatan siswa dan guru untuk setiap tahap pembelajaran model <i>Investigation Based Multiple Representation (IBMR)</i>	5	5	100	Reliabel
		4. Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pembelajaran; awal, inti dan penutup)	5	5	100	Reliabel
		5. Kelengkapan instrument evaluasi (soal, kunci, pedoman penskoran)	5	5	100	Reliabel
VIII	Bahasa	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baku	4	5	88.8889	Reliabel
		2. Bahasa yang digunakan komunikatif	5	4	88.8889	Reliabel
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang	5	5	100	Reliabel

		menimbulkan penafsiran ganda				
IX	Waktu	1. Kesesuaian alokasi yang digunakan	5	5	100	Reliabel
		2. Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	5	5	100	Reliabel
RATA-RATA					97,98	Reliabel

b. Modul

Analisis Percentage Agreement (PA) Modul						
No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		PA (%)	Kategori
			Validator 1	Validator 2		
I	Konstruksi	1. Identitas Modul, Kompetensi Dasar, Kata Pengantar, Daftar Isi dan Peta Konsep	4	4	100	Reliabel
		2. Penyajian pengantar dalam mengawali materi	5	5	100	Reliabel
		3. Penyajian materi secara logis	5	5	100	Reliabel
		4. Tampilan yang menarik	5	5	100	Reliabel
II	Isi	1. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Kompetensi Dasar	5	5	100	Reliabel
		2. Materi yang disampaikan sesuai dengan Indikator	5	5	100	Reliabel
		3. Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan Tujuan Pembelajaran	5	5	100	Reliabel
		4. Keakuratan fakta dan konsep	5	4	88.8889	Reliabel
		5. Kesesuaian gambar atau tabel dengan materi	5	5	100	Reliabel
		6. Materi disampaikan secara urut	5	5	100	Reliabel
		7. Kesesuaian soal evaluasi dengan materi	5	5	100	Reliabel
III	Bahasa	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baku	4	5	88.8889	Reliabel
		2. Bahasa yang digunakan	4	5	88.8889	Reliabel

		komunikatif				
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	4	5	88.8889	Reliabel
RATA-RATA					96,82	Reliabel

c. LKPD

Analisis <i>Percentage Agreement</i> (PA) LKPD						
No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		PPA (%)	Kategori
			Validator 1	Validator 2		
I	Didaktik	1. Kejelasan tujuan kegiatan dalam LKPD	5	5	100	Reliabel
		2. LKPD diarahkan pada upaya menemukan konsep-konsep yang akan dipelajari	5	4	88.8889	Reliabel
		3. Komponen LKPD membantu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif	5	5	100	Reliabel
		4. Aktivitas LKPD melatih ketrampilan social	4	4	100	Reliabel
II	Konstruksi	1. Identitas LKPD menggambarkan profil peserta didik	4	4	100	Reliabel
		2. Penugasan dimulai dari tahap yang mudah diselesaikan menuju tahapan yang lebih lanjut	5	5	100	Reliabel
		3. Struktur kalimat yang digunakan disertai kata kerja operasional yang terukur ketercapaiannya	5	5	100	Reliabel
		4. Penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat psikologi perkembangan peserta didik	5	4	88.8889	Reliabel

		5. LKPD menggunakan referensi atau literatur yang mendukung materi ajar	5	5	100	Reliabel
		6. LKPD menggunakan kalimat efektif	5	5	100	Reliabel
III	Teknis	1. Judul kegiatan menggambarkan isi LKPD	5	4	88.8889	Reliabel
		2. Keterbacaan tulisan dan jenis huruf yang digunakan	5	5	100	Reliabel
		3. Gambar dan tulisan dibuat proposional	5	5	100	Reliabel
		4. Gambar yang digunakan membantu menjelaskan konsep	5	5	100	Reliabel
		5. Penampilan atau <i>layout</i> LKPD	5	5	100	Reliabel
		RATA-RATA			97,78	Reliabel

d. *Pretest*

Analisis Percentage Agreement (PA) Pretest						
No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		PPA (%)	Kategori
			Validator 1	Validator 2		
I	Isi	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif	5	5	100	Reliabel
		2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian	5	5	100	Reliabel
		3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran	5	5	100	Reliabel
		4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai	5	4	88.8889	Reliabel
		5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban	5	5	100	Reliabel
II	Konstruksi	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas	5	4	88.8889	Reliabel
		2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas	5	4	88.8889	Reliabel
		3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya	5	5	100	Reliabel
		4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan	5	5	100	Reliabel
		5. Tabel, gambar, grafik, atau	5	5	100	Reliabel

		sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca				
III	Bahasa	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku	5	5	100	Reliabel
		2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami	4	5	88.8889	Reliabel
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	5	5	100	Reliabel
		RATA-RATA			96,58	Reliabel

e. *Posttest*

Analisis Percentage Agreement (PA) Posttest						
No	Variabel	Aspek yang Dinilai	Skor		PPA (%)	Kategori
			Validator 1	Validator 2		
I	Isi	1. Butir soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif	5	5	100	Reliabel
		2. Isi soal sesuai dengan tujuan penelitian	5	5	100	Reliabel
		3. Soal yang diujikan sesuai dengan kompetensi dasar dan materi pembelajaran	5	5	100	Reliabel
		4. Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai	5	5	100	Reliabel
		5. Instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif dilengkapi kunci jawaban	5	5	100	Reliabel
II	Konstruksi	1. Petunjuk pengerjaan soal dirumuskan dengan jelas	4	4	100	Reliabel
		2. Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas	4	5	88.8889	Reliabel
		3. Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya	5	5	100	Reliabel
		4. Konsisten dalam menggunakan istilah, simbol/lambang, dan satuan	5	5	100	Reliabel
		5. Tabel, gambar, grafik, atau	5	5	100	Reliabel

		sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca				
III	Bahasa	1. Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baku	4	5	88.8889	Reliabel
		2. Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami	5	5	100	Reliabel
		3. Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	5	5	100	Reliabel
		RATA-RATA			98,29	Reliabel

8. Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif

No	Nama	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	Gain	Kategori
1	Peserta didik 1	45.83	84.2	0.71	Tinggi
2	peserta didik 2	43.33	77.5	0.6	Sedang
3	Peserta didik 3	38.33	68.33	0.49	Sedang
4	Peserta didik 4	75	88.33	0.53	Sedang
5	Peserta didik 5	51.67	73.33	0.45	Sedang
6	Peserta didik 6	46.67	81.67	0.66	Sedang
7	Peserta didik 7	41.66	75	0.57	Sedang
8	Peserta didik 8	45.83	74.17	0.52	Sedang
9	Peserta didik 9	40	82.5	0.71	Tinggi
10	Peserta didik 10	43.33	73.33	0.53	Sedang
11	Peserta didik 11	35	82.5	0.73	Tinggi
12	Peserta didik 12	48.33	90	0.81	Tinggi
13	Peserta didik 13	48.33	79.17	0.6	Sedang
14	Peserta didik 14	34.17	80.83	0.71	Tinggi
15	Peserta didik 15	76.67	90.83	0.61	Sedang
16	Peserta didik 16	35	67.5	0.5	Sedang
17	Peserta didik 17	46.67	78.33	0.59	Sedang
18	Peserta didik 18	61.67	72.5	0.28	Rendah
19	Peserta didik 19	42.5	78.33	0.62	Sedang
20	Peserta didik 20	65	91.67	0.76	Tinggi
21	Peserta didik 21	63.33	73.33	0.27	Rendah
22	Peserta didik 22	54.17	67.5	0.29	Rendah
23	Peserta didik 23	49.17	90	0.8	Tinggi
24	Peserta didik 24	58.33	80.83	0.54	Sedang
25	Peserta didik 25	44.17	85.83	0.75	Tinggi
26	Peserta didik 26	41.67	76.67	0.6	Sedang
27	Peserta didik 27	53.33	78.33	0.54	Sedang
28	Peserta didik 28	60	83.33	0.58	Sedang
29	Peserta didik 29	47.5	77.5	0.57	Sedang
30	Peserta didik 30	41.67	73.33	0.54	Sedang
31	Peserta didik 31	37.5	69.17	0.51	Sedang

Nilai Gain	Kriteria	Jumlah Peserta Didik	Persentase (%)
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi	8	25,81
$0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$	Sedang	20	64,52
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah	3	9,68

LAMPIRAN IV

SURAT-SURAT DAN DOKUMENTASI

DOKUMENTASI

1. Kegiatan *Pretest*



2. Peserta didik mengerjakan LKPD



3. Kegiatan Presentasi





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Alamat : Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon 0274-586168 psw 217, 336, 0274-565411 Fax 0274-548203
Laman: fmipa.uny.ac.id E-mail: humas_fmipa@uny.ac.id

Nomor : 257/UN34.13/TU.01/2019
Lamp. : 1 Bendel Proposal
Hal : Izin Penelitian

16 April 2019

Yth . SMA NEGERI 2 SLEMAN
Brayut, Pandowoharjo, Sleman, Yogyakarta

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Oki Adi Yuliana
NIM : 15302241022
Program Studi : Pend. Fisika - S1
Tujuan : Memohon izin mencari data untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi (TAS)
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN IBMR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK SMA
Waktu Penelitian : 1 September - 30 November 2018

Untuk dapat terlaksananya maksud tersebut, kami mohon dengan hormat Bapak/Ibu berkenan memberi izin dan bantuan seperlunya. Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Tembusan :

1. Sub. Bagian Pendidikan dan Kemahasiswaan ;
2. Mahasiswa yang bersangkutan.





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 : 408/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;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : KEPUTUSAN DEKAN TENTANG TUGAS DOSEN SEBAGAI PEMBIMBING SKRIPSI (TAS) MAHASISWA.

KESATU : Mengangkat dan Menetapkan Dosen yang disertai sebagai Pembimbing Skripsi (TAS);

No.	Nama	NIP	Jabatan	Gol	Keterangan
1.	YUSMAN WIYATMO, M.Si.	196807121993031004	LEKTOR KEPALA	IV/b	Pembimbing Utama
2.	-	-	-	-	Pembimbing Pendamping

Dalam penyusunan SKRIPSI (TAS) bagi mahasiswa :

Nama : OKI ADI YULIANA

Nomor Mahasiswa : 15302241022

Prodi : Pendidikan Fisika

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN FISIKA MODEL *INVESTIGATION BASED MULTIPLE REPRESENTATION* (IBMR) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK SMA

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. YUSMAN WIYATMO, M.Si.;
2. -;
3. Mahasiswa ybs;
4. Ketua Jurusan Pendidikan Fisika;
5. Kasubag Keuangan dan Akuntansi FMIPA UNY;

Ditetapkan di Yogyakarta
Pada tanggal : 23 APRIL 2018
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM
u.b.

Wakil Dekan I,



Dr. SLAMET SUYANTO
NIP. 196207021991011001



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 : 155/UJI-TAS/2019**

**TENTANG
PENUNJUKAN DOSEN PENGUJI SKRIPSI (TAS)**

DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

- Menimbang : bahwa untuk pelaksanaan tugas menguji skripsi mahasiswa, perlu menetapkan Keputusan Dekan tentang Tugas menguji 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;
 8. SK Bimbingan TAS Nomor 408/BIMB-TAS/2018, tanggal 23-Apr-18
 9. Surat Keterangan Bebas Teori Nomor 185/UN34.13/PS/2019, tanggal 29-April-2019

MEMUTUSKAN :

- Menetapkan : **KEPUTUSAN DEKAN TENTANG TUGAS DOSEN SEBAGAI PENGUJI SKRIPSI (TAS) MAHASISWA.**

KESATU : Mengangkat dan Menetapkan Dosen yang disertai sebagai Penguji Skripsi (TAS);

No.	Nama	NIP	Jabatan	Gol	Keterangan
1.	Yusman Wiyatmo, M.Si.	196807121993031004	Lektor Kepala	IV/b	Ketua Penguji (Anggota)
2.	Rahayu Dwisiwi.S.R. M.Pd.	195709221985022001	Lektor Kepala	IV/a	Penguji I
3.	Dr. Sukardiyono	196602161994121001	Asisten Ahli	III/b	Penguji II

Mahasiswa yang diuji :

Nama : Oki Adi Yuliana
NIM : 15302241022
Prodi : Pendidikan Fisika

Ujian akan dilaksanakan pada :

Hari/Tanggal : Senin, 13 Mei 2019
Waktu : 13.00 s/d selesai
Tempat : PERPUS JURDIK FISIKA

KEDUA : Pengumuman diberikan segera setelah selesai dan berita acara ujian dikirim ke Subag Pendidikan pada hari dan tanggal ujian. Nilai diberikan ke Subag Pendidikan paling lambat 1 (satu) bulan setelah ujian.


KETIGA : Keputusan ini berlaku pada tanggal ditetapkan.

SALINAN Keputusan Dekan ini disampaikan kepada:

1. Yusman Wiyatmo, M.Si.
2. Rahayu Dwisiwi.S.R. M.Pd.;
3. Dr. Sukardiyono.;
4. Mahasiswa ybs;
5. Ketua Jurusan Pendidikan Fisika ;
6. Kasubag Keuangan dan Akuntansi FMIPA UNY;

Ditetapkan di Yogyakarta
Pada tanggal : 7 Mei 2019
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM
u.b.

Wakil Dekan I,


Dr. Slamet Suyanto, M.Ed.
NIP. 196207021991011001