

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Untuk mengembangkan produk perangkat pembelajaran, peneliti perlu melewati tiga tahapan pengembangan yaitu menganalisa (*analyze*), mendesain (*design*) dan mengembangkan (*developt*). Tiga tahapan ini merupakan tahapan awal dari proses pengembangan produk. Tahapan-tahapan tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran fisika yang terjadi, analisis struktur kurikulum dan penyusunan tujuan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum.

1. Hasil Tahap Analisa (*Analyze*)

a. Observasi Awal

Sebelum melaksanakan penelitian, peneliti perlu mengamati keadaan awal subjek penelitian yang disebut sebagai observasi awal. Observasi bertujuan untuk mengamati keadaan pembelajaran di sekolah yang akan digunakan untuk penelitian. Observasi juga perlu dilaksanakan untuk mengamati permasalahan-permasalahan akademik yang terjadi di sekolah.

Observasi awal dilaksanakan pada tanggal 12 Januari 2018 di SMA Negeri 1 Kandangserang. Observasi dilakukan melalui dua metode yaitu, pengamatan kelas dan wawancara. Pengamatan kelas bertujuan untuk mengamati kegiatan pembelajaran fisika di dalam kelas. Peneliti memperoleh informasi yang diperlukan dalam pengamatan tersebut menggunakan suatu instrumen pengamatan kelas. Sedangkan, metode wawancara berfokus untuk menggali informasi dari tenaga pengajar terkait permasalahan akademik di sekolah. Dalam metode ini, peneliti menggunakan instrumen wawancara untuk memperoleh informasi.

Pengamatan kelas mengamati pembelajaran fisika secara langsung di dalam kelas. Peneliti mengamati kegiatan pembelajaran fisika di beberapa kelas XII. Peneliti mengamati pembelajaran fisika dengan materi alat-alat optik yang diajar oleh bapak Supardi, S. Pd. Pengamatan berlangsung selama beberapa hari sampai informasi-informasi yang diperlukan diperoleh.

Selain pengamatan kelas, peneliti juga mengidentifikasi permasalahan akademik melalui metode wawancara. Peneliti mengadakan suatu sesi wawancara dengan nara sumber bapak Supardi S. Pd., selaku tenaga pengajar fisika kelas XII di sekolah. Dalam kesempatan tersebut, peneliti menanyakan berbagai macam

pertanyaan yang berkaitan dengan kurikulum dan kendala yang dialami oleh pengajar saat membawakan materi fisika di sekolah.

b. Identifikasi Tujuan Pembelajaran

Suatu pembelajaran NGSS model Challenge-based yang baik perlu memiliki tujuan pembelajaran yang searah dengan standar-standar NGSS. Pembelajaran tersebut juga harus sesuai dengan model pembelajaran Challenge-based yang berbasis pembelajaran project. Untuk itu, peneliti perlu menganalisis beberapa hal seperti, kurikulum, konsep materi ajar dan indikator pembelajaran. Analisis tujuan pembelajaran telah dilakukan sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

1) Analisis Kurikulum

Kurikulum yang dianalisis dalam penelitian ini menyesuaikan dengan jenis kurikulum yang sedang diterapkan oleh sekolah di mana penelitian dilaksanakan. Penyesuaian dilakukan dengan tujuan agar implementasi produk yang dikembangkan dapat sesuai diterapkan. Pada tahun ajaran 2016/2017, sekolah menggunakan kurikulum 2013 yang merupakan kurikulum terbaru yang diterapkan pemerintah sebagai penyempurnaan kurikulum sebelumnya. Pada kurikulum ini, materi gelombang elektromagnetik memiliki Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

yang tercantum pada isi kurikulum tersebut. Peneliti menjabarkan Kompetensi Inti pada materi gelombang elektromagnetik seperti pada Tabel 8. Sementara itu, penjabaran Kompetensi Dasar pada materi tersebut ditampilkan oleh peneliti seperti pada Tabel 9.

Tabel 8. Penjabaran Kompetensi Inti pada Materi Gelombang Elektromagnetik pada Kurikulum 2013

Kompetensi Inti
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, 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.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya 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.
4. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya 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.
5. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Selain mengidentifikasi kurikulum, peneliti juga perlu mengidentifikasi tujuan belajar yang terdapat pada NGSS. Peneliti

mengidentifikasi standar sains pada jenjang SMA yang disebut sebagai High School – Physical Science (HS-PS). HS-PS menggunakan kode angka untuk menunjukkan jenis topik fisika yang menjadi cakupan penjabaran. Dalam penelitian ini, peneliti berfokus pada HS-PS4 yang mencakup penjabaran materi gelombang elektromagnetik. Standar tersebut terdiri dari tiga bagian yaitu Performances Expectations (PEs), Disciplinary Core Ideas (DCIs) dan Crosscutting Concepts (CCs). Standar-standar dari NGSS pada materi gelombang elektromagnetik telah disebutkan secara jelas di bagian dasar teori.

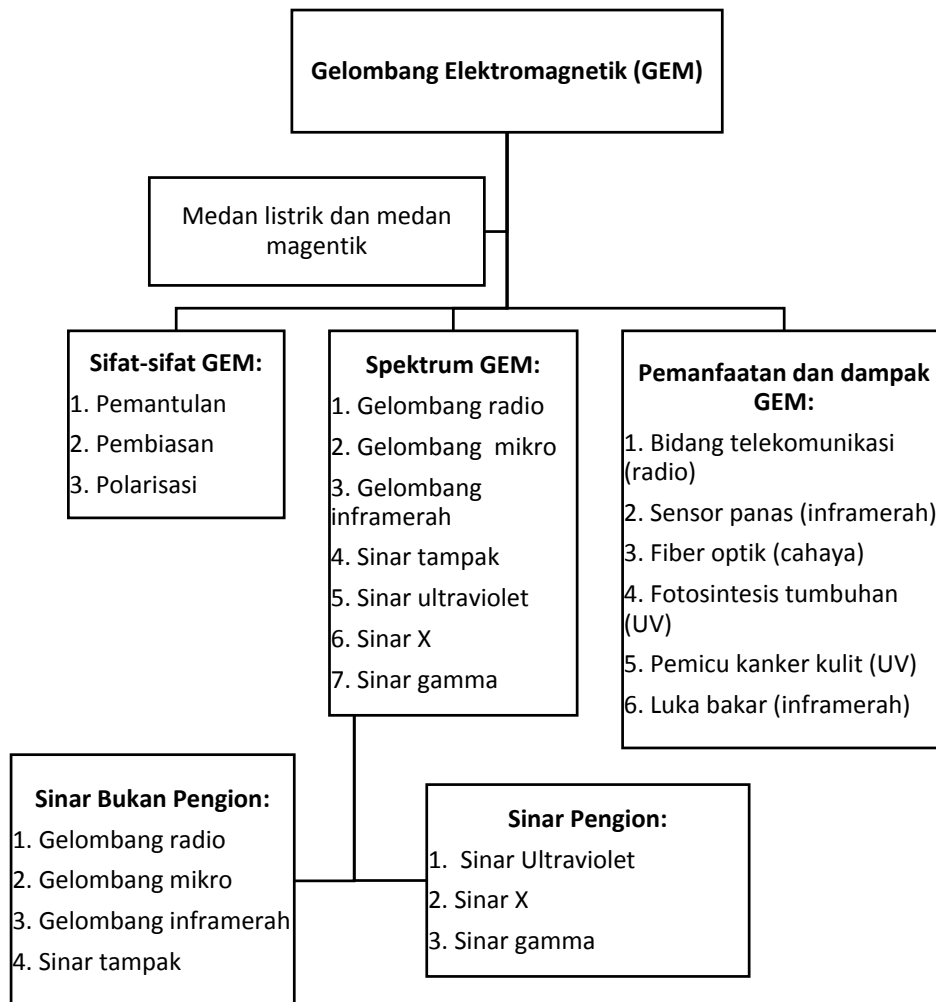
Tabel 9. Penjabaran Kompetensi Dasar pada Materi Gelombang Elektromagnet pada Kurikulum 2013

Kompetensi Dasar	
1.2	Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan keseimbangan perubahan medan listrik dan medan magnet yang saling berkaitan sehingga memungkinkan manusia mengembangkan teknologi untuk mempermudah kehidupan.
2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi.
3.9	Mengevaluasi pemikiran dirinya tentang radiasi elektromagnetik, pemanfaatannya dalam teknologi, dan dampaknya pada kehidupan (HS-PS4-4) (HS-PS4-3).
4.9	Menyajikan hasil analisis tentang radiasi elektromagnetik, pemanfaatannya dalam teknologi dan dampaknya pada kehidupan (HS-PS4-5).

2) Analisis Konsep

Setelah menganalisis kurikulum, peneliti selanjutnya menganalisis konsep-konsep fisika yang terdapat pada materi gelombang elektromagnetik. Untuk menganalisis konsep-konsep tersebut, peneliti perlu menggunakan lembar analisis kurikulum. Analisis yang dilakukan terhadap materi gelombang elektromagnetik (GEM) memperoleh konsep-konsep seperti sifat-sifat GEM, spektrum GEM serta pemanfaatan dan dampak GEM. Secara keseluruhan, hubungan dan hierarki konsep-konsep tersebut ditampilkan dalam sebuah bagan seperti pada **Gambar 8**.

Materi gelombang elektromagnetik pada jenjang SMA mengandung beberapa konsep yang disesuaikan dengan tingkat perkembangan peserta didik. Materi gelombang elektromagnetik juga memiliki kaitan dengan materi fisika lain, yaitu medan listrik dan medan magnetik. Penguasaan konsep-konsep dari gelombang elektromagnetik membutuhkan pemahaman konsep-konsep dari medan listrik dan medan magnetik. Beberapa konsep gelombang elektromagnetik yang dicakup pada jenjang SMA adalah sifat-sifat GEM, spektrum GEM serta pemanfaatan dan dampak GEM. Dalam spektrum GEM, siswa juga mempelajari dua jenis sinar yaitu sinar pengion dan sinar bukan pengion.



Gambar 8. Bagan konsep pada materi gelombang elektromagnetik pada kurikulum 2013 yang mencakup sifat-sifat, spektrum, pemanfaatan serta dampaknya

3) Rumusan Indikator

Selanjutnya peneliti perlu merumuskan indikator-indikator pembelajaran NGSS model Challenge-based yang merupakan ukuran tercapainya pembelajaran. Dalam perumusan indikator, peneliti perlu memperhatikan kesesuaian antara Kompetensi

Dasar (KD) yang terdapat pada kurikulum dengan Performance Expectations (PEs) yang terdapat pada NGSS. Penyesuaian perlu dilakukan agar tujuan pembelajaran yang selaras dengan standar NGSS dapat tercapai secara tepat. Peserta pembelajaran diharapkan dapat mencapai indikator-indikator yang telah dirumuskan tersebut setelah mengikuti proses pembelajaran NGSS model Challenge-based. Secara lengkap, perumusan indikator menghasilkan beberapa indikator seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Perumusan Indikator Pembelajaran pada Materi Gelombang Elektromagnetik dan Kesesuaiannya dengan Performance Expectations (PEs)

Indikator	PEs
2.1.1 Menyajikan hasil pengamatan secara objektif dan apa adanya tentang pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik	HS-PS4-5
2.1.2 Menanggapi kritik yang diberikan oleh orang lain secara terbuka mengenai pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari	HS-PS4-3
3.9.1 Membangun penjelasan ilmiah tentang sifat-sifat gelombang elektromagnetik, baik sebagai model gelombang maupun model partikel dalam suatu spektrum	HS-PS4-4
3.9.2 Menyusun suatu pernyataan berdasarkan penalaran ilmiah dan bukti terhadap pemanfaatan dan dampak radiasi gelombang elektromagnetik	HS-PS4-4
3.9.3 Membangun suatu argumen yang didukung oleh data dan bukti tentang manfaat dan dampak radiasi gelombang elektromagnetik	HS-PS4-4
3.9.4 Mengkritik pernyataan dari suatu gagasan dalam diskusi mengenai manfaat dan dampak radiasi elektromagnetik	HS-PS4-4

Indikator	PEs
3.9.5 Menyimpulkan ide pokok artikel sains dan engineering tentang pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik	HS-PS4-3
3.9.6 Memadukan informasi dari sumber yang valid dan kredibel mengenai pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari	HS-PS4-3
3.9.7 Menyimpulkan solusi terhadap suatu permasalahan dengan menggunakan kata-kata, tabel atau gambar dari sumber informasi mengenai pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik	HS-PS4-3
3.9.8 Mengevaluasi data yang diperoleh dari suatu penerapan solusi mengenai pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik	HS-PS4-3
3.9.9 Memproduksi tulisan yang mengkomunikasikan suatu ide pokok dari bacaan sains baik dengan menggunakan kata-kata, tabel atau gambar mengenai pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik	HS-PS4-3
4.9.1 Mengemas hasil analisis dalam bentuk presentasi di depan kelas tentang pemanfaatan radiasi elektromagnetik dalam teknologi dan dampaknya terhadap lingkungan	HS-PS4-5
4.9.2 Memproduksi hasil analisis dalam bentuk video tentang pemanfaatan radiasi elektromagnetik dalam teknologi dan dampaknya terhadap lingkungan serta mempublikasikannya ke khalayak umum	HS-PS4-5

Penyusunan indikator pembelajaran dilakukan dengan menyelaraskan Kompetensi Dasar (KD) dengan Performance Expectations (PEs). Penyelarasan dilakukan dengan mencocokkan kata kerja yang sesuai antara kompetensi pada KD dengan kompetensi pada PEs. Sebagai contoh, terdapat suatu kompetensi yang berisi tentang kemampuan dalam menyajikan hasil analisis tentang pemanfaatan radiasi elektromagnetik pada

Kompetensi Dasar nomor 4. Kompetensi tersebut sesuai dengan suatu kompetensi pada Performance Expectations (PEs) dengan kode HS-PS4-5 yang berisi tentang kemampuan dalam mengkomunikasikan informasi tentang penerapan GEM dalam bidang teknologi. Kemudian, peneliti mencocokkan beberapa kompetensi lain yang saling sesuai satu sama lain sehingga diperoleh beberapa indikator pembelajaran seperti pada tabel di atas. Setelah indikator selesai dirumuskan, peneliti kemudian dapat merumuskan tujuan pembelajaran.

c. Analisis Peserta Didik

Suatu observasi dilakukan sebelum penelitian untuk mengamati keadaan peserta didik. Peserta didik kelas XII SMAN 1 Kandangserang terdiri dari siswa laki-laki dan perempuan yang tersebar merata dalam beberapa kelas di mana mayoritas siswa tiap kelasnya adalah perempuan. Kepala sekolah menyusun komposisi siswa tiap kelasnya secara homogen dalam hal perkembangan akademik. Dalam suatu observasi yang telah dilaksanakan, peneliti menganalisa perilaku belajar dari peserta didik yang akan menjadi objek penelitian. Peneliti menemukan bahwa para peserta didik kelas XII memiliki perilaku belajar yang aktif. Keaktifan tersebut dapat diidentifikasi dari seringnya siswa bertanya terhadap suatu konsep

fisika yang masih sulit mereka pahami. Keaktifan lainnya yang terlihat saat observasi adalah kemandirian siswa dalam melaksanakan diskusi di mana mereka saling aktif bertanya dan bertukar informasi antar sesama siswa. Hal ini sesuai dengan apa yang disampaikan oleh Swan (2003) dalam penelitiannya bahwa para siswa yang baru memasuki jenjang SMA sedang aktif dalam mempelajari cara untuk berargumentasi. Mereka belajar berargumentasi untuk menginterpretasikan apa yang mereka amati. Meskipun, para siswa SMAN 1 Kandangserang kelas XII masih menggunakan opini mereka untuk menanggapi suatu pernyataan.

Sebuah analisis lain dilakukan oleh peneliti untuk mengamati kecakapan siswa dalam melaksanakan suatu eksperimen. Menurut keterangan guru fisika, siswa kelas XII cukup mahir dalam menggunakan beberapa alat praktikum yang ada di laboratorium sekolah. Mereka juga mampu menyusun peralatan praktikum secara mandiri dengan dibantu oleh lembar kerja siswa. Meskipun demikian, pertemuan yang dapat dialokasikan oleh guru untuk kegiatan praktikum tergolong sangat sedikit. Selain itu, sekolah juga memiliki keterbatasan dalam ketersediaan peralatan yang digunakan untuk kegiatan praktikum.

Sementara itu, peneliti juga menelusuri kecakapan siswa dalam mencari dan mengevaluasi informasi terkait dengan mata pelajaran fisika. Peneliti mengamati hasil pekerjaan siswa yang berupa suatu makalah mengenai materi optika yang telah mereka selesaikan beberapa waktu yang lalu. Dari hasil pekerjaan siswa tersebut, peneliti dapat mengetahui bahwa mereka sudah mengenal cara mempublikasi informasi dalam bentuk makalah yang baik. Mereka sudah memahami bagian-bagian yang diperlukan untuk menyusun makalah yang baik dan mengurutkannya secara runtut. Siswa kelas XII sudah cukup melek akan teknologi dan mampu memanfaatkan internet untuk mendukung penyusunan pekerjaan mereka. Meskipun demikian, kebanyakan siswa belum memahami cara mencari dan mengevaluasi informasi secara baik. Sumber informasi yang mereka gunakan kebanyakan berasal dari internet yang belum diketahui kevalidannya. Selain itu, kebanyakan dari mereka belum secara maksimal memanfaatkan sitasi untuk menampilkan informasi secara ilmiah dengan lebih baik.

d. Identifikasi Sumber Daya yang Dibutuhkan

Pengamatan yang dilakukan peneliti tidak hanya dilakukan terhadap siswa, namun juga terhadap sumber daya yang dimiliki oleh sekolah dalam menunjang pembelajaran. Peneliti mengamati bahwa

SMAN 1 Kandangserang memiliki fasilitas yang lengkap untuk mendukung pembelajaran seperti perpustakaan, laboratorium eksperimen dan laboratorium komputer. Alat-alat praktikum yang tersedia di laboratorium cukup lengkap dan dapat digunakan untuk kegiatan praktikum seperti hukum Newton, rangkaian listrik dan optika. Untuk topik gelombang elektromagnetik yang akan digunakan dalam penelitian, peneliti dapat memanfaatkan beberapa peralatan tersebut untuk kegiatan pembelajaran siswa.

Sementara untuk menunjang kemampuan literasi siswa, sekolah memiliki fasilitas seperti perpustakaan dan laboratorium komputer. Perpustakaan sekolah menyediakan buku-buku yang cukup lengkap seperti buku pelajaran fisika SMA di mana berisi materi-materi fisika yang diajarkan pada setiap jenjang pendidikan. Selain itu, terdapat beberapa buku fisika yang khusus membahas tentang optika atau beberapa topik fisika lainnya yang dapat digunakan oleh siswa untuk mempelajari suatu topik secara lebih mendalam. Laboratorium komputer juga menyediakan perangkat yang cukup untuk digunakan beberapa siswa untuk mengakses informasi secara online. Dengan tersedianya akses untuk mencari informasi, siswa dapat mengeksplorasi informasi yang ingin mereka ketahui pada jam sekolah maupun setelah selesai.

Sekolah sudah memiliki sumber daya yang cukup lengkap untuk menunjang pembelajaran fisika pada materi gelombang elektromagnetik. Ketersediaan tersebut perlu dilengkapi dengan panduan belajar yang sesuai untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran NGSS model Challenge-based. Siswa dan guru memerlukan panduan belajar seperti RPP, LKS dan bahan ajar yang telah diselaraskan dengan NGSS. Dengan panduan belajar tersebut, siswa dan guru diharapkan dapat secara mandiri melaksanakan pembelajaran NGSS model Challenge-based.

2. Hasil Tahap Desain (*Design*)

a. Merumuskan Aktivitas Pembelajaran

Setelah peneliti mengidentifikasi tujuan pembelajaran, peneliti dapat merancang tahap-tahap kegiatan pembelajaran. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perumusan aktivitas pembelajaran adalah standar-standar NGSS, model pembelajaran Challenge-based dan materi gelombang elektromagnetik. Setiap tahapan kegiatan pembelajaran perlu diselaraskan dengan beberapa hal tersebut sehingga tercipta suatu pembelajaran NGSS model Challenge-based.

Aktivitas pembelajaran yang dikembangkan perlu diselaraskan dengan standar NGSS yang telah disesuaikan. Dalam penelitian ini,

peneliti akan menyelaraskan aktivitas pembelajaran dengan kemampuan abad 21, yaitu Engaging in Argument from Evidence. Mengacu pada National Research Council (2012: 71-74), EAE adalah standar yang menuntut agar siswa dapat menyampaikan pendapatnya secara saintifik. Dalam hal ini, peneliti perlu merancang suatu aktivitas pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu diskusi saintifik mengenai suatu topik. Diskusi saintifik merupakan sebuah diskusi di mana setiap argumen dan pernyataan yang disampaikan dilandasi dengan data-data atau sumber informasi yang valid. Aktivitas pembelajaran juga perlu melibatkan siswa ke dalam aktivitas seperti proyek dan pencarian informasi untuk mendukung argumentasi mereka. Dengan aktivitas pembelajaran yang dirancang tersebut, siswa diharapkan dapat belajar cara menyampaikan argumen yang valid dalam suatu diskusi.

Peneliti juga perlu menyelaraskan aktivitas pembelajaran dengan standar NGSS lain yaitu Obtaining, Evaluating and Communicating Information (OECI). Standar OECI adalah suatu standar yang menuntut agar siswa dapat mencari, mengevaluasi dan menyampaikan informasi dengan baik (National Research Council, 2012: 75:76). Dalam hal ini, peneliti perlu merancang suatu aktivitas pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan penelusuran informasi

dan publikasi. Siswa dapat dilibatkan dalam aktivitas pembelajaran seperti project, penyusunan laporan atau makalah.

Aktivitas pembelajaran juga perlu diselaraskan dengan model pembelajaran Challenge-based. Model pembelajaran ini memandu siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran melalui sintaks pembelajaran Challenge-based. Menurut Johnson (2009), sintaks pembelajaran Challenge-based memiliki alur yang mengajak siswa untuk menemukan solusi terhadap permasalahan dunia nyata melalui sebuah investigasi. Model pembelajaran Challenge-based berisi kegiatan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*) di mana model tersebut mengajak siswa aktif dalam suatu kegiatan investigasi. Hal tersebut sesuai dengan tahapan pembelajaran saintifik (mengamati, menanya, mencoba, menalar dan mengkomunikasikan) yang terdapat pada kurikulum 2013. Peneliti dapat menggunakan tahapan-tahapan pada sintaks pembelajaran ini untuk disesuaikan dengan tahapan kegiatan pembelajaran pada RPP kurikulum 2013. Tabel 11 merupakan bagan yang menunjukkan penyelarasan model pembelajaran Challenge-based ke dalam RPP kurikulum 2013.

Tabel 11. Penyelarasan Model Pembelajaran Challenge-based Menjadi Tahapan Belajar dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kurikulum 2013

Sintaks Model Pembelajaran Challenge-based	Urutan Kegiatan Pembelajaran Kurikulum 2013	Rincian Kegiatan
<i>Kegiatan Pendahuluan</i>		Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan kegiatan berdoa dan apersepsi.
<i>Kegiatan Inti</i>		
Big Ideas	Mengamati	Siswa mengamati suatu permasalahan dunia nyata yang sangat penting untuk diselesaikan segera melalui sebuah video atau artikel berita.
Essential Question	Menanya	Siswa menentukan sebuah pertanyaan untuk menemukan sebuah solusi terhadap masalah. Siswa kemudian membuat <i>challenge</i> atau tantangan dalam bentuk kalimat untuk menemukan solusi tersebut.
Challenge		
Guiding Questions	Mencoba	Siswa mencari suatu solusi terhadap masalah melalui suatu kegiatan investigasi yang diawali dengan pertanyaan-pertanyaan kemudian kegiatan eksperimen dan pengumpulan sumber informasi.
Guiding Activities		
Guiding Resources		
Solution	Menalar	Siswa menyimpulkan suatu solusi terhadap masalah dari kegiatan investigasi yang telah dilakukan.
Communicate	Mengkomunikasikan	Siswa mengkomunikasikan hasil proyeknya melalui sebuah laporan, presentasi dan video challenge.
<i>Kegiatan Penutup</i>		Guru menutup kegiatan pembelajaran dengan menyimpulkan materi fisika yang telah dipelajari dan berdoa.

Hal terakhir yang perlu diselaraskan oleh peneliti yaitu materi pembelajaran gelombang elektromagnetik. Peneliti telah menganalisis konsep-konsep yang terdapat dalam materi gelombang elektromagnetik. Dari hasil analisis tersebut, peneliti membagi keseluruhan aktivitas pembelajaran gelombang elektromagnetik

menjadi tiga pertemuan pembelajaran yang dilaksanakan secara bertahap. Pertemuan pembelajaran dilaksanakan tiga kali secara berurutan meliputi submateri jenis-jenis gelombang elektromagnetik, pemanfaatan dan dampak gelombang elektromagnetik.

b. Merumuskan Tujuan Hasil Belajar

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas perangkat pembelajaran dalam mencapai kemampuan siswa dalam berargumentasi dan mengevaluasi informasi. Pada penelitian ini, peneliti akan mengembangkan suatu perangkat pembelajaran yang didasarkan dari dua kemampuan yang terdapat dalam NGSS. Melalui pembelajaran yang dilaksanakan dengan menggunakan perangkat pembelajaran tersebut, siswa diharapkan dapat menguasai kemampuan-kemampuan yang terdapat pada standar NGSS. Efektivitas perangkat pembelajaran ditinjau dari ketercapaian siswa dalam penguasaan kemampuan-kemampuan tersebut. Tanda tercapainya penguasaan kemampuan-kemampuan NGSS oleh siswa dapat ditentukan oleh peneliti dengan menggunakan suatu indikator ketercapaian pembelajaran. Dalam hal ini, peneliti menentukan hasil belajar siswa sebagai indikator ketercapaian pembelajaran NGSS.

Peneliti menentukan hasil belajar siswa dengan menggunakan suatu instrumen penilaian. Untuk mengukur ketercapaian siswa

terhadap penguasaan kemampuan-kemampuan NGSS, instrumen penilaian hasil belajar perlu dikembangkan terlebih dahulu. Peneliti menggunakan instrumen hasil belajar NGSS untuk mengukur ketercapaian siswa dalam menguasai kemampuan. Peneliti mengembangkan instrumen tersebut dengan menggunakan indikator-indikator pembelajaran yang terdapat di dalam RPP NGSS. Indikator-indikator pembelajaran tersebut merupakan hasil dari penyesuaian antara Performance Expectations (PEs) NGSS dengan Kompetensi Inti pada materi gelombang elektromagnetik. Indikator-indikator pembelajaran NGSS kemudian diturunkan ke dalam kisi-kisi instrumen penilaian. Kemudian dengan menggunakan kisi-kisi instrumen penilaian, peneliti merancang butir-butir penilaian.

Melalui instrumen penilaian yang telah diselaraskan terhadap NGSS, peneliti dapat menentukan ketercapaian pembelajaran NGSS. Ketercapaian pembelajaran NGSS ditentukan dengan ketuntasan minimum hasil belajar siswa pada instrumen penilaian NGSS. Peneliti menentukan nilai ketuntasan minimum sebesar 75 pada pekerjaan siswa terhadap instrumen penilaian. Ketuntasan minimum ini menyesuaikan dengan ketuntasan penguasaan materi fisika pada kurikulum nasional.

c. Merancang Instrumen Penelitian

Peneliti memerlukan suatu penilaian untuk mengetahui penguasaan siswa terhadap suatu kemampuan. Melalui penilaian, peneliti dapat mengukur tingkat penguasaan siswa dalam kemampuan tersebut. Penilaian dilaksanakan sesuai dengan kemampuan-kemampuan yang akan diukur. Peneliti membagi penilaian menjadi dua jenis, yaitu penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi. Dalam menilai dua kemampuan tersebut, peneliti perlu menentukan indikator-indikator penguasaan kemampuan terlebih dahulu. Penguasaan kemampuan didasarkan dari tercapai indikator-indikator penguasaan yang ditentukan. Dalam hal ini, peneliti mengacu pada buku panduan pengembangan standar NGSS yang disusun oleh National Research Council. Indikator untuk kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada standar NGSS dapat dilihat seperti pada Tabel 12.

Tabel 12. Indikator Kemampuan EAE dan OECI yang Terdapat dalam NGSS

Indikator Kemampuan EAE	Indikator Kemampuan OECI
a. Membangun penjelasan ilmiah yang menunjukkan bagaimana data mendukung sebuah argumen	a. Menggunakan kata-kata, tabel, diagram baik <i>hardcopy</i> maupun elektronik, juga persamaan matematika, untuk mengkomunikasikan pemahaman mereka. Atau menanyakan pertanyaan-pertanyaan tentang sebuah sistem yang dipelajari

b. Mengidentifikasi kelemahan yang mungkin dalam penjelasan ilmiah, dan mendiskusikannya menggunakan penalaran dan bukti	b. Membaca bacaan sains dan <i>engineering</i> , yang memasukkan tabel, diagram dan grafik sepadan dengan pengetahuan sains mereka dan menjelaskan ide kunci yang dikomunikasikan
c. Mengidentifikasi kekurangan di argumen siswa sendiri dan memodifikasi dan meningkatkan dalam respons yang berupa mengkritik	c. Mengerti ciri utama dari tulisan dan bacaan sains dan <i>engineering</i> dan dapat menghasilkan bacaan atau presentasi lisan yang mengkomunikasikan ide tertulis dan ilustrasi ide dan prestasi siswa
d. Mampu membedakan ciri-ciri penjelasan ilmiah yaitu pernyataan, data dan alasan dan membedakannya dalam contoh	Melibatkan siswa dalam kegiatan membaca dengan kritis literatur ilmiah (yang diadaptasi untuk penggunaan kelas) atau dari media laporan sains dan mendiskusikan validitas dan reliabilitas data, hipotesis dan kesimpulan
e. Membaca berita dan media sains atau teknologi dan mengidentifikasi kelemahan dan kekurangannya	d. Menggunakan kata-kata, tabel, diagram baik <i>hardcopy</i> maupun elektronik, juga persamaan matematika, untuk mengkomunikasikan pemahaman mereka. Atau menanyakan pertanyaan-pertanyaan tentang sebuah sistem yang dipelajari
f. Menjelaskan bagaimana pertanyaan terhadap pengetahuan dikritik oleh komunitas ilmiah sekarang ini dan dapat mengungkapkan baik buruknya dan keterbatasan <i>review</i> kelompok dan kebutuhan untuk melakukan investigasi kembali secara independen.	e. Membaca bacaan sains dan <i>engineering</i> , yang memasukkan tabel, diagram dan grafik sepadan dengan pengetahuan sains mereka dan menjelaskan ide kunci yang dikomunikasikan

Untuk mengetahui penguasaan kemampuan pada siswa, Peneliti membutuhkan suatu instrumen penelitian. Dengan menggunakan instrumen penilaian, peneliti dapat mengukur tingkat penguasaan siswa pada kemampuan tersebut. Instrumen penilaian kemampuan

berargumentasi dan mengomunikasikan informasi disusun berdasarkan indikator-indikator penguasaan kemampuan yang telah ditentukan. Melalui indikator-indikator tersebut, peneliti dapat menyusun kisi-kisi penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi. Bentuk instrumen pengukuran yang digunakan adalah jenis instrumen penilaian tertulis. Instrumen penilaian diberikan pada awal pembelajaran dalam bentuk *pretest* dan akhir pembelajaran dalam bentuk *posttest* untuk mengamati efektivitas pembelajaran NGSS.

3. Hasil Tahap Pengembangan (*Develop*)

a. Pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Setelah melalui tahap analisa dan desain, peneliti dapat mengembangkan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran yang sesuai dengan standar NGSS dan model pembelajaran Challenge-based. Sistematika RPP yang dikembangkan mengacu pada format RPP yang digunakan oleh kurikulum nasional. Pengembangan dilakukan dengan memodifikasi bagian-bagian pada RPP agar sesuai dengan pembelajaran yang dimaksud. Beberapa bagian RPP seperti bagian identitas, Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar menyesuaikan dengan format kurikulum nasional sehingga tidak mengalami

modifikasi. Bagian-bagian RPP yang dikembangkan dapat dilihat seperti berikut ini:

1) Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Bagian RPP ini berisi tentang beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui tercapainya tujuan dari suatu pembelajaran. Suatu indikator pembelajaran disusun dengan cara menurunkan Kompetensi Dasar pada materi gelombang elektromagnetik. Seperti yang telah dijelaskan pada tahap analisa, indikator pembelajaran yang akan digunakan adalah indikator yang sesuai dengan Kompetensi Dasar dan Performance Expectations (PEs) pada NGSS. Terdapat tiga belas indikator pembelajaran NGSS model Challenge-based yang dikembangkan oleh peneliti.

2) Tujuan Pembelajaran yang Dirumuskan Berdasarkan Kompetensi Dasar

Tujuan pembelajaran merupakan perilaku hasil belajar yang diharapkan dikuasai oleh peserta didik setelah memperoleh kegiatan pembelajaran. Penyusunan tujuan pembelajaran dilakukan dengan cara menurunkan indikator pembelajaran. Pada

penelitian ini, tujuan pembelajaran NGSS diperoleh dari penurunan indikator-indikator pembelajaran NGSS. Berikut ini merupakan tujuan pembelajaran yang dikembangkan:

- a) Melalui studi pustaka, siswa dapat dengan cermat menjelaskan sifat dan proses terbentuknya gelombang elektromagnetik.
- b) Melalui diskusi (*peer review*), siswa dapat menjelaskan pemanfaatan dan dampak radiasi gelombang elektromagnetik dengan disertai bukti yang relevan.
- c) Melalui diskusi (*peer review*), siswa dapat menyampaikan gagasannya terhadap suatu permasalahan radiasi elektromagnetik dengan disertai data bukti yang relevan.
- d) Melalui diskusi (*peer review*), siswa dapat menyusun kritik terhadap suatu gagasan mengenai manfaat dan dampak radiasi elektromagnetik.
- e) Melalui diskusi (*peer review*), siswa dapat secara terbuka menanggapi kritik terhadap gagasannya mengenai manfaat dan dampak radiasi elektromagnetik.
- f) Melalui project, siswa dapat menyimpulkan ide pokok dari artikel, buku dan jurnal sains dan engineering tentang

pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik di lingkungan mereka.

- g) Melalui studi pustaka, siswa dapat memahami pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik dari berbagai sumber informasi ilmiah.
- h) Melalui project, siswa dapat menggunakan kata-kata, tabel, diagram dan persamaan matematika yang ada dalam sumber bacaan ilmiah untuk mengkomunikasikan solusi mereka.
- i) Melalui project, siswa dapat mengevaluasi kekurangan dan kelebihan yang terdapat dalam pelaksanaan project mereka.
- j) Melalui presentasi, siswa dapat mengkomunikasikan secara objektif ide pokok dari berbagai sumber bacaan sains dan engineering tentang pemanfaatan dan dampak radiasi elektromagnetik di lingkungan mereka.
- k) Melalui studi pustaka, siswa dengan cermat mengurutkan jenis gelombang elektromagnetik berdasarkan besar frekuensinya dan bentuk radiasi yang dihasilkan.
- l) Melalui diskusi (*peer review*), siswa dapat menyebutkan sumber penghasil radiasi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari.
- m) Melalui *project*, siswa dapat menyebutkan contoh pemanfaatan dan dampak gelombang elektromagnetik.

- n) Melalui presentasi, siswa dengan objektif menampilkan contoh pemanfaatan radiasi elektromagnetik dalam teknologi dan dampaknya terhadap lingkungan.

3) Materi Pembelajaran

Bagian ini menjelaskan hasil analisis materi yang telah dilakukan terhadap materi gelombang elektromagnetik. Bagian ini menyajikan peta konsep gelombang elektromagnetik yang terdiri dari beberapa sub topik yang akan dipelajari oleh siswa. Topik gelombang elektromagnetik pada kurikulum nasional dan NGSS memiliki kesamaan dalam penjabaran beberapa sub topik. Sub topik yang disajikan meliputi ciri-ciri gelombang elektromagnetik, pemanfaatan dan dampak gelombang elektromagnetik.

4) Metode Pembelajaran

Bagian ini menjelaskan tentang model, metode dan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Dalam pembelajaran NGSS model Challenge-based, peneliti menggunakan model pembelajaran Challenge-based. Dalam model pembelajaran Challenge-based, guru menggunakan metode diskusi, presentasi dan tanya jawab dalam mencapai tujuan pembelajaran. Metode tersebut dipilih karena sesuai dengan model pembelajaran

Challenge-based dan kemampuan PEs yang akan dikuasai siswa. Sementara itu, pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran yang dikembangkan adalah pendekatan saintifik di mana pembelajaran disampaikan secara runtut mengikuti tahap-tahap saintifik.

5) Media, Alat dan Sumber Pembelajaran

Bagian ini menjelaskan mengenai sarana yang digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran NGSS model Challenge-based. Media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran ini memanfaatkan Lembar Kerja Siswa NGSS model Challenge-based sebagai pemandu siswa dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Pembelajaran juga dapat memanfaatkan *power point* untuk menampilkan beberapa video atau gambar yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan konsep atau fakta-fakta yang terjadi di dunia. Sementara itu, peralatan yang dibutuhkan dalam pembelajaran meliputi alat-alat praktikum optika dan alat ukur listrik. Sedangkan sarana pembelajaran lainnya yang dapat digunakan sebagai referensi yaitu buku pelajaran fisika kelas XII yang sesuai dengan kurikulum nasional yang berlaku.

6) Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

a) Kegiatan Awal

Pembelajaran NGSS model Challenge-based diawali dengan kegiatan apersepsi dan penjelasan singkat tentang proses pembelajaran yang akan dijalani oleh siswa. Kegiatan apersepsi meliputi pemaparan singkat mengenai materi optika yang telah dipelajari dan korelasinya terhadap materi gelombang elektromagnetik. Guru juga menjelaskan tujuan dan inti pembelajaran NGSS model Challenge-based secara singkat.

b) Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, siswa akan memperoleh tahapan-tahapan pembelajaran model Challenge-based yang sesuai dengan standar NGSS. Kegiatan inti dimulai dengan tahapan Big Idea di mana siswa akan menentukan sebuah ide besar sebagai sebuah solusi terhadap suatu permasalahan dunia yang penting untuk ditangani segera. Pada tahap ini, siswa dipancing rasa ingin tahunya dengan menampilkan video, berita atau fakta-fakta yang berisi tentang sebuah topik permasalahan dunia yang berhubungan dengan materi fisika. Guru bisa memanfaatkan media seperti Microsoft Power

Point atau buku untuk membuat presentasi lebih menarik. Pada pembelajaran ini, guru menyediakan beberapa topik sebagai alternatif. Siswa dalam kelompok dapat memilih topik mana yang mereka kehendaki.

Setelah tahap Big Idea, siswa kemudian dihadapkan dengan pertanyaan-pertanyaan yang sangat mendasar mengenai topik tersebut. Pertanyaan yang berkaitan dengan permasalahan atau Essential Question merupakan pertanyaan yang mampu siswa jawab dan lakukan. Pertanyaan tersebut lalu dijawab oleh siswa dalam sebuah kalimat tantangan (*challenge*) yang merupakan sebuah pernyataan yang akan dilaksanakan untuk menyelesaikan permasalahan utama.

Tahap berikutnya adalah project yang akan dilaksanakan oleh siswa dalam kelompok. Kemampuan investigasi siswa dipancing dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan penelitian (Guiding Questions) yang disediakan oleh Lembar Kerja Siswa. Dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan tersebut, siswa dapat diarahkan untuk melaksanakan kegiatan investigasi berupa pencarian informasi (Guiding Information) atau eksperimen (Guiding Activities).

Setelah melalui kegiatan investigasi, siswa menggunakan seluruh data dan informasi yang mereka temukan untuk merumuskan sebuah solusi terhadap permasalahan utama. Solusi harus berisi kata-kata yang realistis dan dapat dilaksanakan oleh siswa. Kemudian, siswa dalam kelompok mempresentasikan dan mendiskusikan hasil pelaksanaan *project* mereka di depan kelas.

c) Kegiatan Penutup

Pada akhir pembelajaran, guru mengajak siswa untuk melaksanakan solusi yang mereka temukan sebagai aksi nyata atas *challenge* yang mereka sampaikan pada awal pembelajaran. Guru juga mengajak siswa agar mendokumentasikan aksi mereka dan mengunggah video *challenge* ke sosial media. Kegiatan pembelajaran kemudian ditutup dengan mengulas kembali materi-materi gelombang elektromagnetik yang telah dipelajari.

7) Penilaian

Suatu evaluasi diperlukan pada akhir pembelajaran untuk mengamati pemahaman siswa setelah memperoleh pembelajaran NGSS model Challenge-based. Evaluasi dikembangkan

berdasarkan kisi-kisi penilaian yang diturunkan dari indikator-indikator pembelajaran NGSS model Challenge-based. Selain penilaian kognitif, guru juga melaksanakan penilaian sikap dan kinerja terhadap siswa selama proses pembelajaran.

b. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Pengembangan LKPD dilakukan dengan menyelaraskan standar NGSS dan tahap-tahap model pembelajaran Challenge-based. Urutan kegiatan-kegiatan *project* pada LKPD disusun dengan memperhatikan susunan tahapan model pembelajaran Challenge-based. Pengembangan LKPD dalam penelitian ini juga mengikuti format LKPD yang secara nasional disarankan oleh pemerintah. Beberapa bagian LKPD yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

1) Bagian Awal

Pada bagian awal, LKPD yang dikembangkan perlu memuat tujuan pembelajaran dan informasi tentang tata cara penggunaan LKPD. Tujuan pembelajaran penting untuk disertakan agar guru dan siswa mengetahui apa yang mereka capai setelah melaksanakan pembelajaran. Sementara itu, terdapat informasi tentang cara menggunakan LKPD Challenge dan aktivitas eksperimen untuk mengarahkan siswa melaksanakan kegiatan

pembelajaran secara mandiri. LKDP juga memuat daftar-daftar project beserta deskripsinya untuk membantu siswa memilih project berdasarkan ketertarikan mereka seperti pada Gambar 9. Bagian komponen lainnya juga disertakan seperti sampul, jenis peran anggota kelompok, lembar kontrak dan daftar isi.

2) Bagian Isi

a) Kegiatan Siswa

LKPD memuat aktivitas-aktivitas pembelajaran yang telah dikembangkan sebelumnya. Aktivitas pembelajaran yang disediakan merupakan kegiatan project sederhana yang bisa dilakukan secara mandiri oleh para siswa. Tahapan setiap aktivitas pembelajaran disusun berdasarkan pada tahap-tahap model pembelajaran Challenge-based. Kegiatan project pada LKPD diawali dengan sebuah Big Idea yang berisi tentang sebuah permasalahan utama. Kemudian, kegiatan project dilanjutkan dengan melibatkan siswa dalam kegiatan pencarian informasi dan pelaksanaan eksperimen untuk memperoleh data-data penelitian. Para siswa melaksanakan kegiatan tersebut untuk menemukan sebuah solusi mereka sendiri yang didukung oleh referensi dan data-data terhadap suatu permasalahan utama.

DAFTAR PROJECT



Project 1. Menghindari Bahaya Sinar UV dengan Menggunakan *losion* Anti UV
Isu ruaknya lingkungan telah menjadi ancaman yang serius bagi kehidupan manusia. Kerusakan atmosfer pada lapisan ozon memberikan ancaman bahaya radiasi matahari yang tidak ditinginkan seperti sinar Ultraviolet B (UVB).



Project 2. Menghindari Bahaya Kebutaan Akibat Pantulan Sinar Matahari
Kesibukan seseorang mampu memaksa dia berada seharian penuh di bawah sinar matahari. Meskipun telah menggunakan pelindung kepala, secara tidak langsung radiasi matahari masih bisa mengenai mereka. Sinar matahari yang terlalu terang tidak baik bagi kesehatan mata.



Project 3. Memanfaatkan Cahaya Matahari Untuk Mengatasi Krisis Energi
Pada masa modern ini, dunia dihadapkan pada isu yang tengah menjadi sorotan yaitu ketahanan energi. Isu mengenai mempunyai cadangan minyak bumi, sumber energi alam yang tidak dapat diperbaharui, menjadi ancaman yang tidak mungkin dihindari.



Project 4. Mengatasi Pemanasan Global Akibat Terperangkapnya Sinar Infra Merah
Setiap harinya kendaraan menghasilkan gas buang yang buruk bagi lingkungan. Emisi gas oleh kendaraan menyumbang kandungan CO₂ di atmosfer bumi. Keberadaan CO₂ yang berlebihan di atmosfer menyebabkan panas matahari terperangkap.

Gambar 9. Daftar Project yang Terdapat pada LKPD NGSS Model Challenge-based

Kegiatan eksperimen yang akan dilaksanakan oleh siswa harus bersifat sederhana dan memiliki keterkaitan dengan suatu permasalahan di dunia nyata. Sebagai contoh, peneliti mengangkat suatu permasalahan dunia mengenai ancaman kanker kulit yang ditimbulkan oleh radiasi sinar matahari. Dari permasalahan utama tersebut, LKPD mengajak siswa untuk menemukan sebuah solusi yang bersifat sederhana dan dapat dilaksanakan oleh siswa. Salah satu solusi yang dipilih oleh LKPD adalah menggunakan tabir surya untuk mencegah

munculnya kanker kulit akibat radiasi matahari. LKPD menyajikan suatu kegiatan eksperimen sederhana yang dilengkapi dengan langkah-langkah kegiatan untuk membuktikan bahwa tabir surya dapat mengurangi radiasi matahari yang diterima oleh kulit manusia. Gambar 10 menunjukkan contoh tampilan kegiatan eksperimen dan lembar kerja yang tersedia dalam LKPD. Selain itu, LKPD juga menyajikan alternatif-alternatif referensi yang dapat digunakan oleh untuk memperkuat solusi mereka.

Peneliti membagi pembelajaran sub-sub materi gelombang elektromagnetik yang akan dipelajari ke dalam beberapa kegiatan project yang disajikan dalam LKPD. Sebagai contoh, Big Idea mengenai kanker kulit yang ditimbulkan oleh radiasi sinar matahari merupakan salah satu pembelajaran sub materi sifat-sifat dan dampak negatif yang ditimbulkan oleh gelombang elektromagnetik. LKPD menyajikan delapan kegiatan project berbeda yang dapat dipilih untuk mempelajari seluruh sub materi gelombang elektromagnetik.

b) Lembar Kerja

Lembar kerja berisi tempat yang dapat membantu siswa untuk menuliskan hasil kegiatan project yang mereka lakukan. Bagian pertama lembar kerja yaitu formulir panduan project yang dapat digunakan untuk merencanakan waktu dan jenis kegiatan investigasi oleh siswa. Lembar ini juga dapat digunakan sebagai pembagian tugas masing-masing anggota kelompok selama pelaksanaan project. Pada lembar kerja proposal *challenge*, siswa dapat merumuskan kegiatan investigasi yang akan mereka lakukan meliputi Big Idea, Essential Question, Challenge, Guiding Activities dan Guiding Resources. Sementara itu, lembar kerja untuk solusi menyediakan tempat bagi siswa untuk merumuskan solusi yang akan mereka pilih terhadap permasalahan utama.

PROJECT 4. Mengatasi Efek Pemanasan Global Akibat Terperangkapnya Sinar Infra Merah

BIG IDEA

Lingkungan. Setiap harinya, kendaraan seperti motor, mobil dan bus mengeluarkan gas buang. Gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan-kendaraan tersebut mengandung CO₂ di dalamnya. Penggunaan kendaraan bermotor turut menyumbang jumlah gas CO₂ yang ada di atmosfer bumi. Gas CO₂ merupakan kelompok gas rumah kaca yang memiliki sifat 'menahan' panas. Keberadaan CO₂ yang berlebihan di atmosfer menyebabkan panas matahari yang terperangkap menjadi lebih banyak. Terperangkapnya panas yang lebih banyak menyebabkan atmosfer bumi menjadi lebih hangat dari biasanya. Peristiwa kekeringan dan mencairnya es di kutub utara menjadi isu lingkungan saat ini.

ESSENTIAL QUESTIONS

Apa yang bisa kalian lakukan untuk mengatasi isu pemanasan global?

CHALLENGE

Mengatasi isu pemanasan global dengan cara mengurangi penggunaan kendaraan yang mengeluarkan emisi gas CO₂

GUIDING ACTIVITIES

A. Mencari beberapa artikel atau media berita yang berhubungan dengan efek rumah kaca. Kemudian menjelaskan ide pokok dari artikel-artikel tersebut. Contohnya adalah seperti di bawah ini:

- Meningkatkan suhu permukaan bumi akibat efek rumah kaca:
https://id.wikipedia.org/wiki/Efek_rumah_kaca

B. Melakukan eksperimen sederhana di laboratorium: Hubungan Penurunan Suhu Terhadap Waktu pada Beberapa Sumber CO₂ (*sumber: juliantrubin.com*).

a. **Alat dan Bahan Percobaan**

- 1) Termometer ruangan
- 2) Plastik
- 3) Kotak transparan
- 4) Lampu bohlam
- 5) Asap kendaraan bermotor
- 6) Pasir berwarna hitam
- 7) Selotip

FORM PANDUAN CHALLENGE

Big Idea : _____

Essential Question : _____

Challenge : _____

Anggota Kelompok

(Nama dan peran tiap anggota kelompok seperti misalnya project manager, humas, ahli media, ahli dokumentasi atau peran lainnya yang dibutuhkan kelompok)

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

Guiding Questions Kami

(Pertanyaan-pertanyaan yang perlu dijawab – apa yang menurut kami perlu ketahui untuk menemukan sebuah solusi)

Gambar 10. Contoh Kegiatan Eksperimen pada Lembar Kerja

3) Bagian Akhir

Bagian ini berisi hal-hal yang penting untuk diperhatikan siswa dalam menyelesaikan project mereka secara baik. Bagian akhir merupakan bagian di mana siswa dapat memberikan refleksi terhadap proses pembelajaran yang mereka alami. Bagian ini juga menyajikan informasi-informasi mengenai spesifikasi video dan cara mengolahnya yang dapat digunakan oleh siswa sebagai acuan dalam pembuatan video *challenge*. Selain itu, Bagian akhir LKPD

juga menyajikan rubrik penilaian yang dapat dimanfaatkan oleh guru untuk mengevaluasi hasil project siswa.

c. Pengembangan Bahan Ajar

Dalam proses pengembangannya, bahan ajar perlu memiliki kesesuaian dengan standar NGSS dan model pembelajaran Challenge-based. Penyusunan bahan ajar juga dilaksanakan berdasarkan format penyusunan bahan ajar yang direkomendasikan pemerintah nasional. Bahan ajar yang dikembangkan memiliki bagian-bagian seperti berikut ini:

1) Bagian Awal

Pada bagian awal, bahan ajar perlu memiliki komponen-komponen yang dapat digunakan oleh siswa untuk mempermudah mereka dalam menggunakannya. Bagian awal bahan ajar yang dikembangkan mencakup sampul, tujuan pembelajaran, daftar isi, daftar gambar, dan unit konverter. Sampul bahan ajar perlu memiliki komponen kemenarikan dan menyertakan identitas seperti judul dan jenjang pendidikan. Selain itu, bahan ajar juga perlu menyertakan tujuan pembelajaran NGSS yang dapat memberikan informasi mengenai apa yang akan siswa kuasai setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran.

2) Bagian Isi

Pada bagian isi, bahan ajar mencakup materi gelombang elektromagnetik yang akan dipelajari oleh siswa. Materi gelombang elektromagnetik dikembangkan berdasarkan NGSS dan menyesuaikan dengan kebutuhan model pembelajaran model Challenge. Materi-materi tersebut didesain agar materi memiliki korelasi dengan peristiwa di dunia nyata.

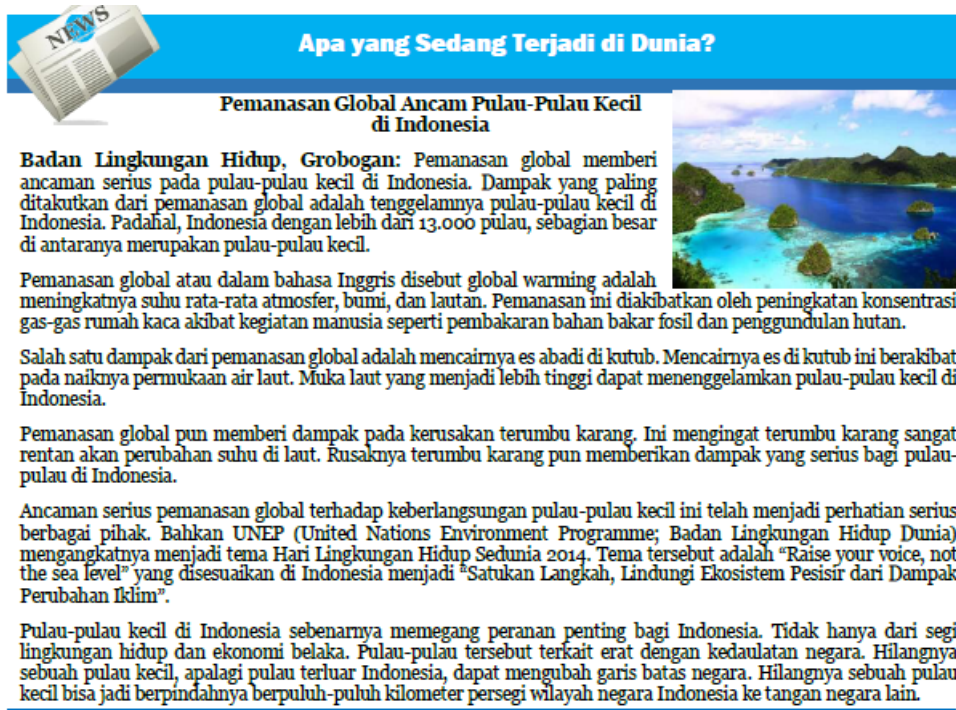
a) Pengantar

Bagian isi bahan ajar diawali dengan sebuah pengantar yang bertujuan untuk memandu siswa dalam memulai mempelajari materi gelombang elektromagnetik. Di awal pengantar, siswa dapat dipandu dengan memberikan contoh pemanfaatan gelombang elektromagnetik pada alat-alat komunikasi yang sering mereka jumpai di lingkungan sekitar seperti radio atau telepon genggam. Pengantar juga memberikan beberapa contoh fenomena alam yang berkaitan dengan gelombang elektromagnetik seperti sampainya radiasi matahari ke bumi. Pengantar kemudian menceritakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hertz mengenai hubungan antara medan listrik dan medan magnetik. Pada bagian akhir, pengantar menjelaskan secara singkat bahwa pada dasarnya

kedua besaran tersebut dapat menciptakan gelombang elektromagnetik.

b) Artikel Berita

Peneliti juga mengembangkan bahan ajar agar mampu membantu siswa dalam proses pembelajaran Challenge-based yang sedang dikembangkan. Pengembangan bertujuan agar siswa dapat memiliki pengetahuan lebih terhadap permasalahan-permasalahan dunia nyata. Pengembangan tersebut diwujudkan dalam suatu artikel berita yang membahas mengenai penerapan dan dampak gelombang elektromagnetik dalam dunia nyata. Topik-topik artikel berita juga perlu disinkronkan dengan kegiatan-kegiatan project yang terdapat dalam LKPD sehingga perangkat pembelajaran yang dikembangkan saling terintegrasi satu sama lain. Bahasa yang digunakan dalam artikel berita juga perlu dikemas dengan bahasa yang mampu menampilkan urgensi permasalahan tersebut sehingga permasalahan tampak perlu untuk segera diselesaikan. Contoh artikel berita yang terdapat dalam bahan ajar adalah seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Contoh Artikel Berita dalam Bahan Ajar NGSS Model Challenge-based

c) Kotak Challenge

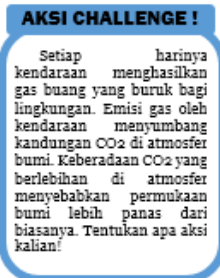
Bahan ajar yang dikembangkan perlu memiliki korelasi dengan Big Idea yang terdapat pada Lembar Kerja Siswa. LKPD tidak hanya mengajak siswa agar menjadi terkini terhadap permasalahan dunia nyata namun juga mengajak mereka untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. LKPD yang dikembangkan menyertakan kotak *challenge* yang merupakan sebuah kotak dialog yang berisi kalimat ajakan untuk memotivasi siswa dalam melaksanakan tantangan-

tantangan yang terdapat dalam LKPD. Kotak-kotak *challenge* perlu diletakkan di samping artikel berita yang sesuai agar saling berkesinambungan dan dapat memotivasi siswa untuk segera melaksanakan aksi. Melalui kalimat-kalimat *challenge* yang disampaikan dalam bagian ini, siswa juga diajak untuk berdiskusi bersama dengan rekan belajarnya mengenai sebuah topik. Gambar 12 merupakan contoh kotak *challenge* yang terdapat dalam bahan ajar NGSS model Challenge-based.

3. Sinar Inframerah

Seperti yang sudah kalian tahu, radiasi elektromagnetik dapat diserap oleh atom-atom yang menyusun setiap benda di bumi. Matahari adalah sumber energi bagi tata surya kita. Matahari kita setiap detiknya memancarkan gelombang elektromagnetik dengan berbagai spektrum. Salah satunya adalah sinar inframerah. Melalui atmosfer, sinar tersebut sampai ke permukaan bumi.

Kita mungkin masih ingat bahwa di lapisan atmosfer terdapat



Gambar 12. Contoh Kotak *Challenge* dalam Bahan Ajar NGSS Model Challenge-based

d) Web Link

Bahan ajar menyajikan tautan-tautan web yang dapat membantu siswa dalam memahami materi gelombang elektromagnetik tertentu secara lebih baik. Konten yang terdapat pada tautan web dapat berisi tentang berbagai

informasi pendukung materi gelombang elektromagnetik atau suatu topik Big Idea. Tautan web juga dapat mengarahkan siswa kepada sebuah situs yang menyajikan sebuah animasi atau gambar bergerak. Hal tersebut dapat mempermudah siswa dalam memahami beberapa konsep abstrak pada materi gelombang elektromagnetik seperti grafik hubungan medan magnet dan medan listrik yang berubah-ubah terhadap waktu. Tautan disajikan dalam bentuk kotak dialog yang berisi alamat tautan atau *barcode* yang dapat mempermudah siswa dalam mengakses informasi dengan menggunakan smartphone mereka. Penyajian tautan juga diharapkan dapat menambah sumber referensi bagi siswa dan merangsang kemampuan mereka dalam mencari informasi. Berikut ini adalah Gambar 13 yang menampilkan contoh *web link* yang terdapat dalam bahan ajar.

Kita mungkin masih ingat bahwa di lapisan atmosfer terdapat lapisan ozon yang tersusun atas gas karbon dioksida. Atom-atom gas karbon dioksida sangat efektif dalam menyerap sinar inframerah yang sampai ke bumi. Hal tersebut dikarenakan atom gas karbon dioksida sangat mudah terekstisasi oleh foton sinar infra merah.

Kalian sudah tahu bahwa atom yang terekstisasi akan segera mengalami deeksitasi. Pada saat deeksitasi, atom memancarkan kembali foton sinar infra merah yang telah diserap. Secara alami, sinar infra merah yang diserap atmosfer bumi akan kembali dilepaskan ke luar angkasa. Namun, kondisi atmosfer dengan konsentrasi gas karbon dioksida yang tinggi mengakibatkan sinar infra merah justru terperangkap dalam atmosfer bumi.



Gambar 13. Contoh *web link* dalam bahan ajar NGSS model Challenge-based

3) Bagian Akhir

Pada bagian akhir, bahan ajar menyertakan bagian-bagian yang dapat membantu siswa dalam mengulas kembali materi gelombang elektromagnetik seperti glosarium dan daftar pustaka. Glosarium memuat definisi istilah-istilah tentang gelombang elektromagnetik yang terdapat dalam bahan ajar. Daftar pustaka berisi referensi yang telah digunakan peneliti sebagai acuan untuk menyusun bahan ajar.

d. Pengembangan Instrumen

Untuk menentukan kelayakan suatu pembelajaran NGSS, peneliti perlu mengukur capaian siswa dalam penguasaan kemampuan-

kemampuan NGSS yang disebut sebagai Science Engineering Practices (SEPs). Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dua dari delapan SEPs, yaitu Engaging in Argument from Evidence dan Obtaining, Evaluating and Communicating Information. Dalam pengembangan perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based, kedua kemampuan tersebut telah dituangkan ke dalam indikator-indikator pembelajaran. Pengembangan instrumen penilaian dapat memanfaatkan indikator-indikator pembelajaran yang sudah dikembangkan tersebut.

Berdasarkan indikator pembelajaran yang telah dikembangkan, peneliti dapat mengembangkan kisi-kisi instrumen penilaian untuk penguasaan kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada NGSS. Indikator pembelajaran pada setiap sub materi dikembangkan menjadi beberapa butir soal. Pada penelitian ini, peneliti memilih menggunakan tes tertulis yang berbentuk uraian dan observasi untuk menilai penguasaan kemampuan-kemampuan tersebut. Hasil pengembangan kisi-kisi instrumen penilaian dapat dilihat pada Lampiran 1.13. Selanjutnya, kisi-kisi instrumen dimanfaatkan untuk membuat butir-butir penilaian.

Pengembangan instrumen penilaian dilaksanakan berdasarkan kemampuan-kemampuan yang akan diamati dalam penelitian ini.

Kemampuan berargumentasi menyatakan bahwa siswa perlu menguasai kemampuan dalam menyampaikan argumentasinya secara ilmiah terhadap suatu pernyataan. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mengembangkan instrumen penilaian yang dapat menilai kemampuan berargumentasi siswa. Sementara itu, kisi-kisi instrumen penilaian untuk penguasaan kemampuan OEI menggunakan penilaian tertulis yang berbentuk uraian dan observasi untuk menilai kemampuan siswa dalam mencari mengolah dan mengomunikasikan informasi.

e. Validasi Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian menggunakan suatu instrumen yang menilai hasil belajar siswa. Validasi instrumen penilaian hasil belajar siswa diperlukan agar instrumen dapat sesuai mengukur kemampuan-kemampuan NGSS yang digunakan dalam penelitian. Proses validasi produk penelitian menggunakan dua cara, yaitu validasi ahli dan validasi empirik.

1) Validasi Ahli

Salah satu cara untuk menentukan kelayakan instrumen penilaian hasil belajar siswa pada pembelajaran NGSS adalah melalui validasi ahli. Dalam hal ini, validasi ahli melibatkan bantuan dari para validator yang ahli dalam bidang *assessment*.

Penilaian yang dilakukan oleh validator terhadap instrumen meliputi beberapa kriteria kelayakan dari sebuah instrumen penilaian. Proses penilaian tersebut dilakukan dengan menggunakan suatu instrumen yang disebut sebagai instrumen validasi.

Sebelum menilai instrumen penilaian, peneliti terlebih dahulu menentukan kelayakan dari suatu instrumen validasi. Instrumen validasi perlu melalui proses validasi dari seorang ahli pendidikan atau assessment untuk menentukan kelayakan instrumen. Dalam penelitian ini, peneliti melibatkan dr. Suparwoto yang merupakan seorang dosen aktif di Universitas Negeri Yogyakarta. Proses validasi menghasilkan beberapa revisi terhadap beberapa kriteria instrumen validasi seperti kejelasan bahasa dalam butir instrumen dan isi rubrik penilaian. Perbaikan kemudian dilaksanakan oleh peneliti hingga memperoleh instrumen validasi yang valid.

Pelaksanaan validasi terhadap instrumen penilaian perlu untuk menghasilkan instrumen yang valid dalam menilai kemampuan siswa. Penilaian validator terhadap instrumen penilaian NGSS model Challenge-based dimanfaatkan oleh peneliti untuk memperbaiki kelayakan instrumen. Peneliti melibatkan beberapa validator yang merupakan dosen aktif

Universitas Negeri Yogyakarta seperti Dr. Suparwoto, Dr. Ariswan, Dr. Insih Wilujeng dan tiga orang ahli pendidikan lainnya. Penilaian kelayakan instrumen diberikan oleh validator terhadap masing-masing kriteria kelayakan instrumen penilaian. Penilaian kemudian dianalisa oleh peneliti dengan menggunakan formula Aiken's untuk memperoleh nilai validasi pada setiap kriteria kelayakan. Peneliti kemudian merata-rata nilai validasi dan membandingkan nilai validasi pada tabel indeks Aiken's untuk menentukan kevalidan instrumen pengumpulan data secara keseluruhan.

Hasil validasi terhadap instrumen penilaian memperoleh nilai validasi pada setiap kriteria seperti pada Tabel 13. Pada tabel tersebut, seluruh kriteria kelayakan instrumen penilaian termasuk ke dalam kategori baik. Sementara itu, rata-rata nilai validasi dari setiap kriteria kelayakan menghasilkan nilai sebesar 0,81. Dengan membandingkan nilai tersebut dengan nilai validasi pada tabel indeks Aiken's ($V_{\text{tabel}} = 0,64$), kevalidan instrumen penilaian NGSS model Challenge-based termasuk ke dalam kategori baik. Sementara itu, peneliti juga menggunakan catatan-catatan tertulis yang diberikan oleh validator untuk merevisi instrumen yang dikembangkan. Beberapa catatan dari validator berisi bahwa

instrumen perlu menyediakan contoh soal, latihan soal dan kunci jawaban dalam bahan ajar yang sesuai dengan instrumen penilaian.

Tabel 13. Hasil Validasi terhadap Instrumen Penilaian yang Menghasilkan Nilai Validasi pada Masing-Masing Kriteria Kelayakan

Aspek	Kriteria	V
Kesesuaian Teknik Penilaian	Ketepatan pemilihan teknik penilaian dengan indikator dan tujuan pembelajaran berorientasi NGSS dengan model CBL	0,72
	Kesesuaian butir instrumen dengan indikator dan tujuan pembelajaran berorientasi NGSS dengan model CBL	0,78
Kelengkapan Instrumen	Ketersediaan kunci jawaban	1,00
	Kecukupan tempat yang disediakan untuk jawaban soal	0,89
Kesesuaian Isi	Kesesuaian pertanyaan dengan materi gelombang elektromagnetik	0,72
	Kesesuaian kunci jawaban dengan pertanyaan soal	0,89
Konstruksi Soal	Kesesuaian petunjuk pengerjaan soal	0,83
	Kejelasan penulisan pokok soal (stem)	0,83
	Kesesuaian pertanyaan dengan tingkat kognitif peserta didik	0,72
Kebahasaan	Penggunaan kaidah bahasa Indonesia	0,89
	Kejelasan penulisan bahasa soal	0,78
	Kemudahan memahami bahasa yang digunakan	0,72

2) Validasi Empirik

Validasi empirik merupakan validasi yang dilakukan dengan cara mengujicobakan instrumen pengumpulan data di lapangan. Instrumen yang telah melalui proses revisi saat validasi ahli kemudian melewati pengujian di kelas-kelas percobaan. Melalui pengujian tersebut, peneliti dapat memperoleh hasil belajar siswa yang berbentuk skor. Skor tersebut dapat digunakan untuk menganalisis butir-butir instrumen pengumpulan data sehingga dapat diperoleh validitas instrumen. Analisis untuk memperoleh

validitas instrumen ini dilaksanakan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS.

f. Penilaian Ahli terhadap Perangkat Pembelajaran Challenge-based Berorientasi NGSS

Sebelum perangkat pembelajaran Challenge-based digunakan untuk penelitian, perangkat pembelajaran perlu divalidasi terlebih dahulu oleh validator. Validasi bertujuan untuk menilai kelayakan perangkat pembelajaran sebelum digunakan untuk penelitian. Peneliti melibatkan enam orang validator yang ahli dalam bidang pendidikan dan materi pembelajaran. Tiga orang validator adalah Dr. Suparwoto, Dr. Ariswan dan Dr. Insih Wilujeng yang merupakan dosen aktif di Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). Peneliti juga meminta bantuan dari para guru fisika SMA seperti bapak Supardi, S.Pd selaku pengajar di SMAN 1 Kandangserang dan Yoakhim Riwitiyoso, S.Pd selaku pengajar di SMAN 1 Kerici Jakarta. Satu validator lainnya adalah rekan peneliti yang sedang menempuh pendidikan di program Pascasarjana UNY yaitu Ardyan Permana, S.Pd.

Validasi yang dilaksanakan oleh para validator menggunakan suatu instrumen yang disebut instrumen validasi perangkat pembelajaran. Instrumen validasi merupakan suatu angket penilaian yang berisi poin-poin kelayakan perangkat pembelajaran. Instrumen

validasi perangkat pembelajaran meliputi instrumen validasi RPP, bahan ajar dan LKPD.

1) Validasi RPP

Validasi RPP meliputi kelengkapan isi, urutan pembelajaran, kesesuaian dengan NGSS dan beberapa kriteria kelayakan RPP lainnya. Hasil penilaian oleh validator terhadap RPP yang dikembangkan menghasilkan skor-skor pada masing-masing butir validasi. Selanjutnya, skor-skor tersebut diolah untuk menentukan kelayakan dari masing-masing kriteria dalam bentuk nilai validitas (V). Nilai validitas pada setiap aspek dan kriteria kelayakan pada validasi RPP dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Nilai Validitas pada Aspek-Aspek Kelayakan RPP NGSS Model Challenge-based

Aspek	Kriteria	V
Perumusan Tujuan Pembelajaran	Kesesuaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar dengan tujuan pembelajaran	0,89
	Ketepatan penjabaran Kompetensi Dasar ke dalam indikator	0,89
	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran	0,83
	Kesesuaian indikator dan tujuan pembelajaran dengan PEs	0,72
	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan siswa	0,72
Isi Yang Disajikan	Sistematika Penyusunan RPP	0,89
	Kelengkapan instrument evaluasi (soal, kunci, pedoman pensekoran)	0,83
	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model CBL	0,72
	Kesesuaian uraian kegiatan siswa dan guru untuk setiap tahap pembelajaran dengan model CBL	0,72
	Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pembelajaran; awal, inti penutup)	0,83
Bahasa	Penggunaan bahasa sesuai dengan EYD	0,89
	Bahasa yang digunakan komunikatif	0,72
	Kesederhanaan struktur kalimat	0,83
Waktu	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	0,78
	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	0,83

Proses validasi yang dilakukan oleh validator menghasilkan nilai validasi pada setiap kriteria kelayakan RPP. Dengan melihat Tabel 14, peneliti dapat mengetahui bahwa beberapa kriteria kelayakan RPP memiliki validitas yang baik. Hal tersebut diketahui dengan membandingkan nilai validitas setiap kriteria yang diperoleh pada validasi RPP dengan tabel validasi. Beberapa kriteria kelayakan RPP memiliki validitas yang rendah seperti kesesuaian indikator pembelajaran, kesesuaian urutan kegiatan dan kemampuan komunikatif bahasa.

Dengan menggabungkan nilai validitas pada masing-masing kriteria, peneliti dapat memperoleh nilai validitas gabungan. Nilai gabungan tersebut merupakan nilai kelayakan RPP secara keseluruhan yang merupakan nilai kelayakan dari RPP yang dikembangkan. Nilai validasi RPP yang dikembangkan diperoleh sebesar 0,81 dengan cara menghitung rata-rata nilai validitas pada masing-masing kriteria. Dengan mengacu pada tabel interpretasi validitas, nilai validitas tersebut termasuk ke dalam golongan validitas yang baik. Sehingga, peneliti dapat menyimpulkan bahwa RPP yang dikembangkan memiliki validitas yang baik dan layak untuk diimplementasikan.

2) Validasi LKPD

Validasi LKPD meliputi kelayakan pada kualitas kegiatan peserta didik, kelengkapan isi, kesesuaian dengan NGSS dan beberapa kriteria lainnya. Validasi LKPD diperoleh dengan menggabungkan penilaian dari enam validator pada setiap kriteria kelayakan. Validasi LKPD yang dikembangkan menghasilkan nilai validitas seperti pada Tabel 15.

Tabel 15. Nilai Validitas yang Diperoleh pada Aspek-Aspek Kelayakan LKPD NGSS Model Challenge-based

Aspek	Kriteria	V
Komponen Isi	Kesesuaian tujuan setiap kegiatan dengan PEs dan Kompetensi Dasar	0,89
	Sifat esensial dari materi/tugas yang disampaikan	0,72
	Penyesuaian masalah yang diangkat dengan tingkat kognitif siswa	0,83
Komponen Penyajian	Sistematika penyajian LKPD	0,83
	Kejelasan tujuan setiap kegiatan yang disajikan	0,78
	Kemampuan kegiatan yang disajikan dalam menumbuhkan rasa ingin tahu siswa	0,78
	Kesesuaian fase kegiatan yang disajikan LKPD dengan fase pembelajaran CBL	0,89
	Kelengkapan gambar dan ilustrasi dalam penyajian LKPD	0,78
Bahasa	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan EYD	0,89
	Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan tingkat perkembangan kognitif siswa	0,83
	Kemampuan komunikatif bahasa yang digunakan	0,72
	Kejelasan kalimat yang digunakan	0,89
	Kejelasan petunjuk atau arahan	0,83

Proses validasi terhadap LKPD menghasilkan nilai validasi pada setiap kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan kelayakan produk. Dengan membandingkan nilai validasi pada setiap kriteria dengan tabel validitas, beberapa kriteria kelayakan memiliki nilai validasi yang bagus. Beberapa kriteria kelayakan

tersebut seperti kesesuaian tujuan pembelajaran, kejelasan kalimat dan kesesuaian fase kegiatan dengan model Challenge-based. Namun, terdapat beberapa kriteria kelayakan yang memiliki nilai validasi yang cukup rendah seperti sifat esensial materi yang disampaikan dan kemampuan komunikatif bahasa.

Kelayakan LKPD NGSS model Challenge-based yang dikembangkan ditentukan dengan menghitung nilai validitas dari seluruh aspek-aspek kelayakan LKPD. Penilaian yang dilakukan oleh validator terhadap LKPD menghasilkan nilai validitas LKPD sebesar 0,82. Dengan mengacu pada tabel validitas, peneliti dapat menyimpulkan bahwa LKPD yang dikembangkan memiliki validitas yang baik. Sehingga, LKPD NGSS model Challenge-based dapat diimplementasikan dalam penelitian.

3) Validasi Bahan Ajar

Validasi bahan ajar meliputi kualitas materi, kelengkapan isi, kesesuaian materi dengan NGSS dan beberapa kriteria lainnya. Hasil validasi terhadap bahan ajar yang dikembangkan menghasilkan nilai validitas yang dapat digunakan untuk menentukan kelayakan bahan ajar. Secara keseluruhan, nilai validitas pada validasi bahan ajar dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Nilai Validitas pada Aspek-Aspek Kelayakan Bahan Ajar NGSS Model Challenge-based

Aspek	Kriteria	V
Struktur Bahan ajar	Organisasi penyajian secara umum	0,89
	Kemampuan tampilan dalam menarik minat pembaca	0,94
	Keterkaitan yang konsisten antar materi bahasan	0,78
Organisasi Penulisan Materi	Cakupan materi gelombang elektromagnetik	0,83
	Kejelasan dan urutan materi	0,72
	Ketepatan materi dengan KI, KD dan PEs	0,78
	Keterkaitan antara isi yang termuat dalam bahan ajar dengan konteks kehidupan siswa	0,89
Bahasa	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan EYD	0,83
	Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan tingkat perkembangan kognitif siswa	0,83
	Kemampuan komunikatif bahasa yang digunakan	0,94

Hasil validasi terhadap bahan ajar yang dikembangkan menghasilkan nilai validasi pada setiap kriteria kelayakan bahan ajar. Melalui Tabel 16, peneliti dapat mengetahui bahwa beberapa kriteria kelayakan bahan ajar memiliki validitas yang baik. Hal ini bisa diketahui dengan membandingkan nilai validitas setiap kriteria yang diperoleh pada validasi bahan ajar dengan tabel validitas. Suatu kriteria kelayakan bahan ajar yang memiliki validitas cukup rendah yaitu kejelasan dan urutan materi.

Kelayakan bahan ajar ditentukan dengan menghitung nilai validasi pada seluruh aspek kelayakan bahan ajar. Nilai validasi secara keseluruhan diperoleh dengan menghitung rata-rata nilai validitas pada setiap aspek. Dalam penelitian ini, penilaian terhadap bahan ajar yang dikembangkan menghasilkan nilai

validitas bahan ajar sebesar 0,84. Dengan memperhatikan tabel validitas, peneliti dapat menyimpulkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan memiliki validitas yang baik. Dengan demikian, bahan NGSS model Challenge-based yang dikembangkan layak untuk diimplementasikan.

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Hasil Uji Coba Empirik

Uji coba empirik merupakan uji coba yang digunakan untuk menilai validitas dan reliabilitas suatu instrumen penilaian secara empirik. Pelaksanaan uji coba empirik dilakukan terhadap 20 siswa kelas XII IPA dari SMAN 1 Kandangserang. Hasil pengujian instrumen selanjutnya diolah untuk menentukan validitas dan reliabilitas pada setiap butir soal instrumen.

Peneliti menganalisa hasil pekerjaan siswa terhadap instrumen penilaian NGSS pada tahap uji coba empirik. Analisa yang dilakukan adalah uji validitas yang bertujuan untuk menentukan validitas tiap-tiap butir instrumen. Data-data hasil pekerjaan siswa yang diperoleh pada tahap uji coba dirangkum dan dianalisa dengan bantuan perangkat lunak SPSS seperti pada Lampiran 3. Analisa yang dilakukan terhadap setiap item tersebut menghasilkan nilai r (Pearson Correlation) pada masing-masing

item seperti pada Tabel 17. Dengan membandingkan nilai r yang diperoleh dengan r pada tabel ($r_{tabel} = 0,443$), peneliti dapat menentukan item-item instrumen penilaian yang bersifat valid. Berdasarkan uji validitas terhadap data-data tersebut peneliti menemukan bahwa item-item yang terdapat pada instrumen penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi bersifat valid.

Tabel 17. Hasil Penghitungan Nilai r (Pearson Correlation) pada Butir-Butir Instrumen EAE dan OECI

Nomor Item	Nilai R (Pearson Correlation)	
	Instrumen EAE	Instrumen OECI
Item 1	0,585	0,462
Item 2	0,815	0,731
Item 3	0,509	0,981
Item 4	0,507	0,909
Item 5	0,785	0,522
Item 6	0,759	0,782
Item 7	0,847	0,887
Item 8	0,883	0,915

Selanjutnya, peneliti melaksanakan uji untuk menentukan reliabilitas terhadap instrumen penelitian yang digunakan saat uji coba empirik. Uji reliabilitas dilakukan terhadap hasil pekerjaan siswa pada instrumen penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Hasil uji reliabilitas tersebut menunjukkan nilai Cronbach's Alpha yang dapat digunakan untuk menentukan reliabilitas instrumen. Pengujian terhadap instrumen penilaian

kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi menghasilkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,866 dan 0,891. Dengan mengacu pada tabel kategori Cronbach's Alpha, nilai reliabilitas yang diperoleh tergolong ke dalam kategori "sangat tinggi". Sehingga, peneliti dapat menyimpulkan bahwa instrumen penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang dikembangkan bersifat reliabel.

Kemudian, peneliti ingin meninjau kelayakan instrumen penilaian berdasarkan teori IRT dengan menggunakan bantuan program QUEST. Peneliti kemudian menganalisa item-item pada instrumen penilaian untuk mengetahui kesesuaian antara item dengan model Rasch yang menghasilkan keluaran seperti pada Lampiran 3.10. Kesesuaian tersebut dapat diamati dengan membandingkan nilai INFIT MNSQ yang diperoleh setiap item dengan nilai pada kriteria kesesuaian. Kriteria yang digunakan adalah apabila nilai INFIT MNSQ lebih dari nilai 0,77 dan kurang dari 1,30 maka item tersebut sesuai dengan model Rasch. Tabel 18 menunjukkan hasil analisis di mana nilai INFIT MNSQ pada setiap item instrumen penilaian berada pada rentang nilai 0,77 dan 1,30. Secara keseluruhan, nilai rata-rata INFIT yang dihasilkan adalah 1,00 dengan standar deviasi sebesar 0,15. Hal tersebut menunjukkan bahwa instrumen penilaian kemampuan

berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang dikembangkan valid secara empirik.

Tabel 18. Nilai INFIT MNSQ pada Butir-Butir Instrumen Penilaian Challenge-based Berorientasi NGSS saat Uji Coba Empirik

Butir Soal	INFIT MNSQ	
	EAE	OECI
Item 1	1,11	0,83
Item 2	1,14	0,91
Item 3	1,15	1,20
Item 4	1,28	0,95
Item 5	0,82	1,13
Item 6	0,90	0,92
Item 7	0,92	0,95
Item 8	0,84	0,86

Melalui program QUEST, peneliti juga dapat mengetahui reliabilitas instrumen penilaian berdasarkan teori IRT. Hasil analisis terhadap instrumen penilaian menunjukkan estimasi reliabilitas item dan testi. Estimasi reliabilitas item dari hasil analisis adalah sebesar 0,70 yang menunjukkan bahwa item-item pada instrumen penilaian memiliki konsistensi yang cukup baik. Analisis juga menunjukkan estimasi reliabilitas testi sebesar 0,78 yang mana hasil tersebut menunjukkan bahwa sampel uji coba memberikan konsisten yang cukup baik.

Analisa terhadap hasil pengujian empirik telah dilaksanakan untuk menentukan validitas dan reliabilitas. Berdasarkan hasil pengujian

tersebut, peneliti dapat mengetahui bahwa terdapat beberapa butir dalam instrumen penilaian yang tidak valid. Sedangkan pengujian reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen penilaian memiliki reliabilitas yang baik. Sehingga, instrumen penilaian yang dikembangkan masih memerlukan revisi pada beberapa butir penilaian.

2. Hasil Uji Coba Pilot

Uji coba pilot adalah pengujian perangkat pembelajaran sebelum pelaksanaan penelitian yang dilakukan secara terbatas pada satu kelas. Kelas yang memperoleh uji coba pilot merupakan kelas yang mendapatkan materi lebih dahulu dari kelas uji coba pada tahap implementasi. Pada tahap ini, peneliti menggunakan subjek yang terdiri dari 27 orang siswa kelas XII IPA dari SMAN 1 Kajen.

Tujuan dari uji coba pilot adalah untuk menguji perangkat pembelajaran sebelum diterapkan di kelas. Melalui pengujian tersebut, peneliti dapat melihat kelayakan perangkat pembelajaran sebelum diimplementasikan. Kelayakan tersebut meliputi keterlaksanaan pembelajaran, reliabilitas LKPD dan respon peserta didik.

a. Keterlaksanaan Pembelajaran

Salah satu kriteria kelayakan perangkat pembelajaran NGSS model CBL yaitu terlaksananya kegiatan-kegiatan yang terdapat

dalam RPP. Dalam pelaksanaan uji pilot, guru memandu kegiatan pembelajaran gelombang elektromagnetik dengan mengacu pada RPP NGSS model CBL. Keterlaksanaan RPP ditentukan dengan menghitung persentase kegiatan pembelajaran yang terlaksana dari seluruh jumlah kegiatan pembelajaran dalam RPP. Perangkat pembelajaran masuk ke dalam kategori layak saat presentasi keterlaksanaan melebihi 75%.

RPP NGSS model CBL memuat pembelajaran gelombang elektromagnetik yang diselesaikan dalam tiga kali pertemuan. Selama pembelajaran NGSS berlangsung, terdapat dua puluh enam kegiatan pembelajaran utama yang mencakup kegiatan guru dan siswa pada kegiatan pembuka, inti dan penutup. Menggunakan lembar keterlaksanaan pembelajaran, seorang pengamat dapat mengamati seluruh kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. Dalam kegiatan uji coba ini, guru melaksanakan seluruh kegiatan guru yang terdapat pada RPP. Sementara itu, pengamat juga mengamati kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh siswa sebagai respon yang dihasilkan dari pembelajaran yang dipandu oleh guru.

Pengamatan menunjukkan bahwa para siswa melaksanakan kebanyakan kegiatan yang terdapat pada lembar keterlaksanaan pembelajaran. Melalui hasil pengamatan tersebut, peneliti dapat

menentukan keterlaksanaan pembelajaran dengan menghitung persentase kegiatan pembelajaran yang terlaksana. Suatu indeks yang merepresentasikan persentase tersebut adalah Indeks Interjudge Agreement (IJA). Pada uji coba ini, pengamatan yang dilakukan oleh observer menghasilkan suatu hasil pengamatan yang dirangkum dalam suatu lembar keterlaksanaan pembelajaran seperti pada Lampiran 3.18. Pengolahan terhadap hasil pengamatan tersebut menghasilkan skor IJA sebesar 92%. Pada pengamatan tersebut, terdapat dua kegiatan siswa yang tidak tercapai untuk dilaksanakan yaitu presentasi mengenai solusi yang mereka temukan dan pengunggahan video *challenge* ke sosial media.

b. Analisis Reliabilitas LKPD

Kriteria kelayakan lain yang diamati saat uji coba pilot yaitu reliabilitas instrumen penilaian yang terdapat dalam LKPD NGSS model CBL. Guru dan siswa yang terlibat dalam uji coba pilot melaksanakan kegiatan pembelajaran sesuai dengan kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam LKPD tersebut. Dalam pelaksanaan kegiatan tersebut, siswa mengerjakan lembar penilaian yang terdapat di dalam LKPD. Selanjutnya, peneliti mengolah hasil belajar siswa tersebut untuk mengetahui reliabilitas instrumen penilaian.

Reliabilitas instrumen penilaian yang terdapat dalam LKPD dapat diperoleh dengan menganalisa hasil pekerjaan siswa. Pada uji coba ini, data hasil pekerjaan siswa terhadap LKPD diperoleh dan diringkas seperti pada Lampiran 3. Untuk menghitung koefisien reliabilitas, analisa yang digunakan adalah uji reliabilitas yang dibantu dengan perangkat lunak SPSS terhadap hasil pekerjaan siswa. Uji reliabilitas yang dilakukan terhadap hasil pekerjaan siswa menghasilkan *output* seperti pada Tabel 19. Pada keluaran tersebut, peneliti dapat mengetahui koefisien reliabilitas dengan melihat angka yang terdapat pada kolom Cronbach's Alpha Based on Standarized Items ($r_{11} = 0,760$). Dengan mengacu pada tabel kriteria koefisien reliabilitas, uji reliabilitas menunjukkan bahwa koefisien reliabilitas yang diperoleh memiliki reliabilitas yang tinggi ($r_{11} > 0,70$). Sehingga melalui pengujian ini, peneliti dapat menyimpulkan bahwa instrumen penilaian yang terdapat pada LKPD NGSS memiliki reliabilitas yang tinggi.

Tabel 19. Keluaran dari Perangkat Lunak SPSS yang Menunjukkan Hasil Analisa Reliabilitas terhadap LKPD NGSS Model Challenge-based

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.760	.760	10

c. Respon Peserta Didik

Selanjutnya, penelitian meninjau kategori kelayakan perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based melalui respon peserta didik. Peneliti memperoleh respon peserta didik dengan memberikan angket respon terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan, meliputi RPP, LKPD dan bahan ajar. Angket respon tersebut diberikan oleh peneliti setelah siswa selesai mengikuti pembelajaran yang menggunakan perangkat pembelajaran. Hasil angket respon peserta didik yang telah diisi oleh siswa kemudian diolah dengan menggunakan persamaan yang telah dijelaskan dalam bab metode penelitian.

Pengolahan respon peserta didik menghasilkan nilai validitas Aiken's yang dapat digunakan untuk menentukan kelayakan perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based. Untuk menginterpretasikan nilai validitas yang telah diperoleh, peneliti dapat menggunakan tabel validitas Aiken's sebagai pembanding. Jika nilai validitas dari analisa respon peserta didik lebih dari nilai validitas pada tabel indeks Aiken's, maka perangkat pembelajaran memiliki validitas yang baik. Dalam penelitian ini, nilai validitas pada tabel indeks Aiken's adalah 0,64 dengan memperhatikan jumlah rater dan skala rating.

Pemberian angket respon kepada siswa terhadap perangkat pembelajaran NGSS yang dikembangkan (RPP, LKPD dan bahan ajar) menghasilkan nilai validitas seperti pada Tabel 20. Dengan melihat tabel validitas Aiken's, RPP NGSS model Challenge-based termasuk ke dalam kategori perangkat pembelajaran yang memiliki validitas yang baik. Kemudian nilai validitas dari hasil respon siswa terhadap LKPD NGSS model Challenge-based menunjukkan bahwa produk tersebut memiliki validitas yang baik. Selain itu, nilai validitas dari respon peserta didik terhadap bahan ajar NGSS model Challenge-based menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan tersebut memiliki kategori validitas yang baik.

Tabel 20. Nilai Validitas pada Perangkat Pembelajaran NGSS Model Challenge-based dari Hasil Analisa Respon Peserta Didik

Perangkat Pembelajaran NGSS	Indeks Aiken
Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	0,81
Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	0,82
Bahan ajar	0,71

Selain proses analisa respon peserta didik, peneliti juga dapat memperbaiki kelayakan pembelajaran dengan memanfaatkan saran-saran yang diperoleh dari siswa. Para peserta didik yang telah mengikuti pembelajaran NGSS model Challenge-based memberikan saran-saran mereka menggunakan angket respon peserta didik yang

diberikan oleh peneliti. Mereka berpendapat bahwa beberapa bagian perangkat pembelajaran perlu ditingkatkan agar beberapa bahasa yang digunakan perlu lebih jelas dan sumber informasi yang disediakan lebih banyak.

Setelah melalui uji coba pilot yang telah dilakukan, peneliti telah memperoleh kesimpulan bahwa secara keseluruhan perangkat pembelajaran yang dikembangkan memiliki validitas dan reliabilitas yang baik. Hal ini dibuktikan dengan analisis terhadap perangkat pembelajaran pada uji coba pilot di mana hasil analisis menunjukkan produk tersebut valid dan reliabel. Selain itu dengan melalui uji coba ini, peneliti mengetahui bahwa masih terdapat beberapa bagian perangkat pembelajaran yang perlu untuk diperbaiki. Perbaikan terhadap perangkat pembelajaran perlu dilakukan sebelum produk diujikan pada uji coba tahap implementasi.

3. Hasil Uji Tahap Implementasi

Perangkat pembelajaran NGSS model CBL yang telah melewati uji coba tahap empirik siap untuk diimplementasikan dalam penelitian. Pada tahap implementasi, peneliti mengamati pembelajaran yang menggunakan perangkat pembelajaran tersebut di kelas-kelas. Tujuan dari tahap ini adalah mengetahui efektivitas pembelajaran yang dilaksanakan dengan perangkat pembelajaran tersebut.

Untuk melihat efektivitas pembelajaran NGSS, peneliti perlu mengukur hasil penguasaan siswa terhadap kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi setelah melalui pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran NGSS. Kelas di mana siswa-siswa belajar menggunakan perangkat pembelajaran tersebut dinamakan kelas eksperimen. Hasil belajar tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil belajar siswa terhadap kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada kelas yang tidak menggunakan perangkat pembelajaran NGSS. Selanjutnya, peneliti menyebut kelas tersebut dengan kelas kontrol.

Siswa yang terlibat dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol merupakan siswa SMA kelas XII yang sedang mempelajari materi gelombang elektromagnetik. Peneliti menggunakan siswa-siswa yang berasal dari SMAN 1 Kandangserang yang mana adalah kelas XII IPA 3 sebagai kelas eksperimen dan kelas XII IPA 2 sebagai kelas kontrol. Jumlah masing-masing siswa pada kelas XII IPA 3 dan XII IPA 2 adalah 24 dan 26 siswa. Siswa laki-laki dan perempuan dalam kedua kelas tersebut terdistribusi secara homogen. Selain itu, pihak sekolah juga mendistribusikan dengan rata siswa-siswa yang memiliki prestasi bagus kepada tiap-tiap kelas.

a. Hasil Pretest Tahap Implementasi

Sebelum melaksanakan uji coba ini, peneliti perlu menentukan pengaturan terlebih dahulu. Peneliti perlu memastikan bahwa seluruh siswa yang akan terlibat dalam penelitian (objek penelitian) memiliki kemampuan yang homogen. Dalam hal ini, peneliti perlu untuk menguji penguasaan kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada seluruh siswa. Peneliti menggunakan instrumen penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi sebelum pembelajaran berlangsung.

Peneliti melaksanakan tes awal atau *pretest* yang merupakan sebuah tes untuk mengukur keadaan awal siswa dalam menguasai kemampuan yang akan diukur. Pelaksanaan *pretest* dilakukan oleh peneliti kepada 50 siswa yang terdiri dari siswa kelas XII IPA 2 dan XII IPA 3. Siswa memperoleh *pretest* sebelum mereka mendapatkan materi pembelajaran gelombang elektromagnetik di sekolah. Tabel 21 menampilkan hasil *pretest* dalam mengukur kemampuan awal siswa terhadap kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi di kelas kontrol dan eksperimen.

Hasil *pretest* dengan menggunakan instrumen penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara data yang diperoleh pada kelas kontrol dengan data pada kelas eksperimen. Tabel 21

menunjukkan bahwa nilai rata-rata hasil *pretest* kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada kelas kontrol dan eksperimen memiliki nilai yang berbeda. Dalam penelitian ini, peneliti berpendapat bahwa perbedaan nilai rata-rata kemampuan awal siswa pada kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi memiliki kemungkinan untuk mempengaruhi data hasil *posttest* penelitian. Untuk itu, peneliti perlu menguji apakah perbedaan nilai rata-rata kemampuan awal siswa pada kelas kontrol dan eksperimen berbeda secara signifikan atau tidak.

Tabel 21. Hasil *Pretest* pada Siswa Kelas Kontrol dan Eksperimen terhadap Kemampuan EAE dan OECI pada Uji Implementasi

	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	EAE	OECI	EAE	OECI
Rata-rata	62	64	59	62
Nilai Tertinggi	78	80	75	80
Nilai Terendah	45	48	38	48
Standar Deviasi	8,94	9,63	10,00	8,50

Dalam pengujian ini, peneliti melibatkan dua variabel terikat yaitu kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang terdapat pada NGSS. Untuk itu, peneliti menggunakan uji Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) untuk mengamati perbedaan nilai rata-rata hasil *pretest* siswa. Sebelum melaksanakan uji MANOVA,

peneliti perlu melakukan beberapa uji terlebih dahulu terhadap data yang akan digunakan, seperti uji normalitas, uji homogenitas varian dan uji homogenitas matriks varian-kovarian.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang dilaksanakan untuk menentukan normalitas suatu data. Dalam penelitian ini, uji normalitas perlu dilaksanakan sebagai syarat pelaksanaan uji MANOVA. Data yang akan diuji normalitasnya adalah data tes kemampuan awal siswa dalam berargumentasi dan mengomunikasikan informasi. Analisa normalitas terhadap data dilaksanakan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS untuk mengetahui nilai normalitas.

Dengan melihat *output* pengujian, peneliti dapat mengetahui nilai signifikansi yang diperoleh dari uji normalitas Shapiro-Wilk pada data tes kemampuan awal siswa kelas kontrol dan eksperimen. Pada data hasil belajar kelas XII IPA 2 dan XII IPA 3, peneliti mengetahui nilai signifikansi yang diperoleh terhadap instrumen penilaian kemampuan berargumentasi adalah 0,411 dan 0,244. Sementara itu, nilai signifikansi yang diperoleh terhadap data hasil belajar instrumen OEI pada kelas XII IPA 2 dan XII IPA 3 adalah 0,797 dan 0,764. Nilai signifikansi yang diperoleh

dari uji normalitas tersebut lebih besar dari koefisien Alpha yang digunakan yaitu 0,05. Sehingga, peneliti dapat menyimpulkan bahwa data yang diperoleh dari hasil uji implementasi bersifat normal.

2) Uji Homogenitas Varian

Syarat pengujian MANOVA yang kedua adalah varian data yang akan diuji harus memiliki sifat homogen. Untuk itu, peneliti perlu melaksanakan uji homogenitas untuk mengetahui sama tidaknya variansi-variansi pada data yang akan diteliti. Dalam penelitian ini, uji homogenitas dilaksanakan dengan uji F melalui bantuan perangkat lunak SPSS. Kriteria yang digunakan dalam pengujian ini adalah jika nilai signifikansi lebih dari nilai Alpha yang digunakan ($\alpha = 0,05$) maka data memiliki varian yang homogen.

Uji homogenitas varian dilakukan terhadap data tes kemampuan awal siswa pada instrumen penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi. Tampilan hasil pengujian menunjukkan bahwa pengujian menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,666 untuk data hasil belajar siswa pada instrumen penilaian kemampuan berargumentasi dan 0,296 untuk instrumen kemampuan mengomunikasikan informasi. Kedua nilai

signifikansi tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari nilai Alpha yang digunakan dalam pengujian ($\alpha = 0,05$). Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa data penelitian yang diuji memiliki variansi-variansi yang sama. Oleh karena itu, data penelitian telah memenuhi salah satu syarat untuk dapat digunakan dalam uji MANOVA.

3) Uji Homogenitas Matriks Varian-Kovarian

Selanjutnya, peneliti perlu menguji apakah matriks varian-kovarian dari dependent variabel sama untuk grup independent. Dalam hal ini, peneliti perlu melaksanakan uji homogenitas matriks varian-kovarian di mana pengujian tersebut dilakukan menggunakan uji Box's Test. Statistik uji yang digunakan untuk mengetahui kehomogenan matriks varian-kovarian dalam analisis multivariat adalah uji statistik Box's M. Jika nilai signifikansi dalam pengujian tersebut lebih dari nilai Alpha yang digunakan ($\alpha = 0,05$), maka data yang dianalisa memiliki matriks varian-kovarian yang homogen. Dalam penelitian ini, analisa terhadap data yang diperoleh menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,777 seperti pada Tabel 22. Karena nilai signifikansi tersebut lebih dari nilai Alpha, peneliti dapat menyimpulkan bahwa data *pretest* yang diteliti memiliki matriks varian-kovarian yang homogen.

Tabel 22. Hasil Pengujian Homogenitas Matriks Varian-Kovarian dengan Uji Statistik Box's M terhadap Data *Pretest* pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

Box's M	1.152
F	.367
df1	3
df2	5.305E5
Sig.	.777

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + Model_Belajar

4) Uji MANOVA Data Pretest

Setelah uji sebelumnya membuktikan bahwa data *pretest* kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi telah memenuhi beberapa kriteria, peneliti dapat melaksanakan uji MANOVA terhadap data tersebut. Pengujian dilakukan terhadap data hasil belajar kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi siswa pada kelas kontrol (XII IPA 2) dan eksperimen (XII IPA 3). Melalui uji tersebut, peneliti ingin mengetahui ada atau tidaknya perbedaan hasil *pretest* kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi antara kelas kontrol dengan eksperimen. Dalam pengujian ini, hasil *pretest* kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi merupakan variabel terikat penelitian. Sedangkan, variabel kelas merupakan variabel bebas. Pengujian dilakukan dengan

menggunakan perangkat lunak SPSS dengan suatu kriteria uji. Jika nilai signifikansi yang diperoleh kurang dari nilai Alpha pada pengujian ($\alpha = 0,05$), maka data penelitian berbeda secara signifikan. Peneliti kemudian melakukan langkah-langkah pengujian pada SPSS untuk memperoleh suatu *output* pengujian.

Output pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 23 menampilkan hasil pengujian MANOVA. Dengan mengamati tabel Multivariate Test pada kolom *intercept*, peneliti dapat mengetahui perbedaan antara hasil pretest kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi. Tabel Multivariate Test tersebut menampilkan nilai signifikansi yang diperoleh dari hasil pengujian MANOVA yang ditunjukkan dalam kolom Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace dan Roy's Largest Root. Nilai signifikansi yang dihasilkan adalah 0,000 di mana nilai tersebut kurang dari nilai Alpha yang digunakan dalam pengujian, yaitu 0,05. Sehingga, peneliti dapat menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil pretest kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang signifikan antara siswa yang berada di kelas kontrol dan eksperimen.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan awal berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada siswa yang berada di kelas kontrol dan eksperimen. Perbedaan yang signifikan pada kedua hasil *pretest* memberi arti bahwa siswa yang berada di kedua kelas memiliki kemampuan awal berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang berbeda. Hal ini berarti bahwa siswa yang belajar di kelas eksperimen memiliki kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang lebih baik daripada siswa di kelas kontrol saat akan memperoleh pembelajaran NGSS model Challenge-based. Oleh karena itu, peneliti perlu mencermati bahwa kemampuan awal mungkin berpengaruh pada hasil *posttest* penelitian.

Tabel 23. Hasil Pengujian MANOVA terhadap *Pretest* pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.990	2.210E3 ^a	2.000	45.000	.000
	Wilks' Lambda	.010	2.210E3 ^a	2.000	45.000	.000
	Hotelling's Trace	98.208	2.210E3 ^a	2.000	45.000	.000
	Roy's Largest Root	98.208	2.210E3 ^a	2.000	45.000	.000
Kelas	Pillai's Trace	.033	.764 ^a	2.000	45.000	.472
	Wilks' Lambda	.967	.764 ^a	2.000	45.000	.472
	Hotelling's Trace	.034	.764 ^a	2.000	45.000	.472
	Roy's Largest Root	.034	.764 ^a	2.000	45.000	.472

b. Kegiatan-kegiatan setelah Pelaksanaan Pretest

Setelah melaksanakan kegiatan pretest, peneliti kemudian menerapkan perangkat pembelajaran NGSS yang dikembangkan ke dalam suatu aktivitas pembelajaran di kelas. Dalam penerapan perangkat pembelajaran, peneliti bekerjasama dengan guru fisika kelas sebagai instruktur pelaksanaan pembelajaran. Terdapat beberapa tahapan kegiatan pembelajaran dalam aktivitas pembelajaran yang menggunakan perangkat pembelajaran NGSS. Aktivitas pembelajaran NGSS model Challenge-based diawali oleh kegiatan pembelajaran yang dirancang pada RPP NGSS pertemuan pertama. Pada proses pembelajaran ini, siswa terlibat dalam kegiatan apersepsi materi gelombang elektromagnetik di mana sebelumnya mereka telah mempelajari materi optika. Guru menjelaskan beberapa konsep dasar gelombang elektromagnetik kepada siswa. Selanjutnya, guru menjelaskan kepada siswa tentang deskripsi, tujuan dan tahapan pembelajaran berbasis Challenge dalam mempelajari materi gelombang elektromagnetik. Dalam kesempatan tersebut, guru juga mendistribusikan bahan ajar dan LKPD NGSS model Challenge-based yang telah dikembangkan untuk dipelajari oleh siswa. Guru kemudian menutup pembelajaran NGSS pada pertemuan pertama dengan mengulas materi gelombang elektromagnetik yang telah diajarkan.

Aktivitas pembelajaran pada pertemuan berikutnya melibatkan siswa dalam tahapan pembelajaran Challenge. Pada pertemuan kedua, siswa memulai tahapan pembelajaran Challenge dengan menyaksikan video dan gambar dalam sebuah presentasi tentang permasalahan nyata yang sedang terjadi di dunia. Guru menjelaskan pentingnya masalah-masalah tersebut dan mengajak siswa untuk membantu menyelesaikan permasalahan dengan melakukan sebuah aksi nyata. Siswa yang dipandu oleh guru memilih satu dari beberapa project dalam LKPD NGSS yang berisi tentang topik-topik permasalahan. Pada pertemuan ketiga dan keempat, siswa dalam sebuah kelompok melaksanakan project tersebut secara mandiri dengan bantuan dan arahan dari guru. Setelah siswa menyelesaikan project mereka, guru memberikan kesempatan bagi setiap kelompok untuk menyampaikan hasil project mereka dalam sebuah diskusi kelas. Pada akhir pertemuan, guru menutup pembelajaran Challenge-based dengan mengajak siswa untuk mempublikasikan hasil project mereka melalui laporan tertulis dan sebuah video *challenge*.

c. Hasil Posttest

Setelah menerapkan perangkat pembelajaran, peneliti perlu mengamati penguasaan kemampuan siswa terhadap kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang terdapat

dalam NGSS. Pengamatan dilaksanakan oleh peneliti terhadap dua kelompok siswa yaitu siswa yang belajar dengan metode konvensional dan siswa yang mengikuti pembelajaran NGSS yang dikembangkan. Tujuan dari pengamatan tersebut adalah untuk melihat efektivitas pembelajaran NGSS dengan cara memberikan sebuah *posttest* kepada kedua kelompok siswa. Pelaksanaan *posttest* menggunakan instrumen penilaian kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi yang dikembangkan oleh peneliti. *Posttest* diberikan oleh peneliti kepada siswa kelas kontrol (XII IPA 3) dan siswa kelas eksperimen (XII IPA 2) yang berjumlah 53 siswa. Peneliti kemudian merangkum hasil *posttest* tersebut dan menampilkannya dalam Tabel 24.

Tabel 24. Hasil *Posttest* pada siswa yang belajar di kelas kontrol dan eksperimen pada uji implementasi

	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	EAE	OECI	EAE	OECI
Rata-rata	79	81	84	86
Nilai Tertinggi	93	90	95	98
Nilai Terendah	70	70	75	75
Standar Deviasi	5,46	4,76	5,55	5,33

Selanjutnya, peneliti melakukan analisa kelayakan terhadap instrumen penilaian berdasarkan teori IRT. Hasil analisa menghasilkan

nilai INFIT MNSQ yang diperoleh oleh masing-masing butir instrumen penilaian seperti pada Lampiran 3.28. Melalui hasil analisa tersebut, peneliti dapat menentukan kesesuaian antara butir instrumen dengan model Rasch dengan mengacu pada kriteria kesesuaian. Tabel 25 menunjukkan bahwa seluruh butir penilaian pada uji implementasi memiliki nilai INFIT MNSQ yang berada pada rentang nilai 0,77 hingga 1,30. Secara keseluruhan, instrumen penilaian memiliki kesesuaian dengan model Rasch yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata INFIT MNSQ sebesar 1,00 dengan standar deviasi sebesar 0,11. Selain itu, hasil analisa juga menunjukkan bahwa instrumen penilaian memiliki reliabilitas yang cukup baik. Kelayakan tersebut ditunjukkan oleh hasil analisa yang memberikan nilai estimasi reliabilitas item sebesar 0,75 dan reliabilitas testi sebesar 0,81.

Tabel 25. Nilai INFIT MNSQ pada Butir-Butir Instrumen Penilaian Challenge-based Berorientasi NGSS saat Uji Implementasi

Butir Soal	INFIT MNSQ	
	EAE	OECI
Item 1	1,02	0,84
Item 2	1,00	1,00
Item 3	0,93	0,94
Item 4	0,96	1,00
Item 5	0,96	1,06
Item 6	0,93	1,16
Item 7	0,84	1,02

Item 8	1,03	1,29
--------	------	------

d. Reliabilitas LKPD NGSS model Challenge-based

Melalui uji implementasi, peneliti juga dapat mengamati reliabilitas dari LKPD NGSS berbasis Challenge yang dikembangkan. Reliabilitas LKPD diamati oleh peneliti melalui hasil belajar siswa terhadap lembar penilaian yang terdapat di dalam LKPD. Peneliti merangkum data hasil belajar siswa dan menampilkannya pada tabel yang terdapat pada Lampiran 3.19. Metode pengujian reliabilitas menggunakan metode Cronbach's Alpha di mana peneliti menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS dalam proses analisa data. Pengolahan data hasil belajar LKPD NGSS menghasilkan suatu nilai Cronbach's Alpha yang besarnya adalah 0,697. Dengan mengacu pada tabel interpretasi reliabilitas, hasil analisa dari uji implementasi tersebut menunjukkan bahwa LKPD NGSS memiliki reliabilitas dengan kategori sedang.

e. Hasil Analisis Peserta Didik terhadap LKPD

Setelah pembelajaran berakhir, peneliti perlu untuk mengetahui respon siswa terhadap LKDP NGSS untuk mengetahui kategori kelayakan LKPD. Siswa memberikan pendapat mereka dengan cara mengisi skala Likert terhadap suatu pernyataan yang terdapat pada

lembar respon siswa. Hasil respon siswa dari kelas eksperimen kemudian dirangkum dan ditampilkan oleh peneliti seperti pada tabel dalam Lampiran 3.16. Analisa data hasil respon siswa menggunakan formula Aiken's untuk menghitung nilai validitas Aiken's (V) pada setiap kriteria kelayakan LKPD. Dalam penelitian ini, analisa data menghasilkan nilai validitas pada setiap kriteria kelayakan seperti pada Tabel 26.

Interpretasi hasil analisa menghasilkan kriteria kelayakan LKPD NGSS dengan cara membandingkan nilai validitas yang telah diperoleh dengan tabel kategori validitas. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai validitas pada beberapa kriteria kelayakan lebih dari nilai validitas pada tabel indeks Aiken's ($V_{\text{tabel}} = 0,64$). Namun, terdapat dua kriteria kelayakan yang nilainya kurang dari nilai validitas tabel, yaitu kemampuan kegiatan dalam membuat siswa tertantang dan kemenarikan tampilan LKPD. Kemudian, peneliti merata-rata seluruh nilai validitas pada setiap kriteria untuk memperoleh nilai validitas keseluruhan dari LKPD NGSS model Challenge-based. Hasil rata-rata menunjukkan nilai validitas total LKPD NGSS sebesar 0,82 yang besarnya lebih dari nilai validitas pada tabel indeks Aiken's. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan LKPD NGSS model Challenge-based yang dikembangkan oleh peneliti memiliki validitas

yang baik. Sehingga, penelitian menyimpulkan bahwa pada uji implementasi ini LKPD termasuk ke dalam kategori perangkat pembelajaran yang memiliki kelayakan baik.

Tabel 26. Nilai Validitas pada Setiap Kriteria Kelayakan LKPD dari Hasil Analisis Respon Siswa pada Uji Implementasi

Aspek	Kriteria	V
Kegiatan Pembelajaran	1. LKPD mengarahkan saya untuk aktif dalam melakukan praktikum.	0,93
	2. LKPD mengarahkan saya untuk mencapai tujuan pembelajaran.	0,85
	3. Saya merasa tertantang untuk melakukan kegiatan dalam LKPD.	0,41
Tampilan	4. LKPD memiliki tampilan yang menarik.	0,56
	5. Saya merasa bahwa tata letak (layout) LKPD rapi dan enak dilihat.	1,00
Bahasa	6. Bahasa yang digunakan dalam LKPD mudah dipahami.	0,85
	7. LKPD menggunakan kalimat yang sederhana dan jelas.	1,00
	8. Bahasa dalam LKPD mudah dipahami karena sesuai dengan EYD.	1,00
Ketersediaan Ruang	9. LKPD menyediakan ruangan untuk keleluasaan menulis.	0,85
	10. LKPD memberikan ruangan yang cukup untuk menuliskan identitas.	1,00

f. Hasil Analisis Peserta Didik terhadap Bahan Ajar

Selain menganalisa kelayakan LKPD, dari uji implementasi ini peneliti juga dapat menganalisa kelayakan perangkat pembelajaran lainnya, yaitu bahan ajar NGSS model Challenge. Analisis respon siswa terhadap bahan ajar yang mereka gunakan saat pembelajaran NGSS menghasilkan kelayakan terhadap bahan ajar tersebut. Peneliti memberikan instrumen respon siswa kepada siswa pada saat uji implementasi untuk memperoleh respon siswa terhadap bahan ajar NGSS model Challenge-based dan memperoleh data seperti pada

Lampiran 3.17. Hasil respon siswa terhadap bahan ajar diolah oleh peneliti dengan menggunakan sebuah formula untuk memperoleh koefisien validitas Aiken's pada setiap kriteria kelayakan seperti pada Tabel 27.

Interpretasi terhadap nilai validitas memperoleh kriteria kelayakan bahan ajar NGSS model Challenge-based dengan cara membandingkan nilai validitas dengan tabel indeks Aiken's. Pada tabel tersebut, nilai validitas pada setiap kriteria kelayakan bahan ajar memiliki nilai yang bervariasi. Nilai validitas yang lebih rendah dari nilai validitas pada tabel indeks Aiken's (0,64) menunjukkan bahwa kriteria kelayakan bahan yang dikembangkan oleh peneliti belum cukup baik. Analisa hasil respon siswa terhadap bahan ajar menunjukkan bahwa beberapa kriteria kelayakan bahan ajar NGSS memiliki nilai validitas yang rendah. Beberapa kriteria tersebut seperti kontekstual materi, kemenarikan tampilan dan ketersediaan latihan soal. Kemudian, peneliti merata-rata nilai validitas pada seluruh kriteria untuk memperoleh kelayakan pembelajaran bahan ajar dan memperoleh nilai validitas total sebesar 0,75. Dengan membandingkan nilai validitas total dengan nilai validitas pada tabel indeks Aiken's, analisa menunjukkan bahwa secara keseluruhan bahan ajar NGSS model Challenge-based memiliki validitas yang baik. Hasil

analisa respon siswa terhadap bahan ajar pada uji implementasi menyimpulkan bahwa bahan ajar memiliki kelayakan yang baik.

Tabel 27. Nilai Validitas pada Setiap Kriteria Kelayakan Bahan Ajar dari hasil analisis Respon Siswa pada Uji Implementasi

Aspek	Kriteria	V
Kualitas Materi	1. Materi dalam bahan ajar disajikan secara runtut/sistematis sehingga mudah saya pahami.	0,93
	2. Masalah yang disajikan dalam bahan ajar sesuai dengan perkembangan saya (semua masalah tidak terlalu sulit).	1,00
	3. Materi yang disajikan dalam bahan ajar dapat saya jumpai dalam kehidupan sehari-hari saya.	0,41
Tampilan	4. Bahan ajar disajikan dengan cara yang menarik sehingga membuat saya berminat membacanya.	0,56
	5. Bahan ajar disajikan dengan gambar, tabel dan ilustrasi yang lengkap.	0,85
Konstruksi Bahan Ajar	6. Bahan ajar dilengkapi dengan daftar isi yang memudahkan saya mencari materi.	0,56
	7. Bahan ajar menyertakan dengan lengkap glosarium yang memudahkan saya memahami arti-arti istilah gelombang elektromagnetik.	0,93
	8. Bahan ajar dilengkapi dengan latihan soal untuk melatih pemahaman saya.	0,41
Bahasa	9. Bahan ajar dilengkapi dengan daftar pustaka dan cara penulisannya tepat.	0,93
	10. Bahasa yang disajikan dalam bahan ajar sesuai dengan EYD.	0,85
	11. Bahasa yang disajikan dalam bahan ajar mudah saya cerna sehingga saya mengerti.	0,85
	12. Bahan ajar mampu menyajikan informasi dengan cara yang komunikatif.	0,85

g. Hasil Analisis Peserta Didik terhadap RPP

Peneliti juga menganalisa kelayakan RPP melalui respon yang diberikan oleh siswa terhadap pembelajaran NGSS model Challenge-based pada uji implementasi. Peneliti memperoleh respon dari siswa terhadap RPP melalui instrumen respon siswa yang diberikan oleh peneliti setelah mereka melalui pembelajaran NGSS model Challenge-based. Hasil respon siswa kemudian dirangkum dan ditampilkan oleh peneliti dalam sebuah tabel yang terdapat pada Lampiran 3.15.

Peneliti kemudian menganalisa respon siswa untuk menentukan kelayakan RPP NGSS model Challenge-based. Analisa respon siswa kemudian diolah oleh peneliti dengan menggunakan formula Aiken's untuk memperoleh nilai validitas pada setiap kriteria kelayakan RPP. Nilai validitas pada setiap kriteria kelayakan RPP ditunjukkan oleh peneliti seperti pada Tabel 28. Dengan mengacu pada tabel indeks Aiken's, suatu kriteria kelayakan RPP memiliki validitas yang baik apabila nilai validitas dari kriteria kelayakan tersebut lebih dari nilai validitas pada tabel (0,64). Hasil analisa dari data uji implementasi menunjukkan bahwa seluruh kriteria kelayakan RPP memiliki validitas yang baik. Sementara itu, rata-rata terhadap nilai validitas pada setiap kriteria kelayakan RPP memperoleh nilai sebesar 0,86. Analisa pada uji implementasi tersebut membuktikan bahwa secara keseluruhan RPP NGSS model Challenge-based memiliki validitas yang baik.

Tabel 28. Nilai Validitas Pada Setiap Kriteria Kelayakan RPP dari Hasil Analisis Respon Siswa pada Uji Implementasi

Aspek	Kriteria	V
Materi Pembelajaran	1. Saya mudah memahami materi gelombang elektromagnetik ketika materi dikaitkan dengan permasalahan dunia nyata.	0,70
	2. Model pembelajaran mendorong saya mempelajari materi gelombang elektromagnetik secara menyeluruh.	0,93
	3. Materi yang dipelajari dalam pembelajaran project tidak terlalu sulit bagi saya.	1,00
Kegiatan Pembelajaran	4. Saya selalu terlibat aktif dalam belajar kelompok pada pembelajaran.	0,85
	5. Tahap-tahap pembelajaran membantu saya dalam proses penyerapan pengetahuan.	1,00
	6. Belajar dalam kelompok kecil pada pembelajaran lebih baik karena bisa berdiskusi, bertukar ide dan pikiran dengan teman sekelompok.	0,93
Kebermanfaatan	7. Model pembelajaran dengan model project memberikan saya pengalaman belajar lebih banyak dari pada pembelajaran lainnya.	0,93
	8. Pembelajaran project mendorong saya lebih peduli dengan lingkungan sekitar.	0,85
	9. Kegiatan implementasi memotivasi saya untuk bergerak mengubah lingkungan	0,70
	10. Model pembelajaran membuat saya terdapat terhadap permasalahan-permasalahan yang sedang terjadi di dunia.	0,70
Alokasi Waktu	11. Saya mempelajari materi gelombang elektromagnetik melalui project dalam waktu yang tidak terlalu lama atau terlalu singkat saat di sekolah.	0,85
	12. Saya tidak membutuhkan waktu luang yang terlalu banyak di luar sekolah dalam pembelajaran project ini.	0,85

C. Revisi Produk

Sebelum menerapkan produk dalam penelitian, peneliti perlu terlebih dahulu menganalisa kelayakan dari perangkat pembelajaran. Analisa kelayakan perangkat pembelajaran perlu melewati proses validasi ahli kemudian pengujian di dalam kelas. Pada proses validasi dan uji coba tersebut, perangkat pembelajaran memperoleh berbagai revisi untuk memperbaiki kualitas produk. Berikut ini merupakan perbaikan atau revisi yang diperoleh oleh peneliti selama proses tersebut:

1. Revisi RPP NGSS model Challenge-based

- a. Kegiatan penutup dari RPP perlu memuat contoh soal, latihan soal, dan kunci jawaban. Sehingga setelah anak mendapatkan pemahaman dapat langsung diterapkan dan guru mengetahui kualitas pemahaman siswa.
- b. Urutan pembelajaran perlu disesuaikan dengan pemahaman teori, praktek kelompok dan diskusi terapan.
- c. Susunan RPP perlu menyesuaikan dengan susunan standar RPP yang berlaku pada kurikulum tersebut.
- d. RPP perlu memuat pelaksanaan evaluasi pemahaman materi.

2. Revisi LKPD NGSS model CBL

- a. Tampilan LKPD perlu lebih menarik bagi siswa.
- b. Kegiatan pembelajaran perlu menyesuaikan dengan tingkat perkembangan siswa.
- c. LKPD perlu memuat panduan kegiatan sehingga siswa dapat dengan mudah melaksanakan kegiatan project.

3. Revisi Bahan Ajar NGSS model CBL

- a. Bahan ajar perlu dilengkapi dengan soal-soal yang dapat mereview pemahaman siswa.

- b. Bahan ajar perlu memberikan keterangan simbol pada setiap persamaan gelombang elektromagnetik yang ada.
- c. Penyusunan materi pembelajaran perlu dipertimbangkan dengan pemahaman siswa. Misalnya, terapan teori perlu disusun menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa.
- d. Bahan ajar perlu menambahkan peta konsep pada bagian awal.
- e. Peneliti perlu memperhatikan EYD, kosakata dan kesederhanaan struktur kalimat dalam menyusun kalimat pada bahan ajar.

4. Revisi Instrumen Evaluasi NGSS model CBL

- a. Penjabaran rubrik penilaian perlu lebih jelas.
- b. Instrumen evaluasi perlu menyesuaikan dengan aktivitas pembelajaran sehingga terdapat korelasi.
- c. Waktu pengerjaan soal perlu menyesuaikan dengan jumlah soal.

D. Kajian Produk Akhir

Pada bagian ini, peneliti akan membahas mengenai hasil akhir pengembangan produk. Pembahasan terkait dengan ketercapaian tujuan penelitian yang dilihat dari kelayakan dan efektivitas produk yang dikembangkan. Pengujian untuk menentukan kelayakan dan efektivitas produk telah dilakukan pada tahap implementasi dan diperoleh analisa terhadap data-

data penelitian. Selanjutnya, analisa data tersebut diinterpretasikan oleh peneliti sehingga penelitian dapat memperoleh kesimpulan.

1. Kelayakan Perangkat Pembelajaran NGSS model Challenge-based

a. Kelayakan RPP NGSS Model Challenge-based

Peneliti menentukan Kelayakan RPP NGSS model Challenge-based dari penilaian yang diberikan oleh para ahli atau disebut dengan validator. Dengan menggunakan lembar validasi perangkat pembelajaran, validator telah memberikan penilaian mereka terhadap perangkat pembelajaran NGSS yang telah dikembangkan. Penilaian melibatkan tiga orang validator dan menghasilkan nilai validitas seperti pada Tabel 14. Peneliti kemudian menganalisa penilaian tersebut untuk memperoleh nilai validitas pada setiap aspek kelayakan.

Nilai validitas pada setiap kriteria menunjukkan kelayakan pada setiap kriteria kelayakan RPP NGSS model Challenge-based. Apabila kriteria kelayakan memperoleh nilai validitas lebih dari nilai validitas pada tabel indeks Aiken's (0,64) maka kriteria tersebut memiliki validitas yang baik. Hasil analisa dari penilaian para ahli menunjukkan bahwa seluruh kriteria kelayakan memiliki nilai validitas melebihi nilai validitas tabel. Hal tersebut berarti bahwa seluruh kriteria

kelayakan RPP NGSS model Challenge-based memiliki validitas yang baik. Sehingga, peneliti menyimpulkan bahwa kelayakan RPP NGSS model Challenge-based yang ditinjau oleh penilaian para ahli termasuk dalam kategori baik. Beberapa kriteria memiliki nilai validitas yang paling tinggi di antara kriteria lainnya seperti sistematika penyusunan, ketepatan penjabaran KD dan kesesuaian tujuan belajar.

Kelayakan RPP NGSS model Challenge-based juga ditentukan oleh respon dari siswa yang telah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan RPP tersebut. Analisis respon siswa bertujuan untuk mengetahui kelayakan RPP dengan cara memberikan angket respon kepada siswa setelah mereka mengikuti pembelajaran NGSS model Challenge-based. Dalam penelitian ini, peneliti memperoleh respon siswa sebanyak dua kali, yaitu pada uji coba pilot dan uji implementasi. Pada uji coba pilot dan uji implementasi, analisa terhadap hasil respon siswa menunjukkan bahwa RPP NGSS model Challenge-based memiliki kevalidan yang baik. Sehingga, peneliti menyimpulkan bahwa kelayakan RPP NGSS model Challenge-based tergolong dalam kategori baik yang ditinjau dari respon siswa.

Kelayakan RPP NGSS model Challenge-based juga ditinjau dari persentase keterlaksanaan kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran NGSS model Challenge-based telah diimplementasikan

oleh peneliti dalam sebuah kelas pada tahap uji coba pilot. Pada proses implementasi pembelajaran NGSS tersebut, seorang pengamat bertugas untuk mengamati keterlaksanaan kegiatan dengan menggunakan lembar keterlaksanaan RPP. Dari hasil pengamatan observer, terdapat sebanyak **92%** dari keseluruhan kegiatan pembelajaran yang terdapat dalam RPP terlaksana dengan baik. Analisa terhadap keterlaksanaan pembelajaran pada uji coba pilot menyimpulkan bahwa kelayakan RPP NGSS model Challenge-based tergolong dalam kategori baik.

Hasil pengamatan observer juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa kegiatan pembelajaran yang tidak terlaksana saat uji coba pilot. Kegiatan pembelajaran tersebut meliputi pembuatan video *challenge* oleh siswa dan presentasi hasil solusi yang siswa pilih untuk menjawab *essential question*. Kedua kegiatan pembelajaran tersebut dinilai oleh peneliti tidak terlaksana sebab pelaksanaan kegiatan pembelajaran tidak sepenuhnya maksimal. Terdapat berbagai macam kendala seperti alokasi waktu yang kurang dan media belajar yang tidak mendukung.

Peneliti telah melaksanakan berbagai macam pengujian untuk menentukan kelayakan RPP NGSS model Challenge-based. Pengujian meliputi validasi ahli, respon siswa dan keterlaksanaan kegiatan

pembelajaran. Analisis terhadap data yang diperoleh dari setiap pengujian tersebut menunjukkan bahwa RPP NGSS model Challenge-based memiliki validitas yang baik dan persentase keterlaksanaan yang tinggi. Sehingga, peneliti dapat menyimpulkan bahwa RPP NGSS model Challenge-based memiliki kategori kelayakan yang baik.

b. Kelayakan LKPD NGSS Model Challenge-based

Untuk mengembangkan suatu perangkat pembelajaran yang baik, peneliti perlu menentukan kelayakan dari perangkat pembelajaran tersebut. Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan LKPD yang merupakan salah satu dari perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based. Peneliti meninjau kelayakan LKPD dari penilaian para ahli, reliabilitas butir penilaian dalam LKPD dan respon siswa.

Kelayakan LKPD NGSS model Challenge-based dapat ditinjau oleh penilaian yang dilakukan para ahli atau validator. Dengan menggunakan instrumen penilaian LKPD yang telah divalidasi, validator memberikan penilaiannya terhadap LKPD. Penilaian tersebut kemudian dianalisa oleh peneliti dengan menggunakan formula Aiken's untuk menghasilkan nilai validitas pada masing-masing kriteria kelayakan LKPD. Kriteria kelayakan LKPD termasuk dalam kategori valid apabila memiliki nilai validitas yang lebih besar dari nilai validitas pada tabel indeks Aiken's. Analisa terhadap

penilaian para ahli menunjukkan bahwa seluruh kriteria kelayakan LKPD NGSS model Challenge-based memiliki validitas yang baik.

Kelayakan LKPD NGSS model Challenge-based ditentukan oleh peneliti melalui rata-rata dari nilai validasi pada setiap kriteria kelayakan. Analisa terhadap penilaian dari para ahli memperoleh rata-rata nilai validasi yang lebih besar dari nilai validitas pada tabel. Hal ini menyimpulkan bahwa LKPD NGSS memiliki kategori kelayakan yang baik ditinjau dari penilaian para ahli. Penilaian dari para ahli juga menunjukkan bahwa beberapa kriteria kelayakan LKPD memiliki nilai validitas yang tinggi seperti kesesuaian tujuan belajar, kesesuaian fase pembelajaran dan kejelasan kalimat.

Peneliti juga meninjau kelayakan LKPD NGSS model Challenge melalui reliabilitas dari butir-butir penilaian yang terdapat dalam LKPD. Pada uji coba pilot, peneliti telah mengujicobakan butir-butir penilaian yang terdapat dalam LKPD terhadap siswa. Dari hasil pengujian butir-butir penilaian tersebut, peneliti memperoleh data hasil belajar yang dapat digunakan untuk menentukan reliabilitas LKPD.

Data hasil belajar kemudian melalui uji reliabilitas untuk memperoleh reliabilitas LKPD dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Analisa menunjukkan bahwa reliabilitas dari butir-butir penilaian

dalam LKPD memiliki reliabilitas dengan kategori tinggi. Hal ini menyimpulkan bahwa LKPD NGSS model Challenge-based memiliki kelayakan yang baik ditinjau dari reliabilitas butir-butir penilaian yang terdapat dalam LKPD.

Peneliti juga meninjau kelayakan LKPD NGSS model Challenge-based dari tanggapan para siswa yang telah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan LKPD tersebut. Tanggapan peserta didik diperoleh dengan membagikan angket respon kepada para siswa pada uji coba pilot dan uji implementasi. Peneliti kemudian menganalisa angket respon siswa dengan formula Aiken's untuk memperoleh nilai validitas pada setiap kriteria kelayakan. Rata-rata dari seluruh nilai validitas pada setiap kriteria kelayakan menghasilkan nilai validasi total yang dapat menentukan kelayakan LKPD NGSS model Challenge-based.

Peninjauan kelayakan LKPD NGSS model Challenge-based dari tanggapan para siswa mengacu pada kevalidan dari LKPD. Dari data yang diperoleh pada uji coba pilot dan uji implementasi, analisa menunjukkan bahwa LKPD memiliki validitas yang baik. Hal tersebut membuktikan bahwa LKPD NGSS model Challenge-based memiliki kelayakan yang baik ditinjau dari tanggapan siswa. Dalam pengujian tersebut, peneliti juga menemukan bahwa beberapa kriteria kelayakan

LKPD memiliki kriteria dengan validitas yang rendah. Beberapa kriteria tersebut seperti tampilan LKPD dan sifat menantang dari kegiatan-kegiatan pembelajaran yang tersedia.

Peneliti telah melaksanakan berbagai macam pengujian untuk menentukan kelayakan dari LKPD NGSS model Challenge-based. Pengujian tersebut meliputi validasi ahli, uji reliabilitas butir penilaian dan respon dari siswa. Analisa data dari setiap pengujian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa secara keseluruhan LKPD memiliki validitas yang baik. Hal ini menyimpulkan bahwa LKPD NGSS model Challenge-based tergolong ke dalam perangkat pembelajaran yang memiliki kelayakan baik.

c. Kelayakan Bahan Ajar NGSS Model Challenge-based

Peneliti meninjau kelayakan bahan ajar NGSS model Challenge-based dari penilaian yang diberikan oleh para validator terhadap kriteria kelayakan bahan ajar. Dalam penelitian ini, peneliti melibatkan beberapa orang validator yang meliputi pendidik materi fisika SMA, ahli fisika dan ahli pendidikan. Penilaian oleh para ahli menggunakan lembar penilaian bahan ajar yang sudah divalidasi untuk menilai setiap aspek kelayakan bahan ajar. Penilaian diberikan oleh enam orang validator sehingga memperoleh nilai validasi untuk setiap kriteria kelayakan bahan ajar seperti pada Tabel 16. Rata-rata dari seluruh nilai

validasi pada setiap kriteria kelayakan memperoleh nilai validasi total yang dapat digunakan untuk mengetahui validitas bahan ajar.

Penentuan kelayakan bahan ajar NGSS model Challenge-based berdasarkan kevalidan dari seluruh kriteria kelayakan bahan ajar. Peneliti kemudian melakukan analisa untuk menghitung rata-rata nilai validitas dari seluruh kriteria kelayakan bahan ajar. Dari analisa data tersebut, peneliti dapat mengetahui bahwa bahan ajar memiliki validitas yang baik. Hal tersebut menyimpulkan bahwa kelayakan bahan ajar NGSS model Challenge-based tergolong dalam kategori baik ditinjau dari penilaian validator.

Penentuan kelayakan bahan ajar NGSS model Challenge-based juga ditinjau oleh peneliti dari tanggapan siswa. Pada uji coba pilot dan uji implementasi, siswa memberikan tanggapannya terhadap bahan ajar dengan menggunakan angket respon siswa setelah mereka mengikuti pembelajaran NGSS. Tanggapan peserta didik kemudian dianalisa oleh peneliti dengan menggunakan formula Aiken's sehingga menghasilkan nilai validasi pada setiap kriteria kelayakan. Dengan merata-rata nilai validasi pada setiap kriteria kelayakan, peneliti dapat memperoleh nilai validasi total untuk menentukan kevalidan bahan ajar NGSS model Challenge-based.

Kevalidan dari bahan ajar dapat digunakan oleh peneliti untuk menentukan kelayakan dari bahan ajar NGSS model Challenge-based. Analisa terhadap data tanggapan siswa menunjukkan bahwa bahan ajar memiliki validitas yang baik. Hal tersebut menyimpulkan bahwa bahan ajar NGSS model Challenge-based memiliki kelayakan yang baik ditinjau dari tanggapan siswa. Dari analisa terhadap data tanggapan siswa, peneliti juga mengetahui bahwa terdapat beberapa kriteria yang memiliki validitas yang rendah. Beberapa kriteria tersebut seperti korelasi materi dengan kehidupan sehari-hari siswa dan penyajian informasi.

Peneliti telah melaksanakan berbagai macam pengujian untuk menentukan kelayakan bahan ajar NGSS model Challenge. Pengujian tersebut meliputi validasi dari para ahli pendidikan dan tanggapan dari siswa setelah mengikuti pembelajaran NGSS. Analisa dari setiap pengujian menunjukkan bahwa validitas dari bahan ajar NGSS model Challenge-based tergolong dalam kategori baik. Sehingga, penelitian ini menyimpulkan bahwa bahan ajar NGSS model Challenge-based memiliki kelayakan yang baik.

d. Kelayakan Instrumen Evaluasi NGSS model Challenge-based

Penilaian yang dilakukan oleh para ahli merupakan salah satu aspek penentuan kelayakan instrumen evaluasi NGSS model CBL

yang dikembangkan. Penilaian instrumen evaluasi dilaksanakan oleh tiga orang ahli materi dan pendidikan serta tiga orang pendidik materi fisika SMA. Para validator melakukan penilaian dengan menggunakan instrumen penilaian yang sudah divalidasi. Penilaian tersebut menghasilkan nilai validasi pada setiap kriteria kelayakan instrumen evaluasi. Dengan menghitung rata-rata dari nilai validasi pada setiap kriteria, peneliti dapat menentukan nilai validasi total instrumen evaluasi.

Peneliti menggunakan kevalidan dari instrumen evaluasi NGSS model Challenge-based untuk menentukan kelayakan instrumen. Analisa terhadap data penilaian para validator menunjukkan bahwa instrumen evaluasi memiliki validitas yang baik. Hal ini menyimpulkan bahwa kelayakan instrumen evaluasi NGSS model Challenge-based tergolong baik ditinjau dari penilaian para ahli. Dari penilaian yang diberikan oleh para ahli, peneliti juga mengetahui bahwa terdapat kriteria kelayakan instrumen evaluasi yang memiliki nilai validasi tinggi. Kriteria tersebut meliputi kelengkapan instrumen dan kesesuaian isi.

Kelayakan instrumen evaluasi juga dapat ditinjau oleh peneliti dari validitas dan reliabilitas butir instrumen penilaian. Pengujian terhadap instrumen evaluasi telah dilakukan oleh peneliti pada uji coba empirik.

Dengan menggunakan hasil penilaian tersebut, peneliti dapat melaksanakan uji validitas dan reliabilitas untuk menentukan kelayakan instrumen evaluasi. Pengujian dilaksanakan oleh peneliti dengan menggunakan uji validitas dan reliabilitas yang menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS.

Peneliti dapat mengetahui kelayakan instrumen evaluasi NGSS model Challenge-based dengan mengamati validitas dan reliabilitas instrumen. Hasil pengujian validitas terhadap data pada uji coba empirik menunjukkan bahwa seluruh butir pada instrumen evaluasi memiliki validitas yang baik. Selain itu, analisa reliabilitas terhadap data menunjukkan bahwa instrumen evaluasi memiliki reliabilitas yang tinggi. Dari pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti, penelitian menyimpulkan bahwa instrumen evaluasi memiliki kelayakan yang baik ditinjau dari validitas dan reliabilitas instrumen.

Berbagai macam pengujian telah dilaksanakan oleh peneliti untuk menentukan kelayakan instrumen evaluasi NGSS model Challenge-based. Peneliti telah melaksanakan pengujian yang meliputi validasi ahli, validasi empirik dan uji reliabilitas pada data percobaan uji coba empirik. Pengujian terhadap data percobaan menunjukkan bahwa butir-butir penilaian pada instrumen evaluasi memiliki validitas dan reliabilitas yang baik. Dengan demikian, penelitian menghasilkan

kesimpulan bahwa kelayakan instrumen evaluasi NGSS model Challenge-based tergolong dalam kategori baik.

2. Efektivitas Perangkat Pembelajaran NGSS Model Challenge-based

Salah satu dari tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based dalam meningkatkan kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada siswa. Peneliti meninjau efektivitas perangkat pembelajaran dari ketercapaian nilai KKM dan perbedaan rata-rata hasil belajar siswa pada kelas kontrol dan eksperimen. Pada uji implementasi, peneliti menggunakan instrumen evaluasi untuk mengamati penguasaan kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada siswa. Peneliti menggunakan instrumen tersebut untuk memperoleh data pretest dan posttest dari siswa yang belajar di kelas kontrol dan eksperimen. Data pretest dan posttest kemudian dianalisa oleh peneliti lebih lanjut untuk menentukan efektivitas perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based.

a. Efektivitas Perangkat Pembelajaran berdasarkan KKM

Salah satu yang digunakan oleh peneliti untuk meninjau efektivitas perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based

adalah melalui ketercapaian nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Peneliti telah menganalisa data posttest kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada kelas eksperimen untuk mengetahui ketercapaian nilai KKM. Analisa data menggunakan uji *one sample test* dengan bantuan perangkat lunak SPSS di mana nilai KKM adalah sebesar 75. Hasil uji *one sample test* terhadap data posttest kelas eksperimen menghasilkan tampilan seperti pada Tabel 29.

Tabel 29. Hasil Uji *One Sample Test* pada *Posttest* Siswa Kelas Eksperimen

	Test Value = 75					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
POST_EAE_EKS	7.808	23	.000	8.91667	6.5544	11.2790
POST_OECI_EKS	9.630	23	.000	10.41667	8.1791	12.6543

Tabel 29 menunjukkan hasil analisa data untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil posttest pada pembelajaran NGSS model Challenge-based dengan nilai KKM. Pada tabel tersebut, data posttest kemampuan berargumentasi dengan nama variabel uji POST_EAE_EKS memiliki nilai signifikansi sebesar **0,000**. Sedangkan, nilai signifikansi dari data posttest kemampuan OECI dengan nama variabel uji POST_OECI_EKS memiliki nilai sebesar **0,000**. Dengan tingkat signifikansi 0,05, analisa data memperoleh

kesimpulan bahwa rata-rata posttest kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada kelas eksperimen berbeda secara signifikan dengan nilai KKM yang ditentukan, yaitu 75.

Tabel 30. Statistik Uji *One Sample Test* pada *Posttest* Siswa Kelas Eksperimen

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
POST_EAE_EKS	24	83.9167	5.59438	1.14195
POST_OECI_EKS	24	85.4167	5.29903	1.08166

Pengujian perbedaan rata-rata menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan menggunakan perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based dapat menguasai kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi dengan baik. Melalui statistik pengujian *one sample test*, peneliti mengetahui nilai rata-rata *posttest* kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada kelas eksperimen adalah seperti pada Tabel 30. Rata-rata hasil *posttest* pada kelas eksperimen tersebut berada di atas nilai ketuntasan minimum yang ditentukan oleh peneliti. Oleh karena itu, pengujian membuktikan bahwa perangkat pembelajaran NGSS mode Challenge-based efektif untuk menguasai kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi ditinjau dari pencapaian nilai KKM.

b. Asumsi Kemampuan Awal Siswa sebagai Variabel Kovariat

Pada penelitian ini, kemampuan awal siswa adalah sebuah variabel kovariat yang diasumsikan oleh peneliti dapat mempengaruhi hasil belajar siswa dalam penguasaan kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi. Suatu variabel bisa menjadi kovariat apabila variabel tersebut dapat memenuhi beberapa kriteria. Pertama, variabel perlu memiliki korelasi positif dengan hasil belajar siswa (*posttest*). Kedua, variabel tidak memiliki korelasi dengan variabel bebas yang mana dalam penelitian ini adalah metode pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti perlu melakukan pengujian korelasi terhadap nilai *pretest* terlebih dahulu.

Asumsi bahwa kemampuan awal adalah variabel kovariat perlu dibuktikan oleh peneliti melalui dua pengujian. Pada pengujian pertama, peneliti ingin menguji korelasi antara nilai *pretest* dengan *posttest* melalui uji korelasi bivariat dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Kriteria dalam pengujian ini adalah apabila pengujian menghasilkan nilai signifikansi lebih dari nilai Alpha (**0,05**), maka tidak terdapat hubungan yang signifikan antara nilai *pretest* dengan *posttest*. Pengujian korelasi bivariat dengan menggunakan perangkat lunak SPSS menghasilkan tampilan keluaran seperti pada Tabel 31.

Tabel 31. Hasil Pengujian Korelasi Bivariat terhadap Data *pretest* dan *posttest* pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

		PRE_EAE	PRE_OECI	POST_EAE	POST_OECI
PRE_EAE	Pearson Correlation	1	-.033	-.132	.011
	Sig. (2-tailed)		.818	.359	.941
	N	50	50	50	50
PRE_OECI	Pearson Correlation	-.033	1	-.189	.332'
	Sig. (2-tailed)	.818		.188	.019
	N	50	50	50	50
POST_EAE	Pearson Correlation	-.132	-.189	1	.148
	Sig. (2-tailed)	.359	.188		.304
	N	50	50	50	50
POST_OECI	Pearson Correlation	.011	.332'	.148	1
	Sig. (2-tailed)	.941	.019	.304	
	N	50	50	50	50

Peneliti dapat mengetahui korelasi antara *pretest* dengan *posttest* dengan melihat nilai signifikansi pada Tabel 31. Korelasi antara *pretest* kemampuan EAE dengan *posttest* kemampuan EAE dan OECI menghasilkan nilai signifikansi sebesar **0,359** dan **0,941**. Sementara itu, korelasi antara *pretest* kemampuan OECI dengan *posttest* kemampuan EAE dan OECI menghasilkan nilai signifikansi sebesar **0,188** dan **0,19**. Dari hasil tersebut, peneliti dapat mengetahui bahwa nilai signifikansi pada korelasi antara *pretest* dan *posttest* adalah lebih dari 0,05. Sehingga, pengujian menghasilkan kesimpulan bahwa nilai

pretest tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan hasil belajar siswa (*posttest*) dalam penguasaan kemampuan EAE dan OECI.

Pada pengujian kedua, peneliti ingin mengetahui korelasi antara *pretest* sebagai kovariat dengan model pembelajaran sebagai variabel bebas. Dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS, peneliti melakukan uji MANOVA terhadap hasil *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen. Apabila pengujian tersebut menghasilkan nilai signifikansi yang kurang dari 0,05, maka terdapat hubungan yang signifikan antara nilai *pretest* dengan model pembelajaran. Hasil pengujian dengan menggunakan perangkat lunak ditampilkan oleh peneliti seperti pada Tabel 32. Pengujian ini memperoleh nilai signifikansi sebesar **0,000** yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara data *pretest* kemampuan EAE dan OECI dengan model pembelajaran.

Tabel 32. Hasil Pengujian MANOVA terhadap *pretest* Model Pembelajaran Konvensional dan NGSS Model Challenge-based

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.990	2.314E3 ^a	2.000	47.000	.000
	Wilks' Lambda	.010	2.314E3 ^a	2.000	47.000	.000
	Hotelling's Trace	98.486	2.314E3 ^a	2.000	47.000	.000
	Roy's Largest Root	98.486	2.314E3 ^a	2.000	47.000	.000
Metode	Pillai's Trace	.040	.978 ^a	2.000	47.000	.383
	Wilks' Lambda	.960	.978 ^a	2.000	47.000	.383
	Hotelling's Trace	.042	.978 ^a	2.000	47.000	.383
	Roy's Largest Root	.042	.978 ^a	2.000	47.000	.383

Kedua pengujian menunjukkan bahwa variabel pretest ternyata tidak cocok menjadi kovariat karena tidak memiliki kriteria-kriteria dari sebuah variabel kovariat. Hal tersebut menyimpulkan bahwa kemampuan awal siswa tidak mempengaruhi hasil belajar siswa dalam penguasaan kemampuan EAE dan OECI. Oleh karena itu, peneliti tidak perlu memperhatikan pengaruh *pretest* sebagai kovariat dalam analisis selanjutnya.

c. Efektivitas Perangkat Pembelajaran Berdasarkan Peningkatan Hasil Belajar

Efektivitas perangkat pembelajaran ditentukan berdasarkan peningkatan hasil belajar siswa setelah memperoleh pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Peningkatan hasil belajar ditinjau dari besarnya gain ternormalisasi pada hasil tes kemampuan awal siswa dan hasil tes belajar. Pada kelas kontrol, perhitungan gain ternormalisasi memperoleh nilai sebesar $g = 0,45$ pada kemampuan berargumentasi dan $g = 0,47$ pada kemampuan mengomunikasikan informasi. Sedangkan pada kelas eksperimen, gain ternormalisasi yang diperoleh adalah sebesar $g = 0,61$ pada kemampuan berargumentasi dan $g = 0,63$ pada kemampuan mengomunikasikan informasi. Setelah memperoleh nilai gain pada kedua kelas, peneliti dapat mengategorikan nilai tersebut

berdasarkan pada tabel kategori gain. Berdasarkan tabel kategori, nilai gain ternormalisasi yang diperoleh pada kelas kontrol termasuk ke dalam kategori “sedang”. Sedangkan, nilai gain ternormalisasi pada kelas eksperimen termasuk ke dalam kategori “sedang”. Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa nilai gain pada kedua kelas termasuk dalam kategori yang sama. Meskipun demikian, nilai gain yang diperoleh pada kelas eksperimen lebih besar daripada nilai gain pada kelas kontrol. Dari hasil analisa tersebut, peneliti dapat menyimpulkan bahwa peningkatan hasil belajar siswa dalam kemampuan berargumentasi dan mengomunikasikan informasi pada kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan peningkatan pada kelas kontrol.

d. Efektivitas Perangkat Berdasarkan Perbedaan Rata-Rata

Peneliti juga menentukan efektivitas perangkat pembelajaran melalui perbedaan rata-rata hasil belajar antara kelas kontrol dan eksperimen. Pada penelitian ini, peneliti ingin membandingkan hasil posttest kemampuan EAE dan OECI pada kelas kontrol dan eksperimen untuk mengamati perbedaan rata-rata pada dua kelas tersebut. Pengujian menggunakan uji MANOVA karena terdapat dua variabel terikat yaitu model pembelajaran konvensional dan model pembelajaran NGSS model Challenge-based. Sebelumnya, peneliti

melaksanakan uji persyaratan MANOVA terlebih dahulu terhadap data posttest.

1) Uji Normalitas

Pengujian normalitas data posttest pada kelas kontrol dan eksperimen menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk. Analisa terhadap data hasil belajar kemampuan berargumentasi menunjukkan nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,421 pada kelas kontrol dan 0,302 pada kelas eksperimen. Sementara itu, analisa terhadap data hasil belajar kemampuan mengomunikasikan informasi menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,758 pada kelas kontrol dan 0,782 pada kelas eksperimen. Nilai signifikansi yang diperoleh dari hasil analisa tersebut lebih besar dari koefisien Alpha yang digunakan (0,05). Oleh karena itu, pengujian tersebut menyimpulkan bahwa data posttest kemampuan siswa pada kelas kontrol dan eksperimen bersifat normal.

2) Uji Homogenitas Varian

Peneliti menggunakan uji homogenitas data untuk mengamati homogenitas data posttest pada kelas kontrol dan eksperimen. Analisa homogenitas terhadap data posttest kemampuan

berargumentasi dan mengomunikasikan informasi menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,643 dan 0,372. Nilai signifikansi yang diperoleh dari analisa tersebut lebih besar daripada nilai Alpha yang digunakan dalam pengujian ($\alpha = 0,05$). Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa data posttest penelitian yang diuji memiliki variansi-variansi yang sama.

3) Uji Homogenitas Matriks Varian-Kovarian

Kemudian, peneliti perlu melakukan uji homogenitas matriks varian-kovarian terhadap data posttest. Uji homogenitas menggunakan uji Box's Test yang mana nilai signifikansi yang digunakan adalah ($\alpha = 0,05$). Analisa terhadap data posttest menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,685 yang besarnya melebihi nilai Alpha. Dari hasil pengujian ini, peneliti dapat menyimpulkan bahwa data posttest kemampuan siswa memiliki matriks varian-kovarian yang homogen.

4) Uji MANOVA

Pengujian MANOVA menggunakan data *posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen pada tahap uji implementasi. Pengujian tersebut dilaksanakan oleh peneliti dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS dan menghasilkan tampilan keluaran

seperti pada Tabel 33. Pengujian menghasilkan nilai signifikansi yang dapat digunakan oleh peneliti untuk menentukan kesimpulan pengujian. Apabila nilai signifikansi kurang dari nilai Alpha dalam pengujian ini (0,05), maka rata-rata hasil belajar kemampuan EAE dan OECI pada kelas kontrol dan eksperimen berbeda secara signifikan.

Tabel 33. Hasil Pengujian MANOVA terhadap Data *Posttest* pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.998	1.239E4 ^a	2.000	47.000	.000
	Wilks' Lambda	.002	1.239E4 ^a	2.000	47.000	.000
	Hotelling's Trace	527.300	1.239E4 ^a	2.000	47.000	.000
	Roy's Largest Root	527.300	1.239E4 ^a	2.000	47.000	.000
Model_Belajar	Pillai's Trace	.325	11.296 ^a	2.000	47.000	.000
	Wilks' Lambda	.675	11.296 ^a	2.000	47.000	.000
	Hotelling's Trace	.481	11.296 ^a	2.000	47.000	.000
	Roy's Largest Root	.481	11.296 ^a	2.000	47.000	.000

Tabel 33 menunjukkan hasil pengujian MANOVA terhadap data *posttest* kemampuan EAE dan OECI pada kelas kontrol dan eksperimen untuk menentukan perbedaan rata-rata hasil belajar. Dari tabel hasil pengujian MANOVA, peneliti dapat mengetahui nilai signifikansi pengujian dengan mengamati kolom *intercept*. Nilai signifikansi yang diperoleh dari hasil pengujian MANOVA ini adalah **0,000** yang mana nilai tersebut kurang dari nilai Alpha pengujian. Pengujian ini menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar dalam kemampuan EAE dan OECI pada kelas kontrol dan

eksperimen berbeda secara signifikan. Statistik pengujian menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar kemampuan EAE dan OECI pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Hal tersebut menyimpulkan bahwa siswa pada kelas eksperimen dapat menguasai kemampuan EAE dan OECI dengan lebih baik dibandingkan siswa pada kelas kontrol yang ditinjau dari perbedaan rata-rata hasil belajar.

Peneliti telah melaksanakan dua macam pengujian untuk menentukan efektivitas perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based dalam menguasai kemampuan EAE dan OECI. Pengujian pertama menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based efektif dalam mencapai nilai Kriteria Kerja Minimal (KKM) pada penguasaan kemampuan EAE dan OECI. Sedangkan, pengujian kedua menyimpulkan bahwa model pembelajaran NGSS model Challenge-based lebih efektif dibandingkan model pembelajaran konvensional dalam menguasai kemampuan EAE dan OECI. Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan perangkat pembelajaran NGSS model Challenge-based efektif dalam menguasai kemampuan EAE dan OECI.

E. Keterbatasan Penelitian

Selama berlangsungnya penelitian, terdapat beberapa keterbatasan yang dijumpai oleh peneliti. Berikut ini merupakan keterbatasan tersebut:

1. Pengembangan perangkat pembelajaran Challenge-based berorientasi NGSS hanya terbatas pada SEPs, DCIs dan CCs tertentu tanpa memperhatikan korelasi dengan elemen-elemen lainnya.
2. Pada proses implementasi pembelajaran Challenge-based berorientasi NGSS, fase pembelajaran hanya terbatas pada fase *challenge* karena pada fase publikasi siswa mengalami kesulitan dalam pembuatan video.