

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembelajaran konsep saintifik memerlukan proses yang lama dan sukar serta menuntut peserta didik untuk mempertimbangkan konsepsi yang dimiliki (Djudin, 2021; Leuchter dkk, 2020; Loyens dkk, 2015). Peneliti Pendidikan Sains telah mendokumentasikan secara jelas bahwa peserta didik mengikuti pembelajaran dengan membawa konsepsi sebelumnya (Vosniadou & Skopeliti, 2005; Broughton, Sinatra, & Reynolds, 2010; Diakidoy dkk., 2016). Konsepsi ini seringkali tidak utuh atau tidak tepat dan mempengaruhi performa belajar dan kemampuan peserta didik dalam menjelaskan fenomena alam.

Kondisi konsepsi peserta didik yang tidak sesuai atau tidak diterima secara ilmiah disebut dengan miskonsepsi (Cordova dkk, 2014; Eshach dkk, 2018; Djudin, 2021). Miskonsepsi berakar kepada pengalaman sehari-hari peserta didik sehingga sulit untuk diubah (Cordova dkk, 2014; Jiang dkk, 2018; Anggoro dkk, 2019). *National Research Council* (1997) telah menyatakan bahwa peran utama miskonsepsi dalam pembelajaran sains adalah menjadi sebuah penghalang bagi peserta didik untuk mempelajari sains karena dalam banyak kasus, miskonsepsi dapat menghambat peserta didik dalam mengembangkan pemahaman yang benar sebagai pandangan awal menuju pembelajaran lebih lanjut. Beberapa faktor yang mempengaruhi miskonsepsi peserta didik adalah pengalaman hidup sehari-hari, buku teks, guru, dan bahasa yang digunakan (Braasch, Goldman, & Wiley, 2013; Atasoy, & Ergin, 2017; Soeharto dkk, 2019).

Analisis level konsepsi dapat melalui identifikasi model mental yang dimiliki oleh peserta didik. Model mental merupakan gambaran konsepsi yang ada di benak peserta didik untuk menjelaskan suatu proses, fenomena, atau situasi yang terjadi (Greca & Moreira, 2000). Model mental dapat menginformasikan tentang bagaimana peserta didik memahami sistem fisis dalam tinjauan mikroskopik (Kantarinata, 2018). Kondisi konsepsi peserta didik dan model mental peserta didik sangat berkaitan karena penelitian model mental berada di kancah kajian psikologi kognitif (Amrizaldi dkk, 2014). Psikologi kognitif adalah bidang studi tentang cara

manusia memahami, belajar mengingat, dan berpikir tentang suatu informasi (Stenberg, 2008). Selain itu, di dalam ilmu psikologi, model mental merupakan sebuah representasi dari beberapa domain atau keadaan yang mendukung pemahaman (*understanding*), alasan (*reasoning*), dan prediksi (*prediction*) (Gentner, 2002). Sehingga Nurzhimi dkk (2018) menjelaskan bahwa pemahaman peserta didik terhadap suatu konsep dapat diidentifikasi melalui model mentalnya.

Pengukuran konsepsi dan model mental peserta didik merupakan hal yang penting dalam pembelajaran sains dikarenakan karakteristik dari beberapa konsep sains itu sendiri yang bersifat abstrak dan kompleks (Wahyuningsih, Raharjo, & Masithoh, 2013; Faizin & Samsudin, 2018; Soeharto dkk, 2019). Terkhusus pada ilmu fisika, terdapat banyak konsep dan prinsip yang masih bersifat abstrak dan membutuhkan tinjauan secara mikroskopik. Hal ini sesuai dengan hasil studi reviu Soeharto dkk (2019) yang menempatkan fisika pada posisi pertama sebagai mata pelajaran yang paling banyak disalahpahami oleh peserta didik, yakni sebanyak 33 konsep. Fakta ini menjadi tantangan bagi pendidik untuk merumuskan proses pembelajaran yang tepat dan menarik supaya peserta didik dapat memahami konsep hingga level mikroskopik. Hal ini dikarenakan, pembahasan konsep pada level mikroskopik berpeluang dapat menimbulkan kebosanan pada peserta didik dikarenakan objek pembahasan yang masih abstrak sehingga sulit untuk digambarkan dengan jelas. Akhirnya, kompetensi yang diharapkan tidak tercapai.

Salah satu materi Fisika yang membutuhkan tinjauan mikroskopis adalah Listrik Arus Searah. Kajian Listrik Arus Searah termasuk dalam elektrodinamika karena berkaitan dengan muatan listrik yang bergerak atau arus listrik. Kata arus berarti aliran atau gerakan kontinu. Terdapat dua keadaan yang menjadikan Listrik Arus Searah menjadi materi yang sulit untuk dipelajari, yakni objek utama adalah muatan listrik yang tidak tampak dan bergerak. Hal ini menyebabkan banyaknya miskonsepsi peserta didik pada materi listrik arus searah. Lebih khusus, konsep Fungsi Baterai dan Hambatan Listrik adalah dua konsep dalam Kajian Listrik Arus Searah yang banyak ditemukan miskonsepsi di kalangan peserta didik. Miskonsepsi paling populer mengenai Fungsi baterai adalah bahwa baterai sebagai sumber arus listrik atau sumber elektron (misalnya Heller & Finley, 1992; Borges & Gilbert, 1999; Küçüközer & Kocakulah, 2008) sedangkan model serapan arus telah dimiliki

oleh peserta didik ketika memahami konsep hambatan listrik (misalnya Driver dkk., 1994; Borges & Gilbert, 1999; Koltsakis & Pierratos, 2006).

Imbas dari miskonsepsi peserta didik pada konsep Fungsi Baterai dan Hambatan Listrik terlihat pada konsep-konsep turunannya seperti yang ditemukan oleh Sarwono (2021) pada sebagian besar peserta didik SMA terkait konsep rangkaian listrik arus searah, diantaranya: 1) beda potensial listrik baterai yang sudah habis (mati) adalah nol, 2) penyusunan beberapa baterai secara paralel akan meningkatkan beda potensial listrik diantara ujung-ujung rangkaian, 3) baterai merupakan sumber elektron (sumber arus listrik), 4) beda potensial listrik diantara ujung-ujung rangkaian listrik terbuka adalah nol, dan 5) kuat arus listrik yang mengalir pada setiap cabang rangkaian paralel nilainya selalu bergantung pada jumlah cabang rangkaian yang diparalelkan. Temuan ini juga dikonfirmasi melalui studi pendahuluan terhadap 24 peserta didik kelas XII SMA yang juga menemukan mayoritas peserta didik memiliki miskonsepsi pada konsep Fungsi Baterai dan Hambatan Listrik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1. Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Fungsi Baterai dan Hambatan Listrik

No	Konsep	Kategori Konsepsi (%)		
		SC	M	NC
1	Baterai sebagai Sumber Beda Potensial	25	50	25
2	Baterai sebagai Sumber GGL	4,16	66,67	29,17
3	Hambatan Listrik	25	25	50
4	Rangkaian Paralel Penghambat Listrik	4,17	62,53	33,3

Keterangan:

SC = *Scientific conception* M = *Misconceptions* NC = *No Conceptions*

Adapun terkait kondisi model mental, penelitian Supriyatman dkk (2014) terhadap mahasiswa Pendidikan Fisika juga telah menunjukkan bahwa masih terdapat 21,3% mahasiswa yang memiliki model mental yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Bahkan terdapat 15,1% mahasiswa yang memiliki model mental dengan kategori yang tidak bisa diidentifikasi. Jika hasil penelitian ini dikaitkan dengan beberapa penelitian tentang temuan miskonsepsi pada jenjang pendidikan sebelumnya (misalnya Islami dkk, 2018; Daniati, Djudin, & Hamdani, 2018; Koto & Gusma, 2021), maka dapat dikatakan bahwa lemahnya level konsepsi peserta didik juga memiliki pengaruh terhadap lemahnya model mental yang dimiliki. Hal

ini didukung dengan studi pendahuluan yang menemukan mayoritas peserta didik SMA memiliki model mental yang tidak bisa diterima secara ilmiah, yakni kategori *initial* (lihat Tabel 1.2) pada sampel studi pendahuluan yang sama seperti Tabel 1.1.

Tabel 1.2 Kategori Model Mental Peserta Didik pada beberapa Konsep di Listrik Arus Searah

No	Konsep	Kategori Konsepsi (%)		
		IN	SY	SC
1	Konsep GGL	95,83	4,17	0
2	Hambatan Listrik	91,67	8,33	0
3	Rangkaian Seri Penghambat Listrik	79,17	20,83	0
4	Rangkaian Paralel Penghambat Listrik	91,67	8,33	0

Keterangan:

IN = *Initial* (Awalan) SY : *Synthetic* (Tiruan) NC : *Scientific* (Ilmiah)

Kondisi pemahaman peserta didik terhadap konsep yang masih rendah ini harus mendapat perhatian pendidik untuk menjadi bekal dalam mempersiapkan desain pembelajaran yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Dalam mewujudkan pelaksanaan salah satu tugas pendidik dalam pembelajaran, yakni tugas membelajarkan, seorang pendidik memfasilitasi dan memberikan peluang untuk belajar dengan merancang suasana yang kondusif dan mendukung proses belajar peserta didik (Coll, 2008). Berkaitan dengan masalah yang dijelaskan sebelumnya, pendidik perlu merancang pembelajaran yang mampu mengakomodasi kemampuan siswa dalam memahami konsep fisika secara utuh. Pembelajaran konsep fisika membutuhkan pemahaman pada tiga tingkat representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Chandrasegaran et al., 2008, Davidowitz et al., 2010; Jurišević et al., 2008). Oleh karena itu, tiga tingkat representasi pada konsep fisika harus diakomodir dalam pembelajaran Fisika.

Salah satu aspek yang mempengaruhi pembelajaran adalah penggunaan media pembelajaran. Pada konsep Fungsi Baterai dan Rangkaian Penghambat Listrik, diperlukan media yang dapat menampilkan fenomena makroskopis hingga penjelasan di level mikroskopis dalam menggambarkan pergerakan elektron di sepanjang rangkaian arus listrik. Media yang tepat dalam pembelajaran konsep Fisika tentulah bukan media tunggal, melainkan ragam media yang mampu menampilkan fenomena makroskopis, representasi simbolik, hingga sistem

mikroskopik. Fenomena makroskopis dapat dihadirkan melalui demonstrasi menggunakan media fisik atau diwakilkan dengan media video, sedangkan representasi simbolik dapat menggunakan analogi sebagai bantuan representasi yang dapat memvisualkan secara riil fenomena mikroskopis yang tak kasat mata (Basori, 2021) dan sistem mikroskopik dapat menggunakan pemodelan dinamik berbantuan perangkat lunak komputer. Dengan ketiga jenis media ini atau kemudian disebut dengan ragam media visual, maka pembelajaran Fisika telah memenuhi ketiga representasi yang dibutuhkan dalam mempelajari suatu konsep Fisika.

Penggunaan ragam media pada pembelajaran juga dapat mempermudah pembelajaran karena didukung oleh berbagai aspek seperti video, animasi, teks, audio, dan grafik (Abdulrahman dkk, 2020; Ayres, 2015; Mayer, 2017). Selain itu, peserta didik juga dapat langsung melihat dan mendengar tentang hal-hal yang dipelajarinya. Dengan demikian, media pembelajaran yang dihasilkan tidak monoton dengan komunikasi teks, tetapi juga memuat unsur ragam media seperti gambar, animasi, video, bahkan simulasi interaktif yang kaya akan audio-visual supaya dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep Fungsi Baterai dan Hambatan Listrik dari tingkat yang paling konkret hingga yang paling abstrak. Hal ini juga selaras dengan Peraturan Pemerintah No. 32 tahun 2013, bahwa “proses pembelajaran pada suatu pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, serta memotivasi peserta didik untuk berperan aktif”

Hal yang berbeda ternyata ditemukan melalui wawancara terhadap lima pendidik Fisika jenjang SMA di Kota Bandung yang telah mengungkap bahwa pendidik mengalami kesulitan dalam menjelaskan konsep Fungsi Baterai dan Rangkaian Penghambat Listrik secara utuh dikarenakan keterbatasan akses media ajar yang sesuai. Wawancara ini menyimpulkan kebutuhan pengembangan media pembelajaran yang membantu guru dalam menjelaskan konsep fisika hingga pada level mikroskopik yang bersifat dinamis dan mampu mengembangkan proses berpikir ilmiah peserta didik sebagaimana para ilmuwan membangun sebuah ilmu. Hal ini dimaksudkan untuk memperbaiki konsepsi peserta ini, baik peserta didik yang memiliki miskonsepsi maupun tidak memiliki konsepsi sebelumnya.

Sebuah penelitian tentang revidu analisis kebutuhan multimedia menurut peserta didik SMA pada materi Fisika oleh Azizah, Mochsif, dan Kusairi (2021) juga menyatakan bahwa pendidik sudah menggunakan teknologi tingkat tinggi seperti proyektor dan LCD dalam menerapkan multimedia pembelajaran. Akan tetapi, multimedia tersebut tidak membuat siswa terlibat aktif dalam pembelajaran dikarenakan multimedia hanya bersifat satu arah. Salah satunya ada pada penggunaan video yang terlalu panjang juga membuat peserta didik bosan. Dalam hal memahami konsep yang abstrak dan dinamis, peserta didik juga masih merasa kesulitan dikarenakan multimedia yang digunakan masih bersifat statis dalam bentuk gambar sehingga sulit untuk diinterpretasikan. Penelitian Azizah, Mochsif, dan Kusairi (2021) memberikan rekomendasi penelitian pengembangan multimedia yang bersifat interaktif dan melibatkan simulasi atau video dalam durasi yang pendek.

Eksplorasi database Scopus (<https://www.scopus.com/>) terhadap publikasi ilmiah mengenai ragam media pembelajaran konsep Fungsi Baterai dan Rangkaian Penghambat Listrik pada Rangkaian Listrik Sederhana dalam rentang tahun 2012 hingga 2022 hanya memunculkan penelitian Hermita dkk (2017), Hermita dkk (2018), dan Hermita dkk (2019) sebagai penelitian yang relevan. Adapun penelitian Johnson, Reisslein, & Reisslein (2014) meneliti pengaruh urutan representasi menggunakan multimedia terhadap pemecahan masalah teknik pada materi rangkaian listrik sederhana. Berdasarkan eksplorasi database ilmiah yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ragam media pembelajaran pada konsep Fungsi Baterai dan Rangkaian Penghambat Listrik pada Rangkaian Listrik Sederhana masih sulit ditemukan dalam literatur.

Adapun analisis yang dilakukan terhadap media visual materi Listrik arus searah di berbagai platform ternama secara digital juga menunjukkan bahwa media yang memvisualisasikan rangkaian listrik masih belum terdapat media yang secara tegas menyatakan fungsi baterai sebagai sumber GGL. Sistem kerja baterai sebagai sumber GGL dikaji melalui reaksi oksidasi-reduksi tanpa menyandingkan besaran fisika, yakni GGL sehingga masih terpisah dari pembahasan fungsi baterai sebagai sumber GGL. Kekurangan lain adalah masih belum terdapat media visual yang secara eksplisit menunjukkan fungsi baterai sebagai sumber tegangan dan sumber

GGL secara bersamaan, sebagaimana fungsi baterai pada rangkaian listrik. Selain itu, terdapat analogi rangkaian seri dan parallel yang sudah menggunakan perangkat lunak komputer dan bukan hanya analogi statis berupa gambar, akan tetapi konsep yang disampaikan hanya cocok sebagai pengenalan konsep rangkaian seri dan parallel pada jenjang sekolah dasar. Analogi yang digunakan juga didominasi dengan analogi fisika, masih sedikit analogi dinamik yang menggunakan fenomena non fisika. Salah satu usaha memunculkan fenomena non fisika sebagai konten analogi dilakukan oleh Desianna, Nugroho, & Ellianawati (2019) yang menjadikan fenomena jual beli sebagai jembatan analogi untuk mempelajari usaha dan energi.

Berdasarkan pemaparan latar belakang dan kajian lapangan yang telah dilakukan, masih dibutuhkan pengembangan ragam visual dalam pembelajaran konsep Fungsi Baterai dan Hambatan Listrik secara utuh pada fenomena makroskopis, representasi simbolik, dan sistem mikroskopik. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengembangkan ragam media visual pembelajaran pada beberapa konsep di Bab Listrik Arus Searah. Multimedia yang dimaksud adalah ragam media visual yang berorientasi pada konstruksi-rekonstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik. Penelitian ini akan menghasilkan sebuah *prototype* yang dapat dikembangkan lebih luas pada seluruh materi di Bab Listrik Arus Searah.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka dapat dirumuskan masalah penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana karakteristik ragam media visual yang dikembangkan terhadap efektivitas pembelajaran fisika yang berorientasi konstruksi-rekonstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik SMA?” Sesuai dengan rumusan masalah tersebut, maka pertanyaan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan ragam media visual yang dihasilkan ditinjau dari sisi komponen media baik dari tampilan gambar, kelengkapan dan kemudahan navigasi serta informasi yang diberikan?
2. Bagaimana kelayakan produk ragam media visual yang dihasilkan ditinjau dari aspek kemudahan akses dan penggunaan produk ?

3. Bagaimana kelayakan produk ragam media visual yang dihasilkan ditinjau dari aspek kesesuaian konten terhadap fenomena/peristiwa fisis yang dideskripsikan?
4. Bagaimana efektivitas penggunaan produk ragam media visual yang dihasilkan dalam pembelajaran fisika yang berorientasi konstruksi dan rekonstruksi konsepsi peserta didik?
5. Bagaimana efektivitas penggunaan produk ragam media visual yang dihasilkan dalam pembelajaran fisika yang berorientasi perbaikan model mental peserta didik?
6. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap produk ragam media visual yang dihasilkan dan penggunaannya dalam pembelajaran fisika berorientasi konstruksi dan rekonstruksi konsepsi serta perbaikan model mental peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menghasilkan produk ragam media visual (real maupun virtual) yang valid dan teruji dalam mendukung pembelajaran fisika yang berorientasi pada konstruksi-rekonstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik SMA.

1.4 Batasan Masalah

Sebagai penelitian pengembangan yang akan menghasilkan *prototype* ragam media visual yang sesuai dengan kapasitas peneliti, maka terdapat pembatasan masalah penelitian sebagai berikut.

1. Materi fisika yang ditinjau dalam pengembangan ragam media visual ini dibatasi hanya mencakup konsep 1) fungsi baterai sebagai sumber beda potensial dan sumber GGL; 2) konsep hambatan listrik beserta rangkaian penghambat listrik. Pemilihan materi fisika ini didasarkan pada hasil studi pendahuluan yang menemukan rendahnya level konsepsi dan model mental yang dimiliki peserta didik terkait kedua materi ini.
2. Ragam media visual yang dikembangkan pada penelitian ini dibatasi hanya mencakup video fenomena, model mikroskopik, dan analogik dinamik. Ragam

media visual (real dan virtual) tersusun atas perpaduan bahan fisik (*real*) dan atau bantuan perangkat lunak komputer, seperti animasi, *recording*, dan *editing*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis

Ragam media visual yang dikembangkan dapat digunakan secara langsung oleh para pendidik sebagai wahana untuk pengajaran fisika yang berorientasi pada konstruksi dan rekonstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik SMA pada materi fungsi baterai dan rangkaian hambatan.

2. Manfaat Teoretis

Ragam media visual yang dikembangkan dapat memperkaya referensi ilmiah bahan ajar Fisika dalam format media visual yang telah dikembangkan sebelumnya untuk keperluan pengajaran fisika yang berorientasi pada konstruksi dan rekonstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik terkait materi fungsi baterai dan rangkaian hambatan.

1.6 Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahan pengertian terhadap istilah-istilah atau variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, maka dilakukan pendefinisian secara operasional terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengembangan ragam media visual didefinisikan sebagai kegiatan penelitian pengembangan yang dilakukan untuk menghasilkan produk ragam visual yang valid dan teruji. Proses pengembangannya dilakukan dengan mengikuti model ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, Evaluate*) sehingga diperoleh produk ragam visual yang teruji dan valid untuk pembelajaran Fisika yang berorientasi konstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik. Tahap analisis dilakukan melalui wawancara terstruktur kepada Guru Fisika SMA, studi literatur, dan studi pendahuluan identifikasi level konsepsi dan model mental peserta didik. Tahap desain dilakukan melalui pembuatan *storyboard* dan penentuan alat

fisik yang dibutuhkan, sedangkan tahap pengembangan dilakukan dengan pembuatan media yang telah dirancang menjadi format akhir yang diharapkan dan kemudian dilakukan *judgement* oleh ahli. Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan ragam media visual yang telah mendapatkan pertimbangan kelayakan ke dalam pembelajaran *Constructivism Teaching Sequence* (CTS). Adapun evaluasi dilakukan secara formatif pada seluruh tahapan maupun sumatif dengan tes konsepsi, tes identifikasi model mental dan tanggapan peserta didik menggunakan skala sikap peserta didik terhadap produk ragam media visual maupun penerapannya dalam pembelajaran Fisika.

2. Ragam media visual (real dan virtual) didefinisikan sebagai produk media pembelajaran berbantuan komputer yang melibatkan produk *real*/fisik maupun perangkat lunak komputer seperti animasi, *editing*, dan *recording*. Ragam media visual yang dikembangkan terdiri atas video fenomena, analogi dinamik, dan model mikroskopik.
3. Konstruksi konsepsi didefinisikan sebagai pembangunan atau pembentukan konsepsi di benak peserta didik yang semula tidak memiliki konsepsi menjadi memiliki konsepsi ilmiah yang sesuai dengan konsepsi para ahli. Konstruksi konsepsi di benak peserta didik diidentifikasi berdasarkan data keadaan konsepsi pada saat sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika menggunakan ragam media visual yang dikembangkan. Kategori konsepsi peserta didik diperoleh dari hasil tes konsepsi dalam format *four tier test* dengan menggunakan adaptasi pedoman yang dikembangkan oleh Gurel dkk (2015). Konstruksi konsepsi dilihat dari perubahan kategori konsepsi peserta didik pada *pre test* dan *post test*, yakni perubahan dari *no conceptions* menuju *scientific conceptions*.
4. Rekonstruksi konsepsi didefinisikan sebagai perubahan konsepsi di benak peserta didik dari keadaan miskonsepsi ke keadaan konsepsi ilmiah yang sesuai pandangan para ahli melalui proses akomodasi. Rekonstruksi konsepsi di benak peserta didik diidentifikasi berdasarkan data keadaan konsepsi pada saat sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika menggunakan ragam media visual yang dikembangkan dan diperoleh dari

hasil tes konsepsi dalam format *four tier test* dengan menggunakan pedoman yang dikembangkan oleh Gurel dkk (2015). Rekonstruksi konsepsi diidentifikasi dari perubahan kategori konsepsi peserta didik pada *pre test* dan *post test*, yakni perubahan dari *misconceptions* menuju *scientific conceptions*.

5. Model mental didefinisikan sebagai ide dalam pemikiran seseorang yang digunakan untuk menjelaskan dan menggambarkan suatu fenomena yang kompleks dan abstrak. Model mental dikategorikan menjadi tiga yaitu *scientific* (ilmiah), *synthetic* (tiruan), dan *initial* (awal) berdasarkan kategori yang dirumuskan oleh Kurnaz dan Eksi (2015). Model mental diukur melalui jawaban siswa pada soal uraian bertingkat. Persentase perubahan masing-masing model mental ditinjau tiap sub materi dan dikelompokkan menjadi *Acceptable Correction* (AC), *No Acceptable Correction* (NAC), dan *No Correction* (NC). Analisis perubahan model mental juga diperkuat melalui wawancara tidak terstruktur kepada beberapa peserta didik setelah mengikuti *post test*.