

**PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA (LKS) BERBASIS
AUGMENTED REALITY PADA MATERI LISTRIK DINAMIS
UNTUK MENSTIMULUS BERPIKIR KRITIS SISWA**

(Tesis)

Oleh:

**Romy Desmara Fendi
1723022003**



**MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2021

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA (LKS) BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI LISTRIK DINAMIS UNTUK MENSTIMULUS BERPIKIR KRITIS SISWA

Oleh:

Romy Desmara Fendi

Keterampilan berpikir kritis perlu distimulus dalam diri siswa karena sudah menjadi kebutuhan manusia abad 21. Studi pendahuluan menunjukkan masih rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa sehingga pembelajaran kurang efektif. Tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis yang valid, praktis, dan efektif untuk menstimulus berpikir kritis siswa. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model ADDIE yang terdiri atas analysis, design, development, implementation, dan evaluation. Pada tahap implementasi, penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 2 Rawa Pitu kelas IX yang berjumlah 26 Siswa. Teknik atau alat pengumpulan data pada tahap ini menggunakan angket, lembar validasi, lembar observasi, dan tes. Produk hasil pengembangan diberlakukan uji validasi, kepraktisan, dan efektivitas. 1. LKS hasil pengembangan dinyatakan valid yaitu dari data validasi isi sebesar 79,60% dengan kategori baik dan data validasi konstruk 81,74% dengan kategori sangat baik. 2. Hasil kepraktisan ditunjukkan dengan keterlaksanaan pembelajaran diperoleh nilai 70,07% dengan katagori sedang dan berdasarkan respon siswa diperoleh nilai 80,75% termasuk respon siswa sangat positif terhadap LKS. 3. Hasil uji efektivitas ditunjukkan dengan nilai *N-Gain* kemampuan berpikir kritis 0,52 dengan katagori cukup efektif. Hasil ini diperkuat dengan uji *Paired Samples T-test* antara *pritest* dan *posttest* yang diperoleh nilai signifikan sebesar 0,000 ($< 0,05$), yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata hasil *pretest* dan *posttest* siswa. Dapat di simpulkan bahwa LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis hasil pengembangan valid, praktis, dan efektif sehingga layak untuk digunakan sebagai bahan ajar.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, Berpikir Kritis, Lembar Keuatan Siswa

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF STUDENT ACTIVITY SHEET (LKS) BASED AUGMENTED REALITY ON DYNAMIC ELECTRICITY MATERIALS TO STIMULATE STUDENT'S CRITICAL THINKING

By:

Romy Desmara Fendi

Critical thinking skills need to be stimulated in students because it has become a 21st century human need. Preliminary studies show that students' critical thinking skills are still low so that learning is less effective. The purpose of this study is to develop an AR-based worksheet on dynamic electrical material that is valid, practical, and effective to stimulate students' critical thinking. This research and development uses the ADDIE model which consists of analysis, design, development, implementation, and evaluation. In the implementation phase, this research was carried out at SMP Negeri 2 Rawa Pitu class IX, which consisted of 26 students. Techniques or data collection tools at this stage use questionnaires, validation sheets, observation sheets, and tests. The developed product is subjected to validation, practicality, and effectiveness tests. 1. The developed LKS was declared valid, namely from content validation data of 79.60% in the good category and 81.74% construct validation data in the very good category. 2. The results of practicality are shown by the implementation of learning obtained a value of 70.07% in the medium category and based on student responses, a score of 80.75% is obtained, including a very positive student response to the LKS. 3. The results of the effectiveness test are indicated by the N-Gain value of critical thinking skills of 0.52 with a fairly effective category. This result was strengthened by the Paired Samples T-test between the pretest and posttest which obtained a significant value of 0.000 (<0.05), which means that there was a significant difference between the average scores of the students' pretest and posttest results. It can be concluded that AR-based worksheets on dynamic electrical materials developed are valid, practical, and effective so that they are feasible to be used as teaching materials.

Keywords: Augmented Reality, Critical Thinking, Student Activity Sheet

**PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA (LKS) BERBASIS
AUGMENTED REALITY PADA MATERI LISTRIK DINAMIS
UNTUK MENSTIMULUS BERPIKIR KRITIS SISWA**

Oleh:

Romy Desmara Fendi

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Pada Program Studi Magister Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2021

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA (LKS) BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA MATERI LISTRIK DINAMIS UNTUK MENSTIMULUS BERPIKIR KRITIS SISWA**

Nama Mahasiswa : **Romy Desmara Fendi**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1723022003

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.
NIP. 19600821 198503 1 004

Pembimbing II,

Dr. Abdurrahman, M.Si.
NIP. 19681210 199303 1 002

2. Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan
Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP. 19600301 198503 1 003

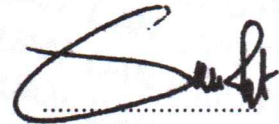
Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Fisika

Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP. 19650616 199102 2 001

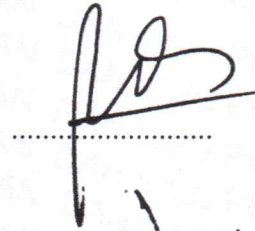
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

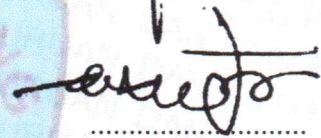
Ketua : Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.



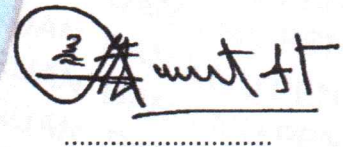
Sekretaris : Dr. Abdurrahman, M.Si.



Penguji Anggota : 1. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.



2. Dr. Kartini Herlina, M.Si.



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.

NIP 19620804 198905 1 001

Tanggal Ujian Tesis : 12 Agustus 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA (LKS) BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI LISTRIK DINAMIS UNTUK MENSTIMULUS BERPIKIR KRITIS SISWA” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiatisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Agustus 2021



Komy Desmara Fendi
Komy Desmara Fendi
NIM. 1723022003

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sidoluhur 08 Desember 1988, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Didik Subianto dan Ibu Sumiati.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK Dharma Wanita Bangunrejo pada tahun 1994 dan diselesaikan pada tahun 1995, penulis melanjutkan pendidikan di SDN Sinar Seputih pada tahun 1995 dan diselesaikan pada tahun 2000, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Bangunrejo pada tahun 2000 dan diselesaikan pada tahun 2003, dan penulis melanjutkan pendidikan di SMA Muhammadiyah 1 Metro pada tahun 2003 dan diselesaikan pada tahun 2006. Pada tahun 2006, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung dan diselesaikan pada tahun 2012. Pada tahun 2017, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Megister Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

MOTTO

*“Bukanlah ilmu yang semestinya mendatangimu, tetapi
kamulah yang seharusnya mendatangi ilmu itu”
(Imam Malik)*

*“Dimanapun kita berada, dan apapun yang kita kerjakan.
Selalu lakukan dan berikan yang terbaik dari apa yang kita
bisa”
(B.J Habibie)*

*Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu
kaum sebelum mereka mengubah keadaan mereka sendiri
(Q.S. Ar-Ra'd : 11)*

PERSEMBAHAN

Dengan kerendahan hati, teriring do'a dan rasa syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala, penulis mempersembahkan tulisan ini kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayah (Didik Subianto, S. Pd., M. Pd.) dan Ibu (Sumiyati) yang selalu memperjuangkan masa depan penulis, yang selalu memberi semangat penulis dan yang selalu memberikan cinta serta kasih sayang dengan tulus.
2. Istri tercinta, Umi (Retno Evi Jayanti, S. ST.) dan anak-anakku (Reyva Aqila Zahsy dan Raheesh Abqary Zabir) yang selalu memberikan semangat, selalu mendoakan, dan selalu memberikan cinta serta kasih sayang dengan tulus.
3. Kedua mertua tercinta, Bapak (Suroto, S. Pd.) dan Mama (Sri Handayani, S. Pd.) yang selalu memberikan semangat, selalu mendoakan, dan selalu memberikan cinta serta kasih sayang dengan tulus.
4. Kakak kandung dan kakak ipar, Rico Subiantoro, A. Md. Kom. – Ela Lailatul Badriah, Adik kandung dan adik ipar (Rossa Pamela Yunita, S. Pd. – Priyo Saiful Ahmad), Adik ipar (Afrizal Hamzah, S. Ked.), serta keponakan (Nu'fail Abid Wa Labib, Najma Azkayra Shezan), yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan do'a bagi penulis.
5. Sahabat seperjuang Megister Pendidikan Fisika 2017 yang selalu menasihati, menjadi pengingat dan penyemangat.
6. Para pendidik baik guru maupun dosen yang penulis hormati.
7. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Alloh subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis dalam menyelesaikan tesis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar megister dan telah berhasil selesai melalui tesis ini yang berjudul “PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA (LKS) BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI LISTRIK DINAMIS UNTUK MENSTIMULUS BERPIKIR KRITIS SISWA”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian tesis ini antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung
2. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., Selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M. Si., selaku Ketua Program Studi Megister Pendidikan Fisika Universitas Lampung
6. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M. Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus pembimbing I yang telah memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun
7. Bapak Dr. Abdurrahman, M. Si., Selaku Pembimbing II yang telah memberikan masukan dan dan kritik yang bersifat positif dan membangun
8. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Pembahas yang telah memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun
9. Bapak Dr. Doni Andra, M. Sc., selaku Validator yang telah memberikan

- masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun
10. Bapak Levi Prihata, M.Pd., selaku Validator yang telah memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun
 11. Bapak dan Ibu dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisikadan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung
 12. Teman-teman seperjuangan Program Studi Megister Pendidikan Fisika 2017, terimakasih atas dukungannya. Semoga kebahagiaan dan kesuksesan selalu untuk kita.
 13. Rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas semua bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan tangan terbuka dan ucapan terimakasih. Semoga tesis ini bermanfaat bagi masyarakat luas umumnya dan keluarga besar Universitas Lampung khususnya.

Bandar Lampung, Agustus 2021
Penulis,

Romy Desmara Fendi

DAFTAR ISI

COVER

ABSTRAK

COVER DALAM

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN

RIWAYAT HIDUP

MOTTO

PERSEMBAHAN.....	i
SANWACANA	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. <i>Augmented Reality</i>	7
B. Multimedia.....	10
C. Media Tiga Dimensi	12
D. Teori Dual Coding dalam Pemrosesan Informasi	14
E. Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing	18
F. Berpikir Kritis	21

G. Lembar Kegiatan Siswa (LKS)	25
H. Teori <i>Operant Conditioning</i>	27
I. Stimulus	30
J. Kerangka Pikir	33
III. METODE PENELITIAN	
A. Metode Pengembangan.....	34
B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan	35
1. Analysis (Analisis).....	36
2. Design (Perancangan).....	36
3. Development (Pengembangan).....	37
4. Implementation (Implementasi).....	37
5. Evaluation (Evaluasi).....	38
C. Subjek dan Objek Penelitian	38
D. Teknik Pengumpulan Data.....	38
1. Angket Pendahuluan	39
2. Lembar Validasi	39
3. Lembar Observasi	39
4. Tes	39
E. Teknik Analisis Data.....	40
1. Analisis Kevalidan Produk	40
2. Analisis Kepraktisan Produk.....	41
3. Analisis Keefektifan Produk	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	46
1. Tahap Analisis	46
2. Tahap Desain	47
3. Tahap Pengembangan	50
4. Tahap Implementasi.....	51
B. Pembahasan	60
1. Kevalidan LKS	60

2. Kepraktisan LKS	61
3. Keefektifan LKS.....	63

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpula.....	67
B. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA69

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

2.1 Beberapa penelitian yang berkaitan dengan AR	9
2.1 Tahapan Inkuiri Terbimbing	19
2.3 Sintaks Pembelajaran Inkuiri	20
2.4 Indikator Berpikir Kritis menurut Ennis	23
3.1 Desain Eksperimen <i>one-group pretest-posttest design</i>	38
3.2 Sekala Likert untuk Kevalidan.....	40
3.3 Kriteria Penilaian Data Kevalidan	41
3.4 Sekala Likert untuk Kepraktisan.....	42
3.5 Kriteria Penilaian Data kepraktisan	42
3.6 Kriterion Keterlaksanaan produk	43
3.7 Nilai Rata-rata Gain Ternormalisasi dan Klasifikasi.....	44
4.1 Story board LKS	47
4.2 Hasil penilaian uji validasi ahli	54
4.3 Rekomendasi perbaikan.....	55
4.4 Hasil Uji Kepraktisan.....	56
4.5 Hasil analisis keterlaksanaan pembelajaran	57
4.6 Analisis uji normalitas <i>kolmogorov smirnov test</i>	57
4.7 Hasil rata-rata nilai uji <i>N-gain</i>	58
4.8 Hasil uji <i>paired sampel t-test</i>	59
4.9 Rekapitulasi hasil penilaian indikator berpikir kritis	59

DAFTAR GAMBAR

2.1 Contoh Hasil <i>Augmented Reality</i>	7
2.2 Pengkodean Ganda	19
2.3 Skema Kerangka Pikir	33
3.1 Skema ADDIE	34
3.2 Diagram Alir Rancangan Penelitian dan Pengembangan.....	35
4.1 Pembuatan AR Menggunakan <i>Assemblr Studio</i>	50
4.2 Cover LKS	51
4.3 Petunjuk Penggunaan LKS	51
4.4 Bagian Sub Bab	52
4.5 Kegiatan Pembelajaran	52
4.6 Latihan Soal	53
4.7 Scane Mareker AR.....	53
4.8 Kegiatan Pembelajaran	62
4.9 Penampilan video, gambar 3D	64
4.10.Penampilan video panduan percobaan.....	64
4.11 Siswa menyimpulkan dan mempersentasikan.....	65

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran abad 21 menuntut proses pembelajaran tidak cukup hanya meningkatkan pengetahuan saja, namun siswa harus dilengkapi dengan kemampuan bersikap, berkarakter kuat dan didukung dengan kemampuan memanfaatkan informasi dan berkomunikasi (*Partnership Of 21st Century Skills*, 2008). Di era revolusi industri 4.0 memiliki kecakapan abad 21 sangat diperlukan. Negara perlu mengubah tiga hal dalam sisi pendidikan untuk menjawab tantangan revolusi industri 4.0, pertama: mengubah sifat dan pola pikir anak (karakter), kedua: sekolah harus bisa mengasah dan mengembangkan bakat seorang anak (kritis dan kreatif), ketiga: institusi pendidikan mampu mengubah model pembelajaran sesuai kebutuhan zaman (komunikasi, kolaboratif dan networking) (cnnindonesia.com, 2018). Pola berpikir kritis siswa harus diasah dan dikembangkan untuk bersaing di era revolusi industri 4.0.

Keterampilan berpikir kritis perlu dikembangkan dalam diri siswa karena sudah menjadi kebutuhan manusia abad 21. Melalui keterampilan berpikir kritis, siswa dapat lebih mudah memahami konsep, mampu menerapkan konsep pada situasi yang berbeda serta lebih peka terhadap masalah-masalah. Keterampilan berpikir kritis bisa dikembangkan melalui pembelajaran aktif dan berpusat pada siswa (*student centered*). Guru dapat menyusun LKS yang sesuai untuk membimbing siswa dalam proses pembelajaran. Akan tetapi, dari studi pendahuluan proses pembelajaran fisika di sekolah masih bersifat *teacher centered* dan guru lebih menitik beratkan dalam meningkatkan pengetahuan kognitif serta kurang dalam menjelaskan konsep sehingga siswa kurang menggunakan kemampuan berpikir kritisnya dalam proses pembelajaran.

Salah satu hal yang menyebabkan rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa adalah proses pembelajaran yang berlangsung selama ini belum mampu menstimulus berpikir kritis siswa. Hal ini sesuai dengan Ruggiero (1988) yang berpendapat bahwa pengajaran eksplisit pada tingkat penalaran yang lebih tinggi dan berpikir kritis tidak tergantung pada apa yang diajarkan, melainkan bagaimana itu diajarkan.

Guru seringkali mengalami kesulitan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa disebabkan oleh keterbatasan bahan ajar dalam proses pembelajaran. Bahan ajar adalah bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang digunakan guru dan siswa dalam proses pembelajaran (Setiawan, 2007). Dengan adanya bahan ajar, harapannya dalam pembelajaran guru dapat menstimulus belajar siswa.

Stimulus merupakan rangsangan untuk menimbulkan dan meningkatkan perhatian siswa kepada aspek-aspek belajar yang relevan dan memberikan kesempatan untuk mengembangkan bakat untuk mengetahui dan menyelidiki pada peserta didik tentang hal-hal baru (Usman, 2010). Stimulus dalam pembelajaran dapat disajikan dalam penggunaan bahan ajar, salah satu bahan ajar yang dinilai dapat menstimulus berpikir kritis adalah bahan ajar berbasis multimedia.

Dari data studi pendahuluan yang dilakukan, bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran Fisika di SMP Negeri 2 Rawa Pitu adalah LKS dan buku paket. LKS yang digunakan oleh guru dan siswa diperoleh dengan membeli di pasaran. Berdasarkan hasil analisis terhadap LKS yang ada menunjukkan bahwa LKS tersebut memiliki kelemahan. Kelemahan tersebut antara lain: isi LKS lebih memusatkan pada aspek kognitif dan cenderung berorientasi pada produk. Materi, pertanyaan-pertanyaan, bimbingan, dan tugas-tugas dalam LKS konvensional kurang sesuai dengan kebutuhan siswa dan tidak kontekstual sehingga kurang meningkatkan kompetensi siswa yang seharusnya dapat ditingkatkan seoptimal mungkin. LKS yang digunakan saat ini hanya berfungsi sebagai menguji konsep/teori saja, tidak ada pertanyaan-pertanyaan yang melatih siswa berpikir kritis. Hal ini membuat siswa kesulitan mengembangkan

kemampuan berpikirnya, sehingga apabila diberi permasalahan berbeda siswa menjadi bingung dan kesulitan dalam memecahkannya. Kemudian LKS yang ada hanya menyajikan gambar 2D dan warnanya hitam putih yang membuat siswa kurang tertarik untuk belajar dan kesulitan mempelajari suatu konsep yang bersifat abstrak.

Widodo (2008) menyebutkan bahan ajar berbasis multimedia adalah bahan ajar bagi pendidik dan peserta didik yang berbasiskan teknologi multimedia. Bahan ajar sangat penting bagi guru maupun siswa dalam proses pembelajaran. Bahan ajar berbasis multimedia dapat memotivasi siswa dalam belajar (Devina, 2019). Melalui bahan ajar tersebut, siswa dapat mempelajari hal-hal yang diperlukan dalam upaya mencapai tujuan belajar. Multimedia dalam pembelajaran merupakan media pembelajaran yang mampu menyajikan informasi secara faktual, konseptual, efektif dan efisien, sehingga pembelajaran lebih menarik serta mampu memotivasi peserta didik untuk mempelajari fisika yang bersifat abstrak (Gunawan, 2017).

Salah satu teknologi yang dapat menggabungkan beberapa media adalah *Augmented Reality* (AR). Teknologi AR dapat memuat video, suara, foto, teks, model 3D (Tekedere & Göker, 2016; Liang & Roast, 2014). Pengguna dapat berinteraksi dengan objek virtual yang disisipkan dalam pemandangan nyata di sekitarnya dan memperoleh pengalaman interaksi manusia dengan komputer yang nyata (Cai, *et al.*, 2017). AR memungkinkan pengguna melihat obyek virtual 3D yang ditambahkan ke dalam lingkungan nyata. Kelebihan dari teknologi AR yaitu dapat diimplementasikan secara luas dalam berbagai media, seperti *smartphone*, buku, majalah, ataupun LKS. Sistem kerja AR yaitu dengan pembacaan sebuah marker berupa gambar dan akan dideteksi oleh kamera *smartphone*, kamera akan mendeteksi marker lalu menampilkan animasi 3D atau video apabila marker tersebut dikenali dan sesuai dengan database yang sudah dibuat sebelumnya. Sehingga pada akhirnya objek nyata akan menyatu dengan obyek maya dalam tampilan akhir aplikasi (Bogusevschi *et al.*, 2020). Teknologi AR ini dapat membantu guru dan siswa memvisualisasikan objek dengan sebuah aplikasi berisi peragaan animasi objek yang mendukung materi pembelajaran (Cai *et al.*, 2017;

Bogusevschi *et al.*, 2020). Hal tersebut dapat membantu menyajikan konsep-konsep fisika yang abstrak. Salah satu konsep fisika yang abstrak adalah listrik dinamis. Selain itu konsep ini dipilih karena fenomena-fenomena listrik dinamis sulit dihadirkan di dalam kelas. Sehingga membutuhkan media yang dapat menghadirkannya di dalam kelas. Fenomena-fenomena yang berkaitan dengan konsep listrik dinamis dapat ditampilkan secara animasi 3D dan video dengan menggunakan teknologi AR akan memudahkan siswa memahami konsep dan membangun motivasi belajar Fisika (Fidan & Tuncel, 2019).

Pembelajaran yang menarik dapat dilakukan dengan menggabungkan beberapa media. Penggunaan beberapa media seperti gambar berwarna, animasi, video dan sebagainya akan menambah daya tarik siswa dalam belajar (Khoriah *et al.*, 2016). Sebagai contoh, informasi yang menggunakan kata-kata (verbal) dan ilustrasi visual yang relevan memiliki kecenderungan lebih mudah dipelajari dan dipahami daripada informasi yang menggunakan teks saja, suara saja, perpaduan teks dan suara, atau ilustrasi saja. Platteaux (2002) menerangkan bahwa multimedia yang mengombinasikan antara gambar, animasi, dan teks secara proporsional dapat meningkatkan pemahaman siswa. Selain itu menurut Mariana *at al* (2011) penggunaan variasi multimedia berbeda dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Dengan pengembangan LKS yang dilengkapi dengan gambar 3D, animasi dan video dapat meningkatkan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Berbasis *Augmented Reality* pada Materi Listrik Dinamis untuk Menstimulus Berpikir Kritis Siswa”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka diperlukan pengembangan LKS berbasis AR materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa. Untuk mengarahkan pengembangan LKS diajukan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan dan model LKS berbasis AR pada materi listrik

dinamis yg valid untuk menstimulus berpikir kritis siswa?

2. Bagaimana kepraktisan LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis dalam menstimulus berpikir kritis siswa?
3. Bagaimana efektifitas LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan menghasilkan LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis yang valid untuk menstimulus berpikir kritis siswa.
2. Mengetahui kepraktisan LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa.
3. Mengetahui efektifitas LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Bagi siswa, LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis ini diharapkan mampu menjadi sarana untuk menstimulus berpikir kritis siswa.
2. Bagi pendidik, LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis yang telah dikembangkan dapat menjadi salah satu referensi pendidik dalam menggunakan dan mengembangkan media pembelajaran yang berorientasi menstimulus berpikir kritis siswa.
3. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan pengalaman dalam pengembangan produk sebagai sumber pembelajaran yang bervariasi. Selain itu, memberikan pengalaman dalam meneliti dan menambah wawasan pengetahuan.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari anggapan yang berbeda terhadap masalah yang akan dibahas maka peneliti membatasi ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Pengembangan adalah proses menerjemahkan atau menjabarkan spesifikasi rancangan kedalam bentuk fitur fisik (Seels & Rickey, 1994). Pengembangan dalam penelitian ini adalah pengembangan LKS berbasis AR untuk menstimulus berfikir kritis siswa pada materi listrik dinamis sesuai dengan prosedur untuk memperoleh LKS berbasis AR yang valid, praktis, dan efektif bagi penggunaannya.
2. LKS adalah merupakan Lembar Kerja Siswa berisi materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa, sehingga siswa diharapkan dapat mempelajari materi ajar tersebut secara mandiri (Prastowo, 2013). LKS disusun mengikuti tahapan pembelajaran model inkuiri terbimbing.
3. AR adalah sebuah teknologi yang membangun benda maya dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi, lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (Azuma 1997). AR yang digunakan menggunakan metode marker atau barcode yang ada di LKS kemudian discane menggunakan *smartphone* yang telah di instal aplikasi AR. Aplikasi AR yang digunakan adalah *Assemblr Studio*.
4. Stimulus adalah memberikan rangsangan organisme bagian tubuh atau reseptor lain untuk menjadi aktif. Penulis menggunakan bahan ajar yang mencakup gambar, video dan animasi 3D untuk pembelajaran yang dalam penelitian ini digunakan untuk menstimulus berpikir kritis.
5. Berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pada pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan (Ennis, 2011). Indikator keterampilan berpikir kritis siswa yang diukur dalam penelitian ini meliputi: 1) memberikan penjelasan sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) membuat inferensi, 4) membuat penjelasan lebih lanjut, 5) mengatur strategi dan teknik (Ennis, 2011)
6. Kepraktisan dalam penelitian ini dilihat dari aspek keterlaksanaan dan kemenarikan/respon siswa terhadap LKS yang dikembangkan.
7. Efektivitas LKS dapat dilihat dari peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa berdasarkan perbandingan *N-gain* dan aktivitas siswa dalam pembelajaran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Augmented Reality*

Augmented reality (AR) adalah sebuah teknologi yang membangun benda maya dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi, lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata, tetapi sistem ini lebih dekat dengan lingkungan nyata. AR memungkinkan objek virtual yang dihasilkan oleh komputer untuk ditempatkan pada objek fisik secara real time (Ozdemir, *et al.*, 2018). AR sebagai sistem yang memiliki tiga karakteristik sebagai berikut: (1) Gabungan nyata dan virtual; (2) Interaktif dalam waktu nyata; (3) Terdaftar dalam 3-D (Azuma, 1997).



Gambar 2.1. Contoh Hasil *Augmented Reality*

Teknologi AR dapat memuat video, suara, foto, teks, model 3D (Tekedere & Göker, 2016; Liang & Roast, 2014). Pengguna dapat berinteraksi dengan objek virtual yang disisipkan dalam pemandangan nyata di sekitarnya dan memperoleh pengalaman interaksi manusia dengan komputer yang nyata (Cai, *et al.*, 2017).

Bitter & Corral (2014) mengkaji dari berbagai pengembangan dibidang AR, mereka memproyeksikan keadaan masa depan AR dalam pendidikan terbukti efektif di antara banyak subjek dan teknologi ini akan segera menyebar tidak hanya di bidang pendidikan, tetapi juga di masyarakat pada umumnya. Hal senada juga di sampaikan Gutierrez, *et al.*, (2017) VR / AR terus akan berkembang selama 10 tahun ke depan, menjadi teknologi populer dalam kehidupan sehari-hari dikalangan penduduk, termasuk lingkungan pendidikan. Penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran memungkinkan siswa untuk menjelajahi dunia secara interaktif dan kolaboratif (Antonioli, *et al.*, 2014; Martín-Gutiérrez *et al.*, 2010). Multimedia interaktif berbasis AR menyediakan fasilitas interaksi 3D dengan pengguna yang akan membuat konsep tertentu mudah dipelajari bagi siswa (Martín-Gutiérrez, *et al.*, 2010). Informasi yang disampaikan oleh objek virtual membantu pengguna melakukan tugas di dunia nyata (Kesim & Ozarslan, 2012). AR menawarkan cara baru untuk berinteraksi dengan dunia fisik dan mengubah cara orang belajar dengan perangkat seluler (Joan, 2015; Grubert & Grasset, 2013; Haag, 2013).

Sebagian besar penelitian tentang AR yang dilakukan hingga saat ini menunjukkan bahwa siswa bersemangat dan tertarik untuk belajar menggunakan teknologi ini. Estapa & Nadolny (2015) hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR dalam pelajaran matematika meningkatkan prestasi dan motivasi siswa. Klopfer dan Squire (2008), siswa memberikan umpan balik positif tentang pengalaman mereka tentang kombinasi lingkungan virtual dan nyata. Burton, *et al.*, (2011) juga melaporkan hasil yang serupa, dengan peserta dalam studi mereka sangat bersemangat tentang potensi teknologi ini untuk berbagi informasi dan belajar tentang konsep baru. Umpan balik ini berguna dalam menentukan kesiapan siswa untuk menerima dan menggunakan teknologi baru ini. AR juga membuat siswa menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran karena interaktivitas aplikasinya (Lamounier, *et al.*, 2010). Hsieh & Lin (2010) menunjukkan bahwa desain interaksi berbasis AR untuk menambah kosakata bahasa Inggris memiliki kegunaan positif dan siswa menikmati interaksi media tersebut. Saltan & Arslan (2016) dari tinjauan beberapa hasil penelitian menggambarkan serangkaian studi yang memberikan bukti dengan aplikasi AR

dapat meningkatkan kinerja akademik, peningkatan keterlibatan siswa, motivasi, dan kepuasan siswa melalui lingkungan pendidikan.

Meskipun meningkatkan motivasi, kepuasan, dan keterlibatan adalah dimensi penting sebagai hasil pembelajaran, penting juga untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa seperti pemecahan masalah, pemikiran kritis atau kreatif (Wang *et al.*, 2012) yang dapat didukung oleh aplikasi AR.

Tabel 2.1. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan AR

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1.	Stephanie Fleck, Gilles Simon. (2013)	<i>Augmented Reality</i> untuk Belajar Astronomi di Kelas Dasar	Model AR membantu proses membangun dan motivasi yang dinamis dengan meningkatkan pengendalian tugas dan dengan mempromosikan pembelajaran kolaboratif.	Marker Ar yang dibuat dalam bentuk kartu terpisah.
2.	Amri Setiawan Rahardjoni, Innadien Nurahya Hasanah b, Maria Suari Nugraheni. (2020)	Mengembangkan kompetensi berpikir kritis dalam berpikir aljabar menggunakan <i>augmented reality</i> untuk sekolah menengah pertama	<i>Augmented Reality</i> menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi secara signifikan dalam berpikir aljabar dan sikap terhadap aljabar	Marker AR yang dibuat dalam bentuk kartu terpisah.
3.	Ahmad Syawaluddin, Gunarhadi, Peduk Rintayati (2019)	Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA	Berpikir kritis Siswa menggunakan multimedia interaktif berbasis <i>augmented reality</i> lebih baik daripada sebelum menggunakannya.	Multimedia Interaktif berbasis AR

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
4.	Fauzi Bakri, Ervina, dan Dewi Mulyat (2019)	Latih keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam topik optik melalui lembar kerja fisika yang dilengkapi dengan augmented reality	LKS fisika yang dilengkapi dengan video berbasis teknologi Augmented Reality pada topik optik lebih efisien dibandingkan menggunakan aplikasi PHET	LKS Praktikum Fisika materi optik dilengkapi dengan AR

Dari ulasan di atas, peneliti ingin mengembangkan LKS berbasis AR pada materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa. LKS berbasis AR ini mengemas runutan proses pembelajaran sehingga siswa lebih mudah menggunakannya secara mandiri ataupun berkelompok dan dilengkapi video dan gambar 3D yang dapat menstimulus berpikir kritis siswa.

B. Multimedia

Multimedia memiliki banyak arti dalam sebuah media pembelajaran. Menurut Sunaryo, (2005) multimedia berkembang menjadi suatu pengintegrasian lebih dari satu media, teks, grafik, suara, video, animasi, dimana siswa dapat mengendalikan penyampaian dari elemen-elemen multimedia yang beragam. Robin dan Linda (2001) mendefinisikan multimedia sebagai alat yang dapat menciptakan presentasi yang dinamis dan interaktif yang mengkombinasikan teks, grafik, animasi, audio, dan gambar video. Multimedia sebagai pemanfaatan komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, gambar bergerak (video dan animasi) dengan menggabungkan link tool yang memungkinkan pemakai melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi dan berkomunikasi (Suyanto, 2005).

Berdasarkan pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa multimedia adalah penggabungan dari teks, gambar, grafik, suara, animasi, dan video untuk menciptakan suatu presentasi yang dinamis, sehingga mampu mengendalikan

elemen-elemen multimedia yang beragam untuk memungkinkan pengguna melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi dan berkomunikasi.

Besarnya peran multimedia dalam dunia pendidikan menjadikan multimedia sering digunakan untuk menunjang proses pembelajaran, seorang pendidik akan merasa terbantu dengan adanya multimedia dalam proses pembelajaran. Selain itu, adanya multimedia dalam proses pembelajaran akan menjadikan suasana belajar menjadi lebih interaktif, efektif, efisien dan menyenangkan. Proses pembelajaran interaktif bisa menghidupkan motivasi belajar siswa untuk lebih aktif karena ketertarikannya pada multimedia yang mampu menyuguhkan tampilan berupa teks, gambar, video, sound dan animasi (Darmawan, 2014).

Multimedia memiliki kemampuan untuk mengembangkan alat indera dan menarik perhatian dan minat. Computer Technology Research (CTR), menyatakan bahwa kemampuan manusia untuk mengingat 20% dari yang dilihat dan 30% yang didengar dan bisa mencapai 50% - 80% dari yang dilihat, didengar dan dilakukan sekaligus. Hal ini menjadikan peran multimedia menjadi salah satu media yang dapat diandalkan dalam proses pembelajaran, disebabkan karena multimedia memiliki elemen-elemen yang lebih kompleks dibandingkan dengan media pembelajaran secara konvensional (Munir, 2015).

Platteaux (2002) menerangkan bahwa multimedia yang mengkombinasikan antara gambar, animasi, dan teks secara proporsional dapat meningkatkan pemahaman siswa. Menurut Mariana, *et al.*, (2011) penggunaan variasi multimedia berbeda dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini juga di sampaikan Giavrimis, *et al.*, (2011) penggunaan multimedia dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dioptimalkan fungsinya jika dikombinasikan dengan model pembelajaran yang tepat.

Dari beberapa ulasan di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan multimedia berupa gambar 2D, gambar 3D, audio, dan video dalam proses pembelajaran dapat memotivasi, meningkatkan hasil belajar dan meningkatkan berpikir kritis siswa.

C. Media Tiga Dimensi

Media pembelajaran tiga dimensi, yaitu media yang tampilannya dapat diamati dari arah pandang mana saja dan mempunyai dimensi panjang, lebar, dan tinggi/tebal. Media tiga dimensi juga dapat diartikan sekelompok media tanpa proyeksi yang penyajiannya secara visual tiga dimensi. Kelompok media ini dapat berwujud sebagai benda asli baik hidup maupun mati, dan dapat berwujud sebagai tiruan yang mewakili aslinya.

Benda asli ketika akan difungsikan sebagai media pembelajaran dapat dibawa langsung ke kelas, atau siswa sekelas dikerahkan langsung ke dunia sesungguhnya di mana benda asli itu berada. Apabila benda aslinya sulit untuk dibawa ke kelas atau kelas tidak mungkin dihadapkan langsung ke tempat di mana benda itu berada, maka benda tiruannya dapat pula berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif.

Media tiga dimensi ialah sekelompok media tanpa proyeksi yang penyajiannya secara visual tiga dimensional. Kelompok media ini dapat berwujud sebagai benda asli baik hidup maupun mati, dan dapat pula berwujud sebagai tiruan yang mewakili aslinya. Benda asli ketika akan difungsikan sebagai media pembelajaran dapat dibawa langsung ke kelas, atau siswa sekelas dikerahkan langsung ke dunia sesungguhnya di mana benda asli itu berada. Apabila benda aslinya sulit untuk dibawa ke kelas atau kelas tidak mungkin dihadapkan langsung ke tempat di mana benda itu berada, maka benda tiruannya dapat pula berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif, seperti contoh berikut, Widyawisata adalah kegiatan belajar yang dilaksanakan melalui kunjungan ke suatu tempat di luar kelas sebagai bagian integral dari seluruh kegiatan akademis dalam rangka pencapaian tujuan pendidikan.

Belajar benda sebenarnya melalui specimen secara terminologi artinya benda sebenarnya digolongkan atas dua, yaitu obyek dan benda. Obyek adalah semua benda yang masih dalam keadaan asli dan alami. Sedangkan specimen adalah benda-benda asli. Namun ada juga benda asli tidak alami atau benda

asli buatan, yaitu jenis benda asli yang telah dimodifikasi bentuknya oleh manusia.

Belajar melalui media tiruan sering disebut sebagai model belajar melalui model dilakukan untuk pokok bahasan tertentu yang tidak dapat dilakukan melalui pengalaman langsung atau melalui benda sebenarnya. Peta timbul yang secara fisik termasuk model lapangan, adalah peta yang dapat menunjukkan tinggi rendahnya permukaan bumi. Globe (model perbandingan) adalah benda tiruan dari bentuk bumi yang diperkecil. Globe dapat memberikan keterangan tentang permukaan bumi pada umumnya dan khususnya tentang lingkungan bumi, aliran sungai, dan langit. Boneka yang merupakan salah satu model perbandingan adalah benda tiruan dari bentuk manusia dan atau binatang.

Pengklasifikasian sebagaimana yang telah dibahas pada uraian terdahulu menjelaskan karakteristik atau ciri-ciri spesifik masing-masing media berbeda satu sama yang lainnya sesuai dengan tujuan dan maksud pengelompokan. Karakteristik media dapat dilihat dari kemampuan membangkitkan rangsangan indra penglihatan, pendengaran, perabaan percakapan, maupun penciuman atau kesesuaiannya dengan tingkat hirarki belajar.

Menurut Sudjana & Rivai (2002), secara umum karakteristik media tiga dimensi adalah sebagai berikut: (a). Pesan yang sama dapat disebarkan keseluruhan siswa secara serentak, (b). Penyajiannya berada dalam kontrol guru, (c). Cara penyimpanannya mudah (praktis), (d). Dapat mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan indera, (e). Menyajikan objek-objek secara diam, (f). Terkadang dalam penyajiannya memerlukan ruangan gelap, (g). Lebih mahal dari kelompok media grafis, (h). Sesuai untuk mengajarkan keterampilan tertentu, (i). Sesuai untuk belajar secara berkelompok atau individual, (j). Praktis digunakan untuk semua ukuran ruangan kelas, (k). Mampu menyajikan teori dan praktik secara terpadu.

Pengembangan LKS berbasis AR materi listrik dinamis untuk menstimulus

berpikir kritis siswa menyajikan bahan ajar cetak kemudian kemudian gambar yang ada di LKS dibuat marker AR untuk dirubah dari gambar dua dimensi menjadi tiga dimensi setelah gambar discan menggunakan *smartphone*. Bahan ajar LKS berbasis AR yang akan di kembangkan menghasilkan gambar tiga dimensi yang dapat membantu belajar siswa sesuai dengan karakteristik media tiga dimensi.

Kelebihan media tiga dimensi yaitu, menurut Moedjiono (1992) kelebihan dari media visual tiga dimensi: a) Memberikan pengalaman secara langsung; b) Penyajian secara konkrit dan menghindari verbalisme; c) Dapat menunjukkan objek secara utuh baik kontruksi maupun cara kerjanya; d) Dapat memperlihatkan struktur organisasi secara jelas; e) Dapat menunjukkan alur suatu proses secara jelas.

Kelemahan Media Tiga Dimensi yaitu, a) Tidak bisa menjangkau sasaran dalam jumlah; b) Penyimpanannya memerlukan ruang yang besar dan perawatan yang rumit; c) Untuk membuat alat peraga ini membutuhkan biaya yang besar; d) Anak tuna netra sulit untuk membandingkannya.

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan media 3D, pengembangan LKS berbasis AR dapat menjadi alternatif untuk mengatasi kekurangan penyimpanan memerlukan ruang yang besar dan perawatan yang rumit. Dengan LKS berbasis AR penyimpanan menjadi mudah dan tidak memerlukan ruang yang besar karena berbantu *smartphone* dalam penggunaannya.

D. Teori Dual Coding dalam Pemrosesan Informasi

Teori dual coding merupakan suatu teori yang memodelkan pemikiran manusia kedalam dua sistem pemrosesan yang dominan, yaitu verbal dan non verbal. Teori dual coding yang dikemukakan Paivio (2006) menyatakan bahwa informasi yang diterima seseorang diproses melalui salah satu dari dua channel, yaitu channel verbal seperti teks dan suara, dan channel visual (nonverbal image) seperti diagram, gambar, dan animasi. Kata dan kalimat

biasanya hanya diproses dalam sistem verbal (kecuali untuk materi yang bersifat konkrit), sedangkan gambar diproses melalui sistem gambar maupun sistem verbal. Jadi dengan adanya gambar dalam teks dapat meningkatkan memori oleh karena adanya dual coding dalam memori. Dengan penggunaan multi saluran sensorik dimungkinkan penggunaan bentuk-bentuk auditif dan visual.

Kedua channel ini dapat berfungsi baik secara independen, secara paralel, atau juga secara terpadu bersamaan (Sadoski *et al.* 1991). Kedua channel informasi tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Channel verbal memroses informasi secara berurutan sedangkan channel nonverbal memroses informasi secara bersamaan (sinkron) atau paralel.

Menurut teori Dual Coding yang dikemukakan oleh Paivio (2006), kedua channel pemrosesan informasi tersebut tidak ada yang lebih dominan. Clark & Paivio (1991) menerangkan bahwa proses konkret, pencitraan, dan asosiatif verbal memiliki peran utama dalam berbagai bidang pendidikan: seperti gambaran dan pemahaman pengetahuan, pembelajaran dan daya ingat materi sekolah, pengajaran yang efektif, perbedaan individu, motivasi berprestasi dan tes minat, dan pembelajaran keterampilan motorik.

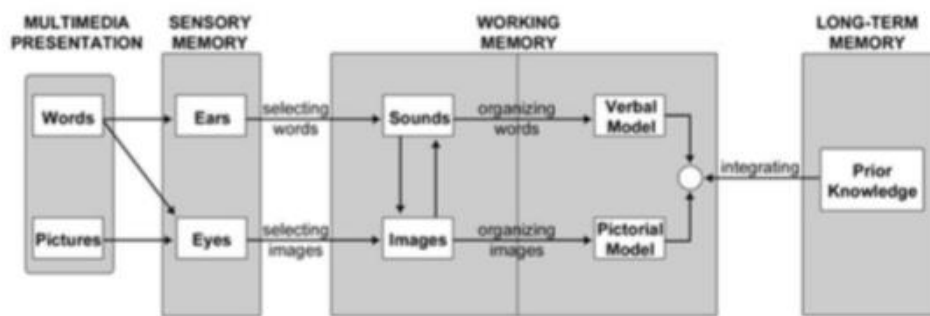
Carlson *et al.* (2003) mengasumsikan bahwa karena diagram lebih lengkap dibandingkan teks, dan dengan diagram seseorang mampu menghubungkan antara elemen yang satu dengan yang lainnya, maka orang yang belajar melalui diagram akan lebih berprestasi dibandingkan dengan orang yang belajar dengan menggunakan teks saja. Hasil penelitian Carlson *et al.* (2003) menunjukkan bahwa untuk bahan belajar yang memiliki tingkat interaktivitas tinggi, kelompok yang belajar dengan menggunakan diagram memiliki prestasi lebih tinggi dibandingkan dengan yang hanya belajar dengan teks. Untuk bahan belajar yang tidak memiliki tingkat interaktivitas yang tinggi, kedua kelompok tidak menunjukkan perbedaan prestasi yang signifikan.

Proses penyampaian dan penerimaan informasi terdiri dari lima langkah sebagai berikut (Mayer, 2009): 1) Memilih kata-kata yang relevan untuk pemrosesan dalam memori kerja verbal. 2) Memilih gambar-gambar yang

relevan untuk pemrosesan dalam memori kerja visual. 3) Menata kata-kata terpilih ke dalam model mental verbal. 4) Menata gambar-gambar terpilih ke dalam model mental visual. 5) Memadukan representasi berbasis-kata dan representasi berbasis gambar. Teori Dual Coding juga menyiratkan bahwa seseorang akan belajar lebih baik ketika media belajar yang digunakan merupakan perpaduan yang tepat dari channel verbal dan nonverbal (Najjar, 1995). Selain itu, penelitian Lasry & Aulls (2007) menunjukkan bahwa pengembangan pembelajaran menggunakan konsep n-coding untuk merancang konteks lingkungan yang kaya dapat memperoleh hasil belajar dalam pemecahan masalah, pengetahuan konseptual dan konsep percayadiri.

Sejalan dengan pernyataan tersebut, peneliti berpendapat bahwa ketika media belajar yang digunakan merupakan gabungan dari beberapa media maka kedua channel pemrosesan informasi (verbal dan nonverbal) dimungkinkan untuk bekerja secara paralel atau bersama-sama, yang berdampak pada kemudahan informasi yang disampaikan terserap oleh pembelajar. Hal ini juga diungkapkan Agustina, D. *et al.* (2017) penggunaan gambar bergerak (verbal) lebih menarik dibandingkan dengan gambar diam (nonverbal).

Kohl (2007) menjelaskan tentang representasi menggunakan teori pengkodean ganda (Dual Coding Theory) dalam membuat prediksi atau melakukan analisis. Menurut model ini, memori kerja manusia (sebagai lawan memori jangka panjang) memiliki dua saluran yang berbeda: verbal, dan visual. Memori ini dapat beroperasi sampai batas tertentu secara paralel dan dapat menjelaskan bagaimana kata-kata dan gambar digunakan bersama-sama dapat menghasilkan keuntungan belajar yang meningkat secara substansial dibandingkan dengan satu atau yang lainnya. Jika seorang siswa disajikan dengan informasi dalam kedua format visual dan verbal, memori efektif yang tersedia untuk bekerja meningkat dan pembelajaran menjadi lebih mudah (Gambar 2.2).



Gambar 2.2. Pengkodean Ganda (Dual Coding Theory) Mayer (2003).

Berdasarkan penjelasan Mayer (2003) jika lingkungan pembelajaran berbasis komputer, representasi eksternal dapat mencakup kata-kata yang diucapkan yang masuk melalui telinga, dan animasi yang masuk melalui mata.

Siswa harus memilih aspek yang relevan dari suara dan gambar untuk diproses lebih lanjut. Selain itu, siswa dapat mengkonversi beberapa kata yang diucapkan dalam representasi verbal untuk diproses lebih lanjut di saluran verbal sedangkan beberapa animasi dapat dikonversi menjadi representasi visual untuk diproses lebih lanjut di saluran visual. Apabila lingkungan pembelajaran berbasis buku, representasi eksternal dapat mencakup kata-kata yang dicetak dan ilustrasi, yang keduanya masuk melalui mata. Siswa harus memilih aspek yang relevan dari gambar yang masuk untuk diproses lebih lanjut. Selain itu, siswa dapat mengkonversi beberapa kata yang dicetak ke representasi verbal untuk diproses dalam saluran verbal dan bahkan mungkin mengubah beberapa ilustrasi menjadi representasi verbal untuk diproses dalam saluran verbal. Proses ini disebut sebagai pemilihan (*selecting*).

Mayer (2003) lebih lanjut menjelaskan proses kedua adalah untuk membangun representasi mental yang koheren dari materi verbal (yaitu, membentuk sebuah model verbal) dan materi visual (yaitu, membentuk sebuah model piktoral), disebut pengorganisasian (*organizing*). Proses ketiga adalah untuk membangun hubungan antara model verbal dan visual dan dengan pengetahuan sebelumnya, disebut pengintegrasian (*integrating*).

E. Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

Inkuiri merupakan salah satu cara yang efektif yang dapat membantu siswa untuk meningkatkan kemampuan berpikir dengan menggunakan proses mental yang lebih tinggi dan keterampilan berpikir kritis (Kauchak, 2012). Melalui pembelajaran inkuiri kemampuan berpikir kritis siswa dapat berkembang secara efektif. Guru tidak memberikan materi atau konsep secara langsung kepada siswa, melainkan siswa yang mencari dan menemukan sendiri materi dan konsep-konsep pelajaran tersebut. Melalui penemuan konsep tersebut, siswa dapat terus memahami dan mengingat konsep. Sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Menurut Meador (2010), inkuiri dibagi dalam tiga tingkatan yaitu : (a). inkuiri terstruktur, yaitu siswa melakukan penyelidikan sesuai dengan permasalahan dan prosedur yang disampaikan oleh guru; (b). inkuiri terbimbing, yaitu siswa melakukan penyelidikan menggunakan rancangan dan prosedur kerja dari ide kreativitas siswa sendiri berdasarkan permasalahan yang disampaikan oleh guru; (c). inkuiri terbuka, yaitu siswa melakukan penyelidikan secara mandiri baik dalam menggunakan rancangan dan prosedur kerja maupun menentukan masalah yang berhubungan dengan topik yang disampaikan oleh guru.

Menurut Suardana (2007), inkuiri terbimbing lebih berorientasi pada aktivitas kelas yang berpusat pada siswa dan memungkinkan siswa belajar memanfaatkan berbagai sumber belajar. Peran guru sebagai narasumber yang memberikan bantuan dalam bentuk pertanyaan yang membantu siswa untuk memikirkan langkah-langkah pengamatan selanjutnya. Siswa akan terbiasa belajar secara aktif dalam mengeksplorasi dan mengkonstruksi pengetahuan baru melalui proses ilmiah yang mereka temukan sendiri. Siswa akan menjadi lebih dinamis berdasarkan perubahan, bukti-bukti, serta data-data yang dikumpulkan selama proses inkuiri. Guru hanya berperan sebagai fasilitator. Jadi, siswa yang menemukan dan mencari pengetahuan tersebut.

Wisudawati dan Sulistyowati (2015) menyatakan bahwa inkuiri terbimbing menuntut peran guru dalam menentukan topik penelitian yang akan dilakukan,

mengembangkan pertanyaan, menentukan prosedur, membimbing siswa dalam menganalisis data. Petunjuk yang diberikan guru pada umumnya adalah berbentuk pertanyaan yang membimbing siswa untuk menemukan konsep. Menurut Fay *et al.*, (2007) partisipasi siswa saat pembelajaran dalam hal mengajukan pertanyaan, menyusun hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data merupakan aktivitas yang berkaitan erat dengan kegiatan inkuiri. Sehingga dari segala aktivitas yang berhubungan dengan kegiatan inkuiri tersebut membantu siswa untuk membangun pengetahuannya.

Pembelajaran inkuiri terbimbing adalah strategi pembelajaran yang melibatkan seluruh kemampuan siswa untuk mencari, menyelidiki, dan menemukan permasalahan secara sistematis, logis, dan analitis dengan bimbingan guru sehingga mereka mampu merumuskan dan menyimpulkan penemuannya dengan penuh percaya diri. Almutasheri, Gillies, dan Wright (2016) menyatakan, pendekatan inkuiri terbimbing mendorong siswa memiliki tanggung jawab bagi pembelajaran mereka sendiri melalui partisipasi dalam bereksperimen, guru hanya sebagai pembimbing dan peran pendukung bagi siswa. Jadi, siswa yang memegang peranan penting dan menjadi pusat pembelajaran. Siswa tidak hanya mendengarkan apa yang guru jelaskan, melainkan siswa yang bereksperimen terhadap masalah yang dihadapi. Sehingga, aspek kognitif, afektif, dan psikomotor siswa juga menjadi lebih berkembang.

Menurut Sukma, Komariyah, dan Syam (2016) menjelaskan tahapan pembelajaran inkuiri terbimbing terdiri dari beberapa tahapan, antara lain.

Tabel 2.2 Tahapan Inkuiri Terbimbing

No.	Tahapan Inkuiri Terbimbing	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
1.	Ruang lingkup masalah	- Mengajukan masalah untuk dipecahkan atau pertanyaan untuk diselidiki	- Mendefinisikan sifat dan parameter masalah
2.	Membuat hipotesis	- Guru membimbing siswa dalam menentukan hipotesis yang relevan dengan permasalahan	- Siswa diberikan kesempatan untuk diskusi dalam kelompok dengan bimbingan guru
3.	Merancang	- Guru memberikan kesempatan	- Memilih atau merancang

No.	Tahapan Inkuiri Terbimbing	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
	percobaan dan pengumpulan data	<p>kepada siswa untuk menentukan langkah-langkah yang sesuai dengan hipotesis yang akan dilakukan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membimbing siswa mengurutkan langkah-langkah percobaan. - Mendorong siswa untuk memilih dengan tepat alat dan bahan yang diperlukan. - Membimbing siswa dalam melakukan investigasi dan mendorong tanggung jawab para anggota kelompok. - Mengarahkan siswa memanfaatkan sumber daya informasi lainnya untuk pemecahan masalah. 	<p>strategi pemecahan masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memilih alat dan bahan yang dibutuhkan dengan tepat - Menggunakan keterampilan berpikir kritis untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi - Melakukan observasi, mengumpulkan data, berkomunikasi dan bekerja sama
4.	Kesimpulan	<ul style="list-style-type: none"> - Membimbing siswa mengorganisasi data dan membuat kesimpulan 	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat pola-pola dan hubungan data- data yang telah terkumpul. - Menarik kesimpulan dan merumuskan penjelasan.
5.	Presentasi Hasil Diskusi	<ul style="list-style-type: none"> - Membimbing cara siswa untuk mengkomunikasikan temuan dan penjelasannya 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengkomunikasikan hasil penyelidikan

Sedangkan Langkah pembelajaran inkuiri menurut Carin & Sund (1989) diperlihatkan pada tabel 2 berikut,

Tabel 2.3. Sintaks Pembelajaran Inkuiri

No	Fase	Kegiatan
1.	Menemukan masalah	Menunjukkan gejala fisis
2.	Menyusun hipotesis	Memberi kesempatan pada siswa menyampaikan pendapatnya dalam menyusun hipotesis.
3.	Merancang percobaan	<ul style="list-style-type: none"> a. Menentukan variabel b. Mengumpulkan data

No	Fase	Kegiatan
4.	Menganalisis data	Menyusun penjelasan yang berkaitan dengan gejala fisis
5.	Membuat kesimpulan	Guru membimbing siswa membuat kesimpulan

Dalam inkuiri terbimbing siswa belajar dari pengalaman nyata yang didukung dengan petunjuk di LKS, observasi atau media lain yang dapat memberikan pengalaman baru dan mendorong siswa lebih aktif selama pembelajaran berlangsung. Guru tidak lagi berperan sebagai pemberi informasi dan siswa sebagai penerima informasi, tetapi guru hanya membuat rencana pembelajaran atau langkah-langkah percobaan kemudian siswa yang melakukan percobaan atau penyelidikan untuk menemukan konsep-konsep yang telah ditetapkan guru.

Berdasarkan penjelasan-penjelasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing lebih memfokuskan agar siswa dapat berperan aktif dalam proses pembelajaran dengan mencari, merumuskan permasalahan, menduga, menemukan, dan menyimpulkan sendiri pengetahuan yang telah dikonstruksi oleh mereka dan guru sebagai fasilitator bagi siswa sehingga kemampuan berpikir kritis siswa dapat lebih berkembang dan meningkat dengan penuh percaya diri.

F. Berpikir Kritis

Menurut Ennis (2011) berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pada pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Menurut Paul & Elder (2005) berpikir kritis adalah mode berpikir mengenai hal, substansi atau masalah apa saja, dimana sipemikir meningkatkan kualitas pemikirannya dengan menangani secara terampil struktur-struktur yang melekat dalam pemikiran dan menerapkan standar-standar intelektual padanya. Menurut Tawil & Liliyasi (2013), bahwa berpikir kritis yaitu untuk menganalisis argumen dan memunculkan wawasan terhadap tiap-tiap makna dan interpretasi, untuk mengembangkan pola penalaran yang logis. Sedangkan menurut De Bono (2007) berpendapat bahwa berpikir kritis merupakan suatu keterampilan dalam memilah mana yang bernilai dari sekian

banyak gagasan atau melakukan pertimbangan dari suatu keputusan. Berpikir kritis sangat diperlukan oleh setiap orang untuk menyikapi permasalahan dalam kehidupan yang nyata. Paul & Elder (2005) menyebutkan ada enam tingkatan berpikir kritis yaitu:

a) Berpikir yang tidak merefleksikan (*unreflective thinking*)

Pemikir tidak menyadari peran berpikir dalam kehidupan, kurang mampu menilai, dan mengembangkan beragam kemampuan berpikir tanpa menyadarinya. Akibatnya gagal menghargai berpikir sebagai aktivitas yang melibatkan elemen bernalar. Mereka tidak menyadari standar yang tepat untuk penilaian berpikir yaitu kejelasan, ketepatan, relevansi, kelogisan.

b) Berpikir yang menantang (*challenged thinking*)

Pemikir sadar peran berpikir dalam kehidupan, menyadari berpikir berkualitas membutuhkan berpikir reflektif yang disengaja, dan menyadari berpikir yang dilakukan sering kekurangan tetapi tidak dapat mengidentifikasi dimana kekurangannya. Pemikir pada tingkat ini memiliki kemampuan berpikir yang terbatas.

c) Berpikir permulaan (*beginning thinking*)

Pemikir mulai memodifikasi beberapa kemampuan berpikirnya tetapi memiliki wawasan terbatas. Mereka kurang memiliki perencanaan yang sistematis untuk meningkatkan kemampuan berpikirnya.

d) Berpikir latihan (*practicing thinking*)

Pemikir menganalisis pemikirannya secara aktif dalam sejumlah bidang namun mereka masih mempunyai wawasan terbatas dalam tingkatan berpikir yang mendalam.

e) Berpikir lanjut (*advanced thinking*)

Pemikir aktif menganalisis pikirannya, memiliki pengetahuan yang penting tentang masalah pada tingkat berpikir yang mendalam. Namun mereka belum mampu berpikir pada tingkat yang lebih tinggi secara konsisten pada semua dimensi kehidupannya.

f) Berpikir yang unggul (*accomplished thinking*)

Pemikir menginternalisasi kemampuan dasar berpikir secara mendalam, berpikir kritis dilakukan secara sadar dan menggunakan intuisi yang tinggi. Mereka menilai pikiran secara kejelasan, ketepatan, ketelitian, relevansi, dan kelogisan secara intuitif.

Menurut Changwong *et al.* (2018) mengatakan bahwa, tujuan berpikir kritis ialah sebagai pilar utama untuk pertumbuhan di masa depan, kemakmuran, dan kualitas hidup yang lebih baik. Pertimbangan-pertimbangan tersebut biasanya didukung oleh kriteria yang dapat dipertanggung jawabkan.

Kemampuan berpikir kritis dapat mendorong siswa memunculkan ide-ide atau pemikiran baru mengenai permasalahan tentang dunia. Siswa akan dilatih bagaimana menyeleksi berbagai pendapat, sehingga dapat membedakan mana pendapat yang relevan dan tidak relevan, mana pendapat yang benar dan tidak benar. Mengembangkan kemampuan berpikir kritis adalah suatu elemen penting untuk pendekatan dan model pendidikan modern. Dunia semakin hari semakin teknis dan lebih kompleks, itulah sebabnya keharusan untuk pendidikan meningkat untuk setiap generasi yang tumbuh. Keterampilan berpikir kritis umumnya diterima sebagai tahap yang sangat vital dalam setiap bidang pembelajaran, khususnya dalam beberapa dekade terakhir (Karakoc, 2016).

Menurut Ennis (2011) Indikator berpikir kritis yaitu:

Tabel 2.4. Indikator berpikir kritis menurut Ennis

No	Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator
1.	Memberi penjelasan Sederhana	a. Memganalisis pernyataan
2.	Membangun keterampilan dasar	b. Menilai hasil penelitian c. Menilai kredibilitas suatu sumber d. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
3.	Membuat inferensi	e. Mereduksi dan menilai deduksi
4.	Membuat penjelasan lebih lanjut	f. Mendefinisikan istilah g. Mengidentifikasi asumsi

No	Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator
5.	Mengatur strategi dan teknik	h. Memutuskan tindakan, berinteraksi dengan orang lain

Indikator berpikir kritis yaitu (a) mengenal masalah; (b) menemukan cara-cara yang dapat dipakai untuk menangani masalah-masalah itu; (c) mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperlukan ; (d) mengenal asumsi- asumsi dan nilai-nilai yang tidak dinyatakan; (e) memahami dan menggunakan bahasa yang tepat, jelas dan khas; (f) menganalisis data; (g) menilai fakta dan mengevaluasi pernyataan-pernyataan; (h) mengenal adanya hubungan yang logis antara masalah-masalah; (i) menarik kesimpulan-kesimpulan dan kesamaan- kesamaan yang diperlukan; (j) menguji kesamaan-kesamaan dan kesimpulan-kesimpulan yang seseorang ambil; (k) menyusun kembali pola-pola keyakinan seseorang berdasarkan pengalaman yang lebih luas; (l) membuat penilaian yang tepat tentang hal-hal dan kualitas-kualitas tertentu dalam kehidupan sehari-hari (Fisher, 2009; Glaser & Edward,1972).

Menurut Krulik & Rudnick (1996) indikator berpikir kritis yaitu (a) menguji; (b) mempertanyakan; (c) menghubungkan; (d) mengevaluasi semua aspek yang ada dalam suatu situasi ataupun suatu masalah.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, indikator keterampilan berpikir kritis yang diukur pada penelitian ini sebanyak 5 indikator menurut Ennis (2011) yang terdiri atas: 1) Memberikan penjelasan sederhana: a) menganalisis pernyataan, b) mengajukan dan menjawab pertanyaan klarifikasi. 2) Membangun keterampilan dasar: c) menilai kredibilitas suatu sumber, meneliti, dan menilai hasil penelitian. 3) Membuat inferensi: d) mereduksi dan menilai deduksi, e) menginduksi dan menilai induksi, f) membuat dan menilai penilaian yang berharga. 4) Membuat penjelasan lebih lanjut: g) mendefinisikan istilah, menilai definisi, dan mengidentifikasi asumsi. 5) Mengatur strategi dan taktik: h) memutuskan sebuah tindakan dan berinteraksi dengan orang lain.

Sesui dengan beberapa indikator berpikir kritis, siswa diharapkan dapat menerapkan dalam berbagai macam situasi dan dalam berbagai masalah yang di hadapi. Setiap siswa dapat menerapkannya dengan sering dilatih atau diberi stimulus untuk berpikir kritis. Dengan penggabungan media yang beragam berupa gambar, animasi, video, atau audio dapat merangsang atau menstimulus siswa untuk berpikir kritis. Platteaux (2002) menerangkan bahwa multimedia yang mengkombinasikan antara gambar, animasi, dan teks secara proporsional dapat meningkatkan pemahaman siswa. Selain itu menurut Mariana *at al.* (2011) penggunaan variasi multimedia berbeda dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Semakin sering dilatih maka siswa akan terbiasa jika nantinya dihadapkan dengan situasi atau masalah langsung.

G. Lembar Kegiatan Siswa (LKS)

Dalam pembelajaran dibutuhkan bahan ajar yang sesuai untuk menunjang proses belajar mengajar. Salah satu bahan ajar adalah Lembar Kegiatan Siswa (LKS). Ada beberapa pendapat tentang pengertian LKS yang menjadi rujukan. Menurut Majid (2011), Lembar Kegiatan Siswa (*student work sheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh siswa. Sedangkan menurut Prastowo (2013), LKS merupakan Lembar Kerja Siswa berisi materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa, sehingga siswa diharapkan dapat mempelajari materi ajar tersebut secara mandiri.

Dari urain tersebut bisa disimpulkan LKS merupakan bahan ajar yang berisi lembaran-lembaran berisi materi dan tugas yang harus dikerjakan siswa secara mandiri ataupun berkelompok. LKS merupakan salah satu jenis alat bantu pembelajaran. Secara umum, LKS merupakan perangkat pembelajaran sebagai pelengkap atau sarana pendukung pelaksanaan rencana pembelajaran. LKS dapat berisi materi pembelajaran maupun tugas-tugas yang harus dijawab oleh siswa.

Menurut Prastowo (2013), LKS memiliki fungsi: a). Sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik, namun lebih mengaktifkan siswa; b). Sebagai bahan ajar yang mempermudah siswa untuk memahami materi yang diberikan; c). Sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih; d). serta

memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada siswa.

Penggunaan LKS berbasis AR untuk menstimulus berpikir kritis berfungsi sebagai bahan ajar dimana tampilan gambar yang ada di LKS dapat discan dengan *smartphone* menjadi gambar tiga dimensi yang membantu siswa dalam memahami konsep fisika khususnya materi listrik dinamis serta melatih siswa untuk mampu memecahkan masalah secara kritis.

Penyusunan LKS memiliki tujuan tertentu. Menurut Prastowo (2013), tujuan penyusunan LKS dalam pembelajaran diantaranya: a). Memudahkan guru dalam memberikan tugas kepada siswa; b). Memudahkan siswa untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan; c). Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan siswa terhadap materi yang diberikan; d). Melatih kemandirian belajar siswa. Sejalan dengan itu Abdurrahman (2015), mengungkapkan tujuan pembuatan LKS, di antaranya, (1) dapat membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran, (2) dapat memberikan pengalaman belajar yang kaya di dalam kelas (3) dapat memotivasi siswa, dan(4) dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan keterampilan dan kemampuan memecahkan masalah serta menanamkan sikap ilmiah.

Abdurrahman (2015) menyatakan untuk mencapai tujuan pembelajaran dengan menggunakan LKS, ada beberapa syarat penyusunan LKS yang harus dipenuhi oleh pembuat LKS yang dimulai dengan melakukan kajian kurikulum, yakni dengan : (1). mengkaji KI, KD, indikator, dan materi yang akan diajarkan. Berdasarkan hasil kajian tersebut, (2). melakukan pemetaan bagian mana saja yang membutuhkan LKS di dalam pembelajarannya. (3). menentukan judul LKS yang akan dibuat. (4). menulis LKS.(5). menentukan alat penilaian LKS tersebut, yang secara umum menilai pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa. `

Penyusunan LKS berbasis AR untuk menstimulus berpikir kritis ini bertujuan untuk menyediakan bahan ajar yang menarik untuk dibaca dan dipelajari oleh siswa. Selain itu LKS ini memuat materi, gambar, video dan soal-soal latihan untuk menstimulus dalam berpikir kritis siswa dalam memecahkan masalah . Langkah-langkah yang dapat diikuti dalam mengembangkan LKS menurut

Prastowo (2013), adalah sebagai berikut: a) Menentukan tujuan pembelajaran yang akan di-breakdown dalam LKS. b) Pengumpulan materi. c) Penyusunan elemen atau unsur-unsur. d) Pemeriksaan dan penyempurnaan.

Struktur LKS menurut Abdurrahman (2015) meliputi : (1). judul kegiatan, tema, subtema, kelas, dan semester, (2). tujuan pembelajaran sesuai dengan KD, (3). alat dan bahan (4). langkah kerja (5). tabel data (6). pertanyaan-pertanyaan diskusi.

Prosedur pengembangan LKS berbasis AR untuk menstimulus berpikir kritis berpedoman pada langkah-langkah dan setruktur LKS yang telah diuraikan di atas. LKS yang sudah lengkap komponen-komponennya dilanjutkan dengan proses marker AR. Gambar-gambar yang ada di LKS dibuat marker AR yang nantinya dapat discan dengan *smartphone* sehingga menampilkan gambar tiga dimensi.

H. Teori *Operant Conditioning*

Teori *Operant Conditioning* dalam kamus psikologi disebut bahwa *Operant* ialah setiap respon yang bersifat instrumental dalam menimbulkan akibat-akibat tertentu, seperti hadiah makanan atau satu kejutan, sementara *Conditioning* mempunyai arti mempelajari respon tertentu. Sedangkan, menurut Skinner (1976) tentang pengkondisian operan (*operant conditioning*) dalam kaitannya dengan psikologi belajar adalah proses belajar dengan mengendalikan semua atau sembarang respon yang muncul sesuai konsekuensi (resiko) yang mana organisme akan cenderung untuk mengulang respon-respon yang di ikuti oleh penguatan. Teori belajar *Operant Conditioning* yang dikemukakan oleh Skinner (1976) juga disebut teori belajar *reward (reinforcement positif) and punishment (reinforcement negative)*, artinya ketika seorang siswa belajar dengan rajin dan giat maka dia mampu menjawab banyak atau semua pertanyaan dalam ulangan atau ujian, maka guru kemudian memberikan penghargaan (sebagai penguatan terhadap respon) kepada anak tersebut dengan nilai yang tinggi, pujian atau hadiah. Skinner (1976) membedakan perilaku seseorang atas:

1. Perilaku yang alami (*innate behavior*), yaitu perilaku yang ditimbulkan oleh

stimulus yang jelas, perilaku yang bersifat reflektif. Misalnya keluar air liur saat melihat makan tertentu.

2. Perilaku operan (*operant behavior*), yaitu perilaku yang ditimbulkan oleh stimulus yang tidak diketahui, tetapi semata-mata ditimbulkan oleh organisme itu sendiri. Perilaku operan belum tentu didahului oleh stimulus dari luar (Bimo Walgito, 2005). Misalnya jika seorang anak belajar (telah melakukan perbuatan), lalu mendapat hadiah, maka ia akan menjadi lebih giat belajar (intensif/kuat).

Adapun hukum-hukum teori belajar *Operant Conditioning* menurut Suyono & Hariyanto (2015) adalah sebagai berikut:

1. *Law of Operant Conditioning*, jika timbulnya perilaku diiringi dengan stimulus penguat, maka kekuatan perilaku tersebut akan meningkat.
2. *Law of Operant Extinction*, jika timbulnya perilaku operant yang telah diperkuat melalui proses *conditioning* itu tidak diiringi stimulus penguat, maka kekuatan perilaku tersebut akan menurun bahkan akan hilang.

Menurut Asrori (2007), pengkondisian operan terdiri dari dua konsep utama, yaitu:

1. Penguatan (*reinforcement*) adalah proses belajar untuk meningkatkan kemungkinan dari sebuah perilaku dengan memberikan atau menghilangkan rangsangan. Prinsip penguatan dibagi menjadi dua, yaitu penguatan positif dan penguatan negatif.

Penguatan Positif (*Positive Reinforcement*) adalah suatu rangsangan yang diberikan untuk memperkuat kemungkinan munculnya suatu perilaku yang baik sehingga respons menjadi meningkat karena diikuti dengan stimulus yang mendukung. Sebagai contoh, seorang anak yang pada dasarnya memiliki sifat pemalu diminta oleh guru maju ke depan kelas untuk menceritakan sebuah gambar yang dibuat oleh anak itu sendiri. Setelah anak tersebut membacakan cerita, guru memberikan pujian kepada anak tersebut dan teman-teman sekelasnya bertepuk tangan. Ketika hal tersebut berlangsung berulang-ulang, maka pada akhirnya anak tersebut menjadi lebih berani untuk maju ke depan

kelas, bahkan kemungkinan sifat pemalunya akan hilang. Rangsangan yang diberikan untuk penguatan positif dapat berupa hal-hal dasar seperti, makanan, minuman, sex, dan kenyamanan pisikal. Selain itu, beberapa hal-hal lain seperti uang, persahabatan, cinta, pujian, penghargaan, perhatian, dan kesuksesan karir juga dapat digunakan sebagai rangsangan penguatan positif (Penguatan Positif + Stimulus => Perilaku baik).

Penguatan Negatif (*Negative Reinforcement*) adalah peningkatan frekuensi suatu perilaku positif karena hilangnya rangsangan yang merugikan (tidak menyenangkan). Sebagai contoh, seorang ibu yang memarahi anaknya setiap pagi karena tidak membersihkan tempat tidur, tetapi suatu pagi si anak tersebut membersihkan tempat tidurnya tanpa di suruh dan si ibu tidak memarahinya, pada akhirnya si anak akan semakin rajin membersihkan tempat tidurnya diringi dengan berkurangnya frekwensi sikap kemarahan dari ibunya.

Perbedaan mutlak penguatan negatif dengan penguatan positif terletak pada penghilangan dan penambahan stimulus yang sama-sama bertujuan untuk meningkatkan suatu perilaku yang baik (Penguatan Negatif – Stimulus => Perilaku baik).

2. Hukuman (*Punishment*) lebih bertujuan untuk menurunkan probabilitas terjadinya perilaku. Hukuman berbeda dengan penguatan negatif. Dalam penguatan negatif respon akan meningkat karena konsekuensinya, sedangkan pada hukuman respon akan menurun karena konsekuensinya. Sebagai contoh, ketika kita meminum obat saat kita sakit kepala dan hasilnya sakit kepala kita hilang, maka kita akan meminum obat yang sama saat kita mengalami sakit kepala. Penghilangan rasa sakit kepala pada kasus ini merupakan penguatan negatif, sedangkan apabila setelah meminum obat ternyata kita mendapat alergi, maka tentunya kita tidak akan meminum obat yang sama lagi sebab mendapat alergi dalam kasus ini merupakan sebuah hukuman sehingga perilaku berikutnya tidak akan mengulangi hal yang sama. Hukuman (*punishment*) adalah sebuah konsekuensi untuk mengurangi atau menghilangkan kemungkinan sebuah perilaku akan muncul. Sebagai contoh, seorang anak bermain-main pedang-pedangan menggunakan pisau, kemudian

kulit jari tanganya terpotong ketika pisau tersebut salah diarahkan. Pada akhirnya anak tersebut akan sedikit kemungkinannya bermain-main menggunakan pisau. Dalam hukuman juga terdapat pembagian antara positif dan negatif.

Hukuman positif (*positive punishment*) dimana sebuah perilaku berkurang ketika diikuti dengan rangsangan yang tidak menyenangkan, misalnya ketika seseorang anak mendapat nilai buruk di sekolah maka orangtuanya akan memarahinya hasilnya anak tersebut akan belajar lebih giat untuk menghindari omelan orangtuanya (akan kecil kemungkinannya anak tersebut akan mendapatkan nilai jelek).

Hukuman negatif (*negative punishment*), sebuah perilaku akan berkurang ketika sebuah rangsangan positif atau menyenangkan diambil. Sebagai contoh, seorang anak mendapat nilai jelek akibat terlalu sering bermain-main dengan temannya dan malas belajar, kemudian anak tersebut dihukum oleh orangtuanya untuk tidak boleh bermain dengan teman-temannya selama sebulan, akhirnya anak tersebut tidak akan terlalu sering bermain-main dengan temannya atau lebih mengutamakan pelajarannya.

Penerapan Teori *Operant Conditioning* dalam Pembelajaran. Setiap teori belajar mempunyai implikasi bagi pengajaran. Bagi guru teori dapat memperjelas fungsinya bagi anak dalam belajar (Ali, 2001). B.F. Skinner mengakui bahwa penerapan dari teori operant adalah terbatas, tetapi ia meyakini bahwa ada implikasi praktis bagi pendidikan. Ia mengemukakan bahwa kontrol yang positif atau menyenangkan mengandung sikap yang menguntungkan terhadap pendidikan, dan akan lebih efektif bila digunakan.

I. Stimulus

Dalam kamus besar bahasa Indonesia stimulus adalah memberikan rangsangan organisme bagian tubuh atau reseptor lain untuk menjadi aktif. Penggunaan stimulus juga dikenal dalam dunia pendidikan khususnya dalam proses pembelajaran. Pada teori Sarbon (*stimulus and response bond theory*) stimulus

atau rangsangan adalah situasi objektif yang memiliki wujud yang beragam (Suryabrata, 2003) seperti perhatian, pengertian dan penerimaan proses internal terhadap informasi, tindakan nyata dalam bentuk partisipasi kegiatan belajar seperti memecahkan masalah, mengerjakan tugas-tugas yang diberikan guru, menilai kemampuan dirinya dalam menguasai informasi, melatih diri dalam menguasai informasi yang diberikan dan serta nilai-nilainya dalam proses belajar (Slameto, 2013).

Stimulus menurut teori belajar Ivan Petrovich Pavlov (*Classical Conditioning*) dalam proses belajar diposisikan sebagai sebab terjadinya perubahan tingkah laku sehingga menghasilkan respon tertentu dalam belajar. (Sudarti, 2019) Stimulus respon pada klasikal *Classical Conditioning* merupakan bagian dari teori behavioristik ini memandang bahwa belajar merupakan perubahan tingkah laku, yang bisa diamati, diukur, dan dinilai secara konkret, karena adanya interaksi antara stimulus dan respon. Perubahan terjadi melalui rangsangan (stimulus) yang menimbulkan perilaku reaktif (respons) berdasarkan hukum-hukum mekanistik. Stimulus tidak lain adalah lingkungan belajar anak itu sendiri, baik internal- maupun eksternal yang menjadi penyebab belajar. Sedangkan respons adalah akibat atau dampak, berupa reaksi fisik terhadap stimultans. Pemberian stimulus dan respon menurut Pavlov dibagi menjadi empat bagian yaitu: 1). rangsangan tak bersyarat – perangsang alami- perangsang wajar *Unconditioned Stimulus* (US); yaitu perangsang yang memang secara alami, secara wajar, pada menumbuhkan respon pada organisme 2). rangsangan bersyarat- perangsang tidak wajar- perangsang tidak alami *Conditioned Stimulus* (CS) yaitu perangsang yang secara alami, tidak menimbulkan respon. 3). respon tak bersyarat- respon alami- respon wajar- *Unconditioned Response* (UR) yaitu respons yang ditimbulkan oleh perangsang tak bersyarat *Unconditioned Stimulus* (US) 4). Respon bersyarat- respon tak wajar *Conditioned Response* (CR) yaitu response yang ditimbulkan oleh perangsang bersyarat (*Conditioned response- CR*) (Ormrod, Ellis Jeanne 2008).

Menurut Hamalik (2013) stimulus ditandai dengan reaksi-reaksi untuk mencapai tujuan. Pribadi yang bermotivasi mengadakan respon-respon yang tertuju ke arah

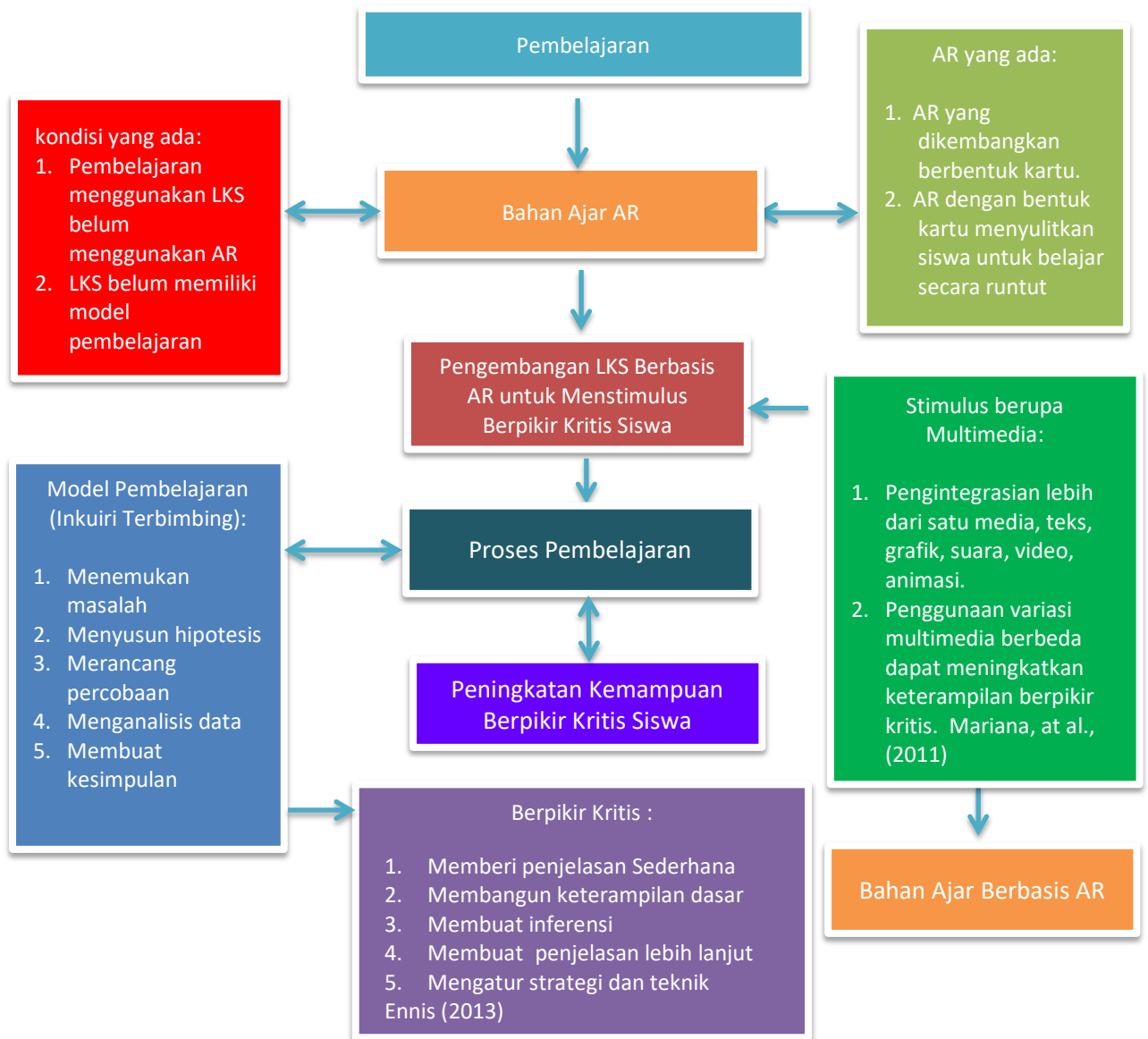
suatu tujuan. Tujuan dari pengadaan stimulus ini untuk menimbulkan dan meningkatkan perhatian siswa kepada aspek-aspek belajar yang relevan dan memberikan kesempatan untuk mengembangkan bakat untuk mengetahui dan menyelidiki pada siswa tentang hal-hal baru (Usman, 2010). Sebagai upaya untuk menumbuhkan rasa ingin tahu siswa terhadap hal-hal baru tersebut salah satunya dibutuhkan teknik variasi dalam penggunaan media dan alat pengajaran berupa *visual aids* (grafik, bagan, foster, gambar, film dan slide), *auditif aids* (rekaman, radio, musik), motoriks (penggunaan alat peraga), ataupun *audio-visual aids* yang dapat berupa film, televisi, *slide proyektor* yang diiringi penjelasan penggunaannya (multimedia) (Usman: 2010).

Berdasarkan uraian di atas stimulus dalam pembelajaran merupakan rangsangan yang digunakan untuk mencapai tujuan menimbulkan dan meningkatkan perhatian siswa kepada aspek-aspek belajar yang relevan dan memberikan kesempatan untuk mengembangkan bakat untuk mengetahui dan menyelidiki pada siswa tentang hal-hal baru, yang salah satu caranya dengan teknik variasi penggunaan media ataupun alat peraga yang mencakup *visual aids*, *auditif aids*, motoriks, dan *audio visual aids*.

Pada penelitian ini penulis menggunakan stimulus untuk meningkatkan berpikir kritis siswa. Penulis menggunakan bahan ajar yang mencakup *visual aids*, *auditif aids*, motoriks, dan *audio visual aids* (multimedia) dalam pembelajaran yang dalam penelitian ini digunakan untuk menstimulus berpikir kritis. Sebagai stimulus yang diberikan guru kepada siswa untuk menimbulkan respon, yaitu adanya peningkatan berpikir kritis siswa. Dengan menggunakan pembelajaran yang aktif, kreatif dan inovatif diharapkan dapat menimbulkan respon yang aktif, kreatif, inovatif, terampil juga bagi siswa. Perilaku sebagian besar orang merupakan hasil pengalaman yang dialami mereka dengan adanya stimulus dari lingkungannya (Kadir, Handra, 2016). Maka dari itu, dalam meningkatkan berpikir kritis penulis menggunakan stimulus dan respon dalam proses pembelajarannya berupa LKS berbasis AR.

J. Kerangka Pikir

Adapun secara skematis kerangka pikir dalam penelitian ini ditunjukkan oleh diagram berikut:



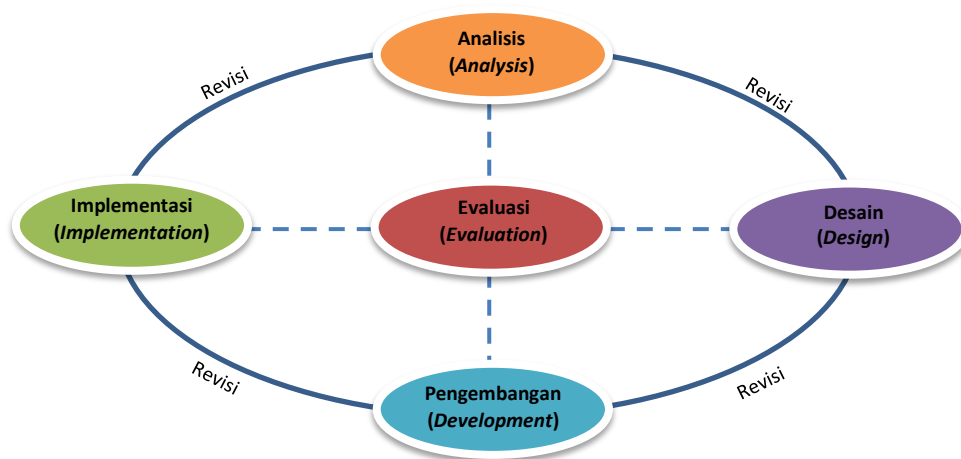
Gambar 2.3 Skema Kerangka Pikir

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengembangan

Dalam sebuah penelitian pengembangan dibutuhkan metode pengembangan untuk menguji produk yang dihasilkan. Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2013).

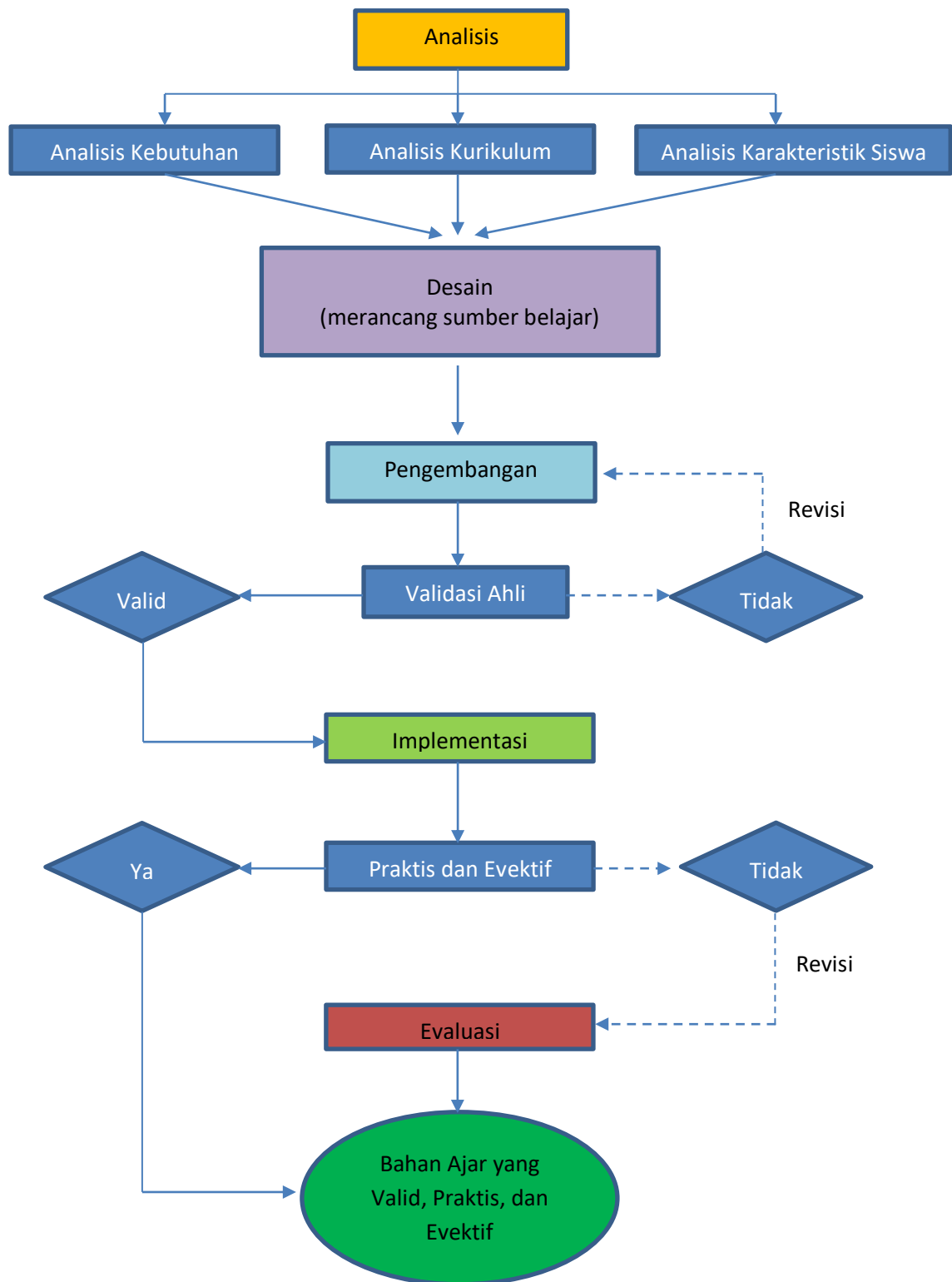
Model yang digunakan adalah model ADDIE; Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation yang dilakukan dengan tahap yang sistematis. ADDIE mendeskripsikan sebuah proses penerapan desain pembelajaran untuk menghasilkan sebuah pelaksanaan pembelajaran yang disengaja (Branch, 2009). Adapun langkah penelitian pengembangan ADDIE dalam penelitian ini jika disajikan dalam bentuk bagan di tampilan pada gambar 3.1:



Gambar 3.1. Skema ADDIE

B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Prosedur penelitian dan pengembangan dapat dilihat dalam diagram alir berikut :



Gambar 3.2. Diagram Alir Rancangan Penelitian dan Pengembangan

Berikut penjelasan dari tahap pengembangan yang telah dilakukan.

1. Analysis (Analisis)

Tahap analysis merupakan tahap dimana peneliti menganalisis perlunya pengembangan bahan ajar dan menganalisis kelayakan dan syarat-syarat pengembangan. Tahapan analisis yang dilakukan penulis mencakup tiga hal yaitu analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis karakter siswa. Secara garis besar tahapan analisis yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut.

a) Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisis keadaan bahan ajar sebagai informasi utama dalam pembelajaran serta ketersediaan bahan ajar yang mendukung terlaksananya suatu pembelajaran. Pada tahap ini akan ditentukan bahan ajar yang perlu dikembangkan untuk membantu siswa belajar.

b) Analisis Kurikulum

Pada analisis kurikulum dilakukan dengan memperhatikan karakteristik kurikulum yang sedang digunakan dalam suatu sekolah. Hal ini dilakukan agar pengembangan yang dilakukan dapat sesuai tuntutan kurikulum yang berlaku. Kemudian peneliti mengkaji KD untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran.

c. Analisis Karakter Siswa

Analisis ini dilakukan untuk melihat sikap siswa terhadap pembelajaran Fisika. Hal ini dilakukan agar pengembangan yang dilakukan sesuai dengan karakter siswa.

2. Design (Perancangan)

Tahap kedua dari model ADDIE adalah tahap design atau perancangan. Pada tahap ini mulai dirancang LKS yang akan dikembangkan sesuai hasil analisis yang dilakukan sebelumnya. Selanjutnya, tahap perancangan dilakukan dengan menentukan unsur-unsur yang diperlukan dalam LKS seperti penyusunan peta kebutuhan LKS dan kerangka LKS. Peneliti juga mengumpulkan referensi yang akan digunakan dalam mengembangkan materi dalam bahan ajar LKS.

Pada tahap ini, peneliti juga menyusun instrumen yang akan digunakan untuk menilai LKS yang dikembangkan. Instrumen disusun dengan memperhatikan aspek penilaian LKS yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafikaan, dan kesesuaian dengan pendekatan yang digunakan. Instrumen yang disusun berupa lembar penilaian LKS dan angket respon. Selanjutnya instrumen yang sudah disusun akan divalidasi untuk mendapatkan instrumen penilaian yang valid.

3. Development (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap realisasi produk. Pada tahap ini pengembangan LKS dilakukan sesuai dengan rancangan. Setelah itu, LKS tersebut akan divalidasi oleh dosen dan guru. Proses validasi yang dilakukan meliputi validasi konstruk dan validasi isi dengan menggunakan lembar validasi yang diberikan kepada 2 dosen FKIP Unila dan 1 praktisi ahli yang bertujuan untuk mengetahui kevalidan produk yang telah dikembangkan.

4. Implementation (Implementasi)

Tahap keempat adalah implementasi. Pada tahap ini, peneliti melakukan penyebaran lembar angket respon siswa yang berisi butir-butir pernyataan tentang penggunaan LKS dalam pembelajaran. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data terkait dengan kepraktisan penggunaan LKS. Selain itu, siswa juga diminta memberi komentar sebagai acuan revisi yang kedua sesuai tanggapan siswa. Setelah dilakukan penyebaran lembar penilaian dan melakukan tes belajar siswa, peneliti melakukan analisis data.

Uji keefektifan media pada uji perorangan dan uji kelompok kecil adalah *One-Group Pretest-Posttest Design*, yang terdiri satu kelompok eksperimen tanpa ada kelompok kontrol (Suyatna, 2017). Desain ini membandingkan nilai pretest dan posttest untuk mengukur berpikir kritis siswa. Adapun desain eksperimen *one group pretest-posttest design* sebagai berikut.

Tabel 3.1 Desain Eksperimen *one-group Pretest-Posttest Design*

<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
O ₁	X ₁	O ₂

Keterangan:

O₁ : Tes Awal (*pretest*) kelas eksperimen

O₂ : Tes Akhir (*posttest*) kelas eksperimen

X₁ : *Treatment* (perlakuan) dengan LKS berbasis AR

Nilai pretest dan posttest kemudian diuji menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal. Setelah terdistribusi normal, data nilai pretest dan posttest diuji menggunakan *Paired Samples T-Test* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai *pretest* (sebelum menggunakan LKS) dengan nilai *posttest* (setelah menggunakan LKS).

5. Evaluation (Evaluasi)

Pada tahap ini, peneliti melakukan revisi terakhir terhadap LKS yang dikembangkan berdasarkan masukan yang didapat dari angket respon atau catatan lapangan pada lembar observasi. Hal ini bertujuan agar LKS yang dikembangkan benar-benar sesuai dan dapat digunakan oleh sekolah yang lebih luas lagi.

C. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMP Negeri 2 Rawa Pitu, Tulang Bawang. Sedangkan subjek dalam penelitian ini adalah para ahli yang menguji kevalidan dan siswa untuk menguji keefektifan LKS berbasis AR materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pengembangan yang disusun dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Angket Kebutuhan

Angket kebutuhan digunakan untuk mengumpulkan data yang dilakukan peneliti untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti. Angket juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa dan fasilitas yang ada di sekolah.

2. Lembar Validasi

Lembar penilaian validasi digunakan memperoleh penilaian kevalidan dari tim ahli mengenai LKS yang telah dibuat. Sasaran lembar penilaian validasi LKS pembelajaran ini ditujukan pada validasi isi dan validasi konstruk. Subjek validasi ahli ini memiliki kriteria secara akademis, yaitu dosen ahli merupakan dosen ahli isi dan ahli konstruk. Sedangkan praktisi ahli merupakan guru mata pelajaran fisika. Hasil dari validasi produk oleh tim ahli selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk melakukan perbaikan agar menghasilkan LKS yang lebih baik.

3. Lembar Observasi

Lembar observasi digunakan untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan dan aktivitas siswa. Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran bertujuan untuk mengetahui kualitas keterlaksanaan atau kepraktisan LKS yang dikembangkan, sedangkan lembar observasi aktivitas siswa bertujuan untuk mengetahui efektivitas LKS yang dikembangkan.

4. Tes

Tes dilakukan pada tahap implementasi, yaitu tes hasil belajar. Tes hasil belajar biasanya disebut dengan tes prestasi belajar, mengukur hasil-hasil belajar yang dicapai siswa. Selain mengukur hasil belajar, dalam penelitian ini tes digunakan untuk mengetahui keefektifan LKS berbasis AR yang dikembangkan.

Keefektifan dilihat dari kemampuan berpikir kritis siswa.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Analisis Kevalidan Produk

Validitas isi dan validasi konstruk pada produk diperoleh melalui uji/ validasi ahli. Analisis data berdasarkan instrumen uji ahli dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang dihasilkan sebagai bahan ajar. Instrumen penilaian uji ahli menggunakan menggunakan skala likert, variabel yang diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Skala Likert yang digunakan terdiri dari lima kategori seperti pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2. Skala Likert menurut Sugiyono (2013)

No	Skor	Keterangan
1.	Skor 5	Sangat setuju/ selalu/ sangat positif/ sangat layak/ sangat baik/ sangat bermanfaat/ sangat memotivasi
2.	Skor 4	Setuju/ baik/ sering/ positif/ sesuai/ mudah/ layak/ bermanfaat/ memotivasi
3.	Skor 3	Ragu-ragu/ kadang-kadang/ netral/ cukup setuju/ cukup baik/ cukup sesuai/ cukup mudah/ cukup menarik/ cukup layak/ cukup bermanfaat/ cukup memotivasi
4.	Skor 2	Tidak setuju/ hampir tidak pernah/ negatif/ kurang setuju/ kurang baik/ kurang sesuai/ kurang menarik/ kurang paham/ kurang layak/ kurang bermanfaat/ kurang memotivas
5.	Skor 1	Sangat tidak setuju/ sangat kurang baik/ sangat kurang sesuai/ sangat kurang menarik/ sangat kurang paham/ sangat kurang layak/ sangat kurang bermanfaat

Penilaian validasi ahli dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah skor responden (Σ) dengan jumlah skor ideal (N). Adapun rumus menurut Arifin (2012) adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\Sigma R}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase skor (dibulatkan)

$\sum R$ = Jumlah keseluruhan skor jawaban yang diberikan tiap responden

N = Jumlah keseluruhan skor ideal dalam satu item

Pemberian dan pengambilan keputusan tentang kepraktisan produk LKS akan menggunakan konversi tingkat pencapaian dengan skala lima seperti tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kriteria Penilaian Data Respon Siswa (Arikunto, 2010)

No	Tingkat Pencapaian (%)	Kualifikasi	Keterangan
1.	81 – 100 %	Sangat baik	Sangat positif/ sangat praktis/ tidak perlu di revisi
2.	61 – 80 %	Baik	Layak/ valid/ tidak perlu di revisi
3.	41 – 60 %	Cukup baik	Kurang positif/ kurang praktis/ perlu direvisi
4.	21 – 40 %	Kurang baik	Tidak positif/ tidak praktis/ perlu revisi
5.	< 20 %	Sangat kurang baik	Sangat tidak positif/ sangat tidak praktis/ perlu revisi

2. Analisis Kepraktisan Produk

Tingkat kepraktisan produk diperoleh melalui analisis data kuesioner respon yang diberikan siswa dan analisis keterlaksanaan penggunaan produk dalam pembelajaran. Analisis data kuesioner respon siswa diperoleh dari hasil interpretasi nilai dari kuesioner respon siswa dengan menggunakan skala *Likert*.

a) Analisis Respon Siswa

Analisis data kuesioner respon siswa diperoleh dari hasil interpretasi nilai dari kuesioner respon siswa dengan menggunakan skala *Likert*. Data yang diperoleh dari hasil lembar penilaian respon siswa kemudian di analisis untuk menguji kepraktisan produk yang sedang dikembangkan. Skala *Likert* yang digunakan terdiri dari lima kategori seperti pada tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4. Skala Likert menurut Sugiyono (2013)

No	Skor	Keterangan
1.	Skor 5	Sangat setuju/ selalu/ sangat positif/ sangat layak/ sangat baik/ sangat bermanfaat/ sangat memotivasi
2.	Skor 4	Setuju/ baik/ sering/ positif/ sesuai/ mudah/ layak/ bermanfaat/ memotivasi
3.	Skor 3	Ragu-ragu/ kadang-kadang/ netral/ cukup setuju/ cukup baik/ cukup sesuai/ cukup mudah/ cukup menarik/ cukup layak/ cukup bermanfaat/ cukup memotivasi
4.	Skor 2	Tidak setuju/ hampir tidak pernah/ negatif/ kurang setuju/ kurang baik/ kurang sesuai/ kurang menarik/ kurang paham/ kurang layak/ kurang bermanfaat/ kurang memotivas
5.	Skor 1	Sangat tidak setuju/ sangat kurang baik/ sangat kurang sesuai/ sangat kurang menarik/ sangat kurang paham/ sangat kurang layak/ sangat kurang bermanfaat

Untuk menghitung persentase nilai dari skor yang diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum R}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase skor (dibulatkan)

$\sum R$ = Jumlah keseluruhan skor jawaban yang diberikan tiap responden

N = Jumlah keseluruhan skor ideal dalam satu item

Nilai persentase yang diperoleh diinterpretasikan kedalam tabel 3.5.

Tabel 3.5. Kriteria Penilaian Data Respon Siswa (Arikunto, 2010)

No	Tingkat Pencapaian (%)	Kualifikasi
1.	81 – 100 %	Sangat Tinggi
2.	61 – 80 %	Tinggi
3.	41 – 60 %	Sedang
4.	21 – 40 %	Rendah
5.	< 20 %	Sangat Rendah

b) Analisis keterlaksanaan Pembelajaran

Analisis untuk data keterlaksanaan produk dilakukan secara deskriptif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat/observer untuk setiap aspek pengamatan, kemudian dihitung persentase ketercapaian dengan rumus:

$$\% J_i = ((\sum J_i / N) \times 100\%)$$

Keterangan:

$\% J_i$ = Persentase ketercapaian dari skor ideal untuk setiap aspek pengamatan

$\sum J_i$ = Jumlah skor setiap aspek pengamatan yang diberikan oleh pengamat

N = Skor maksimal, menghitung rata-rata persentase ketercapaian untuk setiap aspek pengamatan dari dua orang pengamat/ observer

- 2) Menghitung rata-rata persentase ketercapaian untuk setiap aspek pengamatan dari dua orang observer.
- 3) Menafsirkan data dengan kriteria ketercapaian rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) sebagaimana Tabel 3.6

Tabel 3.6 Kriteria Keterlaksanaan Produk dalam Pembelajaran (Rutuman, 2003)

Persentase	Kriteria
0,0% - 20,0%	Sangat Rendah
20,1% - 40,0%	Rendah
40,1% - 60,0%	Sedang
60,1% - 80,0%	Tinggi
80,1% - 100,0%	Sangat Tinggi

3. Analisis Keefektifan Produk

Data yang digunakan untuk mengetahui keefektifan produk diperoleh berdasarkan data *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis akibat stimulus yang diberikan dalam pembelajaran menggunakan LKS berbasis AR. Data hasil jawaban *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji normalitas, *n-gain* dan uji *paired sample t-test*.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data normal atau tidak normal. Data yang diuji berupa nilai hasil *pretest* dan *posttest*. Uji normalitas dilakukan dengan bantuan program SPSS. Dasar pengambilan keputusan uji normalitas dapat dilihat dari nilai *sig.* yang terdapat pada Tabel *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test* yang merupakan *output* dari hasil perhitungan program SPSS. Kriteria uji yang digunakan yaitu (1) jika nilai *sig.* > 0,05, maka H_0 diterima yang berarti data terdistribusi normal; (2) jika nilai *sig.* < 0,05, maka H_0 ditolak yang berarti data terdistribusi tidak normal (Arikunto, 2011).

b. Nilai *N-Gain*

Efektifitas penggunaan LKS dilihat dari besarnya rata-rata *gain* ternormalisasi. Tingkat efektifitas berdasarkan rata-rata nilai *gain* ternormalisasi dapat dilihat pada Tabel 3.7. Besar rata-rata *gain* ternormalisasi dihitung dengan persamaan berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_f \rangle - \langle S_i \rangle}{S_m - S_i}$$

Keterangan:

- $\langle g \rangle$ = *gain* ternormalisasi
- $\langle S_f \rangle$ = nilai *posttest*
- $\langle S_i \rangle$ = nilai *pretest*
- S_m = nilai maksimum
- S_i = nilai minimum

Tabel 3.7. Nilai Rata-rata Gain Ternormalisasi dan Klasifikasinya (Hake, 1999)

Rata-rata Gain Ternormalisasi	Klasifikasi	Tingkat Efektifitas
$\langle g \rangle \geq 0,70$	Tinggi	Efektif
$0,30 \leq \langle g \rangle < 0,70$	Sedang	Cukup Efektif
$\langle g \rangle < 0,30$	Rendah	Kurang Efektif

c. Uji *Paired Sample T -test*

Paired sample t-test digunakan untuk menguji adanya peningkatan berpikir kritis siswasetelah menggunakan produk (menguji hipotesis). Uji ini dilakukan dengan bantuan program SPSS.

Hipotesis yang digunakan untuk berpikir kritis yaitu sebagai berikut:

H_0 : tidak terdapat perbedaan berpikir kritis siswa setelah menggunakan bahan ajar LKS berbasis AR

H_1 : terdapat perbedaan berpikir kritis siswa setelah menggunakan bahan ajar LKS berbasis AR

Kriteria pengambilan keputusan yaitu (1) apabila nilai $sig. \leq 0,05$ maka H_1 diterima; (2) apabila nilai $sig. \geq 0,05$ maka H_1 ditolak (Arikunto, 2011).

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa LKS berbasis AR materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa. LKS yang dikembangkan memenuhi tiga kriteria, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. LKS berbasis AR materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa dinyatakan valid secara isi dan konstruksi dengan nilai rata-rata validasi isi 79,60 % dengan kategori baik dan nilai rata-rata validasi konstruk sebesar 81,74% dengan kategori baik, sehingga layak untuk digunakan sebagai bahan ajar.
2. LKS berbasis AR materi listrik dinamis untuk menstimulus berpikir kritis siswa dinyatakan praktis, dilihat dari respons peserta siswaterhadap penilaian LKS yang dikembangkan pada aspek kemudahan, kemenarikan dan kebermanfaatan, menunjukkan rata-rata skor sebesar 80,75 % dalam kategori praktis. Sehingga LKS yang dikembangkan secara keseluruhan dinyatakan praktis untuk digunakan sebagai bahan ajar.
3. LKS berbasis AR materi listrik dinamis dinyatakan cukup efektif untuk menstimulus berpikir kritis siswa. Peningkatan tersebut ditunjukkan dari hasil uji *N-Gain* yang dilakukan, diketahui nilai *N-Gain* untuk literasi digital sebesar 0,52 yang berarti peningkatan dalam kategori sedang. Selain berdasarkan nilai *N-Gain*, keefektifan dari lembar kerja yang dikembangkan dilihat dari hasil uji *Paired Samples T-test* data *pretest* dan *posttest*. Hasil uji *Paired Samples T-test* pada data *pretest* dan *posttest* berpikir kritis

menunjukkan nilai *Sig* sebesar 0,000 ($< 0,05$), H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini berarti nilai rata-rata hasil *posttest* lebih tinggi dari nilai rata-rata hasil *pretest*, sehingga LKS berbasis AR yang dikembangkan efektif untuk digunakan sebagai bahan ajar.

B. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan dan penelitian, peneliti memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. LKS berbasis AR materi listrik dinamis dapat digunakan sebagai salahsatu alternatif bahan ajar.
2. Peneliti yang akan mengembangkan LKS berbasis AR dapat mengembangkan pada materi fisika lainnya sesuai dengan fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari dengan aplikasi AR yang lebih menarik.
3. Penelitian lanjutan mengenai LKS berbasis AR hendaknya dapat menyempurnakan dari segi materi maupun desain AR. LKS yang dihasilkan sebaiknya diuji cobakan secara luas dengan responden yang beragam untuk mendapatkan uji kepraktisan dan uji keefektifan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. (2015). *Guru Sains sebagai Inovator: Merancang Pembelajaran Sains Inovatif Berbasis Riset*. Media Akademi. Jogjakarta.
- Agustina, D., Suyatna, A., Suyanto, E.(2017). Perbandingan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Media Gambar Bergerak Dengan Gambar Diam. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol 5, No 3.
- Ahmadi dan Widodo. (2008). *Psikologi Belajar*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Akbar, S. (2016). *Implementasi Pembelajaran Tematik Di Sekolah Dasar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Ali, M. (2001). *Strategi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Angkasa
- Almuntasheri, R. M. Gillies, & T. Wright. (2016). The Effectiveness of a Guided Inquiry-based, Teachers' Professional Development Programme on Saudi Students' Understanding of Density. *Science Education International* 27(1) ,16-39.
- Antonioli, M., Blake, C., & Sparks, K. (2014). Augmented reality applications in education. *The Journal of Technology Studies*, 40(2), 96–107.
- Arifin, Z.(2012). *Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asrori, M. (2007). *Penelitian Tindakan Kelas*. Bandung :cv wacana prima
- Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments.
- Bimo walgito. (2010). *Bimbingan dan Konseling (Studi dan Karir)*. Jogjakarta: CV Andi Offset,
- Bitter, G. & Corral, A. (2014). The Pedagogical Potential of Augmented Reality Apps. *International Journal of Engineering Science Invention*. ISSN (Online): 2319 – 6734, ISSN (Print): 2319 – 6726 www.ijesi.org Volume 3 Issue

- Bogusevski, D., Muntean, C., & Muntean, G. M. (2020). Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 39(1), 5-18.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). Springer Science & Business Media.
- Burton, E. P., Frazier, W., Annetta, L., Lamb, R., Cheng, R., & Chmiel, M. (2011). Modeling Augmented Reality Games with Preservice. *Jl. of Technology and Teacher Education* (2011) 19(3), 303-329. 6
- Cai, S., Chiang, F. K., Sun, Y., Lin, C., & Lee, J. J. (2017). Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. *Interactive Learning Environments*, 25(6), 778-791.
- Carin, A.A., and Sund, R.B. (1989). *Teaching Science Through Discovery*. Sixth Edition. Ohio: Merrill Publishing Company.
- Carlson, R., Chandler, P., Sweller, J. (2003). Learning and Understanding Science Instructional Material. *Journal of Educational Psychology*. 95(3), 629-640.
- Changwong, K., Sukkamart, A., & Sisan, B. (2018). Critical thinking skill development: Analysis of a new learning management model for Thai high schools. *Journal of International Studies*, 11(2), 37-48. doi:10.14254/2071- 8330.2018/11-2/3
- Clark, J.M & Paivio, A. (1991) *Dual Coding Theory and Education* . Psychology Review, VoL 3, No. 3
- CNN Indonesia. (2018). *Metode Pendidikan Baru Menghadapi Revolusi Industri 4.0*. <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20180904182901-284-327637/metode-pendidikan-baru-menghadapi-revolusi-industri-40>. Diakses pada 15 Juni 2021.
- Darmawan, D. (2014). *Inovasi Pendidikan Pendekatan Praktik Teknologi Multimedia dan Pembelajaran Online*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset.
- De Bono, E. (2007). *Revolusi Berpikir*. Bandung: PT. Mizan Pustaka.
- Eggen, P.. & Kauchak, D. (2012). *Strategie and Models for Teachers: Strategi dan Model Pembelajaran*. Penerjemah: Satrio Wahono. Jakarta: PT Indeks.
- Ennis, R.H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. University of Illionis. On line at http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking_51711_000.pdf. Diakses pada 11 Maret 2020.

- Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(3), 40-48.
- Fay, M.E., Grove, N.P., Towns, M. H. and Bretz, S.L. (2007). A Rubric To Characterize Inquiry In The Undergraduate Chemistry Laboratory. *The International Journal Of Chemistry Education*, 8(2): 212.
- Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers & Education*, 142, 103635.
- Fisher, A. (2009). *Berpikir Kritis : Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga.
- Fleck, S., & Simon, G. (2013). An Augmented Reality Environment for Astronomy Learning in Elementary Grades. *An Exploratory Study*. <http://dx.doi.org/10.1145/2534903.2534907>
- Giavrimis, P., Papanis, E. & Papanis, E. M. (2011). Information and communication technologies and development of learners' critical thinking: primary school teachers' attitudes. *International Education Studies*, 4 (3), 150- 160.
- Glaser, Edward, M. (1972). *An Experiment in the Development of Critical Thinking*. New York: AMS Press
- Grubert, J., & Grasset, R. (2013). *Augmented reality for android application development*. Birmingham: Packt Publishing.
- Gunawan, G., Harjono, A., & Sutrio, S. (2017). Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Konsep Listrik bagi Calon Guru. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.29303/jpft.v1i1.230>
- Gutiérrez, J.M., dkk . (2017). Virtual Technologies Trends in Education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*. ISSN 1305-8223 (online) 1305-8215 (print) 2017 13(2):469-486 DOI 10.12973/eurasia.2017.00626a
- Haag, J. (2013). *Using Augmented reality for contextual mobile learning*. Retrieved from <https://www.learningsolutionsmag.com/articles/1310/using-augmented-reality-for-contextual-mobile-learning>.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Unpublished.[online] URL: <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>.
- Hamalik, O. (2002). *Media Pendidikan*. Bandung: Citra Aditya Bakti.
- Hsieh, M. & Lin, H.K. (2010). Interaction Design Based on Augmented Reality Technologies for English Vocabulary Learning. *Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education*.

Putrajaya, Malaysia: Asia-Pacific Society for Computers in Education.

- Joan, R. (2015). Enhancing education through mobile augmented reality. I-*Manager's Journal of Educational Technology*, 11(4), 8-14.
- Kadir, Tulus Handra. 2016. Pengembangan Proses Pembelajaran Berbasis teori Behavioristik Untuk Anak Berkebutuhan Khusus. *Nusantara Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial* Vol. 1 (Desember)
- Karakoc, M. (2016). The Significance of Critical Thinking Ability in terms of Education. *International Journal of Humanities and Social Science*. ISSN 2220-8488 (Print), 2221-0989 (Online). Vol. 6, No. 7; July 2016.
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: *Current technologies and the potential for education*. *Social and Behavioral Sci.*, 47, 297-302.
- Khoiriah, K., Jalmo, T., & Abdurrahman, A. (2016). The Effect of Multimedia-based Teaching Materials in Science Toward Students' Cognitive Improvement. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 75-82
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives-the development for an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Tech Research Dev* (2008) 56:203-228.
- Kohl, P. B. (2007). *Towards an Understanding of How Students Use Representations in Physics Problem Solving*. ProQuest.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1996). *The new sourcebook for teaching reasoning and problem solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lamounier, E., Buciolli, A., Cardoso, A., Andrade, A., & Soares, A. (2010). On the use of Augmented Reality techniques in learning and interpretation of cardiologic data. *Annual International Conference of the IEEE*, 2010, 2010. v. 1. pp. 2451-2454
- Lasry, N. & Aulls, M.W. (2007). The Effect of Multiple Internal Representations on Context Rich Instruction. *American Journal of Physics*, Vol. 75, No. 11, pp. 1030-1037
- Liang, S., & Roast, C. (2014). *Five features for modeling augmented reality*. In *HCI International 2014 - Posters' Extended Abstracts*. Constantine: Springer.
- Majid, A. (2007). *Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru*. Bandung: Rosdakarya.
- Mariana (2011). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Sebagai Pembentuk

Karakter Calon Guru Biologi Pada 3 Varian Multimedia Yang Berbeda.
<https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/prosbio/article/view/968> *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Vol 8, No 1

- Martín-Gutiérrez, J., Luís Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
- Mayer, R. E. (2003). *The Promise of Multimedia Learning: Using the Same Instructional Design Methods Across Different Media*. *Learning and Instruction*, 13, 125.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678> Menggunakan Vuforia SDK dan Unity. Solo : Buku AR Online.
- Mayer, R. E. (2014). *Incorporating motivation into multimedia learning*. *Learning and Instruction*, 29, 171-173.
- Meador, G. (2010). *Inquiry Physics : A Modified Learning Cycle Curriculum*. On line at <http://www.docstoc.com/doc/5997678/>. *Inquiry Physics : A Modified Learning Cycle Curriculum*.
- Moejiono, & Dimiyati, M. (1992). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pembinaan Tenaga Pendidikan.
- Munir. (2015). *Multimedia Konsep dan Aplikasi dalam Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Najjar, L.J.(1995). *A Review of the Fundamental Effects of Multimedia Information Presentation on Learning*. Atlanta: School of Psychology and Graphic, Visualization, and Usability Laboratory, Georgia Institute of Technology, Atlanta. (<http://www.cc.gatech.edu/gvu/reports/TechReports95.html>)
- Ormrod, Ellis Jeanne. 2008. *Psikologi Pendidikan Membantu Siswa Tumbuh dan Berkembang*. Jakarta: Erlangga
- Ozdemir, M., Sahin, C., Arxagok, S., & Demir, M. K. (2018). The effect of augmented reality applications in the learning process: A meta analysis study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 74, 165-186.
- Paivio, A. (2006). *Dual Coding Theory and Education* . Draft chapter for the Conference on Pathways to Literacy Achievement for High Poverty Children. The University of Michigan School of Education.
- Partnership for 21st Century Skills. (2008). *21st century skills, education & competitiveness*. www.p21.org/storage. Diakses pada 16 Juni 2021.

- Paul, R. and Elder, L. (2005). *The Miniature Guide to Critical Thinking "CONCEPTS & TOOLS"*. The Foundation of Critical Thinking: California
- Platteaux, H. (2002). Pedagogical Evaluation Of A Web-Based Training In Embryology: A Study Of ImageText Combinations. *Proceedings of the 4th International Conference on New Educational Environments*. 2002 Lugano. Tersedia: <http://nte.unifr.ch/IMG>.
- Prastowo, A. (2013). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Rahardjoni, A. S., Hasanah, I.N., Nugraheni, M.S., (2020). Developing critical thinking competence in algebraic thinking using augmented reality for junior high school: 497-503 PRISMA, *Seminar Prosiding Nasional Matematika*. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/> ISSN 2613-9189
- Ratumanan, T. G. (2003). *Pengembangan Model Pembelajaran Interaktif dengan Setting Kooperatif (Model PISK) dan Pengaruhnya terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa SLTP di Kota Ambon (Disertasi)*. Maluku: Universitas Patimura.
- Retnaningtyas. T, Suprpto. N, Achmadi.H. (2021). Studi Literatur Pemanfaatan Media Augmented Reality Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Inovasi Pendidika Fisika*. ISSN : 2302-4496. Vol. 10 No. 01, Februari 2021, 39-49.
- Riduwan. 2004. *Metode Riset*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Robin,Linda, (2001). *Pengantar multimegia untuk media pembelajaran*. Jakarta: Purnama cahaya.
- Ruggiero, Vincent Ryan. 1988. *Teaching Thinking Across The Curriculum*. Harper & Row, Publisher, Inc. USA.
- Sadoski, M., Paivio, A., Goetz, E. (1991) Commentary: A Critique of Schema Theory in Reading and Dual Coding Alternative. *Reading Research Quarterly*, Vol. 26, No. 4. Pp. 463-484
- Saltan, F. & Arslan, O. (2017). The Use of Augmented Reality in Formal Education A Scoping Review. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*. ISSN 1305-8223 (online) 1305-8215 (print) 2017 13(2):503-520 DOI 10.12973/eurasia.2017.00628a
- Seels, B.B. & Rickey, R.C. (1994). *Instructional Technology: The Definition and Domain of the Field*. Washington DC, Association for Educational Communication and Technology.
- Setiawan, D. (2007). *Pengembangan Bahan Ajar*, Jakarta: Universitas Terbuka.

- Skinner, B.F. (1976). *Psikologi Pendidikan. Edisi kedua*. Diterjemahkan oleh : Tri Wibowo B.S. Jakarta : Kencana.
- Slameto. 2003. *Belajar dan faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Suardana, I. K. (2007). Penilaian Portofolio Dalam Pembelajaran Fisika Berbasis Inkuiri Terbimbing Di SMP Negeri 2 Singaraja. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 1(2) : 125.
- Sudarti, Dwi Okti (2019). Kajian Teori Behavioristik Stimulus dan Respon dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa *Jurnal Tarbawi*, 16(2).
- Sudjana, N. & Rivai, A. (2002). *Media Pengajaran*. Bandung. Sinar Baru Algensindo.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan RnD*. Bandung: Alfabeta.
- Sukma, Komariyah, dan Syam. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) Dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Saintifika* 18(1), 59 – 63
- Sunaryo. S., (2005). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif; *Jurnal Inotek*. Volume 9 No. I Februari. ISSN: 1411-3554. Yogyakarta: LPM UNY
- Suryabrata, S. (2003). *Pengembangan Alat ukur Psikologi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Suyanto. M., (2005). *Pengantar Teknologi infomasi untuk bisnis*. Andi. Yogyakarta.
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantu SPSS untuk Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media akademi
- Suyono & Hariyanto. 2015. *Implementasi Belajar & Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Tawil, M. & Liliyasi. (2013). *Berpikir kompleks dan ilimplementasinya dalam pembelajaran IPA*. Makasar: Badan Penerbit UNM.
- Tekedere, H., & Göker, H. (2016). Examining the effectiveness of augmented reality applications in education: A meta-analysis. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(16), 9469–9481.
- Usman (2010). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan edisi revisi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wang, X. Y. (2012). *Augmented reality: A new way of augmented learning*.

Retrieved from <https://elearnmag.acm.org/archive.cfm?aid=2380717>.

Wijayanti, E. & Mundilarto. (2015). Pengembangan Instrumen Asesmen Diri dan Teman Sejawat Kompetensi Bidang Studi Pada Mahasiswa. *Jurnal nasional: Jurnal penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 19 (2), hlm. 129-144)

Wisudawati, A. W. & Sulistyowati, E.(2015). *Metodologi Pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara.