

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR STRUKTUR ATOM
TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY* (AR)
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
MULTI LEVEL REPRESENTASI SISWA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan Dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh : **INDHANA RANU HIDAYAH**
NIM : 2008076060

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR STRUKTUR ATOM
TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY* (AR)
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
MULTI LEVEL REPRESENTASI SISWA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan Dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh : **INDHANA RANU HIDAYAH**
NIM : 2008076060

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indhana Ranu Hidayah

NIM : 2008076060

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI
AUGMENTED REALITY (AR) UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN MULTI LEVEL REPRESENTASI SISWA**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 23 Desember 2024

Pembuat pernyataan



Indhana Ranu Hidayah

2008076060

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi *Augmented Reality* (AR) Untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa

Penulis : Indhana Ranu Hidayah

NIM : 2008076060

Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 8 Januari 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I/Ketua Sidang,

Penguji II/Sekretaris Sidang,


Lenni Khotimah Harahap, M.Pd.


NIP. 199212202019032019

Penguji II,


Mar'attus Solihah, M.Pd.

NIP. 198908262019032009

Penguji IV,


Nur Alawiyah, S.Pd, M.Pd.

NIP. 199103052019032026

Pembimbing I


Sri Rahmahia, M.Pd.

NIP. 199301162019032017

Pembimbing II


Lenni Khotimah Harahap, M.Pd.

NIP. 199212202019032019


Mar'attus Solihah, M.Pd.

NIP. 198908262019032009

NOTA DINAS PEMBIMBING

Semarang, 22 Desember 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi *Augmented Realilty* (AR) Untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa

Nama : Indhana Ranu Hidayah

NIM : 2008076060

Program Studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang munaqosah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Lenni Khotimah Harahap, M.Pd.

NIP. 199212202019032019

NOTA DINAS PEMBIMBING

Semarang, 23 Desember 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi *Augmented Reality* (AR) Untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa

Nama : Indhana Ranu Hidayah

NIM : 2008076060

Program Studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang munaqosah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II



Mar'attus Solihah, M.Pd.

NIP. 198908262019032009

ABSTRAK

Secara alamiah, materi kimia mengandung tiga level representasi, seperti pada materi struktur atom. Akan tetapi pada pembelajaran di sekolah, bahan ajar yang tersedia belum mencakup tiga level representasi, sehingga pemahaman MLR peserta didik rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bahan ajar yang dikembangkan, kevalidan, respons peserta didik dan peningkatan kemampuan MLR peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian R&D dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Subjek penelitian ini adalah kelas XI SMAN 12 Semarang sebanyak 31 peserta didik. Instrumen penelitian berupa lembar validasi, angket respons dan soal MLR. Teknik analisis data menggunakan Aiken's V untuk uji validasi ahli, kriteria presentase untuk uji respons dan uji t untuk uji peningkatan kemampuan MLR. Hasil penelitian ini diperoleh karakteristik bahan ajar yang dikembangkan berupa bahan ajar cetak yang terintegrasi AR dan terdapat MLR pada uraian materi dan contoh soal. Hasil validasi validasi ahli materi dan media sebesar 0,87 dan 0,89 dengan kategori valid. Hasil persentase respons peserta didik sebesar 93,625% dengan kategori sangat baik. Hasil peningkatan kemampuan MLR peserta didik menggunakan uji *paired sample t test* diperoleh Sig. (2 tailed) sebesar 0,000, sehingga terdapat peningkatan kemampuan MLR peserta didik. Berdasarkan data validitas ahli, respons peserta didik dan peningkatan kemampuan MLR, dapat disimpulkan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran di kelas. Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR ini juga dapat disebarluaskan kepada sasaran yang lebih luas untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran sebagai sumber belajar.

Kata kunci : Augmented Reality, Bahan Ajar, Multi Level Representasi, Struktur Atom

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan nikmat dan rahmat-Nya sehingga skripsi dengan judul pengembangan bahan ajar terintegrasi *augmented reality* (AR) untuk meningkatkan kemampuan multi level representasi siswa ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya. Proses penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, pengarahan kerja sama serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Lenni Khotimah Harahap, M.Pd. selaku dosen pembimbing I yang telah begitu sabar meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan serta pengarahan dalam proses penyusunan skripsi ini.

5. Mar'attus Solihah, M.Pd. selaku dosen pembimbing II yang telah begitu sabar melangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan serta pengarahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Tim Validator instrumen yaitu Bu Apriliana Drastisianti, M.Pd., Nur Alawiyah, S.Pd, M.Pd., Pak Mohammad Agus Prayitno, M.Pd., dan Teguh Wibowo, M.Pd., yang telah memberikan saran selama menyusun produk skripsi ini.
7. Validator guru yaitu Bu Sri Hartati, S.Pd. dan Pak Aries Wisnuadi, S.Pd., yang telah memberikan saran selama menyusun produk skripsi.
8. Segenap Dosen, Pegawai dan Civitas Akademik Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membekali banyak pengetahuan selama belajar di UIN Walisongo Semarang. Semoga ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan mendapat berkah dari Allah SWT.
9. Ibuku tercinta yang sangat penulis sayangi, Ibu Dwi Lestari yang selalu memberi kasih sayang, doa, motivasi dan dukungan selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikannya sampai sarjana.
10. Bapakku tercinta yang sangat penulis sayangi, Bapak Miskam yang selalu memberi kasih sayang, doa, motivasi dan dukungan selama ini, walaupun beliau sudah bahagia disana akan tetapi peranannya masih sangat terasa, sehingga penulis dapat

menyelesaikan pendidikannya sampai sarjana. Semoga Allah menempatkan bapak di tempat terbaik-Nya. Aamiin.

11. Muhammad Zaky Herlambang dan Muhammad Wildan Maulana, Adik-adik yang sangat penulis sayangi, yang selalu memberikan semangat dan kasih sayang kepada kakaknya sehingga dapat menyelesaikan pendidikannya sampai sarjana.
12. Sahabat penulis, Tria Endarwati Saputro dan Faradina Rachman yang selalu setia menemani dari SD dan selalu menjadi tempat berkeluh kesah penulis selama kuliah.
13. Sahabat seperjuangan penulis selama kuliah yang sangat penulis sayangi, Jauharotun Nafisah dan Mariyah Al-Qibtiyah, terimakasih karena selalu menemani kemanapun, memberi semangat, menjadi tempat berkeluh kesah dan selalu menghibur penulis selama di Semarang.
14. Teman-teman penulis, kak Key, kak El, kak Citra, kak Sari, kak Sel dan kak Cis yang baik hati, selalu menghibur, menemani dan memberikan support kepada penulis selama ini.

Semarang, 12 Desember 2024

Peneliti

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized letter 'a' followed by a series of vertical and diagonal strokes that form a complex, cursive signature.

Indhana Ranu Hidayah

NIM. 2008076060

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS PEMBIMBING.....	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Pengembangan	9
F. Manfaat Pengembangan.....	10
G. Asumsi Pengembangan	11
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	12
BAB II LANDASAN PUSTAKA	14
A. Kajian Teori	14
1. Bahan Ajar.....	14

2.	<i>Augmented Reality (AR)</i>	19
3.	Multi Level Representasi.....	27
4.	Struktur Atom.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		68
A.	Model Pengembangan.....	68
B.	Prosedur Pengembangan.....	68
1.	Tahap Analisis (<i>Analyze</i>).....	70
2.	Tahap Desain (<i>Design</i>).....	71
3.	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	72
4.	Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>).....	74
5.	Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	76
C.	Desain Uji Coba Produk.....	76
1.	Desain Uji Coba.....	76
2.	Subjek Coba.....	77
3.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	77
4.	Teknik Analisis Data.....	85
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		89
A.	Hasil Pengembangan Produk Awal.....	89
B.	Hasil Uji Coba Produk.....	136
C.	Revisi Produk.....	169
D.	Kajian Produk Akhir.....	174
E.	Keterbatasan Penelitian.....	179
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		181
A.	Simpulan tentang Produk.....	181

B. Saran Pemanfaatan Produk	182
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut.	183
DAFTAR PUSTAKA	184
LAMPIRAN-LAMPIRAN	194

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Interpretasi Nilai r Reliabilitas Soal	83
Tabel 3.2 Kriteria Tingkat Kesukaran Soal	84
Tabel 3.3 Kriteria Daya Pembeda	85
Tabel 3.4 Skala Angket Lembar Validasi	86
Tabel 3.5 Pedoman klasifikasi penilaian	87
Tabel 4.1 Storyboard Bahan ajar	103
Tabel 4.2 Storyboard Aplikasi AR Atom	107
Tabel 4.3 Konten Bahan Ajar	112
Tabel 4.4 Komponen Aplikasi AR	121
Tabel 4.5 Hasil Validasi Ahli	125
Tabel 4.6 Nilai Rata-rata Pretest Posttest	128
Tabel 4.7 Hasil Uji Respons Peserta Didik	130
Tabel 4.8 Hasil Validasi Ahli	137
Tabel 4.9 Hasil Validasi Ahli Materi	138
Tabel 4.10 Hasil Validasi Ahli Materi	141
Tabel 4.11 Hasil Validasi Ahli Media	145
Tabel 4.12 Hasil Validasi Ahli Media	148
Tabel 4.13 Hasil Uji Respons Peserta Didik	153
Tabel 4.14 Hasil Uji Validitas Soal MLR	156
Tabel 4.15 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal	157
Tabel 4.16 Hasil Uji Daya Beda Soal	158
Tabel 4.17 Kisi-kisi Soal	160
Tabel 4.18 Hasil Pretest	161
Tabel 4.19 Nilai Rata-rata MLR Pretest	161
Tabel 4.20 Hasil Posttest	163
Tabel 4.21 Nilai Rata-rata MLR Posttest	164
Tabel 4.22 Hasil Pretest Posttest	165
Tabel 4.23 Uji Normalitas Pretest Posttest	167
Tabel 4.24 Uji Homogenitas Pretest Posttest	168

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur aplikasi augmented reality	23
Gambar 2.2 Model atom Thomson	37
Gambar 2.3 Percobaan Penembakan Partikel Alfa	38
Gambar 2.4 Model atom Rutherford	40
Gambar 2.5 Model atom mekanika kuantum	42
Gambar 2.6 Percobaan Thomson	46
Gambar 2.7 Percobaan Tetes Minyak Milikan	46
Gambar 2.8 Percobaan Tabung Sinar Katoda	47
Gambar 2.9 Percobaan Penemuan Inti Atom	49
Gambar 2.10 Kerangka Berpikir Penelitian	67
Gambar 3.1 Langkah-langkah model ADDIE	69
Gambar 3.2 Bagan Prosedur Penelitian Model ADDIE	69
Gambar 4.1 Diagram Pembelajaran yang dibutuhkan	93
Gambar 4.2 Diagram Materi Struktur Atom yang Sulit	94
Gambar 4.3 Diagram Bahan Ajar yang disukai	97
Gambar 4.4 Diagram Keaktifan dalam Kelas	98
Gambar 4.5 Diagram Pembelajaran yang disukai	98
Gambar 4.6 Diagram Ketertarikan terhadap AR	99
Gambar 4.7 Rancangan Komponen Bahan Ajar	102
Gambar 4.8 Penyusunan Konten Menggunakan Canva	117
Gambar 4.9 Pembuatan 3D Menggunakan Blender	118
Gambar 4.10 Tampilan Vuforia	119
Gambar 4.11 Unggahan Marker Pada Vuforia	119
Gambar 4.12 Tampilan Aplikasi Unity 3D	121
Gambar 4.13 Hasil Validasi Ahli	125
Gambar 4.14 Grafik Hasil Posttest	129
Gambar 4.15 Hasil Uji Respons Peserta Didik	131
Gambar 4.16 Hasil Validasi Ahli	137
Gambar 4.17 Hasil Validasi Ahli Materi	139
Gambar 4.18 Hasil Validasi Ahli Media	146
Gambar 4.19 Hasil Uji Respons Peserta Didik	153

Gambar 4.20 Grafik Nilai Rata-rata MLR Pretest	162
Gambar 4.21 Nilai Rata-rata MLR Posttest	164
Gambar 4.22 Hasil Posttest Posttest	165

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Teknologi inovasi yang terus bermunculan memberikan pengaruh dan perubahan dalam kehidupan khususnya di bidang pendidikan, sehingga kesiapan bersosialisasi secara luas dan global dapat dipenuhi dengan penguasaan teknologi. Teknologi pembelajaran di Indonesia semakin berkembang dan maju, salah satu contohnya yaitu dengan adanya berbagai media pembelajaran yang berhubungan dengan teknologi. Contohnya adalah teknologi *augmented reality* (Supriono dan Rozi, 2018). Secara khusus, teknologi juga dapat meningkatkan hubungan dengan peserta didik yang tumbuh dalam lingkungan digital dan memiliki kecenderungan untuk selalu berkomunikasi melalui media elektronik, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengalaman belajar di sekolah. Salah satu mata pelajaran yang membutuhkan bantuan teknologi dalam memahami proses dan fenomena dalam pembelajarannya adalah materi kimia (Wuletddkkari, Jusniar & Majid, 2023).

Kimia merupakan salah satu materi yang dianggap sulit oleh peserta didik. Peserta didik mengalami kesulitan memahami pembelajaran kimia disebabkan karena dalam

kimia mengandung konsep-konsep yang bersifat abstrak dan kompleks. (Sariati, Suardana & Wiratini, 2020). Banyaknya konsep-konsep yang abstrak membuat pelajaran kimia cenderung kurang diminati peserta didik. Peserta didik juga sering mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah serta perhitungan dalam kimia. Hal ini sesuai dengan hasil Asesmen Nasional (AN) tahun 2023 yang menyatakan nilai mata pelajaran kimia peserta didik jenjang SMA/MA/Sederajat termasuk kategori sedang, yaitu 48,86 (Kemdikbud, 2023).

Berdasarkan hasil angket pra penelitian yang dilakukan pada 70 peserta didik kelas X SMA Negeri 12 Semarang, diperoleh 88,57% peserta didik menilai kimia merupakan materi yang tergolong sulit. Menurut hasil wawancara dengan guru kimia, hal ini disebabkan karena kimia merupakan materi yang baru dipelajari oleh peserta didik sehingga membutuhkan adaptasi untuk memahami materi secara mendalam. Selain itu, peserta didik cenderung mengalami kesulitan mempelajari materi kimia karena banyak berisi perhitungan, rumus-rumus, dan istilah ilmiah salah satunya pada materi struktur atom. Ketuntasan belajar peserta didik pada materi struktur atom tergolong rendah. Hal ini didasari oleh hasil penilaian harian materi struktur atom diperoleh hanya 21 peserta didik dari 34 peserta didik (61,79%) yang tuntas dengan KKM 70 (Hermanto dan Winarti, 2018).

Hal ini sejalan dengan hasil angket dari pra penelitian yang dilakukan pada 70 peserta didik kelas X SMA Negeri 12 Semarang, yaitu sebanyak 65,71% peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi struktur atom, dan 34,29% peserta dapat memahami materi struktur atom yang disampaikan. Penggunaan bahan ajar pada materi struktur atom hanya berupa LKS dan buku paket biasa. Bahan ajar tersebut menimbulkan rasa bosan dan dinilai kurang menarik oleh pada peserta didik sehingga berdampak pada pemahamannya yang rendah. Peserta didik menilai bahwa pada materi struktur atom, terdapat banyak pembahasan yang bersifat abstrak seperti penggambaran model atom dan percobaan penemuan inti atom sehingga sulit dipahami jika hanya menggunakan buku cetak biasa.

Hal ini sejalan dengan karakteristik ilmu kimia yang bersifat abstrak, konstektual, konkret, dan berjenjang. Kesulitan peserta didik saat mempelajari kimia juga sejalan dengan karakteristik ilmu kimia yang bersifat abstrak. Pemahaman materi kimia akan lebih maksimal apabila dalam prosesnya melibatkan tiga level representasi yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Materi struktur atom mencakup tiga tingkatan representasi, sehingga untuk mempelajarinya peserta didik harus memiliki pemahaman MLR (Multi Level Representasi).

MLR atau tiga level representasi merupakan kemampuan berpikir yang dibutuhkan dalam pemahaman kimia. Tiga level representasi tersebut yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Representasi makroskopik yang bisa dilihat, dicium dan disentuh secara langsung (Apriani dkk, 2021). Level representasi makroskopik adalah level konkret yang berupa pengamatan pada fenomena atau peristiwa yang terjadi, baik melalui percobaan kimia maupun peristiwa yang terjadi di kehidupan sehari-hari (Shelawaty, Hadiarti & Fadhilah, 2016). Level representasi submikroskopik adalah level yang menunjukkan karakteristik ilmu kimia yang bersifat abstrak dan digunakan untuk menjelaskan fenomena makroskopik. Level ini berkaitan dengan pergerakan elektron, atom, molekul dan partikel-partikel (Imaduddin, 2018). Representasi simbolik digunakan untuk mempresentasikan fenomena makroskopik dengan melibatkan penggunaan rumus dari persamaan kimia, simbol-simbol kimia, struktur molekul, mekanisme reaksi, grafik, gambar dan analogi-analogi (Indartuti dan Maduwinarti, 2021).

Penggambaran tingkatan sub-mikroskopik yang meliputi elektron, molekul, atom, struktur kimia serta ion-ion menjadi salah satu materi yang penting dalam proses pembelajaran kimia, sehingga peran guru sebagai pendidik dalam melakukan pembelajaran terkait tingkatan sub-mikroskopis harus

menggunakan kreatifitas tinggi guna merangsang nalar dan imajinasi dari peserta didik, sehingga proses pembelajaran di kelas bisa diterima secara logis serta berpengaruh terhadap pemahaman konsep siswa. Akan tetapi penyampaian konsep submikroskopik kepada peserta didik kurang maksimal, tepatnya pada materi struktur atom (Agussalim, Muharram & Danial, 2021).

Berbagai penelitian menjelaskan bahwa peserta didik sering kesulitan memecahkan permasalahan pada materi kimia dikarenakan kurang mampu untuk menghubungkan ketiga level representasi kimia tersebut. Peserta didik dalam satuan pendidikan pada jenjang menengah atas belum memahami dan menghubungkan konsep kimia pada tiga level representasi dengan persentase sebesar 37,56% (Safitri dkk, 2019), Berdasarkan hasil dari wawancara guru kimia SMA Negeri 12 Semarang, penyampaian materi kimia di sekolah saat ini belum sepenuhnya mencakup seluruh level representasi. Selain itu, penerapan MLR di sekolah juga belum ada dan belum berkembang secara optimal. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh bahan ajar yang tersedia pada saat pembelajaran kimia, yaitu hanya berupa LKS atau buku cetak biasa, penggunaan bahan ajar tersebut kurang menjangkau multi level representasi pada tingkat submikroskopik. Pada materi struktur atom, terdapat permodelan atom yang dinilai cukup abstrak bagi peserta

didik, karena bahan ajar yang tersedia hanya berisi penjelasan singkat mengenai materi saja, akibatnya peserta didik belum mampu memahami MLR.

Berdasarkan hasil angket dan wawancara pra penelitian di SMA Negeri 12 Semarang, yaitu sebanyak 54,29% peserta didik menyatakan bahan ajar yang digunakan kurang lengkap dan membosankan karena tampilannya kurang menarik, dan sebanyak 28,57% peserta didik menilai bahan ajar tersebut kurang membantu karena terlalu monoton dan membosankan. Peserta didik lebih menyukai bahan ajar yang berkaitan dengan teknologi yang dapat memuat permodelan atom dengan persentase sebesar 77,14%. Penggunaan bahan yang dapat mengintegrasikan ketiga level representasi kimia dan dapat memvisualisasikan permodelan atom dalam level submikroskopis secara tiga dimensi dengan bantuan teknologi *augmented reality* (AR) dapat menjadi solusi permasalahan tersebut (Apriani dkk, 2021)

AR merupakan sistem kombinasi teknologi penggabungan objek dengan lingkungan nyata secara virtual. Penerapan AR juga dinilai sangat interaktif serta konsep dari AR sangat relevan dengan konsep multi level representasi (Almubarak dan Iriani, 2021). Media Pembelajaran modul terintegrasi AR dapat memvisualisasikan konsep abstrak pada materi struktur atom sehingga dapat menjadi solusi yang tepat bagi

peserta didik agar dapat menginterpretasikan multi level representasi kimia secara menyeluruh. Hasil wawancara yang dilakukan dengan guru kimia SMA Negeri 12 Semarang, guru menyampaikan bahwa pada pembelajaran kimia belum ada media dan bahan ajar yang berintegrasi dengan teknologi AR. Peserta didik juga mengungkapkan bahwa sering merasa bosan karena media pembelajaran yang digunakan kurang menarik. Sebanyak 95% peserta didik merasa tertarik dengan teknologi AR karena dinilai masih baru dalam pembelajaran kimia di sekolah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti akan mengembangkan bahan ajar dengan materi struktur atom yang terintegrasi AR untuk meningkatkan kemampuan multi level representasi peserta didik, dengan penelitian yang berjudul **“Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi *Augmented Reality* (Ar) Untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, terdapat permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Peserta didik kesulitan mempelajari materi kimia karena tidak mampu menghubungkan tiga level representasi kimia.

2. Ketuntasan belajar peserta didik pada materi struktur atom masih tergolong rendah karena peserta didik kurang paham terhadap materi yang disampaikan.
3. Kemampuan MLR peserta didik rendah karena bahan ajar yang digunakan belum mencakup level tiga level representasi.
4. Pembelajaran kimia di sekolah hanya menggunakan LKS dan buku paket biasa sehingga peserta didik merasa jenuh dan kurang paham.
5. Bahan ajar yang tersedia kurang menarik bagi peserta didik.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan beberapa identifikasi masalah, terdapat batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bahan ajar yang tersedia kurang menarik bagi peserta didik sehingga bahan ajar yang dikembangkan terintegrasi AR
2. Kemampuan MLR peserta didik rendah karena bahan ajar yang digunakan belum mencakup level tiga level representasi sehingga pada penelitian ini mencakup tiga level representasi
3. Ketuntasan belajar peserta didik pada materi struktur atom masih tergolong rendah karena kurang memahami materi sehingga pada materi penelitian ini yaitu struktur atom

D. Rumusan Masalah

Rumusan uraian dari latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana karakteristik bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan?
2. Bagaimana kevalidan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan?
3. Bagaimana respons peserta didik terhadap bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan?
4. Bagaimana peningkatan kemampuan MLR peserta didik?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui karakteristik bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan.
2. Untuk menganalisis kevalidan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan.
3. Untuk menganalisis respons peserta didik terhadap bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan.
4. Untuk menganalisis peningkatan kemampuan MLR peserta didik.

F. Manfaat Pengembangan

Manfaat dari penelitian pengembangan yang dilakukan yaitu :

1. Manfaat teoritis

Secara teoritis, bahan ajar yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi referensi yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran terutama pada materi struktur atom.

2. Manfaat praktis

a. Bagi Sekolah

Bagi sekolah, penelitian ini bermanfaat memperkenalkan bahan ajar berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR dan dapat menjadi masukan bagi sekolah untuk mengembangkan bahan ajar yang dapat meningkatkan pemahaman multi level representasi siswa.

b. Bagi Guru

Manfaat penelitian ini terhadap guru adalah guru dapat menggunakan modul struktur atom terintegrasi AR sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran, sehingga diharapkan mampu meningkatkan pemahaman multi level representasi siswa pada materi ikatan kimia.

c. Bagi Siswa

Manfaat penelitian ini terhadap siswa yaitu diharapkan dengan adanya modul struktur atom terintegrasi AR dapat menambah pengetahuan serta pemahaman multi level representasi siswa pada materi ikatan kimia.

d. Bagi Peneliti

Dengan adanya penelitian ini, manfaat bagi peneliti adalah dapat menerapkan modul struktur atom terintegrasi AR ini secara langsung dan diharapkan peneliti dapat memberikan informasi serta pengetahuan yang dapat meningkatkan pemahaman multi level representasi siswa.

G. Asumsi Pengembangan

Asumsi pengembangan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR ini antara lain :

1. Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR ini tentang materi struktur atom dan dapat digunakan melalui *user* android/IOS yang mempunyai kamera.
2. Bahan ajar yang dikembangkan divalidasi oleh ahli media dan ahli materi yang kompeten di bidangnya, kemudian diujikan pada peserta didik.
3. Instrumen penilaian pada angket yang telah divalidasi menggambarkan penilaian yang menyeluruh.

4. Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR ini dapat digunakan di sekolah dalam proses pembelajaran sebagai salah satu sumber bahan ajar.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk pengembangan yang dihasilkan berupa modul struktur atom terintegrasi AR, dan diharapkan dapat menjadi bahan ajar yang bermanfaat. Spesifikasi produk bahan ajar ini yaitu :

1. Bahan ajar struktur atom berisi materi struktur atom untuk peserta didik kelas XI SMA/MA.
2. Halaman sampul atau *cover* bahan ajar terdapat judul, logo, nama penyusun dan gambar yang memuat materi struktur atom.
3. Tampilan pada bahan ajar berupa kombinasi gambar, warna dan berbagai informasi yang berkaitan dengan materi struktur atom.
4. Bahan ajar diintegrasikan dengan teknologi AR yang dibuat menggunakan aplikasi blender, vuforia dan unity 3D.
5. Sistem AR bekerja dengan mendeteksi *marker* melalui kamera.
6. Kamera akan mendeteksi *marker* yang disajikan, selanjutnya menampilkan objek 3D dari modul tersebut.
7. Struktur dari bahan ajar struktur atom dihasilkan yaitu (Departemen Pendidikan Nasional, 2008) :

- a. Halaman sampul
- b. Kata pengantar
- c. Daftar isi
- d. Peta konsep
- e. Pendahuluan
- f. Materi
- g. Evaluasi
- h. Glosarium
- i. Daftar pustaka

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Bahan Ajar

a. Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar adalah seperangkat bahan yang digunakan guru maupun peserta didik sebagai kebutuhan dalam kegiatan belajar mengajar, baik yang berbentuk sebuah produk dari teknologi cetak, audiovisual, computer *base* maupun teknologi terpadu (Cahyadi, 2019). Menurut Prastowo (2013) bahan ajar adalah berbagai bentuk bahan baik berupa alat, teks maupun informasi yang tersusun dengan sistematis dan menampilkan seluruh kompetensi yang akan dipelajari dan dipahami oleh peserta didik, serta digunakan saat pembelajaran dan bertujuan untuk merencanakan dan menelaah implementasi pembelajaran.

Bahan ajar menjadi bagian yang penting dalam kegiatan pembelajaran. Secara sistematis, bahan ajar akan menyusun kompetensi yang akan dikuasai oleh peserta didik secara utuh. Bahan ajar juga memudahkan guru dalam menyampaikan materi secara jelas dan akurat (Trinaldi dkk, 2022).

Bahan ajar adalah semua bentuk bahan yang tersusun dengan sistematis sehingga dapat digunakan oleh peserta didik sebagai sumber belajar mandiri karena dirancang sesuai dengan kurikulum yang diterapkan. Ketika menggunakan bahan ajar, guru cenderung menyampaikan materi secara runtur sehingga kompetensi yang telah ditentukan dapat tercapai (Nuryasana dan Desiningrum, 2020). Secara garis besar, bahan ajar terdiri dari aspek pengetahuan (konsep, fakta, prinsip dan prosedur), aspek keterampilan serta nilai dan sikap yang harus dipahami oleh peserta didik agar standar kompetensi dapat tercapai dengan baik (Aisyah, Noviyanti & Triyanto, 2020).

b. Fungsi Bahan Ajar

Bahan ajar mempunyai beberapa fungsi yaitu dapat meningkatkan waktu guru saat mengajar, dapat mengubah peran guru dari seorang pengajar menjadi seorang fasilitator atau penyedia dan dapat membuat kegiatan pembelajaran lebih efektif dan interaktif (Manasikana dan Listiadi, 2017). Dalam proses penyelenggaraan pembelajaran, bahan ajar memiliki dua fungsi utama yaitu fungsi bagi guru dan fungsi bagi peserta didik.

1. Fungsi bagi guru yaitu bahan ajar dapat dijadikan sebagai pedoman sehingga guru lebih terarah dalam melaksanakan seluruh kegiatan pembelajaran dan merupakan isi pokok dari kompetensi yang harus diajarkan ke peserta didik agar dapat tercapai (Aisyah, Noviyanti & Triyanto, 2020). Penggunaan bahan ajar juga dapat menyingkat waktu guru saat mengajar, dapat mengubah peran guru dari seorang pengajar menjadi seorang fasilitator atau penyedia.
 2. Fungsi bagi peserta didik yaitu bahan ajar dapat menjadi pedoman pembelajaran, sehingga peserta didik dapat melakukan pembelajaran secara mandiri, kapan saja dan dimana saja. Selain itu, peserta didik juga dapat melakukan pembelajaran mandiri yang sesuai dengan kemampuan dan kecepatannya masing-masing (Fajri, 2018).
- c. Jenis-jenis Bahan Ajar

Bahan ajar terdiri dari berbagai jenis baik bahan ajar cetak atau bahan ajar non cetak. Contoh dari bahan ajar cetak seperti buku, LKS dan modul, sedangkan non cetak yaitu bahan ajar *audio* seperti kaset dan radio (Lisa dan Susilowibowo, 2016).

1. Bahan ajar cetak

Bahan ajar cetak adalah bahan ajar yang berbentuk kertas dan disiapkan untuk keperluan guru dalam menyampaikan materi saat proses pembelajaran (Prastowo, 2013). Bahan ajar cetak sangat mudah diakses dan setiap peserta didik dapat mempunyai bahan ajar tersebut, sehingga peserta didik tidak akan kesulitan untuk mengakses materi (Meidy, Patmanthara & Arifin, 2018). Contoh bahan ajar cetak diantaranya buku, LKS dan modul (Kurniawati, 2015).

2. Bahan ajar *Audio*

Bahan ajar audio adalah bahan ajar yang proses penyampaian materinya dilakukan dalam bentuk lambang- lambang auditif, baik verbal maupun non verbal (Dariyati dkk, 2015). Bahan ajar ini mengandung pesan dalam bentuk audio yang dapat didengar secara langsung dan dapat merangsang perhatian, perasaan dan pikiran, sehingga dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan (Praptaningrum, 2020). Penggunaan media *audio* dapat membantu peserta didik memahami isi buku tanpa harus membaca karena dapat diakses melalui

pendengaran (Rafikayati, Sambira & Muhyi, 2020). Contoh bahan ajar *audio* adalah kaset, radio, piringan hitam, dan CD (Azzahra dkk, 2022).

3. Bahan ajar *Audio visual*

Bahan ajar *audio visual* adalah bahan ajar yang berkaitan dengan indra pendengaran dan penglihatan sekaligus (Dewi, Hudiyono & Mulawarman, 2018). Bahan ajar *audio visual* terdiri dari seperangkat alat yang dapat memproyeksikan gambar bergerak dan bersuara. Selain itu, penyusunan bahan ajar yang memperhatikan unsur-unsur visual dapat memperjelas ide-ide yang disajikan dalam bahan ajar (Wijayanti, 2019). Contoh bahan ajar *audio visual* adalah video, film dan program TV (Lestari, Halimatusha'diah & Lestari, 2018).

4. Bahan ajar interaktif

Bahan ajar interaktif adalah bahan ajar yang memiliki kombinasi dari beberapa media pembelajaran seperti bentuk teks, audio, video maupun grafik yang bersifat interaktif, sehingga terdapat hubungan dua arah antara bahan ajar dan penggunaanya (Dewi dan Rohayati, 2012). Bahan ajar multimedia interaktif dapat berupa web

maupun berbasis komputer dan teknologi (Kurniawati, 2015).

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan, dapat di ambil kesimpulan bahwa bahan ajar merupakan segala bentuk bahan baik berupa secara materi ataupun material serta tertulis ataupun tidak tertulis, sebagai pegangan guru yang bersifat membantuk dalam melakukan kegiatan pembelajaran di kelas. Bahan ajar mempunyai dua fungsi utama yaitu bagi guru sebagai pegangan untuk menyampaikan materi kepada peserta didik dan sebagai pedoman bagi peserta didik sehingga dapat melatih sikap mandiri dalam proses pembelajaran. Bahan ajar yang dikembangkan pada penelitian ini diintegrasikan dengan teknologi (AR).

2. *Augmented Reality (AR)*

a. *Pengertian Augmented Reality*

Augmented Reality adalah proses penggabungan antara dunia nyata dan dunia virtual menggunakan computer sehingga tampak secara (Dayat dkk, 2020). *Augmented Reality* adalah konsep penggabungan dunia nyata dengan dunia maya dan menghasilkan informasi berdasarkan data yang diambil dari sistem tentang objek nyata tertentu sehingga batasnya dengan dunia

maya semakin kecil (Putri dan Guspatni, 2023). AR mampu menyajikan informasi tambahan secara *real-time* di atas objek nyata dengan menggunakan bantuan perangkat keras seperti kamera, *marker*, dan tampilan grafis (Indahsari dan Sumirat, 2023).

Menurut Mustaqim (2017) *Augmented Reality* merupakan aplikasi penggabungan antara dunia nyata dan dunia maya, dalam bentuk 2D maupun 3D dan diproyeksikan dalam lingkungan nyata secara *real time*. *Augmented Reality* merupakan sebuah pengintegrasian benda atau objek *virtual irtual* yang didesain seperti berada di dunia nyata sehingga dapat terjadi interaksi antara pengguna dan objek (Sariati, Suardana & Wiratini, 2020). *Augmented Reality* merupakan teknologi yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan dunia maya dan nyata secara *real-time* sehingga menghadirkan pengalaman baru bagi peserta didik dan dapat menarik perhatian peserta didik (Rafee dan Mohammed, 2021).

Pada pembelajaran kimia, AR biasanya digunakan untuk menjelaskan materi kimia yang abstrak maupun fenomena yang tidak dapat diamati oleh indra penglihatan secara langsung. Keberadaan AR juga dapat meningkatkan minat belajar dan kreativitas

peserta didik sehingga tidak bergantung pada teks saja (Elisa dan Wiratmaja, 2019). Teknologi AR bersifat inovatif sehingga banyak dimanfaatkan dalam dunia pendidikan (Kurniawan dan Julianto, 2022). AR memiliki karakteristik yaitu mpenggabungan antara dunia nyata dan virtual, interaktif secara *real time*, dan memungkinkan untuk ditampilkan dalam bentuk 3D (Setiawan dan Dani, 2021).

b. Komponen *Augmented Reality*

AR mempunyai beberapa komponen yaitu sebagai berikut :

1) Komputer

Komputer merupakan perangkat yang membuat seluruh proses yang dirancang untuk AR. Penggunaan komputer sebagai komponen AR disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi yang akan dijalankan. Sementara itu, output dari aplikasi selanjutnya akan ditampilkan melalui layar monitor (Martono, 2011).

2) *Marker*

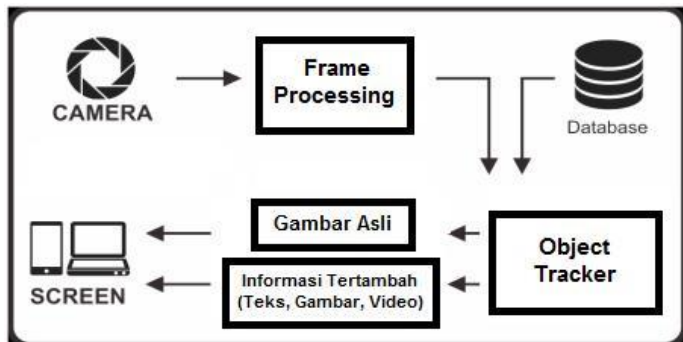
Marker merupakan target yang berfungsi sebagai tanda untuk memunculkan objek 3D. *Marker* biasanya dibuat dalam bentuk gambar dan pola tertentu agar dapat dikenali kamera (Mirfan,

2018). *Marker* yang dikenali umumnya memiliki pola berbentuk persegi dan terdapat. Pola ini dideteksi menggunakan teknik visi computer untuk menghitung sudut kamera secara *real-time*, oleh karena itu ketika kamera menangkap *marker*, objek 3D dapat ditampilkan secara langsung (Wahyudi, Harianto & Setyati, 2019).

3) Kamera

Kamera berfungsi sebagai sensor perekam yang terhubung pada komputer dan dapat memproses gambar yang dideteksi. Saat kamera mendeteksi gambar yang merupakan *marker*, aplikasi pada di komputer akan mengenali *marker* tersebut. Computer kemudia menghitung jarak dan posisi marker, lalu memproyeksikan objek 3D tepat di atas *marker* tersebut (Sirumapea, Ramdhan & Masitoh, 2017).

c. Proses *Augmented Reality*



Gambar 2.1 Alur aplikasi augmented reality

(Kurniawan, 2011)

Gambar 2.1 dapat dilihat alur dari aplikasi AR. Alur aplikasi AR diawali dengan pengambilan gambar *marker* menggunakan kamera. Berdasarkan fitur *marker* yang telah disediakan, *marker* tersebut lalu diproses oleh *object tracker* yang tersedia dalam SDK (*Softawre Development Kit*). *Marker* yang digunakan sebelumnya telah didaftarkan dan disimpan di database sehingga dapat menampilkan informasi yang relevan. *Marker* yang telah dilacak kemudian diproyeksikan di layar *smartphone* maupun komputer .

Sistem AR berfungsi dengan menganalisis objek yang ditangkap oleh kamera dan melacak pola pada *marker* yang digunakan sebagai tanda untuk memproyeksikan objek 3D dan informasi (Mulyana,

Suriansyah & Akbar, 2018). Pada umumnya, AR membutuhkan perangkat masukan (*input device*) berupa kamera dan *webcam*, perangkat keluaran (*output device*) berupa monitor dan *Head Mounted Display* (HMD), perangkat pelacak (*tracker*) untuk memastikan objek virtual tetap muncul di atas marker meskipun marker digeser, dan komputer untuk menjalankan proses pemrograman AR (Ginting, Ginting & Aditama, 2017).

d. Penerapan *Augmented Reality*

Contoh penerapan AR antara lain :

1) Kedokteran (*Medical*)

Penerapan AR pada bidang kedokteran yaitu digunakan untuk visualisasi penelitian seperti simulasi pembuatan vaksin dan simulasi operasi. Selain itu, teknologi AR juga dimanfaatkan untuk simulasi terapi *low back pain* dengan memvisualisasikan tulang belakang pasien saat melakukan injeksi tulang (Trinanda dan Rahayu, 2023).

2) Hiburan (*Entertainment*)

Pada bidang hiburan, teknologi AR biasanya digunakan untuk efek pada sebuah film, *game*, desain majalah, dll.

3) *Engineering*

Penerapan AR pada bidang *engineering* yaitu sering digunakan sebagai media latihan eksperimen bagi para *engineer*. Contohnya, *engineer* mesin dapat memanfaatkan AR untuk memperbaiki mobil yang rusak.

4) *Robotics dan Telerobotics*

Penerapan AR pada bidang robotic ketika mengendalikan robot, operator robot biasanya membutuhkan visualisasi, sehingga digunakan penerapan AR.

5) Pemasaran

Penerapan AR pada bidang pemasaran adalah dapat dimanfaatkan untuk memperkenalkan produk baru agar dinilai lebih menarik bagi calon konsumen. Contohnya seperti perusahaan pembuatan bir Stella Artois yang menggunakan aplikasi yang diberi nama *Le Bar Guide*. Aplikasi tersebut digunakan untuk membantu penggunanya menemukan pub yang menjual produk mereka (Sari dkk, 2023).

6) *Consumer Design*

Penerapan AR pada bidang ini yaitu, AR sudah digunakan sebagai alat promosi produk.

Contohnya, seorang developer rumah yang memanfaatkan AR untuk menampilkan informasi tentang perumahan dalam bentuk 3D, atau produsen mobil memanfaatkan AR untuk memberikan gambaran detail mengenai mobil yang mereka kembangkan.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan, AR dapat didefinisikan sebagai teknologi yang digunakan untuk menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual kemudian memunculkannya atau memproyeksikannya dalam bentuk 3 dimensi secara langsung, dengan benda nyata sebagai penanda atau *marker* untuk penentuan posisi objek virtual yang terbaca oleh kamera. AR memiliki beberapa komponen penyusunnya seperti kamera, marker dan komputer. Sistem AR bekerja dengan cara menangkap *marker* kemudian memproyeksikannya dalam bentuk 3D diatas objek nyata. AR sudah diterapkan di berbagai bidang seperti kedokteran, hiburan, *engineering, robotics and telerobotics*, psikologi, pemasaran dan *consumer design*. Pada penelitian ini, digunakan teknologi AR agar dapat meningkatkan pemahaman multi level representasi peserta didik.

3. Multi Level Representasi

Multi level representasi adalah bentuk representasi yang menggabungkan antara teks, gambar dan grafik. Dalam ilmu kimia, multi level representasi disebut juga dengan "*Chemistry Triplet*" (Thalanquer, 2011). Multi level representasi merupakan suatu pembelajaran yang menggunakan model representasi untuk menghubungkan ketiga level representasi kimia (Zuraini, Winarni & Hanum, 2020). Ketiga level representasi tersebut merupakan satu kesatuan dan faktor esensial dalam pembelajaran kimia dan memiliki peran untuk memudahkan peserta didik agar dapat memahami konsep kimia yang abstrak (Haris, Subandi & Munzil, 2021).

Tiga level representasi ini antara lain adalah representasi makroskopik, representasi submikroskopik dan representasi simbolik (Iqbal, Fatah & Syarpin, 2020). Pembelajaran kimia diawali dengan mempelajari aspek makroskopik, aspek simbolik, kemudian diperdalam dengan lebih jelas pada aspek submikroskopik (Wildan dkk., 2022).

a. Representasi makroskopik

Representasi makroskopik merupakan representasi kimia yang diperoleh dengan cara mengamati fenomena yang bisa dilihat secara nyata dan ditangkap oleh panca indra secara langsung

maupun tidak langsung (Mujakir, 2018). Menurut Aulia (2017) representasi makroskopik adalah representasi yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung terhadap suatu peristiwa yang dapat dilihat secara langsung oleh panca indra. Representasi makroskopik adalah level konkret untuk melakukan percobaan di laboratorium maupun dengan mengamati fenomena dalam kehidupan sehari-hari (Iqbal, Fatah & Syarpin, 2020).

Representasi makroskopik adalah representasi kimia yang didasarkan pada pengamatan secara langsung terhadap peristiwa yang bisa dilihat dan dirasakan oleh panca indra secara langsung maupun tidak langsung (Isnaini dan Ningrum, 2018). Peristiwa perubahan ini diamati sebagai representasi kimia dalam bentuk makroskopik. Representasi makroskopik dinilai melalui perubahan sederhana yang dapat dipelajari menggunakan peralatan sederhana, seperti proses osmosis. Pada tahap ini, reaksi dapat diamati dengan observasi, misalnya muncul cairan, padatan, gas, koloid, dan aerosol (Gilbert dan Treagust, 2009).

Contoh representasi makroskopik seperti pengamatan di laboratorium, fenomena atau peristiwa yang dapat diamati seperti terjadinya perubahan

warna, terbentuknya endapan, perubahan derajat keasaman (pH) suatu larutan dan pembentukan gas pada reaksi kimia (Langitasari, 2016). Hal itu dapat menimbulkan rasa keingintahuan peserta didik mengapa fenomena tersebut bisa terjadi (Puspita dan Silfianah, 2024). Selain itu, peserta didik juga dapat menyajikan hasil pengamatannya melalui beberapa mode representasi seperti laporan, diskusi, presentasi lisan, grafik dan diagram (Sunyono, 2015).

Berdasarkan uraian mengenai pengertian representasi makroskopik, dapat diambil kesimpulan bahwa representasi makroskopik merupakan representasi kimia dalam bentuk gambaran atau penjelasan tentang sesuatu dari skala besar. Representasi makroskopik berfokus pada sifat-sifat kimia yang dapat diukur atau diamati secara langsung.

b. Representasi submikroskopik

Representasi submikroskopik adalah representasi kimia berupa penjelasan dan pengeplanasian struktur dan pergerakan elektron yang terjadi pada level atomik atau molekular fenomena level makroskopik yang telah diamati. Istilah submikroskopik digunakan untuk menjelaskan pada level ukuran yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan level makroskopik. Representasi

submikroskopik yang didasari teori partikel materi digunakan untuk menjelaskan representasi (Habibah, Oktarina & Sari, 2022). Pada level representasi ini, materi dijelaskan sebagai kumpulan atom, molekul dan ion yang saling tersusun (Safitri, Nursaadah & Wijayanti, 2019).

Representasi submikroskopik adalah representasi yang menjelaskan proses dan struktur pada level atomik atau molekular terhadap fenomena yang terjadi. Representasi ini biasanya disajikan secara simbolik melalui simulasi, deskripsi verbal, gambar 2D, gambar 3D maupun animasi (Sunyono, 2015). Representasi submikroskopik adalah representasi tingkatan partikel atomik yang meliputi gambaran dari susunan elektron pada atom, molekul dan ion. Representasi ini membantu peserta didik memahami konsep kimia khususnya pada reaksi kimia melalui imajinasi dan visualisasi proses reaksi kimia (Bucat dan Mocerino, 2009).

Representasi submikroskopik dapat memanfaatkan teknologi berupa computer baik menggunakan kata-kata, gambar 2D, gambar 3D (statis maupun animasi) atau simulasi, sehingga mempermudah peserta didik dalam memahami konsep pembelajaran kimia.

Pembelajaran pada tingkatan submikroskopis dapat meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik. Penjelasan pada level submikroskopik memungkinkan peserta didik untuk menghubungkan gambaran partikel dengan pemahaman konsep yang lebih menyeluruh (Suparwati, 2022).

Berdasarkan uraian mengenai pengertian representasi submikroskopik, dapat diambil kesimpulan bahwa representasi submikroskopik merupakan gambaran atau penjelasan dari level makroskopik pada tingkatan partikel yang sangat kecil seperti atomik dan tidak dapat dilihat secara langsung. Representasi submikroskopik juga berkaitan dengan karakteristik kimia pada level molekuler.

c. Representasi simbolik

Representasi simbolik adalah melibatkan simbol dan rumus kimia untuk mempresentasikan senyawa, unsur, molekul serta reaksi kimia (Septiana Wati, Lathifa & Udaibah, 2019). Representasi simbolik adalah bagian yang menghubungkan antara representasi makroskopik dan sub mikroskopik menggunakan simbol-simbol (Adawiyah dkk, 2021). Oleh karena itu, representasi simbolik sangat dibutuhkan agar dapat

menjelaskan dan menjabarkan fenomena-fenomena makroskopik (Nurjanah, Yuniar & Pratiwit, 2022).

Representasi simbolik merupakan level representasi secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan simbol, contoh: rumus-rumus kimia, persamaan reaksi kimia dan perhitungan tematik. Representasi simbolik merupakan representasi berupa rumus, symbol maupun gambar. Representasi ini berperan sebagai bahasa dalam kimia, oleh karena itu harus mengikuti aturan-aturan yang berkaitan dengan prinsip dasar konseptual dan tata bahasa dalam ilmu kimia yang didasari pengetahuan bersifat abstrak. Pemahaman tersebut dibangun berdasarkan pengetahuan yang bersifat abstrak. Representasi ini mencakup beberapa jenis representasi seperti gambar dan aljabar (Sunyono, 2015).

Representasi simbolik juga digunakan untuk mempresentasikan fenomena makroskopik dengan melibatkan penggunaan rumus dari persamaan kimia, simbol-simbol kimia, struktur molekul, mekanisme reaksi, grafik, gambar dan analogi-analogi (Indartuti dan Maduwinarti, 2021). Representasi ini adalah bahasa dalam ilmu kimia yang menggunakan simbol-simbol untuk mewakili sifat dan perilaku zat serta

proses kimia untuk menjelaskan tingkatan molecular pada kimia (Thalanquer, 2011).

Berdasarkan uraian mengenai pengertian representasi simbolik, dapat diambil kesimpulan bahwa representasi simbolik merupakan penggambaran suatu konsep atau fenomena menggunakan rumus, persamaan atau notasi tertentu untuk mempermudah pemahaman dan proses analisis.

Berdasarkan penjelasan tentang MLR yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan bahwa multi level representasi adalah representasi kimia dalam tiga level yang menggabungkan aspek teks, gambar maupun grafik. Tiga level representasi tersebut yaitu representasi makroskopik yang bisa dilihat, dicium dan disentuh secara langsung, sub-mikroskopik yang meliputi elektron, molekul, atom, struktur kimia serta ion-ion, dan representasi simbolik yang berkaitan dengan simbol, rumus-rumus kimia dan reaksi kimia. Pada penelitian ini, dilakukan peningkatan kemampuan MLR siswa pada materi struktur atom.

4. Struktur Atom

Apakah kamu pernah memotong kayu? ketika kayu tersebut terpotong maka akan muncul potongan-potongan yang kecil. Jika kayu tersebut dipotong terus menerus

sampai menjadi bagian terkecil yang tidak dapat dibagi lagi, apakah menurut anda itu merupakan bagian terkecil dari kayu? sama halnya dengan atom yang tersusun oleh partikel. Mari kita lihat kembali sejarah mengenai perkembangan atom dari Democritus hingga atom modern.

a. Perkembangan Teori Atom

Pada abad ke-5 SM seorang filsuf Yunani bernama Democritus mengemukakan keyakinannya bahwa segala materi terdiri dari partikel-partikel sangat kecil yang tidak dapat dibagi lagi yang disebut *atomos* dan berarti tidak bisa dibagi ataupun dibelah. Meskipun gagasan Democritus awalnya tidak diterima oleh banyak rekan-rekannya pada saat itu, tetapi gagasan ini tetap bertahan dalam jangka waktu yang lama. Bukti-bukti percobaan yang didapatkan dari percobaan ilmiah pada masa itu ternyata mendukung konsep “atomisme” ini dan secara bertahap dapat membentuk definisi modern mengenai unsur dan senyawa (Chang, 2003). Democritus mengungkapkan bahwa Seluruh alam semesta terdiri dari ruang tak terbatas yang di dalamnya terdapat atom-atom yang tak terhitung banyaknya. Democritus tidak dapat menjelaskan sifat-sifat kimia materi serta tidak dapat didukung dengan eksperimen.

1) Teori atom Dalton

Tahukah anda bahwa dalam ilmu kimia, dikenal seseorang yang disebut sebagai pencetus teori atom modern asli. Dia merupakan seorang ilmuwan dan ahli kimia berkebangsaan Inggris bernama John Dalton. Pada tahun 1808, John Dalton mengemukakan pendapatnya mengenai atom. Konsep atom Dalton jauh lebih rinci dan spesifik dibandingkan dengan konsep Democritus. Hipotesis tentang sifat materi yang merupakan landasan teori atom Dalton :

- a. Unsur tersusun atas partikel yang sangat kecil, yang disebut atom. Semua unsur identik, mempunyai ukuran, massa, dan sifat kimia yang sama. Atom satu unsur tertentu berbeda dari atom semua unsur yang lain.
- b. Senyawa tersusun dari dua unsur atau lebih.
- c. Dalam reaksi kimia terjadi reaksi pemisahan, penggabungan, atau penyusunan ulang atom-atom, reaksi kimia tidak mengakibatkan penciptaan atau pemusnahan atom-atom (Chang, 2003).

Kelebihan teori atom Dalton antara lain :

- a. Dapat menjelaskan hukum kekekalan massa (lavoisier) dan hukum perbandingan tetap (proust)
- b. Menjelaskan perbandingan unsur dan senyawa
- c. Menjadi model atom pertama yang dikembangkan

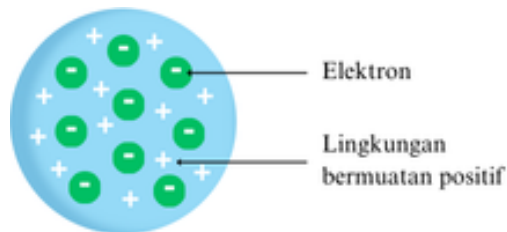
Kekurangan teori Dalton antara lain :

- a. Masih ada partikel sub atomik yang menyusun atom (proton, neutron, elektron)
- b. Atom atom dari unsur yang sama dapat mempunyai massa yang berbeda
- c. Tidak mengenal muatan/ sifat listrik materi sehingga tidak bisa menjelaskan bagaimana cara atom dapat berikatan

2) Teori atom Thomson

J. J Thomson (1856 - 1940) adalah fisikawan bangsa Amerika. Pada tahun 1897, Thomson menemukan elektron yang merupakan partikel bermuatan negatif yang lebih kecil dari atom dan merupakan partikel subatomik. Thomson juga mengemukakan teorinya bahwa atom memiliki muatan positif yang terbagi merata keseluruh isi atom. Muatan ini dinetralkan oleh elektron-

elektron yang tersebar diantara muatan tersebut. Model atom Thomson dikenal dengan seperti roti kismis dimana Atom merupakan sebuah bola pejal kecil bermuatan positif dan dipermukaannya tersebar elektron bermuatan negatif (Rachmawati, 2007).



Gambar 2.2 Model atom Thomson

(Nivaldo, 2010)

Kelebihan teori atom Thomson antara lain :

- a. Dapat menjelaskan adanya partikel subatomik
- b. Dapat menjelaskan sifat listrik atom

Kekurangan teori atom Thomson antara lain :

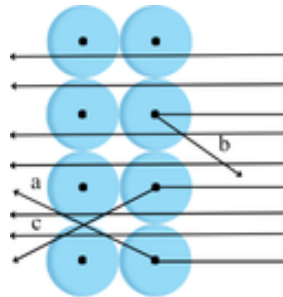
- a. Tidak dapat menjelaskan susunan muatan positif dan negatif dalam atom
- b. Tidak adanya lintasan elektron dan tingkat energi

Di awal-awal tahun 1900, sudah jelas bahwa atom memiliki muatan positif dan negatif. Tapi muncul pertanyaan di benak-benak para akademisi

bahwa *“Bagaimana posisi muatan-muatan tersebut? Apakah benar elektron tersebar seacar tidak merata begitu saja?”* sehingga Rutherford yang merupakan murid dari Thomson melanjutkan penelitian yang dilakukan oleh Thomson dan menyempurnakan kelemahan teori atom Thomson.

3) Teori atom Rutherford

Pada tahun 1909, Ernest Rutherford dan dua muridnya yang bernama Hans Geiger dan Ernest Marsden melakukan serangkaian percobaan untuk mengetahui struktur atom. Percobaan itu mereka lakukan dengan menembakkan partikel alfa dengan energi tinggi pada lempengan emas yang tipis.



Gambar 2.3 Percobaan Penembakan Partikel Alfa

Dari percobaan ini, mereka mendapatkan hasil bahwa sebagian besar partikel alfa diteruskan tanpa mengalami pembelokan yang berarti (c).

Seolah-olah partikel alfa melewati ruangan kosong. Namun jika diperhatikan secara saksama, ternyata ada sebagian kecil partikel alfa yang dibelokkan (a), bahkan ada juga yang di pantulkan (b).

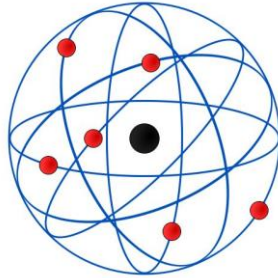
Rutherford mengemukakan bahwa Atom terdiri dari inti yang bermuatan positif yang merupakan terpusatnya massa. Disekitar inti terdapat elektron yang bergerak mengelilinginya dalam ruang hampa. Model atom Rutherford berbentuk seperti planet yang mengelilingi matahari. Atom adalah bola berongga yang tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilinginya dan inti atom bermuatan positif dan massa atom berpusat pada inti atom.

Kelebihan teori atom Rutherford antara lain :

- a. Membuktikan keberadaan inti atom
- b. Menjelaskan muatan inti atom
- c. Menjelaskan struktur atom yang lebih realistis

Kekurangan teori atom Rutherford antara lain :

- a. Tidak dapat menjelaskan stabilisasi atom
- b. Tidak menjelaskan spektrum garis atom
- c. Tidak menjelaskan distribusi elektron



Gambar 2.4 Model atom Rutherford

(Irwandy, 2014)

4) Teori atom Niels Bohr

Niels Bohr merupakan ahli fisika Denmark yang mengemukakan teori struktur atom pada tahun 1913 (Sunarya, 2011).

- a. Atom terdiri dari inti yang bermuatan positif dan dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif di dalam suatu lintasan.
- b. Elektron bisa berpindah dari satu lintasan ke lintasan yang lain dengan menyerap atau memancarkan energi sehingga energi elektron atom itu tidak akan berkurang
- c. Jika berpindah ke lintasan yang lebih tinggi, elektron akan menyerap energi.
- d. Jika berpindah ke lintasan yang lebih rendah, elektron akan memancarkan energi.

- e. Tingkat energi atau lintasan elektron yang paling dekat dengan inti atom mempunyai tingkat energi terendah. Lintasan elektron yang paling jauh dari inti atom mempunyai tingkat energi tertinggi.

Pada model atom ini menunjukkan bahwa atom terdiri dari beberapa kulit yang merupakan tempat berpindahnya elektron. Elektron yang mengelilingi inti atom berada pada lintasan atau tingkat energi tertentu yang dikenal sebagai kulit atom. Hal ini menjadi dasar yang digunakan untuk menentukan konfigurasi elektron suatu atom.

Kelebihan teori atom Niels Bohr antara lain :

- a. Menjelaskan spektrum emisi hydrogen
- b. Menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke inti
- c. Menjadi dasar teori mekanika kuantum

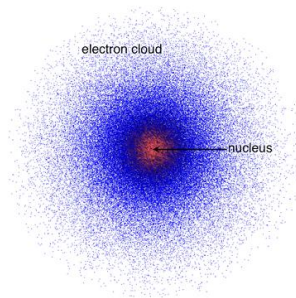
Kekurangan teori atom Niels Bohr antara lain :

- a. Adanya radius dan orbit, hal ini tidak sesuai dengan Prinsip Ketidakpastian Heisenberg yang menyatakan radius tidak bisa ada bersamaan dengan orbit.

- b. Tidak menjelaskan Efek Zeeman yaitu ketika garis spektrum terbagi karena adanya medan magnet

5) Teori atom mekanika kuantum

Setelah abad ke-20, pemahaman mengenai atom makin terang benderang. Model atom modern yang kita yakini sekarang, telah disempurnakan oleh Erwin Schrodinger pada 1926. Schrodinger menjelaskan partikel tak hanya gelombang, melainkan gelombang probabilitas. Kulit-kulit elektron bukan kedudukan yang pasti dari suatu elektron, namun hanya suatu probabilitas atau kebolehjadian saja. Sebelumnya seorang ahli dari Jerman Werner Heisenberg mengembangkan teori mekanika kuantum yang dikenal dengan prinsip ketidakpastian.



Gambar 2. 5 Model atom mekanika kuantum

Awan elektron yang berada disekitar inti menunjukkan tempat kebolehjadian elektron. Orbital menggambarkan tingkat energi elektron. Orbital-orbital dengan tingkat energi yang sama atau hampir sama akan membentuk sub kulit. Beberapa sub kulit bergabung membentuk kulit. Dengan demikian kulit terdiri dari beberapa sub kulit dan subkulit terdiri dari beberapa orbital, walaupun posisi kulitnya sama tetapi posisi orbitalnya belum tentu sama. Daerah ruang di sekitar inti dengan kebolehjadian untuk mendapatkan elektron disebut orbital.

Kelebihan teori atom mekanika kuantum :

- a. Menjelaskan perilaku elektron secara akurat
- b. Orbital elektron
- c. Penjelasan untuk atom kompleks
- d. Bilangan kuantum

Kekurangan teori atom mekanika kuantum adalah sangat abstrak dan sulit dipahami dan sulit divisualisasikan

d. Partikel Penyusun Atom

Seiring perkembangan zaman dan teknologi, penelitian tentang atom juga mengalami perkembangan yang lebih maju dan terarah. Hasil

penelitian terbaru menyatakan bahwa suatu atom ternyata tersusun oleh partikel-partikel yang lebih kecil yang disebut proton, neutron dan elektron.

1) Elektron

Geissler merancang tabung lampu gas untuk meneliti daya hantar listrik dari gas-gas pada tekanan rendah. Rekannya, Plucker membuat eksperimen yaitu dua pekat logam ditempatkan pada masing-masing tabung Geissler yang divakum, kemudian tabung tersebut diisi dengan gas pada tekanan rendah. Salah satu pelat logam (anode) membawa muatan positif, dan pelat satunya (katode) membawa muatan negatif. Saat muatan listrik bertegangan tinggi dialirkan melalui gas ke dalam tabung, muncul nyala berupa sinar dari katode ke anode. Sinar ini disebut dengan sinar katode.

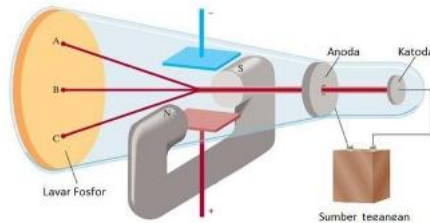
Pada tahun 1875, Crookes merancang sebuah tabung kaca dan kedua ujungnya diberi sekeping logam (elektroda). Tabung ini kemudian dikenal dengan tabung sinar katoda. Dari percobaan tabung sinar katoda massa elektroda = $9,11 \times 10^{-28}$ g. Hasil eksperimennya yaitu

- a. Sinar katode bermuatan negatif karena tertarik pelat bermuatan positif.
- b. Sinar katode memiliki massa karena mampu memutar baling-baling dalam tabung.
- c. Dimiliki oleh semua materi karena semua bahannya menghasilkan sinar yang sama
- d. Sinar katoda merupakan partikel yang paling ringan dan paling kecil.

Crookes menyimpulkan bahwa sinar katoda adalah partikel negatif yang terdapat pada semua atom. Partikel ini dinamakan elektron. George Johnstone Stoney (1891) yang mengusulkan nama sinar katode disebut "elektron". Kelemahannya tidak dapat menjelaskan pengaruh elektron terhadap perbedaan sifat antara atom suatu unsur dengan atom dalam unsur lainnya.

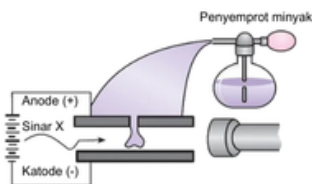
Pada tahun 1897, Thomson melakukan eksperimen pengaruh medan listrik dan medan magnet dalam tabung sinar katoda. Hasil percobaannya menunjukkan bahwa sinar katode dapat dibelokkan ke arah kutub positif medan listrik. Hal ini membuktikan terdapat partikel bermuatan negatif dalam suatu atom. Thomson mampu menghitung perbandingan muatan

terhadap massa elektron, yaitu $1,759 \times 10^8$ coloumb/gram.



Gambar 2.6 Percobaan Thomson

Pada tahun 1908 Robert melakukan percobaan tetes minyak milikan untuk mengetahui besar muatan elektron. Percobaannya dapat dilihat seperti gambar dibawah ini



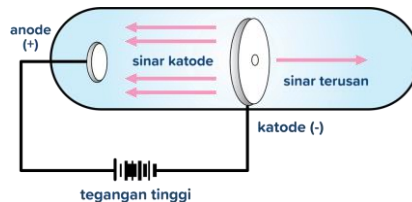
Gambar 2.7 Percobaan Tetes Minyak Milikan

Minyak disemprotkan kedalam tabung yang bermuatan listrik. Tetesan minyak akan mengendap karena ada gaya tarik gravitasi. Apabila tetesan minyak diberi muaran negatif maka akan tertarik ke kutub positif medan listrik. Robert meneliti naik turunnya butir-butir minyak di dalam

medan listrik sehingga didapatkan muatan mutlak untuk elektron yaitu $1,6 \times 10^{19}$ coulomb.

2) Proton

Keberadaan partikel dalam atom yang bermuatan positif pertama kali ditemukan oleh Eugen Goldstein pada tahun 1886. Eugen Goldstein melakukan eksperimen dari tabung gas yang memiliki katode, yang diberi lubang-lubang dan diberi muatan listrik.



Gambar 2.8 Percobaan Tabung Sinar Katoda

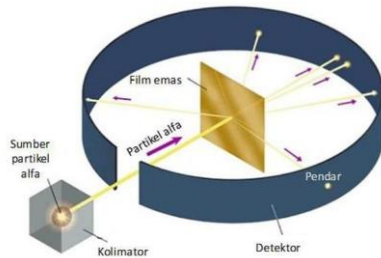
Goldstein melubangi katode dalam tabung sinar katode, kemudian mengamati sinar yang terdeteksi di balik katode tersebut. Hasil eksperimen ini membuktikan bahwa pada saat elektron bergerak dari katode menuju anode, elektron akan menumbuk partikel gas dalam tabung membentuk partikel positif yang bergerak ke katode. Setelah berbagai gas dicoba dalam tabung ini, ternyata gas hidrogen lah yang menghasilkan sinar muatan positif paling kecil baik

massa maupun muatannya, sehingga partikel ini disebut dengan proton.

- a. Diuji dengan medan listrik atau magnet ternyata sinar ini bermuatan positif, maka disebut juga sinar positif
- b. Jika tabung diisi gas lain seperti He, O dan N menghasilkan sinar positif yang berbeda. Berarti sinar yang dihasilkan bergantung pada jenis gas dalam tabung
- c. Nilai e/m sinar berbeda antara satu dengan yang lain. Hal ini berarti sinar positif mempunyai massa dan muatan tertentu. Massa sinar positif jauh lebih besar dari pada elektron.
Massa proton = 1 sma (satuan massa atom)
Muatan proton = +1

3) Inti atom

Rutherford melakukan penelitian penembakan lempeng tipis emas. Jika atom terdiri dari partikel yang bermuatan positif dan negatif maka sinar alfa yang ditembakkan seharusnya tidak ada yang diteruskan/menembus lempeng sehingga muncullah istilah inti atom. Ernest Rutherford dibantu oleh Hans Geiger dan Ernest Marsden (1911) menemukan konsep inti atom.



Gambar 2.9 Percobaan Penemuan Inti Atom

Hasil percobaan ini membuat Rutherford menyatakan hipotesisnya bahwa atom tersusun dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif, sehingga atom bersifat netral. Massa inti atom tidak seimbang dengan massa proton yang ada dalam inti atom, sehingga diprediksi ada partikel lain dalam inti atom.

4) Neutron

Pada tahun 1932, James Chadwick melakukan percobaan yaitu menembakkan partikel α ke selembur tipis berilium, logam tersebut memancarkan radiasi yang berenergi sangat tinggi. Sinar ini terdiri dari partikel netral yang mempunyai massa sedikit lebih besar dari pada massa proton.

Chadwick mengamati bahwa berilium yang ditembak dengan partikel α memancarkan suatu partikel yang mempunyai daya tembus yang sangat tinggi dan tidak dipengaruhi oleh medan magnet maupun medan listrik. Partikel ini bersifat netral atau tidak bermuatan. Chadwick menamai partikel ini dengan neutron. Dengan ditemukannya neutron, maka terdapat tiga partikel dasar atom yaitu elektron, proton dan neutron. Proton dan neutron terletak di dalam inti atom, sedangkan elektron beredar mengelilingi inti atom (Chang, 2003).

e. Notasi atom

Suatu atom direpresentasikan dengan lambang standar seperti dibawah ini. Pada lambang tersebut X adalah lambang unsur, A adalah nomor massa, dan Z adalah nomor atom. Notasi susunan atom yaitu sebagai berikut :



Keterangan :

X = lambang atom atau lambang unsur

Z = nomor atom = proton = elektron

A = nomor massa = proton + neutron

1) Nomor atom

Semua atom dapat diidentifikasi berdasarkan jumlah proton dan neutron yang dikandungnya. Jumlah partikel positif atau yang dikenal dengan jumlah proton dalam suatu atom dinyatakan dengan suatu bilangan yang disebut dengan nomor atom (atomic number) yang diberi simbol Z , sehingga nomor atom juga menandakan jumlah elektron yang ada dalam atom. Atom akan memiliki sifat netral jika jumlah elektron sama dengan jumlah proton.

Nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron

2) Nomor massa

Nomor Massa (A) adalah jumlah total neutron dan proton yang ada dalam inti atom suatu unsur, kecuali untuk bentuk paling umum dari hidrogen yang mempunyai satu proton dan tidak mempunyai neutron. Semua inti atom mengandung baik proton maupun neutron (Effendy, 2016).

Nomor massa = jumlah proton + jumlah neutron
= nomor atom + jumlah neutron

Jumlah neutron pada atom dapat dihitung dengan mengurangi nomor atom dan nomor massa, atau dapat ditulis $A - Z$. Contoh, jika nomor massa

fluorin adalah 19 dan nomor atomnya (proton) adalah 9, maka jumlah neutron atom fluorin adalah $19 - 9 = 10$. Nomor atom, nomor massa dan jumlah atom selalu berbentuk bilangan bulat positif (Chang, 2003).

f. Isotop, isoton dan isobar

Menurut Petrucci (2007), tidak semua atom mempunyai nomor massa sama. Pada beberapa atom, ditemukan adanya kesamaan pada nomor massa. Selain itu ditemukan pula atom sejenis yang nomor massanya berbeda sedangkan nomor atom dan jumlah neutronnya sama. Persamaan dan perbedaan inilah yang kemudian memunculkan istilah isotop, isoton dan isobar.

1) Isotop

Isotop merupakan atom-atom yang mempunyai nomor atom sama tetapi berbeda nomor massanya, atau unsur-unsur sejenis yang memiliki jumlah proton sama, tetapi jumlah neutron berbeda. Contoh $^{16}_8\text{O}$ dan $^{17}_8\text{O}$.

2) Isoton

Isoton merupakan atom-atom dari unsur yang berbeda (nomor atom berbeda) tetapi memiliki jumlah neutron yang sama. Contoh $^{14}_6\text{C}$ dan $^{16}_8\text{O}$.

3) Isobar

Isobar adalah atom dari unsur yang berbeda (nomor atom berbeda) tetapi mempunyai nomor massa sama. Contoh $^{14}_6\text{C}$ dan $^{14}_7\text{N}$.

f. Konfigurasi elektron

Suatu atom mempunyai beberapa orbital yaitu s, p, d, f tetapi yang terisi elektron hanya sebgaimana sesuai dengan jumlah elektronnya. Susunan elektron dalam atom disebut konfigurasi elektron, yaitu penyebaran elektron dalam orbital-orbital atom. Orbital adalah sebuah fungsi matematika yang menggambarkan sifat satu elektron ataupun sepasang elektron seperti gelombang dalam sebuah atom. Aturan penulisan konfigurasi elektron adalah sebagai berikut :

1) Menurut model atom Bohr

Atom terdiri dari inti atom yang bermuatan positif dan beberapa kulit yang merupakan tempat berpindahnya elektron. Elektron yang mengelilingi inti atom berada pada lintasan atau tingkat energi tertentu yang dikenal sebagai kulit atom. Setiap kulit atom terdapat jumlah elektron maksimal yang dapat ditempati. Pengisian elektron dimulai dari tingkat energi (kulit) yang paling rendah yaitu kulit K (kulit pertama), jika kulit pertama sudah terisi

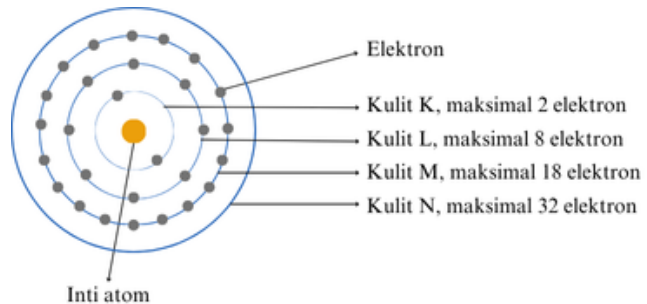
penuh, maka elektron mengisi kulit tingkat berikutnya yaitu kulit L (kulit kedua), kulit M (kulit ketiga), kulit N (kulit keempat) dst. Jumlah elektron maksimal yang ditempati setiap kulit elektron dapat dihitung menggunakan rumus $2n^2$, dan jumlah elektron pada kulit terluar maksimal 8 elektron.

Kulit K ($n = 1$) maksimal menampung $2 \cdot 1^2 = 2$

Kulit L ($n = 2$) maksimal menampung $2 \cdot 2^2 = 8$

Kulit M ($n = 3$) maksimal menampung $2 \cdot 3^2 = 18$

Kulit N ($n = 4$) maksimal menampung $2 \cdot 4^2 = 32$



Contoh : Kalsium (Ca) memiliki nomor atom 20 = jumlah elektron = 20, maka jumlah elektron pada :

Kulit ke-1 (K) = 2

Kulit ke-2 (L) = 8

Kulit ke-3 (M) = 8 (kulit terluar maksimal 8 elektron, meskipun jumlah maksimal kulit M = 18

Kulit ke-4 (N) = 2

Konfigurasi elektronnya adalah 2 8 8 2

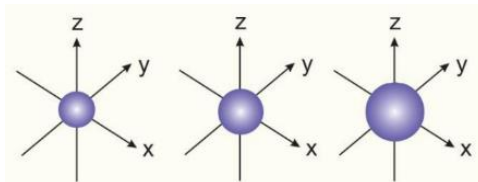
2) Menurut model atom mekanika kuantum

Menurut model atom mekanika kuantum, elektron dalam atom bergerak mengelilingi inti pada tingkat energi tertentu (kulit atom). Pada inti atom terdapat proton dan neutron, sedangkan pada kulit atom terdiri dari sub kulit yang merupakan orbital (tempat kemungkinan ditemukan adanya elektron) dan dalam orbital terisi maksimal 2 elektron.

a) Bentuk orbital

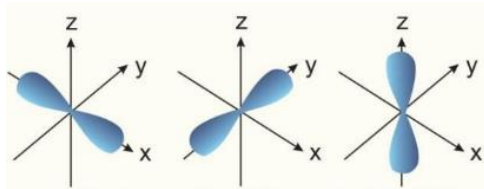
1. Orbital S

Orbital s berbentuk seperti bola di sekitar inti atom. ketika tingkat energi elektron meningkat, maka bentuk orbitalnya semakin besar.



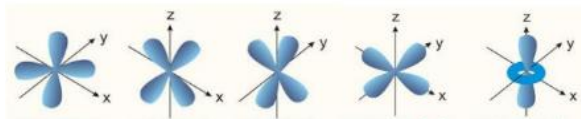
2. Orbital P

Orbital p berbentuk seperti bola terpilin dan menunjuk ke sumbu-sumbu ruang tertentu. Orbital yang berada pada sumbu X disebut P_x , orbital yang berada pada sumbu Y disebut p_y , dan orbital yang berada pada sumbu Z disebut P_z .



3. Orbital D

Orbital d berbentuk seperti bola terpilin ada lima orbital subkulit d, yaitu d_{x-y} , d_{y-z} , d_{x-z} , $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2} . Tiga orbital d terletak di antara sumbu ruang dan 2 orbital d terletak pada sumbu ruang. Orbital d_{x-y} berada di antara sumbu X dan Y, orbital d_{y-z} berada di antara sumbu Y dan Z, orbital d_{x-z} berada di antara sumbu X dan Z, orbital $d_{x^2-y^2}$ berada pada sumbu X dan Y, orbital d_{z^2} berada pada sumbu X dimana ada lingkaran di tengah-tengahnya.



c) Penulisan konfigurasi elektron

Penulisan konfigurasi elektron menurut model mekanika kuantum menggunakan diagram orbital dan perlu mengikuti aturan penentuan konfigurasi elektron berdasarkan orbital yang meliputi asas Aufbau, Larangan Pauli, dan Kaidah Hund. Kedudukan elektron terluar dari suatu atom bisa ditentukan dengan melihat bilangan kuantumnya.

1. Asas Aufbau

Aufbau berasal dari bahasa Jerman Aufbau yang berarti membangun. Prinsip Aufbau mengatakan bahwa bila proton ditambahkan satu persatu kedalam inti atom untuk membentuk unsur, elektron juga ditambahkan keorbital-orbital atomnya dengan cara yang sama. Pengisian orbital diawali dari tingkat energi yang lebih rendah kemudian ke tingkat energi yang lebih tinggi (Chang, 2003).

Pengisian elektron dimulai dari subkulit dengan tingkat energi terendah ke tingkat energi lebih tinggi. Ada batasan elektron, yaitu Subkulit s memiliki 1 orbital, ditempati maksimal 2 elektron. Subkulit p memiliki 3

orbital, ditempati maksimal 6 elektron. Subkulit d memiliki 5 orbital, ditempati maksimal 10 elektron. Subkulit f memiliki 7 orbital, ditempati maksimal 14 elektron.

2. Larangan Pauli

Asas larangan Pauli menyatakan bahwa pada satu atom, tidak mungkin terdapat dua elektron yang memiliki bilangan kuantum sama, yaitu bilangan kuantum n , l , m dan s . Artinya setiap orbital maksimal diisi oleh dua elektron, dan jika dua elektron tersebut berada di orbital yang sama maka antara kedua elektron itu harus memiliki spin berlawanan, dengan kata lain, hanya dua elektron yang dapat menempati orbital atom yang sama (Chang, 2003).

Jika dua elektron dalam satu atom mempunyai nilai n , l , dan m yang sama (yakni, kedua elektron ini berada dalam orbital atom yang sama), maka kedua elektron tersebut harus mempunyai orbital atom yang sama, dan kedua elektron tersebut harus mempunyai spin yang berlawanan, dengan kata lain, hanya dua elektron yang dapat menempati orbital atom

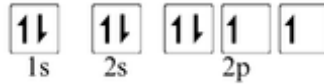
yang sama. Sebagai konsekuensi dari larangan Pauli maka jumlah elektron yang dapat menghuni subkulit s, p, d, f, ..., dst berturut-turut adalah 2, 5, 10, 14, ..., dst.

3. Kaidah Hund

Kaidah Hund menyatakan bahwa susunan elektron yang paling stabil dalam sub kulit adalah susunan dengan jumlah spin paralel terbanyak. Pada pengisian orbital-orbital dengan tingkat energi yang sama yaitu orbital-orbital dalam satu sub kulit, mula-mula elektron akan menempati orbital secara sendiri-sendiri dengan spin paralel baru kemudian berpasangan.

Kaidah Hund disusun berdasarkan data spektroskopi atom. Pengisian elektron ke dalam orbital-orbital yang tingkat energinya sama, misalnya ketiga orbital-p atau kelima orbital-d. Oleh karena itu, elektron-elektron tidak berpasangan sebelum semua orbital dihuni. Elektron-elektron yang menghuni orbital-orbital dengan tingkat energi sama, misalnya orbital pz, px, py. Maka energi paling rendah dicapai jika spin elektron searah.

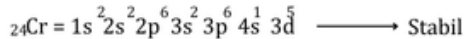
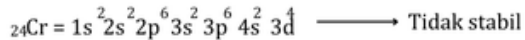
Oksigen (nomor massa = 8) : $1s^2 2s^2 2p^4$



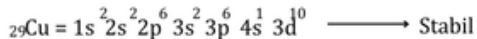
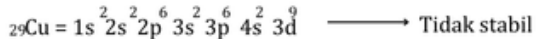
4. Aturan setengah penuh

Aturan konfigurasi elektron penuh-setengah penuh terjadi pada atom golongan B yaitu pada pengisian elektron subkulit d. Elektron yang berisi penuh d dan setengah penuh d akan relatif lebih stabil.

Contoh :



Berdasarkan contoh tersebut, jika 4s diisi 2 elektron maka 3d kekurangan 1 elektron untuk menjadi setengah penuh, maka 1 elektron 4s berpindah ke 3d



Berdasarkan penjelasan mengenai materi struktur atom yang telah dijabarkan, dapat diambil kesimpulan bahwa perkembangan teori atom dimulai dari Democritus (abad ke-5 SM), teori atom Dalton (1808), teori atom J. J Thomson (1897), teori atom Rutherford (1909) dan disempurnakan oleh teori atom Niels Bohr (1913). Partikel atom tersusun oleh proton, neutron dan elektron. Nomor atom merupakan jumlah proton

dalam suatu atom, sedangkan nomor massa merupakan jumlah proton dan neutron.

Isotop merupakan atom-atom memiliki nomor atom sama tapi memiliki nomor massa beda, isoton merupakan atom-atom yang memiliki nomor atom beda tapi memiliki neutron yang sama. Isobar merupakan atom-atom yang memiliki nomor atom beda tapi memiliki nomor massa sama. Terdapat aturan penulisan konfigurasi elektron yaitu asas Aufbau, asal larangan Pauli dan kaidah Hund. Molekul merupakan senyawa yang terdiri dari sedikitnya dua atom dalam susunan tertentu yang terikat bersama ikatan kimia, sedangkan ion merupakan sebuah atom atau sekelompok atom yang mempunyai muatan total positif.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian yang relevan yang dapat mendukung kerelevansian peneliti sebagai berikut :

1. Pada penelitian Cindy, Oli & Pakaya (2022), diperoleh hasil rata-rata nilai siswa setelah diterapkan media *augmented reality* yaitu sebesar 94,29. Berdasarkan hasil uji t-test, nilai t hitung yaitu 12,359 dan nilai t tabel yaitu 2,069 sehingga dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan motivasi belajar peserta didik sebelum dan setelah menggunakan media AR. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian

sebelumnya mengkaji motivasi belajar siswa, sedangkan penelitian yang akan dilakukan mengkaji kemampuan MLR siswa.

2. Pada penelitian Nurillah, Fatayah & Purwanto (2023), diperoleh hasil analisis data nilai t hitung sebesar 4,134 dan nilai t tabel sebesar 2,021 dengan taraf Signifikansi 0,05, ada perbedaan yang signifikan antara peserta didik yang menggunakan media *augmented reality* dengan siswa yang menggunakan media *power point*. Berdasarkan hasil uji t -test, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media *augmented reality* mampu meningkatkan prestasi belajar siswa pada materi ikatan kimia. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian sebelumnya mengkaji prestasi belajar siswa, sedangkan penelitian yang akan dilakukan mengkaji kemampuan MLR siswa.
3. Pada penelitian Sandi, Hamid & Bakhri (2023), diperoleh hasil analisis validitas dari validator menunjukkan e-modul yang dikembangkan berkategori sangat valid. Kepraktisan e-modul menunjukkan kategori sangat praktis dan e-modul yang dikembangkan efektif dengan nilai N -gain 0,75 yang termasuk kategori tinggi, sehingga e-modul layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang

akan dilakukan adalah penelitian sebelumnya mengkaji keterampilan berpikir kreatif siswa, sedangkan penelitian yang akan dilakukan mengkaji kemampuan MLR siswa.

4. Pada penelitian Ratna, Andayani & Gunawan (2014), diperoleh hasil N-gain kelas eksperimen lebih tinggi ($p=0,002$) dibandingkan kelas kontrol. Selain itu, rata-rata N-gain kemampuan representasi peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol pada setiap sub materi pokok. Konsep komponen larutan penyangga mengalami peningkatan tertinggi di kelas eksperimen (rata-rata N-gain = 81,21%). Konsep pH larutan penyangga mengalami peningkatan tertinggi di kelas kontrol (rata-rata N-gain = 76,42%). Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa MAS dapat meningkatkan kemampuan representasi peserta didik pada setiap sub materi pokok. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian sebelumnya menggunakan media animasi submikroskopik, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan bahan ajar terintegrasi AR
5. Pada penelitian Auliza, kurniawan & kurniawati (2019), diperoleh hasil terdapat peningkatan kemampuan MLR peserta didik setelah menggunakan modul multipel representasi. Diperoleh nilai N-Gain aspek makroskopik

yaitu 0,54, aspek mikroskopik yaitu 0,68 dan aspek simbolik yaitu 0,38 (kategori sedang). Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian sebelumnya menggunakan modul berbasis multipel representasi, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan modul cetak terintegrasi AR.

Berdasarkan uraian beberapa penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa terdapat persamaan dan perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Beberapa persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan bahan ajar dan kemampuan MLR peserta didik. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah bahan ajar yang digunakan terintegrasi AR dan mengukur kemampuan MLR peserta didik, sehingga keterbaruan yang akan dilakukan peneliti adalah tentang penggunaan modul struktur atom terintegrasi AR untuk meningkatkan kemampuan MLR siswa.

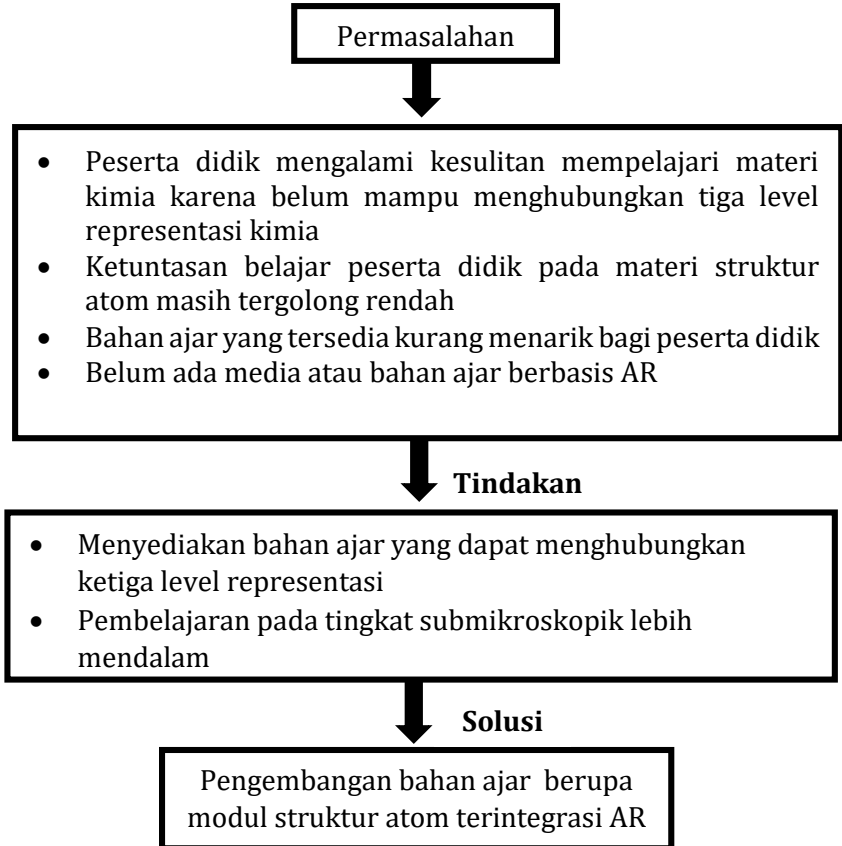
C. Kerangka Berpikir

Materi kimia tergolong materi yang konsep dasarnya sulit dipahami juga mengandung konsep-konsep yang abstrak, hal ini karena materi kimia mencakup tiga level representasi. Hal ini dibuktikan dengan kemampuan multi level representasi peserta didik yang rendah. Peserta didik mengatakan bahwa di

sekolah, pembelajaran kimia hanya berfokus ke level makroskopik dan level simbolik, akan tetapi pada level submikroskopik kurang ditekankan sehingga cenderung lebih memahami materi pada level makroskopik.

Berdasarkan hasil angket dan wawancara di SMA Negeri 12 Semarang, pada pembelajaran kimia guru menggunakan LKS modul sebagai bahan ajar, tetapi modul yang digunakan hanya berupa modul cetak. Peserta didik menyatakan bahan ajar yang berupa modul cetak tanpa integrasi aspek teknologi kurang dinilai menarik dan membuat peserta didik mudah merasa bosan. Peserta didik juga menilai bahwa pada materi struktur atom, terdapat banyak pembahasan yang sulit dipahami jika hanya menggunakan bahan ajar LKS dan modul cetak.

Penggunaan bahan ajar berupa modul cetak dengan bantuan teknologi AR dapat mengintegrasikan ketiga level representasi kimia dan dapat memvisualisasikan konsep struktur atom pada level submikroskopis secara tiga dimensi, sehingga dapat meningkatkan kemampuan MLR peserta didik. Kerangka berpikir pada penelitian ini disajikan pada Gambar 2.4



Gambar 2.10 Kerangka Berpikir Penelitian

BAB III

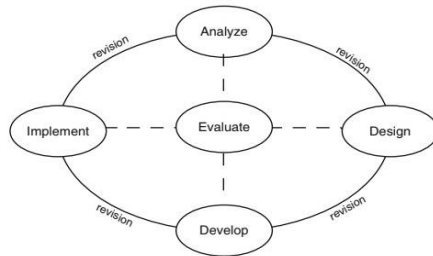
METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian R&D (*Research and Development*) atau penelitian dan pengembangan. Penelitian R&D adalah penelitian yang digunakan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk tertentu, serta dilakukan uji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2013). Model pengembangan pada penelitian ini adalah menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Model pengembangan ADDIE menjadi panduan dalam mempresentasikan panduan perangkat pengembangan yang dinamis (Cahyadi, 2019). Model pengembangan ADDIE terdiri dari lima tahapan yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi.

B. Prosedur Pengembangan

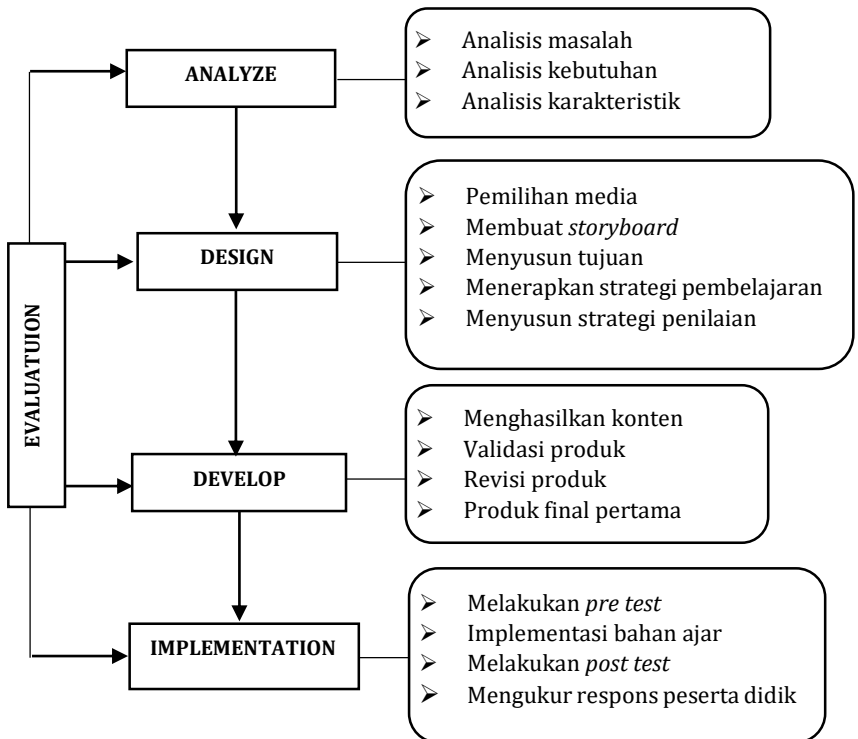
Mengadaptasi dari model ADDIE yang dikembangkan oleh Branch (2009), prosedur penelitian ini terdiri atas 5 tahapan yaitu *Analyze* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi) dan *Evaluation* (evaluasi). Adapun desain pengembangan berdasarkan model pengembangan ADDIE terdapat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Langkah-langkah model ADDIE

(Branch, 2009)

Prosedur pengembangan penelitian ini terdapat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Bagan Prosedur Penelitian Model ADDIE

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis bertujuan untuk mencari permasalahan dan penyebab adanya permasalahan tersebut (Branch, 2009). Pada tahap analisis, peneliti melakukannya dengan wawancara kepada narasumber yaitu guru kimia dan penyebaran angket peserta didik.

a. Analisis masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan wawancara bersama guru kimia SMA Negeri 12 Semarang. Tujuan dilakukan analisis masalah yaitu untuk mengetahui permasalahan terkait pembelajaran kimia di sekolah. Peneliti mengidentifikasi permasalahan yang ada pada sekolah berdasarkan metode yang diterapkan dan media pembelajaran yang digunakan di sekolah, kemudian solusi yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut (Branch, 2009).

b. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan angket kepada peserta didik. Peneliti menganalisis bahan ajar yang digunakan sebagai sumber pada proses pembelajaran. Tujuan tahap ini adalah untuk mengetahui kebutuhan peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

c. Analisis karakteristik peserta didik

Analisis karakteristik peserta didik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui peserta didik sehingga peneliti dapat mengetahui bahan ajar yang cocok digunakan dan dikembangkan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Data pada tahap ini diperoleh melalui hasil angket yang disebarakan kepada peserta didik.

2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain atau perancangan dilakukan untuk memverifikasi kinerja yang diinginkan dan metode pengujian yang sesuai (Branch, 2009). Pada tahap ini, terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan antara lain :

a. Pemilihan media

Pada kegiatan ini, dilakukan pemilihan media yang cocok untuk memenuhi kebutuhan peserta didik. Pemilihan media disesuaikan dengan hasil analisis masalah, analisis kebutuhan dan analisis karakter peserta didik.

b. Membuat *storyboard*

Storyboard adalah sketsa desain awal bagaimanakah tampilan dari produk yang dibuat dan fungsi-fungsi bagian-bagian yang terkandung di dalamnya.

c. Menyusun tujuan

Penyusunan tujuan pembuatan produk disesuaikan dengan permasalahan pada kondisi lapangan. Tujuan tahap ini adalah untuk mengidentifikasi komponen materi yang penting dikuasai dalam mencapai tujuan instruksional.

d. Menerapkan strategi pembelajaran

Pada kegiatan ini, strategi pembelajaran yang akan diterapkan disesuaikan dengan analisis kebutuhan peserta didik.

e. Menyusun strategi penilaian

Strategi penilaian yang disusun berupa instrumen lembar wawancara, validasi ahli media dan ahli materi serta angket respons peserta didik. Pada tahap ini, instrumen yang telah disusun kemudian dinilai dan divalidasi oleh dosen pembimbing. Adapun hasilnya berupa saran yang diberikan agar menjadi bahan revisi bagi peneliti sehingga didapatkan instrumen media dan angket yang layak disebarakan kepada validator ahli media, ahli materi dan peserta didik.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan, peneliti mengembangkan produk sesuai dengan rancangan. Produk yang telah didesain kemudian direalisasikan menjadi produk yang

siap diimplementasikan. Adapun tahapan pengembangan ini meliputi beberapa prosedur yaitu :

a. Menghasilkan konten/isi

Pada tahap ini, peneliti melakukan penyusunan konten atau isi produk yang dikembangkan seperti menyiapkan materi, membuat *layout* modul. Setelah itu produk yang dihasilkan kemudian divalidasi oleh validator ahli media dan ahli materi.

b. Validasi produk

Tahap selanjutnya yaitu dilakukan validasi produk yang telah dikembangkan. Validasi produk dilakukan oleh validator ahli media dan ahli materi yang kompeten di bidangnya setelah instrument dinyatakan valid untuk mengukut data yang akan dikumpulkan dalam penelitian. Validasi ini bertujuan untuk memperoleh penilaian dan saran dari validator terkait kesesuaian antara konten dan materi dalam produk yang dikembangkan sebelum diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran. Hasil dari tahap ini digunakan sebagai acuan perbaikan dan penyempurnaan produk.

c. Revisi produk

Pada tahap ini, peneliti melakukan revisi atau perbaikan produk dengan menggunakan acuan dari

hasil penilaian serta masukan yang didapatkan dari beberapa uji dan validator. Setelah melakukan perbaikan produk, peneliti melakukan konsultasi kembali dengan validator terkait produk hasil revisi, jika produk tersebut sudah dinilai layak maka selanjutnya peneliti melakukan tahap finalisasi produk.

d. Produk final pertama

Produk final pertama merupakan produk yang dihasilkan setelah melakukan tahapan revisi berupa penyempurnaan berdasarkan saran dan penilaian validator ahli. Produk final penelitian ini berupa modul cetak struktur atom terintegrasi AR yang baik dan valid untuk diimplementasikan kepada peserta didik.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Produk pengembangan yang telah divalidasi sehingga layak diuji cobakan kemudian masuk ke tahap selanjutnya yaitu implementasi. Adapun prosedur yang dilakukan antara lain :

a. Melakukan *pre test*

Pada tahap ini, peserta didik diberikan soal *pretest* materi struktur atom sebanyak 12 soal. Soal yang digunakan sebelumnya telah divalidasi oleh validator ahli yang kompeten di bidangnya yang kemudian dinilai layak untuk digunakan. Tujuan dilakukan *pretest*

adalah untuk mengetahui sejauh manakah materi atau bahan yang akan diajarkan sudah dapat di kuasai oleh peserta didik sebelum diberikan perlakuan

b. Implementasi modul dalam pembelajaran

Pada tahap ini, bahan ajar berupa modul struktur atom terintegrasi AR yang telah dibuat dan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media sehingga dinilai valid digunakan kemudian di implementasikan dalam proses pembelajaran. Tujuan dilakukan penerapan bahan ajar ini adalah untuk menilai seberapa valid bahan ajar yang telah dibuat dan sebagai perlakuan untuk mengukur kemampuan MLR siswa berdasarkan perbedaan hasil *pretest* dan *posttest*.

c. Melakukan *post test*

Pada tahap ini, peserta didik diberikan soal *posttest* materi struktur atom sebanyak 12 soal. Soal yang digunakan sebelumnya telah divalidasi oleh validator ahli yang kompeten di bidangnya yang kemudian dinilai layak untuk digunakan. Tujuan dilakukan *posttest* adalah untuk mengetahui dan mengukur kemampuan MLR setelah diberi perlakuan berupa modul struktur atom terintegrasi AR dalam pembelajaran.

d. Mengukur respons peserta didik

Pada tahap ini, dilakukan dengan menyebar angket respons peserta didik. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan bagaimana respons peserta didik terhadap produk modul struktur atom yang dikembangkan.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi pada penelitian ini dilakukan pada setiap tahapan. Tahap evaluasi bertujuan untuk mengetahui adanya revisi dan melakukan perbaikan terhadap produk yang dikembangkan. Evaluasi yang dilakukan yaitu evaluasi secara formatif. Evaluasi formatif merupakan evaluasi yang dilakukan pada tiap tahap pengembangan produk.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

a. Pravalidasi

Pada tahapan pravalidasi, peneliti menyusun instrumen berupa lembar validasi ahli media dan materi dan angket peserta didik yang akan divalidasi oleh dosen pembimbing. Tujuan tahap pravalidasi adalah agar peneliti memperoleh instrumen media dan angket yang layak untuk disebarakan kepada validator ahli media, ahli materi dan peserta didik.

b. Validasi Ahli

Validasi bahan ajar yang dikembangkan dilakukan oleh validator ahli media dan ahli materi yang kompeten di bidangnya. Tujuannya adalah untuk memperoleh saran perbaikan bahan ajar yang dikembangkan. Hasil validasi ahli dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan revisi produk yang dikembangkan.

c. Uji Respons Peserta Didik

Uji respons peserta didik dilakukan dengan menggunakan angket untuk memperoleh data mengenai respons atau tanggapan terhadap keidealan produk. Angket disusun secara bervariasi dan peserta didik dapat memberikan penilaian terhadap produk yang dikembangkan.

2. Subjek Coba

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 12 Semarang, dengan subjek coba yang diambil adalah 1 kelas yaitu kelas X-E.11 SMA Negeri 12 Semarang sebanyak 35 peserta didik.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Teknik Pengumpulan Data

1. Non Tes

Teknik pengumpulan data non tes merupakan teknik pengambilan data tanpa menguji peserta didik atau tanpa melakukan tes.

a. Observasi

Pada penelitian ini, dilakukan observasi dimana peneliti mengamati secara langsung di lapangan. Tujuan dilakukan observasi adalah untuk mengamati bahan ajar yang digunakan oleh guru, penyampaian materi oleh guru dan kondisi peserta didik di kelas.

b. Wawancara

Wawancara yang digunakan pada penelitian ini bersifat terstruktur, artinya pertanyaan wawancara disiapkan terlebih dahulu disusun secara sistematis untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang informasi yang dibutuhkan. Tujuan dilakukan wawancara adalah untuk mendapatkan informasi yang menjelaskan kondisi sekolah yang akan diteliti.

c. Angket/kuesioner

Teknik pengumpulan data menggunakan angket dilakukan dengan memberikan beberapa pertanyaan pada responden (Sugiyono, 2013). Pada penelitian ini, digunakan dua jenis angket yaitu angket uji kevalidan bahan ajar dengan Aiken's V dan angket respons.

d. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan pengumpulan data peristiwa yang sudah dilakukan berupa gambar, laporan kegiatan dan data relevan terhadap penelitian selama

proses penelitian berlangsung. Tujuan dilakukan dokumentasi adalah sebagai bukti bahwa peneliti telah melakukan penelitian.

2. Tes

Tes merupakan serangkaian pertanyaan atau latihan yang digunakan sebagai alat ukur keterampilan pengetahuan. Tes terdiri atas beberapa soal yang memiliki tingkat kesukaran berbeda-beda dan harus dikerjakan oleh peserta didik secara individu. Tujuan adanya tes adalah untuk mengukur tingkat kemampuan dan pengetahuan MLR peserta didik.

Penelitian ini menggunakan soal pilihan ganda sebanyak 12 butir. Perolehan data berasal dari tes berasal dari nilai *pre test* dan *post test* yang dilakukan oleh kelas XI SMA Negeri 12 Semarang sebanyak 31 peserta didik yang telah menerima materi struktur atom. Tes ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan MLR peserta didik sebelum dan setelah diberi produk.

b. Instrumen Pengumpulan Data

1) Lembar Wawancara

Wawancara yang digunakan pada penelitian ini bersifat terstruktur, yaitu pertanyaan wawancara disiapkan terlebih dahulu disusun secara sistematis untuk mendapatkan gambaran jelas tentang informasi yang dibutuhkan. Lembar wawancara divalidasi oleh dosen pembimbing sehingga telah

dinilai layak untuk digunakan. Wawancara dilakukan dengan guru kimia kelas X dan XI SMA Negeri 12 Semarang.

2) Angket Validasi

a. Angket Validasi Ahli Materi

Angket validasi materi terdapat beberapa aspek penilaian seperti aspek kualitas isi, kelayakan bahasa dan kelayakan penyajian. Perolehan data tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan perbaikan terhadap produk yang dikembangkan. Validasi ahli materi dilakukan oleh 6 validator ahli materi yaitu 4 validator dosen pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang dan 2 validator guru kimia SMA Negeri 12 Semarang.

b. Angket Validasi Ahli Media

Angket validasi media terdiri dari beberapa aspek penilaian. Perolehan data tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan perbaikan produk yang dikembangkan. Validasi ahli media dilakukan oleh 7 validator ahli materi yaitu 4 validator dosen pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang serta 2 validator guru kimia SMA Negeri 12 Semarang dan 1 validator ahli IT. Validasi angket ahli media dibutuhkan untuk mengetahui kevalidan media pembelajaran. Angket dinyatakan valid apabila memperoleh nilai valid dari item pertanyaan pada angket.

c. Angket Respons peserta didik

Pada angket respons peserta didik, tersedia beberapa pilihan jawaban. Penilaian angket menggunakan skala likert dengan 4 skala yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Selain itu, angket disusun secara bervariasi dimana pada angket tersebut disediakan tempat untuk peserta didik memberikan komentar dan saran terhadap produk yang dikembangkan.

3) Uji coba instrument tes

Instrumen berupa tes soal MLR yang dipakai untuk mengukur kemampuan MLR peserta didik harus dilakukan uji coba untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda butir soal.

a. Uji validitas

Uji validitas digunakan untuk melihat valid atau tidak valid dari suatu instrument alat ukur. Instrumen harus dinyatakan valid untuk digunakan saat penelitian (Sukardi, 2018). Pengujian validitas dalam penelitian ini menggunakan rumus korelasi point biserial r_{pbi} dengan rumusan sebagai berikut:

$$r_{pbi} = \frac{M_p - M_r}{SD_t} \sqrt{\frac{p}{q}}$$

r_{pbi} = koefisien korelasi biserial

M_p = mean skor dari subjek yang menjawab benar
item yang dicari korelasi

M_r = mean skor total

SD_t = standar deviasi dari skor total

p = proporsi subjek yang menjawab benar

q = proporsi subjek yang menjawab salah

Hasil r_{hitung} dibandingkan dengan r_{tabel} pada taraf signifikansi 5%. Butir soal dinyatakan valid apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$, sedangkan butir soal dinyatakan tidak valid apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$.

b. Uji reliabilitas

Uji reliabilitas yaitu seberapa konsisten hasil pengukuran terhadap objek yang sama dan akan menunjukkan hasil yang sama (Sugiyono, 2018). Uji reliabilitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana konsisten suatu instrument sehingga dapat dipercaya atau diandalkan. Pada penelitian ini menggunakan rumus *Alpha Cronbach*, sebagai berikut:

$$r = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Keterangan :

r = koefisien reliabilitas *alpha cronbach*

k = banyak butir pertanyaan

$\Sigma\sigma_b^2$ = jumlah varians butir pertanyaan

σ_t^2 = varians total

Interpretasi nilai r reliabilitas butir soal dapat dilihat pada Tabel 3. 1

Tabel 3.1 Interpretasi Nilai r Reliabilitas Soal

Besar nilai r	Interpretasi
$0,80 < r \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r \leq 0,20$	Sangat rendah

(Arikunto, 2010)

c. Tingkat kesukaran

Uji tingkat kesukaran soal bertujuan untuk mengetahui apakah soal yang diujikan termasuk ke dalam kategori mudah, sedang, atau sukar (Arikunto, 2010). Soal yang baik adalah soal yang memiliki tingkat kesukaran tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sukar. Uji tingkat kesukaran dapat dihitung menggunakan rumus :

$$TK = \frac{\bar{X}}{SMI}$$

(Arikunto, 2010)

Keterangan :

TK = tingkat kesukaran

\bar{X} = nilai rata-rata tiap butir soal

SMI = skor maksimal ideal

Hasil yang diperoleh dikonversi seperti ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Tingkat Kesukaran Soal

Rentang skor	Interpretasi
0,0 – 0,30	Sukar
0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

(Arikunto, 2010)

d. Daya beda

Daya beda merupakan kemampuan suatu soal untuk memberikan perbedaan antara kelompok peserta didik yang memiliki kemampuan atas dengan kelompok peserta didik yang memiliki kemampuan bawah (Sudjiono, 2015). Rumus yang digunakan untuk menguji daya beda soal:

$$DP = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{SMI}$$

(Arikunto, 2010)

Keterangan :

DP = daya pembeda

\bar{X}_A = rata-rata skor kelompok atas

\bar{X}_B = rata-rata skor kelompok bawah

SMI = skor maksimal ideal

Tabel 3.3 Kriteria Daya Pembeda

Rentang	Interpretasi
0,0 – 0,20	Jelek
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Baik sekali

(Arikunto, 2010)

4. Teknik Analisis Data

a. Uji Validitas Modul

Uji validitas modul pada penelitian ini dilakukan oleh ahli media dan ahli materi yang kompeten di bidangnya. Uji ini bertujuan untuk mengetahui kualitas modul yang dikembangkan. Uji yang dilakukan menggunakan rumus Aiken's V (*content validity coefficient*). Menurut Azwar (2012) Aiken's V digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu item mewakili dari konstruk yang akan diukur berdasarkan penilaian dari ahli (sebanyak n orang) pada tiap item dengan cara memberikan nilai 1 (sangat tidak relevan) sampai 5 (sangat relevan). Uji ini dilakukan menggunakan instrumen berupa lembar validasi ahli media dan lembar validasi ahli materi yang terdapat kriteria penilaian seperti pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Skala Angket Lembar Validasi

Kriteria Penilaian	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Kurang Baik	3
Tidak Baik	2
Sangat Tidak Baik	1

Perolehan total skor validasi tersebut kemudian dianalisis sehingga diperoleh nilai kelayakan modul yang dikembangkan. Besarnya validitas modul dihitung menggunakan rumus Aiken's V sebagai berikut :

$$V = \frac{\sum s}{[n(c - 1)]}$$

Keterangan :

s = r-lo

lo = skor terendah dalam penilaian (1)

C = skor tertinggi dalam penilaian (5)

R = skor penilaian dari validator

n = banyaknya penilai (validator)

Selanjutnya angka validasi dikonversikan berdasarkan jumlah validator. Validator ahli media sebanyak 7 validator dengan skala 5, jika $V \geq 0,75$ maka bahan ajar dikatakan valid pada aspek media. Validator ahli materi sebanyak 6 validator dengan skala 5, jika $\geq 0,79$ maka bahan ajar dikatakan valid pada aspek materi. Nilai V yang menjadi penentuan valid atau tidaknya bahan ajar,

didasari oleh tabel Aiken's V pada rater yang ditentukan. Tabel Aiken's V yang digunakan terdapat di **Lampiran 5**.

b. Angket Respons Peserta Didik

Angket respons peserta didik bertujuan untuk mengetahui tanggapan peserta didik mengenai bahan ajar struktur atom terintegrasi AR. Data angket respons peserta didik terhadap bahan ajar dianalisis sebagai berikut.

1) Data diperoleh dari 31 peserta didik X-E.11 SMA Negeri 12 Semarang. Penskoran angket respons peserta didik menggunakan skala Likert, dengan memberikan tanda centang (\surd) dengan kategori :

Sangat tidak setuju = Skor 1

Tidak setuju = Skor 2

Setuju = Skor 3

Sangat setuju = Skor 4

2) Mengonversi rata-rata skor yang diperoleh menjadi nilai kualitatif sesuai kriteria penilaian yang disajikan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Pedoman klasifikasi penilaian

Interval	Kriteria
$\bar{X} > (\bar{x}_i + 1,80 SB_i)$	Sangat Baik
$(\bar{x}_i + 0,6 SB_i) < \bar{X} \leq (\bar{x}_i + 1,80 SB_i)$	Baik
$(\bar{x}_i - 0,6 SB_i) < \bar{X} \leq (\bar{x}_i + 0,6 SB_i)$	Cukup
$(\bar{x}_i - 1,80 SB_i) < \bar{X} \leq (\bar{x}_i - 0,6 SB_i)$	Kurang
$\bar{X} \leq (\bar{x}_i - 1,80 SB_i)$	Sangat Kurang

(Widoyoko, 2009)

Keterangan :

\bar{X} = skor empiris

\bar{x}_i = rata-rata ideal = $\frac{1}{2}$ (skor maksimal ideal + skor minimum ideal)

SB_i = simpangan baku ideal = $\frac{1}{6}$ (skor maksimal ideal - skor minimum ideal)

c. Uji t

Uji t dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan peningkatan kemampuan MLR peserta didik. Pada penelitian ini digunakan uji *paired sample t-test*. Uji *paired sample t-test* merupakan uji statistika yang digunakan untuk menguji ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua sampel yang berpasangan. Uji t pada penelitian ini menggunakan bantuan SPSS. Data yang digunakan untuk uji t merupakan data hasil *pretest* dan *posttest*. Jika nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka ada peningkatan kemampuan MLR peserta didik, jika nilai Sig. (2-tailed) > 0,05 maka tidak ada peningkatan kemampuan MLR peserta didik.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini merupakan penelitian R&D (*Research and Development*) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE. Penelitian ini menghasilkan produk awal berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi *Augmented Reality* (AR) yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan Multi Level Representasi (MLR) peserta didik. Pengembangan bahan ajar ini dilakukan uji validitas untuk mengetahui kelayakan bahan ajar. Pengembangan bahan ajar AR ini dilakukan melalui 5 tahapan ADDIE meliputi tahap Analisis (*Analyze*), Desain (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*) dan Evaluasi (*Evaluation*).

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

a. Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan dengan wawancara guru kimia SMA Negeri 12 Semarang dan angket peserta didik, tujuannya adalah untuk mengetahui permasalahan yang ada di sekolah. Hasil wawancara terdapat pada **Lampiran 2**, dan hasil angket peserta didik terdapat pada **Lampiran 4**. Berdasarkan data hasil wawancara diperoleh beberapa permasalahan

yang ada di sekolah, terutama pada pelajaran kimia yaitu guru mengatakan bahwa terdapat kendala selama mengajar kimia karena banyak konsep yang bersifat abstrak sehingga perlu adaptasi. Pada pembelajaran kimia, penyampaian materi oleh guru belum mencakup tiga level representasi terutama pada tingkat submikroskopik sehingga pemahaman peserta didik pada level submikroskopik rendah.

Berdasarkan hasil angket peserta didik, diperoleh beberapa permasalahan selama pembelajaran kimia di sekolah yaitu peserta didik menanggapi pelajaran kimia merupakan pelajaran yang sulit dengan persentase sebesar 88,57%. Kesulitan yang dialami peserta didik karena kimia merupakan materi yang bersifat abstrak, terutama pada gambaran mikroskopik atom. Peserta didik juga kurang memahami materi yang disampaikan oleh guru. Pada pembelajaran kimia, guru menggunakan bahan ajar berupa LKS atau buku paket biasa. Peserta didik menilai bahan ajar tersebut membosankan karena tampilannya kurang menarik, sehingga menurunkan semangat peserta didik dalam mengikuti pembelajaran. Hal ini juga menyebabkan kemampuan peserta didik pada tingkat

submikroskopik rendah karena bahan ajar yang digunakan belum mencakup level submikroskopik.

b. Analisis Kebutuhan

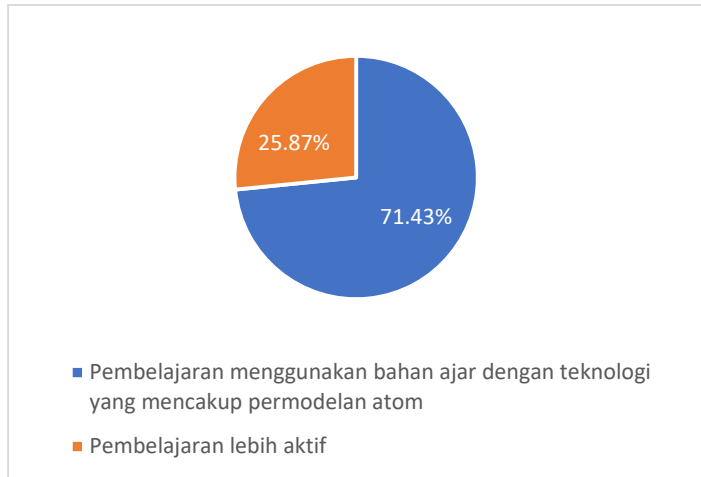
Analisis kebutuhan dilakukan dengan tujuan agar mengetahui kebutuhan peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi dan penyebaran angket pada peserta didik. Pada tahap ini, peneliti menganalisis materi dan bahan ajar yang digunakan sebagai sumber belajar. Berdasarkan wawancara dengan guru kimia SMA Negeri 12 Semarang dan angket peserta didik, diperoleh hasil bahwa pada materi struktur atom, peserta didik mengalami kesulitan untuk memahami karena materi struktur atom bersifat abstrak. Materi struktur atom membutuhkan penjelasan dan penggambaran model yang lebih mendalam dan detail, sehingga dapat meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi tersebut.

Pembelajaran kimia di sekolah menggunakan bahan ajar berupa LKS dan buku cetak biasa. Bahan ajar tersebut dinilai kurang lengkap membahas materi struktur atom. Penggunaan bahan ajar tersebut mendapatkan respons yang kurang baik dari peserta

didik. Peserta didik mudah merasa bosan dan kurang tertarik karena hanya membaca materi di bahan ajar tersebut, sehingga peserta didik menjadi kurang aktif dalam mengikuti pembelajaran.

Bahan ajar yang tersedia pada saat pembelajaran kimia hanya berupa LKS atau buku cetak biasa, penggunaan bahan ajar tersebut kurang menjangkau multi level representasi pada tingkat submikroskopik. Pada materi struktur atom, terdapat permodelan atom yang dinilai cukup abstrak bagi peserta didik, karena bahan ajar yang tersedia hanya berisi penjelasan singkat mengenai materi saja, akibatnya kemampuan MLR dan pemahaman peserta didik pada tingkat submikroskopik tergolong rendah.

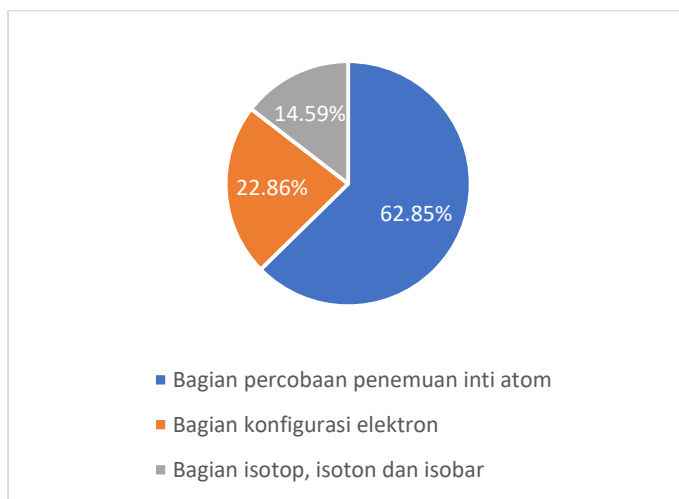
Berdasarkan hasil angket peserta didik, pada butir pertanyaan nomor yaitu “pembelajaran seperti apa yang anda sukai dan anda butuhkan?”, diperoleh persentase jawaban peserta didik yang terdapat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Diagram Pembelajaran yang disukai dan dibutuhkan

Hasil angket pada butir pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 71,43% peserta didik membutuhkan bahan ajar yang dikaitkan dengan teknologi yang mencakup permodelan atom dalam proses pembelajaran dan sebanyak 25,87% peserta didik membutuhkan pembelajaran lebih aktif. Sehingga dapat dikatakan bahwa peserta didik membutuhkan bahan ajar yang mencakup tiga level representasi agar dapat menguasai kemampuan multi level representasi. Pada butir pertanyaan nomor yaitu “Bagian materi struktur atom manakah yang membuat anda kesulitan

memahami materi tersebut?”, diperoleh persentase jawaban peserta didik yang terdapat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Diagram Materi Struktur Atom yang Sulit

Hasil angket pada butir pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 62,85% peserta didik menjawab pada bagian percobaan penemuan inti atom karena tidak bisa mengamati percobaan secara langsung, sebanyak 22,86% peserta didik menjawab pada bagian konfigurasi elektron, dan sebanyak 14,59% peserta didik menjawab pada bagian isotop, isoton dan isobar.

Berdasarkan hasil angket peserta didik dan jawaban dua butir pertanyaan tersebut, peneliti mengusulkan membuat bahan ajar struktur atom yang

terintegrasi teknologi dan dapat mencakup seluruh level representasi terutama pada permodelan atom. Permodelan atom pada bahan ajar ini, dibuat tidak hanya berfungsi menjabarkan pada level submikroskopik, tetapi juga dapat menjabarkan level makroskopik, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kemampuan MLR peserta didik. Integrasi teknologi yang dipilih dan cocok untuk merepresentasikan kebutuhan yang mencakup level submikroskopik dan makroskopik adalah teknologi *Augmented Reality* (AR).

Selain itu, bahan ajar yang terintegrasi AR ini dibuat lebih menarik dari segi tampilan agar peserta didik tidak mudah merasa bosan. Integrasi teknologi AR ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan MLR peserta didik, meningkatkan semangat belajar peserta didik dan tidak merasa bosan selama proses pembelajaran berlangsung. Hasil wawancara dan angket peserta didik terdapat pada **Lampiran 2** dan **Lampiran 4**.

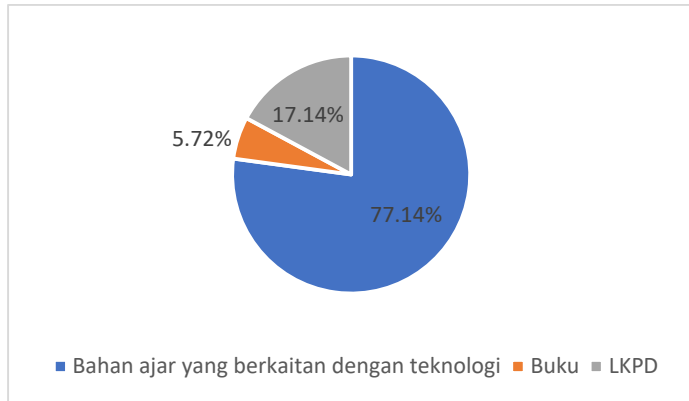
c. Analisis Karakteristik Peserta Didik

Analisis karakteristik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik peserta didik yang akan menjadi dasar peneliti mengembangkan bahan

ajar. Bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik peserta didik diharapkan dapat meningkatkan kemampuan MLR. Data analisa ini diperoleh dari angket yang disebarakan kepada peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia dan observasi di kelas, pada pembelajaran kimia menggunakan bahan ajar LKS dan modul cetak biasa membuat peserta didik cenderung merasa bosan. Upaya yang dilakukan guru untuk melibatkan peserta didik dalam pembelajaran agar lebih aktif adalah dengan melibatkan *smartphone* dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil angket yang disebarakan ke peserta didik, diperoleh beberapa jawaban untuk menganalisis karakteristik peserta didik.

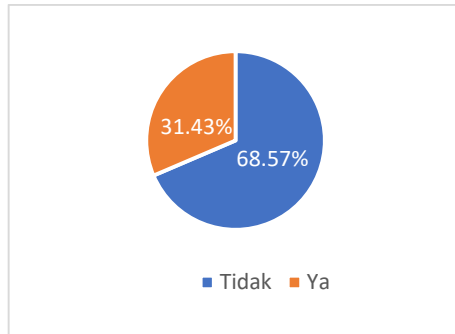
Pada butir pertanyaan nomor 10 yaitu “Bahan ajar atau media apa yang anda sukai?”, diperoleh persentase jawaban peserta didik yang terdapat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Diagram Bahan Ajar yang disukai

Hasil angket pada butir pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 77,14% peserta didik menjawab bahan ajar yang berkaitan dengan teknologi, sebanyak 5,72% peserta didik menjawab buku sebesar dan sebanyak 17,14% peserta didik menjawab LKPD.

Pada butir pertanyaan nomor 11 mengenai keaktifan di kelas yaitu “Apakah anda aktif dalam pembelajaran di kelas?”, diperoleh persentase jawaban peserta didik yang terdapat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Diagram Keaktifan dalam Kelas

Hasil angket pada butir pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 68,57% peserta didik menjawab Tidak dan sebanyak 31,43% peserta didik menjawab Ya.

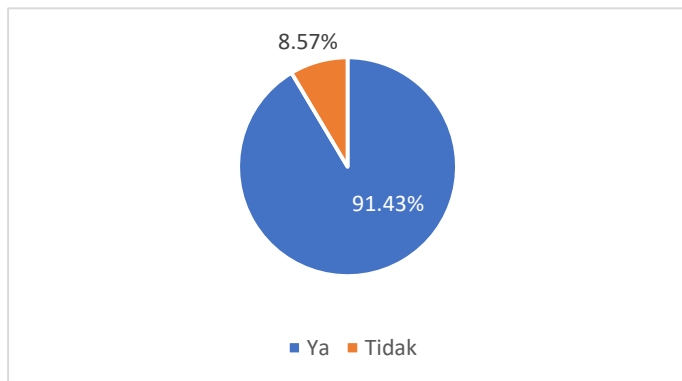
Butir pertanyaan nomor 13 yaitu “Pembelajaran seperti apakah yang anda sukai?”, persentase jawaban peserta didik yang terdapat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Diagram Pembelajaran yang disukai

Hasil angket pada butir pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 71,43% peserta didik menjawab pembelajaran secara aktif dengan menggunakan bahan ajar yang desainnya menarik dan dikaitkan dengan teknologi, dan sebanyak 28,57% peserta didik yang menjawab pembelajaran yang lebih aktif.

Pada butir pertanyaan nomor 19 “Apakah anda memiliki ketertarikan terhadap media pembelajaran yang menggunakan teknologi *augmented reality*?”, diperoleh persentase jawaban peserta didik yang terdapat pada Gambar 4.6



Gambar 4. 6 Diagram Ketertarikan terhadap AR

Hasil angket pada butir pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 91,43% peserta didik

menjawab Ya dan sebanyak 8,57% peserta didik menjawab Tidak.

Berdasarkan hasil angket peserta didik yang telah disebarkan dan beberapa pertanyaan mengenai karakteristik peserta didik, diperoleh karakteristik peserta didik yaitu peserta didik menyukai pembelajaran kimia yang lebih aktif. Selain itu, peserta didik juga menyukai penggunaan bahan ajar yang lebih menarik dan dikaitkan dengan teknologi. Peserta didik juga sangat tertarik dengan bahan ajar yang menggunakan teknologi AR dengan persentase sebesar 91,43%. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan bahan ajar materi struktur atom yang terintegrasi dengan teknologi AR yang diharapkan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Pada bahan ajar ini, terdapat integrasi AR yang mencakup MLR, hal ini dibuat agar pembelajaran di kelas dapat menjadi lebih aktif. Dalam pelaksanaan pembelajaran, setelah melakukan *scan* untuk memunculkan AR, peserta didik akan melakukan diskusi terkait perbedaan model yang telah *discan* dalam bentuk 3D.

Berdasarkan uraian analisis masalah, analisis kebutuhan dan analisis karakteristik peserta didik, maka peneliti melakukan pengembangan bahan ajar

struktur atom yang terintegrasi dengan teknologi AR. Pengembangan bahan ajar ini diharapkan dapat menjawab permasalahan yang ada sehingga mampu meningkatkan kemampuan MLR peserta didik dan dapat dijadikan sebagai sumber belajar mandiri maupun sebagai pegangan guru sebagai media pembelajaran.

2. Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain dilakukan perancangan bahan ajar yang dikembangkan berdasarkan hasil analisis pada tahap analisis. Perancangan bahan ajar disesuaikan dengan permasalahan, kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahapan ini adalah pemilihan media, menyusun tujuan, menerapkan strategi pembelajaran dan menyusun strategi penilaian.

a. Pemilihan Media

Tahap ini dilakukan untuk menentukan media yang tepat dikembangkan sesuai dengan analisis permasalahan, kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Berdasarkan analisis masalah, ditemukan bahwa peserta didik mengalami kesulitan mempelajari struktur atom karena bersifat abstrak terutama pada tingkat submikroskopik. Pada analisis kebutuhan ditemukan bahwa peserta didik membutuhkan bahan

ajar yang menarik agar tidak merasa bosan, dan pada analisis karakteristik ditemukan bahwa karakteristik peserta didik merupakan pembelajaran yang menggunakan teknologi.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, peneliti memilih media bahan ajar cetak materi struktur atom yang terintegrasi dengan AR. Pada bahan ajar terdapat materi dan soal yang memuat 3 level representasi, sehingga diharapkan bahan ajar tersebut dapat menjadi solusi atas permasalahan, kebutuhan, dan karakteristik peserta didik, serta dapat meningkatkan kemampuan MLR peserta didik. Rancangan komponen bahan ajar terdapat pada Gambar 4.7

Cover
Kata Pengantar
Daftar Isi
Glosarium
Petunjuk Penggunaan Bahan Ajar
Peta Konsep
Pendahuluan
• Identitas Bahan Ajar
• Kompetensi Awal
• Profil Pelajar Pancasila
• Sarana Prasarana
• Target Peserta Didik
Kegiatan Pembelajaran I
• Tujuan Pembelajaran
• Uraian Materi
• Rangkuman
• Soal
Kegiatan Pembelajaran II
• Tujuan Pembelajaran
• Uraian Materi
• Rangkuman
• Soal
Daftar Pustaka

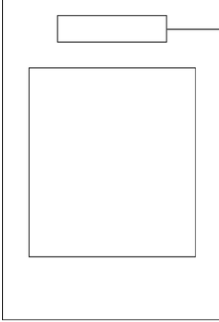
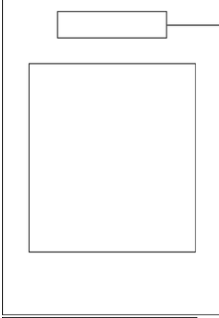
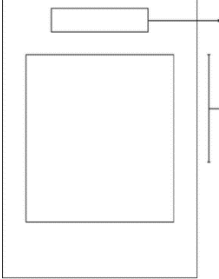
Gambar 4.7 Rancangan Komponen Bahan Ajar

b. Membuat *Storyboard*

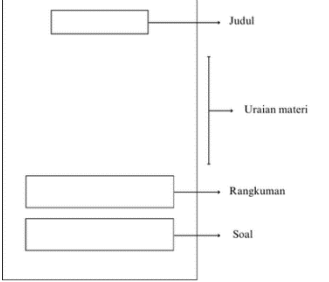
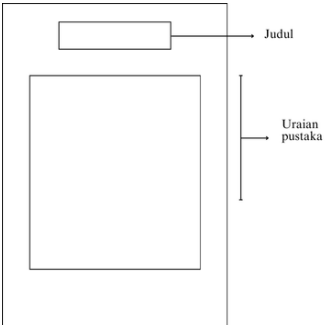
Setelah memilih media yang akan dikembangkan berdasarkan hasil analisis, peneliti kemudian membuat *storyboard* yang merupakan sketsa yang disusun secara urut atau dapat disebut juga alur pembuatan bahan ajar ini. *Storyboard* bahan ajar yang akan dikembangkan ini dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Storyboard Bahan ajar

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Halaman ini menampilkan halaman judul.</p> <p>Background : Gambar atom yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>
2		<p>Halaman ini berisi kata pengantar.</p> <p>Background : Gambar atom yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>

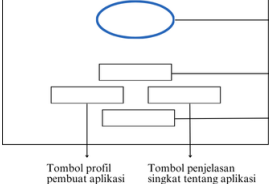
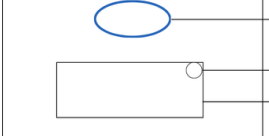
No	Gambar	Keterangan
3		<p>Halaman ini berisi daftar isi.</p> <p>Background : Gambar atom yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>
4		<p>Halaman ini berisi glosarium.</p> <p>Background : Gambar atom yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>
5		<p>Halaman ini berisi petunjuk penggunaan bahana ajar.</p> <p>Background : Gambar atom Rutherford yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>

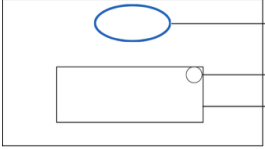
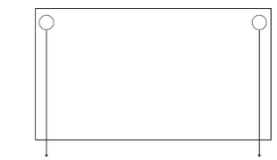
No	Gambar	Keterangan
6		<p>Halaman ini berisi peta konsep.</p> <p>Background : Gambar atom Rutherford yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>
7		<p>Halaman ini berisi pendahuluan.</p> <p>Background : Gambar atom Rutherford yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>
8		<p>Halaman ini berisi kegiatan pembelajaran I</p> <p>Background : Gambar atom Rutherford yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p> <p>Pada uraian materi, terdapat materi pembelajaran dan gambar-gambar yang berkaitan dengan materi.</p>

No	Gambar	Keterangan
9	 <p>The storyboard for page 9 shows a vertical layout. At the top is a small rectangular box labeled 'Judul'. Below it is a larger rectangular area labeled 'Uraian materi'. Underneath that is another rectangular box labeled 'Rangkuman'. At the bottom is a final rectangular box labeled 'Soal'.</p>	<p>Halaman ini berisi kegiatan pembelajaran 2.</p> <p>Background : Gambar atom Rutherford yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p> <p>Pada uraian materi, terdapat materi pembelajaran dan gambar-gambar yang berkaitan dengan materi.</p>
10	 <p>The storyboard for page 10 shows a vertical layout. At the top is a small rectangular box labeled 'Judul'. Below it is a large rectangular area labeled 'Uraian pustaka'.</p>	<p>Halaman ini berisi daftar pustaka.</p> <p>Background : Gambar atom Rutherford yang diblur</p> <p>Warna background : Biru muda</p> <p>Warna teks : Hitam</p>

Setelah membuat *storyboard* bahan ajar yang akan dikembangkan, peneliti kemudian membuat *storyboard* aplikasi yang akan digunakan untuk *scan marker* yang tersedia pada bahan ajar dan memproyeksikannya dalam bentuk 3D. *Storyboard* aplikasi AR atom dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Storyboard Aplikasi AR Atom

No	Gambar	Keterangan
1	 <p data-bbox="656 272 725 288">Nama aplikasi</p> <p data-bbox="656 328 725 344">Tombol untuk mulai scan AR</p> <p data-bbox="656 368 725 384">Tombol keluar dari aplikasi</p> <p data-bbox="412 424 490 440">Tombol profil pembuat aplikasi</p> <p data-bbox="512 424 591 440">Tombol penjelasan singkat tentang aplikasi</p>	<p data-bbox="770 264 960 384">Halaman ini menampilkan halaman utama aplikasi.</p> <p data-bbox="770 392 960 416">Background :</p> <p data-bbox="770 424 960 448">Gambar atom</p> <p data-bbox="770 456 960 480">Warna background :</p> <p data-bbox="770 488 960 512">Biru tua</p> <p data-bbox="770 520 960 544">Warna teks :</p> <p data-bbox="770 552 960 576">Putih</p> <p data-bbox="770 584 960 608">Warna tombol :</p> <p data-bbox="770 616 960 639">Mulai AR : Hijau,</p> <p data-bbox="770 647 960 671">Profil : Orange,</p> <p data-bbox="770 679 960 703">Tentang : Ungu,</p> <p data-bbox="770 711 960 735">Keluar : Merah</p>
2	 <p data-bbox="656 791 680 807">Judul</p> <p data-bbox="656 839 725 855">Tombol keluar dari menu</p> <p data-bbox="656 871 725 887">Profil singkat pembuat aplikasi</p>	<p data-bbox="770 783 960 871">Halaman ini menampilkan halaman profil.</p> <p data-bbox="770 879 960 903">Background :</p> <p data-bbox="770 911 960 935">Gambar tampilan utama</p> <p data-bbox="770 943 960 967">Warna background :</p> <p data-bbox="770 975 960 999">Biru</p> <p data-bbox="770 1007 960 1031">Warna teks :</p> <p data-bbox="770 1038 960 1062">Putih</p> <p data-bbox="770 1070 960 1094">Warna tombol :</p> <p data-bbox="770 1102 960 1126">Judul : Orange,</p> <p data-bbox="770 1134 960 1158">Keluar : Merah</p>

No	Gambar	Keterangan
3	 <p data-bbox="644 215 739 319">Judul Tombol keluar dari menu Penjelasan tentang aplikasi</p>	<p data-bbox="767 199 957 327">Halaman ini menampilkan halaman tentang aplikasi.</p> <p data-bbox="767 327 957 454">Background : Gambar atom pada tampilan utama</p> <p data-bbox="767 454 957 550">Warna background : Biru</p> <p data-bbox="767 550 957 614">Warna teks : Putih</p> <p data-bbox="767 614 957 710">Warna tombol : Judul : Orange, Keluar : Merah</p>
4	 <p data-bbox="369 869 470 893">Tombol home untuk kembali ke menu utama</p> <p data-bbox="571 869 672 893">Tombol petunjuk atau cara scan AR</p> <p data-bbox="666 774 739 805">Tampilan AR ketika discan</p>	<p data-bbox="767 718 957 901">Halaman ini halaman untuk scan AR dan memproyeksikannya dalam bentuk 3D.</p> <p data-bbox="767 901 957 1037">Warna tombol : Home : Merah, Petunjuk : Orange</p>

Hasil *storyboard* yang dibuat ini, akan digunakan pada tahap *development* atau pengembangan saat menghasilkan konten.

c. Menyusun Tujuan

Pada tahap ini, peneliti menyusun tujuan pembelajaran yang disesuaikan dengan permasalahan

dan bertujuan untuk mencari komponen materi yang perlu dikuasai dalam mencapai tujuan instruksional. Berdasarkan hasil analisis permasalahan pada sekolah, ditemukan peserta didik mengalami kesulitan untuk memahami materi struktur atom karena permodelannya bersifat abstrak, sehingga peneliti membuat tujuan pembelajaran yaitu peserta didik dapat menjelaskan perkembangan model atom dari model atom Dalton sampai model atom mekanika kuantum dan peserta didik dapat menjelaskan eksperimen yang mendukung penemuan elektron, inti atom, proton dan neutron.

Peserta didik juga menilai bahwa pada materi struktur atom terdapat rumus-rumus dan perhitungan yang sulit dipahami, sehingga penulis membuat tujuan pembelajaran yaitu peserta didik dapat menentukan notasi nuklida berdasarkan jumlah proton, neutron dan elektron, peserta didik dapat mendeskripsikan dan memberikan contoh isotop, isoton, isobar dan peserta didik dapat mendeskripsikan dan menulis konfigurasi elektron. Berdasarkan penyusunan tujuan tersebut, diharapkan dapat menjadi solusi atas permasalahan yang terjadi di lapangan.

d. Menerapkan Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran disusun berdasarkan hasil analisis masalah dan kebutuhan peserta didik. Peneliti memilih untuk mengembangkan bahan ajar yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan MLR peserta didik. Komponen yang terdapat di dalam bahan ajar tersebut yaitu terdapat 2 kegiatan pembelajaran, dimana tiap kegiatan pembelajaran terdapat uraian materi, terdapat aktivitas diskusi yang dapat meningkatkan keaktifan peserta didik, terdapat AR yang dapat memproyeksikan bentuk 3D model sehingga meningkatkan semangat belajar peserta didik, dan terdapat soal “Ayo Berlatih” untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.

e. Menyusun Strategi Penilaian

Strategi penilaian yang disusun berupa lembar validasi ahli materi dan ahli media serta angket respons peserta didik. Pada tahap ini, strategi penilaian yang sebelumnya sudah disusun, didiskusikan dan divalidasi oleh dosen pembimbing. Peneliti kemudian melakukan perbaikan atau revisi berdasarkan saran dari dosen pembimbing sehingga layak untuk disebarakan kepada validator ahli materi dan media serta peserta didik



Hasil akhir tahapan ini berupa lembar validasi ahli media, ahli materi dan angket respons peserta didik. Lembar validasi ahli materi terdiri dari 4 aspek penilaian yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, kelayakan penyajian dan integrasi *augmented reality*. Lembar validasi ahli media terdapat 4 aspek penilaian yaitu aspek tampilan bahan ajar, desain *cover* bahan ajar, isi bahan ajar dan integrasi *augmented reality*. Lembar angket respons peserta didik terdapat 5 aspek penilaian yaitu aspek kualitas isi, tampilan bahan ajar, minat belajar, kebermanfaatan dan *augmented reality*.

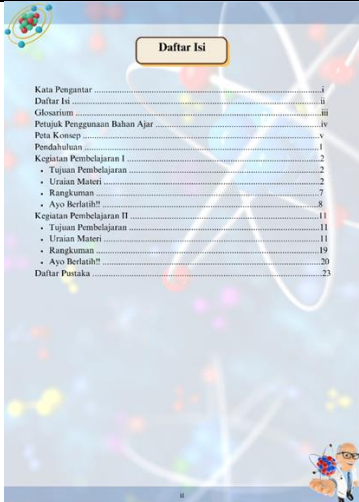
3. Tahap Pengembangan (*Development*)


a. Menghasilkan Konten/Isi

Pada tahap ini, peneliti menyiapkan materi yang akan dimuat di dalam bahan ajar dengan menggunakan sumber berupa buku-buku kimia. Setelah memperoleh materi struktur atom, materi tersebut kemudian dimasukkan ke bahan ajar yang akan dibuat. Peneliti juga menyusun konten atau isi dari bahan ajar yang akan dikembangkan. Konten atau isi disusun berdasarkan hasil analisis sebelumnya dan diskusi dengan dosen pembimbing. Konten atau isi dari bahan ajar dapat dilihat pada Tabel 4.3



Tabel 4.3 Konten Bahan Ajar



No	Konten	Gambar
1	Cover, berisi judul, materi, logo UIN Walisongo Semarang, logo kurikulum merdeka, jenjang kelas, semester dan nama penyusun.	
2	Kata pengantar, berisi untaian kalimat yang mengantarkan pembaca untuk memahami maksud dan tujuan pembuatan bahan ajar .	

No	Konten	Gambar
3	Daftar isi, berisi judul-judul dalam bahan ajar beserta nomor halamannya untuk memudahkan pengguna mencari halaman berdasarkan judul yang dicari.	

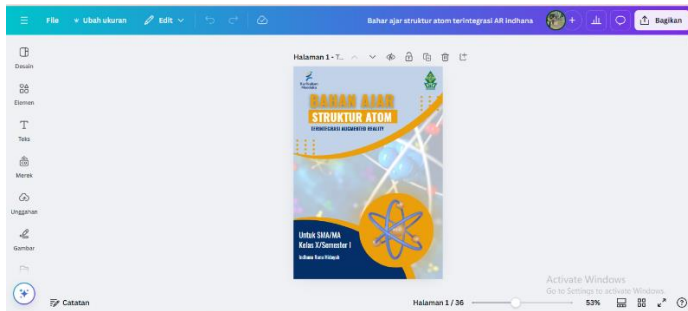
No	Konten	Gambar
4	Glosarium, berisi daftar kata atau istilah yang tersusun dan dilengkapi definisinya	

No	Konten	Gambar
5	<p>Petunjuk penggunaan bahana ajr, berisi panduan penggunaan bahan ajar untuk memberikan petunjuk bagi pengguna untuk memahami bahan ajar yang digunakan</p>	
6	<p>Peta konsep, berisi alur materi pada bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang akan dipelajari.</p>	

No	Konten	Gambar
7	Pendahuluan, berisi identitas bahan ajar, kompetensi awal, profil pelajar pancasila, sarana prasarana dan target peserta didik.	
8	Kegiatan pembelajaran I, berisi tujuan pembelajaran, uraian materi, rangkuman dan soal berlatih.	

No	Konten	Gambar
9	Kegiatan pembelajaran II, berisi tujuan pembelajaran, uraian materi, rangkuman dan soal ayo berlatih.	 <p>Kegiatan Pembelajaran II Partikel Penyusun Atom dan Konfigurasi Elektron</p> <p>Tujuan Pembelajaran</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan eksperimen yang mendukung penemuan elektron, inti atom, proton dan neutron 2. Menentukan Notasi nuklida berdasarkan jumlah proton, neutron dan elektron 3. Mendeskripsikan dan memberikan contoh isotop, isobar dan isoton 4. Mendeskripsikan dan menulis konfigurasi elektron <p>Uraian Materi</p> <p>A. Partikel Penyusun Atom</p> <p>Sering perkembangan zaman dan teknologi, penelitian tentang atom juga mengalami perkembangan yang lebih maju dan terarah. Hasil penelitian terbaru menyatakan bahwa suatu atom ternyata tersusun oleh partikel-partikel yang lebih kecil yang disebut proton, neutron dan elektron. Apakah perbedaan antara ketiganya?</p> <p>1. Elektron</p> <p>1854 Geissler dan Plucker</p> <p>Geissler merancang tabung lampu gas untuk mereduksi daya hantar listrik dari gas-gas pada tekanan rendah. Reakannya, Plucker membuat eksperimen yaitu dua pelat logam ditempatkan pada masing-masing tabung Geissler yang divakum, kemudian tabung tersebut diisi dengan gas pada tekanan rendah. Salah satu pelat logam (anode) membawa muatan positif, dan pelat satunya (katode) membawa muatan negatif. Saat muatan listrik bertegangan tinggi dialirkan melalui gas ke dalam tabung, muncul nyala berupa sinar dari katode ke anode. Sinar ini disebut dengan sinar katode.</p> <p>12</p>
10	Daftar pustaka, berisi sumber referensi yang digunakan untuk menyusun bahan ajar struktur atom terintegrasi AR.	 <p>Daftar Pustaka</p> <p>Chang, R. (2003). <i>Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti</i>. Jakarta : Penerbit Erlangga.</p> <p>Effendy. (2016). <i>Ilmu Kimia untuk Siswa SMA dan MA</i>. Indonesian Malang : Academic Publishing.</p> <p>Irwandy. (2014). <i>Teori Kimia</i>. Bogor : PT Penerbit IPB Press.</p> <p>Petracci, R. H. (2007). <i>Kimia Dasar Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern</i>. Jakarta : Erlangga.</p> <p>Rachmawati. (2007). <i>Kimia 1 SMA dan MA</i>. Jakarta : Erlangga.</p> <p>S. Syukri. (1999). <i>Kimia Dasar 1</i>. Bandung : ITB.</p> <p>Sunarya, Y. (2011). <i>Kimia Dasar 1</i>. Bandung : Yrama Widya.</p> <p>Tro, N. J. (2010). <i>Principles of Chemistry: A Molecular Approach</i>. New Jersey : Pearson Education.</p> <p>29</p>

Bahan ajar dibuat dengan menggunakan aplikasi *canva*. *Canva* merupakan sebuah aplikasi desain grafis yang membantu pengguna merancang desain secara *online*. Aplikasi ini menyediakan beragam *template* dan elemen desain yang dapat digunakan mulai dari yang gratis hingga berbayar (Yuliana dkk., 2023). Adapun penyusunan konten menggunakan *canva* dapat dilihat pada Gambar 4.8

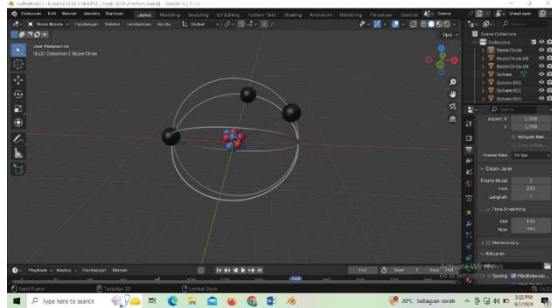


Gambar 4.8 Penyusunan Konten Menggunakan Canva

Penyusunan konten harus sesuai dengan materi dari bahan ajar, sehingga elemen *canva* yang digunakan juga berkaitan dengan materi. Penggunaan aplikasi *canva* diharapkan dapat membuat peserta didik lebih tertarik terhadap bahan ajar yang dikembangkan.

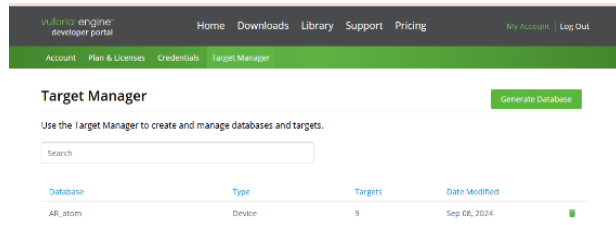
Setelah menyusun bahan ajar, selanjutnya peneliti membuat objek 3D menggunakan aplikasi blender. Blender merupakan aplikasi pembuatan 3D yang

tersedia secara gratis dan *open source*. Blender mendukung seluruh alur kerja 3D seperti *modelling*, *rigging*, animasi, simulasi, *rendering*, *compositing* dan *motion tracking* (Qumaruw Syty dkk, 2024). Pembuatan objek 3D menggunakan blender dapat dilihat pada Gambar 4.9



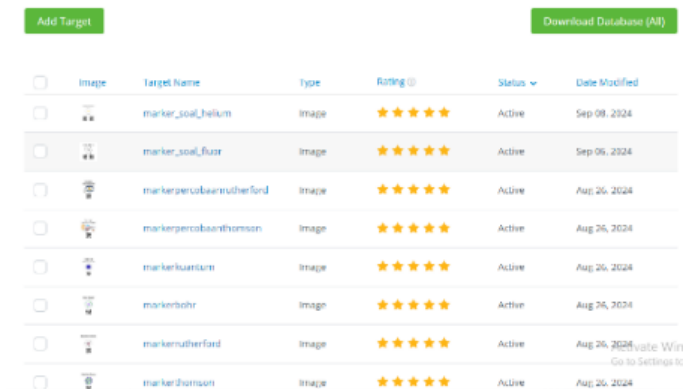
Gambar 4.9 Pembuatan 3D Menggunakan Blender

Setelah membuat 3D menggunakan blender, 3D tersebut kemudian disimpan dalam bentuk fbx karena akan dimasukkan ke aplikasi Unity 3D. Selanjutnya peneliti membuat *marker* sebagai target untuk memunculkan objek 3D secara virtual di layar *handphone*. Marker yang telah dibuat kemudian di *upload* ke *platform* vuforia. Tampilan vuforia dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Tampilan Vuforia

Vuforia merupakan *platform* atau perangkat lunak SDK yang dirancang khusus untuk mendukung pengembangan aplikasi *augmented reality* khususnya yang digunakan pada aplikasi Unity 3D. Vuforia berfungsi sebagai *library augmented reality* untuk mengunggah *marker* dan untuk melihat *rating marker* yang telah dibuat. Unggahan *marker* pada vuforia dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Unggahan Marker Pada Vuforia

Tujuan *marker* diunggah pada vuforia adalah untuk melihat *rating* *marker* tersebut. *Rating* berpengaruh pada kecepatan kamera menangkap *marker* sebagai tanda kemudian memproyeksikannya dalam bentuk 3D. Pada penelitian ini, peneliti membuat *marker* dengan mengkombinasi gambar dan *barcode*. Pada gambar yang sederhana, menggunakan 2 *barcode* agar memiliki *rating* yang tinggi. *Marker* yang baik adalah yang memiliki *rating* 5 bintang.

Seluruh *marker* yang telah diupload di vuforia secara otomatis akan menjadi *database*. Dalam bentuk *unitypackage*. Selanjutnya peneliti mengunduh seluruh *database* dalam bentuk *unitypackage*, kemudian memasukkannya ke dalam aplikasi Unity 3D. *Marker* tersebut akan menjadi tanda ketika kamera membaca dan mendeteksinya maka akan muncul proyeksi 3D. Pembuatan AR pada penelitian ini menggunakan Unity 3D karena aplikasi ini merupakan salah satu aplikasi pengembangan yang paling populer dalam pembuatan aplikasi berbasis AR. Unity 3D mendukung berbagai jenis perangkat dan menyediakan berbagai fitur canggih untuk permodelan dan interaksi objek 3D (Syahputra dkk, 2024). Tampilan aplikasi Unity 3D dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Tampilan Aplikasi Unity 3D *Marker* dan bentuk 3D yang telah dimasukkan kedalam aplikasi Unity 3D kemudian diatur dan dirapikan sesuai dengan bentuknya masing-masing. Pada penelitian ini terdapat 10 bentuk 3D dan *marker*. Selanjutnya peneliti membuat aplikasi yang akan digunakan untuk *scan marker* pada bahan ajar. Aplikasi *scan AR atom* dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Komponen Aplikasi AR

No	Konten	Gambar
1	Halaman utama aplikasi berisi judul aplikasi, tombol mulai AR untuk mulai <i>scan</i> melalui kamera, tombol profil, tombol tentang aplikasi dan tombol keluar aplikasi	The screenshot shows the main menu of the 'AR Struktur Atom' application. The title 'AR Struktur Atom' is displayed at the top. Below the title are four buttons: 'Mulai AR' (green), 'Profil' (orange), 'About' (purple), and 'Keluar' (red). The background is dark blue with faint molecular structures and a grid pattern.

No	Konten	Gambar
2	Halaman profil berisi profil singkat pembuat aplikasi berupa identitas, <i>email</i> , NIM, prodi dan dosen pembimbing	
3	Halaman tentang aplikasi berisi penjelasan singkat mengenai aplikasi AR ini	
4	Halaman mulai AR berisi kamera yang sudah menyala dan dapat digunakan untuk <i>scan marker</i> sehingga muncul AR dari <i>marker</i> tersebut	

Pada aplikasi AR ini terdapat tombol mulai AR yang berfungsi sebagai kamera untuk *scan* AR, tombol profil yang berisi profil pembuat aplikasi, tombol *about* yang berisi penggambaran singkat aplikasi AR, dan tombol keluar untuk keluar dari aplikasi. Komponen pada aplikasi ini dibuat sederhana karena hanya berfungsi untuk *scan marker* dan memproyeksikannya secara *virtual* dalam bentuk 3D pada *handphone*. Setelah mendesain komponen aplikasi, kemudian aplikasi

dapat *build* dengan durasi 2-3 jam. Aplikasi yang telah *build* kemudian dapat *download* melalui *link* dan dapat digunakan untuk *scan* AR.

b. Validasi Produk

Pada tahapan ini, dilakukan validasi produk berupa bahan ajar yang dikembangkan. Validasi produk bertujuan untuk memperoleh penilaian dan saran dari validator terkait produk yang dihasilkan. Proses validasi dilakukan ahli materi dan ahli media yang terdiri dari 4 dosen pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang sebagai validator ahli 1, 2, 3 dan 4, serta 2 guru SMA Negeri 12 Semarang sebagai validator ahli 5, 6 dan 1 ahli bidang IT sebagai validator ahli 7. Hasil validasi dihitung menggunakan rumus Aiken's V, kemudian diperoleh nilai validasi media keseluruhan sebesar 0,89 dan nilai validasi materi sebesar 0,87 dengan kategori valid, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran.

c. Revisi Produk

Berdasarkan hasil validasi produk berupa penilaian, komentar dan masukan dari validasi ahli materi dan media, terdapat beberapa bagian dari bahan ajar yang perlu direvisi, antara lain :

1. Penggunaan jenis font terlalu bervariasi.
 2. Menambahkan kelebihan dan kekurangan tiap model atom.
 3. Merapikan *layout* bahan ajar.
 4. Menambahkan jenis unsur pada model atom yang discan.
 5. Menambahkan latihan pada bahan ajar.
 6. Menambahkan pertanyaan atau diskusi pada materi.
 7. Memperbaiki gambar bentuk atom pada soal.
 8. Warna inti atom pada soal bahan ajar kurang jelas.
 9. Merubah bentuk atom mekanika kuantum.
- d. Produk Final Pertama

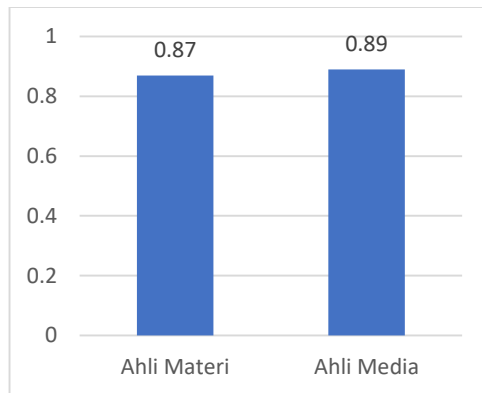
Setelah melakukan revisi berdasarkan saran dan masukan, produk final kemudian divalidasi oleh validator ahli materi dan media. Hasil penilaian oleh validator kemudian dianalisis menggunakan rumus Aiken's V sehingga diperoleh nilai rata-ratanya. Bahan ajar dikatakan valid dari segi aspek materi apabila memperoleh nilai $V \geq 0,74$, nilai ini sesuai dengan indeks Aiken's pada taraf signifikansi 5% dan jumlah rater (validator) adalah 6. Bahan ajar dikatakan valid dari segi aspek materi apabila memperoleh nilai $V \geq 0,74$, nilai ini sesuai dengan indeks Aiken's pada taraf

signifikansi 5% dan jumlah rater (validator) adalah 7. Hasil validasi ahli materi dan ahli media media dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Validasi Ahli

No	Validasi	Nilai Validitas (V)	Kategori
1	Ahli Materi	0,87	Valid
2	Ahli Media	0,89	Valid
	Rata-rata	0,88	Valid

Data hasil validasi ahli kemudian dikonversikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Hasil Validasi Ahli

Berdasarkan hasil penilaian ahli materi dan ahli media, diperoleh nilai rata-rata validasi ahli materi sebesar 0,87, rata-rata validasi ahli media sebesar 0,89 dan rata-rata validasi ahli materi dan media sebesar 0,88 dengan kategori valid, maka produk tersebut layak

untuk diimplementasikan ke peserta didik dalam pembelajaran. Produk final pertama ini berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

a. Melakukan *Pre test*

Sebelum mengimplementasikan bahan ajar yang sudah dinilai oleh validator, dilakukan *pretest* yang bertujuan untuk mengetahui sejauh manakah pemahaman peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari sebelum diberi perlakuan. Sebelum melakukan *pretest*, soal diuji cobakan dan divalidasi oleh dosen pembimbing. Hasil uji coba menunjukkan 16 soal berkategori valid, reliabel, memiliki daya beda tingkat kesukaran yang bervariasi, hasil validasi pembimbing menunjukkan bahwa soal tersebut layak digunakan sebagai *pretest* dan *posttest*.

Berdasarkan hasil tersebut, peneliti melakukan diskusi dengan pembimbing untuk memilih butir soal yang akan digunakan, kemudian diperoleh 12 soal yang mewakili tiap tujuan pembelajaran yang terdiri dari 3 soal level makroskopik, 6 soal level submikroskopik dan 3 soal level simbolik

Setelah melakukan *pretest*, diperoleh hasil yang menunjukkan nilai rata-rata sebesar 56,7 dengan nilai

terendah sebesar 25 dan nilai tertinggi sebesar 83,33. Hasil *pretest* dapat dilihat di **Lampiran 26**.

b. Implementasi Bahan Ajar dalam Pembelajaran

Setelah melakukan *pretest*, dilakukan implementasi bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang telah dibuat dan divalidasi oleh ahli sehingga dinilai layak digunakan. Tujuan dilakukan implemementasi bahan ajar dalam pembelajaran adalah sebagai perlakuan untuk mengukur kemampuan MLR peserta didik. Pada tahap ini, peserta didik diberikan bahan ajar yang telah dicetak dan *mendownload* aplikasi scan AR yang telah dikirim oleh peneliti. Selanjutnya peserta didik mempelajari isi dari bahan ajar dan mencoba *scan marker* AR yang terdapat dalam bahan ajar melalui aplikasi yang telah *didownload*. Aplikasi AR hanya dapat *didownload* oleh pengguna android, sehingga peserta didik yang menggunakan IOS dapat melihat hasil *scan* AR melalui *handphone* temannya yang menggunakan android.

Pada kondisi normal, kecepatan kamera menangkap *marker* dan memproyeksikannya dalam bentuk 3D adalah 1-2 detik, namun terdapat peserta didik yang membutuhkan waktu lebih dari 1-2 detik untuk memunculkan bentuk 3D. Hal ini disebabkan

karena keadaan ruangan bagian belakang yang kekurangan pencahayaan. Setelah diberikan pencahayaan tambahan berupa lampu kelas, kecepatan kamera menangkap *marker* dan memproyeksikannya dalam bentuk 3D kembali normal. Selain itu, kualitas kamera juga mempengaruhi kecepatan AR dalam memproyeksikan 3D.

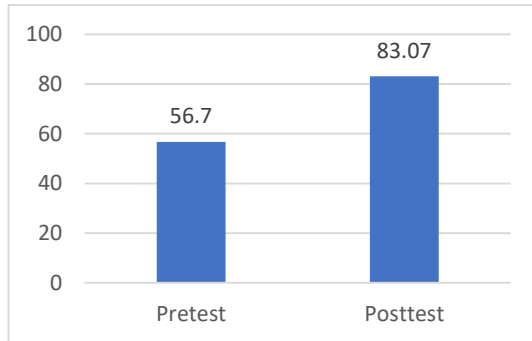
c. Melakukan *Post test*

Setelah mengimplementasikan bahan ajar dalam pembelajaran, selanjutnya dilakukan *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan MLR peserta didik setelah diberi perlakuan. Soal *posttest* berjumlah 12 butir dan terdiri dari 3 soal level makroskopik, 6 soal level submikroskopik dan 3 soal level simbolik yang sebelumnya telah digunakan untuk *pretest*. Setelah melakukan *posttest*, diperoleh nilai rata-rata *pretest posttest* yang terdapat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Nilai Rata-rata Pretest Posttest

No	Test	Nilai Rata-rata
1	<i>Pretest</i>	56,7
2	<i>Posttest</i>	83,07

Nilai rata-rata *pretest posttest* kemudian dikonversikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 Grafik Hasil Posttest

Berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.14, dapat dilihat nilai perbedaan hasil antara *pretest* dan *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* sebesar 56,7 dan rata-rata nilai *posttest* sebesar 83,07. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah diberi perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR.

Berdasarkan hasil analisis data *pretest* dan *posttest* diperoleh nilai rata-rata sebesar 83,07, dengan nilai terendah sebesar 58,34 dan nilai tertinggi sebesar 100. Diketahui bahwa rata-rata nilai yang diperoleh peserta didik mengalami peningkatan yaitu dari nilai *pretest* sebesar 56,7 menjadi sebesar 83,07 dengan, kemudian nilai terendah peserta didik mengalami peningkatan dari 25 menjadi 58,34 dan nilai tertinggi mengalami

peningkatan dari 83,3 menjadi 100. Hasil *posttest* dapat dilihat di **Lampiran 26**.

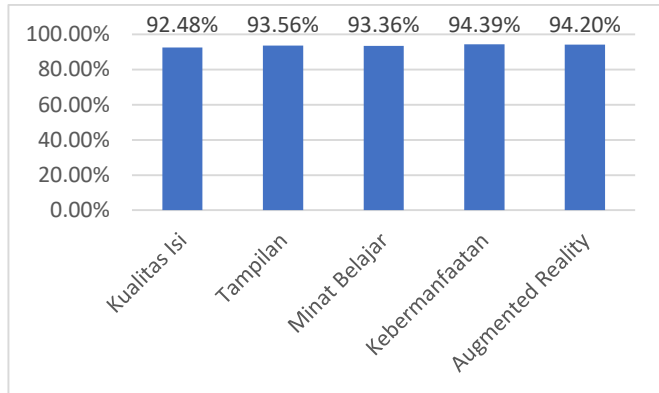
d. Mengukur Respons Peserta Didik

Setelah melakukan *pretest*, peneliti mengukur respons peserta didik sebanyak 33 responden dan bertujuan untuk mengetahui kelayakan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang telah dikembangkan. Peneliti menyebarkan angket respons peserta didik yang berisi pertanyaan mengenai bahan ajar yang telah dikembangkan.

Tabel 4.7 Hasil Uji Respons Peserta Didik

No	Aspek Penilaian	% Penilaian	Kriteria
1	Kualitas isi	92,48%	Sangat Baik
2	Tampilan Bahan Ajar	93,556%	Sangat Baik
3	Minat belajar	93,36%	Sangat Baik
4	Kebermanfaatan	94,39%	Sangat Baik
5	<i>augmented reality</i>	94,2%	Sangat Baik
	Rata-rata	93,597%	Sangat Baik

Data hasil respons peserta didik kemudian dikonversikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Hasil Uji Respons Peserta Didik

Berdasarkan tabel 4.7 dan gambar 4.15, dapat dilihat hasil angket respons peserta didik pada 5 aspek penilaian. Aspek kualitas isi memperoleh persentase penilaian sebesar 92,47% dengan kriteria sangat baik, aspek tampilan bahan ajar memperoleh persentase penilaian sebesar 93,556% dengan kriteria sangat baik, aspek minat belajar memperoleh persentase penilaian sebesar 93,36% dengan kriteria sangat baik, aspek kebermanfaatan memperoleh persentase penilaian sebesar 94,39% dengan kriteria sangat baik, aspek *augmented reality* memperoleh persentase penilaian sebesar 94,2% dengan kriteria sangat baik, dan persentase penilaian rata-rata keseluruhan aspek sebesar 93,597% dengan kriteria sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut, maka bahan ajar struktur

atom terintegrasi AR yang dikembangkan mendapatkan respons sangat baik dari peserta didik untuk digunakan dalam pembelajaran kimia.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi bertujuan untuk menilai kualitas produk yang dikembangkan. Pada penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE, sehingga tahap evaluasi dilakukan di setiap tahapan pengembangan.

Evaluasi yang dilakukan pada tahap analisis yaitu melakukan melakukan revisi angket pra penelitian untuk menganalisis kebutuhan, masalah dan karakteristik peserta didik dengan mengikuti saran dan komentar dari dosen pembimbing. Butir pertanyaan pada angket awal belum mampu menggali informasi yang dibutuhkan secara keseluruhan. Informasi berupa penerapan MLR dan permasalahan peserta didik belum tercantum pada butir angket. Setelah melakukan bimbingan dengan dosen pembimbing terkait angket tersebut, peneliti melakukan revisi sesuai masukan dan saran dari dosen pembimbing sehingga diperoleh angket yang terdiri dari beberapa pertanyaan yang dibutuhkan untuk menganalisis kondisi lapangan dan dapat menggali informasi yang dibutuhkan secara keseluruhan.

Evaluasi yang dilakukan pada tahap desain yaitu melakukan keselarasan tujuan dengan analisis yang telah dilakukan. Tujuan pembelajaran awal belum sesuai dengan permasalahan yang ada, sehingga peneliti menyesuaikan tujuan pembelajaran dengan permasalahan yang ada dan diharapkan dapat menjadi solusi atas permasalahan tersebut. Selanjutnya peneliti melakukan evaluasi alur pembelajaran apakah sudah sistematis yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Melakukan evaluasi pemilihan strategi pembelajaran apakah sudah sesuai dengan tujuan dan analisis yang telah dilakukan. Melakukan evaluasi desain bahan ajar yang dikembangkan apakah sudah sesuai dengan hasil analisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Desain awal bahan ajar masih belum sesuai dengan kebutuhan peserta didik, yaitu komponen AR pada bahan ajar sebanyak 5 dan dinilai terlalu sedikit, sehingga belum mencakup MLR. Setelah melakukan bimbingan dengan dosen pembimbing, peneliti memperoleh desain bahan ajar berupa bahan ajar cetak terintegrasi AR dan komponen AR pada bahan ajar tersebut berjumlah 10.

Evaluasi yang dilakukan pada tahap pengembangan yaitu melakukan evaluasi kesesuaian pengembangan dengan desain awal, apakah sudah sesuai dengan

perancangan pada tahap desain. Evaluasi pada tahap ini juga dilakukan dengan dosen pembimbing sebelum dinilai dan divalidasi oleh validator. Pengembangan bahan ajar awal berupa bahan ajar cetak, beberapa elemen yang digunakan pada beberapa bagian bahan ajar masih ada yang belum sesuai dengan materi. Materi yang disajikan juga belum lengkap dan tata letak bahan ajar masih belum konsisten. Setelah memperoleh masukan dan saran dari dosen pembimbing, selanjutnya peneliti melakukan perbaikan pada bahan ajar tersebut sehingga diperoleh bahan ajar yang dapat disebarakan dan dinilai oleh validator. Selain itu, pada saat membuat bentuk 3D AR, terdapat beberapa model atom yang kurang sesuai, seperti pada inti atom Bohr yang belum sesuai dengan jenis unsur yang digunakan. Setelah melakukan revisi berdasarkan saran dan masukan dari dosen pembimbing, diperoleh bentuk 3D AR yang sudah sesuai dan dapat *dibuild* menjadi aplikasi.

Setelah diperoleh produk berupa bahan ajar dan aplikasi yang akan digunakan untuk *scan* AR, peneliti menyebarkan produk tersebut pada validator untuk dinilai. Validator memberikan beberapa saran dan masukan yang dapat dilihat pada bagian revisi produk. Peneliti kemudian melakukan revisi atau perbaikan produk sesuai dengan

saran dan masukan dari validator ahli materi maupun validator ahli media. Selanjutnya peneliti menyusun instrument soal yang akan digunakan untuk mengukur kemampuan MLR peserta didik. Setelah menyusun instrument soal, kemudian dilakukan evaluasi dengan dosen pembimbing. Soal awal hanya berjumlah 10 dan dinilai kurang cukup diuji cobakan ke peserta didik. Selain itu, terdapat beberapa soal yang kurang sesuai dari segi tingkat kognitif dan pengelompokkan MLRnya. Setelah memperoleh saran dan masukan dari dosen pembimbing terkait instrument soal tersebut, peneliti kemudian merevisi dan memperbaiki soal tersebut sehingga sejalan dengan tujuan penelitian.

Evaluasi pada tahap implementasi yaitu menilai apakah proses pelaksanaan perlakuan bahan ajar berjalan lancar dan sesuai dengan yang direncanakan. Peneliti melakukan evaluasi dengan mengukur validitas bahan ajar, angket respons peserta didik terkait bahan ajar yang dikembangkan dan mengukur peningkatan kemampuan MLR peserta didik. Apakah validitas, respons dan kemampuan MLR sudah sesuai dengan tujuan penelitian dan sesuai dengan yang sudah direncanakan.

B. Hasil Uji Coba Produk

Produk berupa bahan ajar struktur atom teritegrasi AR kemudian dinilai untuk mengetahui kualitas dan kelayakannya. Bahan ajar diuji kelayakannya dengan 7 validator ahli materi dan media kemudian diuji cobakan pada peserta didik kelas X untuk mendapatkan respons terhadap bahan ajar dan mengetahui peningkatan kemampuan peserta didik.

1. Pra Validasi

Pra validasi dilakukan peneliti dengan dosen pembimbing. Pada tahap ini, peneliti menyusun lembar validasi ahli materi, ahli media, respons peserta didik dan instrument soal. Lembar validasi dan instrument soal kemudian diserahkan kepada ibu Lenni Khotimah Harahap, M.Pd. dan ibu Mar'attus Solihah, M.Pd selaku dosen pembimbing 1 dan 2. Untuk dikoreksi agar layak disebar kepada validator ahli materi, ahli media dan peserta didik.

2. Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan dengan 6 ahli materi dan 7 ahli media yaitu 4 dosen pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang serta 2 guru kimia SMA Negeri 12 Semarang dan 1 ahli bidang IT. Validasi ahli terdapat dua aspek penilaian yaitu aspek penilaian materi dan aspek penilaian media.

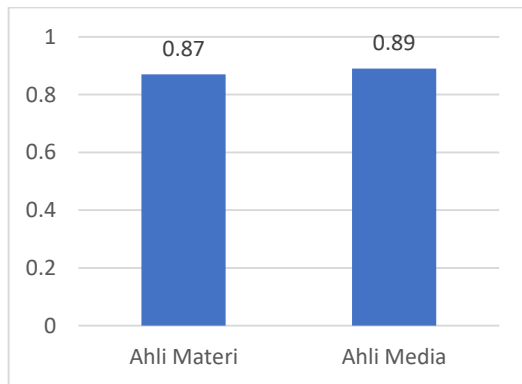
Aspek materi merupakan penilaian yang berhubungan dengan materi dan kebahasaan bahan ajar yang

dikembangkan, sedangkan aspek media merupakan penilaian yang berhubungan dengan tampilan dari bahan ajar yang dikembangkan. Validasi ahli materi dan media dilakukan dengan tujuan mengetahui komponen isi dan tampilan dari bahan ajar yang dikembangkan termasuk layak atau tidak layak digunakan pada pembelajaran. Hasil penilaian ahli materi dan ahli media selanjutnya dianalisis dengan menggunakan rumus Aiken's V. Hasil dari validasi ahli terdapat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Validasi Ahli

No	Validasi	Nilai Validitas (V)	Kategori
1	Ahli Materi	0,87	Valid
2	Ahli Media	0,89	Valid
	Rata-rata	0,88	Valid

Data hasil validasi ahli kemudian dikonversikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.16 berikut.



Gambar 4.16 Hasil Validasi Ahli

Berdasarkan tabel 4.8 dan gambar 4.16 dapat dilihat hasil penilaian validasi bahan ajar yang dikembangkan untuk penilaian ahli materi sebesar 0,87 dan penilaian ahli media sebesar 0,89 dengan kategori valid dan sudah layak digunakan untuk penelitian.

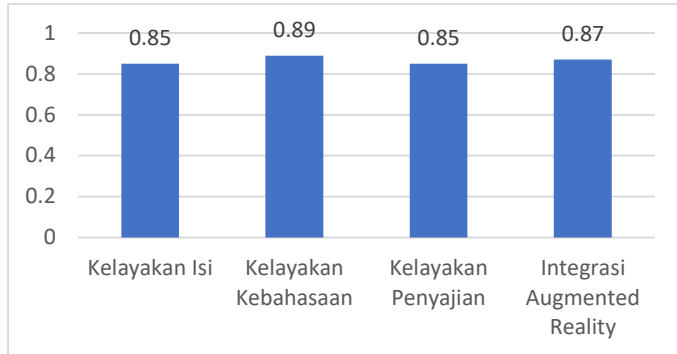
a) Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh 6 validator ahli yaitu Apriliansa Drastisianti, M.Pd. (Validator 1), Nur Alawiyah, S.Pd, M.Pd. (Validator 2), Mohammad Agus Prayitno, M.Pd. (Validator 3), Teguh Wibowo, M.Pd. (Validator 4), Sri Hartati, S.Pd. (Validator 5), Aries Wisnuadi, S.Pd. (Validator 6). Aspek yang dinilai pada validasi ahli materi terhadap bahan ajar yang dikembangkan adalah aspek kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, kelayakan penyajian dan integrasi *augmented reality*. Hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Nilai Validitas (V)	Kategori
1	Kelayakan Isi	0,85	Valid
2	Kelayakan Kebahasaan	0,89	Valid
3	Kelayakan Penyajian	0,85	Valid
4	Integrasi <i>Augmented Reality</i>	0,88	Valid
Rata-rata		0,87	Valid

Data hasil validasi ahli materi kemudian dikonversikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.17 berikut.



Gambar 4.17 Hasil Validasi Ahli Materi

Berdasarkan tabel 4.9 dan gambar 4.17, dapat dilihat hasil validasi ahli materi pada 4 aspek penilaian. Aspek kelayakan isi memperoleh nilai validitas sebesar 0,85 dengan kategori valid. Indikator aspek kelayakan isi meliputi kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, keakuratan materi, kemutakhiran materi dan kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik.

Aspek kelayakan kebahasaan memperoleh nilai validitas sebesar 0,89 dengan kategori valid. Indikator aspek kelayakan kebahasaan meliputi kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar,

kejelasan informasi dan bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif.

Aspek kelayakan penyajian memperoleh nilai validitas sebesar 0,85 dengan kategori valid. Indikator aspek kelayakan penyajian meliputi teknik penyajian, penyajian pembelajaran dan pendukung penyajian.

Aspek integrasi *augmented reality* memperoleh nilai validitas sebesar 0,88 dengan kategori valid. Indikator aspek integrasi *augmented reality* meliputi kesesuaian *augmented reality* dengan materi dan ketersediaan *augmented reality* pada bahan ajar.

Bahan ajar dikatakan valid apabila memperoleh nilai $V \geq 0,79$, nilai ini sesuai dengan indeks Aiken's pada taraf signifikansi 5% dan jumlah rater (validator) adalah 6. Hasil validasi ahli media memperoleh nilai validitas rata-rata sebesar 0,87 dengan kategori valid, sehingga bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan dapat digunakan dalam pembelajaran.

Hasil penilaian materi pada aspek kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, kelayakan penyajian dan integrasi AR per validator dapat dilibat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Nilai Rata-rata Tiap Validator						Nilai V Tiap Validator					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Tampilan	3,75	3,75	3,25	3,75	3,25	3	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1
2	Desain Cover	2,75	3	2,5	2,25	2,75	2,75	0,92	1	0,83	0,75	0,92	0,92
3	Isi Bahan Ajar	2,5	2,75	2,75	2,5	2,5	2,25	0,83	0,92	0,92	0,83	0,83	0,75
4	Integrasi AR	1,5	1,5	1,5	2	2	1,5	0,75	1	0,75	1	1	0,75
Rata-rata		2,5	2,9	2,5	2,63	2,63	2,4	0,8	0,95	0,8	0,9	0,89	0,9

Berdasarkan tabel 4.10 dapat dilihat nilai validasi media per validator. Aspek kelayakan isi, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 3,25, sehingga diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,8 dengan kategori valid. Aspek kelayakan kebahasaan, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek kelayakan penyajian, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 2,5, dan diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,83 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 1,5, dan diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,75 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 1 sebesar 2,5 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,8 dengan kategori valid.

Aspek kelayakan isi, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 3,75, sehingga diperoleh nilai V validator 2 sebesar 0,9 dengan kategori valid. Aspek kelayakan kebahasaan, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 3, sehingga diperoleh nilai V validator 2

sebesar 1 dengan kategori valid. Aspek kelayakan penyajian, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 2 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 2, sehingga diperoleh nilai V validator 2 sebesar 1 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 2 sebesar 2,9 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,95 dengan kategori valid.

Aspek kelayakan isi, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 3,25, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,8 dengan kategori valid. Aspek kelayakan kebahasaan, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 2,5, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,83 dengan kategori valid. Aspek kelayakan penyajian, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 1,5, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,75 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 2 sebesar 2,5 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,8 dengan kategori valid.

Aspek kelayakan isi, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 3,75, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 0,8 dengan kategori valid. Aspek kelayakan kebahasaan, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 2,25, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek kelayakan penyajian, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 2,5, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 0,83 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 2, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 1 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 4 sebesar 2,63 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,9 dengan kategori valid.

Aspek kelayakan is, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 3,25, sehingga diperoleh nilai V validator 5 sebesar 0,8 dengan kategori valid. Aspek kelayakan kebahasaan, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 5 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek kelayakan penyajian, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 2,5, sehingga diperoleh nilai V validator 5 sebesar 0,83 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 2, sehingga diperoleh

nilai V validator 5 sebesar 1 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 5 sebesar 2,63 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,89 dengan kategori valid.

Aspek kelayakan is, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 3, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 1 dengan kategori valid. Aspek kelayakan kebahasaan, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek kelayakan penyajian, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 2,25, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 0,75 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 1,5, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 0,75 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 6 sebesar 2,4 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,9 dengan kategori valid.

b) Validasi Ahli Media

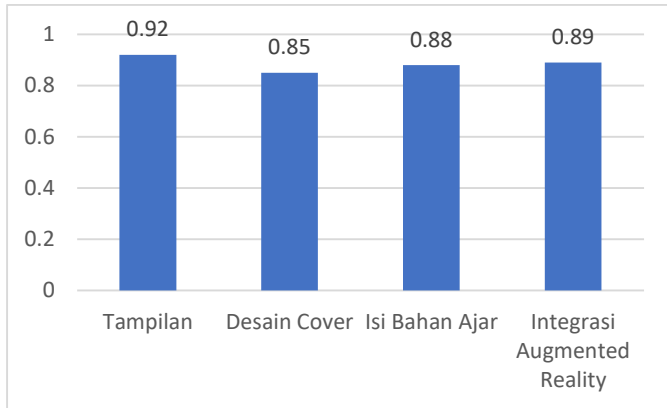
Validasi ahli media dilakukan oleh 7 validator ahli yaitu Apriliana Drastisianti, M.Pd. (Validator 1), Nur Alawiyah, S.Pd, M.Pd. (Validator 2), Mohammad Agus Prayitno, M.Pd. (Validator 3), Teguh Wibowo, M.Pd. (Validator 4), Sri Hartati, S.Pd. (Validator 5), Aries

Wisnuadi, S.Pd. (Validator 6) dan Shofiyyatus Salsabila, S.Tr.T. (Validator 7). Aspek yang dinilai pada validasi ahli media terhadap bahan ajar yang dikembangkan adalah aspek tampilan bahan ajar, aspek desain *cover* bahan ajar, aspek isi bahan ajar dan aspek integrasi *augmented reality*. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Nilai Validitas (V)	Kategori
1	Tampilan Bahan Ajar	0,92	Valid
2	Desain <i>Cover</i> Bahan Ajar	0,85	Valid
3	Isi Bahan Ajar	0,88	Valid
4	Integrasi <i>Augmented Reality</i>	0,89	Valid
Rata-rata		0,89	Valid

Data hasil validasi ahli media kemudian dikonversikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.18 berikut .



Gambar 4.18 Hasil Validasi Ahli Media

Berdasarkan tabel 4.11 dan gambar 4.18 dapat dilihat hasil validasi ahli media pada 4 aspek penilaian. Aspek tampilan bahan ajar memperoleh nilai validitas sebesar 0,92 dengan kategori valid. Indikator aspek tampilan bahan ajar meliputi kesesuaian ukuran atau format bahan ajar, penyajian materi pada bahan ajar dan kualitas tampilan bahan ajar.

Aspek desain *cover* bahan ajar memperoleh nilai validitas sebesar 0,85 dengan kategori valid. Indikator aspek desain *cover* bahan ajar meliputi tata letak *cover* bahan ajar, ilustrasi *cover* bahan ajar dan tipografi *cover* bahan ajar.

Aspek isi bahan ajar memperoleh nilai validitas sebesar 0,88 dengan kategori valid. Indikator aspek isi

bahan ajar meliputi tata letak isi bahan ajar, ilustrasi isi bahan ajar, tipografi isi bahan ajar dan kelengkapan isi bahan ajar.

Aspek integrasi *augmented reality* memperoleh nilai validitas sebesar 0,89 dengan kategori valid. Indikator aspek integrasi *augmented reality* meliputi tampilan visual *augmented reality* dan pemrograman *augmented reality*.

Bahan ajar dikatakan valid apabila memperoleh nilai $V \geq 0,75$, nilai ini sesuai dengan indeks Aiken's pada taraf signifikansi 5% dan jumlah rater (validator) adalah 7. Hasil validasi ahli media memperoleh nilai validitas rata-rata sebesar 0,89 dengan kategori valid, sehingga bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan dapat digunakan dalam pembelajaran kimia.

Berdasarkan kedua data hasil validasi ahli materi dan media pada tabel 4.9 dan tabel 4.10, dapat dilihat bahwa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR valid untuk digunakan. Nilai rata-rata yang diperoleh pada uji validasi ahli materi sebesar 0,87 dan uji validasi ahli media sebesar 0,89 sehingga nilai rata-rata dari ahli materi dan ahli media sebesar 0,88.

Hasil penilaian media pada aspek tampilan bahan ajar, desain *cover*, isi bahan ajar dan integrasi AR per validator dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Nilai Rata-rata Tiap Validator						Nilai V Tiap Validator							
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	Tampilan	2,75	3	2,75	2,5	2,75	2,5	3	0,92	1	0,92	0,83	0,92	0,83	1
2	Desain <i>Cover</i>	2,75	3	2,75	2,25	2,75	2	2,5	0,92	1	0,92	0,75	0,92	0,67	0,8
3	Isi Bahan Ajar	3,5	3,5	3,5	3,75	3,75	2,75	3,75	0,88	0,88	0,88	0,94	0,94	0,69	0,9
4	Integrasi AR	1,5	2	1,75	1,75	2	1,5	2	0,75	1	0,88	0,88	1	0,75	1
Rata-rata		2,6	3	2,7	2,56	2,8	2,2	2,81	0,9	0,97	0,9	0,8	0,9	0,7	0,9

Berdasarkan tabel 4.12 dapat dilihat nilai validasi media per validator. Aspek tampilan, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek desain *cover*, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek isi bahan ajar, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 3,5, dan diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,88 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 1 memberi nilai rata-rata sebesar 1,5, dan diperoleh nilai V validator 1 sebesar 0,75 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 1 sebesar 2,6 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,9 dengan kategori valid.

Aspek tampilan, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 3, sehingga diperoleh nilai V validator 2

sebesar 1 dengan kategori valid. Aspek desain *cover*, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 3, sehingga diperoleh nilai V validator 2 sebesar 1 dengan kategori valid. Aspek isi bahan ajar, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 3,5, sehingga diperoleh nilai V validator 2 sebesar 0,88 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 2 memberi nilai rata-rata sebesar 2, sehingga diperoleh nilai V validator 2 sebesar 1 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 2 sebesar 3 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,97 dengan kategori valid.

Aspek tampilan, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek desain *cover*, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek isi bahan ajar, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 3,5, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,88 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 3 memberi nilai rata-rata sebesar 1,75, sehingga diperoleh nilai V validator 3 sebesar 0,88 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 2 sebesar 2,7 dan

diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,9 dengan kategori valid.

Aspek tampilan, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 2,5, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 0,83 dengan kategori valid. Aspek desain *cover*, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 2,25, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 0,75 dengan kategori valid. Aspek isi bahan ajar, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 3,75, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 0,94 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 4 memberi nilai rata-rata sebesar 1,75, sehingga diperoleh nilai V validator 4 sebesar 0,88 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 4 sebesar 2,56 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,8 dengan kategori valid.

Aspek tampilan, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 5 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek desain *cover*, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 5 sebesar 0,92 dengan kategori valid. Aspek isi bahan ajar, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 3,75, sehingga diperoleh nilai V validator 5 sebesar 0,94 dengan

kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 5 memberi nilai rata-rata sebesar 2, sehingga diperoleh nilai V validator 5 sebesar 1 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 5 sebesar 2.8 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,9 dengan kategori valid.

Aspek tampilan, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 2,5, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 0,83 dengan kategori valid. Aspek desain *cover*, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 2, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 0,67 dengan kategori valid. Aspek isi bahan ajar, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 2,75, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 0,69 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 6 memberi nilai rata-rata sebesar 1,5, sehingga diperoleh nilai V validator 6 sebesar 0,75 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 6 sebesar 2,2 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,7 dengan kategori valid.

Aspek tampilan, validator 7 memberi nilai rata-rata sebesar 3, sehingga diperoleh nilai V validator 7 sebesar 1 dengan kategori valid. Aspek desain *cover*, validator 7 memberi nilai rata-rata sebesar 2,5,

sehingga diperoleh nilai V validator 7 sebesar 0,8 dengan kategori valid. Aspek isi bahan ajar, validator 7 memberi nilai rata-rata sebesar 3,75, sehingga diperoleh nilai V validator 7 sebesar 0,9 dengan kategori valid. Aspek integrasi AR, validator 7 memberi nilai rata-rata sebesar 2, sehingga diperoleh nilai V validator 7 sebesar 1 dengan kategori valid. Nilai rata-rata keseluruhan aspek validator 7 sebesar 2,81 dan diperoleh rata-rata nilai V sebesar 0,9 dengan kategori valid.

3. Respons Peserta Didik

Uji respons peserta didik dilakukan terhadap peserta didik SMA Negeri 12 Semarang kelas X yang terdiri dari 31 responden. Uji respons peserta didik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang telah dikembangkan. Peneliti menyebarkan angket respons peserta didik yang berisi pertanyaan mengenai bahan ajar yang telah dikembangkan.

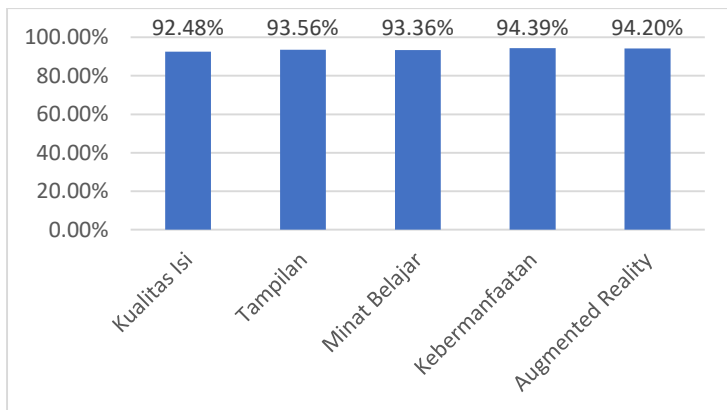
Skala yang digunakan adalah skala *likert*, setelah mendapatkan skor hasil penilaian maka data dikonversikan sesuai dengan kriteria penilaian yang digunakan. Uji respons peserta didik meliputi 4 aspek yaitu kualitas isi, tampilan bahan ajar, minat belajar,

kebermanfaatan dan *augmented reality*. Hasil uji respons peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Hasil Uji Respons Peserta Didik

No	Aspek Penilaian	% Penilaian	Kriteria
1	Kualitas isi	92,74%	Sangat Baik
2	Tampilan Bahan Ajar	93,34%	Sangat Baik
3	Minat belajar	93,75%	Sangat Baik
4	Kebermanfaatan	94,19%	Sangat Baik
5	<i>augmented reality</i>	94,08%	Sangat Baik
Rata-rata		93,625%	Sangat Baik

Data hasil respons peserta didik kemudian dikonversikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.19 berikut .



Gambar 4.19 Hasil Uji Respons Peserta Didik

Berdasarkan tabel 4.13 dan gambar 4.19 dapat dilihat hasil angket respons peserta didik pada 5 aspek penilaian. Aspek kualitas isi memperoleh persentase penilaian

sebesar 92,74% dengan kriteria sangat baik. Indikator aspek kualitas isi meliputi urutan penyajian materi pada bahan ajar tersusun secara sistematis dan logis, bahan ajar sangat mudah dan praktis digunakan, bahasa yang digunakan sulit untuk dipahami dan pemahaman penggunaan bahan ajar.

Aspek tampilan memperoleh persentase penilaian sebesar 93,34% dengan kriteria sangat baik. Indikator aspek tampilan meliputi tampilan bahan ajar yang menarik, gaya penyajian membosankan, jenis dan ukurn huruf mudah dibaca dan gambar- gambar yang ditampilkan sangat menarik dan mendukung objek yang dijelaskan.

Aspek minat belajar memperoleh persentase penilaian sebesar 93,34% dengan kriteria sangat baik. Indikator aspek minat belajar meliputi sebagian besar peserta didik merasa senang, tertarik, tidak mudah bosan dan lebih semangat dalam pembelajaran kimia dengan menggunakan bahan ajar yang dikembangka, karena pembelajaran seperti ini merupakan pembelajaran yang diinginkan.

Aspek kebermanfaatan memperoleh persentase penilaian sebesar 94,75% dengan kriteria sangat baik. Indikator aspek kebermanfaatan meliputi peserta didik dapat melakukan pembelajaran secara mandiri, lebih memahami materi yang. Bahan ajar ini tentunya

memberikan manfaat bagi peserta didik dan dapat menambah wawasan peserta didik.

Aspek *augmented reality* memperoleh persentase penilaian sebesar 94,08% dengan kategori sangat baik. Indikator aspek *augmented reality* meliputi tampilan 3D dari AR yang disediakan dapat membantu memahami materi, tidak monoton dan pengoperasian fitur AR pada bahan ajar yang cukup mudah.

Hasil uji respons peserta didik memperoleh rata-rata persentase penilaian keseluruhan aspek yaitu aspek kualitas isi, tampilan, minat belajar, kebermanfaatan dan *augmented reality* sebesar 93,625% dengan kategori sangat baik, sehingga bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan mendapatkan respons sangat baik dari peserta didik untuk digunakan dalam pembelajaran kimia.

4. Kemampuan MLR Peserta Didik

Pengembangan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR bertujuan untuk meningkatkan kemampuan MLR peserta didik. Sebelum melakukan uji coba bahan ajar yang dikembangkan kepada peserta didik, peneliti menyiapkan instrument soal yang akan digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan MLR peserta didik.

a) Uji Coba Soal

1) Uji Validitas Soal

Uji validitas soal pada penelitian ini menggunakan bantuan SPSS. Berdasarkan hasil uji validitas soal yang dilakukan oleh kelas XI SMA Negeri 12 Semarang dengan jumlah peserta didik sebanyak 33 dan taraf signifikansi 5%, diperoleh r_{tabel} sebesar 0,344. Soal dikatakan valid apabila diperoleh nilai $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$. Nilai hasil uji validitas dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Hasil Uji Validitas Soal MLR

No	Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
1	Valid	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20	16
2	Tidak Valid	6, 12, 14, 15	4

Berdasarkan tabel 4.14 dapat dilihat bahwa dari 20 soal, sebanyak 16 soal dengan kriteria valid dan sebanyak 4 dengan kriteria tidak valid. Perhitungan hasil uji validitas terdapat di **Lampiran 22**. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti menggunakan sebanyak 12 soal pada penelitian untuk mengetahui peningkatan kemampuan MLR peserta didik

2) Uji Reliabilitas Soal

Setelah melakukan uji validitas soal, selanjutnya peneliti melakukan uji reliabilitas keseluruhan soal.

Tujuan dilakukan uji reliabilitas soal adalah untuk menentukan nilai konsistensi sebuah instrument soal apakah sangat tinggi, tinggi, cukup, rendah atau sangat rendah. Pada penelitian ini, uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Hasil perhitungan hasil uji reliabilitas terdapat di **Lampiran 23**. Diperoleh $N \text{ of items} = 33$ dan *Cronbach's Alpha* sebesar 0,788. Berdasarkan interpretasi nilai r reliabilitas soal menurut Arikunto (2010), maka dapat dinyatakan bahwa item soal dengan nilai r sebesar 0,788 adalah reliabel dengan kategori interpretasi tinggi.

3) Uji Tingkat Kesukaran

Setelah melakukan uji reliabilitas soal, selanjutnya peneliti melakukan uji tingkat kesukaran soal untuk mengetahui soal termasuk dalam kategori mudah, sedang atau sukar (Arikunto, 2010). Data hasil perhitungan tingkat kesukaran dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal

No	Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
1	Sukar	-	0
2	Sedang	3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12,	8
3	Mudah	1, 2, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	12

Berdasarkan tabel 4.15 dapat dilihat bahwa soal yang memiliki tingkat kesukaran soal mudah sebanyak 12 soal, soal yang memiliki tingkat kesukaran sedang sebanyak 8 soal, dan soal yang memiliki tingkatan sukar sebanyak 0 soal. Perhitungan hasil uji tingkat kesukaran soal terdapat di **Lampiran 24**.

4) Uji Daya Beda

Setelah melakukan uji reliabilitas soal, selanjutnya peneliti melakukan uji daya beda soal untuk melihat kemampuan soal memberikan perbedaan peserta didik yang memiliki kemampuan atas dengan peserta didik yang memiliki kemampuan bawah. Data hasil perhitungan tingkat kesukaran dapat dilihat pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Hasil Uji Daya Beda Soal

No	Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
1	Jelek	6, 12, 14, 15,	4
2	Cukup	1, 2, 7, 8, 9, 11, 16, 17, 18	9
3	Baik	3, 4, 5, 10, 13, 19	6
4	Sangat Baik	20	1

Berdasarkan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa soal yang memiliki nilai daya beda jelek sebanyak 4 soal, soal memiliki nilai daya beda cukup sebanyak 9 soal, soal memiliki nilai daya beda baik sebanyak 6 soal dan soal memiliki nilai daya beda sangat baik sebanyak 1

soal. Berdasarkan analisis perhitungan daya beda tersebut, maka soal dapat digunakan untuk menguji peningkatan kemampuan MLR peserta didik karena jumlah nilai daya beda baik lebih banyak dari jumlah nilai daya beda jelek. Perhitungan hasil uji daya beda soal terdapat di **Lampiran 25**.

Berdasarkan hasil dari serangkaian uji instrument soal yang telah dilakukan, soal dapat digunakan untuk menguji peningkatan kemampuan MLR peserta didik. Soal yang digunakan sebanyak 12 butir dengan pemilihan dilakukan berdasarkan pertimbangan hasil uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran daya beda dan indikator pencapaian. Soal yang digunakan untuk menguji kemampuan MLR peserta didik adalah soal nomor 1, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 18, 19, 20. Sebanyak 12 soal tersebut juga sudah mencakup seluruh tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh peserta didik. Cakupan tujuan pembelajaran pada soal terdapat pada tabel 4.17

Tabel 4.17 Kisi-kisi Soal

No	Tujuan Pembelajaran	No Soal	MLR
1	Mendeskripsikan perkembangan model atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr dan mekanika kuantum	1	Makroskopik
		5	Submikroskopik
2	Mendeskripsikan partikel dasar penyusun atom (proton, elektron dan neutron)	7	Submikroskopik
		8	Submikroskopik
3	Menjelaskan eksperimen yang mendukung penemuan elektron, inti atom, proton dan neutron.	9	Makroskopik
		10	Makroskopik
4	Menentukan notasi nuklida berdasarkan jumlah proton, neutron dan elektron	11	Submikroskopik
		13	Simbolik
5	Mendeskripsikan dan memberikan contoh isotop, isobar dan isoton	16	Submikroskopik
		18	Simbolik
6	Mendeskripsikan dan menulis konfigurasi elektron	19	Submikroskopik
		20	Simbolik

b) Hasil *Pretest*

Setelah dilakukan serangkaian uji instrument soal, selanjutnya yaitu peserta didik mengerjakan soal *pretest*. *Pretest* bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari. Setelah melakukan *pretest*, diperoleh data hasil *pretest* yang dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut.

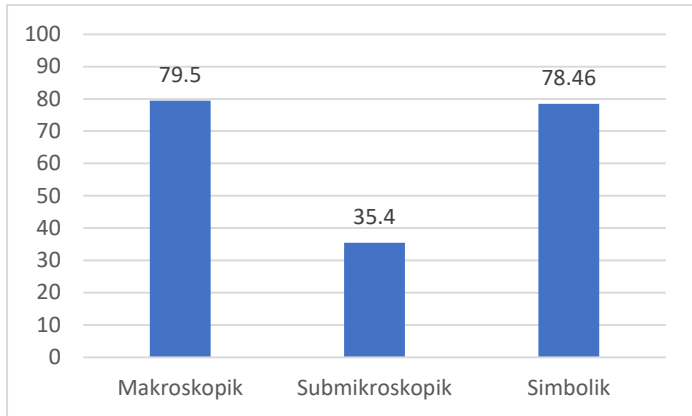
Tabel 4.18 Hasil Pretest

No	Keterangan	Jumlah
1	N	31
2	Min	33
3	Max	83
4	R	50
5	Mean	56,7
6	Median	58,3
7	Modus	66,6
8	SD	14,342
9	V	205,691

Berdasarkan tabel 4.18 Dapat dilihat bahwa nilai minimum (terendah) soal *pretest* sebesar 25, sedangkan nilai maximum (tertinggi) soal *pretest* sebesar 83. Rata-rata nilai *pretest* sebesar 55,7, nilai median yaitu 58,3, nilai modus yaitu 66,6, standar deviasi yaitu 16,012 dan varians yaitu 256,379. Selanjutnya yaitu dilakukan analisis nilai rata-rata tiap level representasi. Nilai rata-rata MLR dapat dilihat pada tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Nilai Rata-rata MLR *Pretest*

No	MLR	Nilai Rata-rata
1	Makroskopik	79,5
2	Submikroskopik	35,4
3	Simbolik	78,46



Gambar 4.20 Grafik Nilai Rata-rata MLR *Pretest*

Berdasarkan tabel 4.19 dan gambar 4.20 Dapat dilihat nilai hasil *pretest* dari 12 butir soal yang terdiri dari 3 soal level makroskopik, 6 soal level submikroskopik dan 3 soal level simbolik. Penilaian dilakukan pada ketiga level representasi tersebut yaitu level makroskopik, level submikroskopik dan level simbolik. Level makroskopik memperoleh nilai rata-rata sebesar 79,5, level submikroskopik memperoleh nilai *pretest* rata-rata sebesar 35,4 dan level simbolik memperoleh nilai rata-rata sebesar 78,46.

c) Hasil *Posttest*

Setelah dilakukan implementasi bahan ajar yang dikembangkan, selanjutnya yaitu peserta didik mengerjakan soal *posttest*. *Posttest* bertujuan untuk

mengetahui peningkatan kemampuan MLR peserta didik setelah diberi perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR. Setelah melakukan *pretest*, diperoleh data hasil *pretest* yang dapat dilihat pada tabel 4.20

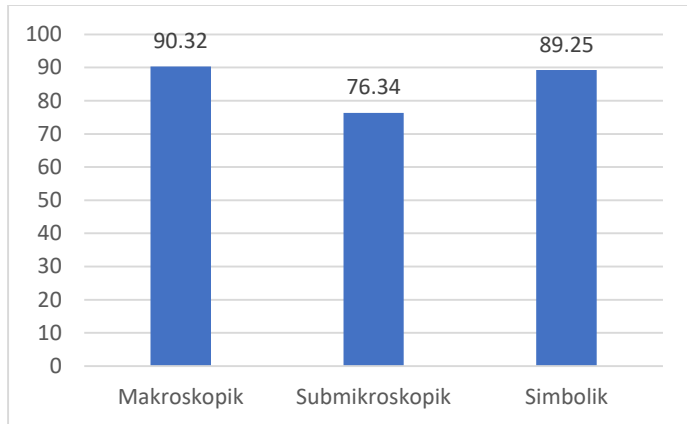
Tabel 4.20 Hasil *Posttest*

No	Keterangan	Jumlah
1	N	31
2	Min	58
3	Max	100
4	R	42
5	Mean	83,0
6	Median	83,3
7	Modus	83,3
8	SD	11,282
9	V	127,280

Berdasarkan tabel 4.20 Dapat dilihat bahwa nilai minimum (terendah) soal *posttest* sebesar 58, sedangkan nilai maximum (tertinggi) soal *pretest* sebesar 100. Rata-rata nilai *posttest* sebesar 83,0, nilai median yaitu 83,3, nilai modus yaitu 83,3, standar deviasi yaitu 11,282 dan varians yaitu 127,280. Selanjutnya yaitu dilakukan analisis nilai rata-rata tiap level representasi. Nilai rata-rata MLR dapat dilihat pada tabel 4.21

Tabel 4.21 Nilai Rata-rata MLR *Posttest*

No	MLR	Nilai Rata-rata
1	Makroskopik	90,3
2	Submikroskopik	76,85
3	Simbolik	89,2

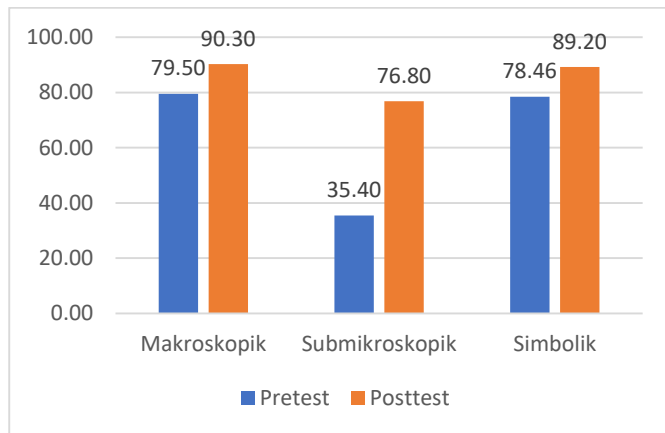
Gambar 4.21 Nilai Rata-rata MLR *Posttest*

Berdasarkan tabel 4.21 dan gambar 4.21 Dapat dinilai nilai hasil *posttest* sebanyak 12 butir soal yang terdiri dari 3 soal level makroskopik, 6 soal level submikroskopik dan 3 soal level simbolik. Penilaian dilakukan pada ketiga level representasi tersebut yaitu level makroskopik, level submikroskopik dan level simbolik. Level makroskopik memperoleh nilai rata-rata *posttest* sebesar 90,3, level submikroskopik memperoleh nilai rata-rata *posttest* sebesar 76,8 dan

level simbolik memperoleh nilai rata-rata *posttest* sebesar 89,2.

Tabel 4.22 Hasil *Pretest Posttest*

No	Level Representasi	Rata-rata	
		Pretest	Posttest
1	Makroskopik	79,5	90,3
2	Submikroskopik	35,4	76,8
3	Simbolik	78,46	89,2



Gambar 4.22 Hasil Posttest Posttest

Berdasarkan gambar 4.22 menunjukkan adanya perbedaan kemampuan MLR peserta didik sebelum dan sesudah diberi perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR. Kemampuan MLR pada level makroskopik berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* mengalami peningkatan yaitu dari nilai rata-rata sebesar 79,5 sebelum diberi perlakuan berupa

bahan ajar struktur atom terintegrasi AR menjadi 90,3 setelah diberi perlakuan. Kemampuan MLR pada level submikroskopik pada *pretest* dan *posttest* juga mengalami peningkatan yaitu dari nilai rata-rata sebesar 35,4 sebelum diberi perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR menjadi 76,8 setelah diberi perlakuan. Kemampuan MLR pada level simbolik pada *pretest* dan *posttest* juga mengalami peningkatan yaitu dari nilai rata-rata sebesar 78,46 sebelum diberi perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR menjadi 89,2 setelah diberi perlakuan.

Kemampuan MLR yang paling besar peningkatannya adalah pada level submikroskopik yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 35,4 sebelum diberi perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR menjadi sebesar 76,8 setelah diberi perlakuan. Hal ini dikarenakan sebelum menggunakan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR, peserta didik kesulitan untuk memahami materi atom yang bersifat abstrak, terutama pada tingkatan submikroskopik. Setelah diberi perlakuan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR, ketiga aspek MLR tersebut menjadi lebih seimbang dari sebelumnya, sehingga penggunaan bahan ajar ini dapat meningkatkan kemampuan MLR

peserta didik berdasarkan hasil penilaian *pretest posttest*.

d) Uji hipotesis

Sebelum melakukan uji hipotesis, dilakukan uji prasyarat yang terdiri dari uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan *Shapiro-Wilk*. Data berdistribusi normal apabila nilai Sig > 0,05. Hasil uji normalitas terdapat pada Tabel 4.23

Tabel 4.23 Uji Normalitas Pretest Posttest

Test	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Statistic	df	Sig.
<i>Pretest</i>	.949	31	.143
<i>Posttest</i>	.934	31	.056

Berdasarkan tabel 4.23 diperoleh nilai Sig. data hasil *pretest* 0,133 > 0,05, maka data *pretest* berdistribusi normal. Sig. data hasil *pretest* 0,78 > 0,05, maka data *posttest* berdistribusi normal.

Uji prasyarat selanjutnya yaitu uji homogenitas. Pada penelitian ini menggunakan uji *Levene*. Data dikatakan normal jika nilai Sig. > 0,05. Hasil uji homogenitas terdapat pada tabel 4.24

Tabel 4.24 Uji Homogenitas Pretest Posttest

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.825	1	60	.098

Berdasarkan tabel 4.24 diperoleh nilai Sig. data $0,98 > 0,05$, maka data tersebut 168nstrume.

Setelah melakukan uji prasyarat, tahap selanjutnya yaitu dilakukan uji hipotesis menggunakan Uji t. hipotesis yang diajukan adalah

H_0 = Tidak ada perbedaan nilai *pretest posttest* peserta didik

H_a = Ada ada perbedaan nilai *pretest posttest* peserta didik

Uji t dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik sebelum dan setelah menggunakan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR. Pada penelitian ini digunakan uji *paired sample t-test* dengan responden sebanyak 31 peserta didik kelas XI diberikan *pretest* terlebih dahulu, kemudian diberi perlakuan berupa bahan ajar, lalu diberikan *posttest*. Hasil uji t *paired sample t-test* menunjukkan adanya perbedaan hasil *pretest* dan *posttest*.

Berdasarkan hasil uji t *paired sample t-test*, diperoleh Sig. (2 tailed) = $0,000 < 0,005$, Hasil uji t

paired sample t-test menunjukkan adanya perbedaan hasil *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan hasil tersebut, maka terdapat peningkatan kemampuan MLR peserta didik setelah diberikan perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR. Produk bahan ajar yang telah berhasil diuji validasi, dan diuji peningkatan MLR selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber belajar di sekolah oleh peserta didik maupun guru. Hasil uji *t paired sample t-test* terdapat di **Lampiran 27**.

C. Revisi Produk

Dalam mengembakan bahan ajar ini, peneliti tidak hanya mendapatkan data kuantitatif berupa hasil validasi, namun juga memperoleh data kualitatif berupa saran dan komentar perbaikan dari validator ahli materi, ahli media, guru dan ahli bidang IT. Saran dan komentar ini dijadikan sebagai acuan untuk merevisi produk agar menjadi produk yang layak untuk digunakan. Adapun bagian bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang perlu direvisi sebagai berikut.

1. Penggunaan jenis font terlalu bervariasi



Penggunaan font semula menggunakan jenis font Chewy dan terlalu bervariasi sehingga diganti menjadi jenis font Times New Roman.

2. Menambahkan kelebihan dan kekurangan tiap model atom

<p>Sebelum revisi</p>	<p>Sesudah revisi</p>
------------------------------	------------------------------

Sebelum direvisi, pada bagian tiap model atom belum ada kekurangan dan kelebihan. Setelah direvisi, tiap model atom ditambahkan kelebihan dan kekurangannya.

3. Merapikan layout bahan ajar

<p>Sebelum revisi</p>	<p>Sesudah revisi</p>
------------------------------	------------------------------

Layout bahan ajar semula kurang menarik, gambar yang kurang jelas dan teks yang sulit dibaca sehingga peserta didik kesulitan memahami materi. Setelah dilakukan revisi, diperoleh *layout* bahan ajar yang lebih menarik, gambar yang jelas dan teks yang mudah dibaca sehingga mudah dipahami oleh peserta didik.

4. Menambahkan jenis unsur pada model atom yang discan



5. Menambahkan latihan pada bahan ajar

NOFOR 113430

Nomor Massa (A) adalah jumlah total neutron dan proton yang ada dalam inti atom suatu unsur, kecuali untuk bentuk paling umum dari isotop yang mempunyai satu proton dan tidak mempunyai neutron. Semua inti atom mengandung baik proton maupun neutron.

Nomor massa = jumlah proton + jumlah neutron
= nomor atom + jumlah neutron

Jumlah neutron dalam suatu unsur sama dengan selisih antara nomor massa dengan nomor atom, atau (A-Z). Misalnya nomor massa fluorin = 19, dan nomor atomnya adalah 9 (menyatakan 9 proton dalam inti). Jadi jumlah neutron dalam suatu atom fluorin adalah: 19 - 9 = 10. Perhatikan bahwa Logo Kurikulum (nomor atom, jumlah atom dan nomor massa) harus berupa bilangan bulat positif.

Latihan

5. Tentukan jumlah proton, elektron, dan neutron pada ion-ion berikut!

Unsur	Jumlah Elektron	Jumlah Proton	Jumlah Neutron
H ⁺	0	1	0
Li ⁺	2	3	3
S ²⁻	18	16	16



6. Lengkapi tabel berikut!

Unsur	Nomor Atom	Nomor Massa	Jumlah Elektron	Jumlah Proton	Jumlah Neutron
Li	3	7	3	3	4
N	7	14	7	7	7
B	5	11	5	5	6
O	8	16	8	8	8
F	9	19	9	9	10
Ne	10	20	10	10	10

6. Menambahkan pertanyaan atau diskusi pada materi

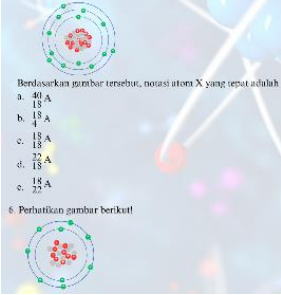
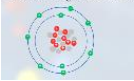
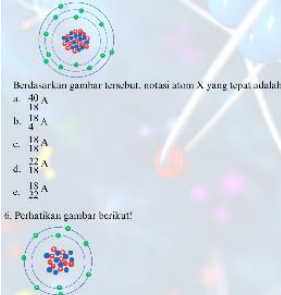

<p>3. Inti atom</p> <p>Rutherford melakukan penelitian pemecahan lempeng tipis emas. Jika atom terdiri dari partikel yang bermuatan positif dan negatif maka sinar alfa yang ditembakkan seharusnya tidak ada yang dibelokkan/membelus lempeng sehingga memunculkan tidak inti atom. (Lewi) Rutherford dibantu oleh Hans Geiger dan Ernest Marsden (1911) menemukan konsep inti atom.</p> <p>Hasil percobaan ini membuat Rutherford menyatakan hipotesisnya bahwa atom tersusun dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif, sehingga atom bersifat netral. Massa inti atom tidak seimbang dengan massa proton yang ada dalam inti atom, sehingga diperkirakan ada partikel lain dalam inti atom.</p> <p>SCAN, HERE!! Perhatikan Ernest Rutherford</p> 	<p>Hasil percobaan ini membuat Rutherford menyatakan hipotesisnya bahwa atom tersusun dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif sehingga atom bersifat netral. Massa inti atom tidak seimbang dengan massa proton yang ada dalam inti atom, sehingga diperkirakan ada partikel lain dalam inti atom.</p> <p>SCAN, HERE!! Perhatikan Ernest Rutherford</p>  <p>Ayo diskusikan pertanyaan dibawah dengan teman sekelompokmu!</p> <p>Pada percobaan lempeng emas yang dilakukan oleh Rutherford, dihasilkan bahwa sinar yang ditembakkan lebih banyak didefleksikan yang dipantulkan. Mengapa hal tersebut dapat terjadi?</p>
<p>Sebelum revisi</p>	<p>Sesudah revisi</p>

7. Memperbaiki gambar bentuk atom pada soal

<p>2. Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Berdasarkan gambar, jumlah proton pada atom tersebut adalah ...</p> <p>a. 2 b. 6 c. 8 d. 12 e. 14</p>	<p>2. Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Berdasarkan gambar, jumlah proton pada atom tersebut adalah ...</p> <p>a. 2 b. 6 c. 8 d. 12 e. 14</p>
<p>Sebelum revisi</p>	<p>Sesudah revisi</p>

Sebelum dilakukan revisi, bentuk atom tersebut kurang tepat karena pada kulit pertama memiliki 6 elektron. Setelah dilakukan revisi, diperoleh bentuk atom yang sesuai yaitu pada kulit pertama memiliki 2 elektron dan kulit kedua memiliki 4 elektron.

8. Warna inti atom pada soal bahan ajar kurang jelas

 <p>Berdasarkan gambar tersebut, notasi atom X yang tepat adalah.</p> <ol style="list-style-type: none"> 40 A 18 19 A 18 18 A 18 22 A 18 18 A 22 <p>6. Perhatikan gambar berikut!</p> 	 <p>Berdasarkan gambar tersebut, notasi atom X yang tepat adalah.</p> <ol style="list-style-type: none"> 40 A 18 18 A 4 18 A 18 22 A 18 18 A 22 <p>6. Perhatikan gambar berikut!</p> 
Sebelum revisi	Setelah revisi

9. Merubah bentuk atom mekanika kuantum

 <p style="text-align: center;">Model Atom Mekanika Kuantum</p>	 <p style="text-align: center;">Model Atom Mekanika Kuantum</p>
Sebelum revisi	Setelah revisi

Model atom mekanika kuantum sebelumnya menggunakan orbital d, kemudian direvisi menjadi orbital s. Orbital s lebih memiliki bentuk yang paling sederhana dibandingkan dengan orbital d. penggunaan orbital s lebih sering digunakan karena bentuknya yang sederhana dan relevansinya dalam menjelaskan konsep dasar mekanika kuantum.

D. Kajian Produk Akhir

Produk akhir penelitian pengembangan ini adalah bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan MLR peserta didik. Bahan ajar tersebut dikembangkan dengan penelitian pengembangan (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Penelitian ini dilakukan sebanyak tiga kali. Penelitian pertama merupakan pra-riset yang dilakukan pada tanggal 15 Januari 2024, pra-riset ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan dan kebutuhan peserta didik di lapangan. Penelitian kedua dilakukan pada tanggal 22 November 2024, penelitian ini dilakukan untuk menguji kevalidan instrument soal yang akan digunakan. Penelitian ketiga dilakukan pada tanggal 6 dan 10 Desember 2024, penelitian ini dilakukan untuk menguji peningkatan kemampuan MLR peserta didik sebelum dan setelah diberi perlakuan berupa bahan ajar yang dikembangkan.

Bahan ajar ini disusun berdasarkan hasil analisis masalah, analisis kebutuhan dan analisis karakteristik peserta didik. Pada analisis masalah ditemukan bahwa pemahaman peserta didik pada level submikroskopik rendah, karena bahan ajar yang digunakan belum mencapai seluruh level representasi terutama pada level submikroskopik. Pada analisis kebutuhan ditemukan bahwa pada materi struktur

atom terdapat permodelan yang bersifat abstrak, selain itu terdapat bagian materi percobaan penemuan sub atomik yang dinilai sulit oleh peserta didik karena tidak dapat mengamatinya secara langsung, dan alat-alatnya tidak memadai. Sehingga peserta didik membutuhkan bahan ajar yang dapat mencakup multi level representasi dan dapat tidak hanya menjabarkan bagian percobaan penemuan sub atomik pada level submikroskopik saja, tetapi juga pada level makroskopik.

Pada analisis karakteristik peserta didik ditemukan bahwa peserta didik menyukai pembelajaran kimia yang lebih aktif, menyukai penggunaan bahan ajar yang lebih menarik dan dikaitkan dengan teknologi dan sangat tertarik dengan bahan ajar yang menggunakan teknologi AR dengan persentase sebesar 91,43%, sehingga peneliti mengembangkan bahan ajar materi struktur atom yang terintegrasi dengan teknologi AR. Pada bahan ajar ini, terdapat integrasi AR yang mencakup MLR. Dalam pelaksanaan pembelajaran, setelah melakukan *scan* untuk memunculkan AR, peserta didik akan melakukan diskusi terkait perbedaan model yang telah *discan* dalam bentuk 3D sehingga dapat meningkatkan keaktifan pembelajaran dalam kelas.

Bahan ajar yang dikembangkan diuji validitasnya oleh 6 validator ahli materi dan 7 ahli media yang terdiri dari 4 dosen

kimia UIN Walisongo Semarang, 2 guru kimia SMA Negeri 12 Semarang dan 1 ahli bidang IT. Berdasarkan hasil perhitungan validitas bahan ajar, diperoleh nilai validasi pada aspek materi sebesar 0,87 dengan kategori valid dan pada aspek media diperoleh nilai validasi sebesar 0,89 dengan kategori valid. Berdasarkan hasil tersebut, maka bahan ajar yang dikembangkan dinilai layak dan dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Validator ahli materi dan ahli media memberikan masukan dan komentar tentang bahan ajar yang dikembangkan selama proses validasi. Hasil akhir dari produk pengembangan ini yaitu media yang lebih baik dari sebelumnya dan sudah layak digunakan pada tahap implementasi produk. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurhasanah (2023) bahwa bahan ajar yang baik adalah bahan ajar yang telah dinilai valid oleh ahli materi dan ahli media sehingga layak untuk digunakan.

Hasil uji respons peserta didik yang diujikan pada 31 responden memperoleh jumlah skor rata-rata sebesar 74,90 dan nilai presentase bahan ajar sebesar 93,625% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, bahan ajar yang dikembangkan dapat diterima dengan baik oleh peserta didik sebagai sumber bahan ajar dan telah ideal digunakan dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rita dan Guspatni (2024),

bahwa peserta didik memberikan respons yang baik terhadap media pembelajaran terintegrasi *augmented reality*, peserta didik sangat tertarik menggunakan media pembelajaran yang terintegrasi *augmented reality* dengan presentase nilai sebesar 96%. Penerapan AR dalam pembelajaran kimia membuat peserta didik tidak mudah merasa bosan dan dapat meningkatkan semangat belajar peserta didik (Khairani dan Prodjosantoso, 2023).

Peningkatan kemampuan MLR peserta didik diukur menggunakan uji t. Sebelum melakukan perhitungan uji t, dilakukan *pretest* dan *posttest* terlebih dahulu. *Pretest* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari, sedangkan *posttest* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan MLR siswa sebelum dan sesudah diberi bahan ajar. Soal *pretest* dan *posttest* berjumlah 12 butir yang terdiri dari 3 soal level makroskopik, 6 soal level submikroskopik dan 3 soal level simbolik.

Berdasarkan hasil *pretest*, level makroskopik memperoleh nilai rata-rata sebesar 79,5, level submikroskopik memperoleh nilai rata-rata sebesar 35,4 dan level simbolik memperoleh nilai rata-rata sebesar 78,46. Berdasarkan hasil *posttest*, level makroskopik memperoleh nilai rata-rata sebesar 90,3, level submikroskopik memperoleh nilai rata-rata sebesar

76,8 dan level simbolik memperoleh nilai rata-rata sebesar 89,2.

Kemampuan MLR yang paling besar peningkatannya adalah pada level submikroskopik yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 35,4 sebelum diberi perlakuan berupa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR menjadi sebesar 76,8 setelah diberi perlakuan. Terdapat peningkatan kemampuan MLR peserta didik menandakan bahwa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR dapat disebar luaskan di SMA Negeri 12 Semarang agar dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Produk akhir dari bahan ajar struktur atom terintegrasi AR terbukti valid, mendapat respons positif dari peserta didik dan dapat meningkatkan kemampuan MLR peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningrum (2021) bahwa media pembelajaran berbasis *augmented reality* terbukti dapat meningkatkan kemampuan MLR peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan media pada level makroskopik.

Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari bahan ajar struktur atom terintegrasi AR antara lain :

1. Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri oleh peserta didik
2. Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR sangat praktis dan memiliki tampilan menarik

3. Integrasi teknologi AR pada bahan ajar dapat membantu untuk memvisualisasikan materi struktur atom dalam bentuk 3D

Kekurangan dari bahan ajar struktur atom terintegrasi AR antara lain :

1. Scan AR hanya dapat dioperasikan oleh *device android*, sehingga peserta didik yang menggunakan *device IOS* tidak dapat mengoperasikan AR
2. Kualitas kamera dan pencahayaan dapat mempengaruhi kecepatan kamera dalam menangkap marker dan menginterpretasikannya ke 3D
3. *Scan AR* pada bahan ajar harus dilakukan dengan menggunakan aplikasi, sehingga peserta didik yang belum mengunduh aplikasi tidak dapat melakukan *scan AR*.

E. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan pada penelitian pengembangan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR untuk meningkatkan kemampuan Multi Level Representasi peserta didik meliputi beberapa hal, yaitu :

1. Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan hanya memuat materi struktur atom
2. Aplikasi yang digunakan untuk *scan AR* hanya dapat *download* oleh *device android*

3. Produk yang dikembangkan masih bergantung pada kualitas kamera *smartphone* dan kecepatan internet
4. Penelitian dilakukan dalam jangka waktu terbatas, sehingga pengambilan data hanya sesuai dengan kebutuhan yang berkaitan dengan penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang telah dilakukan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik bahan ajar yang dikembangkan yaitu berupa bahan ajar cetak pada materi struktur atom yang diintegrasikan dengan teknologi *augmented reality*, terdapat tiga level representasi pada uraian materi dan soal.
2. Berdasarkan hasil perhitungan Aiken's V, diperoleh nilai validasi ahli materi sebesar 0,87 dengan kategori valid, nilai validasi ahli media sebesar 0,89 dengan kategori valid, maka dapat disimpulkan bahwa bahan ajar struktur atom terintegrasi AR layak digunakan.
3. Berdasarkan hasil uji respons peserta didik terhadap bahan ajar struktur atom terintegrasi AR, diperoleh jumlah skor rata-rata sebesar 74,90 dan nilai presentase sebesar 93,625% dengan kategori sangat baik.
4. Peningkatan kemampuan MLR peserta didik pada level makroskopik mengalami peningkatan yaitu dari nilai rata-rata sebesar 79,5 menjadi 90,3 setelah diberi perlakuan.

Kemampuan MLR pada level submikroskopik juga mengalami peningkatan yaitu dari nilai rata-rata sebesar 35,4 menjadi 76,8 setelah diberi perlakuan. Kemampuan MLR pada level simbolik juga mengalami peningkatan yaitu dari nilai rata-rata sebesar 78,46 menjadi 89,2 setelah diberi perlakuan. Peningkatan MLR ini diperkuat dengan hasil uji *paired sample t-test* yaitu diperoleh nilai Sig.(2 tailed) = 0,000, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan MLR peserta didik.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang telah dilakukan, maka peneliti menyampaikan saran sebagai berikut :

1. Pengembangan bahan ajar ini tidak terbatas pada materi struktur atom saja, tetapi perlu dikembangkan pada materi kimia lainnya
2. Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan diharapkan dapat digunakan menjadi media pembelajaran yang menarik bagi peserta didik, sehingga mampu meningkatkan kemampuan MLR peserta didik.
3. Aplikasi yang digunakan untuk *scan marker* perlu ditambahkan ke *playstore* maupun *appstore* agar dapat diakses dan *download* dengan mudah

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Desiminasi

Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR dari hasil penelitian yang telah dilakukan dinilai valid dan layak untuk digunakan. Oleh karena itu, bahan ajar struktur atom terintegrasi AR ini juga dapat disebarluaskan kepada sasaran yang lebih luas untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran sebagai sumber belajar.

2. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang dikembangkan berisi materi struktur atom yang diintegrasikan dengan AR. Untuk memunculkan AR, peserta didik harus *download* aplikasi, namun aplikasi tersebut hanya dapat *download* oleh *device smartphone android*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan mampu mengembangkan bahan ajar struktur atom terintegrasi AR yang aplikasinya dapat *download* oleh seluruh *device smartphone* selain *android*, seperti *IOS*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah dkk. (2021) Pengembangan E-Modul Berbasis Tiga Level Representasi Pada Materi Kesetimbangan Kimia untuk Siswa Sekolah Menengah Atas Kelas XI, *Chemistry Education Practice*, 4(3), pp. 262–268.
- Agussalim, H., Muharram, M. & Danial, M. (2021) Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbentuk Komik Berbasis Augmented Reality pada Materi Pokok Ikatan Kimia', *Chemistry Education Review (CER)*, 4(2), p. 121.
- Aisyah, S., Noviyanti, E. & Triyanto, T. (2020) Bahan Ajar Sebagai Bagian Dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia, *Jurnal Salaka : Jurnal Bahasa, Sastra, dan Budaya Indonesia*, 2(1), pp. 62–65.
- Almubarak dan Iriani, R. (2021) Pengembangan Modul Kimia Berkonteks Lahan Basah Sebagai Penguatan Model Mental: Augmented Reality & Chiminal Representation, *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6(2), pp. 57–58.
- Apriani dkk. (2021) Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Membantu Siswa Memahami Konsep Ikatan Kimia, *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(4), pp. 305–330.
- Arikunto, S. (2010) *Penelitian Suatu Pendekatan dan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Aulia, N., Hanum, L. & Mukhlis. (2017) Analisis Kemampuan Penyelesaian Soal Kimia Berbasis Makroskopik dan Simbolik pada Materi Hukum Dasar dan Perhitungan Kimia di Kelas X SMA Negeri 1 Indrapuri Abstrak Pendahuluan Metode Penelitian, *Jurnal Ilmiah mahasiswa Pendidikan Kimia (JIMPK)*, Vol. 2(No. 4), p. Hal 237-244.
- Auliza, O., A.K, R. dan Kurniati, T. (2019) Pengaruh Penggunaan Modul Terhadap Kemampuan Multipel Representasi Siswa Pada Materi Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan (Ksp) Kelas Xi Ipa Sma Adisucipto Sungai Raya, *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 174, pp. 72–82.

- Azzahra, W.A., Alfiana, W. & Setiabudi, D.I. (2022) Pengaruh Bahan Ajar Berbasis Audio Visual Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar, *Education : Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 2(1), pp. 60–66.
- Azwar, S. (2012) *Penyusunan Skala Psikologi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bau, C.P.E., Oliy, S. & Pakaya, N. (2022) Perbandingan Motivasi Belajar pada Mata Pelajaran Kimia Sebelum dan Sesudah Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality Chemistry Reality Chemistry, *Journal of Information Technology Education*, 2(1), pp. 44–53.
- Branch, R.M. (2009) *Instructional Design : The ADDIE Approach, Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship*. New York: Springer Science & Business Media, LLC.
- Bucat, B. dan Mocerino, M. (2009) Learning at the Sub-micro Level: Structural Representations in J.K. Gilbert and D. Treagust (eds). *Journal Chemical Education*, pp. 9(1), pp.11–29.
- Cahyadi, R.A.H. (2019) Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model, *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), pp. 35–42.
- Chang, R. (2003) *Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dariyati, Marhaeni & Widiartini, N.K. (2015) 'Pengaruh Pembelajaran Praktik Berbantuan Media Audio Terhadap Kemampuan Motorik Dan Motivasi Belajar Siswa Smp Di Slb A Negeri Denpasar Tahun Pelajaran 2014/2015', *Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha* , 5(1), pp. 1–10.
- Dayat dkk. (2020) Perancangan Aplikasi Pengenalan Kebudayaan Khas Papua Berbasis Augmented Reality, *JISKa*, 5(1), pp. 42–55.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2008) Panduan Pengembangan Bahan Ajar, *Depdiknas Jakarta*, pp. 1–13.
- Devita, D.R & Rohayati, S. (2012) Pengembangan Bahan Ajar E-Book Interaktif Materi Jurnal Khusus Akuntansi Perusahaan

- Dagang Berbasis Scientific Approach Sebagai Sumber Belajar Alternatif Kelas XI SMK Negeri 2 Buduran Sidoarjo, *Jurnal Pendidikan Akuntansi*, 01(01), pp. 0–216.
- Dewi, P.C., Hudiyono, Y. & Mulawarman, W.G. (2018) Pengembangan Bahan Ajar Menulis Teks Prosedur Kompleks Dengan Model Pembelajaran Discovery Learning Menggunakan Media Audio Visual (Video) Di Kelas Xi Sma Negeri 1 Samarinda, *Jurnal Kajian Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, 1(2), pp. 101–112.
- Effendy. (2016) *Ilmu Kimia untuk Siswa SMA dan MA*. Malang : Indonesian Academic Publishing.
- Elisa, E. dan Wiratmaja, I. (2019) Augmented reality : Analisis Pengembangan Media Pembelajaran Kimia untuk Meningkatkan Keterampilan 4C Mahasiswa, *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 11(2), pp. 73–81.
- Fajri, Z. (2018) Bahan Ajar Tematik Dalam Pelaksanaan Kurikulum 2013, *Jurnal Pedagogik*, 05(01), pp. 100–108.
- Gali Trinanda, G.T. dan Rahayu, S.L (2023) Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Komponen Sepeda Motor Berbasis Android, *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, 4(1), pp. 90–102.
- Ginting, S.L., Ginting, Y.R. & Aditama, W. (2017) Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Stimulasi Bayi Menggunakan Metode Marker Berbasis Android, *Jurnal Manajemen Informatika*, 1(13), pp. 1–14.
- Habibah, Oktarina, H. & Sari, R.A.I. (2022) Peningkatan hasil belajar siswa pada topik larutan penyangga melalui pembelajaran multi level representasi, *Jurnal Tadris Kimia*, 2(1), pp. 1–10.
- Haris, A., Subandi, S. & Munzil, M. (2021) Pengaruh Pembelajaran Berbasis Multiple Representasi dengan Model Problem Solving pada Topik Laju Reaksi terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa, *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(2), p. 235.
- Hermanto, B. dan Winarti, E. (2018) Penerapan model discovery learning dengan variasi team quiz sebagai upaya

- peningkatan aktivitas dan prestasi belajar kimia pada materi struktur atom, *Seminar nasional Edusainstek*, 978-602-56(2005), pp. 37-51.
- Ilmawan, M., S.Pd.T., M.T., N.K. (2017) Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality, *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro FT UNY*, 1.
- Imaduddin, M. (2018) Analisis Miskonsepsi Submikroskopik Konsep Larutan Pada Calon Guru Kimia, *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 6(2), p. 1.
- Indahsari, L. dan Sumirat, S. (2023) Implementasi Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Interaktif, *Cognoscere: Jurnal Komunikasi dan Media Pendidikan*, 1(1), pp. 7-11.
- Indartuti, E. dan Maduwinarti, A. (2021) Pemanfaatan Limbah Kurma Dan Buahnya Menjadi Minuman Kopi, Susu Kurma Pada UMK Oemah Kurma "Naf" Di Kelurahan MedokanAyu, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1).
- Iqbal, M., Fatah, A.H. & Syarpin, S. (2020) Pengembangan Multimedia Pembelajaran Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit Berbasis Multipel Representasi Menggunakan Lectora Inspire, *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(1), pp. 152-163.
- Irwandy. (2014) *Teknik Kimia*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Isnaini, M. dan Ningrum, W.P. (2018) Hubungan Keterampilan Representasi Terhadap Pemahaman Konsep Kimia Organik, *Jurnal Pendidikan Kimia*, pp. 12-25.
- Gilbert, J.K. dan Treagust, D. (2009) *Multiple Representations in Chemical Education*.
- Kemdikbud. (2023) Rapor Pendidikan Indonesia Tahun 2023, *Merdeka Belajar*, p. 2023.
- Khairani, R.N. dan Prodjosantoso, A.K. (2023) Application of Augmented Reality on Chemistry Learning: A Systematic Review, *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), pp. 1221-1228.

- Kurniawan, M.H. dan Julianto (2022) Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis AR “Augmented Reality” pada Materi Sistem Tata Surya Kelas 6 SD, *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(06), pp. 1401–1414.
- Kurniawati, F.E. (2015) Pengembangan Bahan Ajar Aqidah Ahklak di Madrasah Ibtidaiyah, *Jurnal Penelitian*, 9(2), p. 367.
- Langitasari, I. (2016) Analisis Kemampuan Awal Multi Level Representasi Mahasiswa Tingkat I Pada Konsep Reaksi Redoks, *Edu Chemia*, 1(1), pp. 14–24.
- Lestari, I.D., Halimatusha’diah, H. & Puji Lestari, F.A. (2018) Penggunaan Media Audio, Visual, Audiovisual, dalam Meningkatkan Pembelajaran kepada Guru-guru, *Jurnal PkM Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(01), p. 55.
- Lisa, T. dan Susilowibowo, J. (2016) Pengembangan Bahan Ajar eModul Sebagai Pendukung Pembelajaran Kurikulum 2013 Pada Materi Ayat Jurnal, *Jurnal Pendidikan Akuntansi*, pp. 1–9.
- Manasikana, A. dan Listiadi, A. (2017) Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berbasis Android Pada Materi Jurnal Penyesuaian Dan Jurnal Koreksi Untuk Kelas XII Akuntansi Di SMKN 1 Surabaya, *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 5(2), pp. 1–8.
- Martono, K.T. (2011) Augmented Reality Sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer, *Jurnal Sistem Komputer*, 1(2), pp. 60–64.
- Mashami, R.A., Andayani, Y. & Gunawan, G. (2014) Pengaruh Media Animasi Submikroskopik Dalam Meningkatkan Kemampuan Representasi Siswa, *Jurnal Pendidikan*, 7(2), pp. 149–152.
- Meidy, R.D., Patmanthara, S. & Arifin, M.Z. (2018) Pengembangan Bahan Ajar Cetak dengan Model Discovery Learning untuk Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar Kelas X, *Jurnal Pendidikan (Teori dan Praktik)*, 3(2), p. 126.
- Mirfan, M. (2018) Implementasi Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Jenis-Jenis Badik Di Sulawesi Selatan Berbasis Android, *Jurnal Ilmiah*, 10(1), pp. 59–64.
- Mujakir, M. (2018) Pemanfaatan Bahan Ajar Berdasarkan Multi

- Level Representasi Untuk Melatih Kemampuan Siswa Menyelesaikan Masalah Kimia Larutan, *Lantanida Journal*, 5(2), p. 183.
- Mulyana, I., Suriansyah, M.I. & Akbar, J. (2018) Implementasi Natural Feature Tracking Pada Pengenalan Mamalia Laut Berbasis Augmented Reality, *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 2018, pp. 13–18.
- Ningrum, V.F., Sumarni, W. & Cahyono, E. (2021) Development of Augmented Reality-Based Learning Media on Concept of Hydrocarbon to Improve Multi-representation Ability, *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), pp. 256–265.
- Nurhasanah, E., Bernard, M. & Fitriani, N. (2023) Pengembangan Bahan Ajar Saintifik Berbantuan Scratch pada Materi Segiempat dan Segitiga, *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 6(4), pp. 1537–1546.
- Nurillah, H.S., Fatayah, F. & Purwanto, K.K. (2023) Penggunaan Media Augmented Reality Berbasis Android Terhadap Peningkatan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Ikatan Kimia, *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(1), pp. 17–22.
- Nurjanah, R.S., Yuniar & Pratiwit, R.Y. (2022) Analisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Siswa Kelas Xi Pada Materi Asam Basa Di Sma Muhammadiyah 2 Palembang, *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia*, pp. 314–324.
- Nuryasana, E. dan Desiningrum, N. (2020) Pengembangan Bahan Ajar Strategi Belajar Mengajar Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa, *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(5), pp. 967–974.
- Petrucci, R.H. (2007) *Kimia Dasar Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Praptaningrum, A. (2020) Penerapan Bahan Ajar Audio Untuk Anak Tunanetra Tingkat Smp Di Indonesia, *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(1), p. 1.

- Prastowo, A. (2013) *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Puspita, Y. dan Silfianah, I. (2024) E-LKPD Interaktif Berbasis Multipel Representasi pada Materi Laju Reaksi, *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1).
- Putri, A. dan Guspatni (2023) Desain Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Augmented Reality pada Materi Sifat Keperiodikan Unsur, *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), pp. 15034–15045.
- Qumaruw Syty, S., Rasapta, S. & Diki (2024) Pelatihan Membuat Model 3D Sederhana Menggunakan Blender Di Smk Yapia Parung, *Jurnal Publikasi*, 2(4), pp. 188–193.
- Rachmawati. (2007) *Kimia 1 SMA dan MA*. Jakarta : Erlangga.
- Rafee, N.S.M. dan Mohammed, N. (2021) A Case Study on Augmented Reality Applications for Chemistry Subject using Heuristic Evaluation, *Journal of Advanced*, 3(2), pp. 34–41.
- Rafikayati, A., Sambira, S. & Muhyi, M. (2020) Pengembangan Bahan Ajar Audio dalam Pembelajaran Daring untuk Mahasiswa Tunanetra di Universitas PGRI Adi Buana, *Jurnal Ortopedagogia*, 6(2), p. 120.
- Rita, O.O. dan Guspatni, G. (2024) Augmented Reality (AR) Technology in Chemistry Learning, Literature Review: Forms, Barriers and Utilization of Augmented Reality (AR) in Chemistry Learning, *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, pp. 18552–18562.
- Safitri, N.C., Nursaadah, E. & Wijayanti, I.E. (2019) Analisis Multipel Representasi Kimia Siswa pada Konsep Laju Reaksi, *EduChemia : Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 4(1), p. 1.
- Sandi, H.A.A., Hamid, A. & Bakti, I. (2023) Pengembangan E-Modul Berbasis Mikroskopis Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Larutan Hidrolisis Garam Dan Larutan Penyangga, *JCAE : Journal of Chemistry And Education*, 6(2), pp. 87–97.
- Sari dkk. (2023) Peran Augmented Reality dan Mobile Marketing dalam Meningkatkan Promosi Bisnis (The Role of

- Augmented Reality and Mobile Marketing in Enhancing Business Promotion) *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(4), pp. 191–199.
- Sari dkk. (2020) Kesulitan Siswa Kelas X MIA SMA Negeri Di Kota Palangka Raya Tahun Ajaran 2018/2019 Dalam Memahami Konsep Struktur Lewis Menggunakan Instrumen Two-Tier Multiple Choice, *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(1), pp. 200–208.
- Sariati, N.K., Suardana, I.N. & Wiratini, N.M. (2020) Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Kelas Xi Pada Materi Larutan Penyangga, *Jurnal Imiah Pendidikan dan Pembelajaran*, pp. 1–12.
- Septiana, W,F., Lathifa, U. & Udaibah, W. (2019) Pengembangan Modul Kesetimbangan Kimia Berbasis Unity of Sciences (Uos) Dan Multilevel Representasi, *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 2(2).
- Setiawan, A.H. dan Dani, H. (2021) Studi Terhadap Media Augmented Reality (AR) Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada KD Memahami Jenis-Jenis Alat Berat, *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 7(1), pp. 1–5.
- Shelawaty, A.R., Hadiarti, D. & Fadhilah, R. (2016) Pengembangan Media Flash Materi Ikatan Kimia Siswa Kelas X Sma Negeri 1 Pontianak, *AR-RAZI Jurnal Ilmiah*, 4(2).
- Sirumapea, A., Ramdhan, S. & Masitoh, D. (2017) Aplikasi Augmented Reality Katalog Baju Menggunakan Smartphone Android, *Jurnal Sisfotek Global*, 7(2), pp. 1–6.
- Sudjiono, A. (2015) *Pengantar Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta : Rajawali Press.
- Sugiyono (2013) *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sugiyono (2018) *Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sukardi (2018) *Metode Penelitian Pendidikan. Revisi. Edited by R. Damayanti*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Sunarya, Y. (2011) *Kimia Dasar 1*. Bandung: Yrama Widya.

- Sunyono (2015) *Model Pembelajaran Multipel Representasi*. Yogyakarta : Media Akademi.
- Suparwati (2022) Analisis Reduksi Miskonsepsi Kimia dengan Pendekatan Multi Level Representasi: Systematic Literature Review, *Jurnal Pendidikan*, 12(2), pp. 341–348.
- Supriono, N. dan Rozi, F. (2018) Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android, *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 3(1), pp. 53–61.
- Syahputra dkk. (2024) Penggunaan Teknologi Augmented Reality pada Aplikasi Bangun Ruang Sederhana Berbasis Unity dan Vuforia Engine, *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 2(4).
- Thalanquer. (2011) Macro, Submicro and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet” No Title, *International Journal of Science Education*, 33 (2), pp. 179–195.
- Trinaldi dkk. (2022) Analisis Kebutuhan Penggunaan Bahan Ajar Berbasis Teknologi Infomasi, *Jurnal Basicedu*, 6(6), pp. 9304–9314.
- Tro, N.J. (2010) *Principles of Chemistry : A Molecular Approach*. New Jersey : Pearson Education.
- Wahyudi, N., Harianto, R.A. & Setyati, E. (2019) Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D ke dalam Bentuk 3D dengan Metode FAST Corner Detection, *Journal of Intelligent System and Computation*, 1(1), pp. 9–18.
- Widoyoko, S.E.P. (2009) *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Wijayanti, R. (2019) The Development of Teaching Material Based on Visual Communication in Heat and Heat Transfer, *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar Edisi*, 19, p. 2019.
- Wildan dkk. (2022) Sosialisasi dan Pendampingan Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Multi Level Representasi Pada Alumni Pendidikan Kimia Universitas Mataram, *Jurnal Pengabdian Inovasi Masyarakat Indonesia*, 1(1), pp. 10–13.
- Wulandari, S., Jusniar, J. & Majid, A.F. (2023) Development of

- Augmented Reality-Based Learning Media in the Form of Cards on Atomic Structure Material, *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(2), pp. 83–91.
- Yuliana dkk. (2023) Pemanfaatan Aplikasi Canva Sebagai Media Video Pembelajaran Kreatif, Inovatif, Dan Kolaboratif, *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 6(2), pp. 247–257.
- Zuraini, Winarni, S. & Hanum, L. (2020) Kemampuan Peserta Didik dalam memahami Representasi Makroskopik, Submikroskopik, dan Simbolik Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia (JIMPK)*, 8(1), pp. 1–12.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1 Angket Wawancara Pra Riset Dengan Guru

ANGKET PRA PENELITIAN

Nama sekolah : SMA Negeri 12 Semarang

Nama guru : Sri Hartati, S.Pd.

Guru mata pelajaran : Kimia

Tanggal wawancara : Senin, 15 Januari 2024

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja kendala-kendala yang dialami selama mengajar mata pelajaran kimia?	
2.	Apakah pembelajaran kimia di sekolah sudah mencakup kemampuan multi level representasi peserta didik?	
3.	Apakah bapak/ibu sudah pernah mengukur kemampuan multi level representasi peserta didik?	
4.	Apakah dalam mengajar bapak/ibu menggunakan bahan ajar?	
5.	Bahan ajar apa saja yang digunakan dalam pembelajaran kimia?	

6.	Apakah bapak/ibu pernah mengalami kendala saat menggunakan bahan ajar tersebut? Jika iya, bagaimana kendalanya?	
7.	Bagaimana respons peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan?	
8.	Menurut bapak/ibu apakah bahan ajar tersebut sudah efektif?	
9.	Apakah terdapat modul pembelajaran? Jika iya, bagaimana karakteristik modul yang digunakan?	
10.	Apakah di sekolah ini terutama pada pembelajaran kimia pernah menggunakan media pembelajaran dengan teknologi <i>Augmented Reality</i> ?	
11.	Bagaimana ketuntasan hasil belajar kimia peserta didik terutama dalam materi ikatan kimia?	

Lampiran 2 Hasil Angket Wawancara Pra Riset Dengan Guru

ANGKET PRA PENELITIAN

Nama sekolah : SMA Negeri 12 Semarang

Nama guru : Sri Hartati, S.Pd.

Guru mata pelajaran : Kimia

Tanggal wawancara : Senin, 15 Januari 2024

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja kendala-kendala yang dialami selama mengajar mata pelajaran kimia?	Kendala yang dialami adalah peserta didik cenderung menilai pelajaran kimia merupakan pelajaran yang sulit karena merupakan materi yang baru sehingga perlu adaptasi dan banyak konsep yang abstrak
2.	Apakah pembelajaran kimia di sekolah sudah mencakup kemampuan multi level representasi peserta didik?	Pembelajaran kimia di SMAN 12 Semarang belum mencakup tiga level representasi tersebut, terutama pada tingkatan submikroskopik
3.	Apakah bapak/ibu sudah pernah mengukur kemampuan multi level representasi peserta didik?	Guru kimia di SMAN 12 Semarang belum pernah mengukur kemampuan MLR peserta didik

4.	Apakah dalam mengajar bapak/ibu menggunakan bahan ajar?	Iya, menggunakan beberapa bahan ajar
5.	Bahan ajar apa saja yang digunakan dalam pembelajaran kimia?	LKS dan modul cetak
6.	Apakah bapak/ibu pernah mengalami kendala saat menggunakan bahan ajar tersebut? Jika iya, bagaimana kendalanya?	Iya, kendala yang didapati adalah peserta didik sering merasa bosan dan kurang tertarik karena hanya membaca materi di bahan ajar cetak berupa LKS tersebut
7.	Bagaimana respons peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan?	Peserta didik menanggapi bahan ajar yang digunakan yaitu berupa LKS mengakibatkan kesulitan untuk mempelajari materi kimia karena terdapat banyak rumus-rumus dan reaksi kimia.
8.	Menurut bapak/ibu apakah bahan ajar tersebut sudah efektif?	Jika dilihat dari respons peserta didik, guru menyatakan bahwa bahan ajar yang digunakan belum efektif
9.	Apakah terdapat modul pembelajaran? Jika iya,	Iya, modul pembelajaran yang digunakan berupa modul cetak biasa

	bagaimana karakteristik modul yang digunakan?	
10.	Apakah di sekolah ini terutama pada pembelajaran kimia pernah menggunakan media pembelajaran dengan teknologi <i>Augmented Reality</i> ?	Pada pembelajaran kimia di SMAN 12 Semarang belum ada media ataupun bahan ajar yang terintegrasi dengan teknologi <i>augmented reality</i>
11.	Bagaimana ketuntasan hasil belajar kimia peserta didik terutama dalam materi struktur atom?	Seluruh peserta didik dinilai tuntas karena tuntutan sekolah, akan tetapi pada kenyataannya ketuntasan belajar peserta didik pada materi struktur atom masih tergolong rendah

Lampiran 3 Angket Pra Riset Dengan Peserta Didik**ANGKET PRA PENELITIAN**

Nama sekolah :

Nama :

Kelas :

Tanggal wawancara :

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah anda menyukai mata pelajaran kimia?	
2.	Menurut anda, apakah kimia merupakan mata pelajaran yang sulit? Jika iya, mengapa?	
3.	Kesulitan apa yang dialami dalam pembelajaran kimia?	
4.	Apakah anda memahami materi yang disampaikan guru?	
5.	Menurut anda, materi kimia apa saja yang termasuk kategori sulit? Mengapa?	
6.	Apakah anda mengalami kesulitan pada materi struktur atom? Jika iya, mengapa?	
7.	Apakah anda aktif dalam pembelajaran di kelas dan senang berdiskusi?	

8.	Media apa yang sering digunakan guru dalam mengajar?	
9.	Apakah pembelajaran kimia yang dilakukan di sekolah pernah menggunakan bahan ajar berupa modul?	
10.	Bagaimana pendapat anda mengenai bahan ajar yang tersebut?	
11.	Apakah selama pembelajaran kimia anda dapat menguasai kemampuan MLR (Multi Level Representasi)?	
12.	Apakah anda diperbolehkan menggunakan <i>smartphone</i> sebagai salah satu sumber belajar selama pembelajaran berlangsung?	
13.	Apakah anda memiliki ketertarikan terhadap media pembelajaran yang menggunakan teknologi <i>Augmented Reality</i> ?	

Lampiran 4 Hasil Angket Pra Riset Dengan Peserta Didik**ANGKET PRA PENELITIAN**

Nama sekolah : SMA Negeri 12 Semarang
 Nama : Defina Careisa Putri
 Kelas : X-E.11
 Tanggal wawancara : 15 Januari 2024

No	Pertanyaan	Jawaban	Persentase
1.	Apakah anda menyukai mata pelajaran kimia?	Ya	57,14%
		Tidak	42,86%
2.	Menurut anda, apakah kimia merupakan mata pelajaran yang sulit?	Ya	88,57%
		Tidak	11,43%
3.	Kesulitan apa yang dialami dalam pembelajaran kimia?	Sulit melihat bentuk-bentuk atom, sulit mempelajari rumus-rumus	-
4.	Apakah anda memahami materi yang disampaikan guru?	Ya	37,14
		Kurang paham	62,86%
6	Apakah anda mengalami kesulitan pada	Ya, karena materi struktur atom banyak hafalannya dan banyak gambar-	65,71%

	materi struktur atom?	gambar atom yang kurang jelas	
		Tidak, saya sangat paham materi struktur atom	34,29%
7	Bagian materi mana yang membuat anda kesulitan memahami materi struktur atom?	Pada bagian percobaan penemuan inti atom karena tidak bisa mengamati secara langsung	62,85%
		Pada bagian konfigurasi elektron	22,86%
		Pada bagian isotop, isoton dan isobar	14,29%
8	Bahan ajar apa yang digunakan guru anda dalam pembelajaran kimia?	Buku LKS/paket	42,86%
		Modul	20%
		LKPD	25,71%
		Lainnya	11,43%
9	Media apa yang sering digunakan guru dalam mengajar?	Cetak	71,43%
		Video	20%
		Elektronik	8,57
		Lainnya	0%
10	Bagaimana pendapat anda mengenai bahan ajar yang tersebut?	Sangat membantu saya memahami materi yang diajarkan oleh guru	17,14%
		Cukup membantu namun kurang	54,29%

		lengkap dan lumayan membosankan karena tampilannya kurang menarik	
		Kurang membantu karena terlalu monoton dan membosankan	28,57%
11	Bahan ajar atau media seperti apa yang anda sukai?	Buku	5,72%
		LKPD	17,14%
		Bahan ajar yang berkaitan dengan teknologi yang memuat permodelan atom	77,14%
		Lainnya	0%
12	Apakah anda aktif dalam pembelajaran di kelas?	Ya	31,43%
		Tidak	68,57%
13	Apakah anda senang melakukan pembelajaran dengan berdiskusi?	Ya	71,43%
		Tidak	28,57%
14	Pembelajaran seperti apakah yang anda sukai?	Pembelajaran secara aktif dengan menggunakan bahan ajar yang desainnya	71,43%

		menarik dan dikaitkan dengan teknologi yang memuat permodelan atom	
		Pembelajaran yang banyak diskusinya sehingga lebih aktif	28,57%
15	Apakah anda mengetahui Multi Level Representasi?	Ya	22,86%
		Tidak	77,14%
16	Pada saat pembelajaran, apakah materi yang disampaikan sudah mencakup tiga level representasi?	Sudah	74,29%
		Belum	25,71%
17	Apakah selama pembelajaran kimia anda dapat menguasai kemampuan MLR (Multi Level Representasi)?	Ya, sudah menguasai	25,71%
		Belum menguasai	74,29%
18	Apakah anda diperbolehkan menggunakan <i>smartphone</i>	Ya, boleh asalkan digunakan untuk belajar	100%
		Tidak boleh	0%

	sebagai salah satu sumber belajar selama pembelajaran berlangsung?		
19	Apakah anda mengetahui <i>augmented reality</i> ?	Ya	14,29%
		Tidak	85,71%
20	Apakah anda memiliki ketertarikan terhadap media pembelajaran yang menggunakan teknologi <i>augmented reality</i> ?	Ya, tertarik	91,43%
		Tidak tertarik	8,57%
21	Bagaimana pendapat anda jika media tersebut diterapkan dalam pembelajaran di kelas?	Sangat menarik, karena dapat meningkatkan semangat belajar dan pemahaman saya terhadap materi kimia yang berisi rumus, gambar dan model-model abstrak	94,29%
		Saya kurang tertarik dengan penggunaan bahan ajar tersebut	5,71%

Lampiran 5 Tabel Validitas Aikens V

No. of Items (<i>m</i>) or Raters (<i>n</i>)	Number of Rating Categories (<i>c</i>)													
	2		3		4		5		6		7			
	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p		
2							1.00	.040	1.00	.028	1.00	.020		
3							1.00	.008	1.00	.005	1.00	.003		
3			1.00	.037	1.00	.016	.92	.032	.87	.046	.89	.029		
4					1.00	.004	.94	.008	.95	.004	.92	.006		
4			1.00	.012	.92	.020	.88	.024	.85	.027	.83	.029		
5			1.00	.004	.93	.006	.90	.007	.88	.007	.87	.007		
5	1.00	.031	.90	.025	.87	.021	.80	.040	.80	.032	.77	.047		
6			.92	.010	.89	.007	.88	.005	.83	.010	.83	.008		
6	1.00	.016	.83	.038	.78	.050	.79	.029	.77	.036	.75	.041		
7			.93	.004	.86	.007	.82	.010	.83	.006	.81	.008		
7	1.00	.008	.86	.016	.76	.045	.75	.041	.74	.038	.74	.036		
8	1.00	.004	.88	.007	.83	.007	.81	.008	.80	.007	.79	.007		
8	.88	.035	.81	.024	.75	.040	.75	.030	.72	.039	.71	.047		
9	1.00	.002	.89	.003	.81	.007	.81	.006	.78	.009	.78	.007		
9	.89	.020	.78	.032	.74	.036	.72	.038	.71	.039	.70	.040		
10	1.00	.001	.85	.005	.80	.007	.78	.008	.76	.009	.75	.010		
10	.90	.001	.75	.040	.73	.032	.70	.047	.70	.039	.68	.048		
11	.91	.006	.82	.007	.79	.007	.77	.006	.75	.010	.74	.009		
11	.82	.033	.73	.048	.73	.029	.70	.035	.69	.038	.68	.041		
12	.92	.003	.79	.010	.78	.006	.75	.009	.73	.010	.74	.008		
12	.83	.019	.75	.025	.69	.046	.69	.041	.68	.038	.67	.049		
13	.92	.002	.81	.005	.77	.006	.75	.006	.74	.007	.72	.010		
13	.77	.046	.73	.030	.69	.041	.67	.048	.68	.037	.67	.041		
14	.86	.006	.79	.006	.76	.005	.73	.008	.73	.007	.71	.009		
14	.79	.029	.71	.035	.69	.036	.68	.036	.66	.050	.66	.047		
15	.87	.004	.77	.008	.73	.010	.73	.006	.72	.007	.71	.008		
15	.80	.018	.70	.040	.69	.032	.67	.041	.65	.048	.66	.041		
16	.88	.002	.75	.010	.73	.009	.72	.008	.71	.007	.70	.010		
16	.75	.038	.69	.046	.67	.047	.66	.046	.65	.046	.65	.046		
17	.82	.006	.76	.005	.73	.008	.71	.010	.71	.007	.70	.009		
17	.76	.025	.71	.026	.67	.041	.66	.036	.65	.044	.65	.039		
18	.83	.004	.75	.006	.72	.007	.71	.007	.70	.007	.69	.010		
18	.72	.048	.69	.030	.67	.036	.65	.040	.64	.042	.64	.044		
19	.79	.010	.74	.008	.72	.006	.70	.009	.70	.007	.68	.009		
19	.74	.032	.68	.033	.65	.050	.64	.044	.64	.040	.63	.048		
20	.80	.006	.72	.009	.70	.010	.69	.010	.68	.010	.68	.008		
20	.75	.021	.68	.037	.65	.044	.64	.048	.64	.038	.63	.041		
21	.81	.004	.74	.005	.70	.010	.69	.008	.68	.010	.68	.009		
21	.71	.039	.67	.041	.65	.039	.64	.038	.63	.048	.63	.045		
22	.77	.008	.73	.006	.70	.008	.68	.009	.67	.010	.67	.008		
22	.73	.026	.66	.044	.65	.035	.64	.041	.63	.046	.62	.049		
23	.78	.005	.72	.007	.70	.007	.68	.007	.67	.010	.67	.009		
23	.70	.047	.65	.048	.64	.046	.63	.045	.63	.044	.62	.043		
24	.79	.003	.71	.008	.69	.006	.68	.008	.67	.010	.66	.010		
24	.71	.032	.67	.030	.64	.041	.64	.035	.62	.041	.62	.046		
25	.76	.007	.70	.009	.68	.010	.67	.009	.66	.009	.66	.009		
25	.72	.022	.66	.033	.64	.037	.63	.038	.62	.039	.61	.049		

Lampiran 6 Lembar Instrumen Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY*

Nama Validator :
 NIP :
 Jabatan :
 Instansi/Lembaga :
 Tanggal Pengisian :

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan materi pembelajaran tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						

1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran					
2	Keakuratan materi					
3	Kemutakhiran materi					
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					
Aspek Kelayakan Kebahasaan						
5	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					
6	Kejelasan informasi					
7	Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif					
Aspek Kelayakan Penyajian						
8	Teknik penyajian					
9	Penyajian pembelajaran					
10	Pendukung penyajian					

D. Kritik dan Saran

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, September 2024

Validator

(.....)

NIP.

Lampiran 7 Rubrik Penilaian Validasi Ahli Materi

**RUBRIK PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED
REALITY***

No	Aspek yang Dinilai	Keterangan	Skor
Aspek Kelayakan Isi			
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran apabila memenuhi indikator berikut : 1. Tujuan pembelajaran yang sesuai dengan capaian pembelajaran peserta didik 2. Materi pembelajaran yang spesifik dan sesuai dengan capaian pembelajaran 3. Kegiatan pembelajaran mendukung capaian pembelajaran peserta didik 4. Tersedia soal-soal yang sesuai dengan capaian pembelajaran	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
2	Keakuratan materi apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator	5

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keakuratan konsep dan definisi yang disajikan dan tidak menimbulkan banyak tafsir 2. Data yang disajikan berdasarkan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik 3. Gambar dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan 4. Istilah-istilah, rumus dan notasi kimia yang disajikan sesuai dengan kenyataan yang berlaku dalam kimia 	penilaian yang disebutkan	
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
3	<p>Kemutakhiran materi apabila sesuai dengan indikator berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan keilmuan kimia 2. Contoh dan kasus bersifat aktual 	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator	3

	3. Gambar dan ilustrasi bersifat aktual	penilaian yang disebutkan	
	4. Contoh dan kasus yang disajikan sesuai dengan kondisi yang terjadi di kehidupan sehari-hari	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik apabila memenuhi indikator : 1. Sesuai dengan kebutuhan peserta didik 2. Memuat 3 level representasi kimia (makroskopik, submikroskopik dan simbolik) 3. Melatih peserta didik untuk melakukan pembelajaran secara mandiri 4. Mempermudah peserta didik memahami materi struktur atom	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator	1

		penilaian yang disebutkan	
Aspek Kelayakan Kebahasaan			
5	<p>Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar apabila memenuhi indikator berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penggunaan kata yang sesuai dengan bahasa Indonesia secara benar 2. Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan makna ganda 3. Kalimat yang digunakan sederhana dan efektif serta sesuai dengan kehidupan sehari-hari 4. Penggunaan istilah dan tanda baca mengacu pada kaidah bahasa Indonesia 	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
6	<p>Kejelasan informasi apabila sesuai dengan indikator berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bahasa yang digunakan mudah dipahami 	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator	4

	2. Bahasa yang digunakan disesuaikan dengan perkembangan berpikir peserta didik	penilaian yang disebutkan	
	3. Tulisan jelas dan mudah dibaca 4. Kalimat perintah atau petunjuk jelas	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
7	Bahasa yang digunakan apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Lugas, kalimat yang digunakan mewakili isi atau informasi yang akan disampaikan mengikuti kalimat Bahasa Indonesia 2. Komunikatif dan mudah dipahami 3. Dialogis, mampu mendorong peserta didik untuk bertanya dan	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator	2

	mencari jawaban secara mandiri	penilaian yang disebutkan	
	4. Interaktif, bersifat dua arah	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
Aspek Kelayakan Penyajian			
8	Teknik penyajian apabila memenuhi indikator berikut : 1. Penyajian bahan ajar disusun secara sistematis 2. Setiap halaman bahan ajar tersusun secara runtut dan saling berkaitan 3. Penyajian materi dan gambar memudahkan peserta didik untuk memahami materi 4. Penggunaan jenis dan ukuran huruf yang jelas dan mudah dibaca	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1

9	Penyajian pembelajaran apabila memenuhi indikator berikut : 1. Penyajian melibatkan partisipasi peserta didik untuk belajar mandiri 2. Konsistensi sistematika penyajian bahan ajar 3. Penyajian materi sesuai dengan taraf berpikir peserta didik 4. Penyajian materi dapat menciptakan daya tarik peserta didik	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
10	Pendukung penyajian apabila memenuhi indikator berikut : 1. Terdapat contoh-contoh gambar pada bahan ajar 2. Terdapat informasi petunjuk penggunaan bahan ajar	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4

	3. Terdapat aspek integrasi <i>augmented reality</i> pada bahan ajar	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	4. Terdapat daftar pustaka sebagai sumber informasi pada bahan ajar	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>			
11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi apabila memenuhi indikator berikut : 1. Objek 3D <i>augmented reality</i> yang disajikan sesuai dengan teori dalam bidang kimia 2. Objek 3D <i>augmented reality</i> yang disajikan sesuai dengan fakta dalam bidang kimia 3. Objek 3D <i>augmented reality</i> yang disajikan sesuai dengan materi struktur atom	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2

	4. Ketepatan objek 3D <i>augmented reality</i> dengan <i>marker</i>	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Terdapat objek 3D <i>augmented reality</i> pada materi di bahan ajar	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Terdapat objek 3D <i>augmented reality</i> pada soal di bahan ajar	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Objek 3D <i>augmented reality</i> yang disajikan mencakup level submikroskopik	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Terdapat informasi <i>scan marker</i> untuk memproyeksikan objek 3D	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1

Lampiran 8 Hasil Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY*

Nama Validator : *Apriliansa Prastianty*
 NIP : *198504292019032013*
 Jabatan : *Dosen*
 Instansi/Lembaga : *UIN Walirongo Semarang*
 Tanggal Pengisian : *09 Desember 2024*

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan materi pembelajaran tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran				✓	
2	Keakuratan materi				✓	
3	Kemutakhiran materi				✓	
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					✓
Aspek Kelayakan Kebahasaan						
5	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
6	Kejelasan informasi				✓	
7	Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif					✓
Aspek Kelayakan Penyajian						
8	Teknik penyajian				✓	
9	Penyajian pembelajaran				✓	
10	Pendukung penyajian					✓
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>						

11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi				✓	
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar				✓	

D. Kritik dan Saran

Perbaiki sesuai saran.

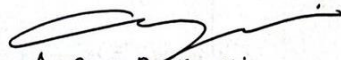
E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator


(Apriliana Drastisiani)
NIP. 198504292019032013

**LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY***

Nama Validator : Nur Alawiyah, M.Pd
 NIP : 19910305 201903 2 026
 Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia
 Instansi/Lembaga : UIN Walisongo Semarang
 Tanggal Pengisian : 5 Desember 2024

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan materi pembelajaran tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran					✓
2	Keakuratan materi				✓	
3	Kemutakhiran materi					✓
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					✓
Aspek Kelayakan Kebahasaan						
5	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
6	Kejelasan informasi					✓
7	Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif					✓
Aspek Kelayakan Penyajian						
8	Teknik penyajian					✓
9	Penyajian pembelajaran					✓
10	Pendukung penyajian				✓	
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>						

11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi					✓
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar					✓

D. Kritik dan Saran

- Múltiple representasi bisa lebih dieksplor, terutama pada bagian mikroskopis

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

5 Desember
Semarang, Oktober 2024

Validator


(...Nur Alawiyah, M.Pd...)
NIP. 19010305 201903 2 026

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY

Nama Validator : *Mohammad Agus P.*
 NIP : *0985002 201903 1 008*
 Jabatan : *Dosen Pendidikan Kimia*
 Instansi/Lembaga : *UM Walisongo Semarang*
 Tanggal Pengisian : *17 Oktober 2024*

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan materi pembelajaran tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran					✓
2	Keakuratan materi				✓	
3	Kemutakhiran materi				✓	
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				✓	
Aspek Kelayakan Kebahasaan						
5	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
6	Kejelasan informasi				✓	
7	Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif				✓	
Aspek Kelayakan Penyajian						
8	Teknik penyajian					✓
9	Penyajian pembelajaran				✓	
10	Pendukung penyajian					✓
Aspek Integrasi Augmented Reality						

11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi				✓	
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar					✓

D. Kritik dan Saran

Coba perhatikan / cari informasi tentang teori atom model Thomson yang terbaru, kemudian dapat di-AR kan dan bentuk 3 dimensi.

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, 17 Oktober 2024

Validator

(Mohammad Agus A)

NIP. 482002 201903 1008

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY

Nama Validator : Teguh Wisnu
 NIP :
 Jabatan :
 Instansi/Lembaga : UIN Waluyo Semarang
 Tanggal Pengisian :

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan materi pembelajaran tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran					✓
2	Keakuratan materi					✓
3	Kemutakhiran materi				✓	
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					✓
Aspek Kelayakan Kebahasaan						
5	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar				✓	
6	Kejelasan informasi				✓	
7	Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif				✓	
Aspek Kelayakan Penyajian						
8	Teknik penyajian				✓	
9	Penyajian pembelajaran				✓	
10	Pendukung penyajian					✓
Aspek Integrasi Augmented Reality						

11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi					✓
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar					✓


D. Kritik dan Saran**E. Kesimpulan**

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator


(Teguh Wibisono)

NIP.

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY

Nama Validator : *Cu Hartaji, S.pd*
 NIP : *197312282007012004*
 Jabatan : *Guru Kimia*
 Instansi/Lembaga : *SMA Negeri 12 Semarang*
 Tanggal Pengisian : *22 November 2024*

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan materi pembelajaran tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran				✓	✓
2	Keakuratan materi				✓	
3	Kemutakhiran materi				✓	
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				✓	
Aspek Kelayakan Kebahasaan						
5	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
6	Kejelasan informasi				✓	
7	Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif					✓
Aspek Kelayakan Penyajian						
8	Teknik penyajian				✓	
9	Penyajian pembelajaran				✓	
10	Pendukung penyajian					✓
Aspek Integrasi Augmented Reality						

11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi					✓
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar					✓

D. Kritik dan Saran

Sudah layak digunakan untuk penelitian

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator

(Sri Hartati, S.Pd.)

NIP. 197312282009012004

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY

Nama Validator : Aries Wisnuadi, S.pd
 NIP : 19661117198811001
 Jabatan : Guru Kimia
 Instansi/Lembaga : SMA Negeri 12 Semarang
 Tanggal Pengisian : 22 November 2024

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan materi pembelajaran tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran				✓	
2	Keakuratan materi				✓	
3	Kemutakhiran materi				✓	
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				✓	
Aspek Kelayakan Kebahasaan						
5	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
6	Kejelasan informasi					✓
7	Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif				✓	
Aspek Kelayakan Penyajian						
8	Teknik penyajian				✓	
9	Penyajian pembelajaran				✓	
10	Pendukung penyajian				✓	
Aspek Integrasi Augmented Reality						

11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi				✓	
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar				✓	

D. Kritik dan Saran

Pada materi tambahkan Kelebihan dan Kekurangan dari tiap-tiap teori atom tersebut.

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator

(...Arter Wiskawati, S.Pd...)

NIP. 1966117 198311001

Lampiran 9 Analisis Hasil Perhitungan Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Validator					Perhitungan Aiken V										Ket
		1	2	3	4	5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Σ s	n (c-1)	V		
Aspek Kelayakan Isi																	
1		4	5	5	5	5	4	3	4	4	4	4	3	22	24	0,92	Valid
2		4	4	4	5	5	4	3	3	3	4	4	3	20	24	0,83	Valid
3		4	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	19	24	0,79	Valid
4		5	5	4	5	4	4	4	3	4	3	3	3	21	24	0,88	Valid
Rata-rata																0,85	
Aspek Kelayakan Kebahasaan																	
5		5	5	5	4	5	5	4	4	4	3	4	4	23	24	0,96	Valid
6		4	5	4	4	4	5	3	4	3	3	3	4	20	24	0,83	Valid
7		5	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	3	21	24	0,88	Valid
Rata-rata																0,89	
Aspek Kelayakan Penyajian																	
8		4	5	5	4	4	4	3	4	4	3	3	3	20	24	0,83	Valid
9		4	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	19	24	0,79	Valid
10		5	4	5	5	5	4	4	3	4	4	4	3	22	24	0,92	Valid
Rata-rata																0,85	
Aspek Integrasi Augmented Reality																	
11		4	5	4	5	5	4	3	4	3	4	4	3	21	24	0,88	Valid
12		4	5	4	5	5	4	3	4	3	4	4	3	21	24	0,88	Valid
Rata-rata																0,88	
Rata-rata Keseluruhan																0,87	Valid

Hasil skor yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan rumus Aiken's V yaitu :

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

Keterangan :

s = r-lo

lo = skor terendah dalam penilaian (1)

C = skor tertinggi dalam penilaian (5)

r = skor penilaian dari validator

n = banyaknya penilai (6)

Tabel kriteria penilaian

Rater	Indeks	Kriteria
6	$V \geq 0,79$	Valid
6	$V < 0,79$	Tidak Valid

a. Aspek Kelayakan Isi

1. Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{22}{[6(5-1)]} \\
 &= \frac{22}{24} \\
 &= 0,92 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

2. Keakuratan materi

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{20}{[6(5-1)]} \\
 &= \frac{20}{24} \\
 &= 0,83 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

3. Kemutakhiran materi

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 19
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{19}{[6(5-1)]} \\
 &= \frac{19}{24} \\
 &= 0,79 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

4. Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik

$$\begin{array}{ll}
 lo = 1 & C = 5 \\
 n = 7 & \sum s = 21
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{21}{[6(5-1)]} \\
 &= \frac{21}{24} \\
 &= 0,88 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

b. Aspek Kelayakan Kebahasaan

5. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar

$$\begin{array}{ll}
 lo = 1 & C = 5 \\
 n = 7 & \sum s = 23
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{23}{[6(5-1)]} \\
 &= \frac{23}{24} \\
 &= 0,96 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

6. Kejelasan Informasi

$$\begin{array}{ll}
 lo = 1 & C = 5 \\
 n = 7 & \sum s = 20
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{20}{[6(5-1)]}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{20}{24}$$

$$= 0,83 \text{ (Valid)}$$

7. Bahasa yang digunakan lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif

$$l_o = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 21$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$= \frac{21}{[6(5-1)]}$$

$$= \frac{21}{24}$$

$$= 0,88 \text{ (Valid)}$$

- c. Aspek Kelayakan Penyajian

8. Teknik penyajian

$$l_o = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 20$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$= \frac{20}{[6(5-1)]}$$

$$= \frac{20}{24}$$

$$= 0,83 \text{ (Valid)}$$

9. Penyajian pembelajaran

$$l_o = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 19$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{19}{[7(5-1)]} \\
 &= \frac{19}{28} \\
 &= 0,79 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

10. Pendukung penyajian

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{22}{[6(5-1)]} \\
 &= \frac{22}{24} \\
 &= 0,92 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

d. Aspek Integrasi *Augmented Reality*

11. Kesesuaian *augmented reality* dengan materi

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 21
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{21}{[6(5-1)]} \\
 &= \frac{21}{24} \\
 &= 0,88 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

12. Ketersediaan *augmented reality* pada bahan ajar

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5
 \end{aligned}$$

$$n = 7 \qquad \Sigma s = 21$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\Sigma s}{[n(c-1)]} \\ &= \frac{21}{[6(5-1)]} \\ &= \frac{21}{28} \\ &= 0,88 \text{ (Valid)} \end{aligned}$$

Lampiran 10 Lembar Instrument Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY*

Nama Validator :
 NIP :
 Jabatan :
 Instansi/Lembaga :
 Tanggal Pengisian :

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
	Aspek Ukuran Bahan Ajar					

1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar					
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
2	Tata letak <i>cover</i> bahan ajar					
3	Ilustrasi <i>cover</i> bahan ajar					
4	Tipografi <i>cover</i> bahan ajar					
Aspek Isi Bahan Ajar						
5	Tata letak isi bahan ajar					
6	Ilustrasi isi bahan ajar					
7	Tipografi isi bahan ajar					
8	Kualitas tampilan bahan ajar					

D. Kritik dan Saran

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi

- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, September 2024

Validator

(.....)

NIP.

Lampiran 11 Rubrik Penilaian Validasi Ahli Media

**RUBRIK PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED
REALITY***

No	Aspek yang Dinilai	Keterangan	Skor
Aspek Tampilan Bahan Ajar			
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut: 1. Sesuai dengan standar ISO (<i>International Organization for Standardization</i>) : A5 (148 mm x 210 mm) atau B5 (176 mm x 250 mm) 2. Ukuran bahan ajar disesuaikan dengan isi materi 3. Kesesuaian margin pada bahan ajar 4. Kesesuaian orientasi pada bahan ajar	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
2	Penyajian materi pada bahan ajar apabila	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5

	memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	1. Teks atau tulisan materi pada bahan ajar mudah dibaca	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	2. Penyajian materi sistematis dan runtut	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	3. Terdapat gambar yang mendukung penyampaian materi	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
3	4. Gambar yang disajikan menarik dan sesuai dengan materi		
	Kualitas tampilan bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Desain keseluruhan bahan ajar menarik	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Elemen warna, ilustrasi dan tipografi disajikan secara harmonis	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Keseluruhan tampilan bahan ajar yang konsisten	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Kejelasan tulisan, gambar dan ilustrasi	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1

Aspek Desain Cover Bahan Ajar			
4	Tata letak <i>cover</i> bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Desain <i>cover</i> depan dan <i>cover</i> belakang berkaitan	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Penampilan unsur tata letak pada <i>cover</i> depan dan belakang memiliki kesatuan	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Penempatan tata letak serta ukuran judul, logo dan gambar secara proporsional	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Penampilan warna yang sesuai dan saling berkaitan	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
5	Ilustrasi <i>cover</i> bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Menggambarkan isi dari bahan ajar	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Bentuk dan ukuran objek sesuai dengan realita	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Proporsi warna objek sesuai dengan realita	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Ilustrasi gambar sesuai dengan ukuran tulisan	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2

		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
6	Tipografi <i>cover</i> bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Judul bahan ajar memberikan informasi tentang isi bahan ajar	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Warna tulisan lebih menonjol daripada warna latar belakangnya	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Tidak terlalu banyak menggunakan kombinasi huruf	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Tidak terlalu banyak menggunakan elemen hiasan atau dekorasi yang mengurangi kejelasan informasi	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
Aspek Isi Bahan Ajar			
7	Tata letak isi bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Bahan ajar memiliki tata letak atau <i>layout</i> yang menarik	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4

	2. Penempatan judul, subjudul, teks, materi, gambar dan soal secara proporsional dan konsisten	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Tata letak mempermudah peserta didik untuk memahami materi	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
	4. Penomoran halaman secara urut dan sistematis		
8	Ilustrasi isi bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Gambar dan ilustrasi sesuai dengan materi	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Gambar dan ilustrasi jelas dan berwarna	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Penempatan gambar dan ilustrasi tidak mengganggu tata letak isi	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Keseluruhan gambar dan ilustrasi serasi, menarik dan kreatif	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1

9	Tipografi isi bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Jenis font jelas, mudah dibaca dan tidak menggunakan huruf hias	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Jenis huruf sesuai dengan karakter tingkat pendidikan peserta didik	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Ukuran huruf normal dan proporsional	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Spasi antar baris dan huruf normal	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
10	Kelengkapan bahan ajar apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
	1. Terdapat <i>cover</i> , petunjuk penggunaan bahan ajar dan peta konsep pada bahan ajar	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
	2. Terdapat pendahuluan pada bahan ajar	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Terdapat materi dan soal pada bahan ajar	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Terdapat penutup dan daftar pustaka pada bahan ajar	Jika tidak memenuhi semua indikator	1

		penilaian yang disebutkan	
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>			
11	<p>Tampilan visual <i>augmented reality</i> apabila memenuhi indikator berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kualitas gambar dan objek 3D <i>augmented reality</i> dalam media baik 2. Komposisi warna dan tampilan objek 3D <i>augmented reality</i> menarik 3. Representasi objek 3D terhadap objek yang sebenarnya 4. Kamera dapat menampilkan objek 3D saat <i>scan marker</i> dengan durasi yang cepat 	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
12	<p>Pemograman <i>augmented reality</i> apabila memenuhi indikator berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kehandalan program (tingkat eror <i>tolerance</i>) 	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	5
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4

	2. Aplikasi <i>augmented reality</i> dapat diinstall dengan mudah	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
	3. Kelancaran <i>augmented reality</i> saat memproyeksikan objek 3D	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
	4. Kemudahan pengoperasian <i>augmented reality</i>	Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1

Lampiran 12 Hasil Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY*

Nama Validator : *Apriliana Drastisanti*
 NIP : *198504292019032013*
 Jabatan : *Dosen*
 Instansi/Lembaga : *UIN Walisongo Semarang*
 Tanggal Pengisian : *09 Desember 2024*

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan Bahan Ajar						
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar					✓
2	Penyajian materi pada bahan ajar				✓	
3	Kualitas tampilan bahan ajar					✓
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
4	Tata letak cover bahan ajar				✓	
5	Ilustrasi cover bahan ajar				✓	
6	Tipografi cover bahan ajar					✓
Aspek Isi Bahan Ajar						
7	Tata letak isi bahan ajar					✓
8	Ilustrasi isi bahan ajar				✓	
9	Tipografi isi bahan ajar				✓	
10	Kelengkapan bahan ajar					✓
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>						
11	Tampilan visual <i>augmented reality</i>				✓	
12	Pemrograman <i>augmented reality</i>				✓	

D. Kritik dan Saran

Perbaiki sesuai saran.

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator



(Apriliana Drajat Santji)

NIP. 19850429209032013.

**LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY***

Nama Validator : Nur Alawiyah, M.Pd
 NIP : 19910305 201903 2 026
 Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia
 Instansi/Lembaga : UIN Walisongo Semarang
 Tanggal Pengisian : 5 Desember 2024

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan Bahan Ajar						
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar					✓
2	Penyajian materi pada bahan ajar					✓
3	Kualitas tampilan bahan ajar					✓
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
4	Tata letak cover bahan ajar					✓
5	Ilustrasi cover bahan ajar					✓
6	Tipografi cover bahan ajar					✓
Aspek Isi Bahan Ajar						
7	Tata letak isi bahan ajar					✓
8	Ilustrasi isi bahan ajar				✓	
9	Tipografi isi bahan ajar				✓	
10	Kelengkapan bahan ajar					✓
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>						
11	Tampilan visual <i>augmented reality</i>					✓
12	Pemograman <i>augmented reality</i>					✓

D. Kritik dan Saran

- Layout bisa diperbaiki / di solmbangkan antara tulisan dan (ilustrasi).
- Ilustrasi yang digunakan harus jelas


E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, 5 Desember
Oktober 2024

Validator


(Nur Alawati M.Pd.)

NIP. 19910905 201902 2 026

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY*

Nama Validator : *Mohammad Agus Prayitno*
 NIP : *19850502 201903 1 008*
 Jabatan : *Dosen Pendidikan Kimia*
 Instansi/Lembaga : *UIN Walisongo Semarang*
 Tanggal Pengisian : *21 Oktober 2024*

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan Bahan Ajar						
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar					✓
2	Penyajian materi pada bahan ajar				✓	
3	Kualitas tampilan bahan ajar					✓
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
4	Tata letak cover bahan ajar				✓	
5	Ilustrasi cover bahan ajar					✓
6	Tipografi cover bahan ajar					✓
Aspek Isi Bahan Ajar						
7	Tata letak isi bahan ajar				✓	
8	Ilustrasi isi bahan ajar					✓
9	Tipografi isi bahan ajar					✓
10	Kelengkapan bahan ajar				✓	
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>						
11	Tampilan visual <i>augmented reality</i>					✓
12	Pemrograman <i>augmented reality</i>				✓	

D. Kritik dan Saran

Harap menggunakan bullet

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, 21 Oktober 2024

Validator



(Mohammad Agus P.)

NIP. 985020220031001

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY

Nama Validator : Teguh Wibowo
 NIP :
 Jabatan :
 Instansi/Lembaga : UH Walisongo Semarang
 Tanggal Pengisian :

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan Bahan Ajar						
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar					✓
2	Penyajian materi pada bahan ajar				✓	
3	Kualitas tampilan bahan ajar				✓	
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
4	Tata letak cover bahan ajar				✓	
5	Ilustrasi cover bahan ajar				✓	
6	Tipografi cover bahan ajar				✓	
Aspek Isi Bahan Ajar						
7	Tata letak isi bahan ajar					✓
8	Ilustrasi isi bahan ajar					✓
9	Tipografi isi bahan ajar				✓	
10	Kelengkapan bahan ajar					✓
Aspek Integrasi Augmented Reality						
11	Tampilan visual augmented reality					✓
12	Pemrograman augmented reality				✓	


D. Kritik dan Saran**E. Kesimpulan**

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator


(.....Teguh Wibowo.....)

NIP.

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY

Nama Validator : Giti Hartika, S.Pd
 NIP : 197312282007012004
 Jabatan : Guru Kimia
 Instansi/Lembaga : SMA Negeri 12 Semarang
 Tanggal Pengisian : 22 November 2024

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan Bahan Ajar						
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar				✓	
2	Penyajian materi pada bahan ajar					✓
3	Kualitas tampilan bahan ajar					✓
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
4	Tata letak cover bahan ajar				✓	
5	Ilustrasi cover bahan ajar					✓
6	Tipografi cover bahan ajar					✓
Aspek Isi Bahan Ajar						
7	Tata letak isi bahan ajar					✓
8	Ilustrasi isi bahan ajar					✓
9	Tipografi isi bahan ajar				✓	
10	Kelengkapan bahan ajar					✓
Aspek Integrasi Augmented Reality						
11	Tampilan visual augmented reality					✓
12	Pemrograman augmented reality					✓

11	Kesesuaian <i>augmented reality</i> dengan materi					✓
12	Ketersediaan <i>augmented reality</i> pada bahan ajar					✓

D. Kritik dan Saran

Sudah layak digunakan untuk penelitian

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator

(Sri Hartati, S.Pd.)

NIP. 197112182009012004

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY

Nama Validator : *Aries WBrnadi, S.Pd*
 NIP : *1966117198811001*
 Jabatan : *Guru Kimia*
 Instansi/Lembaga : *SMA Negeri 12 Semarang*
 Tanggal Pengisian : *22 November*

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan Bahan Ajar						
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar				✓	
2	Penyajian materi pada bahan ajar				✓	
3	Kualitas tampilan bahan ajar					✓
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
4	Tata letak cover bahan ajar			✓		
5	Ilustrasi cover bahan ajar				✓	
6	Tipografi cover bahan ajar				✓	
Aspek Isi Bahan Ajar						
7	Tata letak isi bahan ajar				✓	
8	Ilustrasi isi bahan ajar				✓	
9	Tipografi isi bahan ajar				✓	
10	Kelengkapan bahan ajar			✓		
Aspek Integrasi Augmented Reality						
11	Tampilan visual <i>augmented reality</i>				✓	
12	Pemograman <i>augmented reality</i>				✓	

D. Kritik dan Saran

harus untuk cover bahan ajar dibuat lebih menarik lagi,
pada materi tambahkan kelebihan dan kelemahan
dari tiap-tiap teori atau tersebut.

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk
melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, Oktober 2024

Validator



(Arles Wisnuwijij S.pd

NIP. 19661117 1988111001

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
MODUL AJAR STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY*

Nama Validator : Shofiyatus Salsabila, S.Tr.T.
 NIP : -
 Jabatan : -
 Instansi/Lembaga : -
 Tanggal Pengisian : 1 Desember 2024

A. Pengantar

Lebar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap kelayakan media tentang struktur atom pada bahan ajar yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

- a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom dengan skala penilaian sesuai dengan rubrik penilaian
- b. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan Bahan Ajar						
1	Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar					✓
2	Penyajian materi pada bahan ajar					✓
3	Kualitas tampilan bahan ajar					✓
Aspek Desain Cover Bahan Ajar						
4	Tata letak cover bahan ajar					✓
5	Ilustrasi cover bahan ajar				✓	
6	Tipografi cover bahan ajar				✓	
Aspek Isi Bahan Ajar						
7	Tata letak isi bahan ajar					✓
8	Ilustrasi isi bahan ajar					✓
9	Tipografi isi bahan ajar					✓
10	Kelengkapan bahan ajar				✓	
Aspek Integrasi <i>Augmented Reality</i>						
11	Tampilan visual <i>augmented reality</i>					✓
12	Pemograman <i>augmented reality</i>					✓

D. Kritik dan Saran**E. Kesimpulan**

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- a. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- b. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- c. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, 1 Desember 2024

Validator



Shofiyatus Salsabila, S.Tr.T.

NIP. -

Lampiran 13 Analisis Hasil Perhitungan Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Validator					Perhitungan Aiken V											Ket	
		1	2	3	4	5	6	7	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Σ S	n (c-1)		V
Aspek Tampilan Bahan Ajar																			
1		5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	3	4	26	28	0.93	Valid
2		4	5	4	4	5	4	5	3	4	3	3	4	3	4	24	28	0.86	Valid
3		5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	27	28	0.96	Valid
Rata-rata																	0.92		
Aspek Desain Cover Bahan Ajar																			
4		4	5	4	4	4	3	5	3	4	3	3	3	2	4	22	28	0.79	Valid
5		4	5	5	4	5	4	4	3	4	4	3	4	3	3	24	28	0.86	Valid
6		5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	3	3	25	28	0.89	Valid
Rata-rata																	0.85		
Aspek Isi Bahan Ajar																			
7		5	5	4	5	5	4	5	4	4	3	4	4	3	4	26	28	0.93	Valid
8		4	4	5	5	5	4	5	3	3	4	4	4	3	4	25	28	0.89	Valid
9		4	4	5	4	4	4	5	3	3	4	3	3	3	4	23	28	0.82	Valid
10		5	5	4	5	5	3	4	4	4	3	4	4	2	3	24	28	0.86	Valid
Rata-rata																	0.88		
Aspek Integrasi Augmented Reality																			
11		4	5	5	5	5	4	5	3	4	4	4	4	3	4	26	28	0.93	Valid
12		4	5	4	4	5	4	5	3	4	3	3	4	3	4	24	28	0.86	Valid
Rata-rata																	0.89		
Rata-rata Keseluruhan																	0.89	VALID	

Hasil skor yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan rumus Aiken's V yaitu :

$$V = \frac{\sum s}{[n (c - 1)]}$$

Keterangan :

s = r-lo

lo = skor terendah dalam penilaian (1)

C = skor tertinggi dalam penilaian (5)

r = skor penilaian dari validator

n = banyaknya penilai (7)

Tabel kriteria penilaian

Rater	Indeks	Kriteria
7	$V \geq 0,75$	Valid
7	$V < 0,75$	Tidak Valid

a. Aspek Tampilan Bahan Ajar

1. Kesesuaian ukuran atau format bahan ajar

$$l_0 = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 26$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$= \frac{26}{[7(5-1)]}$$

$$= \frac{26}{28}$$

$$= 0,929 \text{ (Valid)}$$

2. Penyajian materi pada bahan ajar

$$l_0 = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 24$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$= \frac{24}{[7(5-1)]}$$

$$= \frac{24}{28}$$

$$= 0,857 \text{ (Valid)}$$

3. Kualitas tampilan bahan ajar

$$l_0 = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 27$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$= \frac{27}{[7(5-1)]}$$

$$= \frac{27}{28}$$

$$= 0,964 \text{ (Valid)}$$

b. Aspek Desain *Cover* Bahan Ajar

4. Tata letak *cover* bahan ajar

$$l_0 = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 22$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$= \frac{22}{[7(5-1)]}$$

$$= \frac{22}{28}$$

$$= 0,786 \text{ (Valid)}$$

5. Ilustrasi *cover* bahan ajar

$$l_0 = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 24$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$= \frac{24}{[7(5-1)]}$$

$$= \frac{24}{28}$$

$$= 0,857 \text{ (Valid)}$$

6. Tipografi *cover* bahan ajar

$$l_0 = 1 \quad C = 5$$

$$n = 7 \quad \sum s = 25$$

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{25}{[7(5-1)]} \\
 &= \frac{25}{28} \\
 &= 0,893 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

c. Aspek Isi Bahan Ajar

7. Tata letak isi bahan ajar

$$\begin{aligned}
 l_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 26
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{26}{[7(5-1)]} \\
 &= \frac{26}{28} \\
 &= 0,929 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

8. Ilustrasi isi bahan ajar

$$\begin{aligned}
 l_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{25}{[7(5-1)]} \\
 &= \frac{25}{28} \\
 &= 0,893 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

9. Tipografi Ilustrasi isi bahan ajar

$$\begin{aligned}
 l_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 23
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{23}{[7(5-1)]} \\
 &= \frac{23}{28} \\
 &= 0,821 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

10. Kelengkapan isi bahan ajar

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{24}{[7(5-1)]} \\
 &= \frac{24}{28} \\
 &= 0,857 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

d. Aspek Integrasi *Augmented Reality*

11. Tampilan visual *augmented reality*

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 7 & \sum s &= 26
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \\
 &= \frac{26}{[7(5-1)]} \\
 &= \frac{26}{28} \\
 &= 0,929 \text{ (Valid)}
 \end{aligned}$$

12. Pemograman *augmented reality*

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & C &= 5
 \end{aligned}$$

$$n = 7 \qquad \Sigma s = 24$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\Sigma s}{[n(c-1)]} \\ &= \frac{24}{[7(5-1)]} \\ &= \frac{24}{28} \\ &= 0,857 \text{ (Valid)} \end{aligned}$$

Lampiran 14 Kisi-kisi Angket Respons Peserta Didik

KISI-KISI ANGKET RESPONS PESERTA DIDIK

Aspek	Indikator		No Item
Aspek Kualitas Isi	(+)	Urutan penyajian materi pada bahan ajar tersusun secara sistematis dan logis	1
	(+)	Bahan ajar ini sangat mudah dan praktis digunakan	2
	(-)	Bahasa yang digunakan pada bahan ajar ini sulit untuk dipahami	3
	(+)	Saya memahami penggunaan bahan ajar ini	4
Aspek Tampilan	(+)	Tampilan pada bahan ajar ini sangat menarik	5
	(-)	Gaya penyajian bahan ajar ini membosankan	6
	(+)	Jenis dan ukuran huruf pada bahan ajar ini mudah dibaca	7
	(+)	Gambar-gambar yang ditampilkan sangat menarik dan mendukung objek yang dijelaskan	8
Aspek Minat Belajar	(+)	Saya senang dan tidak bosan selama mengikuti pembelajaran kimia dengan menggunakan bahan ajar ini	9

	(-)	Pembelajaran menggunakan bahan ajar seperti ini merupakan pembelajaran yang saya inginkan	10
	(+)	Penggunaan bahan ajar ini merupakan pengalaman baik bagi saya	11
	(-)	Pembelajaran dengan bahan ajar ini membuat saya tidak semangat dalam belajar	12
Aspek Kebermanfaatan	(+)	Bahan ajar ini membantu saya untuk belajar mandiri	13
	(+)	Bahan ajar ini dapat membantu saya memahami konsep stuktur atom yang bersifat abstrak	14
	(+)	Saya merasa lebih berkonsentrasi mengikuti pembelajaran setelah menggunakan bahan ajar ini	15
	(+)	Pembelajaran menggunakan bahan ajar seperti ini dapat menambah pemahaman saya terhadap materi yang disampaikan	16
	(+)	Bahan ajar ini sangat bermanfaat bagi saya	17
	(+)	Tampilan 3D <i>augmented reality</i> pada penggunaan	18

Aspek <i>Augmented Reality (AR)</i>		bahan ajar saat pembelajaran ini membantu saya memahami materi	
	(-)	Tampilan 3D <i>augmented reality</i> tidak menarik dan monoton	19
	(-)	Saya mengalami kesulitan saat mengoperasikan atau menjalankan fitur AR	20

Lampiran 15 Lembar Angket Respons Peserta Didik**ANGKET RESPONS PESERTA DIDIK TERHADAP BAHAN AJAR
STRUKTUR ATOM TERINTEGRASI AR****Identitas Peserta Didik**

Nama :
 Kelas :
 Tanggal :

Petunjuk Pengisian :

1. Pada angket ini terdapat 20 pernyataan, pertimbangkan baik-baik setiap pernyataan dalam kaitannya dengan bahan ajar yang baru saja kamu pelajari. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Berilah tanda centang (\checkmark) sesuai kolom (1, 2, 3, 4) sebagai tanggapan atau respons anda dengan skala penilaian sebagai berikut :
 - 1 = Sangat tidak setuju
 - 2 = Tidak setuju
 - 3 = Setuju
 - 4 = Sangat setuju

No	Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
1	Urutan penyajian materi pada bahan ajar tersusun secara sistematis dan logis				
2	Pembelajaran dengan modul ini membuat saya tidak semangat dalam belajar				
3	Bahasa yang digunakan pada bahan ajar ini sulit untuk dipahami				

4	Saya memahami penggunaan bahan ajar ini				
5	Tampilan pada bahan ajar ini sangat menarik				
6	Gaya penyajian bahan ajar ini membosankan				
7	Jenis dan ukuran huruf pada bahan ajar ini mudah dibaca				
8	Gambar-gambar yang ditampilkan sangat menarik dan mendukung objek yang dijelaskan				
9	Saya senang dan tidak bosan selama mengikuti pembelajaran kimia dengan menggunakan bahan ajar ini				
10	Pembelajaran menggunakan bahan ajar seperti ini merupakan pembelajaran yang saya inginkan				
11	Penggunaan bahan ajar ini merupakan pengalaman baik bagi saya				
12	Pembelajaran dengan bahan ajar ini membuat saya tidak semangat dalam belajar				
13	Bahan ajar ini membantu saya untuk belajar mandiri				
14	Bahan ajar ini dapat membantu saya memahami konsep stuktur atom yang bersifat abstrak				

15	Saya merasa lebih berkonsentrasi mengikuti pembelajaran setelah menggunakan bahan ajar ini				
16	Pembelajaran menggunakan bahan ajar seperti ini dapat menambah pemahaman saya terhadap materi yang disampaikan				
17	Bahan ajar ini sangat bermanfaat bagi saya				
18	Tampilan 3D <i>augmented reality</i> pada penggunaan bahan ajar saat pembelajaran ini membantu saya memahami materi				
19	Tampilan 3D <i>augmented reality</i> tidak menarik dan monoton				
20	Saya mengalami kesulitan saat mengoperasikan atau menjalankan fitur AR				

Keterangan respons :

No	Pernyataan	Jawaban	Skor
1	Positif	Sangat setuju	4
		Setuju	3
		Tidak setuju	2
		Sangat tidak setuju	1
2	Negatif	Sangat setuju	1
		Setuju	2
		Tidak setuju	3
		Sangat tidak setuju	4

Lampiran 16 Hasil Angket Respons Peserta Didik

No	Responden	Butir Angket Respons Peserta Didik Ke-																			Jumlah	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
1	R1	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	74
2	R2	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	76
3	R3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	74
4	R4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	75
5	R5	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	76
6	R6	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	72
7	R7	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	71
8	R8	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	79
9	R9	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	77
10	R10	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	72
11	R11	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	76
12	R12	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	71
13	R13	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	72
14	R14	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	73
15	R15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	79
16	R16	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	78
17	R17	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	73
18	R18	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	75
19	R19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	78
20	R20	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	74
21	R21	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	75
22	R22	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	72
23	R23	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	75
24	R24	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76

25	R25	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	76
26	R26	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	78
27	R27	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	76
28	R28	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	76
29	R29	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	72
30	R30	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	74
31	R31	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	77
Jumlah skor																				2422	
Rata-rata																				74,9	
Rata-rata ideal (\bar{X}_i)																				50	
Simpangan baku ideal (SB_i)																				10	
% Keidealan																				93,6%	
Kriteria																				SB	

Lampiran 17 Analisis Hasil Angket Respons Peserta Didik

No	Responden	Aspek Penilaian					Jumlah
		Kelayakan Isi	Tampilan	Minat Belajar	Kebermanfaatan	Augmented Reality	
1	R1	15	14	15	18	12	74
2	R2	15	15	16	19	11	76
3	R3	15	16	13	18	12	74
4	R4	14	14	16	19	12	75
5	R5	15	15	15	20	11	76
6	R6	14	15	15	18	10	72
7	R7	14	15	14	18	10	71
8	R8	15	16	16	20	12	79
9	R9	15	16	16	19	11	77
10	R10	13	13	15	19	12	72
11	R11	15	15	16	18	12	76
12	R12	15	13	14	19	10	71
13	R13	14	14	14	18	12	72
14	R14	15	15	14	19	10	73
25	R15	16	16	16	20	11	79
26	R16	16	15	15	20	12	78
17	R17	14	15	16	18	10	73
18	R18	14	14	16	20	11	75
19	R19	16	16	15	19	12	78
20	R20	14	15	15	19	11	74
21	R21	15	15	15	19	11	75
22	R22	14	15	13	18	12	72
23	R23	16	15	15	18	11	75
24	R24	14	15	15	20	12	76
25	R25	16	14	15	19	12	76
26	R26	16	16	15	20	11	78
27	R27	15	16	15	20	10	76
28	R28	15	16	15	18	12	76
29	R29	15	14	14	18	11	72
30	R30	15	15	15	17	12	74
31	R31	15	15	16	19	12	77
Jumlah		460	463	465	584	350	2322
Rata-rata		14.83870968	14.93548387	15	18.83870968	11.29032258	74.90323

a. Kriteria Penilaian Ideal Kualitas Bahan Ajar

Interval	Kriteria
$\bar{X} > (\bar{x}_i + 1,80 SB_i)$	Sangat Baik
$(\bar{x}_i + 0,6 SB_i) < \bar{X} \leq (\bar{x}_i + 1,80 SB_i)$	Baik
$(\bar{x}_i - 0,6 SB_i) < \bar{X} \leq (\bar{x}_i + 0,6 SB_i)$	Cukup
$(\bar{x}_i - 1,80 SB_i) < \bar{X} \leq (\bar{x}_i - 0,6 SB_i)$	Kurang
$\bar{X} \leq (\bar{x}_i - 1,80 SB_i)$	Sangat Kurang

Keterangan :

\bar{X} = skor empiris

\bar{x}_i = rata-rata ideal = $\frac{1}{2}$ (skor max ideal + skor min ideal)

SB_i = simpangan baku ideal = $\frac{1}{6}$ (skor max ideal – skor min ideal)

b. Perhitungan Kualitas Aspek Keseluruhan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah indikator} &= 20 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &= 4 \times 20 = 80 \\ \text{Skor terendah} &= 1 \times 20 = 20 \\ \bar{X}_1 &= \frac{1}{2} (80 + 20) = 50 \\ S_{b_i} &= \frac{1}{6} (80 - 20) = 10 \\ \bar{X} &= 74,878 \\ \bar{X}_1 + 1,8 S_{b_i} &= 50 + 1,8 (10) = 68 \\ \bar{X}_1 + 0,6 S_{b_i} &= 50 + 0,6 (10) = 56 \\ \bar{X}_1 - 0,6 S_{b_i} &= 50 - 0,6 (10) = 44 \\ \bar{X}_1 - 1,8 S_{b_i} &= 50 - 1,8 (10) = 32 \end{aligned}$$

Tabel perhitungan kriteria kualitas

Rentang Skor	Kriteria
$X > 68$	Sangat Baik
$56 < X \leq 68$	Baik
$44 < X \leq 56$	Cukup
$32 < X \leq 44$	Kurang
$X \leq 32$	Sangat Kurang

Kriteria Kualitas : **Sangat Baik (SB)**

$$\begin{aligned} \% \text{ hasil penilaian keseluruhan} &= \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor tertinggi ideal keseluruhan}} \times 100\% \\ &= \frac{74,9}{80} \times 100\% \\ &= 93,625\% \end{aligned}$$

b. Perhitungan Kualitas Tiap Aspek

1) Aspek Kelayakan Isi

$$\begin{aligned} \text{Jumlah indikator} &= 4 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &= 4 \times 4 = 16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skor terendah} &= 1 \times 4 = 4 \\
 \bar{X}_1 &= \frac{1}{2} (16 + 4) = 10 \\
 Sb_i &= \frac{1}{6} (16 - 4) = 2 \\
 \bar{X} &= 14,787 \\
 \bar{X}_1 + 1,8 Sb_i &= 10 + 1,8 (2) = 13,6 \\
 \bar{X}_1 + 0,6 Sb_i &= 10 + 0,6 (2) = 11,2 \\
 \bar{X}_1 - 0,6 Sb_i &= 10 - 0,6 (2) = 8,8 \\
 \bar{X}_1 - 1,8 Sb_i &= 10 - 1,8 (2) = 6,4
 \end{aligned}$$

Tabel perhitungan kriteria kualitas

Rentang Skor	Kriteria
$X > 13,6$	Sangat Baik
$11,2 < X \leq 13,6$	Baik
$8,8 < X \leq 11,2$	Cukup
$6,4 < X \leq 8,8$	Kurang
$X \leq 6,4$	Sangat Kurang

Kriteria Kualitas : **Sangat Baik (SB)**

$$\begin{aligned}
 \% \text{ hasil penilaian keseluruhan} &= \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor tertinggi ideal keseluruhan}} \times 100\% \\
 &= \frac{14,8387}{16} \times 100\% \\
 &= 92,74\%
 \end{aligned}$$

2) Aspek Tampilan

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah indikator} &= 4 \text{ butir} \\
 \text{Skor tertinggi} &= 4 \times 4 = 16 \\
 \text{Skor terendah} &= 1 \times 4 = 4 \\
 \bar{X}_1 &= \frac{1}{2} (16 + 4) = 10 \\
 Sb_i &= \frac{1}{6} (16 - 4) = 2 \\
 \bar{X} &= 14,969 \\
 \bar{X}_1 + 1,8 Sb_i &= 10 + 1,8 (2) = 13,6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 + 0,6 S_{b_i} &= 10 + 0,6 (2) = 11,2 \\ \bar{X}_1 - 0,6 S_{b_i} &= 10 - 0,6 (2) = 8,8 \\ \bar{X}_1 - 1,8 S_{b_i} &= 10 - 1,8 (2) = 6,4\end{aligned}$$

Tabel perhitungan kriteria kualitas

Rentang Skor	Kriteria
$X > 13,6$	Sangat Baik
$11,2 < X \leq 13,6$	Baik
$8,8 < X \leq 11,2$	Cukup
$6,4 < X \leq 8,8$	Kurang
$X \leq 6,4$	Sangat Kurang

Kriteria Kualitas : **Sangat Baik (SB)**

$$\begin{aligned}\% \text{ hasil penilaian keseluruhan} &= \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor tertinggi ideal keseluruhan}} \times 100\% \\ &= \frac{14,935}{16} \times 100\% \\ &= 93,34\%\end{aligned}$$

3) Aspek Minat Belajar

$$\begin{aligned}\text{Jumlah indikator} &= 4 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &= 4 \times 4 = 16 \\ \text{Skor terendah} &= 1 \times 4 = 4 \\ \bar{X}_1 &= \frac{1}{2} (16 + 4) = 10 \\ S_{b_i} &= \frac{1}{6} (16 - 4) = 2 \\ \bar{X} &= 14,939 \\ \bar{X}_1 + 1,8 S_{b_i} &= 10 + 1,8 (2) = 13,6 \\ \bar{X}_1 + 0,6 S_{b_i} &= 10 + 0,6 (2) = 11,2 \\ \bar{X}_1 - 0,6 S_{b_i} &= 10 - 0,6 (2) = 8,8 \\ \bar{X}_1 - 1,8 S_{b_i} &= 10 - 1,8 (2) = 6,4\end{aligned}$$

Tabel perhitungan kriteria kualitas

Rentang Skor	Kriteria
--------------	----------

$X > 13,6$	Sangat Baik
$11,2 < X \leq 13,6$	Baik
$8,8 < X \leq 11,2$	Cukup
$6,4 < X \leq 8,8$	Kurang
$X \leq 6,4$	Sangat Kurang

Kriteria Kualitas : **Sangat Baik (SB)**

$$\begin{aligned} \% \text{ hasil penilaian keseluruhan} &= \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor tertinggi ideal keseluruhan}} \times 100\% \\ &= \frac{15}{16} \times 100\% \\ &= 93,75\% \end{aligned}$$

4) Aspek Kebermanfaatan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah indikator} &= 5 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &= 4 \times 5 = 20 \\ \text{Skor terendah} &= 1 \times 5 = 5 \\ \bar{X}_1 &= \frac{1}{2} (20 + 5) = 12,5 \\ S_{b_i} &= \frac{1}{6} (20 - 5) = 2,5 \\ \bar{X} &= 18,878 \\ \bar{X}_1 + 1,8 S_{b_i} &= 12,5 + 1,8 (2,5) = 17 \\ \bar{X}_1 + 0,6 S_{b_i} &= 12,5 + 0,6 (2,5) = 14 \\ \bar{X}_1 - 0,6 S_{b_i} &= 12,5 - 0,6 (2,5) = 11 \\ \bar{X}_1 - 1,8 S_{b_i} &= 12,5 - 1,8 (2,5) = 8 \end{aligned}$$

Tabel perhitungan kriteria kualitas

Rentang Skor	Kriteria
$X > 17$	Sangat Baik
$14 < X \leq 17$	Baik
$11 < X \leq 14$	Cukup
$8 < X \leq 11$	Kurang
$X \leq 8$	Sangat Kurang

Kriteria Kualitas : **Sangat Baik (SB)**

$$\begin{aligned} \% \text{ hasil penilaian keseluruhan} &= \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor tertinggi ideal keseluruhan}} \times 100\% \\ &= \frac{18,8387}{20} \times 100\% \\ &= 94,19\% \end{aligned}$$

5) Aspek *Augmented Reality* (AR)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah indikator} &= 3 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &= 4 \times 3 = 12 \\ \text{Skor terendah} &= 1 \times 3 = 3 \\ \bar{X}_1 &= \frac{1}{2} (12 + 3) = 7,5 \\ S_{b_i} &= \frac{1}{6} (12 - 3) = 1,5 \\ \bar{X} &= 11,303 \\ \bar{X}_1 + 1,8 S_{b_i} &= 7,5 + 1,8 (1,5) = 10,2 \\ \bar{X}_1 + 0,6 S_{b_i} &= 7,5 + 0,6 (1,5) = 8,4 \\ \bar{X}_1 - 0,6 S_{b_i} &= 7,5 - 0,6 (1,5) = 6,6 \\ \bar{X}_1 - 1,8 S_{b_i} &= 7,5 - 1,8 (1,5) = 4,8 \end{aligned}$$

Tabel perhitungan kriteria kualitas

Rentang Skor	Kriteria
$X > 10,2$	Sangat Baik
$8,4 < X \leq 10,2$	Baik
$6,6 < X \leq 8,4$	Cukup
$4,8 < X \leq 6,6$	Kurang
$X \leq 4,8$	Sangat Kurang

Kriteria Kualitas : **Sangat Baik (SB)**

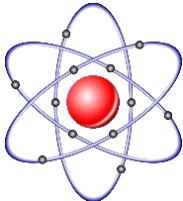
$$\begin{aligned} \% \text{ hasil penilaian keseluruhan} &= \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor tertinggi ideal keseluruhan}} \times 100\% \\ &= \frac{11,29}{12} \times 100\% \\ &= 94,08\% \end{aligned}$$

Lampiran 18 Kisi-Kisi Instrumen Soal MLR

KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Sekolah : SMA Negeri 12 Semarang
Mata Pelajaran : Kimia
Kelas/ Semester : X/ Genap
Tahun Ajaran : 2024/ 2025
Kurikulum : Merdeka
Materi : Struktur Atom

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	No	Soal	Jawaban	Level Representasi	Tingkat Kognitif
Mendeskripsikan perkembangan model atom Dalton,	Siswa dapat mendeskripsikan perkembangan	1	Model atom yang digambarkan dengan bentuk roti kismis merupakan teori atom yang dikemukakan oleh a. Dalton	d. Thomson Thomson menggambarkan model atomnya seperti roti kismis, dimana	Makroskopik	C1

Thomson, Rutherford, Bohr dan mekanika kuantum	an teori atom menurut Thomson.		b. Niels Bohr c. Mekanika kuantum d. Thomson e. Rutherford	elektron diumpamakan sebagai kismis yang tersebar dalam seluruh bagian roti.		
.	Siswa dapat menganalisis perkembangan teori atom menurut Rutherford.	2	Perhatikan gambar berikut!  Berdasarkan gambar di atas, penjelasan yang sesuai dengan model atom tersebut adalah	b. atom terdiri dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif Model atom menurut Rutherford	Submikroskopik	C4


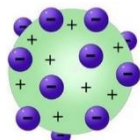
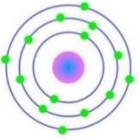
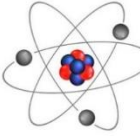
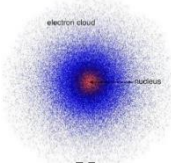
		<p>a. atom memiliki muatan positif yang terbagi merata keseluruh isi atom</p> <p>b. atom terdiri dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif</p> <p>c. atom merupakan bagian terkecil dari materi yang tidak dapat dibagi lagi</p> <p>d. elektron bergerak mengelilingi inti atom pada lintasan atau tingkat energy tertentu</p> <p>e. atom digambarkan seperti roti kismis dimana elektron</p>	<p>digambarkan seperti planet yang mengelilingi matahari di tatasurya, dimana atom terdiri dari inti yang bermuatan positif yang merupakan terpusatnya massa. Disekitar inti terdapat elektron yang bergerak mengelilinginya dalam ruang hampa.</p>		
--	--	---	---	--	--

			diumpamakan sebagai kismis yang tersebar ke seluruh bagian roti			
Siswa dapat mendeskripsikan perkembangan teori atom mekanika kuantum.	3	Elektron tidak mungkin mempunyai orbit yang pasti dalam mengelilingi inti, yang mungkin bisa ditentukan adalah kebolehjadian menemukan elektron di daerah tertentu dalam atom. Konsep ini dikemukakan oleh ... a. Erwin Schrodinger b. Louis de Broglie c. Warner Heisenberg d. Niels Bohr e. Chadwick	c. Warner Heisenberg Werner Heisenberg merupakan seorang ilmuwan asal Jerman yang mengembangkan teori mekanika kuantum yang dikenal dengan prinsip ketidakpastian yaitu "Tidak mungkin dapat	Makroskopik	C1	

				ditentukan kedudukan dan momentum suatu benda secara seksama pada saat bersamaan, yang dapat ditentukan adalah kebolehjadian menemukan elektron pada jarak tertentu dari inti atom”.		
--	--	--	--	--	--	--

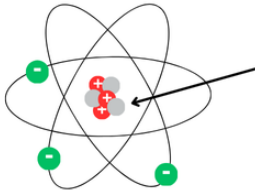
	Siswa dapat menyimpulkan hasil percobaan Bohr	4	<p>Teori atom Rutherford memiliki kelemahan tidak dapat menjelaskan mengapa terjadi spektrum garis atom hidrogen. Oleh karena itu, teori atom Rutherford disempurnakan oleh Bohr dengan melakukan percobaan spektrum hidrogen untuk memprediksi teori Atom Rutherford. Berdasarkan percobaan tersebut, Bohr mengambil kesimpulan bahwa...</p> <p>a. elektron dapat berpindah dari satu lintasan ke lintasan lain sambil memancarkan energi</p>	a. elektron dapat berpindah dari satu lintasan ke lintasan lain sambil memancarkan energi	Submikroskopik	C5
--	---	---	--	---	----------------	----

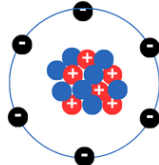
			<ul style="list-style-type: none">b. massa atom terpusat pada Inti atomc. atom adalah partikel positif dengan elektron yang tersebar di dalamnyad. daerah kebolehjadian ditemukannya elektron yang dinamakan dengan orbitale. atom terdiri dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif		
--	--	--	---	--	--

	Siswa dapat menentukan kelemahan teori atom	5	<p>Perhatikan gambar dan tabel dibawah ini</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>I</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>II</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>III</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>IV</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>V</p> </div>	<p>b. II dan III</p> <p>Kelemahan atom A merupakan model atom Thomson yang ditunjukkan pada gambar nomor II, sedangkan kelemahan atom B merupakan model atom Bohr yang ditunjukkan pada gambar nomor III</p>	Submikroskopik	C5
--	---	---	--	--	----------------	----

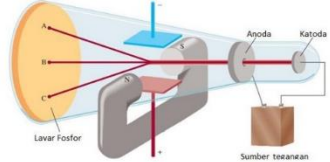
			Model atom	Kelemahan			
			A	Belum bisa menjelaskan bagaimana susunan muatan positif dan jumlah elektron dalam bola karena belum memiliki orbit.			
			B	Tidak dapat menjelaskan efek Zeeman yaitu ketika garis spectrum terbagi karena			

			<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50px; height: 20px;"></td> <td>adanya medan magnet.</td> </tr> </table> <p>Gambar yang sesuai dengan kelemahan model atom A dan B secara berturut-turut adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> a. I dan II b. II dan III c. II dan IV d. III dan V e. IV dan V 		adanya medan magnet.			
	adanya medan magnet.							
Mendeskripsikan partikel dasar penyusunan atom (proton, elektron	Siswa dapat mendeskripsikan pengertian proton	6	<p>Partikel yang terletak pada inti atom dan bermuatan positif adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> a. atom b. proton c. neutron d. elektron 	b. Proton Proton merupakan partikel bermuatan positif yang berada dalam	Makroskopik	C1		

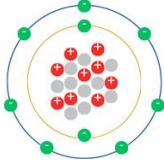
dan neutron)			e. orbital	inti atom bersama dengan neutron		
Siswa dapat menganalisis letak neutron berdasarkan muatannya	7	Perhatikan gambar model atom berikut!	 <p>Bagian yang ditunjukkan oleh tanda panah merupakan...</p> <ol style="list-style-type: none"> inti atom elektron proton neutron lintasan elektron 	d. neutron neutron merupakan partikel penyusun atom yang tidak bermuatan (netral)	Submikroskopik	C4

	Siswa dapat menganalisis jumlah proton berdasarkan muatannya	8	<p>Perhatikan gambar atom berikut!</p>  <p>Berdasarkan gambar, jumlah proton pada atom tersebut adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> 2 6 8 12 14 	<p>b. 6</p> <p>Proton merupakan partikel penyusun atom yang bermuatan positif. Pada gambar tersebut partikel yang bermuatan positif berjumlah 6</p>	Submikroskopik	C4
--	--	---	--	---	----------------	----

<p>Menjelaskan eksperimen yang mendukung penemuan elektron, inti atom, proton dan neutron.</p>	<p>Disajikan gambar percobaan rutherford, peserta didik dapat menganalisis gambar</p>	<p>9</p>	<p>Perhatikan percobaan hamburan sinar alfa berikut!</p>  <p>Berdasarkan gambar tersebut, dihasilkan teori bahwa bagian besar dari suatu atom adalah ruang kosong. Teori tersebut dapat disimpulkan berdasarkan fakta bahwa....</p> <p>a. terdapat sebagian besar sinar yang diserap</p>	<p>e. terdapat sebagian besar sinar yang diteruskan</p> <p>Dari percobaan yang dilakukan, terdapat sebagian partikel alfa yang menembus lempeng emas dan diteruskan. Peristiwa ini menunjukkan bahwa sebagian besar ruang dalam atom-atom emas</p>	<p>Makroskopik</p>	<p>C4</p>
--	---	----------	---	--	--------------------	-----------

			<p>b. terdapat sebagian kecil sinar dibelokkan</p> <p>c. terdapat sebagian besar sinar dihamburkan</p> <p>d. terdapat sinar yang dipantulkan</p> <p>e. terdapat sebagian besar sinar yang diteruskan</p>	merupakan ruang kosong.		
Disajikan gambar percobaan Thomson, peserta	10	Perhatikan percobaan berikut!		<p>c. sinar katoda dibelokkan ke arah positif medan magnet</p> <p>Hal ini karena partikel yang ditemukan</p>	Makroskopik	C4

	didik dapat menganalisis gambar	<p>Berdasarkan gambar percobaan tersebut ditemukannya seberkas sinar yang muncul dari arah katode menuju ke anode yang disebut sinar katoda. Hasil penyelidikan selanjutnya menunjukkan bahwa sinar katoda merupakan partikel paling ringan dan paling kecil yang bermuatan negatif pada atom, hal ini ditunjukkan dengan</p> <p>a. sinar katoda dibelokkan ke arah positif dan negatif medan magnet</p>	adalah elektron yang bermuatan negatif		
--	---------------------------------	--	--	--	--

			<p>b. sinar katoda bergerak lurus tanpa dibelokkan</p> <p>c. sinar katoda dibelokkan ke arah positif medan magnet</p> <p>d. sinar katoda dibelokkan ke arah positif medan magnet</p> <p>e. sinar katoda sebagian besar dipantulkan kembali</p>			
Menentukan notasi nuklida berdasarkan jumlah	Siswa dapat menentukan nomor atom dan	11	<p>Perhatikan gambar</p> 	<p>c. nomor atom 9, nomor massa 19</p> <p>Atom tersebut merupakan atom fluorin (F),</p>	Submikroskopik	C3

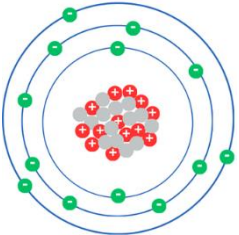
proton, neutron dan elektron	nomor massa dalam suatu atom		<p>Berdasarkan gambar, maka nomor atom dan nomor massa dari atom tersebut berturut turut adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> nomor atom 19, nomor massa 9 nomor atom 10, nomor massa 9 nomor atom 9, nomor massa 19 nomor atom 18, nomor massa 10 nomor atom 18, nomor massa 19 	<p>dimana memiliki :</p> <p>No atom = jumlah proton (partikel sub atom bermuatan positif) = jumlah elektron (partikel sub atom bermuatan negatif yang mengelilingi inti atom) = 9</p> <p>No massa = jumlah proton + jumlah neutron (partikel sub atom tidak bermuatan) = 9 + 10 = 19</p>		
---------------------------------------	--	--	---	--	--	--

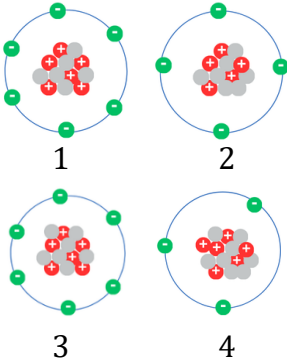
	Siswa dapat menentukan jumlah elektron dari suatu unsur	12	Atom fosfor memiliki nomor atom 15 dan nomor massa 31. Jumlah elektron pada atom fosfor adalah.... a. 15 b. 16 c. 30 d. 31 e. 46	a. 15 Nomor atom menunjukkan jumlah elektron = jumlah proton	Simbolik	C3
--	---	----	---	---	----------	----

	Siswa dapat menentukan jumlah proton, dari suatu unsur	13	<p>Pernyataan berikut yang sesuai dengan notasi atom ${}_{16}^{30}\text{X}$ adalah</p> <p>a. jumlah proton dan neutron pada atom X sama</p> <p>b. atom X memiliki jumlah elektron 14</p> <p>c. jumlah proton dan elektron pada atom X adalah 30</p> <p>d. jumlah neutron dan elektron pada atom X sama</p> <p>e. atom X memiliki jumlah proton 16</p>	<p>e. atom X memiliki jumlah proton 16</p> ${}_{Z}^{\text{A}}\text{X}$ <p>X = lambang atom A = nomor massa = jumlah proton + neutron Z = nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron</p> <p>Pada atom X diketahui memiliki nomor atom 16. Nomor atom = jumlah proton, sehingga proton</p>	Simbolik	C3
--	--	----	---	--	----------	----

				pada atom X adalah 16.		
Siswa dapat menentukan notasi atom	14	Diketahui unsur A memiliki 18 proton, 18 elektron dan 22 neutron. Notasi atom unsur A yang tepat adalah ... a. ${}_{18}^{40}\text{A}$	a. ${}_{18}^{40}\text{A}$ ${}_{Z}^{\text{A}}\text{X}$ X = lambang atom	Simbolik	C3	

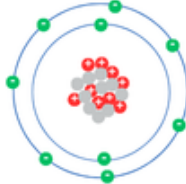
	berdasarkan jumlah proton, elektron dan neutron		b. ${}_{4}^{18}\text{A}$ c. ${}_{18}^{18}\text{A}$ d. ${}_{18}^{22}\text{A}$ e. ${}_{22}^{18}\text{A}$	<p> A = nomor massa = jumlah proton + neutron Z = nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron </p> <p> Atom A memiliki proton 18 dan neutron 22, sehingga nomor massanya adalah 40. Sedangkan nomor atomnya adalah 18 = jumlah proton = jumlah elektron </p>		
--	---	--	---	--	--	--

	Siswa dapat menganalisis notasi atom berdasarkan gambar	15	<p>Perhatikan gambar atom X di bawah ini!</p>  <p>Berdasarkan gambar tersebut, notasi atom X yang tepat adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> ${}_{27}^{13}\text{X}$ ${}_{26}^{27}\text{X}$ ${}_{26}^{13}\text{X}$ ${}_{13}^{26}\text{X}$ ${}_{13}^{27}\text{X}$ 	<p>e. ${}_{13}^{27}\text{X}$</p> ${}_{Z}^{\text{A}}\text{X}$ <p>X = lambang atom A = nomor massa = jumlah proton + neutron Z = nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron Atom X memiliki proton (partikel bermuatan positif) 13 dan neutron (partikel tak bermuatan) 14, sehingga nomor massanya adalah 27. Sedangkan nomor atom =</p>	Submikroskopik	C4
--	---	----	--	---	----------------	----

				jumlah proton = jumlah elektron = 13		
Mendeskripsikan dan memberikan contoh isotop, isobar dan isoton	Siswa dapat menganalisis contoh dari isotop	16	Perhatikan gambar atom di bawah ini!  1 2 3 4 Atom yang merupakan isotop ditunjukkan oleh nomor a. 1 dan 2 b. 2 dan 4 c. 1 dan 3	c. 1 dan 3 Isotop merupakan atom-atom yang memiliki nomor atom yang sama, tetapi memiliki nomor massa yang berbeda. Atom nomor 1 dan 3 memiliki nomor atom = jumlah elektron = jumlah proton yang sama yaitu 6, dan memiliki nomor massa =	Submikroskopik	C4

			d. 3 dan 4 e. 1 dan 4	jumlah proton + neutron yang berbeda berturut-turut yaitu 12 dan 13.		
Siswa dapat mengklasifikasi unsur ke dalam isoton	17	Diketahui beberapa unsur ${}_{24}^{44}\text{A}$, ${}_{20}^{44}\text{B}$, ${}_{18}^{42}\text{C}$ dan ${}_{20}^{42}\text{D}$ manakah unsur yang merupakan isoton a. B dan C b. A dan B c. B dan D d. C dan D e. A dan C	a. B dan C Isoton merupakan atom-atom dari unsur yang berbeda tetapi memiliki jumlah neutron yang sama. Diketahui jumlah neutron dari unsur B dan C adalah sama yaitu 24, sehingga	Simbolik	C3	

				jawaban yang tepat adalah a. B dan C		
	Siswa dapat mengklasifikasi unsur ke dalam isobar	18	Diketahui beberapa unsur ${}_{72}^{132}\text{K}$, ${}_{64}^{124}\text{L}$, ${}_{66}^{128}\text{M}$, ${}_{66}^{132}\text{N}$ dan ${}_{72}^{144}\text{O}$. Pernyataan yang tepat dari atom-atom tersebut adalah... a. Unsur L dan O merupakan isobar b. Unsur K dan L merupakan isotop c. Unsur M dan N merupakan isoton d. Unsur M dan O merupakan isotop e. Unsur K dan N merupakan isobar	e. Unsur K dan N merupakan isobar Isobar merupakan atom dari unsur yang berbeda tetapi mempunyai nomor massa sama. Unsur K dan N memiliki nomor massa yang sama yaitu 132	Simbolik	C3

Mendeskripsikan dan menulis konfigurasi elektron	Siswa dapat menganalisis konfigurasi elektron berdasarkan gambar atom	19	Perhatikan gambar berikut!	 <p>Menurut teori atom Bohr, konfigurasi atom tersebut yang tepat adalah...</p> <p>a. 2, 7 b. 2, 8 c. 2, 8, 8 d. 2, 8, 8, 1 e. 2, 8, 8, 8, 2</p>	a. 2, 7	Atom tersebut memiliki nomor atom 9 = jumlah elektron = 9, maka jumlah elektron pada : Kulit ke-1 = 2 Kulit ke-2 = 7 Sehingga konfigurasi elektronnya adalah 2, 7	Submikroskopik	C4
	Siswa dapat menentukan	20	Konfigurasi elektron yang tepat dari unsur ${}_{19}^{39}\text{K}$ adalah....	d. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$	Simbolik	C3		

	tukan konfigurasi elektron berdasarkan		a. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^1$ b. $1s^2, 2s^2, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 4p^5$ c. $1s^2, 2s^2, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^4$ d. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$ e. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$			
--	--	--	---	--	--	--

Lampiran 19 Soal Pretest Dan Posttest MLR

Nama :
No. Absen :
Kelas :

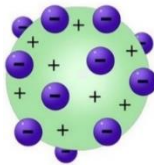
Petunjuk pengerjaan soal :

1. Bacalah soal dengan cermat sebelum menjawabnya!
2. Berilah tanda silang (X) pada satu jawaban yang anda yakini benar!
3. Pastikan semua soal terjawab sebelum dikumpulkan!

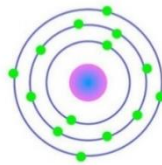
1. Model atom yang digambarkan dengan bentuk roti kismis merupakan teori atom yang dikemukakan oleh
 - a. Dalton
 - b. Niels Bohr
 - c. Mekanika kuantum
 - d. Thomson
 - e. Rutherford
2. Perhatikan gambar dan tabel dibawah ini



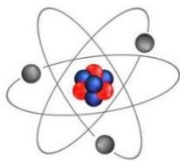
I



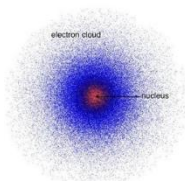
II



III



IV

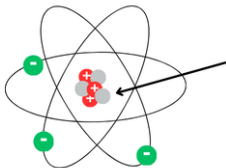


V

Model atom	Kelemahan
A	Belum bisa menjelaskan bagaimana susunan muatan positif dan jumlah elektron dalam bola karena belum memiliki orbit.
B	Tidak dapat menjelaskan efek Zeeman yaitu ketika garis spectrum terbagi karena adanya medan magnet.

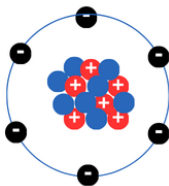
Gambar yang sesuai dengan kelemahan model atom A dan B secara berturut-turut adalah

- a. I dan II
 - b. II dan III
 - c. II dan IV
 - d. III dan V
 - e. IV dan V
3. Perhatikan gambar model atom berikut!



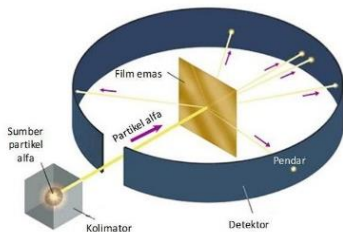
Bagian yang ditunjukkan oleh tanda panah merupakan...

- a. inti atom
 - b. elektron
 - c. proton
 - d. neutron
 - e. lintasan elektron
4. Perhatikan gambar atom berikut!



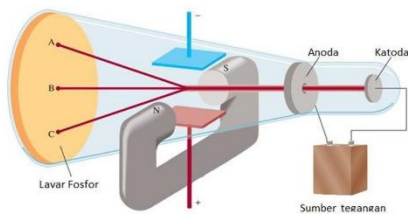
Berdasarkan gambar, jumlah proton pada atom tersebut adalah...

- 2
 - 6
 - 8
 - 12
 - 14
5. Perhatikan percobaan hamburan sinar alfa berikut!



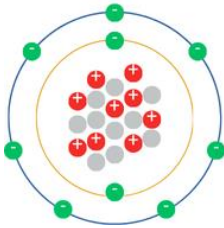
Berdasarkan gambar tersebut, dihasilkan teori bahwa bagian besar dari suatu atom adalah ruang kosong. Teori tersebut dapat disimpulkan berdasarkan fakta bahwa....

- terdapat sebagian besar sinar yang diserap
 - terdapat sebagian kecil sinar dibelokkan
 - terdapat sebagian besar sinar dihamburkan
 - terdapat sinar yang dipantulkan
 - terdapat sebagian besar sinar yang diteruskan
6. Perhatikan percobaan berikut!



Berdasarkan gambar percobaan tersebut ditemukannya seberkas sinar yang muncul dari arah katode menuju ke anode yang disebut sinar katoda. Hasil penyelidikan selanjutnya menunjukkan bahwa sinar katoda merupakan partikel paling ringan dan paling kecil yang bermuatan negatif pada atom, hal ini ditunjukkan dengan

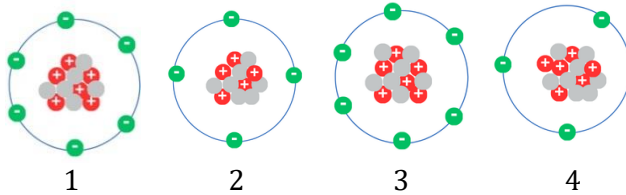
- a. sinar katoda dibelokkan ke arah positif dan negatif medan magnet
 - b. sinar katoda bergerak lurus tanpa dibelokkan
 - c. sinar katoda dibelokkan ke arah positif medan magnet
 - d. sinar katoda dibelokkan ke arah positif medan magnet
 - e. sinar katoda sebagian besar dipantulkan kembali
7. Perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gambar, maka nomor atom dan nomor massa dari atom tersebut berturut turut adalah

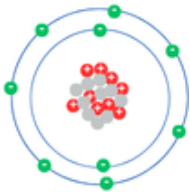
- a. nomor atom 19, nomor massa 9
 - b. nomor atom 10, nomor massa 9
 - c. nomor atom 9, nomor massa 19
 - d. nomor atom 18, nomor massa 10
 - e. nomor atom 18, nomor massa 19
8. Pernyataan berikut yang sesuai dengan notasi atom ${}_{16}^{30}\text{X}$ adalah
- a. jumlah proton dan neutron pada atom X sama
 - b. atom X memiliki jumlah elektron 14
 - c. jumlah proton dan elektron pada atom X adalah 30
 - d. jumlah neutron dan elektron pada atom X sama

- e. atom X memiliki jumlah proton 16
9. Perhatikan gambar atom di bawah ini!



Atom yang merupakan isotop ditunjukkan oleh nomor ...

- 1 dan 2
 - 2 dan 4
 - 1 dan 3
 - 3 dan 4
 - 1 dan 4
10. Diketahui beberapa unsur ${}_{72}^{132}\text{K}$, ${}_{64}^{124}\text{L}$, ${}_{66}^{128}\text{M}$, ${}_{66}^{132}\text{N}$ dan ${}_{72}^{144}\text{O}$.
Pernyataan yang tepat dari atom-atom tersebut adalah...
- unsur l dan o merupakan isobar
 - unsur k dan l merupakan isotop
 - unsur m dan n merupakan isoton
 - unsur m dan o merupakan isotop
 - unsur k dan n merupakan isobar
11. Perhatikan gambar berikut!



Menurut teori atom Bohr, konfigurasi atom tersebut yang tepat adalah...

- 2, 7
- 2, 8
- 2, 8, 8

- d. 2, 8, 8, 1
 - e. 2, 8, 8, 8, 2
12. Konfigurasi elektron yang tepat dari unsur ${}_{19}^{39}\text{K}$ adalah....
- a. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^1$
 - b. $1s^2, 2s^2, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 4p^5$
 - c. $1s^2, 2s^2, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^4$
 - d. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$
 - e. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$

Lampiran 20 Lembar Validasi Instrument Soal MLR

LEMBAR VALIDASI

INSTRUMEN SOAL MULTI LEVEL REPRESENTASI SISWA

Mata Pelajaran	:	Kimia
Jenjang Pendidikan	:	SMA/MA
Kelas/Semester	:	X/Ganjil
Judul Skripsi	:	Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi <i>Augmented Reality</i> (AR) Untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa
Peneliti	:	Indhana Ranu Hidayah
Pembimbing	:	1. Lenni Khotimah Harahap, M.Pd. 2. Mar'attus Solihah, M.Pd.
Validator	:	
Tanggal Validasi	:	

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor setiap butir pertanyaan dengan memberikan penilaian pada kolom nomor soal dengan skala sebagai berikut
2. Bapak/Ibu dimohon memberikan kritik dan saran

perbaikan pada baris yang sudah disediakan

C. Penilaian

No	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Kesesuaian instrument dengan tujuan pembelajaran, sub materi, indikator soal dan indikator multi level representasi				
2	Kesesuaian pokok instrument soal yang dirumuskan				
3	Kelengkapan instrument soal				
4	Keterbacaan instrument soal				
5	Kesesuaian penulisan instrument soal				
6	Kebenaran isi butir soal pada instrument				
7	Kesesuaian penggunaan gambar pada soal				

D. Kritik dan Saran

--

E. Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

- d. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
- e. Cukup baik, dapat digunakan setelah dilakukan revisi
- f. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Semarang, 2 September 2024

Validator

(.....)

NIP.

Lampiran 21 Rubrik Penilaian Validasi Instrument Soal MLR

**RUBRIK PENILAIAN VALIDASI INSTRUMEN SOAL MULTI
LEVEL REPRESENTASI SISWA**

No	Aspek yang Dinilai	Keterangan	Skor
1	Kesesuaian instrument dengan : 1. Tujuan pembelajaran 2. Sub materi 3. Indikator soal 4. Indikator multi level representasi (maksroskopik, submikroskopik dan simbolik)	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	1
2	Kesesuaian pokok instrument soal yang dirumuskan apabila memenuhi indikator : 5. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar 6. Soal tidak mengandung kalimat negatif	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1

	7. Soal tidak menimbulkan makna atau penafsiran ganda		
3	Kelengkapan instrument soal apabila memenuhi indikator berikut : 5. Kisi-kisi dan instrumen soal 6. Kunci jawaban 7. Pedoman penskoran 8. Lembar Validasi dan Rubrik Validasi	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	1
4	Keterbacaan instrument soal apabila sesuai	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	4

	dengan indikator berikut :	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	3
	5. Sesuai kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	2
	6. Mudah dipahami dan tidak menimbulkan makna ganda	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	1
	7. Penggunaan bahasa yang komunikatif 8. Penggunaan istilah yang sesuai dan konsisten		
5	Kesesuaian penulisan instrument soal apabila memenuhi indikator berikut :	Jika memenuhi 4 indikator penilaian yang disebutkan	4
	5. Jenis huruf (Times New Roman)	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	3
	6. Ukuran huruf (12 pt)	Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	2
	7. Spasi antar baris (1,15)	Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	1

	8. Rata kanan-kiri (<i>justify</i>)		
6	Kebenaran isi butir soal pada instrument apabila sesuai dengan 1. Fakta 2. Konsep Materi 3. Teori	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1
7	Kesesuaian penggunaan gambar pada soal memenuhi indikator berikut 1. Gambar yang disajikan jelas 2. Gambar yang disajikan tepat dan sesuai dengan soal 3. Gambar yang disajikan berfungsi pada butir soal	Jika memenuhi 3 indikator penilaian yang disebutkan	4
		Jika memenuhi 2 indikator penilaian yang disebutkan	3
		Jika memenuhi 1 indikator penilaian yang disebutkan	2
		Jika tidak memenuhi semua indikator penilaian yang disebutkan	1

Lampiran 22 Hasil Analisis Uji Coba Validitas Soal

No soal	Nama siswa	Soal ke-																				skor total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Adinka	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	10
2	Adrian D	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	16
3	Adrian F	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	8
4	Afif	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	15
5	Aghniya	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	9
6	Ahmad nico	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	17
7	Aisyah	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	16
8	Akbar	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	12
9	Alya	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	10
10	Andrea	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
11	Arifatun	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	9
12	Bellinda	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17
13	Dinar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
14	Elan	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	15
15	Elisa	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11
16	Ghania	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
17	Intan	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	17
18	Irfan	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
19	Jeishila	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	13
20	Kaila	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	14
21	Khawa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	19
22	Kirana	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	9
23	Marsa	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	15
24	Muhammad	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	17
25	Natasha	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
26	Nathania	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	10
27	Raihan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	18
28	Raiqa	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
29	Ruben	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	8
30	Shelvana	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13
31	Talia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	19
32	Wildan	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17
33	Zidny	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	8
r tabel		0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344	
r hitung		0.352	0.41	0.566	0.579	0.579	0.149	0.376	0.468	0.468	0.526	0.401	0.286	0.58	0.097	0.261	0.368	0.412	0.364	0.705	0.812	
Kriteria		VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VALID	VALID	TIDAK VALID	TIDAK VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	

Lampiran 23 Hasil Analisis Uji Coba Reliabilitas Soal

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.788	20

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
soal_1	13.33	14.354	.295	.783
soal_2	13.36	14.114	.345	.781
soal_3	13.85	13.008	.468	.771
soal_4	13.67	12.979	.484	.770
soal_5	13.67	12.979	.484	.770
soal_6	13.39	14.684	.063	.793
soal_7	13.58	13.814	.266	.785
soal_8	13.64	13.426	.360	.779
soal_9	13.82	13.403	.350	.779
soal_10	13.82	13.153	.421	.774
soal_11	13.55	13.756	.296	.783
soal_12	13.64	14.114	.164	.792
soal_13	13.55	13.131	.494	.770
soal_14	13.42	14.814	.003	.797
soal_15	13.45	14.318	.163	.790
soal_16	13.39	14.121	.290	.783
soal_17	13.52	13.758	.312	.781
soal_18	13.45	14.006	.271	.784
soal_19	13.55	12.693	.638	.760
soal_20	13.55	12.318	.766	.751

Lampiran 24 Hasil Analisis Uji Tingkat Kesukaran Soal

Statistics

		soal_1	soal_2	soal_3	soal_4	soal_5	soal_6	soal_7	soal_8	soal_9	soal_10	soal_11	soal_12	soal_13	soal_14	soal_15	soal_16	soal_17	soal_18	soal_19	soal_20
N	Valid	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		.94	.91	.42	.61	.61	.88	.70	.64	.45	.45	.73	.64	.73	.85	.82	.88	.76	.82	.73	.73

Lampiran 25 Hasil Analisis Uji Daya Beda Soal

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
soal_1	13.33	14.354	.295	.783
soal_2	13.36	14.114	.345	.781
soal_3	13.85	13.008	.468	.771
soal_4	13.67	12.979	.484	.770
soal_5	13.67	12.979	.484	.770
soal_6	13.39	14.684	.063	.793
soal_7	13.58	13.814	.266	.785
soal_8	13.64	13.426	.360	.779
soal_9	13.82	13.403	.350	.779
soal_10	13.82	13.153	.421	.774
soal_11	13.55	13.756	.296	.783
soal_12	13.64	14.114	.164	.792
soal_13	13.55	13.131	.494	.770
soal_14	13.42	14.814	.003	.797
soal_15	13.45	14.318	.163	.790
soal_16	13.39	14.121	.290	.783
soal_17	13.52	13.758	.312	.781
soal_18	13.45	14.006	.271	.784
soal_19	13.55	12.693	.638	.760
soal_20	13.55	12.318	.766	.751

Lampiran 26 Hasil Pretest Dan Posttest Soal MLR

No	Nama siswa	Pretest	Posttest
1	Abinaya Hero	50	83,3
2	Adhitya Dewa M	41,6	75
3	Aisya Mutiara	66,6	83,3
4	Alifah Rizqina	66,6	91,6
5	Arjuna Davin	58,3	83,3
6	Artika Saputri	41,6	83,3
7	Arya Pandita	58,3	83,3
8	Azka Khoril Anam	33,3	75
9	Cantika Ameliana	66,6	91,6
10	Chelsea Khaula Khuba	75	100
11	Ezza Reihan Pratama	66,6	91,6
12	Febriyana Tsalits W	50	75
13	Ghisca Febriyana	58,3	91,6
14	Humaira Oqty Faza	41,6	75
15	Husein Rosyid Husada	75	83,3
16	Jihanida Mutia	66,6	75
17	Krisnanti Diyas Pramesti	50	66,6
18	Lentera Cinta Vyolieta	83,3	100
19	Muhammad Fadil N	58,3	83,3
20	Muhammad Raja Fattan	41,6	91,6
21	Muhammad Rayhan Budhy	75	100
22	Nandana Murfid Hanafi	66,6	91,6
23	Permata Rizki Surya	58,3	83,3
24	Qibran Gusnu Kurniawan	50	75
25	Raffel Imam Assyifa	41,6	75
26	Raihan Dwi Samudra	33,3	83,3
27	Ruth Arlita Nanda	83,3	100
28	Salwa Kaila Intan Z	50	66,6
29	Surya Abi Pamudya	66,6	100
30	Surya Saputra Darmawan	50	66,6
31	Zakirisa Rizqi Ramadhan	33	58,3

Lampiran 27 Hasil uji t

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PRE TEST	59.11	31	16.012	2.878
	POST TEST	81.96	31	11.202	2.012

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	PRE TEST & POST TEST	31	.794	.000

Paired Samples Test

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	PRE TEST - POST TEST	-22.848	9.859	1.771	-26.465	-19.232	-12.903	30	.000

Lampiran 28 Surat Permohonan Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
 E-mail: fst@walisongo.ac.id Web: [Http://fst.walisongo.ac.id](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.8953/Un.10.8/K/SP.01.08/11/2024 Semarang, 22 November 2024
 Lamp : Proposal Skripsi
 Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
 Kepala Sekolah SMA Negeri 12 Semarang
 Plalangan, Kec. Gunungpati Kota Semarang,
 Jawa Tengah
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Indhana Ranu Hidayah
 NIM : 2008076060
 Jurusan : PENDIDIKAN KIMIA
 Judul : Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi Augmented Reality (AR) Untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa
 Semester : IX (Sembilan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 22 November - 6 Desember 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



M. Kharis, SH, M.H
 NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 29 Surat Telah Melakukan Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 12 SEMARANG
Jalan Raya Gunungpati, Kota Semarang Jawa Tengah Kode Pos 50225
Telepon 024-6932224 Faksimili 024-6932260
Surel: sman12smg@yahoo.co.id | Laman: www.sma12smg.sch.id

SURAT KETERANGAN

Nomor: 420 / 1287 / 2024

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 12 Semarang Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah, dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : **INDHANA RANU HIDAYAH**
NIM : **2008076060**
Fakultas/Jurusan : **Fakultas Sains dan Teknologi/Pendidikan Kimia**
Instansi : **Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang**

Berdasarkan Surat Izin Penelitian Nomor B.8953/Un.10.8/K/SP.01.08/12/2024, tanggal 4 Desember 2024 diterbitkan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, yang bersangkutan telah melaksanakan penelitian dalam rangka penyusunan Skripsi berjudul **"Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa"**, yang dilaksanakan pada tanggal 22 November s.d. 6 Desember 2024 di SMA Negeri 12 Semarang.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

18 Desember 2024
Kepala Sekolah,

Dr. Endah Dyah Wardani, M.Pd.
NIP. 19650617 198903 2 010



Lampiran 30 Surat Permohonan Validasi Ahli Materi Dan Ahli Media



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1270/Un.10.8/D/SP.01.06/10/2024 10 Oktober 2024
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Apriliansa Drastisianty, M.Pd Validator Instrumen Ahli
(Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
2. Nur Alawiyah, S.Pd, M.Pd. Validator Instrumen Ahli
(Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
3. Mohammad Agus Prayitno, M.Pd Validator Instrumen Ahli
(Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
4. Teguh Wibowo, M.Pd. Validator Instrumen Ahli
(Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
5. Sri Hartati, S.Pd Validator Instrumen Ahli
(Guru Kimia SMAN 12 Semarang)
6. Aries Wisnuadi, S.Pd Validator Instrumen Ahli
(Guru Kimia SMAN 12 Semarang)
7. Shofiyatus Salsabila, S.Tr.T.
(Ahli bidang IT)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : Indhana Ranu Hidayah
NIM : 2008076060
Program Studi : Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengembangan Bahan Ajar Struktur Atom Terintegrasi Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Kemampuan Multi Level Representasi Siswa.

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan
Kabag. TU
Muly. Kharis, SH, M.H
19691017 199403 1 002

Lampiran 31 Dokumentasi



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Indhana Ranu Hidayah
2. TTL : Kobisonta, 20 Juni 2003
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. Alamat : Desa Wonosari, Kec. Seram Utara Timur
Seti, Kab. Maluku Tengah, Maluku
6. No. Hp : 081325270051
7. Email : hidayahindhana03@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD Negeri 2 Wahai
 - b. MTs Negeri 3 Maluku Tengah
 - c. MA Al-Hikmah 2 Brebes
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan non Formal
-

Semarang, 17 Desember 2024

Indhana Ranu Hidayah
NIM : 2008076060