PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD)* PADA MATERI STRUKTUR ATOM

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Tugas Dan Melengkapi Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan dalam
Ilmu Pendidikan Kimia

Oleh : **MOH.ARDIYANTO SAPUTRA**

NIM : 2108076043

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Moh.Ardiyanto Saputra

NIM : 2108076043

Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD)* PADA MATERI STRUKTUR ATOM

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

Semarang, 27 Agustus 2025

Penulis,



Moh.Ardiyanto Saputra

NIM: 2108076043

KEMENTRIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul	:	**Pengembangan Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada Materi Struktur Atom**
Penulis	:	**Moh. Ardiyanto Saputra**
NIM	:	2108076043
Jurusan	:	Pendidikan Kimia

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

Semarang, 8 September 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Lenni Khotimah Harahap, M.Pd.
NIP. 199212202019032019

Penguji II

Teguh Wibowo, M.Pd.
NIP. 198611102019031011

Penguji III

Julia Nardhiya, M.Pd.
NIP. 199310202019032011

Penguji IV

Muhammad Agus Prayitno, M.Pd.
NIP. 198505022019031008

Pembimbing I

Lenni Khotimah Harahap, M.Pd.
NIP. 199212202019032019

Pembimbing II

Teguh Wibowo, M.Pd.
NIP. 198611102019031011

NOTA DINAS

Semarang, 27/8/2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains da Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr.wb

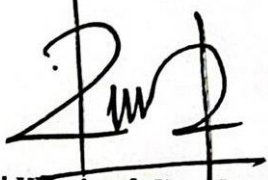
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada Materi Struktur Atom
Nama : Moh. Ardiyanto Saputra
NIM : 2108076043
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.

Wassalaamu'alaikum. Wr. Wb.

Pembimbing I



Lenni Khotimah Harahap, M.Pd
NIP : 199212202019032019

NOTA DINAS

Semarang, 27/8/2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains da Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr.wb

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

Judul : Pengembangan Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada Materi Struktur Atom
Nama : Moh. Ardiyanto Saputra
NIM : 2108076043
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.

Wassalaamu'alaikum. Wr. Wb.

Pembimbing II

Teguh Wibowo, M.Pd
NIP : 198611102019031011

ABSTRAK

Keterbatasan variasi media pembelajaran sering menjadi hambatan dalam menciptakan proses belajar yang menarik dan efektif. Hal ini terutama terlihat pada materi struktur atom yang bersifat abstrak dan memerlukan representasi visual agar lebih mudah dipahami. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* sebagai alternatif inovatif untuk meningkatkan pemahaman siswa. Pendekatan penelitian yang diterapkan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4-D, yaitu *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Subjek penelitian terdiri dari lima validator ahli dan 34 peserta didik kelas XI SMA N 2 Kendal. Instrumen penelitian mencakup angket validasi ahli serta angket respons peserta didik. Data dianalisis menggunakan Aiken's V untuk menilai validitas dan persentase untuk mengevaluasi respons peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media ATOMICCARD memperoleh nilai validitas V = 0,87 dari ahli media dan V = 0,89 dari ahli materi, keduanya termasuk kategori sangat valid. Selain itu, tingkat keidealan peserta didik mencapai 90% dengan nilai rata-rata 67,5.

Kata kunci: *augmented reality*; *flash card*; struktur atom; media pembelajaran

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur tercurahkan atas kehadirat Allah SWT. atas limpahan rahmat, hidayah, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul Pengembangan Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada Materi Struktur Atom dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Proses penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis ayahanda Yulianto dan Ibunda Nur Khasanah yang penulis cintai, terima kasih atas segala doa, semangat, nasihat, kasih sayang, dan pengorbanan yang telah diberikan semasa hidup. Walaupun kini telah tiada, doa dan kenangan kalian senantiasa menjadi kekuatan serta penyemangat utama dalam setiap langkah penulis.

2. Kakak-kakak penulis Mokh Bakhrul Ulum dan Yunita Puspa Sari yang telah memberikan semangat, doa, motivasi, dan dukungan penuh kepada penulis.
3. Adek-adek penulis Zidal Huda, Sandrina, Kayla yang telah memberikan doa dan dukungan penuh kepada penulis.
4. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
5. Wirda Udaibah, M.Si., selaku ketua Prodi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang.
6. Lenni Khotimah Harahap, M.Pd., selaku dosen wali yang selalu membimbing, memberikan semangat dan memotivasi penulis selama menempuh studi di UIN Walisongo Semarang.
7. Lenni Khotimah Harahap, M.Pd. dan Teguh Wibowo, M.Pd., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan semangat kepada peneliti selama proses penulisan skripsi.
8. Mar'attus Solihah, M.Pd., dan Fachri Hakim, M.Pd., selaku validator ahli media dan ahli materi yang telah memberikan penilaian kelayakan media dan materi serta saran selama menyusun produk skripsi.
9. Tim validator guru Krisnawati, S.Pd., Nur Ani Kartikawati, S.Ai, M.Sc., dan Saeful Umam, S.Pd., selaku guru mata

pelajaran kimia serta selaku para ahli media dan ahli materi yang telah memberikan penilaian kelayakan media pembelajaran.

10. Seluruh teman-teman kelas Pendidikan Kimia B angkatan 2021 yang telah memberikan warna, dukungan, serta pengalaman diluar perkuliahan yang luar biasa kepada penulis.
11. Teman-teman kelompok KKN Posko 19 Desa Margosari 2024 dan teman-teman PPL SMA Negeri 2 Kendal yang telah memberikan doa, motivasi, dan dukungannya.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil yang tidak peneliti sebutkan satu persatu.
13. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada tim kebanggaan, Real Madrid, yang selalu memberikan inspirasi, motivasi, serta semangat juang pantang menyerah yang menjadi teladan dalam menyelesaikan setiap tantangan, termasuk dalam penyusunan skripsi.

Penulis tidak dapat memberikan balasan apa-apa selain ucapan terima kasih dan iringan do'a semoga Allah SWT membalas semua amal kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tentu mempunyai banyak kekurangan. Untuk itu penulis menerima masukan dan kritikan konstruktif dari berbagai pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini menjadi amal saleh

bagi penulis dan bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin Ya Robbal 'Alamin.

Semarang, 15 September 2025

Penulis,

Moh.Ardiyanto Saputra

NIM: 2108076043

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
PENGESAHAN ..... **iii**
NOTA DINAS ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Identifikasi Masalah 8
C. Pembatasan Masalah 9
D. Rumusan Masalah 10
E. Tujuan Pengembangan 10
F. Manfaat Pengembangan 10
G. Asumsi Pengembangan 13
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan 13
BAB II KAJIAN PUSTAKA **15**
A. Kajian Teori 15
1. Media Pembelajaran 15
2. Augmented Reality 28
3. Struktur Atom 35

B. Kajian Penelitian yang Relevan 56
C. Kerangka Berfikir 59
BAB III METODE PENELITIAN 63
A. Model Pengembangan **63**
B. Prosedur pengembangan **63**
1. Tahap Pendifisian (*Define*) 64
2. Tahap Perancangan *(Design)* 68
3. Tahapan Pengembangan *(Develop)* 69
4. Tahap Penyebaran *(Disseminate)* 71
C. Desain Uji Coba Produk 71
1. Desain Uji Coba 71
2. Subjek Uji Coba 72
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data 74
D. Teknik Analisis Data **76**
1. Uji Validitas Produk 76
2. Uji Respon Peserta didik 78
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 80
A. Hasil Pengembangan Produk Awal 80
B. Hasil Uji Coba Produk 101
C. Revisi Produk 107
D. Kajian Produk Akhir 114
E. Keterbatasan Peneletian 126
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 127
A. Kesimpulan 127
B. Saran Pemanfaatan Produk 128

C. Deseminasi dan Pengembangan Produk 129
DAFTAR PUSTAKA 130
LAMPIRAN 137

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Skala Angket Lembar Validasi	77
Tabel 3.2	Konversi Tingkat Pencapaian Peserta Didik	79
Tabel 4.1	Hasil Uji Validasi Ahli Media ATOMICCARD	102
Tabel 4.2	Hasil Uji Validasi Ahli Materi ATOMICCARD	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Rangkaian *Reality-Virtuality*	29
Gambar 2.2	Contoh Marker *Based Tracking*	31
Gambar 2.3	Prinsip AR Merender Obyek Virtual Dunia Nyata	32
Gambar 2.4	Tabung Sinar Katode	36
Gambar 2.5	Model Atom Dalton	40
Gambar 2.6	Model Atom J.J. Thomson	42
Gambar 2.7	Model Atom Rutherfort	43
Gambar 2.8	(A) Rancangan Percobaan Rutherford untuk Mengukur Hamburan Partikel A Oleh Sepotong Lembaran Emas. (B) Pemandangan yang Diperbesar Dari Partikel A yang Menembus dan Dibelokkan Oleh Inti	43
Gambar 2.9	Model Atom Bohr	45
Gambar 2.10	Model Atom Mekanika Gelombang	48
Gambar 2.11	Prinsip Aufbau	53
Gambar 2.12	Kerangka Berpikir	62
Gambar 3.1	Prosedur Pengembangan Penelitian	64
Gambar 4.1	Desain Perkembangan Model Atom	92
Gambar 4.2	Desain Objek Unsur pada Model Atom Born	92
Gambar 4.3	Desain Kartu Marker	94
Gambar 4.4	Implementasi dan Pemunculan Kartu	94
Gambar 4.5	Desain background dan icon pada aplikasi ATOMICCARD	95

Gambar 4.6	Database Image Target	96
Gambar 4.7	Grafik Nilai Validasi Ahli Media dan Materi	105
Gambar 4.8	Grafik Hasil Respons Pengguna	107
Gambar 4.9	Perbedaan Desain Logo ATOMICCARD Sebelum dan Sesudah	109
Gambar 4.10	Penambahan Fitur Latihan Soal	110
Gambar 4.11	Perbaikan Tampilan pada Materi Sebelum dan Sesudah	111
Gambar 4.12	Penambahan Fitur Buat Atom	112
Gambar 4.13	Perbedaan Tampilan AR Sebelum dan Sesudah Penambahan Tombol Baca	113
Gambar 4.14	Tampilan Halaman Utama *(Home Menu)* Dari Aplikasi ATOMICCARD	115
Gambar 4.15	Tampilan Menu Buat Aom	117
Gambar 4.16	Tampilan Menu Milai AR	118
Gambar 4.17	Tampilan Menu Materi	120
Gambar 4.18	Tampilan Menu Kuis	121
Gambar 4.19	Tampilan pada Menu Lihat Marker	122
Gambar 4.20	Tampilan pada Menu Tentang	124

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Kisi-kisi Wawacara Dengan Guru Kimia	137
Lampiran 2	Hasil Wawacara Dengan Guru Kimia	139
Lampiran 3	Kisi-kisi Lembar Angket Kebutuhan Peserta Didik	123
Lampiran 4	Lembar Angket Kebutuhan Peserta Didik	145
Lampiran 5	Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik	150
Lampiran 6	Pedoman Instrumen Validasi Ahli	155
Lampiran 7	Angket Penilaian Validasi Ahli Media dan Materi	162
Lampiran 8	Hasil Validasi Materi dan Media 1	166
Lampiran 9	Hasil Validasi Materi dan Media 2	169
Lampiran 10	Hasil Validasi Materi dan Media 3	172
Lampiran 11	Hasil Validasi Materi dan Media 4	175
Lampiran 12	Hasil Validasi Materi dan Media 5	178
Lampiran 13	Analisis Data Validasi Ahli	182
Lampiran 14	Angket Respons Peserta Didik	187
Lampiran 15	Hasil Lembar Angket Respons Peserta Didik	115
Lampiran 16	Hasil Respons Pengguna	195
Lampiran 17	Analisis Hasil Respons Pengguna	198
Lampiran 18	Tabel Validitas Aiken’S	206

Lampiran 19	Surat Permohonan Validasi Instrumen	207
Lampiran 20	Surat Penunjukan Dosen Pembimbing	208
Lampiran 21	Surat Izin Riset	209
Lampiran 22	Dokumentasi Respon Pengguna	210
Lampiran 23	Riwayat Hidup	211

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Ilmu kimia merupakan bidang studi yang mempelajari fakta, konsep, hukum, serta teori yang memiliki keterkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Pada tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), mata pelajaran kimia disusun secara sistematis dan saling terhubung antar kompetensinya. Oleh karena itu, peserta didik perlu menguasai konsep-konsep kimia secara utuh agar tidak mengalami kesulitan ketika mempelajari materi berikutnya (Afrianis dan Ningsih, 2022).

Berdasarkan hasil angket yang diberikan kepada 31 peserta didik SMA Negeri 2 Kendal menunjukkan bahwa 71% di antaranya menilai kimia sebagai mata pelajaran yang cukup sulit. Kesulitan tersebut timbul karena karakter materi kimia yang bersifat abstrak dan menuntut pemahaman mendalam. Ilmu kimia dianggap sulit dipelajari karena membutuhkan kemampuan berpikir abstrak, terutama pada topik-topik seperti struktur atom, ikatan kimia, dan bentuk molekul (Sakinah, Sihombing dan Amdayani, 2022).

Materi struktur atom merupakan dasar pembentukan konsep dalam kimia sehingga penting untuk benar-benar dipahami. Pemahaman konsep dasar kimia sangat penting,

karena tanpa hal tersebut peserta didik akan kesulitan mempelajari materi selanjutnya yang saling berkaitan. Materi struktur atom memuat banyak bagian yang bersifat hafalan sehingga kerap menimbulkan kesulitan bagi peserta didikk dalam memahami materi pembelajaran (Rahman, Ischak dan Sihaloho, 2016). Kesulitan dalam memahami konsep struktur atom terbukti berdasarkan data angket yang diperoleh dari 31 peserta didik SMA Negeri 2 Kendal, sebanyak 54,8% menyatakan bahwa materi struktur atom termasuk materi yang sulit.

Permasalahan umum dialami oleh peserta didik terletak pada keterbatasan pemahaman terhadap materi maupun konsep yang disampaikan oleh guru. Kondisi tersebut berdampak pada munculnya kesulitan dalam pemecahan masalah serta memunculkan keragaman pemahaman konsep antar peserta didik (Raisul, 2020). Kesulitan peserta didik seringkali disebabkan oleh kompleksitas konsep seperti konfigurasi elektron, model atom, dan hubungan antara struktur atom dengan sifat kimia. Pemahaman terhadap konsep menjadi elemen penting dalam kegiatan pembelajaran. Tujuan utama dari proses pengajaran adalah membimbing peserta didik agar mampu menguasai konsep dasar suatu mata pelajaran, sehingga dapat memahami hubungan antar konsep

dan mengintegrasikannya secara berkesinambungan (Vellayati, Nurmaliah dan Saidi, 2020).

Keberhasilan proses pembelajaran dapat ditentukan melalui tingkat pemahaman peserta didik. Pemahaman ini tercermin dari kemampuan mereka dalam menjelaskan, menggambarkan, memprediksi, menafsirkan, memberi contoh, serta mengaitkan berbagai konsep yang didasarkan pada fakta, hasil pengamatan, maupun pengalaman. Kemampuan tersebut pada akhirnya bermuara pada terbentuknya pengetahuan yang selaras dengan prinsip, hukum, dan teori ilmiah yang berlaku (Nurrahmah dan Nursa'adah, 2019). Dengan demikian, pemahaman konsep menjadi aspek yang penting dalam pembelajaran kimia. Namun, kenyataan dilapangan menunjukkan bahwa peserta didik masih cenderung pasif dalam kegiatan pembelajaran, terutama ketika guru menggunakan metode ceramah yang monoton, sehingga menimbulkan kejenuhan dan berdampak pada rendahnya pemahaman konsep.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan media pembelajaran yang sesuai. Pemilihan media yang tepat berperan penting dalam kegiatan belajar karena mampu menghadirkan berbagai keunggulan, seperti mengonversi konsep abstrak dan kompleks menjadi lebih

nyata, sederhana, terstruktur, serta mudah dipahami. Oleh karena itu, penggunaan media yang tepat oleh guru diharapkan dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran secara lebih efektif dan efisien (Shalikhah, 2016). Penggunaan media pembelajaran mampu mewakili guru pada hal yang tidak mampu disampaikan dengan lisan, sehingga hal yang abstrak mampu dijelaskan dengan adanya media pembelajaran (Rasyid, Azis dan Saleh, 2016).

Pemilihan media pembelajaran juga diharapkan dapat menciptakan kondisi pembelajaran yang menyenangkan sekaligus efisien (Nurdyansyah, 2019). Berdasarkan lembar angket yang disebar kepada peserta didik, sebanyak 80,6% pembelajaran yang dilakukan oleh guru di SMA Negeri 2 Kendal telah menggunakan media pembelajaran dalam proses pengajaran. Namun, temuan lain menunjukkan bahwa variasi dalam penggunaan media pembelajaran masih terbatas. Dari angket kebutuhan peserta didik, diperoleh data bahwa guru lebih sering menggunakan media pembelajaran berupa papan tulis, PowerPoint, buku paket, dan media lainnya.

Penerapan teknologi dalam pembelajaran dapat dilakukan melalui penggunaan media pembelajaran. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu pembelajaran adalah dengan mengintegrasikan teknologi secara tepat ke dalam proses belajar mengajar (Rumahorbo dan Nurfajriani, 2022).

Meskipun demikian, pelaksanaan pembelajaran berbasis teknologi masih menghadapi berbagai kendala. Beberapa diantaranya meliputi keterbatasan penguasaan teknologi oleh guru, ketersediaan fasilitas sekolah yang belum memadai, jadwal mengajar yang padat, serta keterbatasan akses jaringan internet. Media pembelajaran berbasis aplikasi *Android* sebenarnya merupakan alternatif yang relatif mudah digunakan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Melalui kombinasi elemen visual berupa gambar, teks, warna, maupun video animasi, media tersebut mampu menarik perhatian peserta didik sekaligus meningkatkan minat mereka untuk membaca dan mempelajari materi (Yudha, Nurfajriani dan Silaban, 2023). Temuan ini diperkuat dari wawancara dengan seorang guru kimia kelas X di SMA Negeri 2 Kendal, yang mengungkapkan bahwa penerapan teknologi pada kegiatan mengajar dapat mempermudah jalannya pembelajaran.

Augmented reality merupakan teknologi yang mengintegrasikan elemen visual dengan dunia nyata melalui pemrosesan pada perangkat elektronik. Kelebihan dari teknologi *augmented reality* yakni mampu menunjukkan objek visualnya secara tiga dimensi dalam alat elektronik seakan-akan objek tersebut ada dalam dunia nyata (Pramono dan Wiratama, 2018). Penggunaan teknologi *augmented reality*

menjadi solusi yang efektif untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep struktur atom yang bersifat abstrak. Hasil observasi kebutuhan peserta didik menunjukkan dukungan yang tinggi terhadap penggunaan teknologi *augmented reality* dalam pembelajaran kimia, dengan sekitar 96,8% peserta didik menunjukkan minat yang positif. Berdasarkan wawancara dengan guru kimia juga mendukung penggunaan *augmented reality* untuk memudahkan visualisasi peserta didik.

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan dalam pengembangan media pembelajaran adalah teknologi *augmented reality* (AR). Melalui teknologi AR objek tiga dimensi (3D) dapat ditampilkan dengan dimensi panjang, lebar, dan tinggi, sehingga pengguna dapat melihatnya dari berbagai perspektif, termasuk dari sisi depan, belakang, maupun samping (Soepriyanto, Sihkabuden dan Surahman, 2017). Pemanfaatan media yang mampu menampilkan gambar, objek tiga dimensi, audio, dan animasi sebagai sarana penyampaian informasi serta komunikasi merupakan strategi yang tepat untuk memberikan pengalaman belajar yang berbeda sekaligus bermakna untuk peserta didik. Sehingga penerapan teknologi dalam pembelajaran dapat berlangsung secara optimal dan berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran. (Hoon, Shukhaila dan Shaharuddin, 2019).

Augmented reality memungkinkan peserta didik untuk secara langsung melihat struktur dalam bentuk objek 3D, dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang semakin pesat akan sangat berpengaruh dalam kemajuan bidang pendidikan (Setiyadi dan Setiawan, 2019). Penggunaan teknologi *augmented reality* menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi pemahaman konsep peserta didik dalam menguasai materi struktur atom yang bersifat abstrak. Hasil pengisian angket oleh 31 peserta didik di SMA Negeri 2 Kendal menunjukkan bahwa peserta didik menunjukkan dukungan yang tinggi terhadap penggunaan teknologi augmented reality dalam pembelajaran kimia, dengan sekitar 100% peserta didik menunjukkan minat yang positif. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan guru kimia kelas X di SMA Negeri 2 Kendal juga mendukung penggunaan teknologi *augmented reality* untuk memudahkan visualisasi peserta didik dalam melihat struktur atom. Untuk membuat penggunaan teknologi *augmented reality* lebih inteaktif dan efisien diberbagai tempat, Studi ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran berbentuk flash card yang terintegrasi dengan teknologi augmented reality sebagai sarana belajar bagi peserta didik.

Media pembelajaran flash card dirancang dengan ukuran fisik 6 x 10 cm agar mudah digunakan oleh peserta didik dalam proses belajar. Flash card diharapkan mampu meningkatkan

efektivitas pembelajaran dengan mendorong keterlibatan aktif peserta didikk, baik melalui interaksi dengan teman sebaya maupun dengan bimbingan guru (Mat *et al.*, 2016). Berdasarkan permasalahan tersebut maka peneliti melakukan penelitian dengan judul **Pengembangan Media Pembelajaran Atomiccard (*Atomic Flashcard)* pada Materi Struktur Atom.**

B. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang yang telah dipaparkan, dapat ditemukan beberapa permasalahan dalam pembelajaran kimia pada materi struktur atom, yaitu:

1. Kesulitan dalam memahami materi kimia, terutama pada bagian konsep abstrak seperti struktur atom masih dialami oleh peserta didik.
2. Pemahaman konseptual peserta didik pada materi kimia relatif rendah.
3. Metode pengajaran masih bersifat konvensional dan cenderung pasif.
4. Pemanfaatan media pembelajaran yang mendukung visualisasi konsep abstrak masih terbatas.
5. Peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan, menjelaskan, serta memahami keterkaitan antar konsep dalam pembelajaran kimia.

6. Penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran masih terbatas.
7. Dominasi metode ceramah yang monoton menyebabkan peserta didik kurang aktif dalam mengikuti proses pembelajaran.

C. Pembatasan Masalah

Peneliti menetapkan batasan masalah berdasarkan analisis latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, dengan tujuan agar penelitian memiliki fokus yang jelas serta tidak melebar pada aspek di luar kajian. Batasan masalah yang dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Minimnya penggunaan media pembelajaran yang dapat membantu visualisasi konsep-konsep abstrak, sehingga dikembangkan media pembelajaran berbasis *augmented reality.*
2. Kesulitan peserta didik dalam memahami materi kimia, khususnya konsep-konsep abstrak seperti struktur atom, sehingga dikembangkannya media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dibuat berdasarkan konteks berikut:

1. Bagaimana kevalidan media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom?
2. Bagaimana respons peserta didik terhadap media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom *?*

E. Tujuan Pengembangan

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan untuk mencapai hal-hal berikut:

1. Menganalisis kevalidan media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom
2. Menganalisis respons peserta didik terhadap media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom

F. Manfaat Pengembangan

Setelah penelitian ini diselesaikan, diharapkan pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat memberikan manfaat :

1. Manfaat Teoritis

   Diharapkan bahwa penelitian ini akan berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dengan memperluas referensi yang tersedia dalam pembelajaran kimia. Selain itu, diharapkan dapat menghasilkan pengetahuan tambahan yang bermanfaat untuk pengajaran, khususnya dalam pembelajaran kimia.

2. Manfaat Praktisi

   a. Bagi sekolah

      1) Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan kualitas proses pembelajaran kimia di lingkungan sekolah.
      2) Produk pengembangan ini dapat dijadikan bahan ajar penunjang yang relevan dengan perkembangan teknologi, ilmu pengetahuan, serta sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

   b. Bagi guru

      Diharapkan penelitian ini akan berfungsi sebagai sumber pengembangan rekomendasi untuk guru dalam pembelajaran kimia agar peserta didik dapat menerapkan pembelajaran dengan cara yang sesuai dengan tujuan, misi, dan visi sekolah.

c. Bagi peserta didik
    1) Membantu meningkatkan pemahaman dan penguasaan konsep mengenai materi struktur atom.
    2) Memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif melalui pemanfaatan media pembelajaran ATOMICCARD, sehingga memudahkan dalam memahami konsep yang bersifat abstrak.
d. Bagi peneliti
    1) Mencoba mengajarkan proses analisis penguraian suatu masalah berdasarkan kasus nyata
    2) Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan, referensi, maupun bukti empiris bagi peneliti lain, dosen, praktisi pendidikan, dan pihak berkepentingan lainnya dalam mengembangkan media pembelajaran ATOMICCARD.

G. Asumsi Pengembangan

Terdapat beberapa hipotesis yang diajukan dalam penelitian terkait pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD pada materi struktur atom, di antaranya:

1. Generasi milenial cenderung lebih mudah memahami dan menguasai proses pembelajaran yang menggunakan media berbasis teknologi.
2. Media pembelajaran ATOMICCARD dapat menggabungkan elemen audio visual seperti teks, gambar, animasi, dan video, yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik.
3. Kelayakan media pembelajaran ATOMICCARD akan diuji melalui proses validasi oleh ahli media dan ahli materi yang memiliki kompetensi pada bidangnya masing-masing

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk media pembelajaran ATOMICCARD pada materi struktur atom dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Materi yang diujicobakan difokuskan pada topik struktur atom yang diajarkan pada peserta didik kelas X.
2. Produk penelitian dirancang sebagai media pembelajaran kimia berbasis aplikasi yang dapat dioperasikan melalui perangkat *smartphone* dengan sistem operasi *Android*.

3. Media pembelajaran dikembangkan dalam bentuk aplikasi digital yang dapat diunduh dan diakses oleh peserta didik secara fleksibel kapan pun diperlukan.
4. Konten interaktif seperti teks, musik, gambar, dan lainnya akan ditambahkan ke media ini.
5. Mengembangkan media pembelajaran ATOMICCARD menggunakan *software Unity 3D, Vuforia, Figma, Chrome* dan *visual studio code.*

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Secara terminologis media berasal dari kata Latin *medium* yang berarti perantara atau penghubung. Dalam kegiatan pembelajaran, media dipandang sebagai sarana komunikasi untuk menjembatani sumber belajar dengan peserta didik, serta berfungsi menstimulasi aspek kognitif, afektif, dan psikomotor untuk mendukung terjadinya proses belajar. Sejalan dengan hal tersebut Azhar (2017) menyatakan bahwa secara umum media dapat berupa manusia, materi, maupun peristiwa yang menghadirkan kondisi tertentu yang pada akhirnya memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap.

Beberapa ahli memberikan batasan yang beragam mengenai pengertian media. Menurut *Association of Education Communication and Technology* (AECT) media merupakan segala bentuk serta saluran yang dimanfaatkan untuk menyampaikan pesan dalam kegiatan pembelajaran Sementara itu, Kaltsum (2017) Media pembelajaran

dipahami sebagai instrumen penyampaian materi yang tidak hanya berfungsi sebagai penyalur pesan, tetapi juga sebagai pendorong keterlibatan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran.

Media pembelajaran dapat dipahami sebagai perangkat yang memungkinkan guru mengaktifkan panca indera peserta didik meliputi penglihatan, pendengaran, perabaan, penciuman, dan pengecapan sehingga pesan pembelajaran tersampaikan secara lebih efektif (Azikiwe, 2007). mendefinisikan media sebagai seperangkat bahan, sarana, maupun teknik instruksional yang dimanfaatkan dalam kegiatan belajar mengajar, dengan fungsi utama menciptakan interaksi edukatif yang efisien antara guru dan peserta didik. Sudjana dan Rivai (2011) menekankan bahwa media pembelajaran memiliki fungsi sebagai perangkat bantu dalam proses mengajar, sekaligus bagian integral dari metodologi yang digunakan dalam pengelolaan lingkungan belajar. Menurut Aqib (2010) media pembelajaran merupakan sarana penyampaian pesan yang mampu menstimulasi pikiran, perasaan, dan motivasi peserta didik demi terciptanya pembelajaran yang efektif.

b. Jenis Media Pembelajaran

Arwudarachman menyatakan bahwa terdapat empat kelompok media berdasarkan perkembangan terknologi, antara lain (Arwudarachman, Setiadarma dan Marsudi, 2015):

1) Media hasil teknologi cetak

Merupakan metode penyajian materi pembelajaran yang dihasilkan melalui proses pencetakan mekanis maupun fotografi. Media yang termasuk dalam kategori teknologi cetak antara lain berupa teks, grafik, foto, representasi fotografis, serta berbagai bentuk reproduksi visual statis.

2) Media hasil teknologi audio visual

Merupakan metode penyajian materi pembelajaran dengan memanfaatkan perangkat mekanis maupun elektronik untuk menyampaikan pesan dalam bentuk gabungan suara dan gambar.

3) Media hasil teknologi komputer

Merupakan metode penyajian materi pembelajaran dengan memanfaatkan sumber daya yang beroperasi melalui sistem mikroprosesor. Teknologi ini memungkinkan pengolahan informasi secara digital sehingga materi dapat disajikan secara lebih interaktif dan fleksibel.

Media pembelajaran termasuk dalam empat kategori berdasarkan karakteristik dan bentuk fisiknya menurut (Silahuddin, 2022) adalah:

1) Media pembelajaran dua dimensi (2D) adalah media yang hanya dapat diamati dari satu arah pandangan, dengan dimensi panjang dan lebar tanpa kedalaman. Contohnya meliputi foto, grafik, peta, gambar, bagan, papan tulis, serta berbagai media lain yang berbentuk datar.
2) Media pembelajaran tiga dimensi (3D) merupakan media yang dapat diamati dari berbagai arah pandangan dan memiliki dimensi panjang, lebar, serta tinggi/tebal.
3) Media pandang diam (*still picture*) yaitu media proyeksi termasuk media pembelajaran yang menyajikan representasi visual dalam bentuk gambar diam yang ditampilkan melalui layar.
4) Media pandang gerak (*motion picture*) adalah kategori media proyeksi bergerak meliputi berbagai teknologi yang menampilkan rangkaian visual dinamis pada layar, seperti televisi, film, dan rekaman video.

Klasifikasi media pembelajaran dapat diuraikan menjadi empat diantaranya (Euis dan Priansa, 2014):

1) Kategori media visual mencakup berbagai bentuk penyajian pesan yang mengutamakan pemanfaatan indera penglihatan dalam proses belajar.
2) Kategori media audio mengacu pada sarana pembelajaran yang menyalurkan pesan melalui suara, sehingga efektif dalam menumbuhkan keterlibatan emosional, daya pikir, dan pemahaman peserta didik terhadap materi ajar.
3) Media realita digolongkan sebagai media visual yang dirancang untuk mendukung proses pembelajaran dengan menghadirkan pengalaman langsung, sehingga mempermudah peserta didik dalam mengaitkan konsep dengan kenyataan.
4) Media model termasuk media pembelajaran tiga dimensi yang berfungsi sebagai representasi atau duplikasi dari objek nyata agar peserta didik memperoleh gambaran yang lebih konkret.

c. Fungsi Media Pembelajaran

Media berfungsi sebagai komponen penting yang tidak hanya menunjang keberlangsungan pembelajaran, tetapi juga mempertinggi efektivitas dalam mencapai tujuan instruksional. Menurut Syarifuddin dan Utari (2022) berikut merupakan fungsi media pembelajaran:

1) Fungsi Media Pembelajaran sebagai Sumber Belajar

Media dapat diposisikan sebagai sumber belajar aktif yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga menjadi penghubung antara materi pembelajaran dengan peserta didik.

2) Fungsi Manipulatif

Media berfungsi untuk mereproduksi serta memodifikasi objek atau peristiwa dalam berbagai bentuk sesuai tuntutan pembelajaran. Misalnya, mengubah ukuran (membesarkan atau memperkecil), menyesuaikan kecepatan, mengubah warna, hingga mengulang kembali penyajian suatu objek agar dapat dipelajari secara lebih mudah di dalam kelas.

3) Fungsi Psikologis

Dalam perspektif psikologis media pembelajaran menempati beberapa peran yang mencakup hal-hal berikut:

a) Fungsi Atensi

Meningkatkan perhatian (*attention*) peserta didik dengan memfokuskan pada rangsangan tertentu dan mengabaikan rangsangan lain (perhatian selektif).

b) Fungsi Afektif

Media pembelajaran berfungsi untuk merangsang aspek afektif peserta didik, termasuk emosi dan sikap penerimaan terhadap materi, serta memfasilitasi kesiapan mereka dalam mengikuti pelajaran

c) Fungsi Kognitif

Media pembelajaran berfungsi untuk membantu peserta didik membentuk representasi kognitif mengenai objek, individu, atau peristiwa yang dipelajari, melalui tanggapan, ide, dan lambang yang relevan.

d) Fungsi Imajinatif

Menumbuhkan imajinasi peserta didik dengan menciptakan gambaran mengenai objek atau peristiwa tanpa harus bergantung pada data sensoris langsung.

e) Fungsi Motivasi

Media pembelajaran memiliki peran dalam memotivasi peserta didik dengan menumbuhkan minat serta memberikan ekspektasi positif yang mendorong keterlibatan aktif selama proses pembelajaran.

f) Fungsi Sosio-Kultural

Penggunaan media pembelajaran dapat mereduksi dampak perbedaan sosial-budaya di kalangan peserta didik dengan menyajikan pengalaman belajar yang seragam, rangsangan yang konsisten, serta membangun persepsi yang relatif serupa

Menurut Kristanto (2016) berikut merupakan fungsi dari media pembelajaran:

1) Penyampaian pesan lebih terstandar

Media membantu menyamakan materi yang diajarkan antar guru sehingga mengurangi kesenjangan dalam penyampaian informasi.

2) Menghindari perbedaan penafsiran

Media pembelajaran berperan dalam menyamakan persepsi antara guru dan peserta didik, sehingga dapat meminimalisasi perbedaan interpretasi serta mengurangi kesenjangan informasi yang diterima dalam proses pembelajaran.

3) Membuat pembelajaran lebih jelas dan menarik

Kemampuan media untuk menyajikan audio, visual, gerak, dan warna (baik secara natural maupun manipulatif) menjadikan proses

pembelajaran lebih dinamis dan menarik bagi peserta didik.

4) Meningkatkan interaktivitas pembelajaran

Penggunaan media mendukung komunikasi dua arah yang interaktif dalam proses belajar, berbeda dengan pembelajaran tradisional tanpa media yang umumnya bersifat satu arah.

5) Efisiensi waktu dan tenaga

Penggunaan media pembelajaran mendukung pencapaian tujuan instruksional secara maksimal dengan efisiensi waktu dan tenaga, karena materi tidak perlu disampaikan berulang kali oleh guru.

6) Meningkatkan kualitas hasil belajar

Penggunaan media pembelajaran memungkinkan peserta didik memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi melalui stimulasi berbagai indera, termasuk auditori, visual, taktil, dan pengalaman langsung.

7) Fleksibilitas belajar

Media memungkinkan proses belajar dilakukan kapan saja dan di mana saja, tidak hanya terbatas pada waktu pembelajaran di sekolah.

8) Menumbuhkan sikap positif peserta didik

Pembelajaran yang lebih menarik dengan bantuan media dapat menumbuhkan kecintaan terhadap ilmu pengetahuan dan mendorong kemandirian belajar.

9) Mengubah peran guru menjadi lebih positif dan produktif

Media membantu meringankan tugas guru dalam penyampaian materi sehingga guru memiliki lebih banyak waktu untuk fokus pada aspek edukatif lainnya, seperti memberikan bimbingan individual dan membentuk kepribadian.

Bagi peserta didik, media menyediakan berbagai cara penyajian materi yang menarik, sehingga memudahkan pemahaman konsep. Sementara bagi guru media dapat mengurangi beban dalam penyampaian materi sekaligus membantu menyimpulkan isi pelajaran secara lebih sistematis dan detail. Menurut Nurseto (2011) manfaat penggunaan media pembelajaran meliputi:

1) Menumbuhkan motivasi belajar

Penggunaan media pembelajaran mampu memfokuskan perhatian peserta didik dan berkontribusi pada peningkatan motivasi belajar secara signifikan.

2) Menciptakan variasi metode pembelajaran

Kehadiran media membuat proses pembelajaran tidak hanya bergantung pada komunikasi verbal, tetapi lebih bervariasi dan dinamis.

3) Meningkatkan penguasaan materi

Penyajian materi melalui berbagai jenis media memungkinkan peserta didik untuk mengaksesnya secara berulang, sehingga memberikan peluang lebih besar dalam memperdalam pemahaman terhadap materi pembelajaran.

4) Mendorong keaktifan peserta didik

Penggunaan media pembelajaran yang inovatif memberikan peluang bagi peserta didik untuk terlibat secara interaktif dan berperan lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran

d. Ciri-ciri Media Pembelajaran

1) Menurut Talizaro

Talizaro (2018) mengemukakan beberapa karakteristik media pembelajaran, yaitu:

a) Media merupakan bentuk peragaan yang dapat diraba, dilihat, didengar, dan diamati melalui panca indera.

b) Media berperan sebagai sarana komunikasi dan interaksi antara pendidik dan peserta didik.
c) Penekanan media terletak pada objek yang dapat dilihat dan didengar.
d) Media berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran di dalam maupun di luar kelas.
e) Media menjadi perantara dalam proses penyampaian pembelajaran.
f) Media mencakup aspek teknis dan alat yang erat kaitannya dengan metode belajar.

2) Ciri Media Menurut Arwudarachman

Berdasarkan pendapat Arwudarachman, Setiadarma dan Marsudi (2015) media pembelajaran mempunyai tiga ciri utama:

a) Ciri Fiksatif

Media memiliki fungsi untuk merekam, menyimpan, merekonstruksi, dan menjaga kelestarian objek atau peristiwa.

b) Ciri Manipulatif

Media memungkinkan modifikasi atau transformasi objek dan peristiwa, termasuk perubahan kecepatan, ukuran, atau skala tampilan.

c) Ciri Distributif

Media memungkinkan penyebaran objek atau peristiwa kepada banyak peserta didik secara simultan melalui audio-visual, sehingga mereka memperoleh pengalaman yang konsisten.

Berdasarkan ciri-ciri media menurut para ahli, media pembelajaran sejatinya harus memiliki sifat-sifat berikut:

a) Material

Media memiliki eksistensi fisik yang nyata, terutama melalui penggunaan alat peraga, sehingga peserta didik dapat melakukan observasi secara langsung terhadap materi yang disajikan.

b) Interaktif

Media pembelajaran dirancang untuk memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik secara fisik, kognitif, dan afektif dalam memahami materi yang disampaikan.

c) *Reusable*

Media bukanlah barang sekali pakai, melainkan dapat digunakan kembali pada kesempatan lain tanpa mengurangi fungsinya.

d) Edukatif

Media pembelajaran dirancang untuk mempermudah pemahaman peserta didik,

meningkatkan efektivitas penyerapan materi, dan memastikan tercapainya tujuan pembelajaran secara maksimal.

Secara keseluruhan, media pembelajaran adalah alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan dan merangsang aspek kognitif, afektif, dan motivasi peserta didik. Media ini terbagi menjadi media model dan media realita/visual, di mana media realita membutuhkan teknologi yang mampu menampilkan objek dalam tiga dimensi (3D). Pemanfaatan teknologi yang sesuai, khususnya augmented reality, berperan penting dalam memperdalam pemahaman materi dan meningkatkan minat belajar peserta didik.

2. Augmented Reality

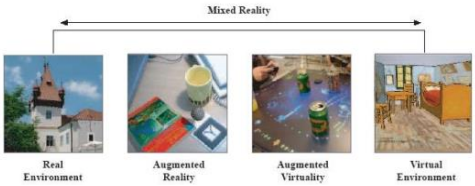
a. Pengertian *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) berdasarkan Haris dan Hendrati (2018) adalah teknologi yang menyatukan dunia nyata dengan objek virtual yang dihasilkan komputer, termasuk teks, animasi, model 3D, atau video, sehingga pengguna memperoleh pengalaman seolah objek virtual berada di lingkungan nyata. AR menjadi sebuah cara baru yang menyenangkan dalam berinteraksi dengan komputer, karena menghadirkan pengalaman visualisasi yang lebih hidup

dengan menghadirkan objek maya ke dalam lingkungan nyata pengguna.

Augmented Reality (AR) merupakan representasi virtual dari objek (2D) maupun (3D) yang dikembangkan menggunakan teknologi tertentu dan ditampilkan secara langsung, sehingga tampak menyatu dengan lingkungan sekitar. Menurut Setiawan dan Dani (2021) karakteristik utama AR meliputi:

1) Kemampuan mengintegrasikan dunia nyata dengan dunia virtual,
2) Interaktivitas berlangsung secara waktu nyata,
3) Penyajian objek dalam format tiga dimensi..



Gambar 2.1 Rangkaian *Reality-Virtuality*

Augmented reality (AR) berfungsi sebagai sarana visualisasi yang mampu merepresentasikan konsep-konsep abstrak, sehingga dapat memfasilitasi peningkatan pemahaman peserta didik terhadap struktur dan karakteristik suatu objek.

b. Jenis-jenis Augmented Reality

Augmented Reality memungkinkan integrasi objek virtual dalam bentuk 2D atau 3D ke lingkungan fisik, yang kemudian ditampilkan secara *real-time* kepada pengguna. Teknologi ini memerlukan perangkat tambahan berupa perangkat keras dan perangkat lunak khusus untuk mendukung fungsinya.. Dalam penggunaannya AR dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan metodenya, yaitu:

1) *Marker Based Tracking*

Menurut Nazilah dan Ramdhan (2021) *Marker-based tracking* merupakan metode pelacakan yang memanfaatkan marker berbentuk persegi hitam-putih dengan batas tegas berwarna hitam dan latar putih. Sistem komputer selanjutnya mengidentifikasi posisi dan orientasi *marker* untuk membangun representasi dunia virtual tiga dimensi, yang terdiri dari titik pusat koordinat (0,0,0) beserta sumbu utama X, Y, dan Z.

Huda dan Purwaningtias (2017) menjelaskan bahwa metode marker-based tracking dapat diterapkan dalam pengembangan teknologi AR. Mekanisme kerjanya dilakukan dengan mengenali serta mengidentifikasi pola tertentu pada sebuah marker, sehingga memungkinkan munculnya objek virtual yang terintegrasi ke dalam lingkungan nyata. Marker sendiri

pada umumnya berbentuk pola persegi dengan kombinasi warna hitam dan putih, serta sisi berwarna hitam yang dibuat lebih tebal agar dapat terbaca dengan baik oleh sistem.



Gambar 2.2 Contoh *Marker Based Tracking*

2) *Markerless*

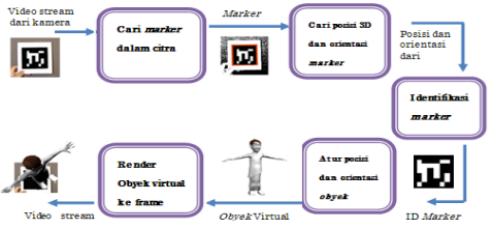
Metode markerless merupakan metode yang digunakan pada *augmented reality* (AR). Metode ini tidak memerlukan sebuah target untuk menampilakan komponen dari hasil pendeteksian untuk meanampilkan elemen-elemen digital

c. Proses *Augmented* Reality

Secara umum prinsip kerja AR adalah sebagai berikut (Wulansari, Zaini dan Bahri, 2013):

1) Kamera berfungsi menangkap (*capture*) koordinat dari *marker* yang terdapat pada dunia nyata, kemudian mengirimkan hasil tangkapan tersebut ke komputer.
2) Perangkat lunak (*software*) pada komputer akan menganalisis setiap *frame* video untuk mendeteksi keberadaan berbagai bentuk *marker* yang terekam.

3) Setelah semua *marker* berhasil dikenali, komputer melakukan pemrosesan matematis guna menentukan posisi relatif kamera terhadap kotak hitam (*black square*) yang terdapat pada *marker*.
4) Ketika posisi kamera telah teridentifikasi, sistem akan menggambarkan model objek tiga dimensi (3D) pada posisi yang sesuai dengan hasil perhitungan tersebut.
5) Model objek 3D selanjutnya ditampilkan tepat pada area *marker* yang berada di dunia nyata sehingga seolah-olah menyatu dengan lingkungannya.



Gambar 2.3 Prinsip AR Merender Obyek Virtual Ke Dunia Nyata

d. Kelebihan dan Kekurangan

Dalam suatu sistem teknologi tentu terdapat sisi keunggulan dan keterbatasan, demikian pula pada *augmented reality* (AR). Menurut Mustaqim dan Kurniawan (2017) media berbasis *augmented reality* memiliki sejumlah kelebihan, antara lain:

1) AR mampu menciptakan interaksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan media konvensional.

2) Teknologi ini tergolong efektif dalam penggunaannya untuk mendukung pembelajaran maupun penyampaian informasi.
3) AR dapat diterapkan secara luas pada berbagai jenis media sehingga fleksibel dalam implementasi.
4) Pemodelan objek pada AR relatif sederhana karena umumnya hanya menampilkan beberapa objek yang relevan.
5) Proses pengembangannya tidak memerlukan biaya yang terlalu besar, sehingga lebih ekonomis dibandingkan teknologi lain yang serupa.
6) Penggunaannya juga cukup mudah dioperasikan, sehingga dapat diakses oleh berbagai kalangan.

Adapun keterbatasan yang dimiliki *augmented reality* menurut Mustaqim dan Kurniawan (2017) adalah:

1) AR sangat sensitif terhadap perubahan sudut pandang sehingga stabilitas tampilan dapat terganggu.
2) Jumlah pengembang atau pembuat konten berbasis AR masih relatif terbatas, sehingga variasi media belum banyak tersedia.
3) Teknologi ini membutuhkan kapasitas memori yang cukup besar pada perangkat yang digunakan, sehingga dapat menjadi kendala dalam implementasinya.

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan objek virtual 2D atau 3D secara *real-time*, sehingga menciptakan pengalaman visualisasi yang interaktif. Teknologi ini memudahkan pengguna dalam memahami konsep-konsep abstrak dengan menghadirkan objek virtual di lingkungan nyata. AR memiliki tiga karakteristik utama, yakni integrasi dunia nyata dan virtual, interaksi secara real-time, serta kemampuan menampilkan objek dalam format 3D. AR dapat dibedakan menjadi dua jenis metode utama: Marker-Based Tracking, yang menggunakan pola hitam-putih untuk memproyeksikan objek virtual, dan Markerless Tracking, yang tidak memerlukan target spesifik.

Proses kerja AR melibatkan penangkapan gambar oleh kamera, pengolahan data marker oleh perangkat lunak, hingga proyeksi objek 3D ke dunia nyata. Kelebihan utama AR adalah interaktivitasnya yang tinggi, kemudahan implementasi, serta efisiensi dalam mendukung berbagai media pembelajaran. Namun, teknologi ini juga memiliki kekurangan, seperti sensitivitas terhadap perubahan sudut pandang dan kebutuhan memori yang besar.

Kemampuan AR dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak menjadikannya teknologi yang tepat untuk

diterapkan dalam pendidikan, khususnya pada materi kimia yang sering dipandang sulit oleh peserta didik.

3. Struktur Atom

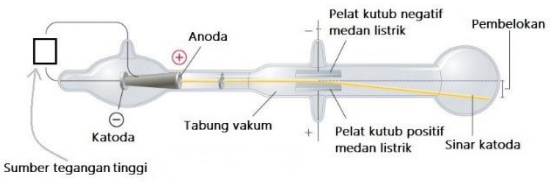
Struktur atom mencakup susunan partikel dasar yang membentuk atom itu sendiri. Sebagai unit terkecil materi, atom berfungsi menentukan sifat-sifat zat. Secara etimologis, istilah "atom" berasal dari kata Yunani *atomos*, yang memiliki makna partikel terkecil yang tidak dapat dipisahkan lagi. Meskipun atom tidak dapat diamati secara langsung dengan indera penglihatan, keberadaannya dapat dipahami melalui visualisasi dalam bentuk model atom yang berkembang berdasarkan temuan dan eksperimen para ilmuwan. Atom merupakan suatu sistem yang terdiri dari inti atom dan elektron-elektron yang berputar mengelilingi inti tersebut. Inti atom terdiri atas proton bermuatan positif dan neutron yang tidak bermuatan. Sebuah atom akan mempertahankan sifat netralnya apabila jumlah proton sebanding dengan elektron yang mengorbit di sekitar inti.

a. Partikel Subatom

Partikel subatom merupakan komponen yang lebih kecil daripada atom dan berfungsi sebagai penyusunnya. Secara umum, atom tersusun atas tiga jenis partikel subatom, yaitu neutron (n), proton (p), dan elektron (e).

1) Elektron

Untuk meneliti fenomena elektron digunakan tabung sinar katoda, yakni tabung kaca yang telah dikosongkan sebagian besar udaranya hingga hampir mencapai kondisi hampa. Apabila dua elektroda logam terhubung dengan sumber tegangan tinggi, elektroda negatif (katoda) akan memancarkan sinar yang tidak tampak secara kasat mata. Sinar tersebut bergerak menuju elektroda bermuatan positif, yang dikenal sebagai anoda. Sinar yang dipancarkan dari anoda melewati lubang atau celah dan merambat menuju ujung tabung. Ketika menumbuk permukaan yang dilapisi bahan khusus, tabung menghasilkan cahaya terang sebagai akibat tumbukan sinar tersebut. Fakta bahwa sinar katoda bergerak menuju anoda positif dan menjauhi katoda negatif menunjukkan adanya partikel bermuatan negatif dalam sinar tersebut, yang kemudian dikenal sebagai elektron.



Gambar 2.4 Tabung Sinar Katode

Penggunaan pompa vakum memungkinkan pengaturan tekanan udara dalam tabung sinar katoda. Ketika tekanan dijaga rendah, gas di dalam tabung akan memancarkan cahaya dengan warna tertentu yang ditentukan oleh jenis gas tersebut. Ketika tekanan gas diturunkan semakin kecil, bagian ujung tabung tampak gelap, tetapi daerah di depan katoda justru memperlihatkan pendaran berwarna hijau. Pendaran ini dihasilkan dari radiasi yang dipancarkan oleh katoda menuju anoda, kemudian mengenai dinding kaca tabung sehingga memunculkan cahaya hijau. Radiasi tersebut dinamakan sinar katoda karena berasal dari katoda, dan penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa sinar ini merupakan aliran partikel bermuatan negatif, yang disebut elektron.

2) Proton

Eksperimen yang dilakukan oleh Eugene Goldstein pada tahun 1886 menggunakan tabung gas dengan katoda berlubang dan dialiri listrik mengungkap bahwa selain elektron yang menuju anoda, terdapat pancaran partikel bermuatan positif yang bergerak berlawanan arah melalui lubang katoda. Setelah diuji menggunakan berbagai jenis gas ditemukan bahwa

hidrogen menghasilkan sinar bermuatan positif dengan massa dan muatan paling kecil. Partikel ini kemudian dinamakan proton.

3) Neutron

Pada tahun 1930, Bothe dan H. Becker melakukan percobaan dengan menembakkan partikel alfa ke inti atom Berilium (Be). Dari eksperimen tersebut dihasilkan radiasi berupa partikel yang memiliki daya tembus sangat tinggi. Penelitian ini kemudian dilanjutkan oleh James Chadwick pada tahun 1932. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa partikel penyebab radiasi berdaya tembus tinggi tersebut bersifat netral (tidak bermuatan listrik) dan memiliki massa yang hampir sama dengan proton. Partikel baru tersebut kemudian diberi nama neutron.

b. Perkembangan teori atom

Sejak awal abad ke-19, khususnya sekitar tahun 1800, mulai muncul berbagai penemuan yang berhubungan dengan teori atom baru. Teori ini terus dikembangkan oleh berbagai tokoh ilmuwan yang memiliki pendekatan dan kontribusi berbeda. Berikut ini dijelaskan beberapa tahapan penting dalam perkembangan teori atom.

1) Model Atom Dalton

Pada 1803 John Dalton menegaskan kembali teori atom yang awalnya dikemukakan oleh Democritus. Dalton mengembangkan teorinya tentang atom berdasarkan dua prinsip utama, yakni hukum kekekalan massa Lavoisier dan hukum perbandingan tetap Proust. Hukum Lavoisier menyatakan bahwa massa zat sebelum reaksi sama dengan massa setelah reaksi, sedangkan hukum Proust menunjukkan bahwa rasio massa unsur dalam suatu senyawa selalu tetap.

Pada 1807 Dalton memperkenalkan hipotesis yang dikenal sebagai teori atom Dalton, yang mencakup pokok-pokok sebagai berikut:

a) Atom adalah bagian fundamental materi yang tidak dapat dibagi atau dipecah menjadi unit yang lebih kecil.
b) Unsur dibentuk oleh partikel mikroskopis yang disebut atom, di mana atom dalam satu unsur identik dalam ukuran, massa, dan sifat kimianya, serta berbeda dari atom unsur lain.
c) Senyawa merupakan kombinasi atom-atom dari dua unsur atau lebih yang terjadi dalam perbandingan bilangan bulat dan sederhana.

d) Proses kimia dapat dipahami sebagai pemisahan, penggabungan, atau penataan ulang atom, tanpa menghasilkan atau menghilangkan atom.

Keterbatasan teori ini muncul karena tidak menjelaskan kemampuan larutan menghantarkan arus listrik. Dengan model atom sebagai bola padat tanpa bagian internal, arus elektron seharusnya tidak mungkin, menunjukkan bahwa terdapat partikel lain dalam atom yang berperan dalam penghantaran listrik.



Gambar 2.5 Model Atom Dalton

Ditinjau dari perspektif teori atom modern teori Dalton memiliki beberapa keterbatasan, antara lain:

a) Dalton berpendapat bahwa atom adalah unit tak terbagi, tetapi penemuan modern menunjukkan bahwa atom memiliki partikel subatomik, yaitu proton, neutron, dan elektron.
b) Dalton menyatakan bahwa atom tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Akan tetapi,

melalui reaksi nuklir, satu jenis atom dapat diubah menjadi atom dari unsur lain.

c) Menurut Dalton atom bersifat kekal dan tidak dapat dibuat atau dihancurkan. Faktanya, reaksi nuklir memungkinkan transformasi atom satu unsur menjadi atom unsur lain.

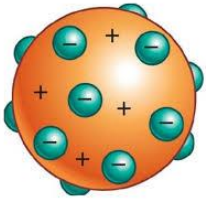
d) Dalton berpendapat bahwa rasio unsur dalam senyawa selalu sederhana dan berbentuk bilangan bulat, sementara perkembangan ilmu kimia modern membuktikan bahwa adanya senyawa dengan perbandingan yang lebih rumit.

2) Model Atom J.J. Thomson

Pada awal abad ke-20, Thomson mengemukakan model atom yang menekankan keberadaan elektron dan proton. Karena proton memiliki massa jauh lebih besar dibanding elektron, atom digambarkan sebagai proton tunggal yang besar dengan elektron-elektron tersebar di dalamnya untuk menetralkan muatan positif proton.

Dalam pandangan Thomson, atom merupakan bola bermuatan positif yang muatannya tersebar merata, dengan elektron-elektron yang menyebar di permukaannya sehingga atom bersifat netral. Model ini dikenal dengan sebutan roti kismis, dimana

elektron dianalogikan sebagai kismis yang tertanam dalam bola pejal bermuatan positif. Muatan negatif elektron sama besarnya dengan muatan positif proton, menetralkan energi listrik di dalam atom sehingga atom secara keseluruhan netral.



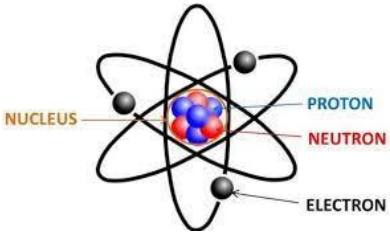
Gambar 2.6 Model Atom J.J. Thomson

3) Model Atom Rutherford

Model Thomson terbatas karena tidak merinci letak elektron di dalam atom, hanya menyatakan bahwa elektron berada di permukaan bola pejal dan ditarik oleh muatan positif. Pertanyaan mengenai kemampuan elektron untuk terlepas saat menerima energi (baik melalui tegangan listrik maupun tumbukan partikel) menjadi alasan bagi ilmuwan untuk merancang model atom yang lebih lengkap.

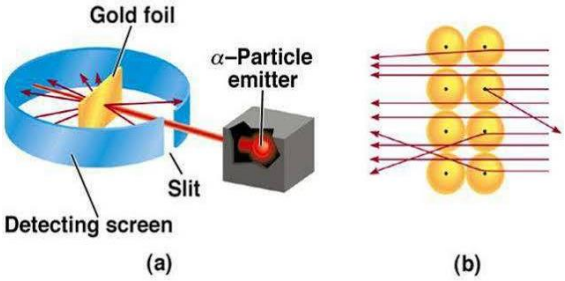
Dalam percobaannya, Rutherford bersama rekan-rekannya menyalurkan sinar alfa (α) melalui tabung yang mengandung gas. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sinar alfa bergerak lurus tanpa mengalami perubahan arah akibat adanya gas di dalam tabung.

Rutherford menyimpulkan bahwa perubahan arah partikel alfa saat melewati padatan disebabkan oleh muatan positif yang terkandung di dalam atom.



Gambar 2.7 Model Atom Rutherford

Hipotesis Rutherford dikonfirmasi melalui percobaan Geiger dan Marsden pada 1909, dengan menembakkan sinar alfa pada lempeng tipis platina dan mendeteksi pantulannya menggunakan layar ZnS yang berfluoresensi akibat sinar α.



Gambar 2.8 (a) rancangan percobaan Rutherford untuk mengukur hamburan partikel α oleh sepotong lembaran emas. (b) pemandangan yang diperbesar dari partikel α yang menembus dan dibelokkan oleh inti.

Model Rutherford menggambarkan atom sebagai inti bermuatan positif yang menjadi pusat massa, dikelilingi oleh elektron-elektron yang bergerak dalam ruang yang sebagian besar kosong. Rutherford menjelaskan beberapa pokok penting dari model ini, yaitu:

a) Atom terdiri dari inti yang berukuran sangat kecil dan bermuatan positif, dengan sebagian besar massa atom terkonsentrasi didalamnya, dikelilingi oleh elektron-elektron yang bergerak mengorbit.
b) Elektron-elektron berada dalam gerakan mengorbit di sekitar inti atom.
c) Jumlah elektron di sekitar inti sama dengan jumlah proton dalam inti, di mana jumlah proton ini menentukan nomor atom suatu unsur.

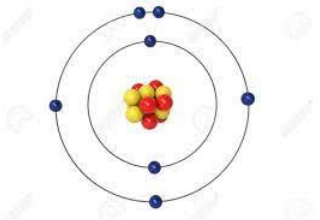
Model atom Rutherford tidak mampu menjelaskan alasan elektron tidak terjatuh ke inti, padahal hukum fisika klasik menyatakan bahwa elektron yang bergerak dalam orbit harus memancarkan energi. Seiring waktu, energi elektron akan berkurang sehingga lintasannya semakin mendekati inti hingga

akhirnya elektron jatuh ke dalam inti, yang tidak sesuai dengan kenyataan atom yang stabil.

4) Model Atom Neils Bohr

Bohr pada tahun 1913 menyempurnakan model atom Rutherford melalui penelitian spektrum hidrogen, menyatakan bahwa elektron bergerak mengorbit inti atom, yang tersusun dari proton dan neutron, dalam lintasan yang tetap.

Menurut Bohr, elektron hanya dapat menempati orbit tertentu, yang masing-masing memiliki jarak spesifik dari inti atom. Posisi elektron pada orbit rendah atau tinggi sepenuhnya ditentukan oleh tingkat energi elektron tersebut. Elektron yang berada pada orbit rendah memiliki energi lebih kecil dibandingkan dengan elektron yang menempati orbit lebih tinggi.



Gambar 2.9 Model Atom Bohr

Bohr berpendapat bahwa elektron bergerak pada orbit tertentu mengelilingi inti, dan setiap orbit merepresentasikan tingkat energi yang berbeda.

Elektron dapat berpindah dari satu lintasan ke lintasan lainnya melalui proses penyerapan atau pemancaran energi. Akan tetapi, selama elektron tetap berada pada lintasannya, tidak terjadi perubahan energi, baik dalam bentuk penyerapan maupun pemancaran.

Model atom Bohr menyatakan bahwa elektron mengelilingi inti atom pada kulit dengan tingkat energi tertentu, dan selama elektron berada di kulit tersebut, tidak ada energi yang diserap atau dipancarkan. Perpindahan elektron dari orbit luar ke orbit dalam disertai pelepasan energi, sedangkan perpindahan ke orbit luar memerlukan penyerapan energi oleh elektron.

Keunggulan model Bohr terletak pada adanya beberapa kulit elektron yang memungkinkan elektron berpindah antar lintasan. Model Bohr tidak mampu menjelaskan spektrum warna atom multi-elektron, sehingga diperlukan model atom yang lebih lengkap dan kompleks untuk merepresentasikan fenomena ini.

5) Model Atom Mekanika Kuantum

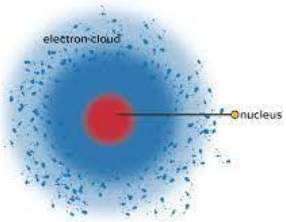
Mekanika kuantum merupakan teori yang memanfaatkan dualitas gelombang-partikel, prinsip ketidakpastian, dan perhitungan matematis untuk

memahami perilaku elektron dalam atom. Model atom ini menekankan bahwa elektron tidak memiliki posisi yang pasti, melainkan keberadaannya hanya dapat diperkirakan secara probabilistik pada wilayah tertentu, yang dinamakan orbital.

Menurut mekanika kuantum, elektron menempati berbagai kulit energi di sekeliling inti atom, dengan setiap kulit terbagi menjadi beberapa subkulit yang masing-masing mencakup satu atau lebih orbital. Dengan demikian, mekanika kuantum memberikan gambaran distribusi elektron dalam atom yang lebih akurat, menjadikannya model atom yang paling diterima dalam ilmu kimia modern.

Perilaku elektron dalam atom dijelaskan secara matematis oleh Erwin Schrödinger, yang memungkinkan perhitungan probabilitas posisi elektron dalam tiga dimensi melalui orbital, yang menunjukkan area dengan peluang terbesar ditemukannya elektron di sekitar inti. Orbital-orbital ini membentuk subkulit, dan gabungan dari subkulit-subkulit tersebut membentuk kulit elektron, serupa dengan konsep kulit pada model Bohr. Perhitungan Schrödinger juga melahirkan tiga bilangan kuantum yang penting, yaitu bilangan kuantum utama,

bilangan kuantum azimut, dan bilangan kuantum magnetik.



Gambar 2.10 Model Atom Mekanika Gelombang

c. Nomor Atom, Nomor Massa, Isotop, Isoton, dan Isobar

Materi di alam semesta terbentuk dari atom-atom, baik sejenis maupun berbeda jenis. Unsur besi (Fe) tersusun dari atom besi identik, sedangkan molekul air (H_2O) terdiri atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Atom-atom sejenis memiliki sifat kimia yang sama, sedangkan atom berbeda jenis menunjukkan sifat kimia yang berbeda.

1) Nomor atom

Nomor atom (Z) merupakan ciri khas suatu unsur yang menunjukkan jumlah proton dalam inti atom. Karena atom bersifat netral, jumlah proton tersebut sama dengan jumlah elektron yang mengelilingi inti atom.

$$_{z=p=e}X$$

Keterangan:
Z = Nomor atom
p = Jumlah proton
e = Jumlah elektron

Contoh: Unsur Kalium (K) mempunyai nomor atom 19, artinya setiap atom kalium mempunyai 19 proton dan 19 elektron.

$$_{z=p=e}K = {}_{19}K$$

2) Nomor massa

Atom terdiri atas tiga partikel subatomik: proton, neutron, dan elektron. Mengingat massa elektron jauh lebih ringan daripada proton dan neutron, massa atom hampir seluruhnya ditentukan oleh proton dan neutron. Massa atom ini dilambangkan dengan huruf A. Secara matematis, nomor massa (A) dapat dinyatakan sebagai:

Nomor massa (A) = **jumlah proton (p) + jumlah neutron (n)**

Notasi Unsur:

$$^{A}_{Z}X$$

Keterangan:
A = Nomor Massa
Z = Nomor Atom
X = Lambang Unsur

Contoh: Tentukanlah nomor massa, nomor atom, dan neutron pada unsur berikut!

$$^{35}_{17}Cl$$

Nomor massa = 35

Nomor atom = jumlah proton=jumlah elektron= 17
Jumlah neutron = nomor massa – jumlah proton
= 35 – 17 = 18

3) Isotop

Unsur-unsur sejenis yang memiliki atom (Z) sama, tetapi nomor massa (A) berbeda.

Contoh : ${}^{32}_{16}S$, ${}^{33}_{16}S$, ${}^{34}_{16}S$,

4) Isoton

Atom yang berbeda (nomor atom berbeda), tetapi jumlah neutron sama

Contoh : ${}^{40}_{18}Ar$ isoton dengan ${}^{42}_{20}Ca$

5) Isobar

Atom-atom yang berbeda (nomor atom berbeda), tetapi nomor massa sama

Contoh : ${}^{17}_{8}O$ isobar dengan ${}^{17}_{9}F$

d. Susunan elektron dalam atom

1) Bilangan kuantum utama (n)

Bilangan kuantum utama, yang disimbolkan dengan n, menunjukkan kulit tempat suatu orbital berada. Nilai (n) dimulai dari 1 hingga nilai maksimum tertentu (n), dan setiap kulit dilambangkan dengan huruf K, L, M, N, dan seterusnya.

Bilangan kuantum utama berkaitan dengan jarak rata-rata elektron dari inti atom (jari- jari = r). Semakin

besar nilai (n) semakin jauh elektron tersebut dari inti. Bilangan kuantum utama hanya memiliki nilai bilangan bulat positif, yaitu 1, 2, 3, dan seterusnya. Bilangan ini menunjukkan ukuran orbital serta tingkat energi yang dimiliki oleh elektron. Semakin besar nilai (n), semakin besar ukuran orbital dan semakin tinggi tingkat energinya. Setiap tingkat energi diberi simbol tertentu, yaitu n=1 dilambangkan dengan kulit K, n=2 dengan kulit L, n=3 dengan kulit M, dan n=4 dengan kulit N.

2) Bilangan kuantum azimut (*l*)

Bilangan kuantum azimut (*l*) berperan dalam pembagian kulit atom menjadi subkulit yang lebih kecil. Untuk kulit dengan bilangan kuantum utama n, nilai l dapat berkisar dari 0 hingga n − 1, dengan notasi s, p, d, f untuk masing-masing nilai. Bilangan kuantum azimut ini menentukan bentuk orbital dan, pada atom multi-elektron, memengaruhi perbedaan energi antar subkulit.

Bilangan kuantum azimut ini dapat digunakan untuk menjelaskan terjadinya beberapa garis-garis spektrum bila sebuah garis dari spektrum atom hidrogen dilewatkan pada medan magnet. Berdasarkan hal tersebut, kemudian dianggap bahwa setiap kulit elektron (tingkat energi) pada model atom Bohr mempunyai satu atau beberapa subkulit (subtingkat energi) dan nilai

bilangan kuantum azimut ini sebagai penanda terhadap jenis subkulit tersebut. Nilai l = 0 melambangkan subkulit s, nilai *l* = 1 melambangkan subkulit p, nilai *l* = 2 melambangkan subkulit d, dan nilai *l* = 3 melambangkan subkulit f.

3) Bilangan kuantum magnetik (m)

Bilangan kuantum magnetik (m) menunjukkan orientasi atau arah orbital dalam ruang tiga dimensi. Setiap subkulit dengan bilangan kuantum azimut *l* memiliki jumlah orbital yang nilainya berkisar dari –l hingga +l. Sebagai contoh subkulit p dengan *l*=1memiliki nilai m=−1,0,+1, sehingga terdapat tiga orbital yang tersedia untuk ditempati elektron.

4) Bilangan kuantum spin

Bilangan kuantum spin (s) mengindikasikan orientasi rotasi elektron pada sumbu sendiri. Elektron dapat berputar searah jarum jam (+/↑) atau berlawanan arah jarum jam (−/↓). Penentuan spin ini digunakan sebagai dasar dalam pengisian elektron pada orbital.

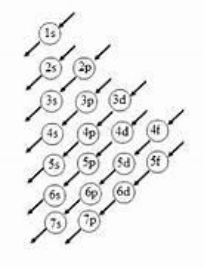
5) Konfigurasi elektron

Konfigurasi elektron merupakan metode penulisan yang menunjukkan bagaimana elektron-elektron terdistribusi pada orbital-orbital di setiap kulit utama dan subkulit. Dalam menyusun konfigurasi elektron,

terdapat tiga prinsip penting yang harus diperhatikan, yaitu prinsip Aufbau, asas larangan Pauli, dan kaidah Hund

a) Prinsip Aufbau

Elektron-elektron dalam suatu atom cenderung menempati subkulit dengan tingkat energi terendah terlebih dahulu sebelum mengisi subkulit dengan energi lebih tinggi. Dengan cara ini, atom berada pada kondisi energi yang paling stabil atau minimum.



Gambar 2.11 Prinsip Aufbau

Hal ini dikenal sebagai **prinsip Aufbau**, yaitu aturan pengisian elektron dalam orbital yang dimulai dari orbital dengan energi terendah, seperti 1s, 2s, 2p, dan seterusnya. Sebagai contoh, meskipun subkulit 3d ada di tingkat energi lebih tinggi dibandingkan 4s, pengisian elektron dilakukan dengan mengisi 4s terlebih dahulu setelah 3p terisi

penuh, baru kemudian elektron berikutnya menempati subkulit 3d.

b) Prinsip larangan pauli

Pada periode 1900–1918, dikemukakan prinsip larangan Pauli, yang menyatakan bahwa tidak ada dua elektron dalam satu atom yang memiliki keempat bilangan kuantum identik. Jika dua elektron menempati orbital yang sama dengan bilangan kuantum utama, azimut, dan magnetik yang identik, maka keduanya harus memiliki spin yang berbeda. Elektron-elektron dengan spin berlawanan ini disebut elektron berpasangan. Oleh karena itu, setiap orbital hanya dapat menampung maksimal dua elektron dengan spin berbeda.

Untuk memudahkan pemahaman, ketiga bilangan kuantum pertama (n, l, m) dapat dibayangkan sebagai tiga sumbu ruang (x, y, z) yang menunjukkan posisi elektron, sedangkan bilangan kuantum spin (ms) dianalogikan sebagai dimensi waktu. Dua elektron tidak dapat menempati posisi yang sama pada ketiga sumbu pada waktu yang sama. Berdasarkan prinsip ini, jumlah elektron yang dapat menempati orbital s, p, d, dan f dapat ditentukan sesuai tabel berikut:

Orbital	Jumlah jenis orbital	Jumlah maksimum elektron
s	1	2
P	3	6
d	5	10
f	7	14

c) Kaidah hund

Untuk merepresentasikan distribusi elektron pada orbital-orbital di dalam suatu subkulit, konfigurasi elektron dapat digambarkan menggunakan diagram orbital. Setiap orbital direpresentasikan oleh sebuah garis horizontal, sementara dua elektron yang menempati satu orbital digambarkan dengan dua panah yang saling berlawanan arah. Apabila sebuah orbital hanya ditempati oleh satu elektron, panah digambarkan mengarah ke atas.

Berdasarkan kaidah Hund yang dikemukakan oleh Friedrich Hund (1894–1968) pada tahun 1930, elektron-elektron dalam suatu subkulit cenderung menempati orbital yang berbeda terlebih dahulu sebelum mulai berpasangan. Elektron baru akan

berpasangan setelah semua orbital dalam subkulit tersebut terisi oleh satu elektron masing-masing.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dijadikan landasan referensi oleh peneliti dalam studi ini, berikut beberapa temuan penelitian terkait yang relevan.

1. Studi yang dilakukan oleh (Indraniyati, Fatah dan Asi, 2020) mengenai pemahaman konsep struktur atom setelah pembelajaran menggunakan model *discovery learning* berbantuan LKS pada peserta didik kelas X MIA-1 SMA Negeri 1 Paku menunjukkan bahwa metode tersebut mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keseluruhan rata-rata pemahaman konsep peserta didik pada materi struktur atom mencapai 73,86%. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada media yang digunakan dalam proses pembelajaran. Penelitian ini mengembangkan dan memanfaatkan teknologi *augmented reality* (AR) sebagai media pembelajaran inovatif.
2. Penelitian yang dilakukan oleh (Miharti, Tentia dan Romundza, 2024) Analisis Pemahaman Konsep Peserta didik SMA Berdasarkan Gaya Belajar Pada Materi Struktur

Atom, Penelitian ini menyoroti pentingnya mempertimbangkan gaya belajar dalam proses pembelajaran untuk mengurangi miskonsepsi dan meningkatkan pemahaman konsep peserta didik (Miharti, Tentia dan Romundza, 2024). Sementara itu, penelitian yang akan dilakukan mengambil pendekatan berbeda dengan berfokus pada pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* sebagai alat bantu inovatif untuk memudahkan peserta didik.

3. Penelitian yang dilakukan (Agustina, Anam dan Bulan, 2022) dengan judul Pembuatan *Spectro Animation* Sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Peserta didik pada Konsep Struktur Atom Bohr. Media tersebut efektif dalam mengurangi miskonsepsi pada konsep Bohr (Agustina, Anam dan Bulan, 2022). Sementara itu, penelitian yang akan dilakukan mengembangkan media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* dengan cakupan materi yang lebih luas. Media AR menawarkan visualisasi 3D yang lebih interaktif, memberikan pengalaman belajar yang dinamis, fleksibel, dan menyenangkan.

Berdasarkan kajian dari beberapa penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa berbagai pendekatan dan media pembelajaran telah digunakan untuk meningkatkan

pemahaman konsep peserta didik pada materi struktur atom. Penelitian oleh Indraniyati, Fatah dan Asi (2020) menunjukkan bahwa penggunaan model discovery learning berbantuan LKS mampu meningkatkan pemahaman konsep dengan rata-rata capaian sebesar 73,86%. Namun, media yang digunakan masih bersifat konvensional dan belum melibatkan teknologi interaktif.

Sementara itu, penelitian oleh Miharti, Tentia dan Romundza (2024) menekankan pentingnya memahami gaya belajar peserta didik untuk menyesuaikan strategi pembelajaran yang tepat, sehingga mampu meminimalisasi miskonsepsi dalam memahami struktur atom. Penelitian ini memberikan wawasan bahwa keberhasilan pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh metode, tetapi juga oleh pendekatan personalisasi yang sesuai dengan karakter belajar peserta didik.

Selain itu, Agustina, Anam dan Bulan (2022) mengembangkan media Spectro Animation yang difokuskan pada konsep atom Bohr, dan terbukti efektif dalam mengurangi miskonsepsi peserta didik. Akan tetapi, media tersebut masih terbatas pada animasi 2D, dan belum mencakup keseluruhan materi struktur atom serta belum memungkinkan interaksi pengguna secara langsung dengan objek pembelajaran.

Berbeda dari penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan ATOMICCARD (*Atomic Flashcard*), yaitu media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dirancang untuk menyajikan visualisasi 3D interaktif dari struktur atom, termasuk proton, neutron, elektron, dan model atom. Media ini juga dilengkapi dengan elemen interaktif yang memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi konsep secara mendalam. Dengan menggabungkan teknologi AR dan pendekatan visual-spasial, ATOMICCARD diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret, menarik, fleksibel, dan kontekstual, sekaligus menjadi solusi terhadap kesulitan peserta didik dalam memahami materi kimia yang bersifat abstrak dan kompleks.

C. Kerangka Berfikir

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari fakta, konsep, hukum, teori, serta proses ilmiah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Pemahaman konsep dalam pembelajaran kimia menjadi aspek penting karena konsep-konsep dalam kimia saling terhubung secara berkesinambungan. Salah satu materi yang menjadi dasar dalam pembelajaran kimia adalah struktur atom. Pemahaman yang baik terhadap materi ini sangat penting

karena menjadi landasan untuk mempelajari konsep-konsep kimia lainnya.

Namun, hasil observasi dan angket yang dilakukan di SMA Negeri 2 Kendal menunjukkan bahwa materi struktur atom termasuk salah satu materi yang sulit bagi peserta didik. Sebanyak 54,8% peserta didik menyatakan bahwa materi struktur atom sulit dipahami, terutama pada konsep-konsep abstrak seperti konfigurasi elektron, model atom, orbit, dan orbital. Kesulitan ini sering disebabkan oleh sifat abstrak dari materi kimia yang memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk memahaminya.

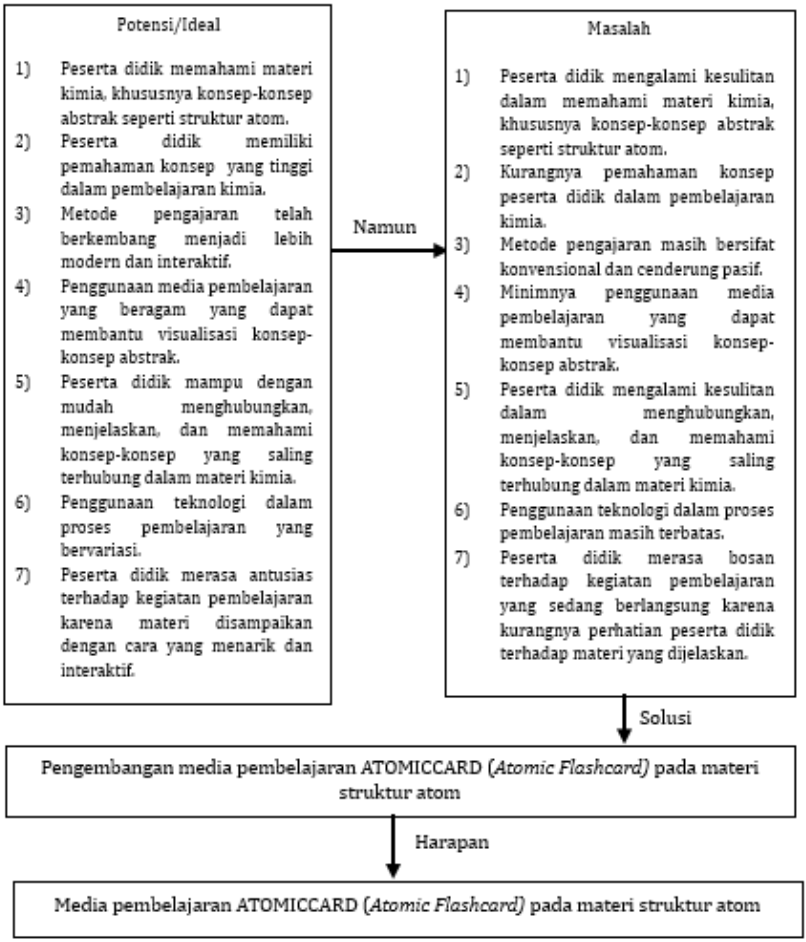
Selain itu, metode pembelajaran yang sering digunakan, seperti ceramah dan penggunaan media pembelajaran yang terbatas, turut menjadi faktor penghambat dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil angket, media pembelajaran yang paling sering digunakan guru kimia di SMA Negeri 2 Kendal adalah papan tulis dan buku paket. Sementara itu, penggunaan media berbasis teknologi masih sangat terbatas meskipun memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep abstrak.

Salah satu solusi inovatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi struktur atom adalah dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* (AR). Teknologi AR memungkinkan

visualisasi objek tiga dimensi yang interaktif, menarik, dan mendalam. AR mampu menghadirkan model atom secara visual, sehingga peserta didik dapat memahami konsep-konsep abstrak seperti struktur atom, konfigurasi elektron, dan bilangan kuantum dengan lebih mudah.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia mendapatkan tanggapan positif dari peserta didik. Berdasarkan hasil angket dan wawancara di SMA Negeri 2 Kendal, 100% peserta didik menunjukkan minat yang tinggi terhadap penggunaan teknologi AR, dan guru kimia juga mendukung penerapannya dalam pembelajaran untuk memudahkan visualisasi konsep abstrak.

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan media pembelajaran berbasis *augmented reality* yang dinamakan ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* untuk materi struktur atom. Media ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep abstrak secara interaktif, visual, dan menarik. Dengan memanfaatkan media ini, diharapkan pemahaman peserta didik terhadap materi struktur atom dapat meningkat, sehingga peserta didik lebih siap untuk mempelajari konsep-konsep kimia lainnya secara berkesinambungan. Kerangka berpikir lebih rinci pada **Gambar 2.12**



Gambar 2.12 Kerangka Berpikir

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

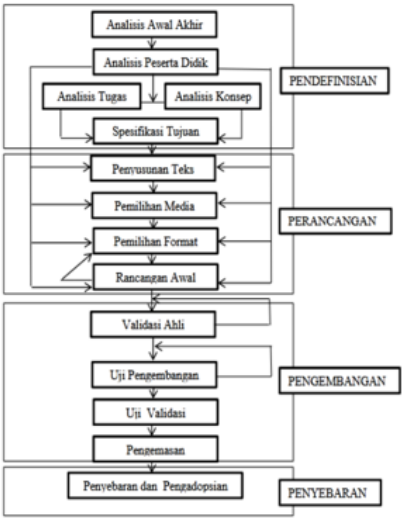
Research and Development (R&D) merupakan jenis penelitian yang fokus pada pengembangan produk tertentu yang didasarkan pada kebutuhan yang telah diidentifikasi melalui kajian data penelitian sebelumnya (Paidi, 2012). Penelitian ini menggunakan pendekatan R&D. Hasil dari penelitian ini umumnya berupa perangkat pembelajaran atau produk terkait kegiatan pendidikan yang sebelumnya belum memadai untuk digunakan, atau berupa prosedur baru yang belum pernah diterapkan dalam proses pembelajaran.

Studi ini menerapkan prosedur penelitian berdasarkan model pengembangan 4-D *(Four D)* yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974), meliputi empat tahap utama: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran).

B. Prosedur pengembangan

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini berorientasi pada analisis kebutuhan, dengan maksud menghasilkan sumber belajar dan menguji keefektifannya sehingga dapat diimplementasikan secara luas (Sugiyono, 2016).

Berdasarkan empat tahapan model 4-D, alur pengembangan produk berupa media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard*) secara ringkas dapat dilihat pada **Gambar 3.1**:



Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan Penelitian

1. **Tahap Pendifisian (*Define*)**

   Tahap pertama dalam model penelitian 4-D adalah tahap pendefinisian *(define)* yang bertujuan menetapkan serta merumuskan kebutuhan dalam proses pembelajaran. Tahap ini dimulai dengan analisis tujuan materi yang akan dikembangkan menjadi perangkat pembelajaran. (Paidi, 2012).

Tahap pendefinisian dilakukan melalui analisis kebutuhan dengan cara studi literatur dan penelitianDengan demikian, penetapan produk beserta spesifikasinya dapat dilakukan (Sugiyono, 2016). Menurut Paidi (2012) mengemukakan bahwa terdapat lima langkah pokok dalam tahap pendefinisian, yaitu:

a. Analisis Awal Akhir

Analisis awal akhir dilakukan untuk mengenali dan menetapkan permasalahan pokok dalam proses pembelajaran kimia, sehingga perangkat pembelajaran yang tepat dapat dirancang guna mendukung kelancaran kegiatan belajar. Beberapa aspek yang dianalisis meliputi alternatif pengembangan media pembelajaran, teori belajar terkait, kendala yang dihadapi, dan persyaratan pembelajaran di masa depan (Trianto, 2010).

Selain itu, tahap analisis awal akhir berfungsi sebagai evaluasi terhadap masalah yang muncul dalam pembelajaran kimia. Berdasarkan hasil analisis di SMA Negeri 2 Kendal, sumber belajar yang sesuai dipilih untuk mengatasi kendala yang dihadapi oleh peserta didik.

b. Analisis Peserta Didik

Kegiatan analisis peserta didik dilakukan guna menggambarkan ciri-ciri dan karakteristik peserta didik. Evaluasi peserta didik mencakup kemampuan akademik, latar belakang, perkembangan kognitif, motivasi belajar, serta keterampilan masing-masing individu, sehingga intervensi pembelajaran dapat dirancang secara optimal untuk mendukung pencapaian tujuan yang telah ditentukan (Trianto, 2010).

Tahap pengumpulan data melibatkan wawancara dengan guru kimia dan pengisian angket oleh peserta didik kelas XI untuk memperoleh informasi yang relevan. Analisis data dilakukan dengan meninjau sumber belajar yang digunakan, metode pengajaran yang diterapkan, jalannya kegiatan pembelajaran, serta minat peserta didik terhadap mata pelajaran kimia. Seluruh informasi diperoleh melalui pengisian angket oleh peserta didik.

c. Analisis Tugas

Tahap analisis tugas bertujuan untuk mengidentifikasi kegiatan pembelajaran dengan merinci isi materi ke dalam bentuk garis besar. Analisis ini meliputi beberapa aspek, antara lain

analisis proses informasi, struktur isi, konsep, prosedur, serta perumusan tujuan pembelajaran (Trianto, 2010). Pada penelitian ini, analisis tugas dilakukan sebagai tahapan untuk menelaah capaian pembelajaran dan modul ajar kimia, sekaligus mengkaji berbagai sumber bahan ajar yang relevan dan dapat dijadikan acuan dalam pengembangan materi yang akan diteliti.

d. Analisis Konsep

Dalam penelitian dan pengembangan, tahap analisis konsep bertujuan menelaah konsep-konsep materi yang akan dijadikan bagian dari sumber belajar yang dikembangkan. Tahap analisis konsep bertujuan menentukan konsep utama yang akan diajarkan, menyusunnya secara terstruktur sesuai urutan penyajian, serta merinci keterkaitan antar konsep. Selain itu, tahap ini juga menelaah fakta, prinsip, dan aturan yang relevan untuk mendukung efektivitas pencapaian tujuan pembelajaran (Trianto, 2010).

e. Perumusan Tujuan Pembelajaran

Tahap ini menetapkan tujuan pembelajaran agar jelas apa yang diharapkan dicapai oleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Tujuan

pembelajaran disusun secara sistematis dan dicantumkan dalam aplikasi untuk materi struktur atom, sehingga kegiatan belajar mengajar memiliki arah yang jelas dan capaian belajar peserta didik dapat tercapai secara optimal.

2. Tahap Perancangan *(Design)*

Tahap ini merupakan proses strategis dalam menyusun desain produk secara sistematis yang menyesuaikan dengan kebutuhan serta temuan dari analisis sebelumnya (Sugiyono, 2016). Fokus utama tahap perancangan yaitu menghasilkan *prototipe* perangkat pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik serta kebutuhan peserta didik dan tahap ini meliputi empat langkah penting (Paidi, 2012):

a. *Orientation-Non Tes Contruction* (Penyusunan Non Tes Instrumen*)*

Penelitian ini menggunakan angket sebagai instrumen, yaitu angket validasi untuk para ahli dan angket peserta didik yang berfungsi menilai tanggapan mereka terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.

b. *Media Selection* (Pemilihan Media)

Tahap ini bertujuan memilih media atau sumber belajar yang sesuai dan efektif untuk digunakan dalam penyampaian materi kepada peserta didik (Paidi, 2012).

c. *Format Selection* (Pemilihan Format)

Tahap ini bertujuan mengkaji format-format yang telah ada atau dikembangkan sebelumnya (Paidi, 2012).

d. *Initial Design* (Rancangan Awal)

Tahap ini berupa penyusunan desain produk pertama atau *prototipe*. Media yang dirancang disesuaikan dengan kurikulum serta materi pembelajaran yang akan dikembangkan, sehingga produk dapat digunakan sesuai tujuan pembelajaran.

3. Tahapan Pengembangan *(Develop)*

Tahap pengembangan mencakup proses transformasi desain produk menjadi produk nyata, yang diuji secara berulang guna memastikan kesesuaian dengan spesifikasi yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2016). Tahap pengembangan diarahkan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang diperbaiki dan disempurnakan

berdasarkan masukan ahli (Trianto, 2010). Langkah-langkahnya terbagi menjadi dua bagian utama yaitu:

a. Validasi Ahli

Proses validasi ATOMICCARD (*Atomic Flashcard*) melibatkan penilaian oleh ahli media dan materi yang menitikberatkan pada kelayakan isi materi dan kesesuaian media yang dikembangkan. Peneliti melaksanakan validasi ahli dengan melibatkan lima ahli yang terdiri dari ahli materi dan media dilibatkan untuk menilai kelayakan produk. Selanjutnya, peneliti melakukan revisi produk berdasarkan masukan dan saran yang diterima.

b. Uji Coba Produk

Tahap uji coba dilakukan dengan menggunakan produk yang telah direvisi berdasarkan saran dari ahli materi dan media diterapkan pada peserta didik selama pembelajaran disekolah. Pada tahap ini peserta didik mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan ATOMICCARD *(Atomic Flashcard).* Setelah kegiatan pembelajaran selesai, peserta didik diminta untuk mengisi angket penilaian guna memberikan respons terhadap media ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* yang digunakan.

4. Tahap Penyebaran *(Disseminate)*

Dengan selesainya seluruh tahap pengembangan, produk siap disebarluaskan untuk memberikan dukungan maksimal terhadap penguasaan materi peserta didik. Publikasi dilakukan melalui distribusi berkas digital aplikasi kepada guru kimia SMA Negeri 2 Kendal, memungkinkan pengunduhan via *smartphone* dan penggunaan media ATOMICCARD (*Atomic Flashcard*) secara langsung dalam kegiatan pembelajaran.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Tahap pengembangan mencakup desain uji coba yang difokuskan pada penciptaan produk sesuai dengan tujuan penelitian. Tahapan uji coba terdiri atas:

a. Tahap Konsultasi

Selama tahap konsultasi, peneliti melakukan koordinasi dengan dosen pembimbing untuk menilai media pembelajaran yang dikembangkan, menerima masukan, arahan, dan rekomendasi perbaikan agar produk lebih optimal. Selanjutnya, peneliti melakukan revisi media pembelajaran sesuai dengan rekomendasi yang diperoleh dari proses konsultasi tersebut.

b. Uji Validitas Media

Validasi media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom bertujuan untuk menentukan tingkat keabsahan produk. Tahap ini mencakup uji kelayakan materi dan media oleh para ahli.

c. Uji coba produk

Media yang telah diperbaiki sesuai evaluasi ahli kemudian diterapkan dalam kegiatan belajar di sekolah, sehingga dapat dinilai seberapa efektif dan kegunaannya dalam proses pembelajaran.

2. Subjek Uji Coba

Subjek dalam terdiri dari beberapa kelompok:

a. Dua dosen ahli dan tiga guru kimia yang berperan sebagai tim validasi, terdiri atas ahli media dan ahli materi, untuk memberikan penilaian terhadap kesesuaian materi dan kelayakan penggunaan media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom.

b. Uji coba produk melibatkan 34 peserta didik kelas XI SMA Negeri 2 Kendal yang sudah mempelajari materi struktur atom untuk memperoleh informasi mengenai respons mereka terhadap media

pembelajaran yang dikembangkan. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik random sampling, yaitu secara acak memilih satu kelas dari populasi yang ada untuk dijadikan sampel penelitian.

c. Hasil uji coba diklasifikasikan menjadi dua jenis :

1) Data Kualitatif

Data kualitatif dikumpulkan dari tanggapan, masukan, kritik, dan saran para ahli materi dan media terkait produk yang sedang dikembangkan.

2) Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh melalui penskoran berbentuk persentase yang dikumpulkan dari angket atau lembar validasi. Data kuantitatif meliputi:

a) Penilaian yang diberikan oleh ahli materi dan ahli media mengenai kesesuaian isi media, termasuk kelengkapan unsur, mutu gambar, dan tingkat kemudahan penggunaan.

b) Respons dari peserta didik terhadap ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* yang diukur melalui angket, meliputi evaluasi

aspek kemudahan penggunaan serta daya tarik media

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Observasi Partisipatif

Dalam observasi partisipatif, peneliti berperan aktif dengan mengikuti aktivitas harian subjek yang diamati, sehingga memungkinkan pengumpulan data yang bersifat kontekstual dan mendalam. Pelaksanaan observasi ini menuntut peneliti terlibat secara aktif dengan melakukan kegiatan yang sama seperti yang dilakukan oleh subjek penelitian, tidak hanya sekadar mengamati. Penggunaan teknik ini memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mendapatkan data secara detail sekaligus menangkap makna yang terkandung dalam perilaku yang diperlihatkan (Sugiyono, 2016).

Pengumpulan data penelitian ini dilakukan melalui observasi partisipatif, yang menuntut peneliti hadir di lokasi pembelajaran serta aktif mengikuti kegiatan yang dilaksanakan peserta didik. Melalui pendekatan observasi partisipatif peneliti mampu mengidentifikasi secara langsung berbagai kendala yang muncul selama proses pembelajaran.

b. Wawancara Terstruktur

Pelaksanaan teknik ini melibatkan penyusunan instrumen berupa daftar pertanyaan tertulis yang telah dirancang sebelumnya, dengan alternatif jawaban yang diperkirakan untuk memudahkan pengumpulan data. Dengan demikian, proses wawancara dapat berlangsung lebih terarah dan sistematis (Sugiyono, 2016).

Wawancara terstruktur dalam penelitian ini dilaksanakan dengan menyiapkan terlebih dahulu daftar pertanyaan yang berkaitan dengan perencanaan proses pembelajaran kimia. Lembar wawancara digunakan sebagai instrumen untuk memperoleh informasi dari guru kimia. Hasil wawancara dianalisis untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi peserta didik selama proses pembelajaran, mulai dari perencanaan hingga evaluasi.

c. Angket (*kuesioner*)

Sebagai metode pengumpulan data, angket menyajikan pertanyaan tertulis kepada responden yang diharapkan menjawab berdasarkan situasi atau kondisi yang mereka alami (Sugiyono, 2016). Angket digunakan untuk memperoleh data awal yang

mendalam terkait kebutuhan peserta didik. Dua jenis angket diterapkan, yakni angket kebutuhan peserta didik untuk mendeteksi kesulitan dalam belajar dan angket validasi bagi ahli materi serta ahli media untuk menilai kelayakan materi pembelajaran kimia.

d. Teknik Dokumentasi

Dokumentasi memiliki tujuan untuk memperoleh data secara langsung yang bersumber dari catatan, arsip, maupun dokumen (Riduwan, 2013). Dokumentasi yang dikumpulkan dalam penelitian ini mencakup daftar hadir peserta didik, rekaman visual kegiatan penelitian.

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang akan dipakai dalam penelitian memiliki tujuan untuk mengevaluasi kelayakan dari media pembelajaran ATOMICCARD. Berikut merupakan teknik analisis data yang akan diterapkan:

1. Uji Validitas Produk

Lembar instrumen validator ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* memuat kriteria penelitian yang sesuai dengan indikator Badan Nasional Standar Pendidikan (BNSP) menggunakan skala penilaian dari 1 hingga 5. Detail dari

skala penilaian tersebut dapat ditemukan pada tabel yang telah disediakan **Tabel 3.1**:

Tabel 3.1 Skala Angket Lembar Validasi

Kategori Penilaian	Skala
TB (Tidak Baik)	1
KB (Kurang Baik)	2
CB (Cukup Baik)	3
B (Baik)	4
SB (Sangat Baik)	5

(Sumber: BNSP)

Total nilai yang diberikan oleh validator akan dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk menghasilkan penilaian terkait kelayakan dan kualitas dari ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)*. Nilai dari validator untuk ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)*akan dihitung menggunakan rumus Aiken's V seperti yang tertera dibawah ini (Azwar, 2017):

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

Keterangan :
V= Indeks Validitas isi
S = r – lo
n = banyaknya penilai
C = angka penilaian tertinggi (misalnya 5)
lo = angka penilaian terendah (misalnya 1)
r = angka yang diberikan penilai

Setelah memperoleh nilai V, langkah berikutnya adalah mengonversikan nilai V ke dalam tabel Aikens. Karena jumlah raters yang digunakan dalam penelitian ini

berjumlah 5, tabel ini dianggap valid jika nilai V lebih dari 0,80.

2. Uji Respon Peserta didik

Analisis data ini mencakup respons peserta didik setelah pengujian validator dengan berbagai masukan dan penilaian sebelumnya. Setelah pengujian tim ahli selesai, media diuji pada peserta didik untuk mengevaluasi kinerja peserta didik. Untuk mengevaluasi kelayakan media dengan menggunakan angket respons pembelajaran, berikut ini dilakukan:

a. Menghitung skor angket respons pembelajaran keseluruhan dan skor rerata dari setiap aspek, yang dapat dianalisis menggunakan persamaan

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

Keterangan :
X = Jumlah rerata tiap indikator
$\sum \bar{X}$ = jumlah skor total setiap indikator
n = Jumlah Responden

b. Mengkonversi skor yang diperoleh dari angket respons pembelajaran sesuai **Tabel 3.2** (Widoyoko, 2011)

Tabel 3.2 Konversi Tingkat Pencapaian Peserta Didik

No	Rentang Skor	Tingkat Validitas
1	$X > \bar{X}i + 1{,}8 \times sb_i$	Sangat menarik
2	$\bar{X}i + 0{,}6 \times sb_i < X \leq \bar{X}i + 1{,}8 \times sb_i$	Menarik
3	$\bar{X}i - 0{,}6 \times sb_i < X \leq \bar{X}i + 0{,}6 \times sb_i$	cukup menarik
4	$\bar{X}i - 1{,}8 \times sb_i < X \leq \bar{X}i - 0{,}6 \times sb_i$	Kurang menarik
5	$X \leq \bar{X}i - 1{,}8 \times sb_i$	Sangat kurang menarik

(Widoyoko, 2011)

Keterangan :
X = skor rerata akhir
$\bar{X}i$ = rerata ideal
sbi = simpangan baku ideal

Dimana :
$\bar{X}i$ = 1/2 (skor tertinggi + skor terendah)
Sbi = 1/6 (skor tertinggi – skor terendah)
skor tertinggi = jumlah butir kriteria × skor tertinggi
skor terenda =jumlah butir kriteria × skor terendah

c. Menemukan persentase kelayakan media untuk setiap komponen kriteria dan secara keseluruhan, menggunakan persamaan untuk menganalisis respons pembelajaran (Widoyoko, 2011).

$$\% \text{ Tiap Aspek} = \frac{\text{skor rerata tiap aspek}}{\text{Skor tertinggi kelayakan tiap aspek}} \text{ X } 100\%$$

Kemudian dilanjutkan dengan persamaan

$$\% \text{ Total} = \frac{\text{skor rerata akhir}}{\text{Skor tertinggi kelayakan total}} \text{ X } 100\%$$

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Produk awal yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom, yang dirancang sebagai media berbasis kartu digital interaktif untuk memfasilitasi peserta didik dalam memahami konsep-konsep abstrak pada materi tersebut. Media ini dapat diakses melalui perangkat digital seperti *smartphone*, serta dikembangkan untuk mendukung proses pembelajaran secara mandiri maupun kolaboratif. Adapun tujuan utama dari pengembangan media ini adalah untuk membantu peserta didik dalam memvisualisasikan representasi tiga dimensi struktur atom, sehingga meningkatkan pemahaman konsep secara lebih efektif dan interaktif.

ATOMICCARD difokuskan pada penyajian materi yang bersifat visual, interaktif, dan menarik dengan memanfaatkan desain berbasis ilustrasi serta informasi ringkas namun padat konsep. Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan 4-D yang meliputi tahapan *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Terdapat

langkah-langkah yang dilakukan peneliti selama pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom.

1. Tahap Pendefinisian *(Define)*

Tahap pendefinisian diawali dengan analisis tujuan yang disesuaikan dengan permasalahan pembelajaran kimia di SMA Negeri 2 Kendal. Langkah pendefinisian menjadi dasar dalam pemilihan media pembelajaran agar selaras dengan kebutuhan dan permasalahan yang ada di kelas. Tahap pendefinisian juga berfungsi sebagai syarat penting dalam penelitian pengembangan untuk mengetahui secara menyeluruh kendala-kendala yang muncul selama proses pembelajaran. Kegiatan pada tahap ini mencakup beberapa analisis yaitu:

a. Analisis Awal Akhir

Tahapan ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai permasalahan yang muncul selama proses pembelajaran kimia di kelas X SMA Negeri 2 Kendal, sehingga dapat dirumuskan kebutuhan pengembangan perangkat pembelajaran yang relevan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi kelas dan wawancara dengan guru, kemudian dianalisis untuk mengetahui kebutuhan belajar peserta didik. Observasi lapangan

dilaksanakan pada 8 Agustus 2024 di kelas X SMA Negeri 2 Kendal dengan fokus pada fasilitas media pembelajaran yang tersedia serta tingkat partisipasi peserta didik. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peserta didikk kurang aktif dalam pembelajaran, karena guru masih dominan menggunakan metode ceramah dan papan tulis. Kondisi ini mengakibatkan interaksi guru dengan peserta didikk rendah, di mana hanya beberapa peserta didik yang terbiasa menjawab pertanyaan, sementara sebagian besar lainnya kurang memperhatikan dan tidak berkonsentrasi. Dengan demikian, metode ceramah serta media pembelajaran konvensional terbukti kurang mampu menarik perhatian peserta didikk terhadap materi kimia (Hayati, Loka dan Anwar, 2019).

b. Analisis Peserta Didik

Proses analisis juga mencakup pengumpulan data dari peserta didik melalui penyebaran kuesioner yang mengenai kebutuhan peserta didik. Hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti terhadap peserta didik kelas XI di SMA N 2 Kendal mengindikasikan bahwa sebanyak 54,8% peserta didik menganggap materi struktur atom sebagai salah

satu materi yang sulit. Selain itu, ditemukan bahwa media pembelajaran yang sering digunakan oleh peserta didik adalah buku paket, papan tulis yang ditulis oleh guru, website, dan PPT. Peserta didik juga menunjukkan sebanyak 100% peserta didik tertarik teknologi AR diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, kemudian peneliti berkesimpulan bahwa pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* bertujuan untuk memberikan solusi terhadap tantangan yang dihadapi oleh peserta didik dalam memahami materi struktur atom yang memiliki tingkat abstrak yang tinggi. Media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* akan mempermudah visualisasi peserta didik dalam menunjukkan objek 3D.

c. Analisis Tugas

Analisis tugas dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai kurikulum serta kompetensi pada materi struktur atom yang digunakan di SMA Negeri 2 Kendal. Informasi diperoleh melalui wawancara dengan guru kimia, Ibu Krisnawati, S.Pd. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa

sekolah tersebut telah mengimplementasikan Kurikulum Merdeka pada jenjang kelas X, XI, dan XII. Dalam implementasinya, istilah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) telah digantikan dengan modul ajar yang memuat komponen utama, antara lain Capaian Pembelajaran (CP), Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), serta perangkat pendukung lainnya.

d. Analisis Konsep

Tahap analisis konsep dilaksanakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi serta menguraikan konsep yang akan disampaikan dalam proses pembelajaran. Pada tahapan analisis konsep disusun secara sistematis berdasarkan hasil analisis awal yang mengacu pada kurikulum. Berdasarkan implementasi Kurikulum Merdeka di kelas X SMA Negeri 2 Kendal, diperoleh pokok-pokok materi yang harus dipelajari peserta didik yaitu:

1) Perkembangan model atom
2) Partikel dasar penyusun atom, nomor atom dan nomor massa.
3) Isotop, isoton, isobar
4) Konfigurasi elektron
5) Srtuktur atom

e. Perumusan Tujuan Pembelajaran

Tahap ini bertujuan untuk merumuskan tujuan pembelajaran yang disusun secara sistematis berdasarkan modul ajar kimia sesuai dengan ketentuan Kurikulum Merdeka (Rohimat, Sanusi dan Munthahanah, 2022). Tujuan pembelajaran yang diintegrasikan ke dalam media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom meliputi:

1) Peserta didik dapat menggunakan media ATOMICCARD berbasis AR untuk memvisualisasikan struktur atom sehingga dapat mempermudah pemahaman konsep yang abstrak.
2) Peserta didik dapat mengidentifikasi partikel penyusun atom (proton, neutron, dan elektron) beserta muatan dan massanya.
3) Peseta didik dapat menjelaskan perkembangan model atom mulai dari Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum.
4) Peserta didik dapat menganalisis kelemahan dan kelebihan tiap model atom sebagai dasar perkembangan teori atom modern.

5) Peserta didik dapat menjelaskan konsep bilangan kuantum (n, l, m, s) serta hubungannya dengan distribusi elektron dalam atom.
6) Peserta didik dapat mendeskripsikan susunan elektron dalam kulit, subkulit, dan orbital sesuai dengan aturan Aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund.
7) Peserta didik dapat menerapkan konfigurasi elektron untuk menentukan letak unsur dalam tabel periodik.

Tujuan pembelajaran yang dirumuskan diharapkan dapat terealisasi secara optimal. Suatu proses pembelajaran dikatakan berhasil apabila capaian pembelajaran dapat tercapai secara maksimal (Junaidi, 2019). Oleh karena itu, peneliti menyusun tujuan pembelajaran yang selaras dengan kurikulum merdeka sehingga substansi materi dapat terintegrasi secara tepat ke dalam media pembelajaran yang dikembangkan.

2. Tahap Perancangan *(Design)*

Tahap ini memiliki tujuan untuk menyusun rancangan media pembelajaran yang akan digunakan dalam proses

pembelajaran materi struktur atom. Langkah-langkah yang dilaksanakan pada tahap perencanaan mencakup:

a. Penyusunan Instrumen Non Tes *(Orientation-Non Test Contruction)*

Instrumen tes disiapkan oleh peneliti sebagai sarana untuk menilai kelayakan media pembelajaran, respons peserta didik terhadap media pembelajaran. Angket validasi yang dikembangkan untuk para ahli berfokus pada aspek-aspek yang relevan dengan kualitas media, sedangkan angket respons peserta didik dirancang untuk mengukur pengalaman serta tanggapan mereka setelah menggunakan media dalam proses pembelajaran. Instrumen angket validasi disajikan pada **Lampiran 7**, sedangkan angket respons peserta didik terdapat pada **Lampiran 14**. Penyusunan instrumen ini menjadi hal yang penting untuk memastikan bahwa media yang dikembangkan dapat diuji secara menyeluruh serta dievaluasi dari segi kelayakan dan efektivitasnya (Zakiy, Syazali dan Farida, 2018).

b. Pemilihan Media (*Media Selection)*

Tahap pemilihan media bertujuan untuk menetapkan jenis media pembelajaran yang paling tepat, sesuai dengan hasil analisis kebutuhan,

karakteristik peserta didik, materi atau tugas, konsep, serta tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan. Pemilihan media diharapkan mampu mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran sekaligus mengatasi permasalahan yang teridentifikasi pada tahap pendefinisian. Berdasarkan hasil analisis tersebut media yang dipilih dan dikembangkan adalah ATOMICCARD, yaitu media pembelajaran berbasis kartu interaktif yang dapat diakses melalui perangkat *smartphone android*.

Media ATOMICCARD dilengkapi dengan fitur *augmented reality* (AR) yang memungkinkan peserta didik untuk memvisualisasikan model struktur atom secara lebih nyata dan interaktif. Fitur ini dirancang untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam materi struktur atom yang sering kali sulit dipahami hanya melalui teks dan gambar dua dimensi.

Pemilihan media dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian antara karakteristik materi yang bersifat abstrak dan kebutuhan peserta didik kelas X di SMA Negeri 2 Kendal. Pemanfaatan teknologi visual seperti AR diharapkan mampu

meningkatkan motivasi belajar serta memperkuat pemahaman konseptual peserta didik.

Pemilihan media pembelajaran oleh peneliti didasarkan pada pertimbangan bahwa media yang dipilih diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan pembelajaran yang telah teridentifikasi, memenuhi kebutuhan peserta didik, serta mendukung tercapainya tujuan pembelajaran kimia khususnya pada materi struktur atom. Perancangan media pembelajaran tidak dapat dilakukan secara sembarangan tanpa arah yang jelas, sehingga diperlukan penelusuran terhadap latar belakang serta dasar pengembangan media yang akan digunakan (Wulandari dan Mudinillah, 2022)

c. Pemilihan Format *(Format Selection)*

Peneliti menetapkan format media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini berupa ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom. Pemilihan format tersebut didasarkan pada hasil analisis kebutuhan peserta didik serta mempertimbangkan karakteristik materi struktur atom yang bersifat abstrak dan memerlukan dukungan representasi visual yang kuat. *Flashcard* dipilih karena memiliki keunggulan dalam

menyajikan informasi secara ringkas, jelas, serta menarik, dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bentuk aktivitas pembelajaran, baik melalui kuis, diskusi kelompok, maupun pembelajaran mandiri.

Media pembelajaran ATOMICCARD dikembangkan dalam bentuk kartu digital yang menampilkan konsep-konsep penting seperti nomor atom dan massa, model-model atom, isoton, isotop, dan isobar. Setiap kartu dirancang dengan desain visual yang komunikatif dan informatif, disertai ilustrasi, warna, dan ikon yang membantu memperkuat pemahaman konsep. Format ini juga mendukung prinsip *dual coding*, yaitu memadukan teks dan visual untuk memperkuat retensi memori peserta didik. Pemilihan format tersebut diharapkan media ATOMICCARD tidak hanya menjadi alat bantu visual, tetapi juga mampu membangun pengalaman belajar yang lebih aktif, fleksibel, dan menyenangkan bagi peserta didik.

d. Rancangan Awal (*Initial Design*)

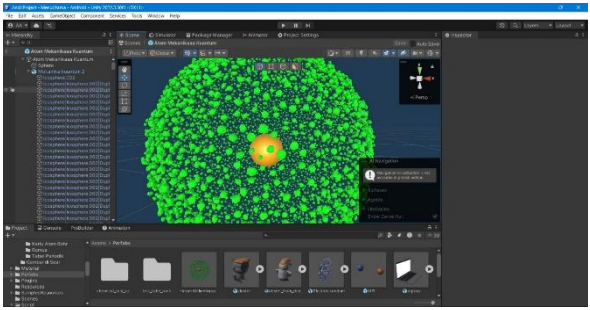
Desain awal difokuskan pada pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD untuk materi struktur atom. Rancangan tersebut disusun sebagai acuan dasar dalam pembuatan aplikasi, sehingga

dapat menggambarkan komponen utama serta alur penggunaan media. Tahapan *design* diantaranya:

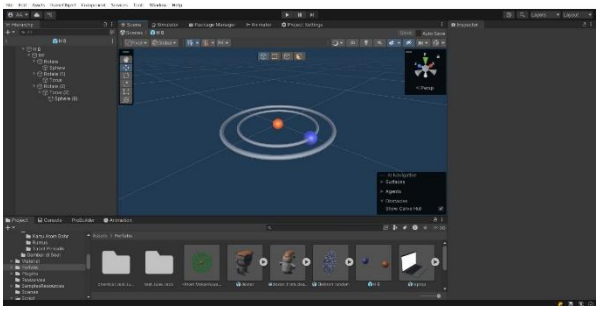
1) Pemodelan 3D pada *Software Unity*

Sebanyak 18 objek 3D dikembangkan dalam aplikasi, yang terdiri atas lima pemodelan perkembangan model atom, sepuluh representasi unsur berdasarkan model atom Bohr, serta masing-masing satu contoh isotop, isoton, dan isobar. **Gambar 4.1** menampilkan hasil salah satu pemodelan perkembangan atom dengan visualisasi inti berwarna oranye yang dikelilingi elektron hijau, menggambarkan penyebaran elektron sesuai teori mekanika kuantum. Sementara itu, **Gambar 4.2** menunjukkan representasi unsur-unsur dalam model atom Bohr dengan lintasan elektron yang tersusun rapi sesuai tingkat energinya. Seluruh desain dibuat menggunakan *software* Unity dengan kombinasi warna yang kontras dan menarik, sehingga peserta didik dapat dengan mudah membedakan setiap bagian atom. Pemodelan 3D ini tidak hanya mempermudah visualisasi konsep abstrak dalam struktur atom, tetapi juga akan ditampilkan secara interaktif

melalui fitur AR ketika kartu marker dipindai, sehingga mendukung pemahaman konseptual dan meningkatkan minat belajar peserta didik.



Gambar 4.1 Desain Perkembangan Model Atom



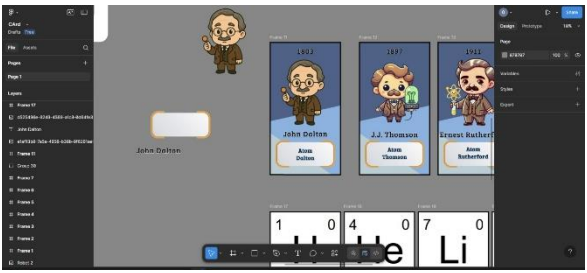
Gambar 4.2 Desain Objek Unsur pada Model Atom Born

2) Pembuatan Desain Kartu ATOMICCARD

Desain kartu ATOMICCARD dibuat menggunakan *software Figma* dengan total 18 kartu *marker*. Kartu tersebut terdiri dari lima kartu pemodelan perkembangan model atom,

sepuluh kartu representasi unsur berdasarkan model atom Bohr, serta masing-masing satu kartu untuk isotop, isoton, dan isobar seperti pada **Gambar 4.3**. Setiap kartu didesain dengan karakter visual yang berbeda, baik dari segi ikon maupun warna latar belakang, dengan tujuan untuk mempermudah sistem *scanner* dalam mendeteksi *marker* sesuai dengan objek 3D yang akan ditampilkan.

Selanjutnya, desain diekspor ke dalam dua format, yakni JPEG dan PNG. File berformat JPEG digunakan sebagai image target yang diunggah ke-database *Vuforia Engine* agar dapat dikenali oleh aplikasi dan memunculkan objek 3D sesuai kartu yang dipindai. Sementara itu, file berformat PNG digunakan untuk mencetak kartu fisik yang nantinya akan dimanfaatkan secara langsung dalam proses pembelajaran. Implementasi kartu yang dipindai melalui aplikasi dapat dilihat pada **Gambar 4.4**, di mana objek 3D model atom muncul secara interaktif sesuai marker yang dikenali.



Gambar 4.3 Desain Kartu Marker



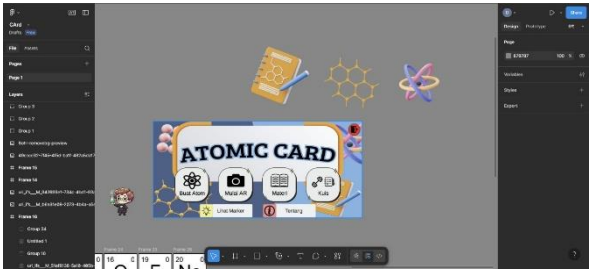
Gambar 4.4 Implementasi dan Pemunculan Kartu

3) Pembuatan *Desain Background* dan *Icon* Aplikasi ATOMICCARD

Desain tampilan antarmuka aplikasi ATOMICCARD dikembangkan menggunakan *software Figma*, yang mencakup *background* serta *icon* navigasi utama. Tampilan ini dirancang dengan tujuan memberikan kesan menarik, sederhana, dan mudah dipahami oleh peserta didik. Pada gambar terlihat beberapa menu

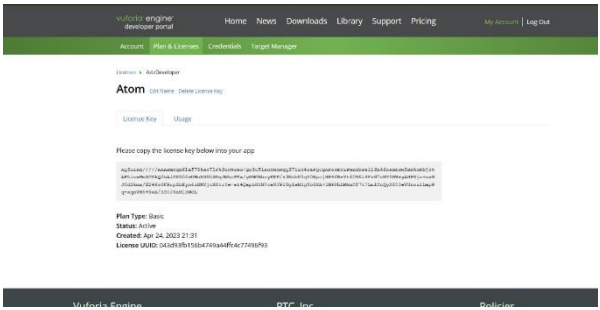
utama, yaitu Buat Atom, Mulai AR, Materi, Kuis, Lihat Marker, dan Tentang, yang masing-masing dilengkapi dengan ikon khusus agar memudahkan pengguna dalam mengakses fitur aplikasi.

Seluruh elemen desain termasuk *background* dan *icon*, kemudian diekspor dalam format PNG untuk memudahkan integrasi ke dalam *software Unity*. Dengan cara ini tampilan yang telah dirancang dapat diimplementasikan secara langsung dalam aplikasi sehingga menghasilkan antarmuka yang interaktif dan ramah pengguna.



Gambar 4.5 Desain background dan icon pada aplikasi ATOMICCARD

4) Mengunggah Database Image Target



Gambar 4.6 Database Image Target

Setelah desain kartu marker selesai dibuat menggunakan *software Figma*, langkah berikutnya adalah melakukan integrasi dengan *Vuforia Engine*. Pada gambar terlihat tampilan halaman *Vuforia Engine Developer Portal* yang menunjukkan lisensi aplikasi dengan nama proyek *Atom*. Lisensi ini berfungsi sebagai identitas resmi aplikasi agar dapat menggunakan layanan *Vuforia* untuk mendeteksi marker berbasis AR.

License key yang ditampilkan kemudian disalin dan dimasukkan ke dalam *Vuforia Configuration* di*software Unity*. Dengan demikian, *Unity* dapat terhubung dengan database marker yang telah dibuat di *Vuforia Engine*. Proses ini

menjadi tahap penting karena memastikan marker yang diunggah dapat dipindai dan memunculkan objek 3D sesuai desain dalam aplikasi ATOMICCARD.

Secara garis besar, *outline* desain aplikasi ATOMICCARD pada materi struktur atom disajikan sebagai berikut:

1) Buat Atom

   Fitur buat atom memungkinkan pengguna untuk menyusun model atom berdasarkan jumlah proton, neutron, dan elektron dari suatu unsur. Pengguna dapat memasukkan data secara manual untuk melihat representasi visual dari struktur atom tersebut.

2) Mulai AR

   Fitur mulai AR berfungsi untuk mengaktifkan kamera perangkat untuk memindai kartu marker (*marker-based AR*) dan menampilkan visualisasi 3D dari model atom secara langsung di layar.

3) Materi

   Menu materi berisi ringkasan materi mengenai struktur atom, mulai dari sejarah model atom, partikel penyusun atom, dan konfigurasi

elektron. Materi disajikan dengan gaya visual dan interaktif agar mudah dipahami peserta didik.

4) Kuis

Fitur kuis berfungsi untuk mengukur pemahaman peserta didik pada materi struktur atom. Aplikasi ATOMICCARD menyediakan fitur kuis interaktif berbasis pilihan ganda. Soal kuis disusun berdasarkan materi yang telah dipelajari dan diberikan umpan balik langsung atas jawaban pengguna.

5) Lihat Marker

Menu lihat marker memberikan informasi panduan penggunaan aplikasi agar pengguna dapat memanfaatkannya secara maksimal.

6) Tentang Aplikasi ATOMICCARD

Menu Tentang Aplikasi ATOMICCARD memberikan informasi singkat mengenai aplikasi.

3. Tahap Pengembangan *(Develop)*

Pada tahap pengembangan media pembelajaran dikembangkan dengan tujuan menghasilkan produk yang layak digunakan melalui penilaian, masukan, serta saran dari para ahli. Proses pengembangan dilaksanakan secara

bertahap dengan melalui beberapa langkah utama sebagai berikut:

a. Validasi Ahli *(Expert Appraisal)*

Sebelum diujicobakan kepada subjek penelitian di SMA N 2 Kendal, media pembelajaran ATOMICCARD terlebih dahulu melalui tahap validasi. Proses validasi dilakukan oleh lima orang validator dengan tujuan untuk menilai kelayakan media yang dikembangkan. Penilaian kualitas produk didasarkan pada instrumen penilaian yang berisi kriteria-kriteria tertentu sebagaimana tercantum pada **Lampiran 7**.

Hasil penilaian dari validator berupa data kuantitatif pada setiap indikator, yang disertai dengan masukan dan saran perbaikan. Umpan balik dari validator, baik ahli media maupun ahli materi, dijadikan dasar revisi oleh peneliti agar media dapat disempurnakan hingga mencapai bentuk yang layak digunakan. Setelah dinyatakan layak oleh para ahli, media ATOMICCARD kemudian dilanjutkan pada tahap uji pengembangan.

Berdasarkan ketentuan validitas Aiken's, dengan melibatkan lima validator ahli media dan ahli materi, serta menggunakan instrumen berbentuk angket berskala *Likert* dengan lima pilihan jawaban,

suatu instrumen dinyatakan valid apabila nilai validitas terendah yang diperoleh mencapai angka minimal 0,80.

b. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilaksanakan pada peserta didik kelas XI SMA N 2 Kendal sebagai subjek penelitian. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai respons peserta didik terhadap media pembelajaran ATOMICCARD yang dikembangkan. Pelaksanaan uji coba dilakukan pada tanggal 24 Juli 2025.

Pengumpulan data respons peserta didik dilakukan melalui penyebaran angket yang memuat sejumlah aspek penilaian terhadap media pembelajaran. Hasil respons peserta didik terhadap penggunaan media tercantum pada **Lampiran 14**.

4. Tahap Penyebaran *(Desseminate)*

Pada tahap penyebaran produk yang telah melalui proses validasi dan revisi kemudian diuji coba kepada peserta didik dalam skala terbatas untuk mengetahui kelayakan, dan efektivitas media dalam pembelajaran. Penyebaran ini dilakukan sebagai bagian dari implementasi awal untuk melihat bagaimana media

ATOMICCARD digunakan secara langsung oleh subjek sasaran. Penyebaran dilakukan di kelas XI pada salah satu kelas di SMA Negeri 2 Kendal, sebagai subjek uji coba terbatas. Peserta didik menggunakan media ATOMICCARD secara mandiri dengan bantuan *smartphone android*.

B. Hasil Uji Coba Produk

Media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom melalui dua bentuk penilaian, yaitu uji kelayakan dan uji respons peserta didik. Uji kelayakan dilakukan oleh lima validator yang terdiri dari dua dosen dan tiga guru, sedangkan uji respons diperoleh dari peserta didik sebagai subjek penelitian.

1. Pra Validasi

   Pra-validasi dilakukan oleh peneliti dengan melibatkan dosen pembimbing skripsi, yaitu Ibu Lenni Khotimah Harahap, M.Pd. dan Bapak Teguh Wibowo, M.Pd. Pada tahap ini, peneliti menyusun instrumen berupa angket validasi ahli media, validasi ahli materi, serta angket respons peserta didik. Instrumen tersebut kemudian dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk memperoleh arahan, masukan, dan saran perbaikan. Tujuan dari pra-validasi adalah memastikan bahwa

instrumen penilaian yang disusun layak untuk diberikan kepada validator maupun peserta didik.

2. Validasi Ahli

Validasi ahli mencakup dua aspek penilaian, yaitu aspek materi dan aspek media. Aspek materi berfokus pada ketepatan isi, kesesuaian dengan kurikulum, serta kejelasan bahasa yang digunakan dalam media pembelajaran. Sementara itu, aspek media menilai tampilan, desain visual, serta daya tarik media yang dikembangkan. Kedua aspek ini bertujuan untuk menilai kelayakan isi maupun penyajian media sebagai sarana pembelajaran (Ulfah, Wahyuni dan Nurtamam, 2016). Rincian hasil validasi ahli terhadap media pembelajaran ATOMICCARD dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2.**

Tabel 4.1 Hasil Uji Validasi Ahli Media ATOMICCARD

NO	Aspek Penilaian	V	Kriteria
1	Tampilan 3D pada Aplikasi *Android*	0,9	Valid
2	Penggunaan Teknologi *Augmented Reality* pada Gambar ATOMICCARD	0,9	Valid
3	Penggunaan Aplikasi *Android* ATOMICCARD	0,85	Valid
4	Tampilan Desain Kartu ATOMICCARD	0,9	Valid
5	Musik Latar Belakang, Suara dan *Sound Effect* pada Aplikasi *Android*	0,85	Valid

6	Objek dan Animasi 3D yang Ditampilkan pada Aplikasi *Android*	0,85	Valid
7	Jenis Huruf, Ukuran, Warna, dan Kualitas Kertas ATOMICCARD	0,85	Valid
8	Fitur dalam Media ATOMICCARD	0,85	Valid
	Rata-Rata	0,87	Valid

Tabel 4.2 Hasil Uji Validasi Ahli Materi ATOMICCARD

NO	Aspek Penilaian	V	Kriteria
1	Capaian Pembelajaran (CP)	0,95	Valid
2	Tujuan Pembelajaran (TP)	0,95	Valid
3	Pemahaman Materi pada ATOMICCARD	0,85	Valid
4	Isi Materi Berdasarkan Buku Ajar untuk Tingkat SMA/MA Sederajat	0,85	Valid
5	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD	0,85	Valid
6	Kalimat dan Penggunaan Kata pada ATOMICCARD	0,9	Valid
	Rata-rata	0,89	Valid

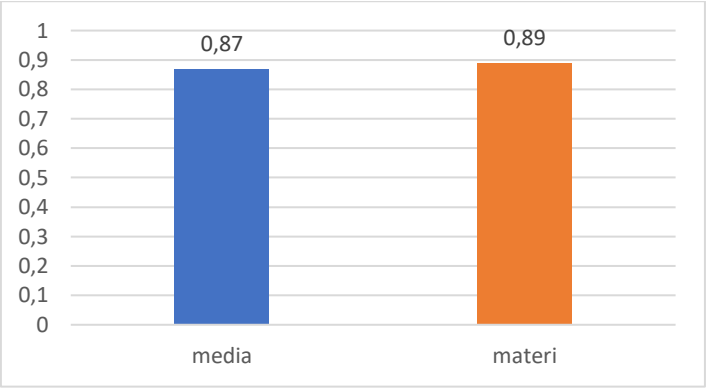
Hasil analisis penilaian oleh para ahli media seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4.1** diperoleh penilaian untuk setiap aspek penilaian media sebanyak 8 indikator yang secara keseluruhan dapat dinyatakan layak, adapun informasi dari **Tabel 4.1** diperoleh bahwasanya nilai validitas media ATOMICCARD mempunyai rincian indikator ke-1, ke-2, dan ke-4 memperoleh nilai validitas 0,9, indikator ke-3, ke-5, ke-6, ke-7 dan ke- 8 dengan nilai

validitas 0,85. Dengan demikian, rata-rata nilai tiap aspek penilaian media ATOMICCARD dari para ahli media sebesar V=0,87, sehingga dari aspek media dinyatakan layak.

Hasil analisis penilaian oleh para ahli materi seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4.2** diperoleh penilaian untuk setiap aspek penilaian materi sebanyak 6 indikator yang secara keseluruhan dapat dinyatakan layak, adapun informasi dari **Tabel 4.2** diperoleh bahwasanya nilai validitas ATOMICCARD mempunyai rincian indikator ke-1 dan ke- 2 dengan nilai validitas 0,95, indikator ke-3, ke-4, dan ke-5 memperoleh nilai validitas 0,85, indikator ke-6 dengan nilai validitas 0,9. Dengan demikian, rata-rata nilai tiap aspek penilaian materi ATOMICCARD dari para ahli materi sebesar V=0,89 sehingga dari aspek materi dinyatakan layak.

Setelah dilakukan analisis menyeluruh terhadap hasil validasi, ditemukan bahwa media pembelajaran ATOMICCARD yang dinilai oleh para ahli media mendapatkan nilai sebesar V=0,86 dan dari para ahli materi menunjukkan hasil sebesar V=0,89. Berdasarkan tabel Aiken's dengan 5 rater dan menggunakan *Number of Category* skala 5, media dikatakan layak jika mencapai nilai minimun V=0,80. Berikut grafik hasil analisis nilai

validasi dari para validator ahli materi dan media ATOMICCARD pada **Gambar 4.7.**



Gambar 4.7 Grafik Nilai Validasi Ahli Media dan Materi

Media pembelajaran ATOMICCARD telah dinyatakan layak untuk diuji coba kepada peserta didik oleh para ahli media dan materi.

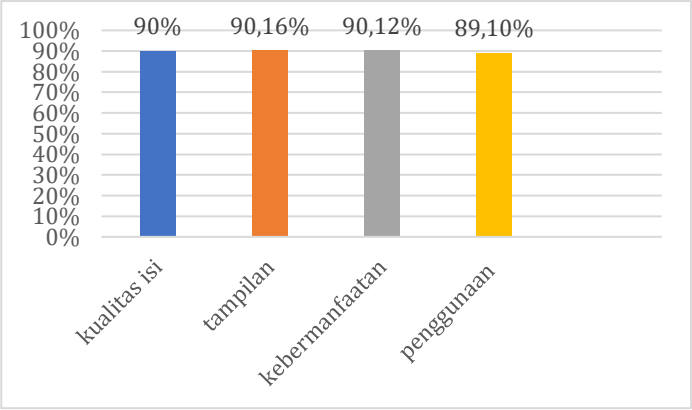
3. Respons Peserta Didik

Uji respons peserta didik dilaksanakan pada subjek penelitian, yaitu peserta didik kelas XI SMA N 2 Kendal. Tujuan dari uji respons ini adalah untuk memperoleh gambaran mengenai tanggapan peserta didik terhadap media pembelajaran yang telah dikembangkan. Kegiatan uji coba produk dilaksanakan pada tanggal 24 Juli 2025 pada jam pelajaran ke-4 dan ke-5. Pada tahap ini, peneliti membagikan angket kepada peserta didik yang berisi sejumlah pertanyaan terkait aspek tampilan, kemudahan

penggunaan, dan kebermanfaatan media ATOMICCARD dalam mendukung pembelajaran kimia.

Awal pertemuan responden diperkenalkan dan diperlihatkan media pembelajaran yang dikembangkan peneliti di depan kelas yaitu media ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom. Peneliti menjelaskan penggunaan media dan tujuan dari dikembangkannya media pembelajaran, kemudian 34 responden dibentuk menjadi 6 kelompok dengan perkelompok diberikan 1 kartu dan 1 smartphone untuk dapat menggunakan media pembelajaran. Setelah selesai mencoba media, kemudian peneliti memberikan angket respons kepada masing-masing pengguna. Selama penggunaan media pembelajaran ATOMICCARD oleh pengguna terlihat sangat semangat dan antusias saat men-scan kartu marker dengan aplikasi scanner yang telah dikembangkan peneliti.

Responden selanjutnya menilai produk berdasarkan empat aspek, yaitu kualitas isi, penggunaan, tampilan, dan kebermanfaatan. Hasil penilaian dari responden kemudian dianalisis untuk menghitung persentase kualitas pada masing-masing aspek. Rincian persentase respons pengguna terhadap media ATOMICCARD dapat ditemukan pada **Gambar 4.8.**



Gambar 4.8 Grafik Hasil Respons Pengguna

Berdasarkan grafik hasil respons pengguna pada **Gambar 4.8**, urutan persentase dari besar ke kecil adalah aspek tampilan (90,16%), aspek kebermanfaatan (90,12%), aspek kualitas isi (90%), dan terakhir aspek penggunaan (89,10%). Hasil penilaian pengguna secara menyeluruh terhadap media ATOMICCARD adalah sebesar 90% yang masuk kedalam kategori sangat baik dengan nilai rata-rata yakni 67,5. Rincian lengkap mengenai perhitungan analisis data respons pengguna terhadap media ATOMICCARD terdapat dalam **Lampiran 17**.

C. Revisi Produk

Selain data kuantitatif yang diperoleh dari hasil validasi, peneliti juga mendapatkan data kualitatif berupa komentar, saran, serta kritik perbaikan dari validator ahli materi maupun

ahli media. Masukan yang diberikan para validator tersebut menjadi dasar bagi peneliti untuk melakukan revisi produk, sehingga media pembelajaran ATOMICCARD pada materi struktur atom dapat mencapai kelayakan yang optimal sebelum digunakan dalam pembelajaran. Adapun beberapa komentar dan saran perbaikan dari validator ahli disajikan sebagai berikut:

1. Desain pada logo aplikasi diubah agar lebih menarik lagi
2. Penambahan latihan soal
3. Perbaikan pada konsistensi warna dan *font* pada materi
4. Penambahan fitur buat atom
5. Perbaikan pada tampilan yang ada difitur mulai AR
6. Perbaikan pada konsistensi tombol back (kembali)

Beberapa saran dan masukan yang telah diuraikan merupakan rangkuman masukan yang didapatkan peneliti dari para validator ahli media dan ahli materi dalam mengembangkan media pembelajaran. Oleh karena itu , berikut perbedaan sebelum dan sesudah dilakukan revisi:

1. Desain pada logo aplikasi diubah agar lebih menarik

   Perbedaan antara logo awal dan logo hasil revisi terletak pada elemen visual dan identitas media. Logo awal (kiri) hanya menampilkan simbol kode pemrograman dengan latar berwarna hijau yang tidak secara langsung merepresentasikan karakteristik media

pembelajaran ATOMICCARD. Sementara itu, logo hasil revisi (kanan) telah menyesuaikan identitas media dengan menampilkan huruf "A" dan "C" yang merupakan singkatan dari ATOMICCARD, serta desain visual berbentuk lingkaran dengan kombinasi warna biru yang memberikan kesan edukatif dan modern. Revisi ini dilakukan untuk memperkuat identitas aplikasi dan agar lebih mudah dikenali oleh pengguna sebagai media pembelajaran.



Sebelum Sesudah

Gambar 4.9 Perbedaan Desain Logo ATOMICCARD Sebelum dan Sesudah

2. Penambahan latihan soal

Penambahan fitur latihan soal pada aplikasi ATOMICCARD memberikan manfaat dalam mendukung proses pembelajaran peserta didik. Fitur ini memungkinkan peserta didik untuk berlatih mengerjakan soal secara mandiri sebelum mengikuti uji kompetensi. Dengan adanya latihan soal peserta didik dapat mengukur pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah

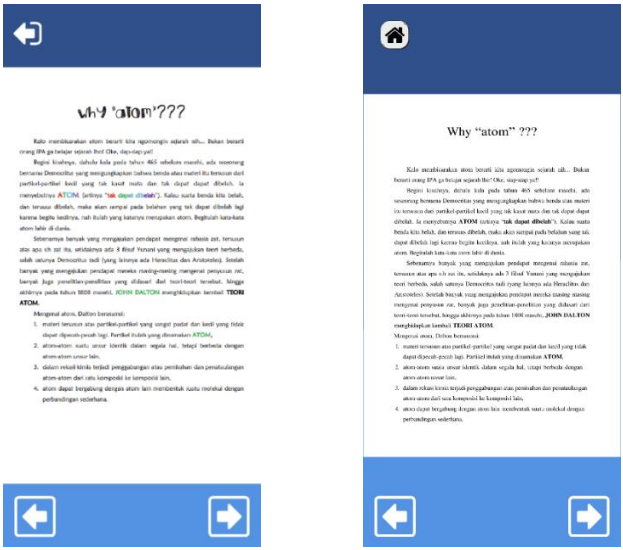
dipelajari, memperkuat daya ingat, serta meningkatkan rasa percaya diri dalam menghadapi soal evaluasi.



Gambar 4.10 Penambahan Fitur Latihan Soal

3. Perbaikan pada konsistensi warna, kerapian margin, dan *font* pada materi

   Perbaikan dilakukan pada aspek konsistensi warna, kerapian margin, dan penggunaan *font* pada tampilan materi. Sebelumnya warna latar dan elemen desain pada beberapa halaman tidak seragam, margin teks kurang rapi, serta jenis dan ukuran font tidak konsisten antar bagian. Setelah direvisi seluruh halaman materi disesuaikan dengan warna yang seragam dan harmonis, margin diperbaiki agar tampilan teks lebih simetris dan mudah dibaca, serta *font* yang digunakan diseragamkan untuk menjaga keterbacaan. Perbaikan ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan visual dan keteraturan tampilan dalam proses pembelajaran melalui aplikasi ATOMICCARD.



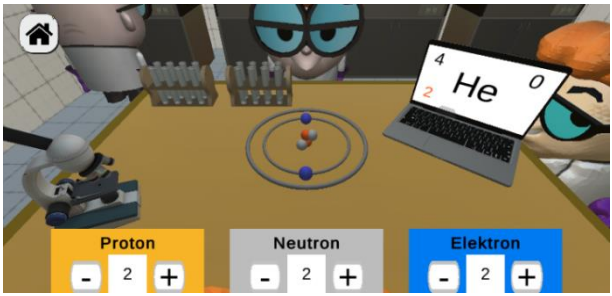
Sebelum Sesudah

Gambar 4.11 Perbaikan Tampilan Pada Materi Sebelum dan Sesudah

4. Penambahan fitur buat atom

Penambahan fitur Buat Atom memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep struktur atom. Melalui fitur buat atom peserta didik dapat secara interaktif menyusun jumlah proton, neutron, dan elektron untuk membentuk suatu atom, kemudian melihat hasil visualisasinya dalam bentuk model atom Bohr 3D. Fitur ini mendorong pembelajaran berbasis eksplorasi dan eksperimen, sehingga peserta didik tidak hanya menghafal, tetapi juga memahami keterkaitan antara jumlah partikel subatomik dengan

lambang unsur, nomor atom, dan nomor massa. Selain itu, fitur ini juga memfasilitasi keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah karena peserta didik dapat mencoba berbagai kombinasi untuk melihat pengaruhnya terhadap jenis unsur yang terbentuk. Dengan pendekatan ini, konsep abstrak dalam struktur atom menjadi lebih konkret, menarik, dan mudah dipahami.

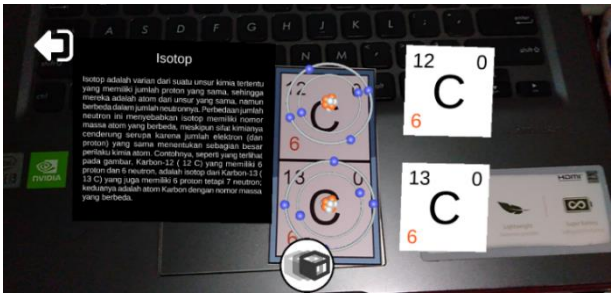


Gambar 4.12 Penambahan Fitur Buat Atom

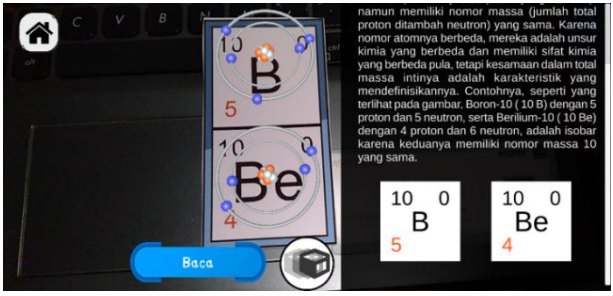
5. Perbaikan pada tampilan yang ada difitur Mulai AR

Perbaikan dilakukan pada tampilan visual penjelasan konsep struktur atom dalam mode *Augmented Reality*. Pada gambar sebelumnya, teks penjelasan ditampilkan secara langsung di layar dan menutupi sebagian besar visual model atom. Hal ini menyebabkan peserta didik kesulitan untuk melihat struktur atom secara utuh ketika membaca materi yang ditampilkan. Sebagai solusi pada gambar bawah ditambahkan tombol (Baca) yang

memungkinkan pengguna untuk memilih kapan ingin menampilkan teks penjelasan. Jika tombol tidak ditekan maka yang ditampilkan hanya model atom dalam bentuk 3D tanpa teks, sehingga peserta didik dapat lebih fokus mengamati visualisasi atom. Dengan adanya fitur ini tampilan menjadi lebih interaktif dan fleksibel sesuai kebutuhan pengguna, serta meminimalkan gangguan visual saat mengamati objek AR.



Sebelum



Sesudah

Gambar 4.13 Perbedaan Tampilan AR Sebelum dan Sesudah Penambahan Tombol Baca

D. Kajian Produk Akhir

Aplikasi ATOMICCARD dikembangkan melalui model 4D *(Four D)*. Dalam meida pembelajaran ATOMICCARD, terdapat 5 kartu untuk memvisualisasikan dalam bentuk animasi 3D pada model perkembangan atom, 3 kartu untuk membedakan antara isotop, isoton, dan isobar, dan 10 kartu unsur untuk memvisualisasikan unsur dalam bentuk atom born. ATOMICCARD adalah salah satu inovasi media pembelajaran yang terdepan, mengadopsi teknologi *augmented reality*. *Augmented reality* dipandang sebagai teknologi yang sesuai untuk mendukung pembelajaran kimia, sebab memungkinkan penyajian representasi objek tiga dimensi secara *real-time* melalui media elektronik, sehingga menghadirkan pengalaman visual yang menyerupai interaksi langsung dengan objek nyata. (Pramono dan Wiratama, 2018).

ATOMICCARD yang telah dikembangkan memberikan visualisasi kepada peserta didik secara submikroskopik sehingga mampu menjembatani pemahaman konsep dari tingkat makroskopik ke mikroskopik. Hal ini sangat penting dalam pembelajaran kimia karena struktur atom merupakan konsep abstrak yang tidak memungkinkan untuk diamati secara langsung oleh peserta didik. Dengan adanya model atom dalam bentuk animasi 3D yang dipicu melalui kartu-kartu ATOMICCARD, peserta didik dapat melihat bentuk dari

berbagai model atom seperti Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga Mekanika Kuantum. Media ATOMICCARD membantu peserta didik membedakan konsep yang sering kali membingungkan seperti isotop, isoton, dan isobar melalui pendekatan visual interaktif. Kartu-kartu unsur yang menampilkan atom-atom dalam bentuk Bohr juga memberikan pemahaman yang konkret mengenai struktur elektron dalam kulit-kulit atom. Dengan demikian penggunaan media ATOMICCARD tidak hanya berimplikasi pada peningkatan motivasi belajar peserta didik, melainkan juga memungkinkan terwujudnya pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*), yang terbukti lebih efektif dalam menguatkan pemahaman konseptual serta mempertahankan retensi pengetahuan dalam jangka panjang. Berikut adalah penjelasan mengenai fitur-fitur utama yang terdapat dalam aplikasi ATOMICCARD yang meliputi :

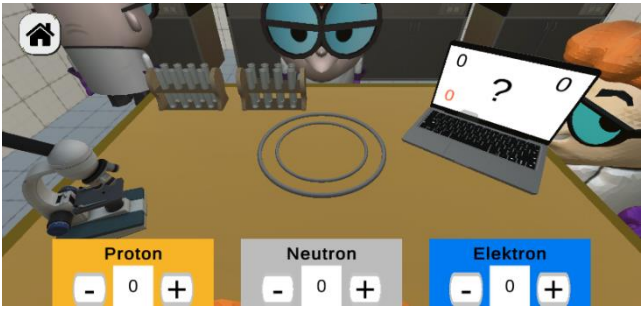
1. Tampilan Home Aplikasi ATOMICCARD



Gambar 4.14 Tampilan Halaman Utama (*Home Menu*) dari Aplikasi ATOMICCARD

Pada gambar di atas ditampilkan halaman utama (*home menu*) dari aplikasi ATOMICCARD yang berfungsi sebagai pintu masuk menuju seluruh fitur pembelajaran. Bagian tengah layar memuat judul besar "ATOMIC CARD" sebagai identitas utama aplikasi, dengan desain huruf tebal dan efek bayangan biru yang memberikan kesan menarik dan menonjol. Tepat di bawah judul terdapat enam menu yang ditata sejajar dan dilengkapi ikon beserta label untuk memudahkan navigasi, yaitu Buat Atom, Mulai AR, Materi, Kuis, Lihat Marker, dan Tentang. Pada pojok kanan atas terdapat ikon keluar yang berfungsi untuk menutup aplikasi. Tujuan utama menu utama dalam media pembelajaran adalah menyediakan navigasi yang jelas dan mudah bagi pengguna untuk mengakses berbagai materi dan fitur yang tersedia. Menu utama berfungsi sebagai titik awal yang memandu pengguna ke bagian-bagian berbeda dari media pembelajaran, memastikan pengguna dapat dengan cepat menemukan informasi atau aktivitas yang pengguna butuhkan(Satriani, Ashaq dan Bahri, 2024).

2. Buat Atom



Gambar 4.15 Tampilan Menu Buat Atom

Menu Buat Atom pada aplikasi ATOMICCARD merupakan fitur yang dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam mempelajari struktur atom secara interaktif melalui simulasi virtual. Pada bagian tengah layar ditampilkan inti atom beserta lintasan kulit elektron dalam bentuk lingkaran konsentris. Struktur ini akan terisi secara dinamis sesuai dengan jumlah partikel penyusun atom yang ditentukan oleh pengguna. Pada bagian bawah layar tersedia tiga panel pengaturan jumlah partikel, yaitu Proton dengan latar kuning, Neutron dengan latar abu-abu, dan Elektron dengan latar biru. Setiap panel dilengkapi tombol penambah (+) dan pengurang (−) yang memungkinkan pengguna dapat memodifikasi jumlah partikel secara langsung.

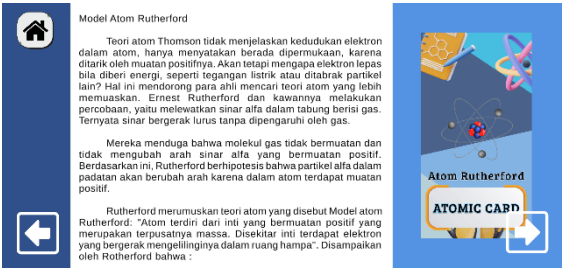
Perubahan jumlah proton, neutron, atau elektron akan segera tercermin pada visualisasi atom di bagian tengah

serta pada informasi numerik yang ditampilkan di layar laptop virtual. Fitur Buat Atom tidak hanya berperan dalam mengkonkretkan konsep abstrak struktur atom, melainkan juga membuka ruang bagi peserta didik untuk melakukan eksplorasi terhadap variasi atom, mencakup isotop, ion, serta atom netral. Melalui pendekatan visual dan manipulasi langsung, menu Buat Atom mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik serta memperkuat pemahaman konseptual secara bermakna.

3. Mulai AR



(a)



(b)

Gambar 4.16 (a)(b)Tampilan Menu Mulai AR

Mulai AR pada aplikasi ATOMICCARD menjadi pintu utama bagi pengguna untuk merasakan pengalaman belajar berbasis *augmented reality* (AR). Integrasi teknologi AR dalam proses pembelajaran tidak hanya menstimulasi minat dan konsentrasi peserta didikk, tetapi juga memperkuat pemahaman terhadap konsep struktur atom melalui representasi visual tiga dimensi yang bersifat interaktif. Temuan ini mendukung hasil penelitian Saputra dan Indah, (2025) yang mengemukakan bahwa pemanfaatan AR dapat berfungsi sebagai strategi yang efektif bagi peserta didik dalam memahami konsep kimia yang bersifat abstrak. Dukungan audio, seperti narasi materi, juga mampu memperkaya pengalaman belajar dan membuat informasi lebih mudah diingat, terutama bagi peserta didikk dengan gaya belajar auditori maupun yang memiliki keterbatasan membaca (Rio, Assidiq dan Syarli, 2023)

Pada halaman Mulai AR pengguna diarahkan untuk mengarahkan kamera perangkat ke marker yang telah disediakan. Sistem akan memproses marker tersebut dan menampilkan model 3D atom yang dapat dilihat dari berbagai sudut hanya dengan menggerakkan ponsel. Interaksi ini memberikan kesan nyata seolah-olah model atom berada di depan mata, lengkap dengan detail warna,

bentuk, dan susunan strukturnya. Selain itu, tersedia menu Baca untuk menampilkan penjelasan materi yang relevan dengan objek yang discan, serta fitur Narator yang membacakan materi secara otomatis. Kombinasi visual interaktif, teks informatif, dan audio naratif ini menciptakan pengalaman belajar yang menyeluruh, menarik, dan mudah dipahami.

4. Materi



Gambar 4.17 Tampilan Menu Materi

Menu Materi pada aplikasi ATOMICCARD berfungsi sebagai sumber informasi utama yang menyajikan konsep-konsep penting terkait struktur atom. Tampilan menu ini memuat teks penjelasan yang dilengkapi dengan

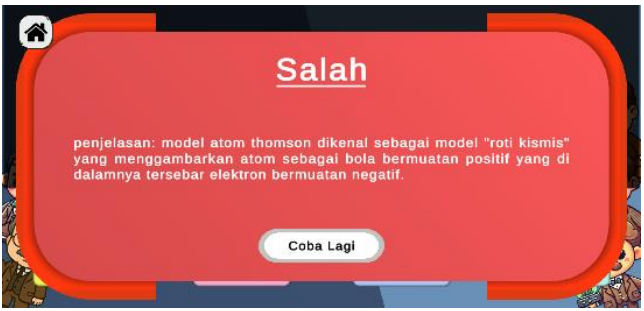
ilustrasi visual seperti gambar model atom, foto tokoh ilmuwan, contoh soal beserta jawaban, dan kutipan pendapat untuk memperkuat pemahaman pengguna.

Desain menu Materi dilengkapi tombol navigasi berbentuk panah kanan dan kiri untuk menggulir halaman, sehingga pengguna dapat membaca materi secara berurutan. Pada sudut kiri atas terdapat tombol kembali untuk kembali ke menu utama. Penyajian materi secara visual dan terstruktur ini bertujuan untuk membantu peserta didik memahami konsep yang bersifat abstrak dengan cara yang lebih konkret, sekaligus mengaitkannya dengan latar belakang historis dan eksperimen ilmiah yang mendasarinya(Satriani, Ashaq dan Bahri, 2024).

5. Kuis



(a)



(b)

Gambar 4.18 (a) (b) Tampilan pada Menu Kuis

Menu Kuis pada aplikasi ATOMICCARD menjadi salah satu fitur interaktif yang dirancang untuk menguji sekaligus memperkuat pemahaman pengguna. Pada fitur latihan berfungsi sebagai sarana pembelajaran interaktif yang memungkinkan pengguna mengasah pemahaman materi secara bertahap. Fitur latihan memberi kesempatan untuk mencoba berulang kali tanpa batasan, sehingga cocok digunakan untuk menguatkan konsep sebelum menghadapi penilaian. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurmarwaa *et al.*, (2022) yang mengemukakan bahwa Soal-soal latihan bermanfaaat untuk memperdalam lagi mengenai materi yang sudah disajikan.

6. Lihat Marker

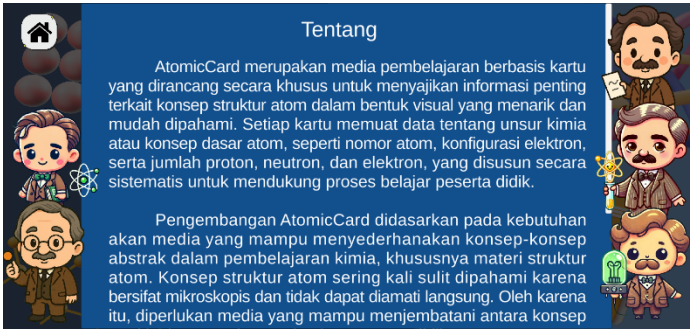


Gambar 4.19 Tampilan pada Menu Lihat Marker

Menu Lihat Marker berfungsi sebagai petunjuk langkah demi langkah untuk menggunakan fitur Augmented Reality (AR) pada aplikasi ATOMICCARD. Menu ini dirancang agar pengguna untuk dapat dengan cepat memahami proses memunculkan objek 3D melalui pemindaian marker. Dibagian tengah terdapat tiga ilustrasi langkah penggunaan AR yang disusun secara berurutan. Langkah pertama adalah Download Marker yang akan langsung mengarahkan pengguna ke Google Drive untuk mengunduh kartu marker. File tersebut kemudian perlu dicetak agar dapat digunakan untuk proses pemindaian. Jika kartu sudah dimiliki, maka proses pembelajaran berlanjut dengan peserta didik mengarahkan kamera ponsel ke kartu marker melalui pemanfaatan fitur augmented reality yang terintegrasi dalam aplikasi. Ketika kamera berhasil mengenali marker

sistem akan memvisualisasikan objek atom tiga dimensi pada layar secara interaktif sehingga mendukung terciptanya pengalaman pembelajaran yang lebih menarik. Menu lihat marker menjadi penghubung penting antara materi pembelajaran dan pengalaman visual 3D, memastikan pengguna memahami proses dari persiapan hingga menikmati simulasi atom dalam bentuk yang dapat diamati dari berbagai sudut.

7. Tentang



Gambar 4.20 Tampilan pada Menu Tentang

Menu Tentang berfungsi sebagai pengenalan awal bagi pengguna mengenai tujuan dan konsep utama dari aplikasi ATOMICCARD. Pada halaman ini dijelaskan bahwa ATOMICCARD adalah media pembelajaran berbasis kartu yang dirancang khusus untuk menyajikan informasi terkait struktur atom.

Keunggulan media ATOMICCARD diantaranya; (1) Media ATOMICCARD dapat menjadi media penunjang dalam kegiatan

pembelajaran kimia, (2) Media ATOMICCARD dengan bantuan teknologi *Augmented reality* mampu memberikan visualisasi terkait objek 3D khususnya dalam bentuk model atom, perbedaan isotop, isoton, dan isobar, dan atom dalam bentuk born, (3) Penggunaan teknologi ini sangat cocok digunakan dalam proses pembelajaran pada materi struktur atom yang bersifat abstrak, hanya dengan bantuan sederhana seperti *smartphone* dan kartu ATOMICCARD, (4) Aplikasi ATOMICCARD memiliki banyak fitur seperti materi, link download kartu, latihan soal, pembuatan atom dalam bentuk born secara manual, dan fitur penjelasan dengan suara yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi struktur atom.

ATOMICCARD sebagai media pembelajaran juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain: (1) Aplikasi belum bisa digunakan pada *Operating System* IOS, (2) Aplikasi dikembangkan untuk *Operating System* Android versi 8.0 (Android Oreo) hingga versi 14.0 (Android 14), sehingga jika versi Android terbaru telah keluar (Android 15 dan seterusnya), maka fungsi kamera AR tidak akan berfungsi pada aplikasi.

E. Keterbatasan Peneletian

Studi pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom memiliki beberapa keterbatasan, antara lain:

1. Proses pembuatan media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom hanya semampunya peneliti yang masih pemula dalam mengembangkan media pembelajaran.
2. Penelitian ini dilaksanakan hanya di SMA Negeri 2 Kendal, sehingga temuan dan hasilnya bersifat kontekstual dan mungkin berbeda jika diterapkan di sekolah lain.

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil penelitian dan analisis terkait pengembangan media pembelajaran ATOMICCARD menunjukkan beberapa kesimpulan berikut:

1. Hasil analisis validasi ahli media dan ahli materi didapatkan nilai validasi media ATOMICCARD yang telah dikembangkan pada seluruh aspek penilaian menunjukkan media pembelajaran ATOMICCARD valid dengan nilai V=0,87 dari para ahli media dan V=0,89 dari para ahli materi.
2. Respons pengguna terhadap media media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom menunjukkan hasil pada kategori "sangat baik", dan nilai secara menyeluruh sebesar 90% dengan nilai rata-rata yakni 67,5.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik

   Media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar mandiri. Diharapkan peserta didik mampu menggunakan media ini secara optimal untuk meningkatkan pemahaman konsep.

2. Bagi Guru

   Media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat berfungsi sebagai salah satu alternatif media inovatif yang mendukung keberlangsungan proses pembelajaran di kelas. Pemanfaatan media ini diharapkan mampu membantu guru dalam meningkatkan partisipasi aktif, ketertarikan, serta pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep kimia khususnya materi struktur atom.

3. Bagi sekolah

   Sekolah diharapkan dapat mendukung pemanfaatan serta menyediakan akses terhadap media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom bagi peserta didik, khususnya kelas X di tingkat SMA/MA. Dengan demikian, media ini dapat berfungsi

sebagai sarana pendukung pembelajaran yang bermanfaat dan relevan dengan kebutuhan peserta didik.

C. Deseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Media pembelajaran ATOMICCARD *(Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom masih memiliki sejumlah keterbatasan sehingga memerlukan penyempurnaan di masa mendatang. Hal ini memberikan peluang bagi peneliti atau mahasiswa lain untuk mengoptimalkan produk yang telah dikembangkan, baik dari aspek isi, tampilan, maupun fungsionalitas media. Selain itu, diperlukan pula pelaksanaan uji coba dalam skala yang lebih luas agar efektivitas dan kebermanfaatan media ini dapat terukur secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianis, N. dan Ningsih, L. (2022) "Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Struktur Atom," *Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 6(2), hal. 102–108.

Agustina, A., Anam, K. dan Bulan, S. (2022) "Pembuatan Spectro Animation Sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa pada Konsep Struktur Atom Bohr," *Jurnal Diklat Keagamaan*, 16(2), hal. 138–149.

Aqib, Z. (2010) *Profesionalisme Guru dalam Pembelajaran*. Surabaya: Insan Cendekia.

Arwudarachman, D., Setiadarma, W. dan Marsudi (2015) "Pengembangan Media Pembelajaran Audio Visual Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Menggambar Bentuk Siswa Kelas XI," *Jurnal Pendidikan Seni Rupa, Universitas Negeri Surabaya*, 03, hal. 237–243.

Azhar, A. (2017) *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.

Azikiwe (2007) *Language Teaching and Learning*. Onitsha: Afiricana-First Pubs.

Azwar (2017) *Penyusunan Skala Psikologi*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Euis, K. dan Priansa, D.J. (2014) *Manajemen Kelas[Classroom Management] : Guru Profesional yang Inspiratif, Kreatif, Menyenangkan, dan Berprestasi*. Bandung: CV. Alfabeta.

Haris, F. dan Hendrati, O.D. (2018) "Pemanfaatan Augmented Reality untuk Pengenalan Landmark Pariwisata Kota Surakarta," *Jurnal Teknoinfo*, 12(1), hal. 7–10. Tersedia pada: https://doi.org/10.33365/jti.v12i1.41.

Hayati, L., Loka, I.N. dan Anwar, Y.A.S. (2019) "Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dengan Metode Pembelajaran Terpadu Kemampuan Berpikir Kritis," *Chemistry Education Practice*, 2(2). Tersedia pada: https://doi.org/10.29303/cep.v2i2.1364.

Hoon, L.N., Shukhaila, S. dan Shaharuddin, B. (2019) "Learning Effectiveness of 3D Hologram Animation on Primary

School Learners Literature Review," *Journal of Visual Art and Design,* 11(2), hal. 93–104. Tersedia pada: https://doi.org/10.5614/j.vad.2019.11.2.2.

Huda, N. dan Purwaningtias, F. (2017) "Perancangan Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Huruf dan Angka Berbasis Augmented Reality," *Jurnal Sisfokom*, 06(02), hal. 116–120.

Indraniyati, Fatah, A.H. dan Asi, N.B. (2020) "Pemahaman Konsep Struktur Atom Setelah Pembelajaran Menggunakan Model Discovery Learning Berbantuan LKS pada Siswa Kelas X MIA-1 SMA Negeri 1 Paku," *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(1), hal. 180–192. Tersedia pada: https://doi.org/10.4324/9781003401810-20.

Junaidi (2019) "Peran Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Mengajar," *Jurnal Manajemen Pendidikan dan Pelatihan*, 3(1), hal. 45–56.

Kaltsum, H. (2017) "Pemanfaatan Alat Peraga Edukatif Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Inggris Sekolah Dasar," *Urecol*, hal. 19–24.

Kristanto, A. (2016) *Media Pembelajaran*. Surabaya: Bintang Sutabaya.

Mat, M.Z.A. *et al.* (2016) "An Action Research on the Effectiveness Uses of Flash Card in Promoting Hijaiyah Literacy among Primary School Pupils," *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 7(March), hal. 433–438. Tersedia pada: https://doi.org/10.5901/mjss.2016.v7n2s1p433.

Miharti, I., Tentia, I. dan Romundza, F. (2024) "Analisis Pemahaman Konsep Siswa SMA Berdasarkan Gaya Belajar Pada Materi Struktur Atom," *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(2), hal. 227–232. Tersedia pada: https://doi.org/10.55338/saintek.v6i2.3546.

Mustaqim, I. dan Kurniawan, N. (2017) "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality," *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), hal. 36–47. Tersedia pada:

https://doi.org/10.37905/jji.v4i2.16448.

Nazilah, S. dan Ramdhan, F.S. (2021) "Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Untuk Pengenalan Landmark Negara-Negara ASEAN Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Marker Based Tracking," *Ikra-Ith Informatika*, 5(2), hal. 99–107.

Nurdyansyah (2019) *Media Pembelajaran Inovatif*. Sidoarjo: UMSIDA Press.

Nurmarwaa, S. *et al.* (2022) "Articulate Storyline 3 sebagai Media Pembelajaran Interaktif di Masa Pandemi Covid-19 untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA pada Hukum Kekekalan Momentum: Uji Kelayakan," *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 10(1), hal. 35–42. Tersedia pada: https://doi.org/10.21831/jpms.v10i1.42084.

Nurrahmah, A. dan Nursa'adah, F.P. (2019) "Pengaruh Kemampuan Dasar Matematika Dan Efikasi Diri Terhadap Pemahaman Konsep Kimia," *Simposium Nasional Ilmiah & Call for Paper Unindra (Simponi)*, hal. 214–220. Tersedia pada: https://doi.org/10.30998/simponi.v0i0.463.

Nurseto, T. (2011) "Membuat Media Pembelajaran yang Menarik," *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, 8(1), hal. 19–35. Tersedia pada: https://doi.org/10.21831/jep.v8i1.706.

Paidi (2012) *Metodologi Penelitian Pendidikan Biologi*. Yogyakarta: UNY Press.

Pramono, A. dan Wiratama, F.D.M. (2018) "Aplikasi Pengenalan Rumah Adat Indonesia Dengan Konsep 3D-Augmented Reality Berbasis Android," *Konvergensi*, 14(1), hal. 1–10. Tersedia pada: https://doi.org/10.30996/konv.v14i1.2766.

Rahman, S., Ischak, N.I. dan Sihaloho, M. (2016) "Identifikasi Kesulitan Siswa dalam Memahami Konsep Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Sistem Periodik Unsur," *Entropi*, 11(2), hal. 185–189.

Raisul, M. (2020) "Misconception Reduction by Implementing Contextual Teaching and Learning (CTL) Approach on Salt Hydrolysis Material in Grade XI at SMA 1 Palasa," *Jurnal Akademika Kimia*, 9(May), hal. 78–86. Tersedia pada: https://doi.org/10.22487/j24775185.2020.v9.i2.pp78-86.

Rasyid, M., Azis, A.A. dan Saleh, A.R. (2016) "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia dalam Konsep Sistem Indera Pada Siswa Kelas XI SMA," *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(2), hal. 69–80.

Riduwan (2013) *Dasar-dasar Statistik*. Bandung: Alfabeta.

Rio, B., Assidiq, M. dan Syarli (2023) "Aplikasi Pembelajaran Sains Kimia pada SMK BIGEM (Bina Genari Mandiri) Berbasis Augmented Reality (AR)," *Journal Peqguruang: Conference Series*, 5(2), hal. 861–869. Tersedia pada: https://doi.org/10.35329/jp.v5i2.4419.

Rohimat, S., Sanusi dan Munthahanah (2022) "Diseminasi Platform Merdeka Mengajar Untuk Guru SMA Negeri 6 Kota Serang," *ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), hal. 1–9. Tersedia pada: https://doi.org/10.47080/abdikarya.v4i2.2035.

Rumahorbo, S. dan Nurfajriani, N. (2022) "Pengembangan Media E-Learning Berbasis Weblog dengan Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) pada Materi Laju Reaksi," *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 3(4), hal. 615–624. Tersedia pada: https://doi.org/10.36418/jiss.v3i4.566.

Sakinah, N.N., Sihombing, J.L. dan Amdayani, S. (2022) "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM(Science, Technology,Engineering And Mathematics) Pada Materi Termokimia," *Jurnal Sekolah*, 6(3), hal. 32–36. Tersedia pada: https://doi.org/10.21608/pshj.2022.250026.

Saputra, D. dan Indah, S.M. (2025) "Efektivitas Media Augmented Reality dalam Pembelajaran Struktur Atom

di Sekolah Menengah," *Jurnal pendidikan, Kimia, Fisika dan Biologi*, 1(1), hal. 29–39.

Satriani, N., Ashaq, M.H. dan Bahri (2024) "Kajian Pustaka Sistematis tentang Perencanaan Kegiatan Pembelajaran : Pemilihan Materi Pembelajaran," *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 1(6), hal. 1–9.

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 (JKPTB)*, 7(1), hal. 1–5.

Setiyadi, A. dan Setiawan, E.B. (2019) "Blind scanner Server and Batch Programming Implementation in the Process of Automatically Scan Documents," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(2). Tersedia pada: https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/2/022068.

Shalikhah, N.D. (2016) "Pemanfaatan Aplikasi Lectora Inspire Sebagai Media Pembelajaran Interaktif," *Cakrawala: Jurnal Studi Islam*, XI(1), hal. 101–115.

Silahuddin, A. (2022) "Pengenalan Klasifikasi, Karakteristik, Dan Fungsi Media Pembelajaran MA Al-Huda Karang Melati," *Idaarotul Ulum (Jurnal Prodi MPI)*, 4, hal. 162–175. Tersedia pada: https://jurnal.insanprimamu.ac.id/index.php/idaarotul/article/view/244.

Soepriyanto, Y., Sihkabuden dan Surahman, E. (2017) "Pengembangan Obyek 3D Digital Pada Meja Piramida Hologram Untuk Pembelajaran Kelas," *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 1(4), hal. 333–339.

Sudjana, N. dan Rivai, A. (2011) *Media pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.

Sugiyono (2016) *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Syarifuddin dan Utari, E.D. (2022) "Media Pembelajaran (Dari Masa Konvensional Hingga Masa Digital)," *Bening*

Media Publishing, 18(1), hal. 19–24.

Talizaro (2018) "Peranan Media Pembelajaran dalam Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa," *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2).

Trianto (2010) *Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam KTSP*. Jakarta: Bumi Aksara.

Ulfah, T.A., Wahyuni, E.A. dan Nurtamam, M.E. (2016) "Pengembangan Media Pembelajaran Permainan Kartu UNO pada Pembelajaran Matematika Materi Satuan Panjang," *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pembelajarannya*, hal. 955–961. Tersedia pada: https://doi.org/10.31219/osf.io/qt4mv.

Vellayati, S., Nurmaliah, C. dan Saidi, N. (2020) "Identifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Siswa Menggunakan Tes Diagnostik Three-Tier Multiple Choice Pada Materi Hidrokarbon.," *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian*, 8(1), hal. 128–140. Tersedia pada: https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15715.

Widoyoko, E.P. (2011) *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Wulandari, T. dan Mudinillah, A. (2022) "Efektivitas Penggunaan Aplikasi CANVA sebagai Media Pembelajaran IPA MI/SD," *Jurnal Riset Madrasah Ibtidaiyah (JURMIA)*, 2(1), hal. 102–118.

Wulansari, O.D.E., Zaini, T. dan Bahri, B. (2013) "Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran," *Jurnal Informatika*, 13(1), hal. 169–179. Tersedia pada: https://doi.org/10.35329/jp.v4i1.2828.

Yudha, S., Nurfajriani, N. dan Silaban, R. (2023) "Analisis Kebutuhan Guru Terhadap Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android," *Jurnal Warta Desa (JWD)*, 5(1), hal. 42–47. Tersedia pada: https://doi.org/10.29303/jwd.v5i1.219.

Zakiy, M.A., Syazali, M. dan Farida (2018) "Pengembangan Media Android dalam Pembelajaran Matematika,"

Juournals of Mathematics Education, 1(2), hal. 87–96.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kisi-kisi Wawacara Dengan Guru Kimia

No.	Pertanyaan
1	Kurikulum apa yang diterapkan pada sekolah ini?
2	Apakah proses pembelajaran disesuaikan dengan kurikulum yang ditetapkan?
3	Apakah sudah tersedia sumber pembelajaran di sekolah?
4	Sumber belajarapa yang biasa Bapak/Ibu gunakan saat proses bembelajaran berlangsung?
5	Apakah dalam kegiatan pembelajaran kimia peserta didik pernah diajak untuk menggunakan smartphone-nya?
6	Bagaimana metode yang sering Bapak/Ibu gunakan pada saat melaksanakan kegiatan pembelajaran?
7	Bagaimana tanggapan/respons peserta didik selama kegiatan pembelajaran berlangsung?
8	Menurut Bapak/Ibu adakah penyebab peserta didik merasa sulit memahami materi kimia?
9	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan media flashcard dalam pembelajaran dalam upaya meningkatkan daya tarik pada kegiatan pembelajaran?
10	Bagaimana pendapat Bapak/Ibu mengenai

	penggunaan media pembelajaran flashcard?
11	Apakah Bapak/Ibu pernah mendengar penggunaan teknologi augmented reality dalam pembelajaran?
12	Bagaimana tanggapan Bapak/Ibu jika teknologi augmented reality diterapkan pada kegiatan pembelajran?
13	Bagaimana harapan Bapak/Ibu jika dilakukan pengembangan media pembelajran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom?

Lampiran 2. Hasil Wawancara Dengan Guru Kimia

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Kurikulum apa yang diterapkan pada sekolah ini?	Kurikulum yang digunakan adalah kurikulum merdeka
2	Apakah proses pembelajaran disesuaikan dengan kurikulum yang ditetapkan?	Sejauh ini sesuai akan tetapi kami masih mempertimbangkan urutan pembelajaran materi yang akan di ajarkan
3	Apakah sudah tersedia sumber pembelajaran di sekolah?	Sudah tersedia
4	Sumber belajar apa yang biasa Bapak/Ibu gunakan saat proses bembelajaran berlangsung?	Saya biasanya langsung menerangkan materi dengan bantuan buku paket dan papan tulis
5	Apakah dalam kegiatan pembelajaran kimia peserta didik pernah diajak untuk menggunakan smartphone-nya?	Pernah, saya sering menyuruh peserta didik saya untuk mencari materi dan guna untuk quiz

6	Bagaimana metode yang sering Bapak/Ibu gunakan pada saat melaksanakan kegiatan pembelajaran?	Metode yang ibu gunakan adalah konvensional
7	Bagaimana tanggapan/respons peserta didik selama kegiatan pembelajaran berlangsung?	Peserta didik masih malu untuk bertanya langsung kepada gurunya secara langsung
8	Menurut Bapak/Ibu adakah penyebab peserta didik merasa sulit memahami materi kimia?	Hampir semua materi sulit bagi peserta didik, karena kimi yang bersifat abstrak, penuh dengan perhitungan dan belum mengetahui arah tujuan dari kegiatan pembelajaran yang sedang dilaksanakan, namun yang menjadi masalah yaitu peserta didik masih kesulitan untuk memulai pembelajaran secara mandiri, sehingga masih perlunya bimbingan dari

		gurunya dari pemberian pemahaman konsep atau penjelasan yang lebih mendetail.
9	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan media flashcard dalam pembelajaran dalam upaya meningkatkan daya tarik pada kegiatan pembelajaran?	Belum pernah
10	Bagaimana pendapat Bapak/Ibu mengenai penggunaan media pembelajaran flashcard?	Saya belum pernah menggunakan meida pembelajaran ini. Jadi saya tidak bisa berkomentar lebih lanjut
11	Apakah Bapak/Ibu pernah mendengar penggunaan teknologi augmented reality dalam pembelajaran?	Belum pernah
12	Bagaimana tanggapan Bapak/Ibu jika	Penerapan teknologi augmented reality pada

	teknologi augmented reality diterapkan pada kegiatan pembelajran?	media pembelajaran sangat membantu peserta didik memahami materi struktur atom yang bersifat abstrak. Visualisasi 3D membuat pembelajaran lebih menarik dan mudah dipahami. Peserta didik terlihat lebih antusias dan aktif. Saya mendukung penggunaan media ini karena sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pembelajaran saat ini
13	Bagaimana harapan Bapak/Ibu jika dilakukan pengembangan media pembelajran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom?	Harapannya semoga bisa membantu peserta didik yang sulit membayangkan/ memvisualisasikan struktur atom. Visualisasi 3D membuat pembelajaran lebih menarik dan mudah dipahami.

Lampiran 3. Kisi-kisi Lembar Angket Kebutuhan Peserta Didik

No.	Pertanyaan
1	Menurut kamu, apakah mata pelajaran kimia menjadi salah satu mata pelajaran yang sulit?
2	Apakah kamu pernah mengalami kendala saat kegiatan pembelajaran kimia berlangsung?
3	Menurut kamu, apakah materi struktur atom termasuk salah satu materi yang sulit?
4	Media pembelajaran adalah salah satu cara atau bantu yang digunakan dalam proses belajar mengajar, contohnya buku, modul, petujuk praktikum, PPT, dll. Berdasarkan pengalamanmu, apakah dalam pembelajaran kimiamu pernah menggunakan media *Augmented Reality*?
5	Apakah Guru kimia kamu selalu menggunakan media pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran kimia?
6	Apakah guru kimia kamu menggunakan media pembelajaran yang bervariasi saat kegiatan pembelajaran?
7	Sebutkan media pembelajaran yang sering digunakan dalam kegiatan pembelajaran kimiamu?
8	Apa guru kimiamu mengajar mengguanakan media (selain buku) yang memanfaatkan peran teknologi?
9	Apakah media pembelajaran yang digunakan/diberikan sudah menarik?
10	Apakah media pembelajaran mudah digunakan dimana saja?
11	Apakah kamu memiliki perangkat *smartphone*?
12	Apakah kamu sering mengakses internet untuk mencari materi pembelajaran?

13	Apakah guru kimia kamu memperbolehkan mengoperasikan *smartphone* untuk mencari materi pembelajaran saat kegiatan pembelajaran sedang berlangsung?
14	Bagaimana tingkat keseringan anda menggunakan *smartphone* untuk pembelajaran?
15	Apakah saudara mengetahui tentang teknologi *Augmented Reality*?
16	Jika belum mengetahui, *Augmented Reality* atau AR adalah teknologi yang memperoleh penggabungan secara *real-time* terhadap digital konten yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. *Augmented Reality* memperbolehkan pengguna melihat objek maya 2D atau 3D yang diproyeksikan terhadap dunia nyata. Jika teknologi *Augmented Reality* tersebut diterapkan dalam kegiatan pembelajaran, apakah kamu tertarik untuk menggunakannya?
17	Menurut kamu sendiri, apakah perlu dikembangkan/ dibuatkan media pembelajaran *Augmented Reality* pada materi struktur atom?

Lampiran 4. Lembar Angket Kebutuhan Peserta Didik

LEMBAR ANGKET KEBUTUHAN PESERTA DIDIK

Nama Lengkap :

Kelas :

Petunjuk :

1) Mohon peserta didik melengkapi identitas diri
2) Baca poin-poin pertanyaan dengan baik dan teliti
3) Klik/pilih jawaban pada opsi yang tersedia dengan jujur
4) Peneliti mohon untuk semua pertanyaan dapat diisi tanpa ada yang terlewat

Pertanyaan

1 Menurut kamu, apakah mata pelajaran kimia menjadi salah satu mata pelajaran yang sulit?
   - o Iya
   - o Tidak

2 Apakah kamu pernah mengalami kendala saat kegiatan pembelajaran kimia berlangsung?
   - o Iya
   - o Tidak

3 Menurut kamu, apakah materi struktur atom termasuk salah satu materi yang sulit?
   - o Iya
   - o Tidak

4 Media pembelajaran adalah salah satu cara atau bantu yang digunakan dalam proses belajar mengajar, contohnya buku, modul, petujuk praktikum, PPT, dll. Berdasarkan pengalamanmu, apakah dalam pembelajaran kimiamu pernah menggunakan media Augmented Reality?

- Iya
- Tidak

5 Apakah Guru kimia kamu selalu menggunakan media pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran kimia?

- Iya
- Tidak

6 Apakah guru kimia kamu menggunakan media pembelajaran yang bervariasi saat kegiatan pembelajaran?

- Iya
- Tidak

7 Sebutkan media pembelajaran yang sering digunakan dalam kegiatan pembelajaran kimiamu?

- Buku paket
- Modul
- Power point
- Papan tulis
- Lainya…

8 Apa guru kimiamu mengajar mengguanakan media (selain buku) yang memanfaatkan peran teknologi?
   - Iya
   - Tidak

9 Apakah media pembelajaran yang digunakan/diberikan sudah menarik?
   - Iya
   - Tidak

10 Apakah media pembelajaran mudah digunakan dimana saja?
   - Iya
   - Tidak

11 Apakah kamu memiliki perangkat *smartphone*?
   - Iya
   - Tidak

12 Apakah kamu sering mengakses internet untuk mencari materi pembelajaran?
   - Iya
   - Tidak

13 Apakah guru kimia kamu memperbolehkan mengoperasikan *smartphone* untuk mencari materi pembelajaran saat kegiatan pembelajaran sedang berlangsung?
   - Iya

- Tidak

14 Bagaimana tingkat keseringan anda menggunakan smartphone untuk pembelajaran?

- Sering
- Jarang
- Tidak pernah

15 Apakah saudara mengetahui tentang teknologi *Augmented Reality*?

- Iya
- Tidak

16 Jika belum mengetahui, *Augmented Reality* atau AR adalah teknologi yang memperoleh penggabungan secara *real-time* terhadap digital konten yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. *Augmented Reality* memperbolehkan pengguna melihat objek maya 2D atau 3D yang diproyeksikan terhadap dunia nyata. Jika teknologi *Augmented Reality* tersebut diterapkan dalam kegiatan pembelajaran, apakah kamu tertarik untuk menggunakannya?

- Tertarik
- Tidak tertarik

17 Menurut kamu sendiri, apakah perlu dikembangkan/ dibuatkan media pembelajaran *Augmented Reality* pada materi struktur atom?

- Iya
- Tidak

Lampiran 5. Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik

No	Pertanyaan	Jawaban	Presentase
1	Menurut kamu, apakah mata pelajaran kimia menjadi salah satu mata pelajaran yang sulit?	Iya	71%
		Tidak	29%
2	Apakah kamu pernah mengalami kendala saat kegiatan pembelajaran kimia berlangsung?	Iya	67,7%
		Tidak	32,2%
3	Menurut kamu, apakah materi struktur atom termasuk salah satu materi yang sulit?	Iya	54,8%
		Tidak	45,2%
4	Media pembelajaran adalah salah satu cara atau bantu yang digunakan dalam proses belajar mengajar, contohnya buku, modul, petujuk praktikum, PPT, dll. Berdasarkan pengalamanmu, apakah dalam pembelajaran kimiamu pernah	Iya	67,7%
		Tidak	32,3%

	menggunakan media *Augmented Reality*?		
5	Apakah Guru kimia kamu selalu menggunakan media pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran kimia?	Iya	80,6%
		Tidak	19,4%
6	Apakah guru kimia kamu menggunakan media pembelajaran yang bervariasi saat kegiatan pembelajaran?	Iya	51,6%
		Tidak	48,4%
7	Sebutkan media pembelajaran yang sering digunakan dalam kegiatan pembelajaran kimiamu?	Buku paket	32,2%
		Modul	0%
		Power point	6,5%
		Papan tulis	48,4
		google	0%
		Kalkulator dan SPU	12,9%
8	Apa guru kimiamu mengajar mengguanakan	Iya	54,8%

	media (selain buku) yang memanfaatkan peran teknologi?	Tidak	45,2%
9	Apakah media pembelajaran yang digunakan/diberikan sudah menarik?	Iya	77,4%
		Tidak	22,6%
10	Apakah media pembelajaran mudah digunakan dimana saja?	Iya	87,1%
		Tidak	12,9%
11	Apakah kamu memiliki perangkat *smartphone*?	Iya	96,8%
		Tidak	3,2%
12	Apakah kamu sering mengakses internet untuk mencari materi pembelajaran?	Iya	80,6%
		Tidak	19,4%
13	Apakah guru kimia kamu memperbolehkan mengoperasikan *smartpho ne* untuk mencari materi pembelajaran saat kegiatan pembelajaran sedang berlangsung?	Iya	48,4%
		Tidak	51,6%
14	Bagaimana tingkat	Sering	25,8%

	keseringan anda menggunakan *smartphone* untuk pembelajaran?	Jarang	71%
		Tidak pernah	3,2%
15	Apakah saudara mengetahui tentang teknologi *Augmented Reality*?	Iya	74,2%
		Tidak	25,8%
16	Jika belum mengetahui, *Augmented Reality* atau AR adalah teknologi yang memperoleh penggabungan secara *real-time* terhadap digital konten yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. *Augmented Reality* memperbolehkan pengguna melihat objek maya 2D atau 3D yang diproyeksikan terhadap dunia nyata. Jika teknologi *Augmented Reality* tersebut	Tertarik	96,8%
		Tidak tertarik	3,2%

	diterapkan dalam kegiatan pembelajaran, apakah kamu tertarik untuk menggunakannya?		
17	Menurut kamu sendiri, apakah perlu dikembangkan/ dibuatkan media pembelajaran *Augmented Reality* pada materi struktur atom?	Iya	100%
		Tidak	0%

Lampiran 6. Pedoman Instrumen Validasi Ahli

No.	Aspek yang dinilai	Skor	Indikator
Media			
1.	Tampilan 3D pada aplikasi *Android*	**SB**	1. Menarik perhatian peserta didik 2. Sesuai dengan konsep materi 3. Memudahkan peserta didik dalam belajar 4. Dapat membangun konsep materi pada peserta didik 5. Dapat membangun pemahaman pada peserta didik
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
2.	Penggunaan teknologi *Augmented Reality* pada	**SB**	1. Kualitas gambar dan animasi jelas 2. Akurasi gambar dalam menampilan objek 3D 3. Sesuai dengan materi

	kartu ATOMICCARD		4. Mampu menjelaskan konsep materi 5. Menampilan objek 3D secara *realtime*
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
3.	Penggunaan aplikasi *Android* ATOMICCARD	**SB**	1. Dapat diakses dimana saja 2. Dapat diakses kapan saja 3. Dapat diakses perangkat *Android* 4. Dapat diakses di berbagai kalangan 5. Dapat diakses secara offline
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
4.	Tampilan desain pada katu ATOMICCARD	**SB**	1. Mudah digunakan 2. Dapat discan dengan baik 3. Simpel 4. Mudah dipahami 5. Menarik perhatian peserta didik

		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
5.	Musik latar belakang, suara dan *sound effect* pada aplIkasi *Android*	**SB**	1. Musik latar belakang, suara, dan sound effect dapat berfungsi pada aplikasi *Android* 2. Musik latar belakang tidak menganggu penggunaan media pembelajaran 3. Suara penjelasan dapat terdengar dengan jelas 4. Penggunaan suara membantu peserta didik dalam memahami animasi 3D 5. Ketepatan penggunaan sound *effect* pada tombol aplikasi *Android*
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator

6.	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi *Android*	**SB**	1. Kesesuain objek 3D yang digunakan dalam materi 2. Kualitas objek 3D dalam materi 3. Kualitas gambar yang digunakan dalam materi 4. Kesesuai animasi 3D yang digunakan dalam materi 5. Kualitas animasi 3D yang digunakan dalam materi
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
7.	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas ATOMICCARD	**SB**	1. Warna yang dipakai nyaman untuk dilihat 2. Proporsi warna satu dengan warna yang lain sesuai 3. Ukuran yang digunakan tepat dan sesuai 4. Jenis teks dan font yang digunakan sesuai 5. Kualitas kertas baik
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator

		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
8.	Fitur dalam media ATOMICCARD	**SB**	1. Menampilkan objek 3D 2. Kualitas aplikasi baik 3. Dapat menampilkan animasi proses pembentukan ikatan kimia 4. Media aplikasi dan kartu dapat digunakan 5. Menggunakan teknologi terbarukan yaitu *Augmented Reality*
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
Materi			
9.	Capaian Pembelajaran (CP)	SB	1. Jelas 2. Sesuai 3. Akurat 4. Mudah dipahami 5. Relevan dengan kurikulum merdeka
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator

		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
10.	Tujuan Pembelajaran (TP)	SB	1. Jelas 2. Sesuai 3. Akurat 4. Mudah dipahami 5. Relevan dengan kurikulum merdeka
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
11.	Pemahaman materi pada ATOMICCARD	SB	1. Jelas 2. Sistematis 3. Sesuai dengan CP dan TP 4. Mudah dipahami 5. Menarik perhatian peserta didik
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
12.	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat	SB	1. Jelas 2. Sesuai dengan CP dan TP 3. Sesuai dengan konsep para ahli

	SMA/MA sederajat		4. Relevan dengan kurikulum merdeka 5. Keterbaruan materi
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
13.	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD	SB	1. Jelas 2. Mudah dipahami 3. Sesuai EYD 4. Interaktif 5. Komunikatif
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator
14.	Kalimat dan penggunaan kata pada ATOMICCARD	SB	1. Jelas 2. Sesuai kaidah penulisan 3. Mudah dipahami 4. Komunikatif 5. Tidak menimbulkan makna ganda
		B	Mencakup 4 indikator
		CB	Mencakup 3 indikator
		KB	Mencakup 2 indikator
		TB	Mencakup 1 indikator

Lampiran 7. Angket Penilaian Validasi Ahli Media dan Materi

ANGKET UJI VALIDITAS MATERI dan MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD)* PADA MATERI STRUKTUR ATOM

A. Identitas Validator Ahli

Nama Validator :

Profesi Validator :

Alamat Instansi :

B. Petunjuk Pengisian

1. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian pada setiap komponen dengan memberikan tanda (√)
2. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan terhadap kelayakan media:
   a. Layak tanpa revisi
   b. Layak dengan revisi
   c. Tidak Layak
3. Silahkan Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada kolom yang sudah disediakan.
4. Keterangan:

   SB = Sangat Baik

   B = Baik

   CB = Cukup Baik

   KB = Kurang Baik

   TB = Tidak Baik

C. Aspek Penilaian

No	Aspek yang dinilai	SKOR					Keterangan
		SB	B	CB	KB	TB	
Media							
1	Tampilan 3D pada aplikasi *Android*						
2	Penggunaan teknoogi *Augmented Reality* pada gambar ATOMICCARD						
3	Penggunaan aplikasi *Android* ATOMICCARD						
4	Tampilan desain kartu ATOMICCARD						
5	Musik latar belakang, suara dan *sound effect* pada aplikasi *android*						
6	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi *Android*						

7	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas ATOMICCARD						
8	Fitur dalam media ATOMICCARD						
Materi							
9	Capaian pembelajaran (CP)						
10	Tujuan pembelajaran (TP)						
11	Pemahaman materi pada ATOMICCARD						
12	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat SMA/MA sederajat						
13	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD						
14	Kalimat dan penggunaan kata						

	pada ATOMICCARD						

D. Saran

Masukan, kritik, dan saran mengenai media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat dituliskan pada kolom berikut ini:

Semarang, 2025

Validator Ahli,

( )

Lampiran 8. Hasil Validasi Materi dan Media 1

ANGKET UJI VALIDITAS MATERI dan MEDIA PEMBELAJARAN
ATOMICCARD *(ATOMIC FLASHCARD)*
PADA MATERI STRUKTUR ATOM

A. Identitas Validator Ahli

Nama Validator : Fachri Hakim
Profesi Validator : Dosen
Alamat Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian pada setiap komponen dengan memberikan tanda (√)
2. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan terhadap kelayakan media:
   a. Layak tanpa revisi
   b. Layak dengan revisi
   c. Tidak Layak
3. Silahkan Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada kolom yang sudah disediakan.
4. Keterangan:
   SB = Sangat Baik
   B = Baik
   CB = Cukup Baik
   KB = Kurang Baik
   TB = Tidak Baik

C. Aspek Penilaian

No	Aspek yang dinilai	SKOR					Keterangan
		SB	B	CB	KB	TB	
	Media						
1	Tampilan 3D pada aplikasi *Android*	✓					
2	Penggunaan teknoogi Augmented Reality pada gambar ATOMICCARD	✓					
3	Penggunaan aplikasi *Android* ATOMICCARD		✓				
4	Tampilan desain kartu ATOMICCARD	✓					
5	Musik latar belakang, suara dan sound effect pada aplikasi *android*		✓				
6	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi *Android*		✓				Icon aplikasi sibuat lebih menonik lagi
7	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas ATOMICCARD		✓				Pada CP. sibuat agar lebih menarik
8	Fitur dalam media ATOMICCARD		✓				
	Materi						
9	Capaian pembelajaran (CP)		✓				
10	Tujuan pembelajaran (TP)		✓				Konsisten Penyebutan
11	Pemahaman materi pada ATOMICCARD	✓					
12	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat SMA/MA sederajat	✓					

13	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD		✓				
14	Kalimat dan penggunaan kata pada ATOMICCARD	✓					

D. Saran

Masukan, kritik, dan saran mengenai media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat dituliskan pada kolom berikut ini:

Semarang, 11 - 07 - 2025

Validator Ahli,

(Fachri Hakim)

Lampiran 9. Hasil Validasi Materi dan Media 2

ANGKET UJI VALIDITAS MATERI dan MEDIA PEMBELAJARAN
ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD*)
PADA MATERI STRUKTUR ATOM

A. Identitas Validator Ahli

Nama Validator : Mor'attus Solihah
Profesi Validator : Dosen P. Kim
Alamat Instansi : UIN Walisongo

B. Petunjuk Pengisian

1. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian pada setiap komponen dengan memberikan tanda (√)
2. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan terhadap kelayakan media:
   a. Layak tanpa revisi
   b. Layak dengan revisi
   c. Tidak Layak
3. Silahkan Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada kolom yang sudah disediakan.
4. Keterangan:
   SB = Sangat Baik
   B = Baik
   CB = Cukup Baik
   KB = Kurang Baik
   TB = Tidak Baik

C. Aspek Penilaian

No	Aspek yang dinilai	SKOR					Keterangan
		SB	B	CB	KB	TB	
	Media						
1	Tampilan 3D pada aplikasi *Android*		✓				
2	Penggunaan teknoogi Augmented Reality pada gambar ATOMICCARD		✓				
3	Penggunaan aplikasi *Android* ATOMICCARD		✓				
4	Tampilan desain kartu ATOMICCARD	✓					
5	Musik latar belakang, suara dan sound effect pada aplikasi *android*	✓					
6	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi *Android*		✓				
7	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas ATOMICCARD		✓				
8	Fitur dalam media ATOMICCARD		✓				
	Materi						
9	Capaian pembelajaran (CP)	✓					
10	Tujuan pembelajaran (TP)	✓					
11	Pemahaman materi pada ATOMICCARD		✓				
12	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat SMA/MA sederajat		✓				

13	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD		✓				
14	Kalimat dan penggunaan kata pada ATOMICCARD		✓				

D. Saran

Masukan, kritik, dan saran mengenai media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat dituliskan pada kolom berikut ini:

Semarang, 2025

Validator Ahli,

(Mar'atus Solichah)

198908267-01903 2009

Lampiran 10. Hasil Validasi Materi dan Media 3

ANGKET UJI VALIDITAS MATERI dan MEDIA PEMBELAJARAN
ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD*)
PADA MATERI STRUKTUR ATOM

A. Identitas Validator Ahli

Nama Validator : Krisnawati, S.Pd.
Profesi Validator : Guru SMA
Alamat Instansi : SMA NEGERI 3 KENDAL

B. Petunjuk Pengisian

1. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian pada setiap komponen dengan memberikan tanda (√)
2. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan terhadap kelayakan media:
   a. Layak tanpa revisi
   b. Layak dengan revisi
   c. Tidak Layak
3. Silahkan Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada kolom yang sudah disediakan.
4. Keterangan:
   SB = Sangat Baik
   B = Baik
   CB = Cukup Baik
   KB = Kurang Baik
   TB = Tidak Baik

C. Aspek Penilaian

No	Aspek yang dinilai	SKOR					Keterangan
		SB	B	CB	KB	TB	
	Media						
1	Tampilan 3D pada aplikasi *Android*	✓					
2	Penggunaan teknoogi Augmented Reality pada gambar ATOMICCARD	✓					
3	Penggunaan aplikasi *Android* ATOMICCARD	✓					
4	Tampilan desain kartu ATOMICCARD	✓					
5	Musik latar belakang, suara dan *sound effect* pada aplikasi *android*	✓					
6	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi *Android*	✓					
7	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas ATOMICCARD		✓				
8	Fitur dalam media ATOMICCARD	✓					
	Materi						
9	Capaian pembelajaran (CP)	✓					
10	Tujuan pembelajaran (TP)	✓					
11	Pemahaman materi pada ATOMICCARD		✓				
12	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat SMA/MA sederajat		✓				

13	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD		√				
14	Kalimat dan penggunaan kata pada ATOMICCARD		√				

D. Saran

Masukan, kritik, dan saran mengenai media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat dituliskan pada kolom berikut ini:

Semarang, 22 Juli 2025

Validator Ahli,

(Krisnawati, S. Pd.)

NIP. 19650116 198901 2 00

Lampiran 11. Hasil Validasi Materi dan Media 4

ANGKET UJI VALIDITAS MATERI dan MEDIA PEMBELAJARAN
ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD*)
PADA MATERI STRUKTUR ATOM

A. Identitas Validator Ahli

Nama Validator : Nur Ani Kartikawati, S.Ai, M.Sc.
Profesi Validator : Guru SMA
Alamat Instansi : SMA NEGERI 2 KENDAL

B. Petunjuk Pengisian

1. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian pada setiap komponen dengan memberikan tanda (√)
2. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan terhadap kelayakan media:
   a. Layak tanpa revisi
   b. Layak dengan revisi
   c. Tidak Layak
3. Silahkan Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada kolom yang sudah disediakan.
4. Keterangan:
   SB = Sangat Baik
   B = Baik
   CB = Cukup Baik
   KB = Kurang Baik
   TB = Tidak Baik

C. Aspek Penilaian

No	Aspek yang dinilai	SKOR					Keterangan
		SB	B	CB	KB	TB	
Media							
1	Tampilan 3D pada aplikasi *Android*	✓					
2	Penggunaan teknoogi Augmented Reality pada gambar ATOMICCARD	✓					
3	Penggunaan aplikasi *Android* ATOMICCARD	✓					
4	Tampilan desain kartu ATOMICCARD		✓				
5	Musik latar belakang, suara dan *sound effect* pada aplikasi *android*		✓				
6	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi *Android*	✓					
7	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas ATOMICCARD	✓					
8	Fitur dalam media ATOMICCARD	✓					
Materi							
9	Capaian pembelajaran (CP)	✓					
10	Tujuan pembelajaran (TP)	✓					
11	Pemahaman materi pada ATOMICCARD	✓					
12	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat SMA/MA sederajat		✓				

13	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD	✓					
14	Kalimat dan penggunaan kata pada ATOMICCARD	✓					

D. Saran

Masukan, kritik, dan saran mengenai media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat dituliskan pada kolom berikut ini:

Semarang, 22 JULI 2025

Validator Ahli,

(Nur Ani Kartikawati, S.Ai, M.Sc.)

NIP: 198106042008012011

Lampiran 12. Hasil Validasi Materi dan Media 5

ANGKET UJI VALIDITAS MATERI dan MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD)* PADA MATERI STRUKTUR ATOM

A. Identitas Validator Ahli

Nama Validator : Saeful Umam, S.Pd

Profesi Validator : Guru

Alamat Instansi : SMA Alfudlola Moga

B. Petunjuk Pengisian

1. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian pada setiap komponen dengan memberikan tanda (√)
2. Silahkan Bapak/Ibu untuk memberikan kesimpulan terhadap kelayakan media:
   d. Layak tanpa revisi
   e. Layak dengan revisi
   f. Tidak Layak
3. Silahkan Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada kolom yang sudah disediakan.
4. Keterangan:

   SB = Sangat Baik

   B = Baik

   CB = Cukup Baik

   KB = Kurang Baik

   TB = Tidak Baik

C. Aspek Penilaian

No	Aspek yang dinilai	SKOR					Keterangan
		SB	B	CB	KB	TB	
Media							
1	Tampilan 3D pada aplikasi *Android*		√				
2	Penggunaan teknoogi *Augmented Reality* pada gambar ATOMICCARD		√				
3	Penggunaan aplikasi *Android* ATOMICCARD		√				
4	Tampilan desain kartu ATOMICCARD		√				
5	Musik latar belakang, suara dan *sound effect* pada aplikasi *android*		√				
6	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi *Android*		√				

7	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas ATOMICCARD	√					
8	Fitur dalam media ATOMICCARD		√				
Materi							
9	Capaian pembelajaran (CP)	√					
10	Tujuan pembelajaran (TP)	√					
11	Pemahaman materi pada ATOMICCARD		√				
12	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat SMA/MA sederajat		√				
13	Bahasa yang digunakan pada ATOMICCARD	√					
14	Kalimat dan penggunaan kata	√					

	pada ATOMICCARD						

D. Saran

Masukan, kritik, dan saran mengenai media pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* pada materi struktur atom dapat dituliskan pada kolom berikut ini:

Pada bagian materi mungkin bisa dibuat lebih menarik, agar menarik minat baca siswa

Pemalang, 20 Juli 2025

Validator Ahli,

( )

Lampiran 13. Analisis Data Validasi Ahli

ANALISIS DATA AHLI MEDIA ATOMICCARD *(ATOMIC FLASHCARD)*

NO	Aspek Penilaian	Validator					Perhitungan Aiken's V								Kriteria
		I	II	III	IV	V	S1	S2	S3	S4	S5	∑S	n*(c-1)	V	
1	Tampilan 3D pada aplikasi Android	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3	18	20	0,9	VALID
2	Penggunaan teknologi augmented reality pada gambar ATOMICCARD	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3	18	20	0,9	VALID
3	Penggunaan aplikasi android ATOMICCARD	4	4	5	5	4	3	3	4	4	3	17	20	0,85	VALID
4	Tampilan desain kartu atomiccard	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	18	20	0,9	VALID

5	Musik latar belakang, suara dan sound effect pada aplikasi android	4	5	5	4	4	3	4	4	3	3	17	20	0,85	VALID
6	Objek dan animasi 3d yang ditampilkan pada aplikasi android	4	4	5	5	4	3	3	4	4	3	17	20	0,85	VALID
7	Jenis huruf, ukuran, warna, dan kualitas kertas atomiccard	4	4	4	5	5	3	3	3	4	4	17	20	0,85	VALID
8	Fitur dalam media atomiccard	4	4	5	5	4	3	3	4	4	3	17	20	0,85	VALID
Rata-rata														0,86875	VALID

Validator I : Fachri Hakim, M.Pd
Validator II : Mar'attus Solihah, M.Pd
Validator III : Krinawati, S.Pd.
Validator IV : Nur Ani Kartika, S. Ai, M.Sc
Validator V : Saeful Umam, S.Pd

ANALISIS DATA AHLI MEDIA ATOMICCARD *(ATOMIC FLASHCARD)*

NO	Aspek Penilaian	Validator					Perhitungan Aiken's V								Kriteria
		I	II	III	IV	V	S1	S2	S3	S4	S5	∑S	n*(c-1)	V	
1	Capaian Pembelajaran (CP)	4	5	5	5	5	3	4	4	4	4	19	20	0,95	VALID
2	Tujuan Pembelajaran (TP)	4	5	5	5	5	3	4	4	4	4	19	20	0,95	VALID
3	Pemahaman materi pada ATOMICCARD	5	4	4	5	4	4	3	3	4	3	17	20	0,85	VALID
4	Isi materi berdasarkan buku ajar untuk tingkat SMA/MA sederajat	5	4	5	4	4	4	3	4	3	3	17	20	0,85	VALID
5	Bahasa yang digunakan	4	4	4	5	5	3	3	3	4	4	17	20	0,85	VALID

	pada ATOMICCARD														
6	Kalimat dan penggunaan kata pada ATOMICCARD	5	4	4	5	5	4	3	3	4	4	18	20	0,9	VALID
Rata-rata														0,89167	VALID

Validator I : Fachri Hakim, M.Pd
Validator II : Mar'attus Solihah, M.Pd
Validator III : Krinawati, S.Pd.
Validator IV : Nur Ani Kartika, S. Ai, M.Sc
Validator V : Saeful Umam, S.Pd

Lampiran 14. Angket Respons Peserta didik

ANGKET RESPONS PENGGUNA MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD)* PADA MATERI STRUKTUR ATOM

Nama :

No absen :

Media pembeajaran ini ditujukan bagi peserta didik kelas X SMA. Untuk itu saya memerlukan respons/tanggapan saudara(i) tentang media pembelajaran ini. Isilah angket sesuai pendapat saudara(i). bacalah terlebih dahulu petunjuk pengisian sebelum mengisi angket. Petunjuk pengisian:

1. Angket ini tida berpengaruh pada hasil belajar
2. Berilah tanda checklist (√) pada kolom "Respons" sesuai penilaian saudara terhadap **Media Pembelajaran Atomiccard (*Atomic Flashcard)* Pada Materi Struktur Atom**
3. Keterangan nilai adalah sebagai berikut:

   STS = SANGAT TIDAK SETUJU

   TS = TIDAK SETUJU

   KS = KURANG SETUJU

   S = SETUJU

   SS = SANGAT SETUJU

Atas kesediaan saudara(i) untuk mengisi lembar penilaian ini, saya haturkan terimakasih.

No.	Peryataan	Respon				
		SS	S	KS	TS	STS
Kualitas Isi						
1.	Materi struktur atom yang disajikan dalam media ATOMICCARD mudah di pahami					
2.	Animasi penyajian bentuk struktur atom membantu memahami konsep struktur atom					
Tampilan						
3.	Tampilan media ATOMICCARD menarik					
4.	Pemilihan warna pada kartu dan aplikasi ATOMICCARD					
5.	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami					
6.	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca					

7.	Warna pada unsur-unsur atau senyawa dalam media ATOMICCARD menarik					
8.	Tampilan pada media ATOMICCARD membosankan					
Kebermanfaatan						
9.	Media ATOMICCARD dapat digunakan secara mandiri					
10.	Media ATOMICCARD membuat saya malas belajar					
11.	Media ATOMICCARD dapat membantu saya memvisualisasikan perkembangan stuktur atom					
12.	Media ATOMICCARD sangat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan saya					

13.	Media ATOMICCARD membuat saya semangat belajar					
Penggunaan						
14.	Pengoprasian media ATOMICCARD mudah untuk digunakan					
15.	Proses scan pada aplikasi ATOMICCARD mudah untuk digunakan					

Lampiran 15. Hasil Lembar Angket Respons Peserta Didik

ANGKET RESPONS PENGGUNA MEDIA PEMBELAJARAN
ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD*) PADA MATERI
STRUKTUR ATOM

Nama : Nagna Prawida P
No absen : 26

Media pembeajaran ini ditujukan bagi peserta didik kelas X/XI SMA. Untuk itu saya memerlukan respons/tanggapan saudara(i) tentang media pembelajaran ini. Isilah angket sesuai pendapat saudara(i). bacalah terlebih dahulu petunjuk pengisian sebelum mengisi angket.

Petunjuk pengisian:

1. Angket ini tida berpengaruh pada hasil belajar
2. Berilah tanda checklist (√) pada kolom "Respons" sesuai penilaian saudara terhadap **Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard*) Pada Materi Struktur Atom**
3. Keterangan nilai adalah sebagai berikut:
   STS = SANGAT TIDAK SETUJU
   TS = TIDAK SETUJU
   KS = KURANG SETUJU
   S = SETUJU
   SS = SANGAT SETUJU

Atas kesediaan saudara(i) untuk mengisi lembar penilaian ini, saya haturkan terimakasih.

No.	Peryataan	Respons				
		SS	S	KS	TS	STS
	Kualitas Isi					
1.	Materi struktur atom yang disajikan dalam media ATOMICCARD mudah di pahami		√			
2.	Animasi penyajian bentuk struktur atom membantu memahami konsep struktur atom	√				
	Tampilan					
3.	Tampilan media ATOMICCARD menarik	√				
4.	Pemilihan warna pada kartu dan aplikasi ATOMICCARD		√			
5.	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami		√			
6.	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	√				
7.	Warna pada unsur-unsur atau senyawa dalam media ATOMICCARD menarik	√				
8.	Tampilan pada media ATOMICCARD membosankan				√	
	Kebermanfaatan					
9.	Media ATOMICCARD dapat digunakan secara mandiri		√			
10.	Media ATOMICCARD membuat saya malas belajar				√	
11.	Media ATOMICCARD dapat membantu saya memvisualisasikan perkembangan stuktur atom		√			
12.	Media ATOMICCARD sangat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan saya		√			
13.	Media ATOMICCARD membuat saya semangat belajar					
	Penggunaan					
14.	Pengoprasian media ATOMICCARD mudah untuk digunakan		√			
15.	Proses scan pada aplikasi ATOMICCARD mudah untuk digunakan		√			

ANGKET RESPONS PENGGUNA MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD)* PADA MATERI STRUKTUR ATOM

Nama : Aira Dwi Agustia
No absen : 02.

Media pembeajaran ini ditujukan bagi peserta didik kelas X/XI SMA. Untuk itu saya memerlukan respons/tanggapan saudara(i) tentang media pembelajaran ini. Isilah angket sesuai pendapat saudara(i). bacalah terlebih dahulu petunjuk pengisian sebelum mengisi angket.

Petunjuk pengisian:

1. Angket ini tida berpengaruh pada hasil belajar
2. Berilah tanda checklist (√) pada kolom "Respons" sesuai penilaian saudara terhadap **Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* Pada Materi Struktur Atom**
3. Keterangan nilai adalah sebagai berikut:
   STS = SANGAT TIDAK SETUJU
   TS = TIDAK SETUJU
   KS = KURANG SETUJU
   S = SETUJU
   SS = SANGAT SETUJU

Atas kesediaan saudara(i) untuk mengisi lembar penilaian ini, saya haturkan terimakasih.

No.	Peryataan	Respons				
		SS	S	KS	TS	STS
	Kualitas Isi					
1.	Materi struktur atom yang disajikan dalam media ATOMICCARD mudah di pahami	√				
2.	Animasi penyajian bentuk struktur atom membantu memahami konsep struktur atom	√				
	Tampilan					
3.	Tampilan media ATOMICCARD menarik	√				
4.	Pemilihan warna pada kartu dan aplikasi ATOMICCARD	√				
5.	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami	√				
6.	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	√				
7.	Warna pada unsur-unsur atau senyawa dalam media ATOMICCARD menarik	√				
8.	Tampilan pada media ATOMICCARD membosankan					√
	Kebermanfaatan					
9.	Media ATOMICCARD dapat digunakan secara mandiri	√				
10.	Media ATOMICCARD membuat saya malas belajar					√
11.	Media ATOMICCARD dapat membantu saya memvisualisasikan perkembangan stuktur atom	√				
12.	Media ATOMICCARD sangat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan saya	√				
13.	Media ATOMICCARD membuat saya semangat belajar	√				
	Penggunaan					
14.	Pengoprasian media ATOMICCARD mudah untuk digunakan	√				
15.	Proses scan pada aplikasi ATOMICCARD mudah untuk digunakan	√				

ANGKET RESPONS PENGGUNA MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD*) PADA MATERI STRUKTUR ATOM

Nama : Kanayya Siamidaniar S.S
No absen : 17

Media pembeajaran ini ditujukan bagi peserta didik kelas X/XI SMA. Untuk itu saya memerlukan respons/tanggapan saudara(i) tentang media pembelajaran ini. Isilah angket sesuai pendapat saudara(i). bacalah terlebih dahulu petunjuk pengisian sebelum mengisi angket.

Petunjuk pengisian:

1. Angket ini tida berpengaruh pada hasil belajar
2. Berilah tanda checklist (√) pada kolom "Respons" sesuai penilaian saudara terhadap **Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard*) Pada Materi Struktur Atom**
3. Keterangan nilai adalah sebagai berikut:
   - **STS = SANGAT TIDAK SETUJU**
   - **TS = TIDAK SETUJU**
   - **KS = KURANG SETUJU**
   - **S = SETUJU**
   - **SS = SANGAT SETUJU**

Atas kesediaan saudara(i) untuk mengisi lembar penilaian ini, saya haturkan terimakasih.

No.	Peryataan	Respons				
		SS	S	KS	TS	STS
	Kualitas Isi					
1.	Materi struktur atom yang disajikan dalam media ATOMICCARD mudah di pahami	√				
2.	Animasi penyajian bentuk struktur atom membantu memahami konsep struktur atom	√				
	Tampilan					
3.	Tampilan media ATOMICCARD menarik	√				
4.	Pemilihan warna pada kartu dan aplikasi ATOMICCARD	√				
5.	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami	√				
6.	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	√				
7.	Warna pada unsur-unsur atau senyawa dalam media ATOMICCARD menarik	√				
8.	Tampilan pada media ATOMICCARD membosankan					√
	Kebermanfaatan					
9.	Media ATOMICCARD dapat digunakan secara mandiri	√				
10.	Media ATOMICCARD membuat saya malas belajar					√
11.	Media ATOMICCARD dapat membantu saya memvisualisasikan perkembangan stuktur atom	√				
12.	Media ATOMICCARD sangat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan saya	√				
13.	Media ATOMICCARD membuat saya semangat belajar	√				
	Penggunaan					
14.	Pengoprasian media ATOMICCARD mudah untuk digunakan	√				
15.	Proses scan pada aplikasi ATOMICCARD mudah untuk digunakan	√				

ANGKET RESPONS PENGGUNA MEDIA PEMBELAJARAN ATOMICCARD (*ATOMIC FLASHCARD*) PADA MATERI STRUKTUR ATOM

Nama : Mutiara Ramadhani
No absen : 24

Media pembeajaran ini ditujukan bagi peserta didik kelas X/XI SMA. Untuk itu saya memerlukan respons/tanggapan saudara(i) tentang media pembelajaran ini. Isilah angket sesuai pendapat saudara(i). bacalah terlebih dahulu petunjuk pengisian sebelum mengisi angket.

Petunjuk pengisian:

1. Angket ini tida berpengaruh pada hasil belajar
2. Berilah tanda checklist (√) pada kolom "Respons" sesuai penilaian saudara terhadap **Media Pembelajaran ATOMICCARD (*Atomic Flashcard)* Pada Materi Struktur Atom**
3. Keterangan nilai adalah sebagai berikut:
   STS = SANGAT TIDAK SETUJU
   TS = TIDAK SETUJU
   KS = KURANG SETUJU
   S = SETUJU
   SS = SANGAT SETUJU

Atas kesediaan saudara(i) untuk mengisi lembar penilaian ini, saya haturkan terimakasih.

No.	Peryataan	Respons				
		SS	S	KS	TS	STS
	Kualitas Isi					
1.	Materi struktur atom yang disajikan dalam media ATOMICCARD mudah di pahami	✓				
2.	Animasi penyajian bentuk struktur atom membantu memahami konsep struktur atom	✓				
	Tampilan					
3.	Tampilan media ATOMICCARD menarik	✓				
4.	Pemilihan warna pada kartu dan aplikasi ATOMICCARD	✓				
5.	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami	✓				
6.	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	✓				
7.	Warna pada unsur-unsur atau senyawa dalam media ATOMICCARD menarik	✓				
8.	Tampilan pada media ATOMICCARD membosankan			✓		
	Kebermanfaatan					
9.	Media ATOMICCARD dapat digunakan secara mandiri	✓				
10.	Media ATOMICCARD membuat saya malas belajar				✓	
11.	Media ATOMICCARD dapat membantu saya memvisualisasikan perkembangan stuktur atom	✓				
12.	Media ATOMICCARD sangat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan saya	✓				
13.	Media ATOMICCARD membuat saya semangat belajar	✓				
	Penggunaan					
14.	Pengoprasian media ATOMICCARD mudah untuk digunakan	✓				
15.	Proses scan pada aplikasi ATOMICCARD mudah untuk digunakan	✓				

Lampiran 16. Hasil Respons Pengguna

No	R	Pertanyaan															Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	R1	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	57
2	R2	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	3	5	68
3	R3	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	65
4	R4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59
5	R5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
6	R6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
7	R7	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	70
8	R8	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	65
9	R9	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	65
10	R10	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	64
11	R11	4	4	3	4	5	5	4	4	5	3	5	5	5	5	5	66

12	R12	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	71
13	R13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
14	R14	4	4	5	4	5	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	63
15	R15	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	62
16	R16	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	68
17	R17	4	4	5	5	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	62
18	R18	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	66
19	R19	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	68
20	R20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
21	R21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	72
22	R22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
23	R23	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	74
24	R24	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	71
25	R25	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	65

26	R26	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	3	63
27	R27	5	5	5	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	3	3	63
28	R28	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	4	4	61
29	R29	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	68
30	R30	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	71
31	R31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
32	R32	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
33	R33	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	65
34	R34	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	73
Rata rata																	67,5

Lampiran 17. Analisis Hasil Respons Pengguna

No	R	Aspek penilaian				Jumlah
		Kualitas Isi	Tampilan	Kebermanfaatan	Penggunaan	
1	R1	8	23	18	8	57
2	R2	10	27	23	8	68
3	R3	9	27	21	8	65
4	R4	7	24	20	8	59
5	R5	10	30	25	10	75
6	R6	10	30	25	10	75
7	R7	8	27	25	10	70
8	R8	8	29	20	8	65
9	R9	9	26	22	8	65
10	R10	8	25	21	10	64
11	R11	8	25	23	10	66
12	R12	10	27	24	10	71
13	R13	10	30	25	10	75
14	R14	8	25	22	8	63
15	R15	8	25	21	8	62

16	R16	10	28	21	9	68
17	R17	8	25	21	8	62
18	R18	9	26	21	10	66
19	R19	8	27	23	10	68
20	R20	8	24	20	8	60
21	R21	10	30	23	9	72
22	R22	10	30	25	10	75
23	R23	10	29	25	10	74
24	R24	9	28	24	10	71
25	R25	8	27	21	9	65
26	R26	9	26	21	7	63
27	R27	10	25	22	6	63
28	R28	8	23	22	8	61
29	R29	10	28	22	8	68
30	R30	9	28	25	9	71
31	R31	10	30	25	10	75
32	R32	10	30	25	10	75
33	R33	9	27	21	8	65
34	R34	10	29	24	10	73

Rata-rata	**9**	**27,05**	**22,53**	**8,91**	**67,5**
Kelayakan	**90%**				
Kategori	**Sangat Baik**				

A. Perhitungan Skor Penilaian Keseluruhan

Jumlah Indikator : 15 Butir

Skor Tertinggi : $5 \times 15 = 75$

Skor Terendah : $1 \times 15 = 15$

$\bar{X}i$: $\frac{1}{2}(75 + 15) = 45$

SBi : $\frac{1}{6}(75 - 15) = 10$

X : 67,5

$\bar{X}i + 1{,}8\ SBi = 45 + 1{,}8\ (10) = 63$

$\bar{X}i + 0{,}6\ SBi = 45 + 0{,}6\ (10) = 51$

$\bar{X}i - 0{,}6\ SBi = 45 - 0{,}6\ (10) = 39$

$\bar{X}i - 1{,}8\ SBi = 45 - 1{,}8\ (10) = 27$

Tabel Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor	Katergori
X > 63	Sangat Baik (SB)
51 < X ≤ 63	Baik (B)
39 < X ≤ 51	Cukup (C)
27 < X ≤ 39	Kurang (K)
X ≤ 27	Sangat Kurang (SK)

Kategori Kualitas Keseluruhan : Sangat Baik (SB)

%Keidealan Keseluruhan

: $\frac{\text{skor rata} - \text{rata seluruh aspek}}{\text{skor maksimal ideal seluruh aspek}} \text{x}100\%$

: $\frac{67{,}5}{75} \text{x}100\%$

: **90%**

B. Perhitungan Skor Penilaian Tiap Aspek

1. Aspek Kualitas Isi

Jumlah Indikator : 2 Butir

Skor Tertinggi : $5 \times 2 = 10$

Skor Terendah : $1 \times 2 = 2$

$\bar{X}i$: $\frac{1}{2}(10 + 2) = 6$

SBi : $\frac{1}{6}(10 - 2) = 1{,}33$

X : 9

$\bar{X}i + 1{,}8\ SBi = 6 + 1{,}8\ (1{,}33) = 8{,}394$

$\bar{X}i + 0{,}6\ SBi = 6 + 0{,}6\ (1{,}33) = 6{,}798$

$\bar{X}i - 0{,}6\ SBi = 6 - 0{,}6\ (1{,}33) = 5{,}202$

$\bar{X}i - 1{,}8\ SBi = 6 - 1{,}8\ (1{,}33) = 3{,}606$

Tabel Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor	Katergori
X > 8,394	Sangat Baik (SB)
6,798 < X ≤ 8,394	Baik (B)
5,202 < X ≤ 6,798	Cukup (C)
3,606 < X ≤ 5,202	Kurang (K)
X ≤ 3,606	Sangat Kurang (SK)

Kategori Kualitas Penggunaan : Sangat Baik (SB)

$$\%\text{Keidealan} : \frac{\text{skor rata} - \text{rata tiap aspek}}{\text{skor maksimal ideal tiap aspek}} \text{x}100\%$$

$$: \frac{9}{10} \text{x}100\%$$

: **90%**

2. Aspek Tampilan

Jumlah Indikator : 6 Butir

Skor Tertinggi : $5 \times 6 = 30$

Skor Terendah : $1 \times 6 = 6$

$\bar{X}i$: $\frac{1}{2}(30 + 6) = 18$

SBi : $\frac{1}{6}(30 - 6) = 4$

X : 27,05

$\bar{X}i + 1{,}8\ SBi = 18 + 1{,}8\ (4) = 25{,}2$

$\bar{X}i + 0{,}6\ SBi = 18 + 0{,}6\ (4) = 20{,}4$

$\bar{X}i - 0{,}6\ SBi = 18 - 0{,}6\ (4) = 15{,}6$

$\bar{X}i - 1{,}8\ SBi = 18 - 1{,}8\ (4) = 10{,}8$

Tabel Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor	Katergori
X > 25,2	Sangat Baik (SB)
20,4 < X ≤ 25,2	Baik (B)
15,6 < X ≤ 20,4	Cukup (C)
10,8 < X ≤ 15,6	Kurang (K)
X ≤ 10,8	Sangat Kurang (SK)

Kategori Kualitas Penggunaan : Sangat Baik (SB)

$$\%\text{Keidealan} : \frac{\text{skor rata} - \text{rata tiap aspek}}{\text{skor maksimal ideal tiap aspek}} \text{x}100\%$$

$$: \frac{27{,}05}{30} \text{x}100\%$$

$$: \mathbf{90{,}16\%}$$

3. Aspek Kebermanfaatan

Jumlah Indikator : 5 Butir

Skor Tertinggi : $5 \times 5 = 25$

Skor Terendah : $1 \times 5 = 5$

$\bar{X}i$: $\frac{1}{2}(25 + 5) = 15$

SBi : $\frac{1}{6}(20 - 5) = 3{,}33$

X : 22,53

$\bar{X}i + 1{,}8\ SBi = 15 + 1{,}8\ (3{,}33) = 20{,}994$

$\bar{X}i + 0{,}6\ SBi = 15 + 0{,}6\ (3{,}33) = 16{,}999$

$\bar{X}i - 0{,}6\ SBi = 15 - 0{,}6\ (3{,}33) = 13$

$\bar{X}i - 1{,}8\ SBi = 15 - 1{,}8\ (3{,}33) = 9$

Tabel Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor	Katergori
X > 20,994	Sangat Baik (SB)
16,999 < X ≤ 20,994	Baik (B)
13 < X ≤ 16,999	Cukup (C)
9 < X ≤ 13	Kurang (K)
X ≤ 9	Sangat Kurang (SK)

Kategori Kualitas Penggunaan : Sangat Baik (SB)

$$\%\text{Keidealan} : \frac{\text{skor rata} - \text{rata tiap aspek}}{\text{skor maksimal ideal tiap aspek}} \text{x}100\%$$

$$: \frac{22{,}53}{25} \text{x}100\%$$

$$: \mathbf{90{,}12\%}$$

4. Aspek Penggunaan

Jumlah Indikator : 2 Butir

Skor Tertinggi : $5 \times 2 = 10$

Skor Terendah : $1 \times 2 = 2$

$\bar{X}i$: $\frac{1}{2}(10 + 2) = 6$

SBi : $\frac{1}{6}(10 - 2) = 1{,}33$

X : 8,91

$\bar{X}i + 1{,}8\ SBi = 6 + 1{,}8\ (1{,}33) = 8{,}394$

$\bar{X}i + 0{,}6\ SBi = 6 + 0{,}6\ (1{,}33) = 6{,}798$

$\bar{X}i - 0{,}6\ SBi = 6 - 0{,}6\ (1{,}33) = 5{,}202$

$\bar{X}i - 1{,}8\ SBi = 6 - 1{,}8\ (1{,}33) = 3{,}606$

Tabel Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor	Katergori
X > 8,394	Sangat Baik (SB)
6,798 < X ≤ 8,394	Baik (B)
5,202 < X ≤ 6,798	Cukup (C)
3,606 < X ≤ 5,202	Kurang (K)
X ≤ 3,606	Sangat Kurang (SK)

Kategori Kualitas Penggunaan : Sangat Baik (SB)

$$\%\text{Keidealan} : \frac{\text{skor rata} - \text{rata tiap aspek}}{\text{skor maksimal ideal tiap aspek}} \text{x}100\%$$

$$: \frac{8{,}91}{10} \text{x}100\%$$

$$: \mathbf{89{,}1\%}$$

Lampiran 18. Tabel Validitas Aiken'S

No. of Items (m) or Raters (n)	Number of Rating Categories (c)											
	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	.87	.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 19. Surat Permohonan Validasi Instrumen

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.5075/Un.10.8/D/SP.01.06/06/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Fachri Hakim, M.Pd
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN KIMIA FST UIN Walisongo)
2. Mar'atus Sholihah, M.Pd
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN KIMIA FST UIN Walisongo)
3. Krisnawati, S.Pd
(Guru SMA NEGERI 2 Kendal)
4. Nur Ani Kartikawati, S. Ai, M.Sc
(Guru SMA NEGERI 2 Kendal)
5. Saeful Umam, S.Pd
(SMA Alfudlola Moga)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.
Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama	: **Moh.Ardiyanto Saputra**
NIM	: 2108076043
Program Studi	: PENDIDIKAN KIMIA
Fakultas	: Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	: Pengembangan Media Pembelajaran Atomic Card (Atomic Flashcard) Pada Materi Struktur Atom

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 10 Juni 2025
an. Dekan,
Ketua Prodi.,

Wirda Udaibah, S.Si, M.Si.
NIP. 19850104 200912 2 003

Lampiran 20. Surat Penunjukan Dosen Pembimbing

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl.Prof.Dr.Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.8622/Un.10.8/J7/ DA.08.05/08/2025 Semarang , 22 Agustus 2025
Lamp :
Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:
Lenni Khotimah Harahap, M.Pd
Teguh Wibowo, M.Pd
Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Kimia, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama :

Nama	:	Moh.Ardiyanto Saputra
NIM	:	2108076043
Prodi.	:	Pendidikan Kimia
Judul	:	**Pengembangan Media Pembelajaran ATOMICCARD (ATOMIC Flashcard) pada Materi Struktur Atom**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan,
Ketua Prodi,

Wirda Udaibah, S.Si, M.Si.
NIP. 19850104 200912 2 003

Tembusan Yth.
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 21. Surat Izin Riset

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

Nomor : B.7227/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2024 Semarang, 16 Juli 2025
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Kabupaten Kendal Wilayah XII
Jl. Soekarno-Hatta, Bugangin, Kec. Kendal
Kabupaten Kendal, Jawa Tengah 51315
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama	: Moh.Ardiyanto Saputra
NIM	: 2108076043
Jurusan	: PENDIDIKAN KIMIA
Judul	: Pengembangan Media Pembelajaran ATOMICCARD (ATOMIC FLASHCARD) Pada Materi Struktur Atom
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 24 Juli 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
Kabag. Tata Usaha,

Muh. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Cp Moh.Ardiyanto Saputra : 083842537283

Lampiran 22. Dokumentasi Respon Pengguna



Lampiran 23. Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Moh.Ardiyanto Saputra
2. TTL : Kendal, 15 September 2002
3. Jenis Kelamin : Laki-laki
4. Agama : Islam
5. Alamat : Jl. Kayu Lapis, Dk. Gatak, RT 03/RW 03, Mororejo, Kec. Kaliwungu, Kab. Kendal
6. No. HP : 083842537283
7. Email : kingbob12089@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Aisyiyah Bistganul Athfal (Lulus Tahun 2008)
2. SD Negeri 2 Mororejo (Lulus Tahun 2014)
3. SMP Muhammadiyah 3 Kaliwungu (Lulus Tahun 2017)
4. SMA Negeri 1 Kaliwungu (Lulus Tahun 2020)
5. UIN Walisongo Semarang (Lulus Tahun 2025)

C. Prestasi Akademik

1. Tahun 2021 Juara 3 Lomba Bulu Tangkis Tingkat UIN Walisongo Semarang
2. Tahun 2022 Juara 1 Lomba Bulu Tangkis Tingkat Fakultas UIN Walisongo Semarang
3. Tahun 2023 Juara 3 Lomba Bulu Tangkis Tingkat UIN Walisongo Semarang

D. Karya Ilmiah

1. Tahun 2023. Jurnal Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series. *Review Literatur*

melalui Publish or Perish pada Inovasi Pembelajaran Kimia SMA

Semarang, 15 September 2025

Penulis,

Moh.Ardiyanto Saputra

NIM: 2108076043