

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *FLASHCARD* DENGAN *QUICK RESPONSE CODE* BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI IKATAN KIMIA

Tri Andoni[1]*, Makharany Dalimunthe[2], Nazwa Ramadhani[3], Delima Sianturi[4], Nazwa Asti Azura[5], & Anggun Maharani[6]
[1,2,3,4,5,&6]Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps. V, Deli Serdang, Sumatera Utara 20221, Indonesia
*Email: triandoni00@gmail.com
Submit: 28-06-2026; Accepted: 09-07-2026; Published: 30-10-2026

ABSTRAK: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya keterlibatan siswa dan kesulitan dalam memahami materi ikatan kimia di MAN 2 Model Medan, karena sifatnya yang abstrak serta keterbatasan penggunaan media interaktif di kelas. Pembelajaran konvensional yang diterapkan belum optimal dalam memvisualisasikan konsep mikroskopis tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *flashcard* dengan *Quick Response Code* (QR *Code*) berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi ikatan kimia guna mengetahui tingkat validitas serta respon guru dan siswa. Metode yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*research and development*) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dibatasi hingga tahap *develop* melalui uji coba produk skala terbatas. Instrumen penelitian berupa lembar angket untuk mengukur tingkat validitas dan respon pengguna. Hasil temuan saintifik menunjukkan bahwa media *flashcard* yang dikembangkan dinyatakan sangat valid, dengan rata-rata persentase penilaian sebesar 96% oleh ahli media dan 91% oleh ahli materi. Selain itu, media ini memperoleh respon yang sangat positif dari segi kepraktisan dan kemenarikan, dengan persentase mencapai 96% dari guru kimia (kategori sangat menarik) dan 78% dari siswa kelas X (kategori menarik). Simpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi media fisik *flashcard* dan teknologi visualisasi objek 3D AR terbukti layak dan efektif menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan pemahaman konsep serta ketertarikan belajar siswa pada materi kimia yang abstrak.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, *Flashcard*, Ikatan Kimia, *Quick Response Code*.

ABSTRACT: *This study was motivated by low student engagement and difficulties in understanding chemical bonding concepts at MAN 2 Model Medan, stemming from the abstract nature of the topic and limited use of interactive media in the classroom. Conventional teaching methods have proven suboptimal for visualizing these microscopic concepts. The study aimed to develop Augmented Reality (AR)-based flashcard learning media incorporating Quick Response (QR) codes for the chemical bonding topic and to assess its validity as well as teacher and student responses. A Research and Development (R&D) approach was employed using the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate), with the scope limited to the "Develop" stage via limited-scale product testing. Research instruments consisted of questionnaires to measure validity and user response. Scientific findings indicate that the developed flashcard media is highly valid, achieving an average assessment score of 96% from media experts and 91% from subject matter experts. Furthermore, the media elicited highly positive responses regarding practicality and appeal, with ratings of 96% from chemistry teachers (categorized as "highly engaging") and 78% from Grade X students (categorized as "engaging"). The study concludes that combining physical flashcards with AR 3D object visualization technology serves as a viable and effective innovative solution for enhancing conceptual understanding and student interest in abstract chemistry topics.*

Keywords: *Augmented Reality, Flashcard, Chemical Bonding, Quick Response Code.*

How to Cite: Andoni, T., Dalimunthe, M., Ramadhani, N., Sianturi, D., Azura, N. A., & Maharani, A. (2026). Pengembangan Media Pembelajaran *Flashcard* dengan *Quick Response Code* Berbasis *Augmented Reality* pada Materi Ikatan Kimia. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan, 6*(4), 2588-2601. https://doi.org/10.36312/panthera.v6i4.1669



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan *is Licensed Under a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*.

PENDAHULUAN

Perkembangan pendidikan abad ke-21 menuntut adanya transformasi dalam proses pembelajaran yang tidak lagi berpusat pada guru (*teacher-centered*), melainkan beralih menjadi pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*). Pendekatan ini menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna (Indarta *et al.*, 2022). Dalam konteks ini, pemanfaatan teknologi dan media pembelajaran inovatif menjadi salah satu faktor penting untuk mendukung terciptanya pembelajaran yang efektif, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan zaman (Titin *et al.*, 2023). Pembelajaran yang hanya mengandalkan metode konvensional seperti ceramah, buku teks, dan presentasi *PowerPoint* cenderung kurang mampu meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara mendalam, terutama pada mata pelajaran yang bersifat abstrak seperti kimia (Irma *et al.*, 2024).

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu sains yang mempelajari struktur, sifat, dan perubahan materi (Rizqullah & Lutfi, 2021). Banyak konsep dalam kimia bersifat mikroskopis dan abstrak, sehingga sulit dipahami oleh siswa jika tidak didukung dengan visualisasi yang memadai (Rahayu & Fitriza, 2021). Salah satu materi yang dianggap sulit oleh siswa adalah ikatan kimia. Materi ini menuntut pemahaman tentang interaksi antar atom, struktur molekul, serta konsep kestabilan yang tidak dapat diamati secara langsung (Nuraini & Suryanti, 2022). Akibatnya, siswa sering mengalami kesulitan bahkan miskonsepsi dalam memahami konsep-konsep tersebut (Arifianti *et al.*, 2025). Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu mengkonkretkan konsep abstrak melalui visualisasi dan interaksi yang menarik.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di MAN 2 Model Medan pada bulan apri 2026 dengan intrumen lembar observasi pembelajaran di kelas dalam wawancara oleh salah satu guru kimia, proses pembelajaran kimia masih didominasi oleh penggunaan media konvensional seperti buku paket dan *PowerPoint*. Meskipun guru telah menerapkan pendekatan *student-centered learning*, keterlibatan siswa masih tergolong rendah karena kurangnya penggunaan media yang interaktif. Selain itu, sebagian besar siswa mengaku mengalami kesulitan dalam memahami materi ikatan kimia, karena sifatnya yang abstrak serta keterbatasan sumber belajar. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang mengedepankan teknologi dan interaktivitas dengan praktik pembelajaran yang masih bersifat konvensional.

Di sisi lain, berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran inovatif dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Ghaisani & Setyasto, 2023). Media *flashcard* misalnya, terbukti efektif dalam membantu siswa memahami konsep melalui penyajian informasi secara ringkas dan visual (Lisfatkandayant *et al.*, 2022; Nuraini & Suryanti, 2022). Penelitian juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) mampu meningkatkan pemahaman konsep abstrak melalui visualisasi tiga dimensi yang

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

interaktif (Bursali & Yilmaz, 2019; Koumpouros, 2024). Teknologi *QR-Code* juga memberikan kemudahan dalam mengakses berbagai sumber belajar secara cepat dan praktis melalui perangkat *mobile* (Lin *et al.*, 2021; Rumaysa & Dalimunthe, 2025).

Namun demikian, berdasarkan kajian terhadap penelitian terdahulu, sebagian besar pengembangan media masih dilakukan secara terpisah. Penggunaan *flashcard* umumnya belum terintegrasi dengan teknologi digital seperti *augmented reality*. Begitu pula pemanfaatan *QR-Code* dalam pembelajaran masih terbatas sebagai penghubung ke satu jenis konten statis saja (Ilmi *et al.*, 2025). Dengan kata lain, belum banyak penelitian yang mengembangkan media pembelajaran yang mengintegrasikan kombinasi teknologi tersebut secara simultan dalam satu produk pembelajaran kartu fisik. Hal ini menunjukkan adanya celah (*gap*) penelitian yang perlu diisi, yaitu melalui inovasi media pembelajaran berupa *flashcard* yang lebih komprehensif dan terintegrasi antara *QR-Code* yang berisi *augmented reality*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mampu mengintegrasikan teknologi terkini untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan adalah media pembelajaran *flashcard* dengan *quick response code* berbasis *Augmented Reality* (AR). Media ini dirancang untuk menggabungkan keunggulan *flashcard* sebagai media visual dengan teknologi *QR-Code* yang menghubungkan siswa secara instan ke konten digital berupa animasi AR. Dengan adanya *QR-Code*, siswa dapat langsung mengakses visualisasi konsep 3D melalui AR secara mandiri dan interaktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *flashcard* dengan *QR-Code* berbasis *augmented reality* pada materi ikatan kimia serta mengetahui tingkat validitas, serta respon guru dan siswa. Pengembangan media ini diharapkan dapat menjadi solusi atas permasalahan pembelajaran kimia yang bersifat abstrak dan kurang interaktif. Pentingnya penelitian ini terletak pada kontribusinya dalam menghadirkan inovasi media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 (Indarta *et al.*, 2022). Jika pengembangan media pembelajaran yang inovatif tidak segera dilakukan, maka proses pembelajaran akan terus didominasi oleh metode konvensional yang kurang efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa. Hal ini berpotensi menyebabkan rendahnya hasil belajar serta meningkatnya miskonsepsi pada materi kimia. Sebaliknya, dengan adanya media pembelajaran yang interaktif dan terintegrasi teknologi AR ini, siswa lebih mudah memahami konsep ikatan kimia, lebih termotivasi dalam belajar, serta mampu meningkatkan hasil belajar.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian pengembangan (*research and development*) dengan menerapkan model pengembangan 4D yang dipelopori oleh Thiagarajan. Model ini mencakup empat tahapan utama, yakni *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Namun, ruang lingkup penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap *develop* melalui pelaksanaan uji coba produk berskala terbatas.

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi tahap *define* (analisis kebutuhan melalui observasi dan angket), *design* (perancangan media, materi, *QR-Code,* dan instrumen), serta *develop* (validasi ahli, revisi, dan uji respon guru dan siswa). Adapun prosedur penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap: 1) tahap awal, yaitu melakukan observasi awal di sekolah, membuat jadwal penelitian, menyusun konsep rancangan media pembelajaran sesuai analisis kebutuhan, menyusun lembar validasi ahli media dan materi, menyusun lembar angket respon siswa dan guru, dan menguji validitas instrumen penelitian yang digunakan oleh ahli; 2) tahap pelaksanaan, yaitu membuat media pembelajaran *flashcard QR-Code* berbasis *augmented reality*, melakukan validasi media pembelajaran yang sudah dibuat oleh validator ahli media dan materi, dan memberikan angket respon guru dan siswa terhadap media pembelajaran yang sudah dibuat; dan 3) tahap akhir, yaitu mengumpulkan dan mendeksripsikan data hasil penelitian, melakukan uji analisis data untuk melihat hasil belajar siswa, dan menarik simpulan.

Instrumen Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrument nontes berupa lembar angket/kuesioner yang digunakan untuk mengidentifikasi analisis kebutuhan siswa, serta mengukur tingkat validitas media dan respon guru dan siswa terhadap kemenarikan media pembelajaran yang dikembangkan. Instrumen penelitian yang digunakan sebelumya sudah dilakukan validasi untuk menjamin data penelitian yang akurat. Adapun skala penilaian yang digunakan, yaitu skala *Likert* 1-5 dan aspek validasi materi terdiri dari 3 aspek dengan jumlah butir peryantaan sebanyak 15, di antaranya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aspek Validasi Materi.

No.	Aspek Penilaian	Nomor Butir
1	Kelayakan Isi	1,2,3,4,5
2	Penyajian	6,7,8,9
3	Bahasa	10,11,12,13,14,15
Jumlah Item		15

Sumber: Khairunnisa *et al.* (2025).

Dan untuk aspek validasi media sebanyak 3 dengan jumlah butir pertanyaan sebanyak 15 butir yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aspek Validasi Media.

No.	Aspek Penilaian	Nomor Butir
1	Kelayakan *Flashcard*	1,2,3,4
2	Aspek penggunaan teknologi *QR-Code*, dan *augmented reality*	5,6,7,8,9,10,11,12,13
3	Kegunaan Media	14,15
Jumlah Item		15

Sumber: Khairunnisa *et al.* (2025).

Setelah itu uji respon guru dan siswa; untuk respon guru, aspek penilaiannya meliputi: 1) relevansi materi; 2) kualitas video dan latihan soal) 3) desain media; dan 4) kepraktisan penggunaan. Hasil penilaian tersebut digunakan untuk

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

mengetahui tingkat penerimaan pengguna terhadap media yang dikembangkan, sekaligus mengidentifikasi kelebihan dan aspek yang masih perlu diperbaiki agar media pembelajaran dapat digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran. Semua aspek terdiri dari 12 butir pernyataan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aspek Respon Guru.

No.	Aspek Penilaian	Nomor Butir
1	Relevansi Materi	1,2,3
2	Kualitas Video dan Latihan Soal	4,5
3	Desain Media	6,7,8
4	Kepraktisan Penggunaan	9,10
5	Ketertarikan Penggunaan	11,12
Jumlah Item		12

Sumber: Khairunnisa *et al.* (2025).

Sedangkan pada respon siswa, aspek yang dinilai mencakup: 1) kepraktisan *flashcard*; 2) pemahaman materi; 3) desain media; dan 4) ketertarikan belajar. Dimana, semua aspek terdiri dari 10 butir pernyataan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Aspek Respon Siswa.

No.	Aspek Penilaian	Nomor Butir
1	Kepraktisan *Flashcard*	1,2,3
2	Pemahaman Materi	4,5,6
3	Desain Media	7,8,9
4	Ketertarikan Belajar	10
Jumlah Item		10

Sumber: Khairunnisa *et al.* (2025).

Teknik Analisis Data

Analisis Data Validasi Media

Lembar instrumen validasi aspek media dan materi yang telah diisi oleh para validator ahli diubah menjadi data kuantitatif berbentuk persentase yang dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\mathbf{P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%}$$

Keterangan:
P = Persentase validasi;
∑X = Jumlah skor yang diperoleh; dan
∑Xi = Jumlah skor maksimum.

Hasil Perhitungan tersebut digunakan untuk mengevaluasi validitas media pembelajaran. Adapun persentase dan kategori kevalidan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Kevalidan.

Persentase	Tingkat Kevalidan
0% - 20%	Sangat Tidak Valid
21% - 40%	Tidak Vallid
41% - 60%	Cukup Valid
61% - 80%	Valid
81% - 100%	Sangat Valid

Sumber: Renatha & Rosdiana (2020).

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

Analisis Data Respon Guru dan Siswa

Guru dan siswa diberikan angket dengan tujuan untuk menilai seberapa menarik media pembelajaran yang telah dikembangkan. Data dari hasil pengumpulan angket tersebut dianalisis menggunakan rumus berikut:

$$\mathbf{P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%}$$

Keterangan:
P = Persentase respon;
∑X = Jumlah skor yang diperoleh; dan
∑Xi = Jumlah skor maksimum.

Hasil Perhitungan tersebut digunakan untuk mengevaluasi validitas media pembelajaran. Adapun iterpretasi kategori kemenarikan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat Kemenarikan.

Persentase	Tingkat Kemenarikan
0% - 20%	Sangat Tidak Menarik
21% - 40%	Tidak Menarik
41% - 60%	Cukup Menarik
61% - 80%	Menarik
81% - 100%	Sangat Menarik

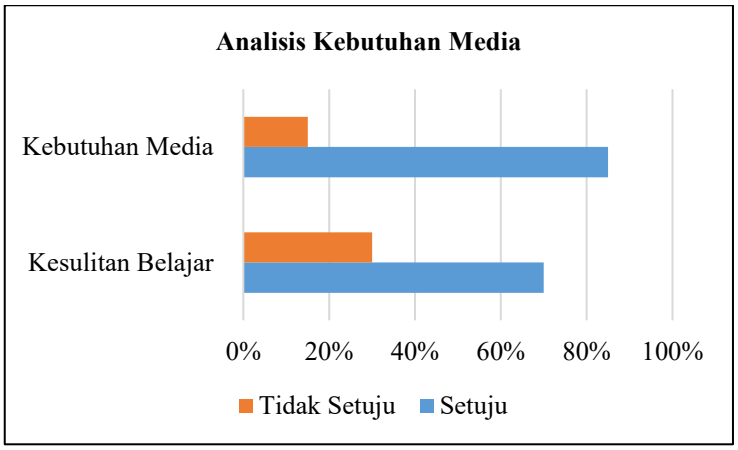
Sumber: Nursy *et al.* (2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap Define (Pendefinisian)

Define merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan dalam proses pembelajaran. Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan media pembelajaran *flashcard*, analisis kebutuhan siswa, analisis konsep materi ikatan kimia, dan analisis media *flashcard* penelitian terdahulu. Pada analisis kebutuhan, jumlah responden sebanyak 30 siswa dengan jumlah pertanyaan sebanyak 21 butir. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan karakteristik dan kebutuhan media *flashcard*. Adapun data hasil analisis kebutuhan media dapat dilihat pada Gambar 1.



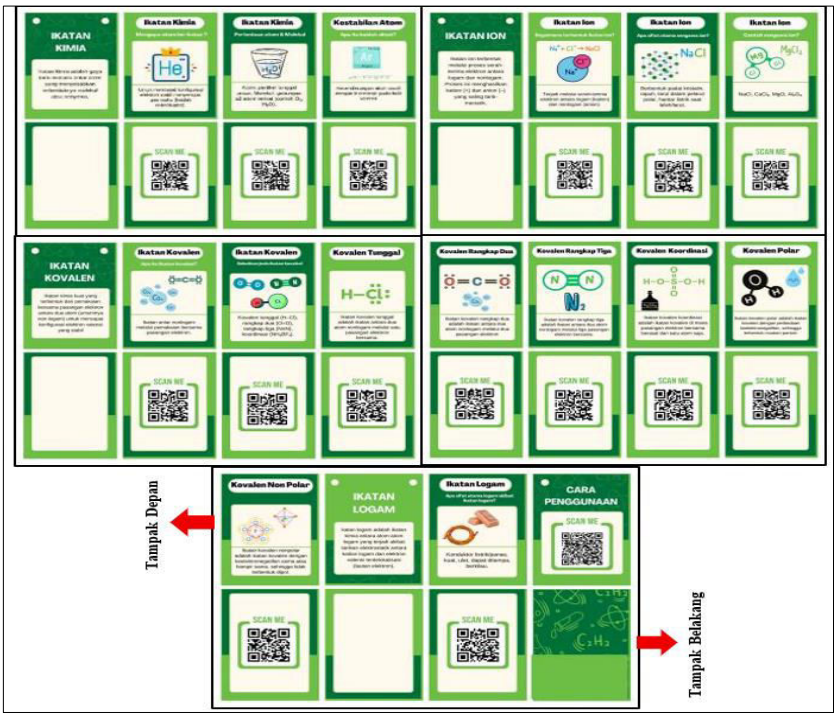
Gambar 1. Grafik Respon Analisis Kebutuhan Media.

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

Berdasarkan Gambar 1, ditemukan respon kebutuhan media sebesar 85%, dan sekitar 70% siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari ikatan kimia. Secara keseluruhan, hasil analisis kebutuhan siswa ini menunjukkan bahwa siswa memerlukan media pembelajaran yang tidak hanya bersifat visual untuk membantu memahami konsep abstrak, tetapi juga interaktif dan terintegrasi dengan teknologi digital agar dapat meningkatkan keterlibatan, minat, serta hasil belajar siswa dalam pembelajaran kimia. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran berupa *flashcard QR-Code* yang dipadukan dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) dinilai sangat relevan dengan kebutuhan siswa saat ini, serta berpotensi besar dalam menciptakan pembelajaran yang lebih menarik, inovatif, dan efektif dalam membantu siswa memahami konsep ikatan kimia secara lebih mendalam.

Tahap Design (Perancangan)

Setelah dilakukan tahap pendefinisian, dilanjutkan dengan tahap desain media *flashcard*. Tahap desain merupakan tahap perancangan media pembelajaran yang akan dikembangkan berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan analisis konsep yang telah dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini, dilakukan perancangan bentuk, isi, serta teknologi pendukung yang akan digunakan dalam media pembelajaran *flashcard* berbasis teknologi digital. Media *flashcard* yang dikembangkan terdiri dari 20 kartu yang terbagi menjadi 19 kartu materi dan 1 kartu petunjuk penggunaan media. Pembagian jumlah kartu disesuaikan dengan cakupan materi ikatan kimia yang dipelajari oleh peserta didik kelas X. Materi tersebut kemudian dibagi ke dalam beberapa submateri agar penyajian konsep menjadi lebih sederhana dan mudah dipahami oleh peserta didik. Adapun pembagian media tersebut adalah ikatan kimia 4 kartu, ikatan ion 4 kartu, ikatan kovalen 9 kartu, dan ikatan logam 2 kartu, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Media *Flashcard* yang Dihasilkan pada Tahap *Design*.

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

Tahap Develop (Pengembangan)

Selanjutnya, tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk yang valid dan praktis melalui beberapa kegiatan, seperti pembuatan produk awal (*prototype*), validasi oleh ahli, dan revisi produk. Melalui tahap ini, media pembelajaran yang telah dirancang sebelumnya akan dikembangkan secara lebih nyata dan diuji kualitasnya sebelum digunakan secara lebih luas. Dalam penelitian ini, tahap pengembangan dilakukan dengan mengembangkan media *flashcard QR-Code* berbasis *augmented reality*. Media yang telah dirancang pada tahap desain kemudian dibuat dalam bentuk produk nyata, dan selanjutnya dilakukan proses validasi oleh ahli media dan ahli materi untuk menilai kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan. Adapun saran dan masukan validator terhadap aspek media dan materi dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Saran Validator Aspek Media.

Validator	Saran/Masukan
Validator D1	1) -
Validator D2	1) Untuk "AR" bagian ikatan ion "*Error*" saat melihat bentuk 3D-nya 2) Tambahkan juga penjelasan kaidah duplet 3) Tambahkan juga "AR" tentang atom tidak hanya molekul saja 4) Pada bagian cara penggunaan, lebih baik ditambahkan *background* tidak polosan 5) Pada AR $MgCl_2$ tambahkan deksripsi singkat ikatan ionnya 6) Disesuaiakn antara gambar *flashcard* dengan isi AR 7) Pada AR ikatan kovalen tunggal, terbalik molekulnya 8) Pada AR H_2SO_4 diberikan penjelasan, mana yang ikatan kov. koordinasi 9) Tambahkan jenis ikatan kovalen berdasarkan kepolarannya 10) Pada AR kaidah oktet diberikan penjelasan manakah yang disebut e.v. 8 11) Untuk AR $MgCl_2$ sulit di *scan* barcodenya
Validator D3	1) Beberapa barcode terlalu kecil dan gambarnya kurang tajam sulit di-*scan*. Baiknya diperbesar 2) Tambahkan keterangan tiap-tiap barcode isinya apa 3) AR yang ditampilkan sebaiknya menunjukkan fokus materi

Tabel 8. Saran Validator Aspek Materi.

Validator	Saran/Masukan
Validator D1	1) -
Validator D2	1) Untuk konsep ikatan kovalen pada AR "apa itu ikatan kovalen" mendefinisikan dengan "berbagi pasangan" lebih baik "pemakaaian bersama elektrom...." 2) Untuk *flashcard* bagian materi jenis ikatan kovalen, harus dijelaskan dan tuliskan lebih rinci "sebutkan jenis ikatan kovalen berdasarkan..." kepolaran atau jenis ikatan kovalen bersadarkan jumlah pasangan elektron.
Validator D3	1) Tambahkan informasi yang jelas/tepat di beberapa AR 2) Kaitkan dengan hal sehari-hari agar menarik minat 3) Bahasa yang digunakan kurang dialogis

Hasil Validasi dari Aspek Materi dan Media

Validitas produk media *flashcard QR-Code* berbasis AR diuji melalui validasi oleh tiga dosen ahli materi dan tiga dosen ahli media. Penilaian dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebelum diujicobakan kepada guru dan siswa. Hasil penilaian para validator disajikan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

Tabel 9. Hasil Validasi Materi.

No.	Aspek Penilaian	Persentase Penilaian			Rata-rata (%)
		D1	D2	D3	
1	Aspek Kelayakan Isi	90%	95%	100%	95%
2	Aspek Penyajian	88%	94%	94%	92%
3	Aspek Bahasa	88%	92%	83%	88%
Rata-rata Penilaian (%)					91%
Kriteria Validasi					Sangat Valid

Tabel 10. Hasil Validasi Media.

No.	Aspek Penilaian	Persentase Penilaian			Rata-rata (%)
		D1	D2	D3	
1	Aspek Kelayakan *Flashcard*	88%	100%	100%	96%
2	Aspek penggunaan teknologi *QR-Code*, *augmented reality*, dan *liveworskheet*	92%	94%	92%	93%
3	Aspek Kegunaan Mandiri	100%	100%	100%	100%
Rata-rata Penilaian (%)					96%
Kriteria Validasi					Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat valid, baik dari segi media maupun materi. Hal ini menunjukkan bahwa media tersebut telah memenuhi kriteria kelayakan dari segi konten, tampilan, dan kesesuaian dengan pembelajaran.

Hasil Respon Guru dan Siswa

Uji respon guru dan siswa dilakukan di MAN 2 Model Medan dengan melibatkan tiga guru kimia dan 34 siswa kelas X guna mengetahui respon pengguna terhadap kemenarikan produk yang dikembangkan. Penilaian respon mencakup aspek kemenarikan tampilan, kemudahan penggunaan, kejelasan penyajian materi, serta manfaat media dalam mendukung proses pembelajaran kimia. Hasil analisis respon disajikan pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Respon Guru.

No.	Aspek Penilaian	Persentase Penilaian			Rata-rata (%)
		G1	G2	G3	
1	Relevansi Materi	83%	92%	75%	83%
2	Kualitas Video dan Latihan Soal	100%	100%	100%	100%
3	Desain Media	100%	100%	100%	100%
4	Kepraktisan Penggunaan	100%	100%	100%	100%
5	Ketertarikan Penggunaan	100%	100%	100%	100%
Rata-rata Penilaian (%)					96%
Kriteria Kemenarikan					Sangat Menarik

Tabel 12. Respon Siswa.

No.	Aspek Penilaian	Persentase Rata-rata (∑n=34)
1	Kepraktisan *Flashcard*	79%
2	Pemahaman Materi	81%
3	Desain Media	78%
4	Ketertarikan Belajar	75%
Rata-rata Penilaian (%)		78%
Kategori Kemenarikan		Menarik

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2588-2601
Email: pantherajurnal@gmail.com

Hasil pada Tabel 11 menunjukkan rata-rata respon guru mencapai 96% dengan kriteria "sangat menarik". Sementara itu, Tabel 12 menunjukkan rata-rata respon siswa sebesar 78% dengan kriteria "menarik". Hasil ini menandakan bahwa penggunaan kombinasi media fisik *flashcard* dan teknologi visualisasi objek 3D AR mampu memberikan stimulus belajar yang positif, meningkatkan kepraktisan belajar mandiri, serta mendongkrak ketertarikan siswa dalam mendalami materi kimia.

Pembahasan

Tahap Define (Pendefinisian)

Pada tahap *define*, peneliti melakukan analisis kebutuhan melalui observasi dan wawancara dengan guru serta siswa di MAN 2 Model Medan. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses pembelajaran kimia masih didominasi oleh penggunaan media konvensional seperti buku paket dan *PowerPoint*. Penggunaan media tersebut menyebabkan pembelajaran menjadi kurang interaktif, sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi ikatan kimia yang bersifat abstrak (Tsaparlis *et al.*, 2021). Hal ini sejalan dengan pendapat Kuit & Osman (2021), bahwa materi kimia, khususnya ikatan kimia memerlukan visualisasi yang baik agar konsep yang abstrak dapat dipahami oleh siswa secara lebih konkret. Oleh karena itu, diperlukan inovasi media pembelajaran yang mampu membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep kimia secara lebih jelas dan menarik.

Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap *design*, peneliti merancang media pembelajaran *flashcard* yang dilengkapi dengan *QR-Code*. *QR-Code* digunakan untuk mengakses konten *Augmented Reality* (AR) yang menampilkan visualisasi tiga dimensi dari struktur molekul dan jenis ikatan kimia. Integrasi teknologi tersebut bertujuan untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik bagi siswa (Yanto *et al.*, 2024). Penggunaan teknologi digital dalam media pembelajaran juga sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran (Hadismi *et al.*, 2024).

Tahap Develop (Pengembangan)

Selanjutnya pada tahap *develop*, media yang telah dirancang divalidasi oleh ahli media dan ahli materi untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang dikembangkan. Hasil validasi, di antaranya validasi media sebesar 96% dan validasi materi sebesar 91% yang menunjukkan bahwa media pembelajaran *flashcard* yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid, sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa dari segi isi materi, desain media, serta penggunaan teknologi yang terintegrasi telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik. Begitu juga hasil yang serupa pada penelitian yang dilakukan Aldha & Yulianto (2025), dimana didapati validitas media 96% dan materi sebesar 91%. Validasi oleh ahli sangat penting dalam penelitian pengembangan, karena bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan sesuai dengan standar pembelajaran (Laksana, 2024; Safnowandi, 2024).

Selain itu, analisis respon guru dan siswa juga dilakukan untuk mengetahui tingkat kemenarikan media pembelajaran yang dikembangkan (Hikmawati *et al.*,

2024). Berdasarkan hasil angket respon guru, diperoleh persentase sebesar 96% dengan kategori "sangat menarik". Hal serupa juga dengan penelitian yang dilakukan Rahmawati & Kamaludin (2024), dengan presentase respon didapatkan sebesar 98%, hal ini mendekati nilai yang didapatkan. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran *flashcard* dinilai menarik, mudah digunakan, serta dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran secara lebih efektif. Media ini juga dinilai mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, karena memanfaatkan teknologi yang dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa, yaitu *smartphone*.

Respon siswa terhadap penggunaan media pembelajaran juga menunjukkan hasil yang positif, dimana hasil angket respon siswa diperoleh presentase 78% dengan kategori "menarik". Siswa menyatakan bahwa media *flashcard* yang digunakan menarik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Listiani & Paramartha (2025), persentase respon siswa yang didapat ialah 95%. Hal ini jauh lebih kecil dari yang didapatkan sebesar 78%. Perbedaan persentase respons kemenarikan siswa sebesar 78% pada penelitian ini dibandingkan dengan 95% pada penelitian terdahulu dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Salah satu faktor utama adalah perbedaan karakteristik subjek penelitian, seperti tingkat kemampuan awal, motivasi belajar, serta pengalaman siswa dalam menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, konteks pelaksanaan penelitian juga dapat memengaruhi hasil, misalnya kondisi lingkungan belajar, ketersediaan fasilitas pendukung, dan waktu penggunaan media yang relatif terbatas, sehingga siswa belum dapat mengeksplorasi seluruh fitur secara optimal. Perbedaan desain media yang dikembangkan juga berkontribusi terhadap tingkat kemenarikan, baik dari segi tampilan visual, kelengkapan fitur interaktif, maupun kemudahan navigasi. Di samping itu, instrumen penilaian dan indikator kemenarikan yang digunakan pada masing-masing penelitian kemungkinan tidak sepenuhnya sama, sehingga menghasilkan skor yang berbeda.

Meskipun persentase kemenarikan pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian terdahulu, nilai sebesar 78% masih termasuk dalam kategori menarik, menunjukkan bahwa multimedia pembelajaran yang dikembangkan mampu menarik minat siswa dan layak digunakan dalam proses pembelajaran, sekaligus menjadi bahan evaluasi untuk penyempurnaan media pada penelitian selanjutnya. Hasil tersebut juga mencerminkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pembelajaran.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *flashcard* dengan *QR-Code* berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi ikatan kimia telah berhasil dikembangkan menggunakan model 4D (diuji hingga tahap *develop*) dan dinyatakan sangat valid dengan rata-rata persentase penilaian sebesar 96% oleh ahli media dan 91% oleh ahli materi. Selain itu, media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh respon pengguna yang sangat positif, dengan persentase kepraktisan dan kemenarikan mencapai 96% dari guru kimia (sangat menarik) serta 78% dari siswa kelas X MAN 2 Model Medan (menarik).

SARAN

Disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan uji coba pada cakupan skala eksperimen yang lebih luas di berbagai sekolah. Guru kimia diharapkan dapat memanfaatkan media *flashcard* terintegrasi *QR-Code* AR ini sebagai salah satu alternatif media interaktif di kelas guna mengkonkretkan materi kimia lain yang juga bersifat abstrak dan mikroskopis. Selain itu, pengembangan teknologi visualisasi 3D pada *QR-Code* sebaiknya terus diperbarui menggunakan *Unity* 3D agar animasi *augmented reality* dapat diakses dengan ukuran penyimpanan yang lebih efisien serta mendukung berbagai spesifikasi perangkat *mobile* siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Negeri Medan atas bantuan finansial dan dukungan penuh, sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Penelitian pengembangan ini telah didanai melalui program *Student Grant* 2026 yang dibiayai oleh PNBP Universitas Negeri Medan Tahun Anggaran 2026. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen validator, kepala sekolah, guru kimia, serta siswa kelas X MAN 2 Model Medan yang telah membantu dan memfasilitasi jalannya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

Aldha, C. F. P., & Yulianto, S. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran *Flashcard* Interaktif Berbasis *QR-Code* Menggunakan Model *Make a Match* untuk Peningkatakan Hasil Belajar Majas Personifikasi Kelas IV. *Jikap PGSD : Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan, 9*(2), 290–301. https://doi.org/10.26858/jkp.v9i2.71406

Arifianti, D., Yanuardani, A., Khasanah, M. U., Kusumaningrum, Y. D., Ayunin, K., Azizah, U., Asih, D., & Rahadityo, P. (2025). Improvement of Student Learning Outcomes Using E-Worksheets Assisted Live Worksheets on Basic Chemistry Laws Material. *Jurnal Pijar MIPA, 20*(3), 394–399. https://doi.org/10.29303/jpm.v20i3.8721

Bursali, H., & Yilmaz, R. M. (2019). Effect of Augmented Reality Applications on Secondary School Students' Reading Comprehension and Learning Permanency. *Computers in Human Behavior, 95*(1), 126–135. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.035

Ghaisani, N. R. T., & Setyasto, N. (2023). Development of Liveworksheets-Based Electronic Student Worksheets (E-LKPD) to Improve Science Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9*(8), 6147–6156. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4571

Hadismi, S., Putri, D. H., & Purwanto, A. (2024). Developing QR Code Interactive Multimedia Worksheets for Improving Students' Learning. *Edukasi : Jurnal Pendidikan dan Pengajaran, 11*(2), 150-163. https://doi.org/10.19109/cz6v5k69

Hikmawati, Suastra, I. W., Suma, K., & Sudiatmika, A. A. I. A. R. (2024). Expert Validation of Ethnoscience-Based Teaching Materials to Develop Student

Competence in Critical Thinking and Caring Attitudes. *Kappa Journal, 8*(1), 85–90. https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.25656

Ilmi, K. A., Lilawati, E., & Ibnu Waqfin, M. S. (2025). Integrasi Media Digital Berbasis QR *Code* untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran PAI pada Siswa SMP Negeri 1 Mojoagung. *Kuttab, 9*(1), 138–156. https://doi.org/10.30736/ktb.v9i1.2389

Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan *Era Society* 5.0. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan, 4*(2), 3011–3024. https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589

Irma, W., Okra, R., Musril, H. A., & Derta, S. (2024). Perancangan Media Pembelajaran *Augmented Reality* (AR) pada Mata Pelajaran Kimia Menggunakan *Unity* di SMA Negeri 1 Bukittinggi. *Jamika : Jurnal Manajemen Informatika, 14*(1), 54–67. https://doi.org/10.34010/jamika.v14i1.12076

Khairunnisa, K., Lazulva, L., & Mahartika, I. (2025). Pengembangan Media *Flashcard* Berbantuan *Augmented Reality* pada Sub Materi Reaksi Eksoterm dan Endoterm. *Konfigurasi : Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan, 9*(2), 29–36. https://dx.doi.org/10.24014/konfigurasi.v9i2.37802

Koumpouros, Y. (2024). Revealing the True Potential and Prospects of Augmented Reality in Education. *Smart Learning Environments, 11*(2), 1-62. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00288-0

Kuit, V. K., & Osman, K. (2021). CHEMBOND3D e-Module Effectiveness in Enhancing Students' Knowledge of Chemical Bonding Concept and Visual-Spatial Skills. *European Journal of Science and Mathematics Education, 9*(4), 252-264. https://doi.org/10.30935/scimath/11263

Laksana, D. N. L. (2024). Validation Instruments for Local Culture-Based Learning Media. *Journal of Education Technology, 8*(2), 264–274. https://doi.org/10.23887/jet.v8i2.74446

Lin, P.-Y., Wu, W.-C., & Yang, J.-H. (2021). A QR Code-Based Approach to Differentiating the Display of Augmented Reality Content. *Applied Sciences, 11*(24), 1-8. https://doi.org/10.3390/app112411801

Lisfatkandayant, U., Muharini, R., Sartika, R. P., Enawaty, E., & Erlina, E. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran *Flashcard* pada Materi Perkembangan Teori Atom. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan, 4*(2), 3120–3132. https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2577

Listiani, K. K., & Paramartha, W. E. (2025). Augmented Reality Based Flashcard Media to Improve Student Learning Outcomes on the Topic Water Cycle V Grade Elementary School. *International Journal of Elementary Education, 9*(1), 160–169. https://doi.org/10.23887/ijee.v1i1.94634

Nuraini, A., & Suryanti. (2022). Pengembangan Media *Flashcard* Berbarcode Materi Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Suhu dan Wujud Benda untuk Meningkan Literasi Sains Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 10*(2), 302–316.

Nursy, A., Wintarti, A., & Prihartiwi, N. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Visual Novel "*Plus and Minus*" Berbasis *Smartphone* untuk

Materi Bilangan Bulat SMP. *MATHEdunesa, 12*(3), 698–719. https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v12n3.p698-719

Rahayu, D. S., & Fitriza, Z. (2021). Identifikasi Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Ikatan Kimia: Sebuah Studi Literatur. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan, 3*(3), 1084–1091. https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.510

Rahmawati, R. A., & Kamaludin, A. (2024). Development Augmented Reality Based Flashcards on Molecular Geometry Material for Increasing Interest in Learning High School Student. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 10*(4), 1539–1550. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.7329

Renatha, G. T. B., & Rosdiana, L. (2020). Validitas Permainan Kartu *Truth and Dare* Materi Pencemaran Lingkungan untuk Siswa SMP Kelas VII. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains, 8*(2), 138–145. https://doi.org/10.26740/pensa.v8i2.38362

Rizqullah, A. F., & Lutfi, A. (2021). Interactive Chemistry Teaching Material Based on Augmented Reality Technology in Covalent Bonding Submaterial. *Chemistry Education Practice, 4*(1), 49-61. https://doi.org/10.29303/cep.v4i1.2441

Rumaysa, N. A., & Dalimunthe, M. (2025). Pengembangan Modul Berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) Berbantuan *Quick Response Code* (QR-*Code*) pada Materi Hidrokarbon Kelas XI SMA/MA. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan, 5*(3), 405–419. https://doi.org/10.36312/panthera.v5i3.457

Safnowandi, S. (2024). Validitas Petunjuk Praktikum Ekologi: Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Berbasis Lingkungan. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, *4*(4), 164-170. https://doi.org/10.36312/biocaster.v4i4.324

Titin, T., Yuniarti, A., Shalihat, A. P., Amanda, D., Ramadhini, I. L., & Virnanda, V. (2023). Memahami Media untuk Efektifitas Pembelajaran. *Jutech : Journal Education and Technology, 4*(2), 111–123. https://doi.org/10.31932/jutech.v4i2.2907

Tsaparlis, G., Pantazi, G., Pappa, E. T., & Byers, B. (2021). Using Electrostatic Potential Maps as Visual Representations to Promote Better Understanding Of Chemical Bonding. *Chemistry Teacher International, 3*(4), 391–411. https://doi.org/10.1515/cti-2021-0012

Yanto, D. T. P., Sukardi, S., Yanto, J. P., Samala, A. D., Dewi, I. P., Kurani, R., Setiawan, H., & Kabatiah, M. (2024). Innovative Laboratory Learning : A Study Evaluating the Practicality of Integrated E-Worksheets with Augmented Reality in Electrical Machines Course. *International Journal of Information and Education Technology, 14*(7), 996–1005. https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.7.2127