



Analisis Kebutuhan *e-Chemistry Magazine* Berbasis STSE Berorientasi *Self-Regulated Learning*

Desi Novitasari*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Suyanta, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: desi1797fmipa.2022@student.uny.ac.id (*corresponding author*)

Abstrak. Pembelajaran elektrokimia di tingkat SMA sering dianggap sulit dan membosankan karena karakteristik materi yang abstrak, yang berdampak pada rendahnya motivasi serta kemandirian belajar (*Self-Regulated Learning/SRL*) siswa. Tantangan ini semakin kompleks di era digital, di mana siswa cenderung pasif dan bergantung pada jawaban instan dari kecerdasan buatan. Meskipun pendekatan *Science, Technology, Society, and Environment* (STSE) diketahui mampu meningkatkan relevansi pembelajaran, implementasinya di kelas masih sangat terbatas karena kurangnya media pendukung. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan pengembangan *e-Chemistry Magazine* berbasis STSE yang berorientasi SRL untuk mengatasi permasalahan tersebut. Menggunakan metode survei eksploratif kualitatif, data dikumpulkan dari guru kimia di Yogyakarta dan dianalisis dengan model Miles dan Huberman. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa selain kesulitan visualisasi konsep mikroskopis, terdapat kesenjangan antara pengetahuan guru tentang isu STSE dan praktik pengajarannya. Responden secara mutlak membutuhkan media yang mengintegrasikan panduan praktikum mandiri, visualisasi interaktif, dan konten teknologi nyata. Disimpulkan bahwa pengembangan *e-Chemistry Magazine* adalah langkah strategis yang valid untuk menjembatani pemahaman konsep, melatih literasi sains, serta membangun kemandirian siswa dalam menghadapi tantangan belajar masa kini.

Kata kunci: *e-Chemistry Magazine*, elektrokimia, STSE, *Self-Regulated Learning*

Need Assessment of STSE-based *e-Chemistry Magazine* Oriented toward *Self-Regulated Learning*

Abstract. Electrochemistry instruction at the senior high school level is frequently perceived as difficult and tedious due to the abstract nature of the subject matter, resulting in low student motivation and *Self-Regulated Learning* (SRL). This challenge is further complicated in the digital era, where students tend to be passive and reliant on instant solutions provided by artificial intelligence. Although the *Science, Technology, Society, and Environment* (STSE) approach is recognized for its ability to enhance learning relevance, its classroom implementation remains highly limited due to a scarcity of supporting media. This study aims to analyze the need for developing an SRL-oriented, STSE-based *e-Chemistry Magazine* to address these issues. Employing a qualitative exploratory survey method, data were collected from chemistry teachers in Yogyakarta and analyzed using the Miles and Huberman model. The findings reveal that, in addition to difficulties in visualizing microscopic concepts, a gap exists between teachers' knowledge of STSE issues and their instructional practices. Respondents expressed a critical need for media that integrates independent practicum guides,

interactive visualizations, and real-world technology content. It is concluded that the development of the e-Chemistry Magazine serves as a valid strategic measure to bridge conceptual understanding, foster scientific literacy, and build student autonomy in navigating contemporary learning challenges.

Keywords: *e-Chemistry Magazine, electrochemistry, STSE, Self-Regulated Learning*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong tuntutan agar pembelajaran kimia di sekolah tidak hanya memfokuskan pada penguasaan konsep secara kognitif tetapi juga mampu mengaitkan materi dengan konteks nyata kehidupan sosial dan lingkungan (Prastika et al., 2024). Pembelajaran kimia tradisional yang dominan bersifat abstrak dan teoritis sering dianggap sulit oleh siswa sehingga minat belajar terhadap kimia menjadi rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa dibutuhkan inovasi media pembelajaran yang lebih relevan dan kontekstual agar kimia tidak hanya dilihat sebagai rangkaian rumus dan reaksi tetapi sebagai bagian dari dunia nyata (Wati & Coryna Oktaviani, 2025).

Menurut Aprilia Astafani (2024) banyak siswa mengalami kesulitan dalam belajar kimia karena rendahnya minat dan motivasi, serta model pengajaran yang kurang efektif dan kurang memadai dalam menyediakan media yang mendukung pemahaman konsep abstrak. Studi literatur terkini mengidentifikasi bahwa faktor internal seperti motivasi dan minat, serta faktor eksternal seperti metode pengajaran dan kurangnya fasilitas pendukung menjadi penyebab utama kesulitan belajar kimia di tingkat SMA. Temuan tersebut menggarisbawahi perlunya pendekatan dan media pembelajaran alternatif yang mampu menjawab keragaman kebutuhan belajar siswa.

Implementasi media pembelajaran interaktif dan digital telah terbukti mampu meningkatkan minat dan hasil belajar kimia. Kajian Agustin et al (2025) tentang penggunaan media pembelajaran berbasis multimedia atau interaktif menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih aktif, termotivasi, dan mampu memahami konsep kimia dengan lebih baik dibandingkan metode konvensional. Selain itu, media digital dan e-modul memungkinkan fleksibilitas dalam belajar sehingga bisa mengakomodasi karakteristik dan kebutuhan belajar siswa yang berbeda.

Pendekatan STSE (*Science, Technology, Society, Environment*) menawarkan paradigma pembelajaran yang mampu menghubungkan kimia dengan implikasi sosial, teknologi, dan lingkungan sehingga membantu siswa melihat relevansi ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ini penerapan STSE dalam pembelajaran kimia dapat meningkatkan literasi kimia, kesadaran lingkungan, dan tanggung jawab sosial siswa (Wang, 2024). Pemanfaatan STSE sebagai kerangka memungkinkan materi kimia yang abstrak menjadi lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa.

Meski demikian, Tahir et al (2025) menunjukkan bahwa implementasi media pembelajaran berbasis STSE dalam kimia secara spesifik masih sangat terbatas terutama dalam bentuk media digital atau magazin elektronik yang terintegrasi. Banyak studi menggunakan media interaktif, game, atau modul berbasis digital namun belum banyak yang mengeksplorasi format magazin elektronik berbasis STSE sebagai media pembelajaran kimia (Byusa et al., 2022). Kekosongan ini menunjukkan adanya celah penting: belum tersedia media berbasis STSE yang dirancang secara sistematis dan dikombinasikan dengan orientasi terhadap kemandirian belajar siswa.

Selain itu orientasi pada *Self-Regulated Learning* (SRL) dalam media pembelajaran kimia juga jarang mendapat perhatian secara eksplisit. Padahal literatur terkini menunjukkan bahwa SRL menjadi aspek kunci dalam pembelajaran daring atau berbasis media digital karena memungkinkan siswa untuk mengatur, memantau, dan mengevaluasi proses belajarnya sendiri sehingga mengurangi kecenderungan prokrastinasi dan meningkatkan efektivitas belajar. Oleh

karena itu menggabungkan STSE dengan orientasi SRL dalam media pembelajaran kimia digital dapat memberikan nilai tambah berupa kemandirian belajar dan relevansi kontekstual sekaligus.

Inovasi media seperti *e-Chemistry Magazine* berbasis STSE dan berorientasi SRL diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara ideal pembelajaran kimia yang kontekstual, interaktif, dan student-centered dengan kenyataan saat ini di sekolah yang masih banyak menggunakan media konvensional dan metode *teacher-centered*. Media ini memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep kimia dalam konteks sosial, teknologi, dan lingkungan serta mengatur proses belajarnya sendiri sesuai kebutuhan dan ritme belajar masing-masing.

Penelitian ini memiliki manfaat signifikan bagi dunia pendidikan kimia terutama dalam meningkatkan minat, motivasi, dan literasi kimia siswa serta memperkuat keterkaitan antara kimia dengan kehidupan sosial dan lingkungan. Media tersebut diharapkan dapat menjadi alternatif bagi guru dalam menyajikan materi kimia secara menarik dan bermakna serta membantu siswa mengembangkan kemampuan belajar mandiri.

Tujuan penelitian adalah melakukan analisis kebutuhan untuk pengembangan *e-Chemistry Magazine* berbasis STSE dengan orientasi SRL sehingga desain media dapat disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan konteks sekolah serta mendukung pembelajaran kimia yang efektif, kontekstual, dan mandiri.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode survey eksploratif dengan pendekatan eksploratif. Pendekatan ini dipilih untuk menggali secara mendalam kebutuhan dan pandangan guru terhadap pengembangan media pembelajaran digital *e-Chemistry Magazine* berbasis *Science, Technology, Society, and Environment* (STSE) yang berorientasi terhadap kemandirian belajar peserta didik atau *Self-Regulated Learning* (SRL) pada materi elektrokimia. Subjek penelitian adalah guru kimia yang telah melaksanakan kegiatan pembelajaran di tingkat sekolah menengah atas. Data dikumpulkan melalui angket yang diberikan kepada 7 guru kimia yang dipilih secara acak dari beberapa sekolah menengah atas di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan instrumen berupa angket analisis kebutuhan guru yang dirancang untuk memperoleh informasi terkait penerapan kurikulum, minat belajar peserta didik, relevansi materi elektrokimia dengan konteks STSE, kondisi kemandirian belajar peserta didik, serta kebutuhan terhadap media pembelajaran digital. Angket tersebut terdiri atas pertanyaan tertutup dengan skala dikotomis (ya/tidak) dan pertanyaan terbuka yang memberikan kesempatan kepada guru untuk mengemukakan pendapat dan saran secara lebih mendalam.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan mengikuti model analisis Miles dan Huberman. Proses analisis dimulai dengan tahap reduksi data, yaitu menyeleksi, memfokuskan, dan menyederhanakan hasil angket dengan mengelompokkan jawaban guru berdasarkan tema-tema kebutuhan, kendala, serta potensi pengembangan media pembelajaran. Tahap berikutnya adalah penyajian data, di mana hasil analisis disusun dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dan persentase untuk pertanyaan tertutup serta uraian naratif untuk pertanyaan terbuka. Tahap terakhir yaitu penarikan kesimpulan dan verifikasi, dilakukan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan guru terhadap pengembangan *e-Chemistry Magazine* berbasis STSE yang berorientasi pada SRL.

Tabel 1. Kisi-kisi Angket Analisis Kebutuhan Guru

Aspek Analisis	Indikator Kebutuhan	Nomor/Topik Pertanyaan	Tujuan Penggalan Data
Analisis Kurikulum & Materi	1. Implementasi Kurikulum	Q1. Penerapan Kurikulum Merdeka	Memastikan konteks kurikulum yang berlaku di sekolah.
	2. Karakteristik Materi	Q3. Kebutuhan Pemahaman Konsep	Mengidentifikasi tingkat abstraksi materi Elektrokimia.
	3. Minat & Kesulitan Siswa	Q2. Antusiasme Siswa	Mengetahui motivasi intrinsik/ekstrinsik dan hambatan kognitif siswa pada materi ini.
		Q4. Faktor Minat Belajar	
Analisis Profil Siswa (SRL)	4. Kemandirian Belajar (<i>Self-Regulated Learning</i>)	Q5. Tingkat Kemandirian Siswa	Mengukur level otonomi siswa dalam belajar tanpa supervisi.
	5. Strategi Regulasi Diri	Q6. Strategi Guru untuk SRL	Mengevaluasi intervensi yang sudah dilakukan guru untuk memicu kemandirian.
	6. Literasi Digital	Q10. Kesiapan Media Digital	Menilai kapabilitas siswa dalam menggunakan perangkat teknologi untuk belajar.
Analisis Pendekatan STSE	7. Relevansi Kontekstual	Q7. Pandangan Relevansi STSE	Menggali pemahaman guru tentang hubungan elektrokimia dengan isu lingkungan/teknologi.
	8. Implementasi Faktual	Q8. Pengalaman Mengajar STSE	Mengidentifikasi kesenjangan (<i>gap</i>) antara teori dan praktik di kelas.
Analisis Media & Teknologi	9. Kondisi Media Eksisting	Q11. Jenis Media Saat Ini	Memetakan dominasi media (cetak/digital) yang sedang digunakan.
	10. Hambatan Infrastruktur	Q12. Hambatan Penggunaan Media	Mengetahui kendala teknis (sinyal, perangkat) sebagai pertimbangan desain produk.
		Q13. Ketersediaan Fasilitas	
Kebutuhan Pengembangan	11. Validasi Ide Produk	Q14. Tanggapan terhadap <i>E-Magazine</i>	Mendapatkan validasi awal terhadap konsep produk yang ditawarkan.
	12. Spesifikasi Konten	Q15. Jenis Konten Harapan	Menentukan fitur prioritas (misal: video praktikum, kuis, artikel).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Sesuai dengan fokus penelitian, data dihimpun dari guru mata pelajaran kimia yang menjadi narasumber utama. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis melalui proses pengkodean menggunakan taksonomi kode analisis kebutuhan sebagai berikut:

Tabel 2. Taksonomi kode analisis kebutuhan Guru

Kategori Utama	Definisi Operasional	Kata Kunci Penanda
Kurikulum dan Materi	Penerapan dan adaptasi Kurikulum Merdeka	Kurikulum Merdeka, Kelas, Ya
	Sifat abstrak dan kesulitan konsep Elektrokimia	Susah, Konsep, Tertukar, Abstrak
	Motivasi dan minat belajar siswa	Antusias, Minat, Nilai, PTN
Pedagogi dan Strategi	Kesenjangan kemandirian belajar siswa	Mandiri, Bimbingan, Tergantung, Malas
	Metode dan strategi mengajar guru	PBL, Video, Tugas, Ceramah
	Implementasi pendekatan STSE	Relevan, Baterai, Lingkungan, Belum
Media dan Teknologi	Media pembelajaran yang eksisting/ada	Buku Paket, PPT, LKS, E-book
	Infrastruktur dan kesiapan digital	Wifi, Sinyal, Kuota, Gadget
	Fenomena ketergantungan pada AI	ChatGPT, Gemini, Instan, Copy-paste
Harapan Media	Spesifikasi konten <i>E-Magazine</i> yang diharapkan	Visualisasi, Praktikum Mandiri, Refleksi

Berdasarkan hasil pengkodean data kualitatif pada tabel di atas, analisis kebutuhan dipetakan ke dalam empat kategori utama yang melandasi urgensi pengembangan media *E-Chemistry Magazine*. Temuan menunjukkan bahwa materi Elektrokimia masih dianggap abstrak dan sulit bagi siswa, yang diperparah oleh kesenjangan kemandirian belajar (SRL) dan fenomena ketergantungan instan pada teknologi AI. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang tidak hanya mengatasi kendala infrastruktur dan visualisasi materi, tetapi juga mampu mengintegrasikan pendekatan *Science, Technology, Society, and Environment* (STSE) untuk meningkatkan relevansi pembelajaran, serta memfasilitasi fitur refleksi guna melatih kemandirian siswa (*Self-Regulated Learning*) dalam memahami konsep kimia yang kompleks.

Setelah kategori pengkodean ditetapkan, tahap selanjutnya adalah melakukan reduksi data. Langkah ini bertujuan untuk memilah, memusatkan, dan menyederhanakan data mentah yang kompleks ke dalam sebuah matriks yang lebih terstruktur. Transformasi data ke dalam bentuk matriks ini diperlukan agar esensi temuan dari seluruh partisipan (G1–G7) dapat dipetakan secara berdampingan, sehingga memudahkan peneliti dalam melakukan analisis lintas kasus (*cross-case analysis*) dan mengidentifikasi pola permasalahan secara komprehensif.

Table 3. Analisis hasil kebutuhan Guru

Aspek Analisis	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Implementasi Kurikulum	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Hambatan Utama Materi	Motivasi pragmatis (nilai tidak dipakai)	Kurang visualisasi & interaksi	Metode guru & semangat siswa	Kebingungan konsep (Sel Volta vs Elektrolisis)	Ketelitian & pemahaman konsep	Persepsi "Susah" dari siswa	Minim contoh nyata & praktikum
Kondisi Kemandirian (SRL)	Rendah ("tidak mau mengerjakan")	Rendah (Distraksi Gen Z)	Perlu ditingkatkan	Variatif (perlu bimbingan)	Rendah ("sulit tanpa perintah")	Cukup Mandiri	Variatif (Inisiatif kurang)
Relevansi STSE	Ada, tapi masyarakat belum tahu	Sangat Relevan (Baterai, Korosi)	Sangat Relevan	Sangat Sesuai	Cukup (Sering tidak disadari)	Sangat Relevan	Sangat Berkaitan (Rinci: Energi, Limbah)
Penerapan STSE	Ya	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Kesiapan Digital Siswa	Siap (Belum maksimal)	Sangat Siap (Gen Z/Alpha)	Sangat Siap	Siap (Terkendala Wifi)	Siap (Tapi bias AI)	Cukup Siap	Sangat Siap (Mencari sumber)
Hambatan Media	Sinyal terputus	Keterbatasan pembuatan media	Internet tidak stabil	Akses jaringan	Ketergantungan AI instan	Kurang trampil teknologi	Akses internet & Persiapan lama
Respon E-Magazine	Cukup Bagus	Sangat Membantu	Sangat Bagus	Setuju (Siswa senang baru)	Menarik (Tapi skeptis durabilitas)	Melatih Mandiri	Ide Sangat Baik & Relevan

Hasil analisis reduksi data menyingkap bahwa di balik penerapan Kurikulum Merdeka oleh seluruh responden, pembelajaran Elektrokimia masih dihadapkan pada tantangan kognitif yang mendasar. G4 secara spesifik menyoroti beban kognitif siswa berupa "Kebingungan konsep" terutama yang "tertukar dengan sel volta", sebuah kondisi yang diperparah oleh stigma materi yang dianggap "Susah" (G6). Kesulitan abstraksi ini berakar pada absennya jembatan konkret dalam pembelajaran, sebagaimana dikeluhkan G7 mengenai "Minim contoh nyata" dan praktikum, serta G2 yang menekankan masalah "Kurang visualisasi". Akibatnya, orientasi motivasi siswa terpolarisasi yaitu sebagian terjebak pragmatisme karena "nilai tidak dipakai" untuk kelulusan (G1), sementara potensi motivasi intrinsik sebenarnya besar karena materi ini "banyak terkait dengan kehidupan sehari-hari" (G6).

Problematika materi tersebut semakin kompleks ketika dibenturkan dengan profil *Self-Regulated Learning* (SRL) siswa yang masih rendah. Mayoritas guru melaporkan ketergantungan tinggi, di mana siswa "sulit tanpa perintah" (G5) dan cenderung pasif atau

"mengandalkan pembahasan" dari guru (G7). Tantangan ini berevolusi seiring karakteristik digital siswa; G2 mencatat kerentanan terhadap "Distraksi Gen Z", sementara G6 menambahkan gangguan "notifikasi medsos" sebagai penghambat fokus. Lebih jauh, G5 mengidentifikasi fenomena baru berupa "Ketergantungan AI instan" yang mengancam kemampuan berpikir kritis. Meskipun pendekatan STSE dinilai "Sangat Relevan" (G2), namun dalam praktiknya "Sering tidak disadari" (G5) karena keterbatasan media. Oleh karena itu, pengembangan *E-Chemistry Magazine* menjadi krusial, bukan sekadar sebagai sumber informasi, tetapi sebagai instrumen visualisasi kontekstual yang mampu "Melatih Mandiri" (G6) siswa di tengah ekosistem pembelajaran yang menantang.

Dari data yang telah direduksi tersebut, bagian ini akan membahas keterkaitan antara kesulitan materi, kemandirian siswa, dan aspek teknologi yang melatarbelakangi pentingnya pengembangan *E-Chemistry Magazine*.

Table 4. Kesenjangan kebutuhan Guru

Responden	Persepsi Relevansi Materi Elektrokimia dengan STSE	Pengalaman Menerapkan Pembelajaran Berbasis STSE	Analisis Kesenjangan
G2	"Sangat relevan... Baterai, listrik, korosi"	Tidak	Mengetahui relevansi (Know-What) tetapi tidak memiliki alat/strategi untuk mengajarkannya (Know-How).
G5	"Cukup banyak relevansinya... sering kita jumpai"	Tidak	Kesadaran akan fenomena ada, namun integrasi ke dalam pedagogi kelas absen.
G7	"Sangat berkaitan langsung... teknologi baterai, energi terbarukan, pengolahan limbah"	Tidak	G7 memiliki pemahaman konten STSE yang paling mendalam/rinci, namun secara paradoksial belum menerapkannya.

Analisis data mengungkap paradoks implementasi di mana guru sangat membutuhkan instrumen siap pakai seperti *E-Chemistry Magazine* untuk mengatasi kendala "Tersedianya media yang relevan, karena banyak keterbatasan guru bila harus membuat sendiri media tersebut" (G2). Tantangan ini diperumit oleh dualitas kesiapan digital siswa; meskipun adaptif, mereka kini "mulai ketergantungan mencari jawaban dengan AI tanpa memperhatikan kebenaran teori yang ada di buku" (G5), sehingga media harus didesain dengan evaluasi yang menuntut nalar kritis agar tidak mudah diselesaikan oleh algoritma instan. Selain itu, efektivitas media juga harus mengantisipasi realitas infrastruktur fisik seperti "Sinyal terputus" (G1) hingga "Terkendala jaringan wifi sekolah" (G4), yang secara teknis mengimplikasikan kewajiban penyediaan fitur akses *offline* atau *hybrid* demi menjamin keberlanjutan pembelajaran di kelas.

Berdasarkan analisis kebutuhan dan potensi yang telah dipaparkan, spesifikasi produk dirumuskan melalui validasi konsep yang memperoleh respon positif dari seluruh responden. G2 memandang media ini sebagai instrumen strategis yang "Membantu generasi Z untuk mengarahkan kepada masa depan", sejalan dengan G6 dan G7 yang menekankan fungsinya untuk "Bisa melatih siswa untuk belajar mandiri" serta "mendorong kemampuan berpikir kritis siswa". Namun, pengembangan ini harus menjawab skeptisisme G5 yang mengingatkan bahwa "Kayaknya Magazine hanya berlaku sesaat aja. ke depan pasti ada yang lebih aplikatif lagi", sebuah kritik konstruktif yang mengindikasikan bahwa produk tidak boleh sekadar berupa

dokumen statis, melainkan harus dirancang dinamis dan interaktif agar memiliki daya tahan (*durability*) terhadap pesatnya perkembangan teknologi.

Sebagai tindak lanjut validasi konsep, dilakukan pemetaan arsitektur konten berdasarkan frekuensi permintaan responden sebagai berikut:

Table 5. Pemetaan arsitektur konten

Komponen Konten	Frekuensi Permintaan	Responden	Deskripsi Rinci Kebutuhan
Eksperimen Mandiri	7/7 (100%)	G1-G7	Eksperimen sederhana yang aman dilakukan siswa secara mandiri. Ini solusi untuk kurangnya jam praktikum di lab.
Isu Lingkungan & Solusi	7/7 (100%)	G1-G7	Konten terkait pengolahan limbah, green chemistry, dan dampak baterai.
Teknologi Elektrokimia	7/7 (100%)	G1-G7	Aplikasi teknologi nyata: Kendaraan Listrik (EV), Baterai, Penyepuhan.
Tips Belajar & Refleksi (SRL)	5/7 (71%)	G2, G3, G4, G5, G7	Panduan cara belajar ("How to learn"), latihan regulasi diri, dan pertanyaan reflektif.
Tokoh/Ilmuwan	2/7 (28%)	G3, G7	Sejarah sains untuk inspirasi.

Permintaan mutlak (100%) terhadap 'eksperimen sederhana mandiri' adalah temuan yang sangat signifikan. Hal ini membuktikan bahwa guru menyadari kelemahan pembelajaran saat ini terletak pada kurangnya pengalaman praktik langsung (*hands-on*). Oleh karena itu, *E-Chemistry Magazine* perlu memuat panduan praktikum menggunakan bahan sehari-hari yang divisualisasikan secara jelas melalui video atau infografis. Pedoman desain teknis dirumuskan berdasarkan instruksi rinci dari G7, yang mensyaratkan penggunaan bahasa komunikatif serta integrasi teknologi *barcode* untuk video guna efisiensi data. Secara struktur, media wajib memuat alur pedagogis lengkap dari tujuan hingga refleksi, dengan contoh kontekstual yang dekat dengan siswa seperti baterai ponsel. Spesifikasi ini disempurnakan oleh masukan G5 agar media tampil "menarik", yang diartikan sebagai perpaduan desain visual estetik dan navigasi yang mudah digunakan oleh siswa.

Pembahasan

1. Dekonstruksi Kesulitan Materi: Abstraksi dan Miskonsepsi

Kesulitan elektrokimia merupakan fenomena global. Literatur menunjukkan bahwa materi ini berat karena menuntut integrasi tiga level representasi makroskopis, sub-mikroskopis, dan simbolik yang dikenal sebagai Segitiga Johnstone (Johnstone, 1991, 2000; Gilbert & Treagust, 2009). Ketika salah satu level tidak terhubung, siswa akan mengalami beban kognitif tinggi dan miskonsepsi berulang.

a. Kesulitan Konsep Fundamental

Sebagian responden, khususnya G4, menyoroti "kebingungan konsep" yang muncul ketika siswa tidak dapat membedakan sel volta (spontan) dan sel elektrolisis (non-spontan). Temuan ini sejalan dengan berbagai laporan studi internasional yang mengidentifikasi diferensiasi anoda–katoda sebagai miskonsepsi elektrokimia yang paling persisten (Sanger & Greenbowe, 1997; Schmidt, 2021). Banyak siswa beranggapan bahwa anoda selalu negatif dan katoda selalu positif, sementara pada kenyataannya tanda muatan berubah tergantung konteks sistem.

b. Hambatan Representasi Visual

Responden G6 menyatakan bahwa elektrokimia dianggap “susah” karena sifatnya abstrak. G7 menambahkan bahwa “minim contoh nyata” menjadi hambatan. Kondisi ini sesuai dengan temuan penelitian bahwa sebagian besar buku teks gagal menampilkan representasi sub-mikroskopis secara jelas (Wu & Shah, 2004) hal tersebut menyebabkan siswa tidak mampu membangun model mental terkait aliran ion, elektron, dan fungsi jembatan garam. Sakina et al. (2025) juga menunjukkan bahwa visualisasi yang tidak memadai membuat siswa tidak dapat memetakan hubungan antara fenomena makro seperti nyala lampu dengan mekanisme ionik pada level mikroskopis.

c. Polarisasi Motivasi

Materi elektrokimia memiliki beban kognitif tinggi sekaligus tingkat relevansi yang besar. G1 menyatakan siswa kurang terdorong karena merasa materi ini “tidak digunakan untuk seleksi PTN”, sedangkan G6 melihat adanya potensi motivasi intrinsik karena “terkait kehidupan sehari-hari”. Fenomena polarisasi motivasi ini selaras dengan penelitian yang menekankan bahwa konteks yang relevan berfungsi meningkatkan minat dan retensi pembelajaran kimia (Pedretti & Nazir, 2011).

2. Dinamika Self-Regulated Learning (SRL) di Era Digital

a. Pasifisme dalam Belajar

Responden G5 dan G7 menegaskan kecenderungan siswa yang bergantung pada instruksi guru dan kurang mandiri dalam mengatur strategi belajar. Kondisi ini menunjukkan lemahnya komponen volition dalam SRL, sebagaimana dijelaskan Zimmerman (2002) bahwa siswa mandiri harus mampu menetapkan tujuan, memonitor proses, dan mengevaluasi diri.

b. Fragmentasi Atensi pada Gen Z

Siswa kini belajar dalam ekosistem digital yang penuh distraksi. Responden G2 menyebut adanya “Distraksi Gen Z”, sementara G6 menyoroti “notifikasi medsos” sebagai pemicu hilangnya fokus. Riset terkini mengonfirmasi bahwa paparan konten video pendek seperti TikTok/Reels berkorelasi dengan penurunan attention span dan penurunan kemampuan bertahan pada tugas akademik kompleks (Lin et al., 2024; Chiencharoenthanakij et al., 2025).

c. Fenomena *Cognitive Outsourcing* akibat AI

G5 mengamati fenomena “ketergantungan AI instan” ketika siswa menggunakan ChatGPT/Gemini untuk memperoleh jawaban cepat. Dalam studi kognitif modern, fenomena ini dikenal sebagai *cognitive offloading*, yaitu ketika individu menyerahkan proses berpikirnya kepada perangkat eksternal (Risko & Gilbert, 2016). Penelitian terbaru menegaskan bahwa penggunaan AI secara tidak terkendali dapat menurunkan self-efficacy akademik serta mengurangi proses berpikir kritis mendalam (Zhang & Xu, 2024; Vieriu & Petrea, 2025).

3. Kesenjangan Implementasi Pendekatan STSE

a. Knowing–Doing Gap

Responden G2 dan G7 memahami bahwa elektrokimia sangat relevan dengan kehidupan—terutama topik baterai EV dan pengolahan limbah B3—namun implementasinya minim. Fenomena ini mencerminkan *knowing–doing gap*, yaitu ketika guru memiliki pengetahuan (Know-What) tetapi kesulitan mengeksekusi (Know-How). Kajian meta-analisis menunjukkan bahwa pendekatan STSE meningkatkan literasi ilmiah dan relevansi pembelajaran, tetapi memerlukan perangkat pembelajaran yang terstruktur (Sianes et al., 2022; Pedretti & Nazir, 2011).

b. Kebutuhan Media Siap Pakai

Responden G2 menyatakan bahwa guru kesulitan membuat media inovatif sendiri. Literatur menegaskan bahwa guru membutuhkan instrumen siap pakai agar tidak menambah

beban administratif (Pedretti & Nazir, 2011). Oleh karena itu, E-Chemistry Magazine menyediakan rubrik isu lingkungan dan teknologi terkini, seperti daur ulang baterai litium.

4. Spesifikasi Media Berdasarkan Arsitektur Konten

a. Eksperimen Mandiri

Seluruh responden (G1–G7) meminta adanya eksperimen sederhana. Studi menunjukkan bahwa kegiatan praktikum sederhana yang memanfaatkan bahan rumah meningkatkan pemahaman konsep abstrak dan keterlibatan siswa (Hofstein & Lunetta, 2004; Cooper, 2015). Percobaan seperti baterai buah dan elektrolisis pensil sejalan dengan rekomendasi penelitian tentang *home labs* (Science Buddies, 2024).

b. Kontekstualisasi Isu Lingkungan & Teknologi

Berdasarkan analisis data 100% responden menginginkan materi aplikatif. Literatur STSE mendukung integrasi isu energi terbarukan, baterai EV, hingga limbah logam berat untuk meningkatkan relevansi pembelajaran (Sianes et al., 2022).

c. Aksesibilitas Hybrid

Responden G1 dan G4 menyebut kendala sinyal/Wi-Fi. Pendekatan *offline-first* direkomendasikan oleh panduan pembelajaran digital pada wilayah low-bandwidth untuk memastikan pemerataan akses (University of British Columbia, 2024; Tomlinson, 2020).

SIMPULAN

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pengembangan *e-Chemistry Magazine* berbasis STSE dan berorientasi Self-Regulated Learning (SRL) merupakan solusi yang sangat relevan dan mendesak untuk menjawab tantangan pembelajaran elektrokimia di tingkat SMA. Kesulitan siswa memahami konsep yang abstrak, terutama miskonsepsi pada sel volta dan elektrolisis, diperparah oleh rendahnya kemandirian belajar serta tingginya ketergantungan pada bantuan instan dari teknologi digital dan kecerdasan buatan. Selain itu, terdapat kesenjangan nyata antara pemahaman guru mengenai relevansi elektrokimia dengan isu-isu sains, teknologi, masyarakat, dan lingkungan, dengan implementasinya di kelas yang masih sangat terbatas akibat minimnya media pendukung yang aplikatif.

Melalui analisis terhadap profil kebutuhan guru, ditemukan empat isu strategis: (1) perlunya media yang mampu menyediakan visualisasi interaktif dan representasi multi-level konsep; (2) minimnya aktivitas praktikum yang menuntut adanya eksperimen mandiri berbahan sederhana; (3) perlunya integrasi fitur metakognitif untuk melatih SRL; dan (4) kebutuhan akan media yang mudah diakses, ringan, serta mendukung pembelajaran hybrid/offline. Dengan demikian, *e-Chemistry Magazine* direkomendasikan sebagai media yang bukan hanya menyajikan konten digital, tetapi berperan sebagai intervensi pedagogis yang secara komprehensif menghubungkan konsep elektrokimia dengan fenomena teknologi dan lingkungan, sekaligus memperkuat kemampuan kemandirian belajar siswa.

Prospek penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada pengembangan prototipe *e-Chemistry Magazine* dan uji keefektifannya dalam meningkatkan pemahaman konsep, literasi STSE, serta kemampuan SRL siswa. Pengembangan fitur adaptif berbasis kecerdasan buatan, evaluasi berbasis higher-order thinking skills, serta integrasi teknologi AR/VR juga dapat menjadi inovasi lanjutan untuk memperkuat pengalaman belajar kimia yang kontekstual, menarik, dan berdaya aplikatif tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada para guru kimia di Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah berpartisipasi sebagai responden dan memberikan kontribusi data yang sangat bermakna untuk penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Negeri Yogyakarta atas dukungan akademik yang diberikan selama proses

penelitian berlangsung. Seluruh pihak yang telah membantu dalam bentuk waktu, pemikiran, maupun fasilitas turut berperan penting dalam terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, V., & Willyansah. (2025). Perencanaan Pembelajaran IPA yang Interaktif dalam Menumbuhkan Minat Belajar Siswa Kelas XII SMAN 9 Pekanbaru. *Jurnal Pendidikan, Kimia, Fisika Dan Biologi*, 1(2).
- Aikenhead, G. S. (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice*. Teachers College Press.
- Aprilia Astafani, Regita Fenti Resmawati, dan M. E. L. H. (2024). Systematic Review : Faktor-Faktor Kesulitan Belajar Materi Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(2), 82–88.
- Byusa, E., Kampire, E., & Mwesigye, A. R. (2022). Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature. *Heliyon*, 8(5), e09541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09541>
- Çalık, M., & Ayas, A. (2021). A Review of Electrochemical Cells and Students' Misconceptions. *International Journal of Science Education*.
- Chiencharoenthanakij, P., et al. (2025). Scrolling minds: How short-form videos shape teenagers' attention span. *Journal of Innovation Research and Knowledge*.
- Cooper, M. M. (2015). Evidence-Based Reform of Teaching and Learning. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407, 6889–6891.
- Dindar, M., & Akbulut, Y. (2021). Timing and relevance of secondary tasks impact multitasking performance. *Computers & Education*, 161, 104078.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. Springer.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice*, 1(1), 9–15.
- Lin, X., et al. (2024). The Relationship Between Short-Form Video Use and Sustained Attention. *Psychology of Popular Media*.
- Mulder, G. (2022). *Battery Technology and Applications in Modern Society*. Technical Report.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field. *Science Education*, 95(4), 601–626.
- Prastika, N. D., Anjarwati, D., Awaliah, M. A. S., Hartandi, D., Rahmadani, A., & Erika, F. (2024). Kajian Literatur Pemanfaatan Teknologi Artificial Intelligence untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Siswa dalam Pembelajaran Kimia. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 6(1), 47–60. <https://doi.org/10.37905/jjec.v6i1.23644>.
- Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive offloading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9), 676–688.
- Rosen, L. D., et al. (2020). The distracted student: Mind wandering and digital multitasking in the classroom. *Journal of Educational Psychology*.

- Sakina, N., et al. (2025). A Content Analysis of Chemical Representations in Voltaic Cells Concept on General Chemistry Textbooks. *Journal of Educational Sciences*, 9(5).
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377–398.
- Schmidt, H. J. (2021). Addressing Misconceptions in Electrochemistry. *Chemistry Education Research and Practice*.
- Seery, M. K. (2020). Establish the Laboratory Learning Outcomes. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1790–1792.
- Sianes, A., et al. (2022). Sustainability and STSE in Science Education. *Education Sciences*, 12(3), 145.
- Tahir, F., Lukum, A., Pikoli, M., Laliyo, L. A., La Kilo, A., Kurniawati, E., Ing Habibie, J. B., & Bolango, B. (2025). *Validitas Media Pembelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality (AR) Menggunakan Assemblr Edu pada Materi Hidrokarbon*. 170–180.
- Tomlinson, C. A. (2020). *Differentiation in the Digital Age*. ASCD.
- Treagust, D. F., et al. (2020). Diagnostic assessment of student understanding in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing.
- University of British Columbia. (2024). *Digital Learning & Low-Bandwidth Teaching Strategies*. UBC Center for Teaching.
- Vieriu, A. M., & Petrea, G. (2025). The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Students' Academic Development. *Proceedings of The International Conference on Education*.
- Wang, L. (2024). Strategies for Vocational Chemistry Teaching Based on the STSE Educational Concept. *International Journal of New Developments in Education*, 6(11), 140–145. <https://doi.org/10.25236/ijnde.2024.061122>
- Wati, N., & Coryna Oktaviani. (2025). Optimalisasi Pembelajaran Kimia Melalui Pengembangan Bahan Ajar Berupa E-Modul. *Chemistry Education Practice*, 8(1), 11–19. <https://doi.org/10.29303/cep.v8i1.8486>
- Wu, H. K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465–492.
- Zhang, W., & Xu, Y. (2024). Artificial Intelligence-Generated Content Empowers College Students' Critical Thinking Skills: What, How, and Why. *Sustainability*, 16(5).
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70.