



## **Pengembangan Aplikasi E-Book Elektrokimia Berbasis Android Untuk Menumbuhkan *Self-Directed Learning* Mahasiswa**

**Rahmat Rasmawan\*, Erlina**

Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

\*Email: rahmat.rasmawan@fkip.untan.ac.id

**DOI: 10.24815/jpsi.v9i3.20072**

### **Article History:**

*Received: February 19, 2021*

*Revised: May 3, 2021*

*Accepted: May 19, 2021*

*Published: May 24, 2021*

**Abstract.** Students' weak ability to understand electrochemical concepts is due to the lack of self-directed learning (SDL) in finding their own understanding outside the classroom and not used to evaluate the learning difficulties they experienced. The android-based e-books could be used to support students' independent learning, to evaluate learning outcomes through practice questions and direct feedback, and to exchange opinions between students and lecturers. The aim of this study is to produce an android-based electrochemical e-book to emerge students' SDL. To achieve the aim, this study employs ADDIE development models which consist of five steps; analyze, design, develop, implement and evaluate. Data were collected using content validity, face validity assessment, response questionnaires and SDL. The result of content validity is 0.94 and categorized as valid. Based on face validity, vast majority of users stated that the e-book application is attractive and easy to use. Moreover, the explanation, graphics, videos, quiz questions and discussion in the e-book application are clear. The results of the implementation of application as additional learning resource for electrochemical concepts can foster students' SDL in the high category with an average percentage of confidence at 87.20%. Students show a positive response to the use of the application in helping them understand the concepts, working on assignments, discussions between friends and lecturers, digging more in-depth information, and do practice questions in a short time, also easy to use. Thus, it can be concluded that the android-based e-book application could help students develop their SDL.

**Keywords:** e-Book Android Application, Electrochemistry, Self-Directed Learning

## **Pendahuluan**

*Chemistry content knowledge* (CKK) merupakan salah satu syarat yang harus dimiliki calon guru kimia untuk menjadi guru yang profesional (Tuysuz, dkk., 2016; Wheeldon, 2017). CKK merujuk pada kemampuan calon guru untuk memahami prinsip, hukum, konsep, dan aplikasi bidang ilmu kimia yang harus dikuasai siswa sesuai dengan jenjang pendidikannya (Widhiyanti, dkk., 2017). Pentingnya CKK dikuasai oleh calon guru kimia karena berguna saat membimbing peserta didik memahami konsep kimia dengan baik dan meminimalkan miskonsepsi yang terjadi selama pembelajaran berlangsung (Tolsdorf & Markic, 2017; Ugras, 2018). Dalam merancang pembelajaran, CKK memiliki peranan yang penting terutama dalam pemilihan indikator, pemilihan strategi dan penyusunan evaluasi yang tepat dan sesuai dengan karakteristik konsep yang akan diajarkan (Boz & Belge-Can, 2020; Espinosa, dkk., 2018; Etiubon & Benson, 2014; Lucenario, dkk., 2016; Zhang, dkk., 2018).

Elektrokimia merupakan salah satu konten materi kimia yang harus dikuasai calon guru kimia. Elektrokimia secara umum dibagi menjadi tiga konsep penyusunnya, yaitu reaksi redoks, sel galvani dan sel elektrolisis (Yilmaz & Bayrakçeken, 2015). Akan tetapi banyak penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa gagal memahami konsep elektrokimia dan sering memunculkan miskonsepsi. Pada konsep reaksi redoks, sebagian besar mahasiswa dapat dengan mudah menghafal biloks suatu atom tetapi gagal menerapkan konsep biloks pada suatu reaksi redoks (Akram, dkk., 2014). Pada konsep sel galvani, sebagian besar mahasiswa gagal memahami fungsi jembatan garam dan penentuan potensial sel galvani (Dorsah & Yaayin, 2019; Rollnick & Mavhunga, 2014). Pada konsep sel elektrolisis, mahasiswa dapat menjelaskan bahwa terjadi pergerakan ion menuju elektroda yang sesuai tetapi gagal menjelaskan reaksi redok yang terjadi di elektroda tersebut (Kong, 2016). Lemahnya kemampuan memahami konten elektrokimia dapat disebabkan karena gaya belajar mereka yang masih berpusat pada pembelajaran yang dilakukan di kelas, tidak mencari alternative atau pemahaman sendiri di luar kelas dan tidak membiasakan mengevaluasi kesulitan-kesulitan belajar yang mereka alami (Tsaparlis, 2019).

Berdasarkan hasil observasi mahasiswa baru program studi Pendidikan Kimia Tahun ajaran 2020/2021 pada kegiatan matrikulasi diketahui bahwa mereka kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal konsep elektrokimia, terutama dalam menjelaskan proses terjadinya arus listrik pada sel galvani dan reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis. Setelah dilakukan wawancara, diketahui bahwa penyebab kesulitan tersebut dikarenakan gaya belajar mereka yang hanya mempelajari materi yang disampaikan oleh guru mereka pada waktu SMA. Mereka menuturkan bahwa pembelajaran sel galvani dan sel elektrolisis di waktu SMA hanya difokuskan pada perhitungan potensial sel galvani dan massa yang terbentuk selama proses elektrolisis berdasarkan hukum Faraday dan kurang mengkaji tentang proses atau reaksi yang terjadi pada sel galvani dan elektrolisis. Dari hasil observasi dan wawancara dapat disimpulkan bahwa gaya belajar yang selama ini terbentuk hanya ditentukan oleh guru. Kurangnya kemampuan mahasiswa dalam mencari sendiri pemahaman mereka melalui belajar mandiri dapat menghambat mereka untuk menguasai konsep kimia yang akan dipelajari di perkuliahan.

Mengembangkan *self-directed learning* (SDL) merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi lemahnya pemahaman mahasiswa dalam mempelajari konsep elektrokimia. SDL merupakan kemampuan dalam mengambil inisiatif, menganalisis dan merumuskan tujuan belajar, mengidentifikasi sumber belajar, memilih strategi dan mengevaluasinya sehingga dapat memperoleh, pengetahuan bagi diri mereka sendiri (Jaleel & Anuroofa, 2017). Menurut Manning (2007) ada tiga alasan utama mengapa seseorang harus mengembangkan SDL, yaitu (1) seseorang yang memiliki inisiatif belajar secara mandiri memiliki kecenderungan belajar secara mendalam daripada hanya menunggu penjelasan dosen dalam pembelajaran, (2) membangun struktur kognitif sendiri dalam memahami sesuatu, dan (3) perkembangan pengetahuan yang cukup luas menempatkan individu untuk mengambil langkah belajar yang tepat bagi diri mereka sendiri. Tekkol & Demirel (2018) memberikan arahan tentang seseorang yang memiliki SDL yang tinggi, antara lain seseorang yang dapat menentukan tujuan, cara atau strategi belajar, memantau dan mengevaluasi capaian belajar, terbuka dalam belajar, memiliki tingkat penasarannya yang tinggi, menghargai proses pembelajaran, memiliki emosional atau kendali diri dalam belajar serta dapat mengambil inisiatif sendiri dalam belajar.

Beberapa penelitian menunjukkan SDL memiliki korelasi positif yang cukup tinggi dengan prestasi belajar, yang berarti bahwa seseorang yang memiliki *self-directed learning* yang tinggi memiliki keberhasilan belajar yang tinggi pula (Cazan & Schiopca, 2014; Jaleel & Anuroofa, 2017; Kamarruddin, dkk., 2014; Kan'an & Osman, 2015; Saeid & Eslaminejad, 2016; Tekkol & Demirel, 2018; Zare & Naghsh, 2016). Hal ini dikarenakan mahasiswa yang memiliki prestasi akademik yang tinggi cenderung menerapkan pendekatan yang

mendalam dalam belajar secara mandiri, terlepas dari metode pembelajaran yang dilakukan guru di kelas (Cetin, 2016).

Aplikasi buku elektronik (e-Book) berbasis android pada konten elektrokimia dapat digunakan untuk melatih SDL mahasiswa. Ketersediaan e-book dapat meminimalkan bantuan dari orang lain, referensi yang digunakan individu untuk menambah atau memperbaiki pemahamannya serta dapat digunakan kapan saja ketika ingin belajar (Mulyadi dkk., 2019; Perdana, dkk., 2017). E-book berbasis android dapat mengakomodir berbagai gaya belajar, baik visual, auditori dan kinestetik sehingga memungkinkan mahasiswa belajar secara mandiri (Ahmar & Rahman, 2017). Aplikasi e-book berbasis android dapat menampilkan isi materi, menampilkan video, kuis yang disertai umpan balik sehingga mahasiswa dapat mengetahui ketercapaian belajar mereka (Jengathe & Rojatar, 2015). Selain itu, aplikasi e-book berbasis android dapat disetting yang memungkinkan interaksi antara mahasiswa dan dosen seperti kolom diskusi untuk mempertanyakan hal yang belum dipahami sehingga mempermudah mahasiswa mengatasi permasalahan yang dihadapinya (Lu'mu, 2017).

Adapun tujuan penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi e-book berbasis android pada konten elektrokimia yang valid dan layak digunakan dan terbukti dapat menumbuhkan SDL mahasiswa. Dengan dikembangkannya aplikasi android ini diharapkan mahasiswa dapat secara mandiri mempelajari konten, mengevaluasi capaian melalui latihan dan mendapatkan umpan balik langsung sehingga dapat memperbaiki pemahaman mereka, serta terjadi interaksi antara mengadakan interaksi antar sesama mahasiswa dan dosen untuk saling bertukar pendapat, memberikan masukan tentang apa yang harus dilakukan dan diperbaiki dari hasil belajar mereka secara mandiri.

## Metode

Bentuk penelitian yang digunakan adalah *research and developmet* (R&D) yang mengacu pada model pengembangan ADDIE (Branch, 2009). Langkah pengembangan model ADDIE dimulai dari tahap *analyze, design, develop, implement and evaluate*. Adapun penjelasan masing-masing tahap penelitian adalah sebagai berikut:

Pada tahap *analyze* melibatkan 10 orang mahasiswa program studi Pendidikan Kimia FKIP Untan semester enam. Dasar pemilihannya dikarenakan mereka telah mempelajari konsep elektrokimia pada mata kuliah kimia larutan dan kimia SMA sehingga dapat digali kebiasaan belajar mandiri yang mereka lakukan selama mengikuti perkuliahan. Pada tahap ini akan dilakukan analisis potensi dan masalah yang ada pada pembelajaran kimia konsep elektrokimia di program studi pendidikan Kimia FKIP Universitas Tanjungpura. Analisis potensi dilakukan untuk mengkaji harapan dan tujuan dari diajarkannya konten elektrokimia. Selanjutnya dilakukan analisis masalah, yaitu kendala dan hambatan yang dijumpai pada pembelajaran konten elektrokimia sehingga tidak tercapainya tujuan yang hendak dicapai.

Pada tahap *design* akan ditentukan capaian pembelajaran dan batasan konten aplikasi e-book berbasis android yang akan dikembangkan. Pada tahap ini juga dilakukan pencarian sumber atau bahan yang akan digunakan dalam aplikasi e-book berbasis android seperti buku pustaka acuan, video, soal quiz dan pembahasan soal quiz.

Tahap *develop* akan dirancang alur kerja dari aplikasi dalam bentuk *flowchart* dan *user interface* (UI) dari aplikasi yang akan dikembangkan dan selanjutnya divalidasi untuk menentukan kelayakan penggunaannya. Validasi yang digunakan terdiri dari dua bentuk, yaitu *content validity* dan *face validity*. Sebanyak 10 pakar bidang Pendidikan Kimia dan Kimia dilibatkan dalam *content validity*. Pada *face validity* melibatkan 25 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Untan semester enam yang secara sukarela memberikan penilaian mereka terhadap draf aplikasi e-book elektrokimia yang dikembangkan.

Tahap *implement* melibatkan 50 orang mahasiswa program studi Pendidikan Kimia FKIP Untan yang mengambil mata kuliah kimia larutan yang berada di semester dua tahun perkuliahan pada bagian materi elektrokimia. Sebelum memulai pembelajaran, mahasiswa diberikan aplikasi e-book elektrokimia berbasis android dari hasil validasi. Selanjutnya mahasiswa tersebut dapat menggunakan aplikasi e-book yang dikembangkan pada saat proses pembelajaran di kelas maupun di luar kelas perkuliahan. Setelah pembelajaran konsep elektrokimia selesai, mahasiswa tersebut akan diukur respon penggunaan aplikasi e-book berbasis android dan SDL-nya.

Tahap *evaluate* akan dilakukan evaluasi dari hasil yang diperoleh pada tahap *implement*. Fokus utama pada tahap evaluasi adalah menentukan kendala dan hambatan yang muncul selama penggunaan aplikasi e-book elektrokimia dikembangkan. Langkah selanjutnya melakukan revisi sehingga diperoleh e-book berbasis android pada konten elektrokimia final.

Alat pengumpul data yang digunakan pada tahap *analyze*, adalah lembar pedoman wawancara mahasiswa. Wawancara difokuskan untuk menggali informasi tentang kebiasaan belajar mandiri. Hasil yang diperoleh selanjutnya dianalisis deskriptip untuk ditentukan masalah utama yang muncul dalam kebiasaan belajar mandiri mereka.

Pada tahap *development*, alat pengumpul data lembar penilaian *conten validity* dan *face validity*. Aspek yang diukur pada *conten validity* antara lain kesesuaian materi, quiz dan video dengan capaian pembelajaran, kebenaran konsep dengan materi, video, quiz dan pembahasannya serta kebahasaan dalam aplikasi yang jelas, tidak ambigu dan mudah dimengerti. Aspek yang diukur pada *face validity* antara lain kemudahan penggunaan, kemenarikan kemudahan kejelasan materi, gambar, video, quiz dan pembahasannya. Setiap validator yang terlibat dalam *conten validity* memberikan penilaian terhadap setiap aspek yang diamati dengan memberikan penilaian untuk nilai 4 (sangat relevan), 3 (relevan), 2 (kurang relevan) dan 1 (tidak relevan). Untuk mahasiswa yang terlibat dalam penilaian *face validity* memberikan pendapat dengan menggunakan dua opsi yaitu setuju atau tidak setuju.

Pada tahap *evaluate*, alat pengumpul data yang digunakan adalah angket respon dan SDL mahasiswa setelah menggunakan aplikasi di dalam pembelajaran yang diadaptasi dari Tao, dkk (2018). Angket respon mahasiswa berisikan pendapat koresponden tentang kegunaan aplikasi dalam membantu pengerjaan tugas, penggalian informasi secara mendalam, diskusi dengan teman maupun dosen, memahami materi dan kesenangan dalam menggunakan aplikasi. Angket SDL berisikan pendapat koresponden tentang kedisiplinan, kemampuan mengatur waktu, keinginan memperoleh informasi lanjut, tanggung jawab dan kepercayaan diri dalam memahami materi secara individu, keyakinan terhadap strategi belajar dan kemauan mengevaluasi strategi belajarnya.

Pada tahap *analyze*, data hasil wawancara dideskripsikan secara kualitatif. Pada tahap *development*, data hasil penilaian *conten validity* dianalisis dan ditentukan nilai CVI (*conten validity indeks*) yang besarnya ditentukan dari frekuensi validator yang menyatakan relevan atau sangat relevan dan dibagi dengan jumlah seluruh validator (Yusoff, 2019). Setiap aspek dinyatakan valid apabila memperoleh nilai CVI sama atau lebih tinggi dari 0.80 (Costa, dkk., 2019). Selanjutnya, data yang terkumpul dari penilaian *face validity* ditentukan persentase koresponden yang menyatakan setuju untuk setiap aspek penilaiannya.

Pada tahap *evaluate*, data yang terkumpul dari angket respon dan SDL dianalisis dengan skala Linkert dengan menggunakan lima tanggapan. Semua pernyataan yang dibuat dalam bentuk pernyataan positif. Adapun skor yang diperoleh untuk sangat setuju, setuju, kurang setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju secara berturut-turut adalah 5, 4, 3, 2, dan 1 (Suryani, dkk., 2020). Hasil yang diperoleh dari angket respon dan SDL, selanjutnya ditentukan persentase tanggapan tiap pernyataan dengan menggunakan rumus (Joshi, dkk., 2015):

$$\% \text{ Tanggapan} = \frac{\text{Total Skor tiap item pernyataan}}{\text{Total jumlah mahasiswa} \times 5} \times 100 \quad (1)$$

Hasil yang diperoleh dari persentase tanggapan selanjutnya dikategorikan mengikuti Tabel 1.

**Tabel 1.** Kategori tanggapan dari angket respon dan SDL mahasiswa

Persentase Tanggapan	Kategori
90 - 100	Sangat tinggi
81 - 90	Tinggi
71 - 80	Cukup Tinggi
61 - 70	Rendah
< 60	Sangat Rendah

## Hasil dan Pembahasan

Tahap pertama dalam pengembangan adalah tahap *analyze*, yaitu analisis potensi dan masalah yang dihadapi mahasiswa pendidikan kimia dalam proses pembelajaran konsep elektrokimia. Studi awal terhadap mahasiswa tahun ketiga pada program studi pendidikan kimia FKIP Untan diketahui bahwa mereka cenderung belajar dari paparan yang diberikan dosen pada waktu perkuliahan. Mereka kesulitan untuk menentukan bahan atau materi secara mandiri. Hasil wawancara dengan beberapa mahasiswa menunjukkan bahwa mereka cenderung mempelajari bahan kajian yang diberikan dosen dengan anggapan bahwa apa yang diberikan dosen adalah benar. Belajar secara mandiri hanya dilakukan apabila mendapat instruksi dari dosen berupa tugas atau akan menjelang pengambilan nilai. Pengukuran keberhasilan belajar mereka hanya ditentukan dari penilaian dosen. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kecenderungan pembelajaran yang dilakukan oleh mahasiswa di luar jadwal perkuliahan menunjukkan bahwa mereka memiliki SDL yang kurang. Dosen masih memegang kendali yang cukup besar dalam pembelajaran baik di dalam kelas dan diluar kelas. Kurangnya kemampuan memonitor diri sendiri dan hanya menunggu penilaian dari dosen dapat menghambat mahasiswa mengembangkan kemampuan belajar secara mandiri.

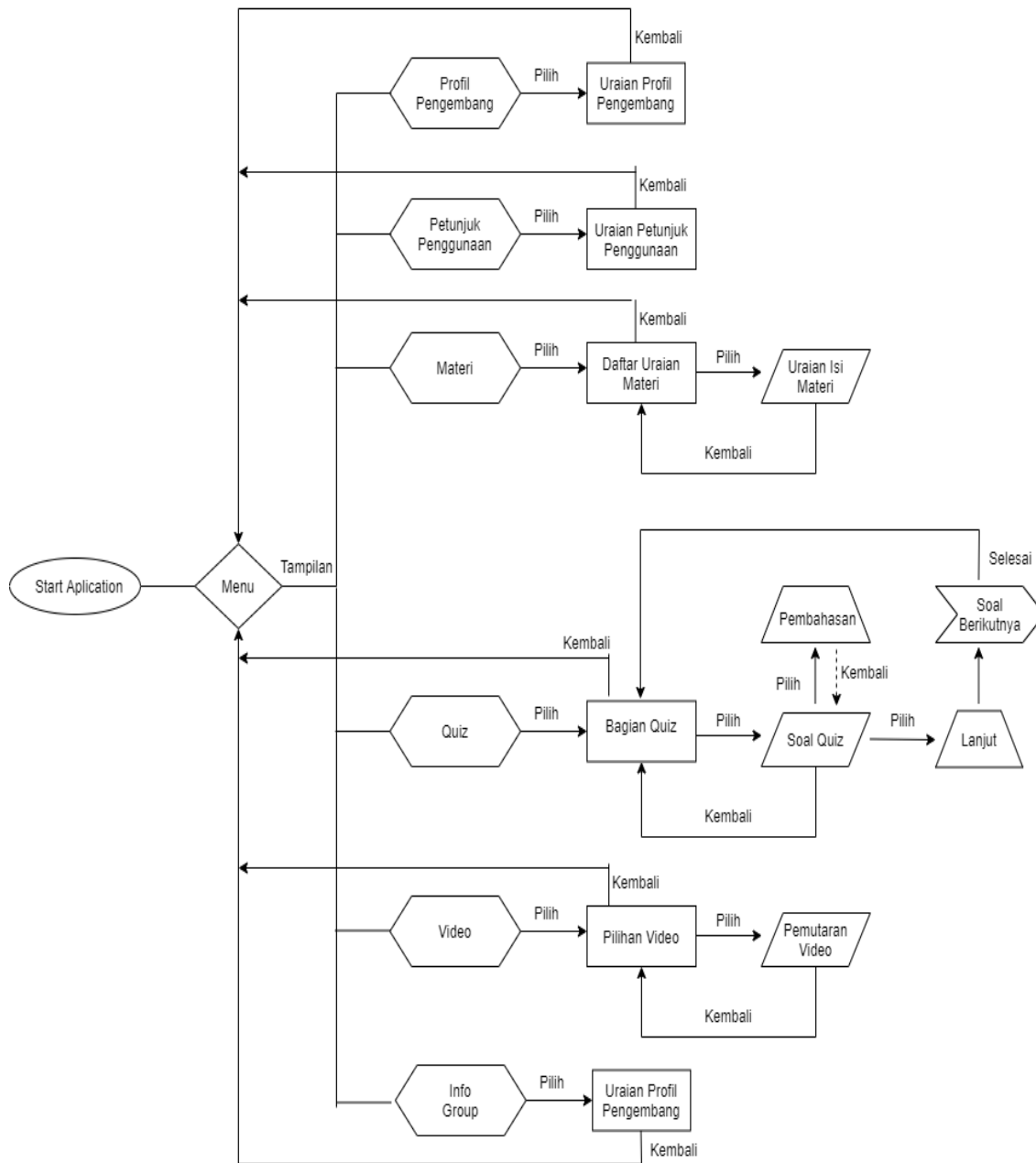
Langkah selanjutnya adalah tahap *desain*, yang diawali dengan penentuan capaian yang hendak dicapai, dan batasan konsep elektrokimia (Tabel 2). Selanjutnya mendesain draf e-book berbasis android agar dapat membantu mahasiswa menumbuhkan SDL. Strategi yang digunakan dalam aplikasi adalah pemberian materi dan video pembelajaran yang dapat dipelajari serta dipahami secara mandiri oleh mahasiswa, pemberian latihan soal disertai umpan balik segera dari hasil pengerjaannya dan memberikan kesempatan untuk saling berdiskusi terkait konsep yang diberikan. Pemberian materi, video dan umpan balik segera dan saling berdiskusi dapat memberikan berbagai alternatif pendekatan gaya kognitif yang sesuai dengan masing-masing mahasiswa dan tidak hanya berfokus pada satu gaya kognitif saja dan pada akhirnya memunculkan motivasi untuk mengkaji, memahami dan mengevaluasi keberhasilan melalui gaya belajar yang dipilihnya (Prayekti, 2018).

**Tabel 2.** Konsep dan Capaian Pembelajaran pada Aplikasi yang akan dikembangkan

Konsep	Capaian Pembelajaran
Reaksi Redoks	Menentukan reaksi redoks dengan cara pelepasan dan pengikatan atom oksigen, pelepasan atau pengikatan elektron dan bilangan oksidasi Menentukan perbedaan pereduksi dan pengoksidasi dalam reaksi redoks. Menyetarakan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi yang berada dalam suasana asam dan basa
Sel Volta	Menjelaskan bagian-bagian sel Volta berdasarkan fungsinya masing-masing. Menjelaskan perbedaan potensial elektroda, potensial sel dan potensial reduksi standar Menentukan persamaan, besaran dan notasi dari sel Volta Menentukan hubungan potensial sel, energi bebas dan konstanta kesetimbangan redoks. Menerapkan persamaan Nernst dalam penentuan kespontanan reaksi, potensial sel dalam keadaan tidak standar atau konsentrasi elektroda. Menerapkan persamaan Nernst dalam penentuan Ksp dan pH meter Menjelaskan komponen serta reaksi redoks yang terjadi pada sel primer, sekunder atau flow baterai Menjelaskan proses terjadinya korosi serta cara pencegahannya
Sel Elektrolisis	Menganalisis Perbedaan Sel Volta dan Sel elektrolisis Menentukan reaksi oksidasi dan reduksi dari elektrolisis air Menentukan setengah reaksi reduksi – oksidasi serta reaksi keseluruhan dari elektrolisis lelehan senyawa dan larutan ionic. Memprediksi massa yang terbentuk atau waktu yang diperlukan untuk proses elektrolisis berdasarkan hukum Faraday Menjelaskan kegunaan sel elektrolisis dalam bidang industry dalam electrorefining, electroplating, elektrosintesis atau proses klor-alki

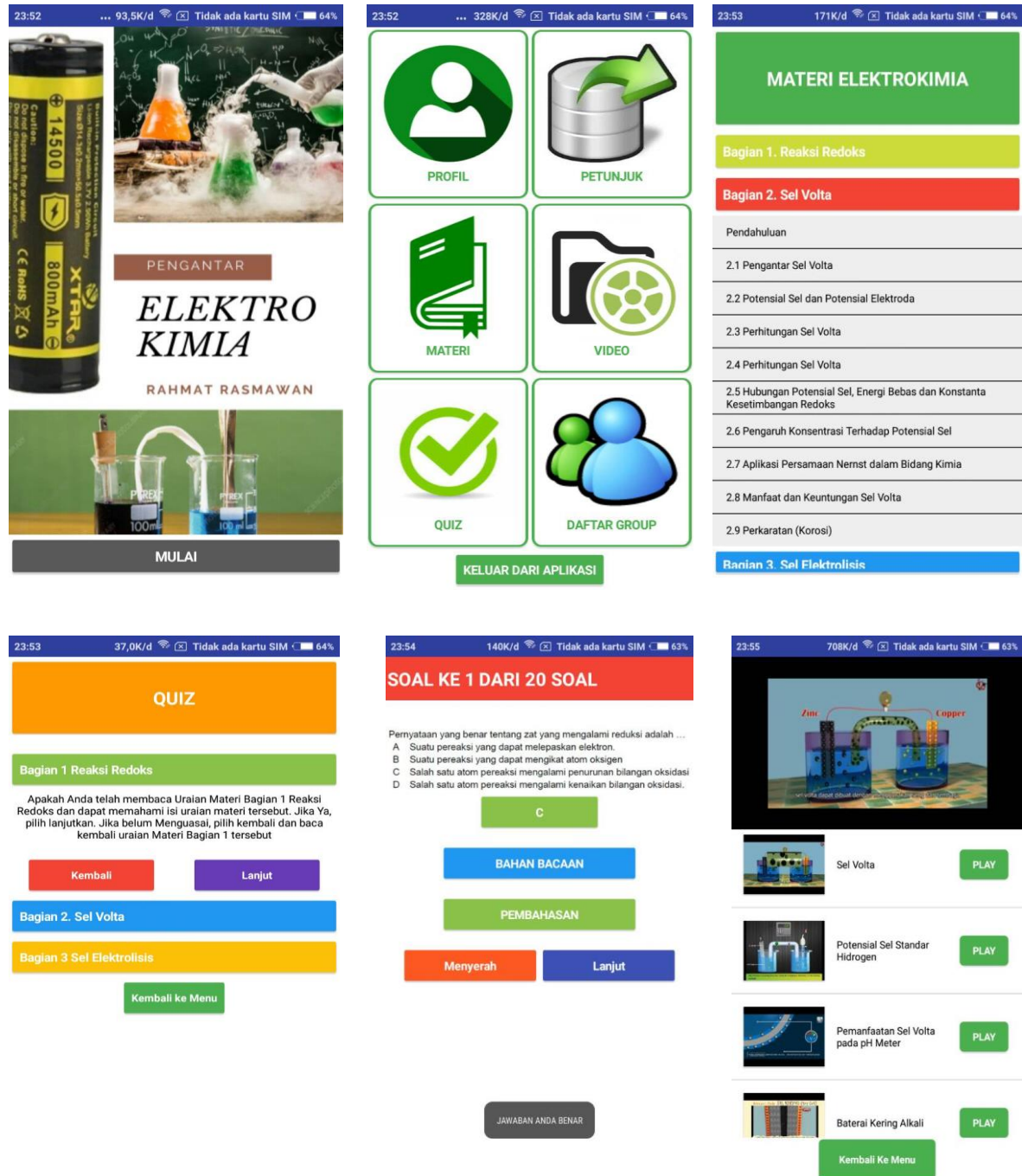
Setelah ditentukan konsep dan capaian pembelajaran, langkah selanjutnya adalah tahap *design* yaitu merancang draf e-book berbasis android. Tahap *design* diawali dengan menentukan diagram alir (flowchart). Pembuatan flowchart dimaksudkan untuk menjelaskan seluruh alur data beserta proses-proses yang terdapat di dalam sistem.

Adapun flowchart dapat dari proses penggunaan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 1. Setelah menyusun flowcart, langkah selanjutnya adalah mengembangkan *user interface* (UI) e-book berbasis android yang dikembangkan. Pada pembuatan *user interface* ini juga disiapkan koding untuk membuat perintah dalam pengoperasiannya. Dalam penelitian ini, mengkodung dilakukan dengan memanfaatkan program yang tersedia secara online melalui situs [www.kodular.id](http://www.kodular.id). Pemilihan penggunaan koding melalui situs tersebut dikarenakan dapat digunakan oleh orang awam yang tidak terlalu memahami koding dan mengantinya dengan blok (perintah seperti koding untuk menjalankan aplikasi).



**Gambar 1.** Flowchart Proses Penggunaan Aplikasi

Adapun hasil user interface dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Beberapa contoh *interface* pada draf aplikasi yang dikembangkan

Langkah selanjutnya adalah memvalidasi draf e-book yang dikembangkan. Validasi yang digunakan terdiri dari dua tipe, yaitu *content validity* dan *face validity*. Pada *content validity*, draf aplikasi e-book elektrokimia dinilai kelayakan oleh 10 (sepuluh) orang validator. Tujuan *content validity* adalah untuk meminimalkan potensi kesalahan dari aplikasi e-book yang dikembangkan, antara lain meminimalkan ketidaksesuaian antara capaian pembelajaran yang hendak dicapai dengan topik yang dibahas dari aplikasi e-book dalam bentuk uraian materi, quiz dan pembahasannya, serta video pembelajaran serta



adanya umpan balik dari pakar untuk memperbaiki kesalahan yang ada (Oguguo, dkk., 2020). Adapun hasil penilaian pakar pada konten validity disajikan pada Tabel 3.

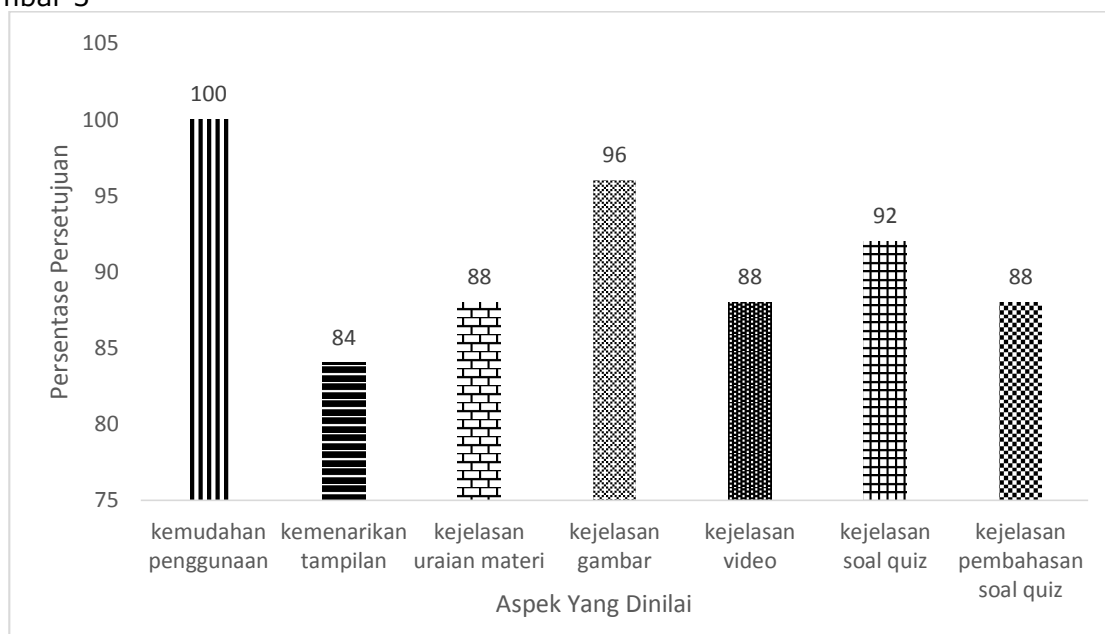
**Tabel 3.** *Conten validity indeks (VCI) draf e-book elektrokimia berbasis android*

Deskripsi	Relevan	Tidak Relevan	VCI	Ket
Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran	10	0	1.00	Valid
Kesesuaian soal quiz dengan capaian pembelajaran	9	1	0.90	Valid
Kesesuaian video dengan capaian pembelajaran	9	1	0.90	Valid
Kebenaran konsep yang disajikan	10	0	1.00	Valid
Kesesuaian urutan konsep	10	0	1.00	Valid
Kesesuaian konsep dengan jenjang perguruan tinggi	9	1	1.00	Valid
Kebenaran pembahasan soal Quiz	10	0	1.00	Valid
Kebenaran video dengan konsep yang dipelajari	10	0	1.00	Valid
Bahasa yang digunakan jelas	9	1	0.90	Valid
Bahasa yang digunakan tidak ambigu	8	2	0.80	Valid
Bahasa yang digunakan mudah dimengerti	9	1	0.90	Valid
<b>Rata-Rata</b>			<b>0.94</b>	<b>Valid</b>

Tabel 3 menunjukkan bahwa aplikasi e-book yang dikembangkan valid dan layak digunakan. Aspek kesesuaian materi, soal quiz dan video yang disajikan di dalam e-book dengan capaian pembelajaran yang hendak dicapai dinyatakan valid oleh validator. Kesesuaian antara apa yang hendak dicapai dengan sajian yang ditampilkan baik berupa uraian materi, soal, gambar maupun video memberikan gambaran bahwa apa yang diharapkan dari suatu buku atau bahan ajar dapat tersampaikan serta memperoleh pengetahuan yang utuh sesuai dengan apa yang diharapkan (Lau, dkk., 2019). Aspek kebenaran konsep, pembahasan soal Quiz dan video telah sesuai dengan konsep para ahli sehingga dapat meminimalisir miskonsepsi dan konsep alternatif yang bertentangan dengan konsep para ahli sehingga layak digunakan dalam membantu mahasiswa menguasai konsep yang tepat (Giyanto, dkk., 2020). Aspek bahasa yang jelas, tidak ambigu serta mudah dimengerti dinyatakan valid sehingga bahasa yang ada di dalam e-book dapat membantu mahasiswa memahami maksud dan makna yang sedang dipelajari (Panjaitan, dkk., 2021). Aspek urutan konsep dinyatakan valid sehingga sajian yang diberikan e-book dimulai dari konsep-konsep prasyarat yang akan digunakan untuk mempelajari konsep selanjutnya yang lebih mendalam. Menurut (San, dkk., 2020) suatu bahan ajar yang baik apabila konsep yang dipelajari diurutkan mulai dari konsep dasar atau prasyarat sehingga dapat memudahkan mahasiswa mempelajari konsep yang lebih luas, mengaktifkan pengetahuan atau konsep dasar yang telah dipahami serta membantu mahasiswa mengembangkan keterampilan mengaitkan hubungan antar konsep.

Setelah divalidasi pakar, langkah selanjutnya adalah melakukan *face validity* dengan melibatkan 25 mahasiswa yang telah mempelajari konsep elektrokimia. Tujuan dilakukannya *face validity* adalah mengetahui kelayakan aplikasi e-book yang dikembangkan dari sudut pandang calon pengguna sesuai dengan pemahaman, pengalaman dan kebiasaannya (Banna, dkk., 2011). Selain itu, *face validity* dapat meminimalkan kesenjangan antara pakar dan calon pengguna dalam memberikan penilaian mereka dengan asumsi bahwa penilaian pakar berdasarkan kriteria tertentu belum tentu sama dengan calon pengguna karena keterbatasan pemahaman, pengalaman

atau kebiasaan mereka (Mårtensson, dkk., 2019). Hasil dari *face validity* disajikan pada Gambar 3



**Gambar 3.** Tingkat persetujuan responden pada *face validity*

Gambar 3 menunjukkan aspek kemudahan penggunaan, mahasiswa memberikan persetujuan aplikasi e-book yang dikembangkan mudah digunakan dengan persentase 100%. Tingginya tingkat persetujuan penggunaan menunjukkan bahwa dalam pengembangan aplikasi tidak mengalami eror serta perintah koding dari sistem android dapat berjalan sehingga dikatakan aplikasi bekerja dan berfungsi dengan baik dan layak digunakan (Nazar, dkk., 2020). Aspek kemenarikan tampilan serta kejelasan uraian materi, gambar, video, soal quiz dan pembahasannya sangat menarik dan jelas dengan tingkat persetujuan di atas 84% sehingga mahasiswa tertarik menggunakannya serta isi materi yang disajikan melalui uraian, gambar, video dan soal quiz mudah dimengerti. Hasil kemenarikan dapat memotivasi calon pengguna menggunakannya dalam mempelajari konsep elektrokimia dan kejelasan sajian yang ditampilkan dari aplikasi e-book sesuai dengan tingkat pemahaman calon pengguna sehingga dapat digunakan dalam membantu mereka mempelajari konsep yang disajikan (Zulherman, dkk., 2021).

Draf aplikasi e-book elektrokimia berbasis android yang telah divalidasi selanjutnya memasuki tahap *implement*, yaitu memberikan darf aplikasi e-book elektrokimia kepada 50 (lima puluh) mahasiswa semester dua yang sedang mempelajari konsep elektrokimia pada mata kuliah kimia dasar. Konsep elektrokimia diajarkan melalui sistem daring (berdasarkan aturan pembatasan social di masa pandemic covid-19, Mei 2020) selama tiga minggu dengan alokasi waktu perminggunya adalah 150 menit. Peran aplikasi e-book adalah sebagai pelengkap atau bahan tambahan dan dapat mereka gunakan untuk mencari informasi, latihan soal dan video pembelajaran diluar dari materi atau latihan soal yang diberikan oleh dosen pengampuhnya.

Langkah selanjutnya adalah tahap *evaluate*, yaitu mengukur respon dan SDL mahasiswa setelah menggunakan e-book elektrokimia berbasis android sebagai pelengkap dalam pembelajaran konsep elektrokimia. Pengukuran respon dilakukan setelah konsep elektrokimia selesai diajarkan oleh dosen. Hasil yang diperoleh dari respon mahasiswa setelah pembelajaran konsep elektrokimia dengan menggunakan aplikasi e-book yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Respon mahasiswa terhadap e-book konsep elektrokimia berbasis android

No	Aspek	Persentase Respon	Keterangan
1	E-book elektrokimia berbasis android membantu pengerjaan tugas kuliah	84,80	Tinggi
2	E-book elektrokimia berbasis android membantu penggalian informasi secara mendalam	85,20	Tinggi
3	E-book elektrokimia berbasis android membantu dalam proses diskusi dengan teman maupun dosen	82,80	Tinggi
4	E-book elektrokimia berbasis android membantu pengerjaan tugas dalam waktu singkat.	84,80	Tinggi
5	E-book elektrokimia berbasis android membantu dalam memahami konsep elektrokimia	84,00	Tinggi
6	Penggunaan e-book elektrokimia berbasis android sangat menyenangkan sehingga terhanyut ketika menggunakannya	78,80	Cukup tinggi
<b>Rata-Rata</b>		83,40	Tinggi

Tabel 4 menunjukkan bahwa mahasiswa memberikan respon yang tinggi dalam membantu pengerjaan tugas, menggali informasi secara mendalam, diskusi antar teman dan dosen serta pengerjaan latihan soal dalam waktu singkat. Hal ini disebabkan karena pada aplikasi e-book yang dikembangkan diawali dengan pemberian outlining atau topik yang akan dipelajari baik pada uraian materi, latihan soal dan video. Mahasiswa dapat memilih secara langsung topik atau konsep sesuai kebutuhan mereka tanpa harus membaca ulang semua kajian yang ada di dalam aplikasi (Hung & Van, 2018; Parra, 2016). Aplikasi e-book menggunakan beberapa tampilan konsep elektrokimia dalam bentuk uraian materi, gambar, dan video sehingga membantu mahasiswa lebih mudah membentuk pengetahuan secara mendalam dari yang mereka lihat, baca dan dengar daripada hanya berasal dari satu tampilan saja (Jengathe & Rojatar, 2015; Rubini, dkk., 2018). Aplikasi e-book yang dikembangkan juga menyediakan soal quiz yang langsung memberikan umpan balik kepada mahasiswa tentang kebenaran jawabannya disertai dengan pembahasan. Dengan umpan balik segera disertai pembahasan dapat membantu mahasiswa meninjau kembali pemikiran dan pemahannya serta memperbaiki segera pemikirannya yang keliru (Fazio, dkk., 2010; Metcalfe & Eich, 2019). Aplikasi e-book yang dikembangkan juga menyajikan penjelasan konsep elektrokimia dengan berbagai macam sajian, antara lain uraian materi disertai gambar, video dan latihan soal quiz disertai pembahasan yang disinyalir dapat mengadopsi seluruh gaya belajar, pengalaman serta karakteristik mahasiswa sehingga membantu mereka mengatasi hambatan kesulitan belajar mereka serta memahami konsep elektrokimia (Kattayat, dkk., 2017; Rufii, 2015).

Pengukuran SDL dilakukan setelah konsep elektrokimia selesai diajarkan oleh dosen. Hasil yang diperoleh dari angket SDL mahasiswa setelah pembelajaran konsep elektrokimia dengan menggunakan aplikasi e-book yang dikembangkan disajikan pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan hasil secara rata-rata SDL mahasiswa sebesar 83,40% dengan kategori tinggi. Hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa secara individu, mahasiswa yakin telah dapat mengontrol cara belajarnya secara mandiri dan menerapkan strategi tertentu untuk memahami materi serta teruji secara empirik dapat mengembangkan SDL mahasiswa layak digunakan dosen dalam pembelajaran (Luke & Hogarth, 2011; Pandiangan, dkk., 2017; Wijayanti & Sukamto, 2017).

**Tabel 5.** Self directed learning mahasiswa setelah menggunakan e-book elektrokimia berbasis android

No	Aspek	Persentase Keyakinan	Keterangan
1	Keyakinan untuk disiplin dalam belajar	87,20	Tinggi
2	Keyakinan terhadap kemampuan mengatur jadwal belajar	86,80	Tinggi
3	Keyakinan terhadap kemauan mencari informasi lanjut	88,80	Tinggi
4	Keyakinan terhadap kesenangan mendapatkan informasi baru	87,60	Tinggi
5	Keyakinan terhadap rasa tanggung jawab terhadap pemahaman materi secara individu.	87,20	Tinggi
6	Keyakinan terhadap kemampuan diri sendiri	88,40	Tinggi
7	Keyakinan untuk menggunakan berbagai strategi dalam memahami materi	88,40	Tinggi
8	Keyakinan untuk terus berusaha memahami materi yang sulit.	87,60	Tinggi
9	Keyakinan terhadap penyelesaian kesulitan belajar secara mandiri	85,60	Tinggi
10	Keyakinan untuk terus mencari informasi di luar pembelajaran	86,80	Tinggi
11	Keyakinan untuk mencoba menerapkan strategi yang baru apabila gagal memahami materi	86,40	Tinggi
12	Keyakinan untuk serius memahami materi dalam waktu yang singkat.	85,60	Tinggi
<b>Rata-Rata</b>		<b>83,40</b>	<b>Tinggi</b>

Aspek keyakinan terhadap kedisiplinan belajar, kemampuan mengatur jadwal belajar, kemampuan diri sendiri, serta terus berupaya memahami materi dapat disebabkan karena berbagai macam bentuk sajian yang ditampilkan dari aplikasi e-book seperti bahan bacaan, gambar, video maupun latihan soal yang mendorong mereka untuk terus belajar dan mengatasi kesulitan yang dihadapi dengan menggunakan sajian yang sesuai dengan karakteristik dan gaya belajar mereka (Tekkol & Demirel, 2018). Aspek keyakinan untuk terus mencoba menerapkan strategi baru apabila gagal, penyelesaian kesulitan belajar dan mencari informasi baru dapat disebabkan oleh latihan soal quiz yang langsung memberikan umpan balik apakah jawaban mereka itu benar atau salah dan diberikan bimbingan dalam memperbaiki jawaban mereka melalui aplikasi e-book yang dikembangkan. Adanya umpan balik secara langsung tentang keberhasilan mereka dalam menyelesaikan latihan soal quiz dapat membuat mahasiswa terus mencari informasi baru serta mengoreksi strategi belajar mereka sekaligus menemukan strategi baru untuk memperbaiki kinerja mereka (Geng, dkk., 2019). Beberapa penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi android dapat menumbuhkan SDL peserta didik. Arista & Kuswanto (2018) menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Virtual Lab berbasis android yang berisikan percobaan lab secara virtual, tugas mandiri yang harus dikerjakan serta umpan balik secara langsung dari kinerja siswa dapat membantu mengembangkan SDL mereka. Wijayanti & Sukamto (2017) menunjukkan bahwa siswa yang diajar dengan menggunakan aplikasi android yang mengintegrasikan berbagai komponen, seperti suara, teks, animasi, gambar, grafik dan video dapat mengoptimalkan peran indera dalam memperoleh informasi sehingga memudahkan siswa belajar secara mandiri sehingga SDL siswa ikut berkembang.

Tahap akhir dalam penelitian ini adalah menyebar luaskan aplikasi e-book elektrokimia berbasis android kepada mahasiswa Pendidikan kimia FKIP Untan. Mahasiswa dapat mendownload aplikasi tersebut melalui google drive dengan alamat [http://bit.ly/Pembelajaran Elektrokimia](http://bit.ly/Pembelajaran_Elektrokimia) dan dapat di download secara gratis.

## Kesimpulan

Aplikasi e-book elektrokimia berbasis android yang dikembangkan valid dan layak digunakan dalam pembelajaran serta dapat menumbuhkan *self-directed learning* mahasiswa. Hasil *content validity* dapat disimpulkan bahwa e-book elektrokimia berbasis android valid dari aspek uraian materi, video pembelajaran, soal quiz dan pembahasan telah sesuai dengan capaian pembelajaran serta penggunaan tata bahasa dalam penyajian konsep jelas, mudah dimengerti dan tidak ambigu. Hasil *face validity* dapat disimpulkan bahwa e-book elektrokimia berbasis android mudah penggunaan, tampilan menarik, uraian materi, gambar, video, soal quiz, dan kejelasan pembahasan soal quiz jelas sehingga mudah dimengerti. Hasil respon mahasiswa dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-book berbasis android dalam membantu dalam pengerjaan tugas, menggali informasi secara mendalam, membantu proses diskusi antar teman dan dosen, pengerjaan latihan soal dalam waktu singkat, memahami materi dan enak untuk digunakan. Hasil pengukuran SDL dapat disimpulkan bahwa mahasiswa memiliki keyakinan yang tinggi dalam mengontrol cara belajarnya secara mandiri dan menerapkan strategi tertentu untuk memahami materi.

## Daftar Pustaka

- Ahmar, A. & Rahman, A. 2017. Development of teaching material using an Android. *Global Journal of Engineering Education*, 19(1):72-76.
- Akram, M., Surif, J.B., & Ali, M. 2014. Conceptual difficulties of secondary school students in electrochemistry. *Asian Social Science*, 10(19):276-281.
- Arista, S. & Kuswanto, H. 2018. Virtual physics laboratory application based on the android smartphone to improve learning independence and conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1):1-16.
- Banna, J.C., Keim, N.L., & Townsend, M.S. 2011. Assessing face validity of a physical activity questionnaire for spanish-speaking women in California. *Journal of Extension*, 49(5):1-15.
- Boz, Y. & Belge-Can, H. 2020. Do pre-service chemist teachers' collective pedagogical content knowledge regarding solubility concepts enhance after participating in a microteaching lesson-study? *Science Education International*, 31(1):29-40.
- Cazan, A.M. & Schiopca, B.A. 2014. Self-directed learning, personality traits and academic achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 127:640-644.
- Cetin, B. 2016. Approaches to learning and age in predicting college students' academic achievement. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 13(1):21-28.

- Costa, R.Z.F., Medina-Papst, J., Spinosa, R.M., Santo, D.L., & Marques, I. 2019. Content validity, reliability and construct validity of a checklist for dive roll evaluation. *Journal of Physical Education*, 30:1-10.
- Dorsah, P. & Yaayin, B. 2019. Altering students misconceptions in electrochemistry using conceptual change texts. *International Journal Of Innovative Research & Development*, 8(11):33-44.
- Espinosa, A.A., Datukan, J.T., Butron, B.R., & Tameta, A.D.C. 2018. Perceptions of pre-service chemistry teachers on the utilization of productive lesson study as a framework for teaching and learning. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(1):1-7.
- Etiubon, R. & Benson, R. 2014. Teacher qualification and experience as determinants of quality chemistry education in Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 5(24):124-131.
- Fazio, L.K., Huelser, B.J., Johnson, A., & Marsh, E.J. 2010. Receiving Right/wrong feedback: consequences for learning. *Memory (Hove, England)*, 18(3):335-350.
- Geng, S., Law, K.M.Y., & Niu, B. 2019. Investigating self-directed learning and technology readiness in blending learning environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1):17-39.
- Giyanto, G., Rubini, B., & Heliawati, L. 2020. Characteristics of chemistry teaching material voltaic cells on students' creativity and concept mastery. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(2):218-227.
- Hung, P.B. & Van, L. 2018. Depicting and outlining as pre-writing strategies: experimental results and learners' opinions. *International Journal of Instruction*, 11(2):451-464.
- Jaleel, S. & Anuroofa, O. 2017. A study on the relationship between self directed learning and achievement in information technology of students at secondary level. *Universal Journal of Educational Research*, 5(10):1849-1852.
- Jengathe, G. & Rojatkhar, D. 2015. Use of android in education system. *International Journal of Electrical and Electronics Research*, 3(4):133-137.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D.K. 2015. Likert scale: explored and explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4):396-403.
- Kamarruddin, N.F., Abiddin, N.Z., & Idris, K. 2014. Relationship between self-directed learning, motivation to learn toward learning organization among lecturers at a selected public university in Malaysia. *International Journal of Education*, 8(1):23-35.
- Kan'an, A. & Osman, K. 2015. The relationship between self-directed learning skills and science achievement among Qatari students. *Creative Education*, 6(8):790-797.
- Kattayat, S., Josey, S., & Asha J.V. 2017. Mobile learning apps in instruction and students achievement. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 11(1): 143-147.

- Kong, Y.T. 2016. An analysis of the recognition on definition and mechanism of electrolysis for University students major in science education. *International Journal of Applied Chemistry*, 12(3):463–481.
- Lau, X.C., Wong, Y.L., Wong, J.E., Koh, D., Sedek, R., Jamil, A.T., Ng, A.L.O., Hazizi, A.S., Ruzita, A.T., & Poh, B.K. 2019. Development and validation of a physical activity educational module for overweight and obese adolescents: CERGAS Programme. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9):1506-1518.
- Lucenario, J.L.S., Yangco, R.T., Punzalan, A.E., & Espinosa, A.A. 2016. Pedagogical Content Knowledge-Guided Lesson Study: Effects on Teacher Competence and Students' Achievement in Chemistry. *Education Research International; Hindawi*. 2:1-12
- Luke, B. & Hogarth, K. 2011. Developing and enhancing independent learning skills: using video tutorials as a means of helping students help themselves. *Accounting Research Journal*, 24(3):290–310.
- Lu'mu. 2017. Learning media of applications design based android mobile smartphone. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(17):6576–6585.
- Manning, G. 2007. Self-directed learning: a key component of adult learning theory. *Business and Public Administration Studies*, 2(2):104-112.
- Mårtensson, P., Fors, U., Fröberg, E., Zander, U., & Nilsson, G.H. 2019. Quality of research practice – an interdisciplinary face validity evaluation of a quality model. *Plos One*, 14(2):1-19.
- Metcalf, J. & Eich, T.S. 2019. Memory and truth: Correcting errors with true feedback versus overwriting correct answers with errors. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 4:1-18.
- Mulyadi, M.A., Efi, A., & Syah, N. 2019. Development of pastry learning e-modules in the hospitality study program of community academy Padang Pariaman. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 4(1):91–96.
- Nazar, M., Zulfadli, Z., Oktarina, A., & Puspita, K. 2020. Pengembangan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis android untuk membantu mahasiswa dalam mempelajari materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1):39–54.
- Oguguo, B.C.E., Agah, J.J., Ene, C.U., ACholonu, V.N., Azubuike, R.N., Okeke, M.A., & Agbo, L.P. 2020. Content validity of West African examination council financial accounting questions. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(6):161-178.
- Pandiangan, P., Sanjaya, G.M., & Jatmiko, B. 2017. The validity and effectiveness of physics independent learning model to improve physics problem solving and self-directed learning skills of students in open and distance education systems. *Journal of Baltic Science Education*, 16(5):651-665.
- Panjaitan, R.G.P., Titin, T., & Wahyuni, E.S. 2021. Kelayakan booklet inventarisasi tumbuhan berkhasiat obat sebagai media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1):11–21.

- Parra, B.J. 2016. Learning strategies and styles as a basis for building personal learning environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(1):1-14.
- Perdana, F.A., Sarwanto, S., Sukarmin, S., & Sujadi, I. 2017. Development of e-module combining science process skills and dynamics motion material to increasing critical thinking skills and improve student learning motivation senior high school. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 1(1):45-54.
- Prayekti. 2018. The Influence of cognitive learning style and learning independence on the students' learning outcomes. *Higher Education Studies*, 8(2):37-46.
- Rollnick, M. & Mavhunga, E. 2014. PCK of teaching electrochemistry in chemistry teachers: A case in Johannesburg, Gauteng Province, South Africa. *Educación Química*, 25(3), 354-362.
- Rubini, B., Permanasari, A., & Yuningsih, W. 2018. Learning multimedia based on science literacy on the lightning theme. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 4(2):89-104.
- Rufii, R. 2015. Developing module on constructivist learning strategies to promote students' independence and performance. *International Journal of Education*, 7(1): 18-28.
- Saeid, N. & Eslaminejad, T. 2016. Relationship between student's self-directed-learning readiness and academic self-efficacy and achievement motivation in students. *International Education Studies*, 10(1):225-232.
- San, S., Widoretno, S., Ariyanto, J., Sajidan, M., & Dwiastuti, S. 2020. Increase the hierarchy concept map score through the modification in the 2<sup>nd</sup> stage of problem-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567:022057.
- Suryani, D.I., Berlian, L., Rachmawati, D., & Laraswati, M.D. 2020. Development of learning tools based on food security to build scientific attitude of undergraduate students. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(1):87-101.
- Tao, Z., Yang, X., Lai, I.K.W., & Chau, K.Y. 2018. A Research on the effect of smartphone use, student engagement and self-directed learning on individual impact: China empirical study. *2018 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, 221-225.
- Tekkol, İ.A. & Demirel, M. 2018. An investigation of self-directed learning skills of undergraduate students. *Frontiers in Psychology*, 9:1-14.
- Tolsdorf, Y. & Markic, S. 2017. Exploring chemistry student teachers' diagnostic competence a qualitative cross-level study. *Education Sciences*, 7(4):86-99.
- Tsaparlis, G. 2019. Teaching and learning electrochemistry. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6), 478-492.
- Tuysuz, M., Bektas, O., Geban, O., Ozturk, G., & Yalvac, B. 2016. Pre-Service physics and chemistry teachers' conceptual integration of physics and chemistry concepts.



- Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6):1549–1568.
- Ugras, M. 2018. Heuristic reasoning of pre-service science teachers in chemistry topics. *Journal of Baltic Science Education*, 17(2):343–356.
- Wheeldon, R. 2017. Improving preservice chemistry teachers' content knowledge through intervention activities. *International Journal of Science Education*, 39(9): 1238–1261.
- Widhiyanti, T., Treagust, D.F., Mocerino, M., & Vishnumolakala, V. 2017. Content knowledge development in a chemistry teacher preparation program: A current potentials and challenges. *AIP Conference Proceedings*, 1868(1):1-15.
- Wijayanti, A. & Sukamto, S. 2017. Development of heat transfer learning media based on android application inventor (AI) to Instill student self directed learning. *Journal of Innovative Science Education*, 6(2):205–211.
- Yilmaz, A. & Bayrakçeken, S. 2015. Determining of the prospective teachers' understandings of electrochemistry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174:2831–2838.
- Yusoff, M.S.B. 2019. ABC of content validation and content validity index calculation. *Education in Medicine Journal*, 11(2):49–54.
- Zare, H. & Naghsh, S. 2016. The relationship between self-directed learning and technology with entrepreneurial curriculum based on mediator role of students' attitudes (Case Study: The views of high school students of smart schools in Isfahan). *International Journal Of Humanities And Cultural Studies, Special Issue*, 1487–1496.
- Zhang, R., Liu, X., Yang, Y., Tripp, J.L., & Shao, B. 2018. Preservice science teachers' instructional design competence: characteristics and correlations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3):1075–1096.
- Zulherman, Z., Amirulloh, G., Purnomo, A., Aji, G.B., & Supriansyah, S. 2021. Development of android-based millealab virtual reality media in natural science learning. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1):1–10.