

Pengembangan Modul Elektronik Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) pada Materi Asam Basa

Kevin S. Sinaga^{1*} and Susilawati Amdayani¹

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Email: Sinagakevin93@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to develop an electronic module based on the STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) approach for acid-base material to enhance the quality of 21st-century chemistry learning. The background of this research lies in the lack of interactive and relevant learning media, especially in delivering acid-base concepts that are abstract and complex. This research employs a Research and Development (R&D) method using the 4D development model (*Define, Design, Develop, Disseminate*). The research subjects XII grade students at SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, selected through purposive sampling. Data was collected through interviews, observations, questionnaires, and tests. The instruments used included expert validation sheets from 3 chemistry lecturers at UNIMED to assess feasibility, teacher questionnaires to assess practicality, student questionnaires to assess responses, and learning outcome tests to assess effectiveness. The results showed that the developed electronic module met the criteria of being valid, practical, and effective. The module was created using Flip PDF Professional software and is equipped with interactive features such as videos, animations, and evaluation tools. Therefore, this module is deemed suitable to be used as an alternative learning medium for acid-base material.

Keywords: Electronic module, STEAM, acid-base, 4D development, Flip PDF Professional.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul elektronik berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) pada materi asam basa guna meningkatkan kualitas pembelajaran kimia abad 21. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada keterbatasan media pembelajaran yang interaktif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik, terutama dalam menyampaikan konsep asam basa yang bersifat abstrak dan kompleks. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Subjek uji coba adalah siswa kelas XII di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan yang diambil secara *purposive sampling*. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, angket, dan tes. Instrumen yang digunakan mencakup lembar validasi ahli yaitu 3 orang dosen kimia UNIMED untuk menilai kelayakan, angket guru untuk menilai kepraktisan, angket peserta didik untuk menilai respon, serta tes hasil belajar untuk menilai efektivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul elektronik yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Modul ini disusun menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional* dan dilengkapi dengan elemen interaktif

seperti video, animasi, serta fitur evaluasi. Dengan demikian, modul ini layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran pada materi asam basa.

Kata Kunci: Modul elektronik, STEAM, Asam basa, Pengembangan 4D, *Flip PDF Professional*.

PENDAHULUAN

Pada abad ke-21, gelombang globalisasi telah mendorong majunya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) secara signifikan. Selain itu, era ini pula ditandai dengan berkembangnya otomasi, di mana pekerjaan yang bersifat rutin dan berulang mulai diambil alih oleh mesin. *The Partnership for 21st Century Skills* (P21), sebuah organisasi nasional, telah merancang kerangka kerja untuk pengembangan keterampilan abad 21. Menurut P21, terdapat tiga kompetensi utama yang perlu ditanamkan kepada peserta didik, yaitu: (1) keterampilan hidup dan karier (*life and career skills*), (2) keterampilan belajar dan inovasi (*learning and innovation skills*), serta (3) keterampilan dalam bidang informasi, media, dan teknologi (*information, media and technology skills*). Dalam aspek keterampilan belajar dan berinovasi, terdapat empat kemampuan utama yang dikenal sebagai 4Cs, yakni Berpikir Kritis (*Critical Thinking*), Komunikasi (*Communication*), Kerjasama (*Collaboration*), serta Kreativitas juga Inovasi (*Creativity and Innovation*). Kimia, sebagai cabang ilmu dasar yang menjadi dasar dalam berbagai bidang teknologi dan industri, kimia memiliki peran penting dalam pengembangan keterampilan abad 21. Pembelajaran kimia dapat menjadi sarana efektif untuk melatih keterampilan 4Cs, seperti berpikir kritis dalam menganalisis reaksi atau fenomena kimia, serta kreativitas dalam merancang percobaan atau menemukan solusi baru dalam bidang

industri dan lingkungan. Selain itu, kolaborasi dan komunikasi menjadi esensial dalam praktikum atau penelitian kolaboratif, yang memperkuat keterampilan kerja tim di kalangan siswa. Dengan demikian, pembelajaran kimia tidak hanya memberikan pemahaman mendalam tentang konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mengasah keterampilan yang relevan dengan tantangan di era globalisasi ini.

Kimia merupakan cabang ilmu pengetahuan yang fokus pada penyelidikan sifat, struktur, serta perubahan materi. Salah satu topik penting dalam ilmu kimia yang memiliki keterkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari adalah asam dan basa. Materi kimia asam basa mencakup konsep-konsep yang sering kita temui, seperti rasa masam pada buah-buahan, penggunaan senyawa basa dalam obat maag, dan penerapan kapur pada tanah pertanian untuk menetralkan asam (Andriani & Ayu, 2019). Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Amiza & Aloysius, 2024), topik asam basa merupakan salah satu materi kimia yang kompleks dan penting karena saling berkaitan dengan topik lainnya. Hal ini membuat pandangan peserta didik terhadap materi asam basa sering kali terbatas pada rumus dan fakta yang harus dihafalkan, sehingga mereka mengalami kesulitan dan miskonsepsi dalam mempelajarinya. Berdasarkan temuan dari observasi dan wawancara bersama guru mata pelajaran kimia di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan mengungkapkan bahwa keterbatasan media pembelajaran dalam proses pembelajaran kimia saat ini merupakan faktor krusial yang memberikan dampak terhadap

efektivitas serta pencapaian hasil belajar siswa, guru masih mengandalkan media pembelajaran tradisional seperti buku teks dan presentasi *PowerPoint*, yang seringkali kurang menarik dan menambah tingkat kepehaman peserta didik, dan juga guru belum pernah menggunakan atau memberikan Modul Elektronik berbasis STEAM khususnya pada materi asam basa. Penggunaan media yang monoton dapat menyebabkan kebosanan dan kurangnya keterlibatan siswa dalam proses belajar. Materi asam basa, misalnya, sering dianggap sulit oleh siswa karena sifatnya yang abstrak, banyaknya teori, dan kompleks. Tanpa media yang tepat, siswa kesulitan untuk memvisualisasikan konsep-konsep tersebut, seperti reaksi asam-basa misalnya reaksi antara asam klorida dan natrium hidroksida. Kondisi ini tercermin dari hasil belajar siswa, di mana sebanyak 65% siswa memperoleh nilai di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), sementara hanya 35% yang mencapai KKTP.

Untuk mengatasi kendala minimnya sumber daya media pembelajaran seperti buku paket, guru dapat memanfaatkan bahan ajar non-cetak berbasis teknologi, seperti modul elektronik, sebagai media interaktif dalam pembelajaran. Modul elektronik adalah bahan ajar berbasis digital yang dirancang secara sistematis dalam bahasa yang komunikatif serta dilengkapi materi serta latihan soal, sehingga memudahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri (Wulansari dkk., 2018). Penggunaan modul elektronik dalam pembelajaran diharapkan dapat mengatasi keterbatasan sumber belajar yang ada, membantu siswa lebih memahami materi pelajaran secara mandiri, dan meningkatkan semangat belajar mereka. Hal tersebut dikarenakan modul elektronik memuat elemen-elemen interaktif seperti video, gambar, animasi, dan audio yang

menyajikan materi secara lebih menarik, mudah dipahami, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, penggunaan modul elektronik dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, khususnya pada materi asam basa.

Modul elektronik akan dikembangkan menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional* karena aplikasi ini menyediakan berbagai konten menarik dan lengkap yang mendukung proses pembuatan modul pembelajaran, sehingga dapat membantu peserta didik memahami materi dengan lebih baik. *Flip PDF Professional* adalah sebuah media interaktif yang memberikan kemudahan bagi pengguna dalam menambahkan berbagai macam media animatif ke dalam flipbook. Dengan memanfaatkan fitur seperti drag, drop, atau klik, pengguna dapat menyisipkan elemen-elemen seperti video *YouTube*, *hyperlink*, gambar, teks, audio, serta konten *flash* ke dalam modul (Rohmah & Sakti, 2022). Dengan memanfaatkan aplikasi ini, modul elektronik memiliki keunggulan dibandingkan modul dalam format PDF biasa yang telah beredar di sekolah. Keunggulan tersebut antara lain tampilan yang lebih menarik dengan dukungan gambar dan video sebagai materi tambahan, nuansa yang lebih nyata berkat efek visual dan audio seperti efek membalik halaman buku, soal evaluasi yang sesuai dengan materi, uji kompetensi yang bersifat interaktif, serta kemudahan akses karena modul dapat langsung digunakan melalui perangkat Android.

Untuk memastikan modul elektronik berbasis STEAM yang dikembangkan memiliki kualitas yang sesuai dengan standar pendidikan, penelitian ini akan menggunakan model pengembangan *4D* (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Model ini terdiri dari empat tahap utama,

yaitu: *Define* – Tahap ini melibatkan analisis kebutuhan, identifikasi masalah, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai, termasuk analisis karakteristik peserta didik dan konteks pembelajaran. Kemudian ada *design* – Pada tahap ini, modul dirancang dengan mempertimbangkan aspek pedagogis, keterampilan abad 21 (4Cs), integrasi STEAM, dan prototipe awal modul elektronik juga dikembangkan. Yang ketiga ada *develop* – Prototipe modul elektronik kemudian diuji validitas, kepraktisan, dan keefektifannya melalui uji coba yang melibatkan ahli, guru dan siswa. Tahap terakhir yaitu *disseminate* – Tahap ini bertujuan untuk menyebarkan modul elektronik kepada guru dan siswa sebagai media pembelajaran yang inovatif. Model pengembangan ini dipilih karena bersifat sistematis dan terstruktur, sehingga memungkinkan proses pengembangan modul elektronik yang relevan, praktis, dan efektif untuk pembelajaran kimia asam basa.

Guna membangun keterampilan abad 21 peserta didik dan sesuai dengan perkembangan IPTEK, pembelajaran berbasis STEAM dapat menjadi salah satu alternatif. STEAM adalah strategi pembelajaran yang menggabungkan berbagai bidang keilmuan seperti *Science* (Sains), *Technology* (Teknologi), *Engineering* (Teknik), *Arts* (Seni), dan *Mathematics* (Matematika) (Apriliana dkk., 2018). Pembelajaran berbasis STEAM ini mempersiapkan peserta didik dengan pengetahuan mengenai keterkaitan antar bidang ilmu pengetahuan dan informasi melalui pengalaman pembelajaran yang memuat keterampilan abad 21, sehingga mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi keterampilan yang ada dengan caranya sendiri (Lestari, 2021).

Berdasarkan penelitian (Nurhayati, 2023) penggunaan modul elektronik asam basa yang terintegrasi dengan pendekatan

STEAM dalam pembelajaran kimia mampu mendorong peningkatan yang nyata dalam hasil pembelajaran peserta didik. Dengan cara yang sama, penelitian yang dilakukan oleh (Jayanti & Yuniarta, 2022) penggunaan Modul elektronik berbasis STEAM mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik. Namun pada kedua penelitian tersebut memiliki kekurangan yaitu dalam hal penyajiannya, dimana Modul Elektronik yang dikembangkan tidak menggunakan aplikasi seperti *Flip PDF Professional* sehingga tidak memiliki fitur efek membalik halaman. Kemudian berdasarkan penelitian Herlina dkk., (2022). Modul Elektronik berbasis STEAM pada materi sistem Koloid dinyatakan memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan dalam meningkatkan minat serta hasil belajar peserta didik kelas XI SMAN 6 Enrekang. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis STEAM mampu menghadirkan pembelajaran yang interaktif, relevan, dan mendukung pengembangan keterampilan abad 21.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah Research and Development (*R&D*) berbasis model *4D*, yang terdiri dari tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate* (Jannah & Ellizar, 2018). Pada tahap *Define* (pendefinisian), peneliti melakukan analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, tugas, konsep, dan tujuan pembelajaran untuk merumuskan syarat-syarat pembelajaran. Kemudian, tahap *Design* (perancangan) mencakup penyusunan modul elektronik dengan mempertimbangkan media dan format yang sesuai, berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya. Pada tahap *Develop* (pengembangan), dihasilkan modul elektronik yang telah divalidasi dan diuji kepraktisannya. Validasi dilakukan oleh

tiga orang dosen yang berperan sebagai ahli materi sekaligus ahli media, dengan menggunakan angket penilaian untuk menilai kelayakan modul. Uji kepraktisan dilakukan oleh dua orang guru yang juga mengisi angket untuk menilai sejauh mana modul tersebut mudah dipakai dalam kegiatan belajar. Terakhir, yaitu tahap *Disseminate* (penyebarluasan), dilaksanakan uji efektivitas melalui uji coba terbatas pada satu kelas di SMAN 1 Percut Sei Tuan. Pembelajaran dalam kelas tersebut menggunakan modul elektronik yang telah valid dan praktis, untuk mengetahui efektivitas modul dalam meningkatkan pembelajaran. Sebagai tambahan, angket tanggapan dibagikan kepada peserta didik untuk mengumpulkan pendapat mereka mengenai modul elektronik yang telah dikembangkan.

Penelitian ini memanfaatkan sejumlah instrumen, yang mencakup lembar wawancara untuk guru, lembar observasi, angket analisis kebutuhan peserta didik, angket validitas modul, angket kepraktisan oleh guru, serta angket respon peserta didik terhadap modul elektronik yang dikembangkan. Selain itu, digunakan pula instrumen tes berupa soal untuk mengukur efektivitas modul elektronik dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Uji validitas, uji kepraktisan, dan respon peserta didik dibuat berupa angket dengan menggunakan skala likert yakni berupa pernyataan dengan jawaban berupa tanda *checklist* (✓) pada kolom jawaban dengan empat alternatif jawaban yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Alternatif Jawaban	Bobot Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

Instrumen angket ini digunakan pada tahap pengembangan dan penyebarluasan dalam pelaksanaan penelitian. Setelah pengumpulan data melalui angket, analisis deskriptif dilakukan menggunakan perhitungan rata-rata skor pada uji validitas dan melihat respon siswa terhadap modul elektronik yang dikembangkan.

$$\text{Rata - rata} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

Keterangan:

V_1 = Validator 1

V_2 = Validator 2

V_3 = Validator 3

Tabel 2. Kategori Keputusan Tingkat Validitas

Interval	Kategori
3,25-4,00	Sangat Valid
2,50-3,24	Tinggi
1,75-2,49	Sedang
1,00-1,74	Rendah

Rumus *Cohen's Kappa* digunakan untuk mengukur kepraktisan terhadap modul elektronik yang dikembangkan yang di berikan kepada Guru mata pelajaran kimia pada sekolah tempat pelaksanaan penelitian.

$$\text{momen kappa } (k) = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

Keterangan:

k = momen kappa yang menunjukkan validitas produk

P_o = proporsi yang terealisasi, dihitung dengan cara

$$P_o = \frac{\text{jumlah yang diberi validator}}{\text{jumlah nilai maksimum}}$$

P_e = proporsi yang tidak terealisasi, dihitung dengan cara

$$P_e = \frac{\text{jumlah nilai maksimal} - \text{jumlah yang diberi validator}}{\text{jumlah nilai maksimum}}$$

Keputusan mengenai penilaian yang dianalisis dengan rumus *Cohen's Kappa* dapat didasarkan pada hasil momen kappa.

dengan interpretasi menurut Boslaugh dan Walters yang dapat dilihat pada Tabel 3. Error! Reference source not found. Error! Reference source not found..

Tabel 3. Kategori Keputusan Berdasarkan Momen Kappa (k)

Interval	Kategori
0,81-1,00	Sangat Valid
0,61-0,80	Tinggi
0,41-0,60	Sedang
0,21-0,40	Rendah
0,01-0,20	Sangat rendah
≤ 0,00	Tidak Valid

Uji efektivitas bertujuan untuk mengukur dampak penggunaan produk berupa modul elektronik yang dikembangkan oleh peneliti. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan desain *pretest-posttest* pada satu kelompok, di mana peserta didik diberikan tes sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) menerima perlakuan (*treatment*) dengan modul.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan *Paired Sample t-Test*. Uji statistik ini dipilih untuk membandingkan rata-rata hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan, guna membuktikan secara statistik bahwa peningkatan yang terjadi adalah efek signifikan dari penggunaan modul elektronik dan bukan disebabkan oleh faktor kebetulan.

HASIL DAN DISKUSI

Tahap Define (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian ini mencakup beberapa analisis, antara lain analisis kebutuhan awal, analisis karakteristik peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, serta perumusan tujuan pembelajaran. Analisis kebutuhan awal bertujuan untuk mengungkapkan

permasalahan yang dihadapi guru selama proses pembelajaran di sekolah tempat penelitian berlangsung. Dari analisis ini terungkap bahwa media pembelajaran yang digunakan masih terbatas pada *PowerPoint*. dan sumber belajar terbatas pada buku paket sekolah, serta guru belum pernah menggunakan Modul Elektronik berbasis STEAM selama proses pembelajaran. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa 65% peserta didik belum mencapai standar yang ditetapkan dalam Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP). Dengan demikian, diperlukan pengembangan bahan ajar yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi dan meningkatkan minat belajar mereka, sehingga hasil belajar dapat mencapai KKTP. Berdasarkan penelitian (Fatmianeri dkk., 2021), Analisis ujung depan berfungsi untuk mengungkap dan menetapkan inti permasalahan dalam kegiatan pembelajaran, sehingga hasil analisis ini menjadi pedoman yang konkret dalam pengembangan bahan ajar yang lebih adaptif terhadap kebutuhan.

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap peserta didik. Hasil penyebaran angket kepada siswa kelas XII IPA mengindikasikan bahwa sebanyak 73,3% siswa menghadapi kesulitan dalam mempelajari materi asam-basa. Kesulitan ini terutama disebabkan oleh minimnya media pembelajaran yang menarik, sehingga menimbulkan rasa bosan selama proses belajar. Penemuan ini sebanding dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Ranny dkk., 2019) yang dimana analisis terhadap peserta didik penting dilakukan sebelum merancang dan mengembangkan media pembelajaran, agar media yang dihasilkan dapat memenuhi harapan peserta didik. Dengan demikian, Diharapkan bahwa media tersebut dapat memotivasi peserta didik dan meningkatkan hasil pembelajaran mereka karena mampu membuat mereka menjadi lebih antusias. Langkah berikutnya

adalah analisis tugas, yang bertujuan untuk mengkaji Capaian Pembelajaran (CP). Setelah itu dilakukan analisis konsep. Pada tahap ini, penulis menetapkan materi yang akan dikembangkan dalam Modul Elektronik, yaitu materi asam-basa. Materi ini dipilih karena bersifat konseptual dan memiliki keterkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari, sehingga sesuai untuk dikembangkan menjadi Modul Elektronik berbasis STEAM. Langkah terakhir pada tahap pendefinisian adalah merumuskan tujuan pembelajaran.

Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap perancangan, peneliti melakukan seleksi media, pemilihan format, serta merancang kerangka awal Modul Elektronik berbasis STEAM pada materi asam-basa. Media yang dimanfaatkan dalam proses ini meliputi Microsoft Word 2021 untuk menyusun dan mendesain isi modul, Canva untuk merancang tampilan sampul, serta *Flip PDF Professional* untuk menyisipkan tautan video, permainan interaktif, dan mengubah tampilan modul menjadi bentuk digital. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Febrianti, 2021), penggunaan *Flip PDF Professional* pada modul elektronik memungkinkan penyajian simulasi interaktif berupa animasi, bacaan, video, gambar, dan audio, yang dapat meningkatkan keaktifan peserta didik serta mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hal ini membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik.

Langkah terakhir dalam tahap desain adalah pemilihan format modul elektronik yang tepat. Pemilihan ini mencakup: 1) ukuran kertas A4 (21 cm x 29,7 cm), 2) orientasi kertas potret, 3) *margin* 2 cm di semua sisi (atas, bawah, kanan, kiri), 4) tema warna hijau dan kuning, 5) jenis huruf yang digunakan antara lain *Peach Day*, *Bahnschrift*, *Chicken Pie Height*, dan *Candy Beans*, serta 6) ukuran huruf sebesar 12 pts. Format tersebut dijadikan sebagai

acuan dalam proses desain modul elektronik secara keseluruhan.

Tahap selanjutnya adalah merancang prototipe awal dari produk yang dikembangkan. Dalam penyusunan Modul Elektronik, digunakan kombinasi warna dengan dominasi hijau dan warna kuning. Pemilihan warna ini didasarkan pada peran penting warna dalam memperkuat penyampaian informasi kepada siswa agar lebih mudah dimengerti dan diterima. ini sejalan dengan hasil penemuan (Damayanti dkk., 2020) yang menunjukkan dimana pemilihan Warna hijau dapat menciptakan suasana yang tenang, sehingga individu merasa lebih nyaman saat terlibat dalam aktivitas belajar. Selain itu, pada rancangan awal ini, isi materi yang telah disusun dikembangkan dengan mengacu pada pendekatan STEAM.

Sains (*Science*) merupakan dasar dari ilmu pengetahuan yang mencakup teori, konsep, dan berbagai fenomena yang terjadi di sekitar kita (Metafisika dkk., 2022) Dalam modul elektronik ini, unsur sains tercermin dalam seluruh materi pokok, seperti pembahasan penerapan asam dan basa dalam kehidupan sehari-hari, sifat-sifat asam dan basa, teori-teori yang mendasarinya, pengaruh asam dan basa terhadap kesetimbangan air, serta tingkat kekuatannya. Pada bagian praktikum, aspek sains ditampilkan melalui materi pendahuluan yang berkaitan dengan kegiatan eksperimen, serta pre-test yang bertujuan untuk mengukur pemahaman awal peserta didik dan membangkitkan rasa ingin tahu terhadap praktikum yang akan dilaksanakan.

Teknologi (*Technology*) merujuk pada pengetahuan mengenai penggunaan alat, mesin, atau produk buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup. Dalam modul ini, unsur teknologi dijelaskan salah satunya melalui penggunaan indikator asam basa sebagai alat bantu dalam

mengidentifikasi jenis larutan (Rakhmawati dkk., 2023). Dalam kegiatan praktikum, aspek teknologi mencakup daftar alat dan bahan yang diperlukan untuk menunjang kelancaran pelaksanaan eksperimen.

Teknik (*Engineering*) merupakan pengetahuan mengenai cara merancang prosedur atau langkah sistematis guna menyelesaikan suatu permasalahan. Dalam modul elektronik asam basa ini, aspek teknik tercermin dalam setiap kegiatan praktikum yang menyajikan panduan langkah kerja untuk memudahkan peserta didik dalam menjalankan eksperimen.

Seni (*Art*) berkaitan dengan unsur estetika yang ditambahkan pada suatu produk sehingga menghasilkan karya yang menarik dan kreatif. Dalam Modul Elektronik ini, peserta didik diarahkan untuk mengekspresikan kreativitasnya, misalnya melalui pembuatan presentasi *PowerPoint* atau poster menarik berdasarkan hasil pengamatan dari kegiatan praktikum.

Matematika (*Mathematics*) mencakup konsep-konsep seperti operasi bilangan, pola, dan angka yang digunakan untuk menyusun solusi dan membangun argumen. Dalam modul ini, aspek matematika ditampilkan melalui materi perhitungan kekuatan asam dan basa, perhitungan pH, penyelesaian contoh soal, serta uji kompetensi sebagai bentuk evaluasi pada setiap submateri. Pada bagian praktikum, aspek ini terlihat dalam pencatatan hasil pengamatan serta pelaksanaan post-test.

Komponen STEAM dalam pengembangan materi asam basa tidak dijelaskan secara berurutan, namun disesuaikan dengan konsep materi dari setiap sub-materinya. Sehingga dalam penyusunan materi, aspek STEAM disesuaikan dengan isi materi yang disajikan dalam Modul Elektronik dengan tetap memperhatikan capaian pembelajaran,

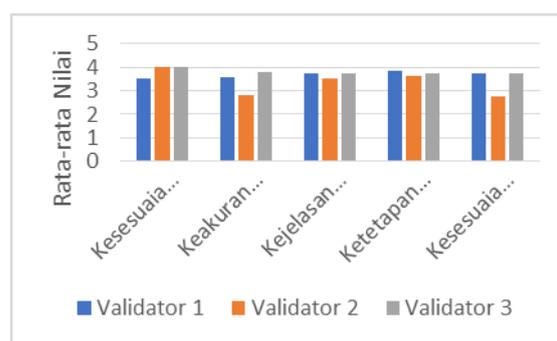
sub-materi, dan model pembelajaran yang digunakan.

Bagian-bagian dari modul elektronik diantaranya sampul (*cover*), kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan modul, pengenalan STEAM, peta konsep, uraian materi, contoh soal, rangkuman, uji kompetensi, tentang penulis, daftar pustaka dan glosarium. Penyusunan materi pada kegiatan ini dilakukan tidak hanya pada materi inti dan praktikum (*chem-experiment*) saja, tetapi disusun pula materi atau konten pendukung seperti *chem-life*, *chem-video*, *chem-story*, *chem-experiment*, “Tahukah Kamu”.

Tahap Development (Pengembangan)

Uji Validitas

Pada tahap ini dilakukan proses validasi terhadap materi dan media oleh tiga orang dosen yang berperan sebagai validator. Hasil penilaian dari para ahli materi terhadap modul elektronik menunjukkan nilai rata-rata untuk lima aspek penilaian yang diberikan oleh masing-masing validator. Rata-rata hasil penilaian dari ketiga validator ahli materi terhadap Modul Elektronik Berbasis STEAM pada materi asam-basa dapat ditemukan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram penilaian ahli materi pada setiap aspek penilaian

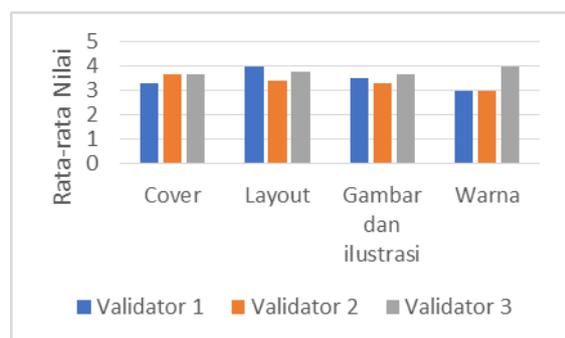
Pada Gambar 1 diagram penilaian oleh ahli materi menunjukkan lima aspek yang dinilai dalam angket. Aspek-aspek tersebut meliputi: Aspek 1 (kesesuaian dengan kurikulum), Aspek 2 (akurasi materi),

Aspek 3 (kejelasan evaluasi dalam Modul Elektronik), Aspek 4 (ketepatan penyajian materi), dan Aspek 5 (kesesuaian dengan kaidah bahasa). Dalam grafik tersebut, terlihat hasil rata-rata nilai dari masing-masing validator ahli materi pada setiap aspek, dengan penilaian tertinggi diperoleh pada aspek kesesuaian kurikulum, yang mencapai 3,8. Rata-rata hasil penilaian dari ahli materi pada setiap aspek dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata momen kappa (k) ahli materi terhadap modul elektronik

Aspek	Rata – rata nilai (k)
Kesesuaian kurikulum	3,8
Keakuran materi	3,4
Kejelasan evaluasi dalam Modul elektronik	3,7
Ketetapan penyajian materi	3,8
Kesesuaian dengan kaidah bahasa	3,4
Rata -rata : 3,6 (Sangat Valid)	

Hasil rata-rata nilai dari ketiga validator ahli media terhadap Modul Elektronik Berbasis STEAM pada materi asam-basa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram penilaian ahli media pada setiap aspek penilaian

Pada Gambar 2 diagram penilaian oleh ahli media menunjukkan empat aspek yang dinilai dalam angket. Aspek-aspek tersebut meliputi: Aspek 1 (*cover*), aspek 2 (*layout*), aspek 3 (gambar dan ilustrasi), dan aspek 4 (warna). Dalam diagram tersebut, dapat

dilihat hasil rata-rata dari penilaian masing-masing validator ahli media pada setiap aspek, di mana penilaian tertinggi diberikan oleh validator ahli media pada aspek layout dengan nilai 3,7. Hasil rata-rata nilai oleh ahli media pada setiap aspek dapat ditemukan pada Tabel 5.

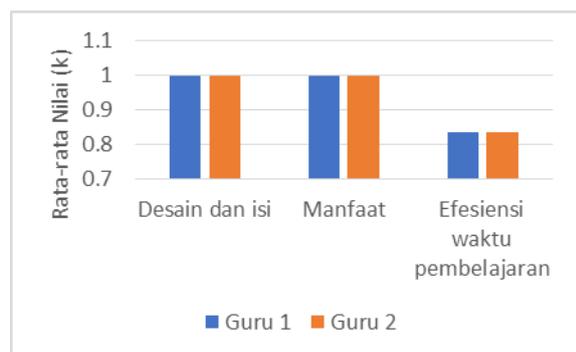
Tabel 5. Rata-rata momen kappa (k) ahli materi terhadap modul elektronik

Aspek	Rata – rata nilai (k)
Cover	3,6
Layout	3,7
Gambar dan ilustrasi	3,5
Warna	3,3
Rata -rata : 3,5 (Sangat Valid)	

Berdasarkan Tabel 5 Hasil penilaian angket oleh validator ahli media terhadap Modul Elektronik menunjukkan nilai rata-rata dari empat aspek yang dinilai oleh masing-masing ahli media, dengan hasil nilai rata-rata sebesar 3,5, yang masuk dalam kategori "Sangat Valid".

Uji Kepraktisan

Setelah dilakukan revisi pada Modul Elektronik yang dikembangkan, modul tersebut disimpulkan valid oleh ahli materi dan media. Langkah berikutnya yaitu menguji kepraktisan Modul Elektronik Pada penelitian oleh (Asral & Zainul, 2020) mengatakan bahwa praktis jika Modul elektronik yang dikembangkan dapat digunakan di dalam kelas dan memiliki tingkat implementasi pembelajaran yang tinggi menurut para ahli praktisi. Dengan melibatkan ahli praktisi, yaitu dua guru kimia di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan mengajar mata pelajaran kimia di sekolah tersebut. Hasil momen kappa terkait kepraktisanyang dinilai oleh para guru dapat diperhatikan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Diagram momen kappa kepraktisan oleh guru

Pada Gambar 3 diagram momen kappa kepraktisan oleh guru menunjukkan tiga aspek yang dinilai dalam angket kepraktisan. Aspek-aspek tersebut meliputi: Aspek 1 (Desain dan Isi), Aspek 2 (Manfaat), dan Aspek 3 (Efisiensi Waktu Pembelajaran). Dalam grafik tersebut, terlihat hasil momen kappa untuk kepraktisan yang dinilai oleh guru pada setiap aspek, dengan penilaian terendah diberikan pada aspek efisiensi waktu, yaitu sebesar 0,835. Hasil rata-rata momen kappa dari guru pada setiap aspek dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil rata-rata momen kappa kepraktisan dari guru

Aspek	Rata – rata nilai (k)
Desain dan isi	1
Manfaat	1
Efisiensi waktu pembelajaran	0,84
Rata -rata : 0,95 (Sangat Tinggi)	

Berdasarkan Tabel 6 hasil penilaian angket kepraktisan Modul Elektronik oleh guru di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, pada aspek desain dan isi, nilai momen kappa yang diperoleh adalah 1. Pada aspek manfaat, nilai momen kappa juga mencapai 1, dan pada aspek efisiensi waktu pembelajaran, nilai momen kappa yang diperoleh juga sebesar 1. Dengan demikian, hasil rata-rata momen kappa untuk penilaian kepraktisan oleh guru adalah 0,84,

yang termasuk dalam kategori "sangat tinggi".

Tahap *Development* (Pengembangan)

Pada tahap ini, peneliti menyebarkan produk akhir, yaitu Modul Elektronik berbasis STEAM tentang materi asam-basa, dalam bentuk link yang dapat diakses melalui tampilan *flipbook*. Penyebaran secara online dilakukan untuk mempermudah peserta didik dalam mengakses Modul Elektronik tersebut. Akses dapat dilakukan dengan mengunjungi link *flipbook* yang tertera di bawah ini, yang dapat diakses melalui perangkat Android, iOS, atau PC. Link:

<https://online.flipbuilder.com/sovph/hauz/>

Uji Efektivitas

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat keefektifan penggunaan Modul dibandingkan dengan sebelum penggunaannya dengan menggunakan uji paired sample t-test berdasarkan hasil pretest dan posttest di kelas XII Matlanko 2. Sebelumnya, soal yang digunakan telah diuji validitas, reliabilitas, dan diuji coba terbatas, dan dinyatakan valid. Terdapat 25 butir soal yang digunakan dalam penelitian ini.

Hasil perhitungan uji efektivitas ditampilkan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Rangkuman Statistik Deskriptif Nilai Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Variabel	N	Mean	Std. Dev
Nilai Sebelum Perlakuan	29	22.90	8.134
Nilai Setelah Perlakuan	29	67.03	9,299

Berdasarkan Tabel 7, Analisis statistik terhadap 29 responden secara meyakinkan membuktikan bahwa perlakuan yang diberikan sangat efektif, dengan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara nilai sebelum dan sesudah intervensi

($p < 0.001$). Hal ini dibuktikan oleh peningkatan drastis skor rata-rata dari 22.90 menjadi 67.03. Menariknya, efektivitas perlakuan ini merata dan tidak bergantung pada nilai awal peserta, karena tidak ditemukan korelasi yang signifikan antara skor sebelum dan sesudah perlakuan

Respon Peserta Didik terhadap Modul Elektronik

Angket respons peserta didik diberikan setelah Modul Elektronik yang dikembangkan dinyatakan valid dan praktis. Angket tersebut disebarkan kepada 29 peserta didik kelas XII Matlanko 2, yang mencakup 6 aspek dengan 29 pertanyaan. Kemudian dianalisis menggunakan analisis deskriptif dengan hasil rata-rata nilai peserta didik dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil rata-rata momen kappa respon peserta didik

Aspek	Rata – rata nilai
Modul Elektronik	3,12
Kejelasan tulisan pada Modul Elektronik	2,8
Kejelasan gambar pada Modul Elektronik	3,04
Cover Modul Elektronik	3
Komposisi warna pada Modul Elektronik	3,20
Manfaat	3,20
Rata -rata : 3,04 (Sangat Tinggi)	

Berdasarkan Tabel 8 hasil angket respons peserta didik yang diberikan kepada siswa kelas XII Matlanko 2 SMA N 1 Percut Sei Tuan, pada aspek E-Modul secara umum diperoleh rata-rata skor sebesar 3,12. Pada aspek kejelasan tulisan dalam Modul Elektronik, rata-rata skor yang diperoleh adalah 2,80. Pada aspek kejelasan gambar dalam Modul Elektronik, skor rata-ratanya adalah 3,04. Pada aspek cover Modul Elektronik, rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,00. Pada aspek

komposisi warna dalam Modul Elektronik, skor rata-ratanya mencapai 3,20. Sedangkan pada aspek manfaat, skor rata-rata yang diperoleh adalah 3,20. Dengan demikian, skor rata-rata keseluruhan dari angket respons peserta didik adalah 3,04, yang masuk dalam kategori "Tinggi". Hal ini menunjukkan bahwa Modul Elektronik tersebut mendapatkan respons yang positif dari peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa Modul Elektronik Berbasis STEAM pada materi asam-basa mendapatkan respons positif dari peserta didik.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai pengembangan Modul Elektronik berbasis STEAM pada materi asam basa memperlihatkan bahwa media pembelajaran yang dipergunakan selama ini masih terbatas, yaitu hanya PowerPoint dan buku paket, tanpa pemanfaatanan modul elektronik berbasis STEAM. Sebagian besar peserta didik (73,3%) merasa kesulitan dalam pemahaman terhadap materi asam basa karena media dan metode pembelajaran yang kurang menarik. Buku paket yang digunakan di sekolah dinilai sudah sesuai dengan kurikulum. Modul yang dikembangkan dinilai sangat valid dengan rata-rata nilai sebesar 3,55, berdasarkan penilaian ahli materi sebesar 3,6 maupun ahli media sebesar 3,5. Modul ini juga dinyatakan sangat praktis oleh guru dengan momen kappa sebesar 0,95. Dari segi efektivitas, peningkatan drastis skor rata-rata dari 22.90 menjadi 67.032 dengan kategori sangat signifikan, serta mendapat respon sangat baik dari siswa dengan skor rata-rata keseluruhan dari angket respons peserta didik adalah 3,04. Dengan demikian, modul elektronik berbasis STEAM pada materi asam basa terbukti valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

REFERENSI

- Amiza, R. F., & Aloysius, H. P. (2024). JURNAL RISET PEMBELAJARAN KIMIA. *Jurnal Riset Pembelajaran Kimia*, 9 (1), 13–26. <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/jrpk>
- Andriani, M., & Ayu Dewi, C. (2019). Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia Pengembangan Modul Kimia Berbasis Kontekstual Untuk Membangun Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Asam Basa. *Juni 2019*, 7(1). <http://ojs.ikipmataram.ac.id/index.php/hydrogen>
- Apriliana, M. R., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Rahmawati, Y. (2018). Pengembangan Soft Skills Peserta Didik melalui Integrasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) dalam Pembelajaran Asam Basa. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 8(2), 42–51. <https://doi.org/10.21009/jrpk.082.05>
- Asral, S. S. T., & Zainul, R. (2020). Jurnal Entalpi Pendidikan Kimia Pengembangan Konten Pembelajaran E-Learning untuk Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Menggunakan Aplikasi Moodle Development of E-Learning Content for Electrolyte and Non-Electrolyte Using the Moodle Application. *Jurnal Entalpi Pendidikan Kimia*.
- Damayanti, E., Alamsyah, N., Jamilah, & Uyuni Taufiq, A. (2020). Penggunaan Warna terhadap Memori Jangka Pendek: Pendekatan Biopsikologi dalam Pembelajaran. *GUIDENA: Jurnal Ilmu Pendidikan, Psikologi, Bimbingan dan Konseling*, 10. <https://doi.org/10.24127/gdn.v10i2.2993>
- Fatmianeri, Y., Hidayanto, E., & Susanto, H. (2021). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Differentiated Instruction untuk Pembelajaran Blended Learning. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 10(1), 50. <https://doi.org/10.25273/jipm.v10i1.8709>
- Febrianti, F. A. (2021). Pengembangan Digital Book Berbasis Flip PDF Professional untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 4(2), 102–115. <https://doi.org/10.33603/v4i2.5354>
- Herlina, H., Ramlawati, R., & Hasri, H. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Elektronik Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar. *Chemistry Education Review*, 5(2), 2597. <https://doi.org/10.26858/cer.v5i2.13315>
- Jannah, W., & Ellizar. (2018). Validitas dan Praktikalitas Modul Larutan Penyangga Berbasis Pendekatan Saintifik dengan Menerapkan Teknik Probing dan Prompting untuk Kelas XI SMA/ MA. *Menara Ilmu*, 12(12).
- Jayanti, A. D., & Yunianta, T. N. H. (2022). Pengembangan Emometri (E-Modul Trigonometri) Dengan Project Based Learning Berbasis STEAM. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1116. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.4881>
- Lestari, S. (2021). Pengembangan Orientasi Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Fisika melalui Pembelajaran PjBL-STEAM Berbantuan Spectra-Plus. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 6(3). <https://doi.org/10.51169/ideguru.v6i3.243>
- Metafisika, K., Azizah, R. N., & Fitriyah, F. K. (2022). The Development Process

- of Islamic STEAM Activity Storybooks for Early Childhood. *Child Education Journal*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.33086/cej.v4i1.2703>
- Nurhayati, N. (2023). Pengembangan E-Modul Asam Basa Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics (STEAM) pada Peserta Didik SMKN 9 Bulukumba. *Chemistry Education Review*, 6(2), 2597. <https://doi.org/10.26858/ce.v6i2.13315>
- Rakhmawati, N. I. S., Setyowati, S., & Reza, M. (2023). Developing STEAM-Based Learning Tool to Internalize Pancasila Character Values for Early Childhood. *Jurnal Ilmiah Potensia*, 8(1), 219–232. <https://doi.org/10.33369/jip.8.1>
- Ranny, R., Zainul, R., Padang, N., Hamka Air Tawar Barat, J., & Barat, S. (2019). Pengembangan E-Modul Sistem Koloid Berbasis Discovery Learning untuk SMA/MA. *Journal of RESIDU*, 3. www.rc-institut.id
- Rohmah, Y. L., & Sakti, N. C. (2022). Pengembangan Modul Elektronik Interaktif menggunakan Flip PDF Profesional Pada Materi Lembaga Jasa Keuangan dalam Perekonomian kelas X IPS SMA. *JEKPEND: Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, 5(2), 52. <https://doi.org/10.26858/jekpend.v5i2.34514>
- Wulansari, E. W., Kantun, S., & Suharso, P. (2018). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Ekonomi Materi Pasar Modal Untuk Siswa Kelas XI IPS MAN 1 Jember Tahun Ajaran 2016/2017. *JURNAL PENDIDIKAN EKONOMI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi dan Ilmu Sosial*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.19184/jpe.v12i1.6463>