

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN PBL (PROBLEM BASED LEARNING) UNTUK MENINGKATKAN COMPUTATIONAL THINKING SISWA KELAS X SMKN 4 MEDAN

Yusril R. Sihotang¹, Erlinawaty Simanjuntak²

^{1,2}Universitas Negeri Medan

e-mail: yusrilsihotang@gmail.com

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah merancang *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* yang valid, praktis, dan efektif, sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan *Computational Thinking* siswa. Instrumen penelitiannya: lembar validasi modul ajar, pengamatan aktivitas siswa terhadap *e-modul*, *e-modul* oleh ahli materi, *e-modul* oleh ahli media, dan tes *Computational Thinking* siswa. Setelah seluruh instrumen divalidasi dan dinyatakan valid, kemudian dilakukan uji coba lapangan. Berdasarkan temuan penelitian, (1) Perangkat pembelajaran memiliki validitas 94,94% untuk modul ajar, validitas *e-modul* 95,57% untuk ahli materi, dan 94,79% untuk ahli media, kategori sangat valid, (2) Kepraktisan *e-modul* dikategorikan sangat praktis sebesar 92,31%, (3) *E-modul* yang dikembangkan efektif yaitu: (a) Tingkat ketuntasan belajar klasikal siswa pada uji lapangan sebesar 96,15%, (b) Tercapainya indikator tujuan pembelajaran dengan rerata 85,26, (c) Terjadi peningkatan nilai *Computational Thinking* siswa dengan rata-rata 45,52. Melalui uji Gain menunjukkan bahwa *Computational Thinking* siswa meningkat sebesar 0,77 dalam kategori tinggi.

Kata Kunci: *E-modul*, *problem based learning*, *computational thinking*.

Abstract: The purpose of this research is to design a valid, practical, and effective e-module based on Problem Based Learning, so that it can be used to improve students' Computational Thinking. The research instruments: teaching module validation sheet, student activity observation of e-modules, e-modules by material experts, e-modules by media experts, and student Computational Thinking tests. After all instruments were validated and declared valid, then field trials were conducted. Based on the research findings, (1) Learning devices have a validity of 94.94% for teaching modules, 95.57% validity of e-modules for material experts, and 94.79% for media experts, very valid category, (2) The practicality of e-modules is categorized as very practical at 92.31%, (3) The developed e-modules are effective, namely: (a) The classical learning completeness rate of students in the field test was 96.15%, (b) The achievement of learning objectives indicators with an average of 85.26, (c) There was an increase in students' Computational Thinking scores with an average of 45.52. The Gain test showed that students' Computational Thinking increased by 0.77 in the high category.

Keywords: E-module, problem based learning, computational thinking.

PENDAHULUAN

Matematika adalah ilmu logika, yang berkaitan dengan bentuk, susunan, besaran, dan konsep-konsep terkait. Menurut Ruseffendi, matematika disusun dari unsur-unsur, definisi, aksioma, dan postulat yang tidak terdefinisi dimana dalil-dalil tersebut setelah dibuktikan valid, itulah sebabnya matematika sering disebut sebagai ilmu deduktif (Rosyid, 2019: 81). Matematika merupakan ilmu yang bersifat universal, mempunyai peranan penting diberbagai bidang keilmuan, mengembangkan kemampuan berpikir manusia, dan menjadi landasan bagi perkembangan teknologi modern (Nursyeli & Puspitasari, 2021: 328).

Dapat dikatakan bahwa matematika merupakan mata pelajaran yang mempunyai peranan khusus dalam perkembangan zaman. Matematika diteliti, dikembangkan dan digunakan untuk

memecahkan masalah. Matematika juga dikaitkan dengan ilmu-ilmu lain dan memajukan pemikiran manusia. Matematika itu sendiri memiliki tujuan supaya peserta didik sanggup berpikir kritis. Menurut Glaser, berpikir kritis dalam matematika itu cenderung untuk menggabungkan pengetahuan sebelumnya dan strategi kognitif penalaran situasi matematika secara mendalam (Sumarno et al., 2016: 18).

Untuk menumbuhkan pemikiran kritis siswa, diperlukan pendekatan pembelajaran yang berpotensi seperti *Computational Thinking* (CT) (Kawuri et al., 2019: 117). *Computational Thinking* adalah cara berpikir untuk merumuskan masalah dan solusi, sehingga solusi yang didapat menjadi verifikasi yang efektif pemecahan masalah (Yuntawati et al., 2021: 35). Menurut Wing *Computational Thinking* sebenarnya bersifat abstrak dan kompleks, jauh lebih abstrak dan kompleks dibandingkan dengan matematika, yang tidak secara jelas mendefinisikan apa itu matematika, namun melalui konsep berpikir yang luas akan dipahami dari makna matematika (Kawuri et al., 2019: 117). Menurut Maharani et al., (2020: 52) mengatakan bahwa matematika itu sendiri berkaitan erat dengan *Computational Thinking* karena melibatkan pengenalan pola, struktur masalah dan variabel yang dapat dipakai dengan nilai yang berbeda, seperti 1) dekomposisi, untuk mengaktifkan modularitas dan pemecahan masalah yang lebih mudah; 2) desain algoritma, penekanan pada penalaran logis; dan 3) generalisasi, yaitu perumusan prinsip. Dari segi konsep-konsep pemikiran tersebut, CT lebih baik digunakan untuk mencari yang terbaik dalam memecahkan masalah, maka solusi yang ditemukan menjadi lebih kreatif. CT juga berguna dalam membantu siswa merasakan berbagai bentuk penerapan matematika dalam kehidupan sehari-harinya, berarti tidak hanya menjadi pembelajaran materi saja melainkan diikuti praktik (Maharani et al., 2020: 52).

Berdasarkan hasil observasi di kelas X TKR-3 SMKN 4 Medan, diketahui bahwa *Computational Thinking* siswa masih tergolong lemah. Siswa kurang mampu mengkomposisikan masalah, mengenali pola masalah, menemukan bagian-bagian penting dari permasalahan, dan siswa juga kurang mampu dalam menyelesaikan masalah.

Berdasarkan hasil observasi awal, terdapat faktor utama yang menyebabkan lemahnya *Computational Thinking* siswa, yaitu bahan ajar berupa buku konvensional yang umum digunakan dalam pembelajaran. Kemudian peneliti mewawancarai beberapa siswa SMK Negeri 4 Medan, buku yang digunakan kurang menarik, sebab buku tersebut kurang kreatif dan inovatif. Faktor tersebut yang mengakibatkan proses pembelajaran menjadi kurang menarik, jika dibiarkan terlalu lama maka *Computational Thinking* siswa tidak akan berkembang.

Mengingat semakin berkembangnya zaman, pemanfaatan teknologi dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran. Menurut NCTM (2008), guru diharapkan mampu memanfaatkan potensi teknologi untuk meningkatkan pemahaman dan merangsang rasa ingin tahu siswa. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran memungkinkan hasil belajar siswa meningkat melalui eksplorasi dan komunikasi interaktif.

Salah satu penerapan teknologi yaitu berupa bahan ajar *e-modul*. *E-modul* sebagai solusi untuk mengatasi lemahnya *Computational Thinking* siswa, sehingga mencapai tujuan pembelajaran secara optimal. *E-modul* merupakan bentuk elektronik modul konvensional yang telah dimodifikasi dengan memanfaatkan informasi teknologi, sehingga modul menjadi lebih menarik. Pada *e-modul* juga bisa menambahkan tes sehingga siswa bisa berinteraksi dengan sumber belajarnya (Kuncahyono & Kumalasani, 2020: 10). *E-modul* tersebut memberikan solusi yang memungkinkan siswa menggunakan teknologi secara bijak. *E-modul* juga memberikan pilihan kepada guru dalam menyikapi kemajuan teknologi (Kuncahyono & Kumalasani, 2020: 10). Dengan adanya *e-modul* tersebut siswa dapat membangun model berpikir kreatif, sistematis dan kritis. Siswa cenderung lebih memilih media digital sebagai sumber belajarnya. Dengan adanya media ini siswa lebih mudah belajar dimana saja sehingga siswa dapat memahami konsep matematika. Hal ini menjadikan *e-modul* lebih kaya konten dan mampu menghadirkan ekspresi

maksimal. Jika buku biasanya berisi teks atau gambar, berbeda dengan *e-modul* yang berisikan informasi digital dalam bentuk teks atau gambar. Oleh karena itu, siswa dapat lebih tertarik mempelajari mata pelajaran matematika dengan menggunakan *e-modul* ini. Dimana dalam *e-modul* tersebut dapat dicantumkan berbagai macam media seperti gambar, audio, video dan animasi.

Berdasarkan pengertiannya, *e-modul* dapat digolongkan sebagai bahan ajar interaktif karena mampu menggabungkan tampilan teks, gambar, suara, dan animasi. *E-modul* ini diharapkan mampu menjadi cara memotivasi siswa untuk belajar lebih baik, meningkatkan minat belajar, dan memberikan ruang untuk belajar. Karena itu, *e-modul* menjadi salah satu solusi dalam meningkatkan *Computational Thinking* siswa dan dapat melatih kemandirian siswa.

Berangkat dari kondisi di atas maka diperlukan suatu model pembelajaran untuk menumbuh kembangkan *Computational Thinking* siswa. Model pembelajaran yang berhubungan dengan *Computational Thinking* adalah *Problem Based Learning* (PBL) (G. L. Pratiwi & Akbar, 2022: 375). Pemilihan PBL dalam pengembangan *e-modul* dilatarbelakangi oleh beberapa argumen, yaitu model pembelajaran yang membantu guru menghubungkan materi dengan kondisi siswa sehingga tercipta kondisi yang menguntungkan bagi siswa dan keterampilan interpersonal yang baik. PBL dapat memperdayakan siswa untuk mengembangkan keterampilan belajar mandiri agar pembelajaran lebih bermakna (Fadlurrohman et al., 2022: 270).

Hal ini didukung dengan penelitian Pramana et al., (2020: 29) yang menegaskan bahwa pembelajaran *e-modul* berbasis PBL memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Dengan memadukan bahan ajar dan model pembelajaran, dapat tercipta metode pembelajaran yang inovatif agar siswa tetap termotivasi. Oleh sebab itu, pemanfaatan *e-modul* berbasis PBL akan mengoptimalkan *Computational Thinking* siswa menjadi lebih baik, serta mampu menyelesaikan masalah matematika.

Menurut Abudin (Mukharomah et al., 2021:33) model pembelajaran *Problem Based Learning* merupakan suatu cara penyajian materi pembelajaran menggunakan masalah sebagai titik awal untuk membahas permasalahan yang memerlukan analisis dan sintesis dengan tujuan menemukan solusi atau jawaban siswa. Permasalahan dapat dikemukakan oleh guru atau disampaikan kepada siswa, yang dapat meneruskannya kepada guru atau siswa itu sendiri, untuk kemudian dijadikan bahan diskusi dan solusi yang dicari dalam kegiatan pembelajaran siswa.

Model PBL merupakan salah satu solusi yang baik untuk peningkatan *Computational Thinking* siswa dilihat dari jurnal yang terkait tentang model PBL dan *Computational Thinking* siswa. Hasil kajian jurnal karya G. L. Pratiwi & Akbar, (2022: 375) dimana hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Computational Thinking* siswa yang menggunakan PBL lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional. Oleh karena itu, penerapan PBL dapat sangat mempengaruhi *Computational Thinking* siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Alur pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 tahap pengembangan yaitu *anlisis* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Berdasarkan proses pengembangan ADDIE, maka tahap-tahap pengembangan *e-modul* dijelaskan sebagai berikut:

1. Analisis

Tahap analisis merupakan salah satu tahap menelaah kelayakan dan ketentuan pengembangan model, metode, ataupun media baru yang akan diaplikasikan. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis berupa: validasi kesenjangan kinerja, menetapkan tujuan instruksional, konfirmasi audiens, mengidentifikasi sumber daya yang diperlukan, dan sistem pengantar potensial.

2. Desain

Tahap desain merupakan tahap untuk proses rancangan konseptual yang diperlukan untuk mengembangkan bahan ajar, media, model, dan strategi guna untuk memecahkan masalah yang ditemukan pada tahap analisis. Tahap ini dilakukan secara sistematis, yaitu: 1) merancang Modul Ajar; 2) merancang instrumen penelitian; 3) memilih media; dan 4) merancang komponen *e-modul*.

3. Pengembangan

Tujuan tahap ini adalah untuk membangun dan memvalidasi sumber daya pembelajaran. Prosedur umum yang dibutuhkan dengan tahap pengembangan adalah sebagai berikut: menyusun materi, memilih dan mengembangkan media pendukung, mengembangkan *e-modul* dan melakukan uji coba ahli dan revisi tes formatif.

4. Implementasi

Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan lingkungan belajar dan menarik partisipasi siswa. Pada penelitian ini dilakukan tahap implementasi, dimana pada tahap ini dilakukan pengujian *e-modul* pada siswa kelas X TKR-3 SMK Negeri 4 Medan dalam pembelajaran matematika materi Eksponen.

Rencana tes penelitian ini adalah *One-Group Pretest-Posttest design*. Dari segi tujuan, hasil pelaksanaan dapat diketahui lebih tepat dibandingkan dengan keadaan sebelum pelaksanaan. Konsep ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$O_1 \text{ X } O_2$$

keterangan:

O_1 : *Pretest* dilakukan sebelum menerima *e-modul*

X : Perlakuan pembelajaran menggunakan *e-modul*

O_2 : *Posttest* dilakukan setelah menerima *e-modul*

Pelaksanaan implemetasi dilakukan langsung oleh peneliti. Dalam setiap pelaksanaan pembelajaran dilakukan pengamatan terhadap pengajar (peneliti) dan kelas akan selalu dikontrol oleh seorang pengamat (guru).

5. Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan tahap untuk menilai dan mengevaluasi produk yang dikembangkan. Hasil evaluasi dipakai untuk memberikan umpan balik kepada pihak pengembang produk, model, ataupun metode. Evaluasi adalah langkah terakhir dari model ADDIE, bertujuan melihat apakah *e-modul* memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif, serta berhasil meningkatkan *Computational Thinking* siswa.

Pengumpulan data dalam penelitian merupakan langkah penting dan perlu. Teknik analisis data merupakan metode pengolahan data menjadi informasi selama penelitian. Analisis data bertujuan untuk mengetahui validitas, praktikalitas, dan efektivitas *e-modul*.

Validasi dilakukan untuk mengetahui layak atau tidaknya media yang digunakan. Data validasi dianalisis secara deskriptif dan kualitatif. Artinya peneliti menghitung peringkat persentase materi yang dikembangkan. Data lembar penilaian dianalisis:

- 1) Melakukan rekapitulasi data meliputi Validasi dari ahli (V_a) total skor empiris (TS_e), dan total skor maksimal (TS_m).
- 2) Menentukan nilai V_a dari rerata nilai dengan rumus:

$$V_a = \frac{TS_e}{TS_h} \times 100\% \quad (\text{Listiana et al., 2022: 74})$$

Selanjutnya nilai V_a ini dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan perangkat pembelajaran seperti tabel 1. berikut:

Tabel 1. Kriteria Validasi

Kriteria Validasi	Tingkat Validitas
85,01% - 100%	Sangat valid
70,01% - 85%	Cukup valid
50,01% - 70%	Kurang valid
01,00% - 50%	Tidak valid

E-modul dianggap praktis menggunakan analisis data hasil pengamatan aktivitas siswa saat menggunakan media. Langkah-langkah penilaian dan pemberian predikat kegiatan aktivitas siswa sebagai berikut:

1. Memberikan skor setiap item pengamatan.
2. Kemudian skor diakumulasikan.
3. Menghitung persentase gambaran aktivitas siswa:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Rumus mengitung skor siswa yaitu:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor siswa}}{\text{Skor maskimal}} \times 100\%$$

Kemudian mencari persentase siswa yang tuntas. Adapun kriteria ketuntasan minimal di kelas X TKR-3 SMK Negeri 4 Medan adalah 74.

Selain itu, keefektifan *e-modul* juga dinilai berdasarkan analisis ketercapaian indikator. Untuk menemukan kategori ketercapaian indikator tujuan pembelajaran skor total dari setiap indikator dalam soal. Berikut langkah-langkahnya (Nainggolan & Simanjuntak, 2020):

1. Menentukan skor setiap indikator untuk setiap item pertanyaan berdasarkan pedoman penskoran.
2. Menjumlahkan skor setiap indikator untuk tiap item pertanyaan.
3. Menghitung persentase skor pertanyaan untuk setiap indikator dengan cara:

$$r_i = \frac{\text{jumlah skor siswa indikator ke } - i}{\text{jumlah skor maksimal indikator ke } - i} \times 100\%$$

4. Menentukan tingkat ketuntasan siswa (minimal 75%) untuk setiap indikator.
5. Melihat ketercapaian indikator pembelajaran dengan indikator tingkat ketuntasan, minimal 65% siswa mampu mencapai minimal 75% dari tujuan pembelajaran yang diterapkan (Hasratuddin, 2015; Nainggolan & Simanjuntak, 2020: 6).

Sedangkan efektifitas pembelajaran menggunakan *e-modul* berbasis pembelajaran PBL terhadap peningkatan *Computational Thinking* siswa dapat dilihat dari *N-gain*. Untuk menganalisis data keefektifan *e-modul* berbasis pembelajaran PBL digunakan persamaan *gain* ternormalisasi disebutkan dalam rumus:

$$N - \text{gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maks} - \text{skor pretest}} \times 100$$

Hasil perhitungan *N-gain* kemudian diubah menjadi klasifikasi *N-gain* dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria *N-Gain*

Kriteria	Kesimpulan
$N\text{-gain} > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$N\text{-gain} < 0,3$	Rendah

(Septia et al., 2021: 38)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini merupakan kegiatan penelitian dan pengembangan, bertujuan menciptakan suatu produk yang valid praktis, dan efektif.

1. Analisis

Hasil kegiatan ini yaitu: (1) validasi kesenjangan kerja, ditemukan bahwa terdapat potensi penggunaan perangkat dalam pembelajaran belum maksimal. (2) analisis tujuan intruksional, ditemukan beberapa masalah dan diperlukan solusi yang tepat yaitu mengembangkan modul yang dipadukan dengan teknologi. (3) konfirmasi audiens, bertujuan untuk mengetahui kemampuan, latar belakang pengetahuan, dan tingkat perkembangan kognitif. (4) identifikasi sumber daya yang diperlukan, ditemukannya sumber daya yang tersedia di sekolah yang diteliti. (5) sistem pengantar potensial, bertujuan untuk memperkirakan biaya yang akan dikeluarkan.

2. Desain

Pada tahap ini solusi terhadap masalah yang telah diidentifikasi pada tahap analisis. Solusi yang dipilih untuk mengatasi permasalahan yaitu mengembangkan *e-modul*. Pada tahap desain dilakukan yaitu: (1) menyusun modul ajar. Modul ajar disusun sebagai pedoman kegiatan belajar mengajar. (2) Memilih media, yang bertujuan untuk memilih media yang tepat dan sesuai untuk menyajikan materi yang telah dipilih. (3) Rancangan *e-modul* berbasis *problem based learning*, bertujuan untuk menghasilkan sebuah *e-modul* yang baik serta sesuai dengan isi pembelajaran. (4) Rancangan tes kemampuan *Computational Thinking* siswa, dimana prosedur penyusunan tes yang dilakukan yaitu: penentuan tujuan pembelajaran, penentuan kisi-kisi, penyusunan tes, pembuatan kunci jawaban, pembuatan pedoman penskoran. (5) Merancang instrumen penelitian, terdiri dari instrumen penilaian *e-modul* berbasis *problem based learning*, instrumen tes dan instrumen pengamatan aktivitas siswa.

3. Pengembangan

Kegiatan yang dilakukan yaitu: (1) menyiapkan dan menggabungkan komponen *e-modul*, (2) penilaian ahli. Hasil validasi oleh validator ahli terhadap Modul ajar, *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* dan instrumen penelitian menunjukkan bahwa semua perangkat tergolong sangat valid. Modul Ajar divalidasi 4 orang ahli, hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli diperoleh rata-rata kelayakan sebesar 94,94% termasuk ke dalam kategori sangat layak. Hasil validasi *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* oleh ahli materi dan ahli media berturut-turut 95,57% dan 94,79% termasuk ke dalam kategori sangat layak. Begitu pula hasil validasi instrumen penelitian: 1) Lembar pengamatan aktivitas siswa pada penelitian ini di validasi oleh 3 orang ahli, hasil penilaian sebesar 96,67% kriteria sangat layak. 2) soal tes yang dikembangkan, baik *Pretest* dan *Posttest* keduanya divalidasi oleh tiga orang ahli sehingga tes tersebut dipastikan layak digunakan.

4. Implementasi

Pada tahap ini dilakukan uji lapangan yang bertujuan melihat kepraktisan dan keefektifan pembelajaran.

a. Analisis Kepraktisan

Kepraktisan media pembelajaran yang sebelumnya sudah dilakukan validasi dapat dilihat melalui data pengamatan aktivitas siswa ketika menggunakan *e-modul* dan data pengamatan dinilai oleh guru matematika SMK Negeri 4 Medan. Tujuan analisis data aktivitas siswa adalah untuk melihat kepraktisan bahan ajar yang dikembangkan. Data aktivitas siswa dikumpulkan melalui observasi guru matematika SMK Negeri 4 Medan. Observasi dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan dikelas X TKR 3 yang berjumlah 26 siswa.

Berdasarkan data observasi, tingkat aktivitas siswa yang dicapai sebesar 92,31% yang tergolong baik sekali.

b. Analisis Keefektifan

Bahan ajar yang dikembangkan dapat digunakan apabila memenuhi kriteria keefektifan. Bahan ajar dikatakan efektif ditinjau: (1) ketuntasan belajar siswa secara klasikal, artinya minimal 85% siswa yang mengikuti pembelajaran dapat mencapai nilai minimal 74, (2) pencapaian target belajar sebesar 75% untuk setiap indikator yang dicapai minimal 65% siswa, dan (3) terjadi peningkatan kemampuan *Computational Thinking* siswa.

Dalam kegiatan analisis keefektifan ini juga akan dibuat gambaran peningkatan kemampuan *Computational Thinking* siswa, dibuktikan dengan nilai rata-rata siswa, tingkat kelulusan KKM, indikator perolehan individu, dan hasil perhitungan gain.

1) Ketuntasan Belajar Siswa secara Klasikal

Tingkat kemampuan siswa dilihat dari *Computational Thinking* siswa, melalui tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) yang telah dirancang. Berikut tabel persentase ketuntasan kemampuan *Computational Thinking* siswa.

Tabel 3. Persentase Ketuntasan Belajar Klasikal Uji Lapangan

Keterangan	Pretest		Posttest	
	Jumlah Siswa	Persentase	Jumlah Siswa	Persentase
Tuntas	2	7,69%	25	96,15%
Tidak Tuntas	24	92,31%	1	3,85%
Jumlah	26	100%	26	100%

2) Ketercapaian Indikator/Ketuntasan Tujuan Pembelajaran

Faktor selanjutnya yang menentukan keefektifitas suatu produk adalah ketercapaian indikator dari hasil *pretest* dan *posttest*. Pencapaian indikator selama uji lapangan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Persentase Ketercapaian Indikator Uji Lapangan

No	Indikator	Pretest		Posttest	
		Persentase	Keterangan	Persentase	Keterangan
1	Dekomposisi Masalah	62,82%	Belum Tercapai	93,27%	Tercapai
2	Pengenalan Pola	53,21%	Belum Tercapai	88,78%	Tercapai
3	Abstraksi	28,53%	Belum Tercapai	83,97%	Tercapai
4	Berpikir secara Algoritma	14,42%	Belum Tercapai	74,36%	Tercapai

3) Peningkatan Kemampuan *Computational Thinking* siswa

Peningkatan kemampuan *Computational Thinking* siswa yang diajar menggunakan *e-modul* pada saat uji coba lapangan terlihat dari hasil analisis *pretest* dan *posttest*. Secara umum hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata, peningkatan setiap indikator dan nilai *gain*. Berikut deskripsi kemampuan *Computational Thinking* siswa berdasarkan peningkatan nilai *pretest* dan *posttest*.

Tabel 5. Hasil Tes Kemampuan *Computational Thinking* siswa

Keterangan	Pretest	Posttest	Peningkatan
Nilai Tertinggi	74	100	26
Nilai Terendah	22	62	40
Persentase rata-rata Kemampuan <i>Computational Thinking</i>	39,74%	85,26%	45,52%

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan *Computational Thinking* siswa mengalami peningkatan dari *pretest* ke *posttest* sebesar 45,52%, yaitu pada *pretest* rata-rata yang dicapai

adalah 39,74% meningkat menjadi 85,26% pada *posttest*. Jika dikategorikan berdasarkan kriteria/tingkat *Computational Thinking* siswa, maka di bawah ini adalah tingkat *Computational Thinking* siswa pada *pretest* dan *posttest*.

Tabel 6. Tingkat Kemampuan *Computational Thinking* siswa

Interval	Kategori	Pretest		Posttest	
		Jumlah siswa	Persentase	Jumlah siswa	Persentase
90-100	Sangat Tinggi	0	0	9	34,62%
80-89	Tinggi	0	0	4	15,38%
65-79	Sedang	4	15,38%	12	46,15%
55-64	Rendah	1	3,85%	1	3,85%
0-54	Sangat Rendah	21	80,77%	0	0
Jumlah siswa		26	100%	26	100%

Dilanjutkan dengan uraian peningkatan *Computational Thinking* siswa berdasarkan indikator, peningkatannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Persentase Rata-rata Kemampuan *Computational Thinking* Siswa

No	Keterangan	Persentase Rata-rata		
		Pretest	Posttest	Peningkatan
1	Dekomposisi Masalah	62,82%	93,27%	30,45%
2	Pengenalan Pola	53,21%	88,78%	35,57%
3	Abstraksi	28,53%	84,29%	55,76%
4	Berpikir secara Algoritma	14,42%	74,68%	60,26%

Berdasarkan tabel diatas terlihat peningkatan persentase rata-rata kemampuan *Computational Thinking* siswa dari *pretest* ke *posttest* setiap indikator. Indikator dekomposisi masalah diperoleh peningkatan 30,45% dan indikator pengenalan pola meningkat sebesar 35,57%. Sedangkan indikator abstraksi dan berpikir secara algoritma berturut-turut meningkat sebesar 55,76% dan 60,26%. Dan yang terakhir, peningkatan *Computational Thinking* siswa dari *pretest* ke *posttest* dilihat dari analisis *gain*. Tabel dibawah ini menunjukkan peningkatan *Computational Thinking* siswa berupa perolehan *Gain* pada uji lapangan.

Tabel 8. Peningkatan *Computational Thinking* Siswa dalam Gain

Interval Gain	Kategori	Banyak Siswa	Persentase	Rata-rata Gain
$g > 0,7$	Tinggi	16	61,54%	0,77
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang	9	34,61%	
$g < 0,3$	Rendah	1	3,85%	
Jumlah		26	100%	

Berdasarkan perhitungan tabel disimpulkan bahwa *Computational Thinking* siswa dari *pretest* ke *posttest* pada uji lapangan meningkat melalui ketika telah menggunakan *e-modul* yang dikembangkan. Dengan demikian, dikatakan bahwa penggunaan *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* pada materi eksponen berdampak terhadap peningkatan kemampuan *Computational Thinking* siswa.

5. Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan pada setiap tahapan proses pengembangan *e-modul* berbasis *problem based learning*. Sedangkan evaluasi sumatif dilakukan pada akhir seluruh tahapan yang telah dilaksanakan, yaitu pada akhir pembelajaran yang telah dilakukan *posttest*.

Pembahasan

1. Kevalidan

Pada penelitian ini, hasil validasi oleh validator ahli terhadap Modul ajar, *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* dan instrumen penelitian menunjukkan bahwa semua perangkat tergolong sangat valid. Modul Ajar divalidasi 4 orang ahli, hasil penilaian ahli diperoleh rata-rata kelayakan sebesar 94,94% termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil validasi *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* oleh ahli materi dan ahli media berturut-turut 95,57% dan 94,79% termasuk ke dalam kategori sangat layak. Begitu pula hasil validasi instrumen penelitian: 1) Lembar pengamatan aktivitas siswa pada penelitian ini di validasi oleh 3 orang ahli, hasil penilaian sebesar 96,67% kriteria sangat layak. 2) soal tes yang dikembangkan, baik *Pretest* dan *Posttest* keduanya divalidasi oleh tiga orang ahli sehingga tes tersebut dipastikan layak digunakan.

Hal ini sesuai dengan pendapat Ghozali (2009: 53), bahwasanya uji validitas dengan menggunakan angket kuisioner digunakan untuk mengukur sah dan valid tidaknya suatu perangkat yang dikembangkan, Dimana perangkat yang dikembangkan dinyatakan valid apabila pertanyaan pada kuisioner tersebut. Dari hasil validasi untuk masing-masing perangkat yang dikembangkan maka diperoleh Modul Ajar, instrumen penelitian, dan *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* yang valid dan layak diuji ke sekolah.

2. Kepraktisan

Kepraktisan pada penelitian ini diperoleh dari analisis data lembar pengamatan aktivitas siswa hasil tes observer. Komponen kepraktisan *e-modul* ditentukan berdasarkan hasil pengamatan aktivitas belajar siswa. Hasil penilaian satu orang observer terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan *e-modul* menunjukkan bahwa 92,31% aktivitas siswa sangat baik dan memenuhi kriteria kepraktisan.

Berdasarkan perbandingan di atas, terlihat bahwa nilai kepraktisan yang dilakukan pada penelitian ini sudah baik berdasarkan hasil lembar pengamatan aktivitas siswa terhadap *e-modul*. Dikarenakan dengan bantuan *e-modul* ini guru menyakini pembelajaran menjadi lebih praktis digunakan karena dapat digunakan dimanapun ketika siswa ingin belajar.

3. Keefektifan.

1) Pencapaian Ketuntasan Belajar secara Klasikal

Hasil tes kemampuan awal (*Pretest*) pada uji lapangan menunjukkan terdapat 2 siswa (7,69%) yang tuntas atau melampaui nilai KKM yaitu 74, sementara 24 siswa (92,31%) lainnya yang tidak tuntas atau tidak melampaui nilai 74. Sedangkan hasil tes kemampuan akhir (*Posttest*) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yaitu 25 siswa (96,15%) memperoleh nilai yang mencapai atau melampaui KKM, sedangkan 1 siswa (3,85%) lainnya dinyatakan tidak tuntas atau tidak melampaui nilai 74. Dikarenakan jumlah peserta didik yang memperoleh nilai ≥ 74 di dalam kelas sebanyak $\geq 85\%$ dari keseluruhan peserta didik, maka kelas X TKR-3 mencapai ketuntasan belajar secara klasikal.

Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Theresia Monika Siahaan (2020: 56), menunjukkan hasil ketuntasan belajar memenuhi syarat efektivitas dimana 83,35% siswa yang melewati ketuntasan belajarnya. Dimana pada tahap I 76,7% siswa tuntas dan 90% siswa tuntas pada tahap II. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aklimawati, Erna Isfayani, Yeni Listiana, dan Wulandari (2022: 10), menunjukkan hasil pada uji coba lapangan sebesar 88%, dengan demikian secara klasikal hasil tes sudah memenuhi kriteria ketuntasan. Sehingga berdasarkan persentase ketuntasan belajar peserta didik secara klasikal efektif digunakan dalam pembelajaran.

Berdasarkan perbandingan di atas, terlihat bahwa nilai ketuntasan belajar secara klasikal pada penelitian ini sudah baik. Hal ini disebabkan pembelajaran berbantuan *e-modul* dapat

mencapai ketuntasan belajar. Hal ini dimungkinkan karena peserta didik dapat belajar mandiri di rumah dan saat di kelas siswa berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran.

2) Ketercapaian Indikator Tujuan Pembelajaran

Acuan tercapainya indikator adalah minimal 75% untuk setiap indikator diperoleh oleh 65% peserta didik. Berdasarkan kriteria ketercapaian indikator pada tahap uji lapangan, diperoleh Indikator 1 yaitu dekomposisi masalah sebesar 62,82% pada *Pretest* dan 93,27% pada *Posttest*. Indikator 2 yaitu pengenalan pola sebesar 53,21% pada *Pretest* dan 88,78% pada *Posttest*. Indikator 3 yaitu abstraksi sebesar 28,53% pada *Pretest* dan 83,97% pada *Posttest*. Indikator 4 yaitu berpikir secara algoritma 14,42% pada *Pretest* dan 74,36% pada *Posttest*.

Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Nita Novianti dan Nastitisari Dewi (2023: 38), menunjukkan hasil siklus II, dimana pada *Pretest* indikator abstraksi sebesar 45,1, indikator dekomposisi sebesar 39,0, indikator pengenalan pola sebesar 41,5, dan indikator algoritma 34,4. Sementara hasil siklus II pada *Posttest* adalah indikator abstraksi sebesar 71,8, indikator dekomposisi sebesar 70,3, indikator pengenalan pola sebesar 73,8, dan indikator algoritma sebesar 37,9.

Berdasarkan data hasil yang diperoleh secara keseluruhan, peserta didik telah dianggap memenuhi tujuan pembelajaran berdasarkan indikator kemampuan *Computational Thinking* sesuai pendapat Haryanti, Firdaus Daud, dan Muhammad Danial (2023: 53) dimana peserta didik dikatakan memiliki keterampilan *Computational Thinking* berdasarkan nilai *Pretest* dan *Posttest* peserta didik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwasanya *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan *Computational Thinking* siswa SMK pada materi eksponen telah memenuhi kriteria efektivitas didasarkan pencapaian ketuntasan belajar.

3) Peningkatan Kemampuan *Computational Thinking* Siswa

Setelah dilaksanakan pembelajaran matematika menggunakan *e-modul* pada tahap uji lapangan, didapatkan hasil analisis data tes kemampuan awal (*Pretest*) peserta didik terdapat 2 siswa (7,69%) mencapai ketuntasan belajar (nilai KKM ≥ 75), sedangkan 24 peserta didik (92,31%) lainnya belum mencapai ketuntasan minimal dengan nilai rata-rata peserta didik yaitu 39,38. Sementara hasil analisis data tes kemampuan akhir (*Posttest*) peserta didik yaitu terdapat 25 peserta didik (96,15%) mencapai ketuntasan belajar (nilai KKM ≥ 75), sedangkan 1 peserta didik (3,85%) lainnya belum mencapai ketuntasan minimal yaitu 74.

Berdasarkan perbandingan di atas, terlihat bahwa keefektifan kemampuan *Computational Thinking* yang dilakukan pada penelitian ini lebih baik. Dikarenakan peningkatan tersebut tentunya dipengaruhi oleh karakteristik bahan ajar yang menggunakan masalah sebagai titik awal pembelajaran, sehingga siswa secara aktif melakukan kegiatan eksplorasi permasalahan. Karakteristik yang kedua adalah penggunaan model sebagai matematisasi, dimana peserta didik menggunakan model matematika untuk situasi dari permasalahan realistic yang diberikan. Karakteristik yang ketiga adalah pemanfaatan hasil konstruksi siswa, dimana siswa memiliki kebebasan mengembangkan strategi pemecahan masalahnya sendiri. Karakteristik yang terakhir adalah interaksi, dimana dalam pembelajaran ada interaksi antara siswa dengan guru, siswa dengan siswa dalam mengembangkan kemampuan kognitif dan afektif secara simultan.

Berdasarkan data tersebut, disimpulkan bahwa *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* yang dikembangkan memberikan efektivitas ditinjau dari pencapaian ketuntasan belajar secara klasikal, ketercapaian indikator/ketuntasan tujuan pembelajaran dan peningkatan kemampuan *Computational Thinking* siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. *E-modul* berbasis *Problem Based Learning* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kevalidan berdasarkan penilaian validator ahli materi dan media, dengan skor rata-rata berturut-turut 95,57% dan 94,79% dikategori sangat valid.
2. Ditinjau dari aspek kepraktisan, *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* yang dikembangkan dinyatakan praktis berdasarkan lembar pengamatan aktivitas siswa terhadap bahan ajar. Dimana lembar pengamatan aktivitas siswa terhadap *e-modul* sebesar 92,31%.
3. Ditinjau dari aspek keefektifan, *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* dinyatakan efektif. Hal ini terlihat dari: (a) pencapaian ketuntasan belajar secara klasikal yaitu 96,15%, (b) pencapaian indikator/ketuntasan tujuan pembelajaran, dimana rata-rata tingkat ketuntasan belajar individual sebesar 85,26, dan (c) kemampuan *Computational Thinking* siswa yang menggunakan *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* mengalami peningkatan rata-rata sebesar 45,52, dibandingkan rata-rata sebelumnya pada *pretest* adalah sebesar 39,74 dan meningkat pada *posttest* sebesar 85,26. Dan berdasarkan analisis *Gain* diperoleh rata-rata peningkatan kemampuan *Computational Thinking* siswa secara keseluruhan sebesar 0,77, dimana 3,85% meningkat pada kategori rendah, 34,61% meningkat pada kategori sedang dan 61,54% meningkat pada kategori tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, F. X. D., Wulandari, S. A., & Limiansih, K. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning Berbasis Computational Thinking pada Pembelajaran Bahasa Indonesia. In *Prosiding Seminar Nasional Sosial dan Humaniora*. Prosiding Seminar Nasional Sosial dan Humaniora.
- Aklimawati, Isfayani, E., Listiana, Y., & Wulandari. (2022). Pengembangan Learning Management System (LMS) Edmodo Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Untuk SMA Negeri 7 Lhokseumawe. *Jurnal MathEducation Nusantara*, 5(1), 1-12.
- Fadlurrohman, H., Nor, A., Chitra, A., & Nevtianingsi, A. (2022). Penerapan Model Pbl, Pendekatan Rme Dan Media Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika IV (Sandika IV)*, 4(1), 265-373.
- Haryanti, H., Daud, F., & Danial, M. (2023). Pengembangan E-Learning Berbasis LMS Computational Thinking Platform Flipped Classroom di SMA Negeri 18 Luwu Utara. *UNM Journal of Biological Education*, 6(2). <https://doi.org/10.35580/ujbe.v6i2.45006>
- Hestari, S., Susantini, E., & Lisdiana, L. (2016). Validitas, Kepraktisan, dan Efektivitas Media Pembelajaran Papan Magnetik pada Materi Mutasi Gen. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 5(1), 7-13. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Irnowati. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Poster Berbasis Skema pada Materi Sistem Gerak Manusia dikelas XI MIA SMA Negeri 8 Jeneponto*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Kawuri, K. R., Budiharti, R., & Fauzi, A. (2019). Penerapan Computational Thinking untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIA 9 SMA Negeri 1 Surakarta pada Materi Usaha dan Energi 6. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 9(2), 116-121. <https://jurnal.uns.ac.id/jmpf/article/view/38623>
- Kuncahyono, & Kumalasan, M. P. (2020). Digital Skill Guru Melalui E -Modul Sebagai Inovasi Bahan ajar di Era Disrupsi 4.0. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 1(1), 5-12. <https://doi.org/10.37729/jpd>
- Lestari, S. P., Nufus, H., & Muhandaz, R. (2021). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis Masalah Kontekstual Pada Materi Himpunan untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal*

- Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 183-201.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.474>
- Listiana, Y., Aklimawati, Wulandari, Suandana, A., & Arindi, I. (2022). Development of GeoGebra Assisted Numerical Method Teaching Materials to Develop Numerical Literacy Skills. *Jurnal Serunai Matematika*, 14(2), 72-83.
- Maharani, S., Nusantara, T., Asari, A. R., Malang, U. N., & Timur, J. (2020). *Computational thinking pemecahan masalah di abad ke-21* (Issue January 2021).
- Marchelin, L. E., Hamidah, D., & Resti, N. C. (2022). Efektivitas Metode Scaffolding dalam Meningkatkan Computational Thinking Siswa SMP pada Materi Perbandingan. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika (JPPM)*, 4(1), 16-28.
- Mukharomah, E., Hidayat, S., Handaiyani, S., Kartika, A., Studi, P., Biologi, P., & Keguruan, F. (2021). *Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Kognitif Mahasiswa Pada Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan*. 6(1).
- Novianti, N., & Dewi, N. (2023). Upaya Meningkatkan Computational Thinking dalam Pembelajaran IPA melalui Penerapan Aplikasi Canva. *Report of Biological Education*, 4(1), 32-46.
- Nursyeli, F., & Puspitasari, N. (2021). Studi Etnomatematika pada Candi Cangkuang Leles Garut Jawa Barat. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1, 327-338.
- Pramana, M. W. A., Jampel, I. N., & Pudjawan, K. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Melalui E-Modul Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(2), 17.
<https://doi.org/10.23887/jeu.v8i2.28921>
- Pratiwi, G. L., & Akbar, B. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Computational Thinking Matematis Siswa Kelas IV SDN Kebon Bawang 03 Jakarta Gita. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 08(01), 375-385.
<https://journal.stkipsubang.ac.id/index.php/didaktik/article/view/302/253>
- Refmianti, W., Syamsurizal, Arsih, F., & Rahmatika, H. (2023). Validasi Pengembangan Modul Ajar Pola-pola Hereditas Berbasis Problem Based Learning. *Journal On Teacher Education (JOTE)*, 4(4), 242-250.
- Rosyid, A. (2019). Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Struktur Aljabar Ring Materi Ideal. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 3(1), 80.
<https://doi.org/10.33603/jnpm.v3i1.1660>
- Sartika, Indriani, D., & Limiansih, K. (2023). Implementasi Pendekatan Computational Thinking Pada Mata Pelajaran IPA Di Kelas III Sekolah Dasar. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(2), 2588-2601.
- Septia, Y. L., Nurcahyono, N. A., & Balkist, P. S. (2021). Pengembangan Media Baret Berbasis Android untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMK. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 35-47.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.986>
- Siahaan, T. M. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Pendekatan Realistic Mathematics Education. *MES: Journal of Mathematics Education and Science*, 5(2), 50-57.
- Yuntawati, Sanapiah, & Aziz, L. A. (2021). *Analisis Kemampuan Computational Thinking Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika*. 9(1), 34-42.