

Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Web dengan Pendekatan Computational Thinking pada Materi Momentum dan Impuls

Atina Rahmawati*, Ahmad Fauzi, Elvin Yusliana Ekawati

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami No. 36A, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

*Corresponding author: atinarhmwt@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel :

Diterima 15 Februari 2021

Disetujui 27 Agustus 2022

Diterbitkan 30 Oktober 2022

Kata Kunci:

computational thinking;
modul elektronik;
momentum dan impuls;
pengembangan;
web

Keyword:

computational thinking;
electronic module;
momentum and impulse;
development;
web

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: menjelaskan prosedur pengembangan, kelayakan, serta karakteristik modul elektronik berbasis web dengan pendekatan computational thinking pada materi momentum dan impuls kelas X SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah RnD (Research and Development) dengan model pengembangan Borg and Gall yang dimodifikasi hingga tahap ketujuh, yaitu revisi produk utama. Sumber data penelitian diperoleh dari dua ahli, tiga reviewer, tiga peer reviewer, dan 84 siswa. Data kualitatif diambil melalui wawancara dan angket terbuka kemudian dianalisis dengan model Miles and Huberman. Data kuantitatif diambil melalui angket tertutup kemudian dianalisis dengan analisis deskriptif. Kesimpulan dari penelitian ini: (1) prosedur pengembangan modul dilakukan dengan penelitian dan pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan awal produk, uji coba lapangan awal, revisi produk awal, uji coba lapangan utama, dan revisi produk uji coba lapangan utama; (2) kelayakan dari validasi ahli, penilaian reviewer dan peer reviewer, dan uji coba lapangan menunjukkan modul elektronik yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat baik; (3) karakteristik modul elektronik yang dikembangkan yaitu menggunakan alur pembelajaran computational thinking yang dilengkapi dengan ilustrasi gambar dan video, refleksi, virtual lab, serta latihan soal dengan umpan balik otomatis.

ABSTRACT

This study aims to: explain the development procedure, feasibility, and characteristics of a web-based electronic module with a computational thinking approach on momentum and impulse material for class X SMA. The research method used is RnD (Research and Development) with a modified Borg and Gall development model until the seventh stage, namely the revision of the main product. Sources of research data were obtained from two experts, three reviewers, three peer reviewers, and 84 students. Qualitative data were taken through interviews and open questionnaires and then analyzed using the Miles and Huberman model. Quantitative data was taken through a closed questionnaire and then analyzed by descriptive analysis. Conclusions from this study: (1) the module development procedure was carried out with research and information gathering, planning, initial product development, initial field trials, initial product revisions, main field trials, and main field trial product revisions; (2) the feasibility of expert validation, reviewer and peer reviewer assessment, and field trials show that the developed electronic module meets the criteria very well; (3) the characteristics of the electronic module developed are using computational thinking learning flow which is equipped with picture and video illustrations, reflections, virtual labs, and practice questions with automatic feedback.



© 2022 The Authors

This is an open access article under the CC BY license

PENDAHULUAN

Pelajaran fisika menjadi pelajaran yang dinilai sulit oleh sebagian siswa. Rata-rata siswa menganggap fisika sulit dan tidak berhubungan dengan kebutuhan di masa depan serta memiliki konsep dangkal (Sobel, 2009, h.347-348). Salah satu alasan fisika itu tidak disukai oleh siswa karena satu konsep dalam fisika memiliki berbagai persamaan matematika yang harus dipelajari (Ornek dkk, 2007: 170). Selain itu, banyak siswa yang menilai fisika tidak berhubungan dengan kebutuhan di masa depan dan mempertanyakan tujuan pembelajaran fisika.

Belajar fisika dapat meningkatkan kemampuan seseorang dalam memecahkan masalah. Menurut Lasry dkk (2009: 419) mempelajari fisika menjadi bekal bagi siswa berpikir dan berproses dalam menyelesaikan suatu masalah. Permasalahan di fisika merupakan permasalahan yang terjadi di alam semesta yang umumnya berfokus pada perilaku pemecahan masalahnya. Strategi penyelesaian masalah dalam fisika, diawali dengan memahami masalah, menentukan konsep, membuat rencana, menyelesaikan masalah, dan evaluasi (Ince, 2018: 197). Hal ini selaras dengan kebutuhan sumber daya manusia di era ini yaitu memerlukan kemampuan memecahkan masalah.

Revolusi industri keempat merupakan tahap dalam pengembangan pengetahuan yang memadukan fisik, digital, dan biologis (Schwab, 2016). Dalam pelaksanaan revolusi industri 4.0 diperlukan sinergi antara berbagai bidang, salah satunya dalam dunia pendidikan. Dunia pendidikan menengah sebagai sarana untuk mempersiapkan sumber daya manusia sebelum terjun ke dunia industri dapat dilakukan dengan menanamkan *soft skill* tingkat tinggi salah satunya kreativitas dalam pemecahan masalah (UNDP, 2018:55). Selain itu, digitalisasi menggunakan komputer perlu diterapkan dalam bidang pendidikan untuk menunjang revolusi industri 4.0. Kemampuan pemecahan masalah yang kompleks perlu dipersiapkan semenjak dini untuk menciptakan sumber daya manusia yang unggul dalam menghadapi revolusi industri 4.0 ini.

Penggunaan teknologi dalam dunia pendidikan tak lepas dari perkembangan teknologi dan informasi. Digitalisasi pada pendidikan selaras dengan perkembangan zaman untuk menunjang proses pembelajaran. Teknologi yang sering digunakan dalam pembelajaran di antaranya laptop serta *smartphone* yang terhubung dengan internet. Kedua *gadget* tersebut dapat digunakan menjelaskan materi yang sedang dipelajari siswa dan dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan pembelajaran. Guru pun dituntut memiliki kompetensi dalam mengaitkan

teknologi tersebut dalam proses pembelajaran atau *e-learning*.

Pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran akan mempengaruhi proses pembelajaran dan pengalaman belajar peserta didik. Pendekatan *computational thinking* menjadi pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan saat ini. *Computational thinking* merupakan proses berpikir komputasi untuk melatih otak terbiasa berpikir secara logis, terstruktur, dan kreatif (Wing, 2006:34). Pendekatan *computational thinking* dapat meningkatkan kemampuan memecahkan masalah (CSTA, 2011: 3). Oleh karena itu, penerapan pendekatan ini dalam proses pembelajaran akan sejalan dengan kebutuhan sumber daya manusia di era revolusi 4.0.

Beberapa e-modul berbasis web telah dikembangkan dalam pembelajaran. Penelitian oleh Wahyudi (2017: 197) mengenai *e-learning* dengan Schology, salah satu web untuk *e-learning*, menunjukkan bahwa *e-learning* tersebut efektif untuk digunakan dalam pembelajaran fisika. Penelitian oleh Sholihudin JH (2018: 60) mengenai pengembangan e-modul berbasis web menunjukkan bahwa e-modul dapat meningkatkan pencapaian kompetensi pengetahuan fisika SMA. Selain itu, penelitian oleh Suyoso & Nurrohman (2014: 81) menunjukkan bahwa menggunakan modul elektronik berbasis web dapat meningkatkan prestasi belajar.

Bahan ajar berbasis internet telah digunakan dalam pembelajaran namun belum lengkap pada semua materi. Fasilitas pendukung akses bahan ajar berbasis web pun telah ada, seperti laptop, *smartphone*, serta sinyal yang memadai. Bagi siswa perlu ada bahan ajar yang dapat diakses kapan pun dan dimana pun agar memudahkan dalam belajar. Baik siswa maupun guru menyampaikan bahwasanya penting mengasah siswa untuk berpikir kritis serta dapat mengkaitkan antara persamaan matematis dan dunia nyata yang merupakan konsep dari *computational thinking*. Hal ini menandakan bahwa guru dan siswa sepakat apabila konsep *computational thinking* diterapkan di pelajaran fisika dan tidak keberatan apabila menggunakan bahan ajar berupa modul elektronik berbasis web.

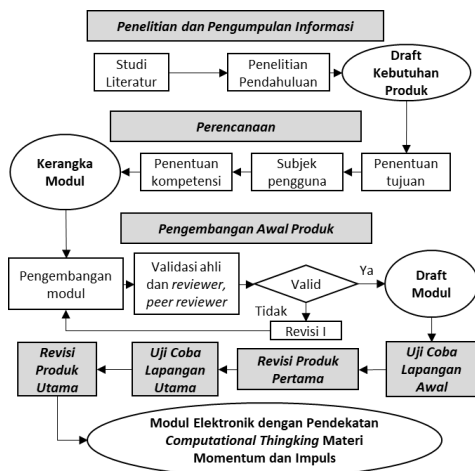
Momentum dan impuls merupakan salah satu materi yang dipelajari oleh peserta didik. Materi ini masuk ke dalam pelajaran mekanika yang sering ditemukan dalam peristiwa sehari-hari. Proses terjadinya momentum yang sangat singkat menyebabkan pengamatan tidak dapat dilakukan hanya dengan percobaan satu kali. Adanya simulasi menggunakan teknologi komputer yang diberi kode untuk otomatisasi memudahkan peserta didik dalam memahami impuls dan momentum. Permasalahan pada momentum dan impuls merupakan fenomena

yang memiliki kemiripan pola dalam menyelesaikannya. Agar tidak keliru dan terjebak dalam menyelesaikan permasalahan pada momentum dan impuls, perlu memahami pola, fungsi masing-masing bagian, memfokuskan pada informasi utama, dan mengabaikan hal-hal yang tidak diperlukan. Hal ini menjadi dasar perlunya penggunaan pendekatan *computational thinking* dalam membelajarkan momentum dan impuls. *Computational thinking* akan mendorong peserta didik menyelesaikan permasalahan secara kreatif sehingga dapat menyelesaikan masalah serupa dalam kondisi lainnya. Sub materi impuls dan momentum antara lain impuls dan momentum, hukum kekekalan momentum, dan tumbukan.

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, penulis memberikan alternatif pembuatan modul elektronik dengan pendekatan *computational thinking* yang dilengkapi dengan gambar, simulasi, audio, video, dan soal evaluasi menggunakan web pada materi momentum dan impuls dengan judul “Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Web dengan Pendekatan *Computational Thinking* pada Materi Momentum dan Impuls Kelas X SMA”.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Boyolali, SMA Batik 1 Surakarta, dan SMA Islam 1 Surakarta pada bulan Agustus 2020 hingga bulan Januari 2021. Penelitian ini merupakan penelitian R&D (*Research and Development*) yang mengacu pada model penelitian Borg and Gall dengan modifikasi. Tahapan penelitian ini terdiri dari penelitian dan pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan awal produk, uji coba lapangan awal, perevisian produk awal, uji coba lapangan utama, dan perevisian produk utama yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan Modul

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa informasi keadaan pembelajaran fisika, penggunaan modul pembelajaran, serta kebutuhan penggunaan modul yang diperoleh dari lima siswa dan satu guru fisika SMA Negeri 1 Boyolali; komentar dan saran terhadap modul yang diperoleh dari 30 siswa dan satu guru fisika SMA Negeri 1 Boyolali; dan komentar dan saran terhadap modul dari dua validator ahli dosen pembimbing skripsi, tiga *reviewer* guru fisika SMA Batik 1 Surakarta, SMA Negeri 1 Boyolali, dan SMA Islam 1 Surakarta, tiga *peer reviewer* mahasiswa atau alumni yang pernah mengembangkan modul, serta 32 siswa SMA Batik 1 Surakarta, 31 siswa SMA Negeri 1 Boyolali, dan 24 siswa SMA Islam 1 Surakarta. Data kuantitatif, berupa penilaian modul pembelajaran elektronik materi momentum dan impuls berbasis web dengan pendekatan *computational thinking* oleh ahli dua orang dosen pembimbing skripsi, tiga orang *reviewer* guru fisika SMA Batik 1 Surakarta, SMA Negeri 1 Boyolali, dan SMA Islam 1 Surakarta, serta tiga orang *peer reviewer* mahasiswa atau alumni yang pernah mengembangkan modul elektronik fisika.

Data kualitatif diperoleh melalui wawancara kepada guru fisika dan lima orang siswa pada tahap pengumpulan informasi menggunakan instrumen analisis kebutuhan guru dan instrumen analisis kebutuhan siswa dan angket terbuka kepada validator ahli, tiga orang *reviewer* guru, serta *peer reviewer* mahasiswa atau alumni yang pernah mengembangkan modul menggunakan instrumen validasi ahli serta 84 siswa menggunakan instrumen penilaian siswa. Data Kualitatif dianalisis dengan model Miles and Huberman. Data kuantitatif diperoleh melalui angket tertutup yang dilakukan terhadap 30 siswa menggunakan instrumen analisis kebutuhan siswa; dua validator ahli, tiga orang *reviewer* guru, serta *peer reviewer* mahasiswa atau alumni yang pernah mengembangkan modul menggunakan instrumen validasi ahli, serta 84 siswa menggunakan instrumen penilaian siswa. Data kuantitatif dianalisis dengan analisis deskriptif dengan kategori penilaian mengacu pada Azwar (2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Penelitian dan Pengumpulan Informasi Awal

Berdasarkan penelitian Sobel (2009), kebanyakan siswa menganggap pelajaran fisika sebagai pelajaran yang sulit dan tidak berhubungan dengan kebutuhan di masa depan serta memiliki

konsep yang dangkal. Selain itu, digitalisasi pembelajaran menggunakan komputer dan penanaman *softskill* kreativitas dalam pemecahan masalah dapat menunjang revolusi industri 4.0 di bidang pendidikan. Kreativitas dalam pemecahan masalah dapat terasah dengan lebih baik apabila pendekatan *computational thinking* diterapkan dalam pembelajaran fisika. Modul elektronik berbasis web dengan pendekatan *computational thinking* dapat menjadi panduan bagi siswa belajar secara mandiri dengan penggunaannya yang mudah, praktis, dan efisien dilengkapi visual, audio, video, dan simulasi. Selain itu, pendekatan *computational thinking* pada pembelajaran materi momentum dan impuls akan meningkatkan kreativitas pemecahan masalah.

Penelitian pendahuluan berupa wawancara dan dokumentasi kepada satu guru serta kepada lima siswa dan pemberian angket kepada 30 siswa SMA Negeri 1 Boyolali. Guru belum mengetahui mengenai konsep kemampuan *computational thinking*. Setelah dijelaskan secara singkat, guru sepakat *computational thinking* akan baik apabila diterapkan dalam pelajaran fisika. Menurut guru, siswa perlu diarahkan mampu memahami dan menghubungkan antar konsep dalam pelajaran dan penting dapat membangun interaksi matematis dengan dunia nyata agar mendorong siswa berpikir kritis. Bahan ajar yang digunakan guru telah tersedia baik cetak maupun elektronik akan tetapi belum di semua materi. Penggunaan laptop dapat mendampingi proses pembelajaran siswa, dengan keberadaan virtual lab yang baru mulai digunakan ketika pandemi berkaitan dengan mengubah variabel-variabel tertentu. Menurut guru, modul elektronik yang baik memiliki tampilan dan ilustrasi yang bagus dengan warna-warna yang menarik dan tersusun secara rapi dan mudah digunakan agar dapat dipahami siswa.

Semua siswa yang diwawancara setuju konsep *computational thinking* perlu diterapkan dalam pembelajaran fisika. Penggunaan e-learning cukup membuat tertarik siswa namun siswa lebih menyukai interaksi pembelajaran secara langsung. Modul yang baik menurut siswa yaitu terdapat penurunan persamaan, contoh soal yang bervariasi, bahasa yang digunakan mudah dimengerti, materi lengkap, serta terdapat ilustrasi dan video yang menarik.

Tabel 1. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa

Pernyataan	Hasil Angket
Kurikulum 2013 revisi diterapkan sebagai pembelajaran fisika	63,33% cukup setuju
Pembelajaran fisika yang diterapkan berpusat pada siswa	70% cukup setuju
Pembelajaran fisika yang diterapkan menekankan proses belajar siswa	53,33% sangat setuju
Pembelajaran fisika seharusnya mampu mengasah berpikir tingkat tinggi, yaitu tidak	60% sangat setuju

hanya mengingat saja, namun juga berpikir kreatif dan kritis	
Pembelajaran fisika seharusnya tidak hanya menghafalkan rumus	60% sangat setuju
Pembelajaran fisika seharusnya mampu menciptakan kemampuan menggabungkan antar konsep fisika	46,67% sangat setuju
Pembelajaran fisika seharusnya mampu menciptakan kemampuan memecahkan masalah kehidupan sehari-hari	56,67% sangat setuju
Pembelajaran fisika seharusnya mendorong dalam memahami kaitan persamaan matematis dengan dunia nyata	63,33% cukup setuju
Pembelajaran fisika seharusnya berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari dan masa mendatang	50% cukup setuju
Modul, buku ajar, atau media pembelajaran membantu kelancaran proses pembelajaran	53,33% cukup setuju
Siswa diperkenankan menggunakan <i>handphone</i> atau gadget dalam pembelajaran	53,33% sangat setuju
Perlunya modul yang mampu membelajarkan secara mandiri	53,33% sangat setuju
Perlunya modul pembelajaran yang terdiri dari materi yang utuh	50% cukup setuju
Perlunya modul pembelajaran yang tidak bergantung pada media lain	60% cukup setuju
Perlunya modul pembelajaran yang dapat memanfaatkan hp atau laptop	53,3% cukup setuju
Perlunya modul yang mudah dalam pemakaiannya	63,33% sangat setuju
Perlunya modul elektronik dalam pembelajaran yang interaktif	60% cukup setuju

Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan perencanaan mengenai format modul elektronik momentum dan impuls dengan pendekatan *computational thinking* sesuai dengan KI maupun KD berdasarkan kurikulum 2013. Perincian format modul sebagai berikut.

- Halaman awal terdiri dari halaman selamat datang, petunjuk penggunaan, tentang *computational thinking*, tentang EMCOT, dan tentang penulis
- Pendahuluan terdiri dari kompetensi inti, kompetensi dasar, peta konsep, dan peta kompetensi.
- Inti pembelajaran memuat pembelajaran meliputi prasyarat konsep, deskripsi permasalahan, penguraian masalah, percobaan, serta kesimpulan; materi; dan latihan soal
- Uji Kompetensi
- Glosarium
- Daftar Pustaka

Pengembangan Produk

Produk dikembangkan berdasarkan perencanaan. Pengembangan produk terdiri dari pengembangan konten modul, pembuatan ilustrasi modul, serta pengembangan modul elektronik di *website*.

Validasi dan Penilaian

Saran dan masukan dari validator ahli, reviewer, dan peer reviewer diperbaiki berdasarkan kebutuhan dan kemungkinan perbaikan.

• Validasi Ahli

Tabel 2. Validasi Ahli dari Berbagai Aspek

Aspek	Ahli		Rata-Rata	Kriteria
	1	2		
Kelayakan Materi	29	31	30	Sangat baik
Kelayakan Modul	31	31	31	Sangat baik
Bahasa	30	28	39	Sangat baik
Pengaplikasian Modul	22	23	22,5	Sangat baik
Computational Thinking	24	28	26	Sangat baik
Keseluruhan aspek	136	141	138,5	Sangat baik

• Penilaian Reviewer

Tabel 3. Penilaian Reviewer dari Berbagai Aspek

Aspek	Reviewer			Rata-Rata	Kriteria
	1	2	3		
Kelayakan Materi	31	32	31	30	Sangat baik
Kelayakan Modul	31	30	29	30	Sangat baik
Bahasa	30	32	28	30	Sangat baik
Pengaplikasian Modul	22	22	22	22	Sangat baik
Computational Thinking	23	23	28	25	Sangat baik
Keseluruhan aspek	137	139	138	138	Sangat baik

• Penilaian Peer Reviewer

Tabel 4. Penilaian Peer Reviewer dari Berbagai Aspek

Aspek	Peer Reviewer			Rata-Rata	Kriteria
	1	2	3		
Kelayakan Materi	31	31	31	31	Sangat baik
Kelayakan Modul	30	30	25	28	Sangat baik
Bahasa	31	32	27	30	Sangat baik
Pengaplikasian Modul	22	22	23	22	Sangat baik
Computational Thinking	27	26	28	27	Sangat baik
Keseluruhan aspek	141	141	134	139	Sangat baik

Uji Coba Lapangan Awal

Uji coba lapangan awal berupa angket terbuka dan angket tertutup kepada sembilan siswa kelas 11 SMA Batik 1 Surakarta. Saran dan masukan dari siswa menjadi bahan pertimbangan untuk tahap revisi produk awal. Berdasarkan uji coba lapangan awal dilakukan perbaikan pada beberapa tampilan yang belum beresolusi maksimal.

Tabel 5. Penilaian Uji Coba Lapangan Awal

Interval Skor	Kriteria	Frekuensi	Persentase
$72 < X$	Sangat Baik	6	66,67 %
$61 < X \leq 72$	Baik	3	33,33 %
$50 < X \leq 61$	Cukup	-	-
$39 < X \leq 50$	Kurang	-	-
$X \leq 39$	Sangat Kurang	-	-

Uji Coba Lapangan Utama

Uji coba lapangan utama berupa angket terbuka dan angket tertutup kepada 31 siswa kelas 11 SMA Negeri 1 Boyolali, 24 siswa kelas 11 dan kelas 12 SMA Islam 1 Surakarta, serta 32 siswa kelas 11 SMA Batik 1 Surakarta. Saran dan masukan dari

siswa menjadi bahan pertimbangan untuk tahap revisi produk utama. Berdasarkan uji coba lapangan utama dilakukan perbaikan pada tampilan pembahasan jawaban soal.

Tabel 6. Penilaian Uji Coba Lapangan Utama

Interval Skor	Kriteria	Frekuensi	Persentase
$72 < X$	Sangat Baik	70	80,46%
$61 < X \leq 72$	Baik	17	19,54%
$50 < X \leq 61$	Cukup	-	-
$39 < X \leq 50$	Kurang	-	-
$X \leq 39$	Sangat Kurang	-	-

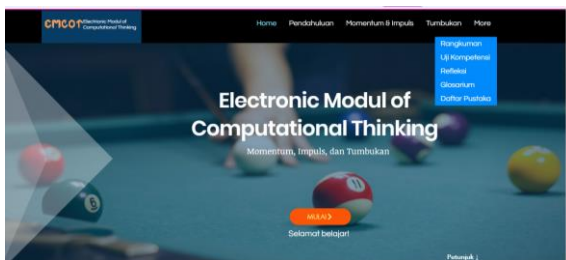
3.2. Pembahasan

Modul elektronik pembelajaran fisika yang dikembangkan yaitu modul elektronik berbasis web dengan pendekatan *computational thinking* yang disebut EMCOT (*Electronic Modul of Computational Thinking*) pada materi momentum dan impuls untuk siswa kelas X SMA. CT dikenalkan di Indonesia oleh Bebras Indonesia mulai tahun 2016 (Bebras). Keberadaan EMCOT melengkapi pengembangan produk CT di Indonesia. *Computational thinking* memberikan efek yang signifikan terhadap keterampilan pemecahan masalah analitis siswa (Dyne & Braun, 2014, h.137). EMCOT dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis dan memecahkan permasalahan yang ditunjukkan bahwa aspek *computational thinking* yang menunjukkan kriteria sangat baik. Berdasarkan penelitian Haines dkk (2019), guru sepakat aktivitas *computational thinking* perlu diintegrasikan pada pembelajaran sains namun masih membutuhkan lebih banyak contoh dan ide mengenai aktivitas tersebut. Ide-ide dalam mengembangkan CT dapat menggunakan *coding*, pemodelan, dan pengetahuan konten (Musaeus & Musaeus, 2019), simulasi (Orban & Teeling-Smith, 2020); maupun soal-soal permainan (Bebras, 2016). EMCOT menjadi ide baru dalam pengembangan produk CT. Modul *computational thinking* pernah dikembangkan oleh peneliti dari Malaysia (Mensan dkk, 2020) berupa modul *computational thinking* terintegrasi sains pada sekolah dasar. Modul tersebut memiliki validitas yang kuat serta dapat meningkatkan pengetahuan CT dan konten sains pada anak-anak SD. Adapun pengembangan modul fisika untuk siswa SMA belum pernah dikembangkan sehingga EMCOT mampu menjadi produk pengembangan CT yang baru.

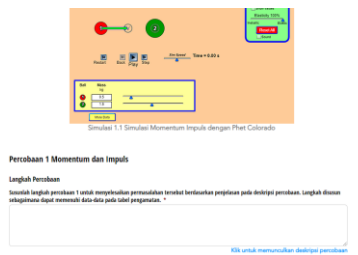
EMCOT terdiri dari sub bab momentum dan impuls serta tumbukan. Adapun alur pembelajaran EMCOT yang berupa prasyarat konsep sebelum memasuki materi terkait, kemudian ditayangkan suatu permasalahan untuk dipecahkan menjadi bagian yang lebih kecil (*decomposition*), kemudian detail permasalahan yang tidak perlu diabaikan (*abstraction*), lalu serangkaian langkah percobaan

disusun untuk memecahkan masalah tersebut (*algorithms*). Selanjutnya, dari percobaan tersebut dianalisis kesamaan pola dari pertanyaan-pertanyaan yang tersedia (*pattern*), dan penilaian akhir pembelajaran berupa kesimpulan (*evaluation*). Setelah pembelajaran terdapat materi, contoh soal, serta latihan soal beserta pembahasannya. Adapun di bagian akhir modul terdapat rangkuman materi momentum dan impuls, uji kompetensi yang dapat diselesaikan secara mandiri dan hasilnya dapat diketahui secara langsung beserta pembahasannya, serta refleksi yang berisi pertanyaan sebagai sarana evaluasi bagi siswa.

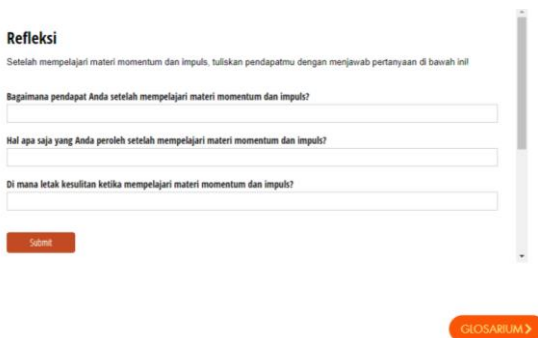
EMCOT dilengkapi gambar, video, tampilan otomatis, serta formulir yang memudahkan akses modul. Warna tema dari EMCOT dipilih berdasarkan palet warna agar memberikan tampilan yang nyaman bagi pengguna. Gambar-gambar yang terdapat pada EMCOT menggunakan rasio dan resolusi yang cukup sehingga tampak jelas dan nyaman dilihat. Video yang ditampilkan pada EMCOT sesuai dengan kebutuhan ilustrasi untuk memberikan penjelasan dalam bentuk video. Selain itu, tampilan otomatis dan formulir terdapat pada modul yang memudahkan pengguna belajar secara mandiri.



Gambar 2. Tampilan Halaman Awal dan Header



Gambar 3. Tampilan Percobaan



Gambar 4. Tampilan Refleksi

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan diperoleh hasil sebagai berikut: 1) Prosedur pengembangan modul diawali dengan penelitian dan pengumpulan informasi awal berupa analisis masalah dan analisis kebutuhan, perencanaan mengenai format modul, pengembangan awal produk yang berupa pengembangan produk dan validasi ahli serta penilaian *reviewer* dan *peer reviewer*, uji coba lapangan awal mengenai draft awal modul kepada sembilan siswa, revisi produk awal berdasarkan saran, masukan, dan komentar uji coba lapangan awal, uji coba lapangan utama mengenai draft modul dua kepada 87 siswa, serta revisi produk utama sebagai produk final modul. 2) Modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat baik dari berbagai aspek berdasarkan validasi ahli, penilaian *reviewer*, *peer reviewer*, uji coba lapangan awal, serta uji coba lapangan utama. 3) Karakteristik modul yaitu dapat diakses pada <https://atinarhmwt.wixsite.com/emcotmomentumimpuls/> yang terdiri dari sub bab mometum dan impuls serta tumbukan dengan alur pembelajaran yang mengacu pada pendekatan *computational thinking*, yaitu pemecahan masalah menjadi lebih kecil, mengidentifikasi hal-hal penting, menyusun rangkaian percobaan untuk memecahkan masalah, menganalisis kesamaan pola dari percobaan, serta penilaian akhir berupa kesimpulan. Modul ini berisi prasyarat konsep di awal, materi, contoh soal, latihan soal, uji kompetensi, serta refleksi. Modul juga dilengkapi dengan ilustrasi gambar dan video, refleksi, virtual lab, serta latihan soal dengan umpan balik otomatis.

Berdasarkan hasil penelitian peneliti menyarankan beberapa saran sebagai berikut: 1) Modul pembelajaran elektronik “EMCOT” dapat diuji efektivitasnya agar dapat digunakan pada proses pembelajaran. 2) Pengembangan modul elektronik dengan pendekatan *computational thinking* serupa dapat digunakan pada materi-materi lainnya karena kemampuan ini urgen untuk dikembangkan akan tetapi topik ini belum banyak dikembangkan.

Ucapan terima kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua beserta keluarga, Bapak Ahmad Fauzi, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing I, Ibu Elvin Yusliana Ekawati, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing II, Ibu Dr. Sri Budiawanti, S.Si, M.Si sebagai Kaprodi P. Fisika, dan teman-teman prodi pendidikan fisika yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Daftar Pustaka

- Bebras. Tanpa tahun. *Sejarah bebras indonesia*. <http://bebras.or.id/v3/sejarah-bebras-indonesia/>. Diakses 21 Januari 2021 Pukul 22.40 WIB.
- Borg, W.R., Gall, M.D. (1989). *Educational research: an introduction*. New York: Pitman Publishing Inc.
- CSTA. (2011). *Computational thinking teacher resources*. National Science Foundation.
- Dyne, MV., Braun, J. (2014). Effectiveness of a computational thinking (CS0) course on student analytical skills. *SIGCSE '14. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA*, 133-138.
- Haines, S., dkk. (2019). The effects of computational thinking professional development on STEM teachers' perceptions and pedagogical practices. *Athens Journal of Science*. 6(2): 97-122.
- Ince, Elif. (2018). An Overview of problem solving studies in physics education. *Journal of Education and Learning*. 7(4): 191-200.
- Lasry, N., dkk. (2009). Are most people too dumb for physics?. *Journal The Physics Teacher*. 47(10): 418-422.
- Mesan, Tracy., dkk. (2020). Development and validation of unplugged activity of computational thinking in science module to integrate computational thinking in primary science education. *Science Education International*. 31(2): 142-149.
- Ornek, F., dkk. (2007). What makes physics difficult?. *International Journal of Environment and Science Education*. 18(3): 165-172.
- Schwab, Klaus. (2016). *The fourth industrial revolution: what it means, how to respond*. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>. Diakses 13 Januari 2020 pukul 16.43 WIB.
- Solihudin JH, T. (2018). Pengembangan e-modul berbasis web untuk meningkatkan pencapaian kompetensi pengetahuan fisika pada materi listrik statis dan dinamis SMA. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*. 3(2): 51-61.
- Sobel, M. (2009). Physics for The non-scientist: a middle way. *Journal The Physics Teacher*. 47(6): 346-349.
- Suroyoso., Nurrohman, S. (2014). Pengembangan modul elektronik berbasis web sebagai media pembelajaran fisika. *Jurnal Kependidikan*. 44(1): 73-82.
- The United Nations Development Programme. (2018). *Development 4.0: opportunities and challenges for accelerating progress towards the sustainable development goals in asia and the pacific*. <https://www.undp.org/sustainable-development>. Diakses 13 Januari 2020 pukul 14.32 WIB.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Journal Cominication of ACM*. 49(3): 33-35.