

Pengembangan KIT Praktikum Termodinamika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) untuk Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Turi

Novi Nursari¹, Okimustava²

Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191

Email: novi1500007073@webmail.uad.ac.id

Abstrak. Siswa akan mudah memahami materi termodinamika jika menggunakan media pembelajaran, tidak hanya konsep-konsep teori saja yang dipelajari dan dipahami namun dipraktikkan, untuk mendukung praktik tersebut membutuhkan alat peraga berupa Komponen Instrumen Terpadu (KIT) praktikum sebagai sarana pendukung proses pembelajaran. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin canggih ini, KIT praktikum berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) belum begitu banyak digunakan. Sehingga dalam penelitian ini telah dikembangkan media pembelajaran berupa KIT praktikum termodinamika berbasis STEM untuk siswa kelas XI SMA Negeri 1 Turi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM dan mengetahui respon siswa terhadap KIT praktikum termodinamika berbasis STEM untuk siswa kelas XI SMA Negeri 1 Turi. Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE (*Analysis, Desain, Development, Implementation, Evaluation*). Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar validasi berupa kelayakan produk oleh ahli materi, ahli media dan guru fisika serta lembar respon siswa yaitu menggunakan skala *likert* yang dibuat dalam bentuk *checklist*. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA Negeri 1 Turi. Hasil penelitian berupa data kualitatif yang diubah menjadi data kuantitatif, kemudian dianalisis sesuai dengan pedoman kriteria penilaian untuk menentukan kualitas produk yang dikembangkan. Hasil penelitian kelayakan produk oleh ahli materi rata-rata sebesar 3,59 dengan kategori sangat layak; oleh ahli media rata-rata sebesar 3,83 dengan kategori sangat layak. Hasil penilaian guru fisika diperoleh rata-rata sebesar 3,82 dengan kategori sangat layak; dan hasil respon siswa diperoleh persentase rata-rata sebesar 88,75% termasuk dalam kategori sangat baik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh simpulan bahwa produk yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

Kata kunci: Pengembangan, KIT praktikum, termodinamika, STEM

I. Pendahuluan

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat di masa sekarang ini sangat nyata dampaknya. Dapat dilihat dari teknologi-teknologi canggih yang dapat membantu dalam berbagai aspek kehidupan. Di masa mendatang, Indonesia perlu meningkatkan kemampuan kompetitif agar bisa bersaing secara global, baik dalam penguasaan ilmu pengetahuan ataupun teknologi. Hal inilah menjadi alasan dibutuhkannya pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) yang mencakup sains, teknologi, rekayasa dan matematika. STEM merupakan disiplin ilmu yang berkaitan erat satu dengan yang lain. Sains memerlukan matematika sebagai alat dalam mengolah data, sedangkan teknologi dan teknik merupakan aplikasi dari sains.

Manfaat dari pembelajara STEM yaitu siswa mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik, dapat berpikir kritis, inovator, inventors, mandiri, pemikir logis, dan literasi teknologi [1]. Pembelajaran berbasis STEM dalam kelas didesain untuk memberi peluang bagi siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan akademik dalam dunia nyata. Seperti yang telah dikatakan bahwa sains merupakan salah satu dari empat elemen dalam STEM. Fisika adalah salah satu mata pelajaran sains yang ada di SMA.

Fisika merupakan salah satu ilmu pengetahuan dan teknologi yang memberikan pemahaman mengenai fenomena alam, kejadian-kejadian alam, serta interaksi dari benda-benda di alam tersebut. Fisika juga merupakan sekumpulan fakta, konsep, hukum/prinsip, persamaan dan teori yang harus dipelajari dan dipahami [2]. Dalam proses pembelajaran siswa memerlukan alat peraga sebagai sarana pendukung pembelajaran. Tidak hanya konsep-konsep

teori saja yang dipelajari dan dipahami namun dipraktikkan, untuk mendukung praktik tersebut membutuhkan alat peraga berupa Komponen Instrumen Terpadu (KIT) praktikum [3].

KIT praktikum merupakan alat praktikum yang didesain sederhana sehingga siswa dapat melakukan percobaan secara berkelompok di dalam kelas. KIT yang digunakan dalam pembelajaran diharapkan dapat membantu dalam proses pencapaian tujuan pembelajaran. KIT praktikum termodinamika yang dikembangkan dapat membantu siswa mencoba praktik secara langsung dalam materi termodinamika [4].

Berdasarkan latar belakang tersebut penekiti akan mengembangkan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) untuk siswa kelas XI di SMA Negeri I Turi.

II. Kajian Teori

A. Pengembangan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2002 pengembangan adalah kegiatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang bertujuan memanfaatkan kaidah dan teori ilmu pengetahuan yang telah terbukti kebenarannya untuk meningkatkan fungsi, manfaat dan aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada, atau menghasilkan teknologi baru.

B. Media Pembelajaran

Dalam proses belajar mengajar kehadiran media mempunyai arti yang cukup penting. Karena dalam kegiatan tersebut ketidakjelasan bahan yang digunakan dapat dibantu dengan menghadirkan media sebagai perantara. Dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan bahan pembelajaran, sehingga dapat merangsang perhatian pikiran, perasaan dan kemampuan siswa dalam kegiatan belajar mengajar untuk mencapai tujuan pembelajaran [5].

C. KIT Praktikum

Komponen Instrumen Terpadu (KIT) praktikum merupakan media yang diproduksi dan dikemas dalam bentuk box yang berisi peralatan praktikum tentang materi tertentu. Dengan menggunakan KIT praktikum peserta didik dapat mengaplikasikan teori yang diperoleh melalui bahan bacaan menjadi hal-hal nyata yang dapat dilihat langsung proses kerjanya. Peserta didik dapat terlibat langsung dalam melakukan perconbaan, sehingga termotivasi untuk belajar dalam memperoleh pengalaman sendiri dalam membangun pengetahuannya. Hal itu akan lebih membuat pembelajaran menjadi menyenangkan dan lebih berkesan karena peserta didik terlibat langsung dalam proses pembelajaran [6].

D. Materi Termodinamika

Termodinamika adalah cabang ilmu fisika yang membahas tentang perubahan energi lain dari satu bentuk

ke bentuk lain, terutama perubahan dari panas ke dalam energi lain. Termodinamika membahas proses di mana energi ditransfer sebagai kalor dan sebagai usaha. Kalor didefinisikan sebagai energi yang berpindah akibat perbedaan suhu antara sistem dan lingkungan, sedangkan usaha adalah perpindahan energi yang tidak disebabkan oleh perbedaan suhu [7].

I. Hukum pertama termodinamika

Hukum pertama termodinamika menyatakan bahwa “Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Energi hanya dapat berubah dari bentuk energi satu ke bentuk energi lainnya”. Untuk menaikkan suhu gas, sehingga mempunyai suhu tertentu, diperlukan sejumlah kalor (Q). Jika sejumlah kalor ditembakkan pada sistem, maka energi kalor akan digunakan untuk melakukan usaha. Jadi, jumlah kalor yang diterima sistem digunakan untuk menambah energi dalam sistem dan untuk melakukan usaha. Pemberian kalor pada sistem, akan menabahkan energi dalam sistem (U). Banyak kalor yang diperlukan untuk menaikkan energi dalam sebesar ΔU dan melakukan usaha sebesar W dapat dicari dengan persamaan [7]:

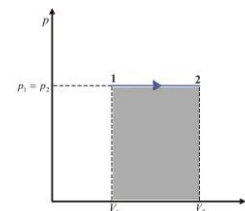
$$Q = \Delta U + W \quad (1)$$

Dengan Q adalah kalor total yang ditambahkan ke sistem, ΔU adalah perubahan energi dalam sistem dan W adalah usaha yang dilakukan sistem. Karena W pada persamaan adalah kerja yang dilakukan oleh sistem, maka jika dilakukan pada sistem, W akan negatif dan ΔU akan bertambah. Q positif jika kalor ditambahkan ke sistem, sehingga jika kalor meninggalkan sistem, Q negatif.

2. Proses-proses termodinamika

Ada beberapa proses yang berhubungan dengan usaha berkaitan dengan perubahan volume, suhu, tekanan dan energi dalam gas. Proses-proses tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Proses isobarik



Gambar I. Grafik hubungan antara tekanan dan volume pada proses isobarik

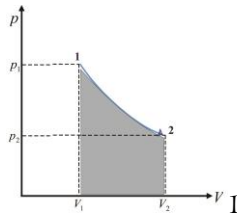
Proses isobarik merupakan proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap. Pada grafik $p - V$ proses isobarik dapat digambarkan seperti pada gambar I. Usaha yang dilakukan pada proses isobarik adalah luas daerah yang diarsir pada gambar I. Rumus usahanya adalah sebagai berikut:

$$W = p(\Delta V) = p(V_2 - V_1) \quad (2)$$

Dengan p adalah tekanan gas (N/m^2), ΔV adalah perubahan volume (m^3), V_1 adalah volume awal

proses dan V_2 adalah volume akhir proses (m^3).

b. Proses isothermal



Gambar 2. Grafik hubungan tekanan dan volume pada proses isothermal

Proses isothermal merupakan proses perubahan gas dengan suhu tetap, tekanan dan volumenya berubah. Usaha yang dilakukan sistem dinyatakan dari luas daerah di bawah kurva $p - V$ (daerah yang diarsir) pada gambar 2.

Persamaan usaha pada proses isothermal adalah sebagai berikut:

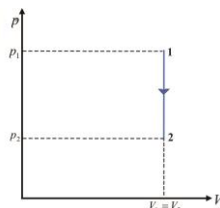
$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad (3)$$

dengan mensubstitusikan persamaan $p = \frac{nRT}{V}$, diperoleh persamaan berikut:

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \quad (4)$$

Dengan W adalah usaha pada gas (J), n adalah jumlah mol gas (mol), R adalah tetapan gas $8,314 \text{ J/mol K}$ dan T suhu mutlak (K).

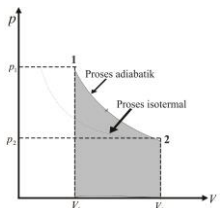
c. Proses isohorik



Gambar 3. Grafik hubungan tekanan dan volume pada proses isohorik

Proses isohorik adalah proses yang dialami oleh gas dimana gas tidak mengalami perubahan volume atau volume tetap. Grafik $p - V$ pada proses isohorik dinyatakan oleh gambar 3. Perubahan volume dalam proses isohorik (ΔV) adalah nol, maka usaha pada proses isohorik (W) = 0.

d. Proses adiabatik



Gambar 4. Grafik hubungan tekanan dan volume pada proses adiabatic

Proses adiabatik adalah proses dimana tidak ada panas yang keluar dari sistem atau masuk ke dalam sistem ($Q = 0$). Pada grafik $p - V$ usaha yang dilakukan adalah luas yang diarsir dapat dilihat pada gambar 4. Persamaan usaha pada proses adiabatic adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{1}{\gamma - 1} (p_1 V_1 - p_2 V_2) \quad (5)$$

Dengan γ adalah tetapan Laplace dengan nilai $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$,

C_p adalah kalor jenis pada tekanan konstan dan C_v adalah kalor jenis pada volume konstan.

Pada proses adiabatic, $Q = 0$ sehingga hukum pertama termodinamika memberikan

$$\Delta U = -W \quad (6)$$

3. Mesin kalor

Mesin kalor adalah suatu alat yang mengubah energi kalor menjadi usaha. Efisiensi mesin kalor dinyatakan sebagai perbandingan antara usaha yang dikeluarkan mesin dengan kalor yang diserap, yang dinyatakan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (7)$$

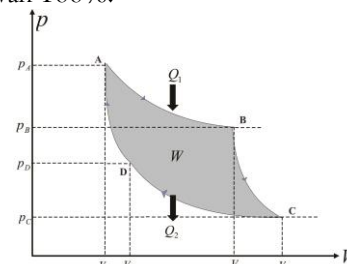
Denagn η adalah efisiensi mesin, Q_1 adalah jumlah kalor yang diserap (J) dan Q_2 adalah jumlah kalor yang dilepas (J).

Contoh mesin kalor adalah mesin kendaraan bermotor, turbin, mesin stirling dan sebagainya.

4. Mesin Carnot

Mesin Carnot dapat dibayangkan sebagai mesin yang terdiri dari sebuah silinder berisi gas ideal dan ditutup pengisap (piston) yang dapat bergerak bolak-balik didalam silinder tersebut.

Dalam persamaan didapatkan bahwa efisiensi mesin Carnot sama dengan 100% jika $T_1 = \infty$ atau $T_2 = 0$. Tetapi suhu nol dan tak terhingga tidak dapat dihasilkan. Jadi, efisiensi mesin Carnot tidak mungkin mencapai 100%. Karena mesin Carnot merupakan mesin yang paling efisien, maka efisiensi mesin-mesin kalor lainnya berada di bawah 100%.



Gambar 5. Grafik hubungan tekanan dan volume pada siklus Carnot

Pada siklus Carnot terdiri atas empat proses yaitu 2 proses adiabatik dan dua proses isothermal dapat dilihat

pada gambar 5. AB dan CD adalah proses isothermal, sedangkan BC dan DA adalah proses adiabatic. Pada proses AB proses menyerap kalor Q_1 dan saat proses CD melepas kalor sisa Q_2 . Selama siklus terjadi dapat menghasilkan usaha. Menurut grafik $p-V$ usaha pada siklus carnot adalah luasan yang diarsir dapat dilihat pada gambar 5. Untuk usaha pada mesin carnot rumus yang digunakan adalah:

$$W = Q_1 - Q_2 \quad (8)$$

Proses pada siklus carnot untuk suatu gas ideal dapat ditunjukkan bahwa:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (9)$$

Untuk mesin ideal atau mesin carnot efisiensi maksimumnya adalah sebagai berikut:

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) \times 100\% \quad (10)$$

Dengan η adalah efisiensi mesin (%), T_1 adalah suhu reservoir tinggi (kelvin) dan T_2 adalah suhu reservoir rendah (kelvin) [8].

5. Mesin stirling

Penemu dari mesin Stirling adalah Robert Stirling (1790-1878). Mesin Stirling didefinisikan sebagai mesin regenerasi udara panas siklus tertutup. Mesin Stirling juga dikenal sebagai mesin pembakaran luar. Mesin Stirling adalah sebuah mesin kalor atau panas pada siklus yang tertutup dirancang untuk dapat mengubah energi panas yang dihasilkan menjadi energi mekanik atau gerak [9].

Prinsip kerja mesin Stirling ini memanfaatkan sifat dasar udara yang akan memuai jika dipanaskan dan akan menyusut jika didinginkan. Dengan demikian akan terjadi siklus pemuain dan penyusutan sehingga sebuah mesin dapat berputar. Mesin Stirling memiliki dua piston, yaitu piston untuk ekspansi dan piston untuk kompresi. Piston displacer memindahkan gas antara dua sisi dan piston power mengubah volume internal karena ekspansi dan kontraksi gas. Piston Stirling terhubung satu sama lain oleh hubungan mekanis yang menentukan bagaimana mereka akan bergerak dalam hubungannya dengan satu sama lain.

Siklus mesin stirling ideal terdiri dari 4 proses yaitu yang dikombinasikan menjadi sebuah siklus tertutup, yaitu dua proses isothermal dan dua proses isokhirik.

E. STEM

STEM pertama kali digunakan oleh National Science Foundation (NSF) pada tahun 1990-an sebagai sebuah akronim dari science, technology, engineering and mathematics. Pengertian STEM berbeda-beda tergantung dari berbagai sudut pandang masing-masing pihak yang berkepentingan. Ryan dkk (2011: 5-9) menyatakan

STEM adalah meta-disiplin ditingkat sekolah dimana guru sains, teknologi, teknik, dan matematika mengajar pendekatan terpadu dan masing-masing materi disiplin tidak dibagi-bagi tetapi ditangani dan diperlukan sebagai satu kesatuan yang dinamis.

Empat disiplin ilmu STEM yang telah dijabarkan oleh Torlakson (2014) yaitu Sains merupakan ilmu tentang alam, yang mewakili hukum alam yang berhubungan dengan fisika, kimia, biologi dan pengobatan atau aplikasi dari fakta, prinsip, konsep dan konveksi terkait dengan disiplin ilmu tersebut. Teknologi merupakan ketrampilan atau sebuah system yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau dapat didefinisikan sebuah produk dari ilmu pengetahuan dan teknik. Teknik merupakan pengetahuan rekayasa dengan memanfaatkan konsep-konsep dari ilmu pengetahuan dan matematika serta alat-alat teknologi untuk memecahkan sebuah masalah. Dan matematika merupakan tahanan yang menghubungkan antara besaran, ruang, dan angka yang membutuhkan argumen logis.

Keempat bidang ilmu tersebut dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna apabila diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM secara langsung memberikan latihan kepada siswa untuk dapat mengintegrasikan masing-masing aspek sekaligus.

III. Metode Penelitian

A. Model Pengembangan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan adalah suatu metode penelitian untuk menghasilkan produk tertentu yang menguji keefektifan produk tersebut [10].

B. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini didesain menggunakan model pengembangan ADDIE. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan menggunakan model ADDIE, yang merupakan perpanjangan dari *Analysis* (analisis), *Design* (perencanaan), *Development* (produksi), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi).

Tahap analisis adalah tahap pengumpulan informasi menganalisis permasalahan dan kebutuhan guru di sekolah dalam menyampikan materi konsep hukum termodinamika. Pada tahap ini dilakukan kegiatan analisis kebutuhan dan analisis materi pelajaran. Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan observasi di sekolah SMA negeri I Turi yaitu wawancara singkat dengan guru fisika kelas XI. Selanjutnya tahap analisis materi pelajaran yaitu materi yang digunakan pada penelitian ini adalah materi termodinamika yang terdiri dari hukum pertama termodinamika, prose termodinamika, mesin kalor dan mesin carnot. Kurikulum yang digunakan di SMA Negeri I Turi adalah kurikulum 2013.

Tahap desain yaitu tahap perencanaan KIT praktikum

termodinamika berbasis STEM dengan mempertimbangkan hasil analisis. Kemudian membuat rancangan KIT praktikum berupa mesin stirling sebagai alat peraga dan buku panduan guru.

Tahap pengembangan adalah tahap menyusun KIT praktikum dan buku panduan sesuai dengan desain yang telah diperoleh. Uji kelayakan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM dan buku panduan guru diperoleh dengan cara memberikan angket kepada ahli materi dan ahli media yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan. Kemudian dilakukan revisi produk.

Tahap implementasi yaitu setelah melalui tahap pengembangan dan tahap revisi oleh ahli materi dan ahli media selanjutnya produk di implementasikan kepada 1 guru fisika dan siswa kelas XI. Setelah menggunakan siswa diminta mengisi angket respon siswa.

Tahap evaluasi dilakukan evaluasi terhadap produk yang dikembangkan untuk mengetahui kelayakan dan respon siswa. Selanjutnya dilakukan revisi dan produk yang dihasilkan berupa KIT praktikum berbasis STEM untuk siswa kelas XI.

C. Uji Coba Produk

1. Subjek penelitian

Subjek uji coba pada penelitian ini adalah siswa kelas XI sebanyak 15 orang di SMA Negeri 1 Turi yang dipilih secara acak.

2. Jenis data

Jenis data penelitian ini adalah data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa skor angket hasil penelitian KIT praktikum dan buku panduan oleh ahli materi, ahli media, guru fisika dan siswa. Sedangkan data kualitatif adalah saran atau masukan yang diberikan validator terhadap produk yang dikembangkan.

3. Instrumen pengumpulan data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan instrumen yaitu lembar observasi dan angket. Observasi ini adalah teknik yang digunakan untuk mengamati kegiatan pembelajaran di kelas XI SMA Negeri 1 Turi kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui respon siswa.

Angket berisi pertanyaan terkait dengan kelayakan penggunaan media pembelajaran yang dikembangkan. Instrumen angket terkait dengan uji validasi ditujukan kepada dosen ahli sesuai dengan bidangnya, guru fisika dan siswa kelas XI. Angket ini berbentuk skala likert dengan 4 kategori penilaian, yaitu: sangat baik (skor 4), baik (skor 3), cukup baik (skor 2) dan kurang baik (skor 1).

4. Teknik analisis data

a. Kelayakan KIT praktikum

Untuk menghitung rata-rata skor yang diperoleh dari lembar penilaian KIT praktikum termodinamika berbasis STEM oleh ahli materi, ahli media, guru fisika kelas XI dengan menggunakan rumus sebagai berikut [11]:

$$x = \frac{\sum x}{N} \quad (11)$$

Dengan \bar{x} adalah rata-rata, $\sum x$ adalah jumlah seluruh skor dan N adalah banyaknya subjek.

Untuk menentukan validasi produk menggunakan kriteria yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Kriteria nilai rerata skor (Zikrullah dkk, 2016)

Interval (P)	Kriteria Tingkat Kelayakan
> 3,25 – ≤ 4,00	Sangat layak
> 2,50 – ≤ 3,25	Layak
> 1,75 – ≤ 2,50	Kurang layak
1,00 – ≤ 1,75	Tidak layak

Berdasarkan kategori dan penilaian di atas, dapat diketahui kelayakan pengembangan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM dapat dikatakan layak apabila semua hasil penelitian masuk dalam kriteria "Layak".

b. Respon siswa

Untuk menghitung skor total dari semua peserta didik, untuk kemudian nilai yang diperoleh dipersentasekan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad (12)$$

Dengan NP adalah nilai yang dicari (%), R adalah jumlah skor penilaian dan SM adalah jumlah skor maksimal.

Nilai yang diperoleh kemudian dipersentasekan dengan menggunakan tabel sebagai berikut.

Tabel 2. Persentase nilai untuk respon siswa

Persentase Skor (%)	Kriteria Tingkat Kelayakan
75 < – ≤ 100	Sangat baik
50 < – ≤ 75	Baik
25 < – ≤ 50	Kurang baik
0 < – ≤ 25	Tidak baik

Berdasarkan kategori dan penilaian di atas, dapat diketahui kelayakan pengembangan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM dapat dikatakan layak apabila semua hasil penelitian masuk dalam kriteria "Baik".

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini telah menghasilkan produk berupa KIT praktikum termodinamika berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), pengembangan KIT praktikum termodinamika terdiri dari media KIT praktikum termodinamika yang dilengkapi dengan buku panduan guru. Penelitian pengembangan KIT praktikum ini untuk membantu guru dalam proses pembelajaran serta mempermudah dalam menyampaikan materi pelajaran di dalam kelas. Dengan adanya KIT praktikum ini dapat membantu siswa dalam memahami mata pelajaran fisika yaitu materi hukum pertama termodinamika, proses-proses termodinamika,

mesin kalor dan efisiensi mesin carnot serta mengetahui tingkat kelayakan KIT praktikum termodinamika ini.

Adapun tahap pengembangan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM adalah sebagai berikut:

A. Tahap pembuat KIT praktikum termodinamika

Pada tahap ini, semua komponen yang mendukung pembuatan KIT praktikum termodinamika telah siap dikembangkan. Tahap ini dimuali dari pengumpulan alat dan bahan yang sesuai dengan KIT praktikum yang telah didesain. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat mesin stirling merupakan barang bekas yang dapat di daur ulang. Hal tersebut dipilih karena material aman apabila digunakan oleh siswa SMA. Selanjutnya pembuatan desain mesin stirling mulai dari warna yang digunakan pada silinder piston regenerator adalah warna hitam karena warna tersebut lebih cepat menyerap panas. Pada saat melakukan pengambilan data percobaan menggunakan termometer laser karena lebih efektif dalam menentukan suhu pada silinder. Desain KIT praktikum termodinamika ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Desain KIT praktikum termodinamika

B. Tahap pembuatan kotak KIT

Tahap pembuatan kotak KIT praktikum termodinamika menggunakan akrilik setebal 3 mm dengan panjang 48 cm lebar 24 cm dan tinggi 7 cm. Pemilihan bahan tersebut dikarenakan agar kotak dapat bertahan lama dibandingkan jika dengan kayu. Adapun kelebihan bahan tersebut yaitu ringan untuk dibawa saat pembelajaran. Kotak KIT praktikum bagian depan sisi atas di beri pengait gembok agar lebih aman saat dibawa. Agar lebih menarik saat disajikan, bagian atas kotak KIT diberi cover dan bagian dalam kotak di beri daftar dan tata letak komponen yang ada dalam kotak KIT agar memudahkan saat menyusun alat setelah digunakan sesuai dengan tempatnya.

Isi kontak KIT praktikum antara lain a) silinder piston regenerator dan silinder piston power b) piston regenerator dan piston power c) poros engkol d) penyangga poros engkol e) penghubung piston power f) roda g) tungku pembekaran h) korek api i) minyak goreng j) termometer laser k) *stopwatch*.

Setelah desain mesin stirling selesai dibuat, kemudain alat dan bahan tersebut dimasukkan sesuai tempatnya ke dalam spons yang berada dalam kotak KIT. Desain kotak KIT praktikum termodinamika ditunjukkan pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Desain kotak KIT tampak luar



Gambar 8. Isi kotak KIT

C. Tahap pembuatan buku panduan guru

Setelah membuat KIT praktikum termodinamika, selanjutnya membuat buku panduan guru yang terdiri dari: judul, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar lampiran, petunjuk umum pembelajaran KIT praktikum termodinamika berbasis STEM untuk siswa kelas XI SMA, bagian I materi termodinamika, Bagian II Panduan penggunaan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM untuk siswa SMA kelas XI, daftar pustaka, LKPD, lembar pengamatan siswa, kunci jawaban pertanyaan dan contoh analisis data. Buku panduan guru dapat dilihat pada lampiran 9.

Buku panduan ini dibuat sebagai pedoman guru saat pembelajaran menggunakan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM. Buku panduan guru dicetak dengan menggunakan kertas berukuran A5. Desain buku panduan guru ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Desain buku panduan

Produk yang telah didesain kemudian dilakukan pengujian produk untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dikembangkan. Tahap selanjutnya adalah uji validasi yang dilakukan oleh 2 dosen ahli media untuk menilai desain KIT dan buku panduan, 2 dosen ahli materi menilai kelayakan isi buku panduan guru, dan satu guru fisika.

I. Ahli materi

Diperoleh berdasarkan penilaian skor terhadap buku panduan penggunaan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM. Pengujian dilakukan berdasarkan empat aspek yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa dan aspek STEM. Pengujian dilakukan kepada dua responden yaitu dosen pendidikan fisika. Berdasarkan hasil analisis angket validasi ahli materi

dihasilkan presentase rata-rata sebesar 3,59 termasuk dalam kategori sangat layak karena berada dalam rentang skor >3,25-4,00.

2. Ahli media

Diperoleh berdasarkan penilaian skor terhadap KIT praktikum termodinamika berbasis STEM dan buku panduan guru. Pengujian dilakukan berdasarkan 4 aspek yaitu buku panduan KIT termodinamika, desain KIT termodinamika, kotak penyimpanan KIT dan fungsi KIT termodinamika. Pengujian dilakukan kepada dua responden yaitu dosen pendidikan fisika. Berdasarkan hasil analisis angket validator ahli media dihasilkan presentase rata-rata sebesar 3,83 termasuk dalam kategori sangat layak karena berada dalam rentang skor >3,25-4,00.

3. Guru fisika

Pengujian dilakukan berdasarkan 5 aspek yaitu aspek ketertarikan, komponen KIT praktikum, kelayakan isi pada buku panduan, kelayakan bahasa pada buku panduan dan aspek STEM. Pengujian dilakukan kepada satu responden yaitu guru fisika SMA Negeri I Turi. Berdasarkan hasil analisis angket guru fisika menghasilkan nilai rata-rata sebesar 3,82 termasuk dalam kategori sangat layak karena berada dalam rentang skor >3,25-4,00.

4. Respon siswa

Angket respon siswa berisi pernyataan-pernyataan yang berhubungan dengan intruksional. Berdasarkan hasil analisis angket respon siswa menghasilkan nilai persentase rata-rata sebesar 88,75% dan termasuk dalam kategori sangat baik karena berada dalam interval nilai 80%-100%.

KIT praktikum termodinamika berbasis STEM sudah melalui beberapa tahap uji kelayakan dengan hasil yang memiliki kategori sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran termodinamika. Proses uji kelayakan mendapatkan hasil kualitatif berupa masukan atau saran yang digunakan sebagai perbaikan oleh penulis dalam memperbaiki atau menambahkan beberapa hal dalam KIT praktikum termodinamika berbasis STEM dan buku panduan guru.

KIT praktikum termodinamika berbasis STEM ini dapat digunakan untuk siswa kelas XI sebagai media pembelajaran materi termodinamika sehingga dapat menjadi variasi media pembelajaran baru agar tidak monoton. Penyajian KIT praktikum termodinamika ini yang di desain sederhana sehingga siswa dapat melakukan percobaan secara berkelompok di dalam kelas. Dengan menggunakan KIT praktikum termodinamika berbasis STEM diharapkan siswa dapat secara aktif untuk menemukan sendiri fakta atau konsep dari materi termodinamika. KIT praktikum termodinamika adalah berupa mesin stirling, berikut penjelasan pembelajaran STEM pada mesin stirling:

Tabel 3. Pembelajaran STEM pada mesin stirling

Empat Disiplin Ilmu STEM	Keterangan
<i>Science</i>	Sains merupakan ilmu pengetahuan, dalam pembelajaran KIT praktikum termodinamika berbasis STEM yaitu berupa mesin stirling sainsnya adalah ilmu fisika berupa materi termodinamika. Pada materi termodinamika mesin stirling ini dapat menjelaskan hukum pertama termodinamika yaitu perubahan energi panas menjadi energi gerak atau mekanik. Mesin stirling ini hanya aplikasi dari hukum pertama termodinamika. Selanjutnya mesin stirling ini adalah contoh dari mesin kalor. Dan dari mesin stirling tersebut dapat di cari efisiensi mesin dengan menggunakan persamaan efisiensi mesin carnot.
<i>Technology</i>	Teknologi dari mesin stirling ini adalah berupa pemanfaatan dari barang-barang bekas yang dapat di daur ulang sehingga menghasilkan suatu prodak. Pada saat pembelajaran siswa diminta mencari tutorial pembuatan mesin stirling di internet dengan menggunakan smartphome.
<i>Engineering</i>	Teknik pada mesin stirling ini adalah saat siswa telah menemukan informasi bagaimana pembuatan mesin stirling tersebut selanjutnya siswa dapat membuat mesin stirling dengan bahan-bahan yang sudah disediakan.
<i>Mathematic</i>	Setelah selesai membuat mesin stirling dan mesin dapat berputar selanjutnya siswa di beri LKPD untuk melakukan percobaan dengan menggunakan mesin stirling tersebut dan selanjutnya di analisis secara matematika dengan menggunakan rumus yang sudah di tentukan. Pada analisis percobaan ini yang di cari adalah nilai kecepatan sudut pada roda dan efisiensi mesin stirling.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa KIT praktikum termodinamika berbasis STEM layak digunakan sebagai media pembelajaran di kelas berdasarkan validasi para ahli dengan tingkat kelayakan sebesar 3,59 oleh ahli materi termasuk dalam kategori sangat layak, penilaian ahli media sebesar 3,83 yang termasuk dalam kategori sangat layak, penilaian guru fisika sebesar 3,82 yang termasuk dalam kategori sangat layak. Dan respon siswa terhadap KIT praktikum termodinamika berbasis STEM yang dikembangkan diperoleh presentase sebesar 88,75% yang termasuk dalam kategori sangat baik, sehingga KIT praktikum termodinamika berbasis STEM yang dikembangkan dapat diterima oleh siswa dan dapat dijadikan media pembelajaran.

VI. Saran

Dari hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran dari peneliti yaitu KIT praktikum termodinamika dapat juga digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa dan minat belajar siswa, penelitian tentang KIT praktikum termodinamika berbasis STEM ini dapat diujicobakan pada uji coba luas, KIT praktikum termodinamika dapat dikembangkan dalam bentuk dan ukuran lain yang berbeda yaitu lebih besar atau dengan tipe jenis mesin stirling yang lain dan perlunya pengembangan media pembelajaran fisika yang berbeda sehingga menambah variasi media pembelajaran di sekolah.

VII. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT; Eko Nursulistiyono, M.Pd. selaku ketua program studi pendidikan fisika; Okimustava, M.Pd.Si. selaku dosen pembimbing; kedua orang tua yang telah mendoakan dan memotivasi penulis; dan kepada sahabat-sahabat yang telah memberikan dukungan.

VIII. Daftar Pustaka

- [1] A. Y. Sema, T. Umit and B. Erdogan, "Proje Tabanlı Öğretim Yönteminin Öğrencilerin Elektrik Konusu Akademik Başarılarına, Fiziğe Karşı Tutumları na ve Bilimsel İşlem Becerilerine Etkisinin İncelenmesi," *International Online Journal of Educational Sciences*, pp. 81-105, 2009.
- [2] Jumiati, Y. Febriani and R. G. Hatika, "Pembuatan Alat Praktikum Termoskop Guna Menjelaskan Radiasi Kalor Berbasis Teknologi murah dan Sederhana," *Journal Mahasiswa Prodi Fisika*, pp. 1-11, 2016.
- [3] A. Nugroho and Suiyanah, "Pengembangan KIT Praktikum Pegas Berbasis Pembelajaran Guided Inquiry pada Materi Elastisitas Sebagai Media Pembelajaran Siswa SMA," *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, vol. 7, no. 2, pp. 353-360, 2018.
- [4] R. Juwita, "Pengembangan KIT Elektrokimia Kelas XII SMA," *Jurnal Pelangi*, vol. V, no. 2, pp. 1-12, 2016.
- [5] A. Zain and B. S. Djamarah, *Strategi Belajar Mengajar*, Jakarta: Rineka Cipta Jakarta, 2013.
- [6] M. S. Novembli, "Layanan Proses Pembelajaran Pada Anak Berkesulitan Belajar," *Jurnal Penelitian Pendidikan Khusus*, vol. I, no. 4, pp. 1-14, 2015.
- [7] M. Abdullah, *Fisika Dasar*, Bandung: ITB, 2106.
- [8] A. Hakim, Liliyasi and A. Setiawan, "Desain Multimedia Interaktif untuk Pembelajaran Termodinamika," *Pros. Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, vol. I, no. 2, pp. 6-12, 2016.
- [9] M. Kanginan, *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*, Jakarta: Erlangga, 2016.
- [10] R. Maulidah and A. Purqon, "KIT Sederhana Mesin Stirling untuk Materi Termodinamika di SMA Serta Evaluasi Pembelajarannya," *Prosiding SKF 2015*, vol. I, no. 3, pp. 1-12, 2015.
- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: Alfabeta, 2015.
- [12] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian*, 2013: Rineka Cipta, Jakarta.
- [13] B. Ryan, B. Joshua, R. Kristin and M. Chris, "Understanding STEM: Current Perception," *Technologu and Engineering Teacher*, vol. II, no. 5, pp. 5-9, 2011.
- [14] T. Torlakson, *Innovate*, California: California Dedicated to Education Foundation, 2014.
- [15] M. Zikrullah, Wildan and Y. Andayani, "Pengembangan Lembar Kegiatan siswa (LKS) Model Learning Cycle 5E," *JPPIPA*, vol. V, no. 6, pp. 12-22, 2016.