

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR KIMIA DASAR BERBASIS STEM *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI TERMODINAMIKA

Suci Indah Sari^{1*} Tatang Suhery² Effendi³

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA
FKIP Universitas Sriwijaya

Abstract

This research is development research to produce Basic Chemical teaching materials of Thermodynamics based STEM Problem Based Learning which is valid and practical for chemistry education students. The development model used is the ADDIE development model that was modified with Tessmer formative evaluation. The steps to develop the product were used analysis, design, and development. The steps of Tessmer's formative evaluation in this research are self evaluation, expert review, one-to-one and small group. Based on the expert validation result, the value of worthy for validation material of 0,83 with high category, the validation pedagogic of 0,92 with high category, and validation design of 0,87 with high category. Based on the practicality test result on one-to-one is 88,83% with very practical category and a small group is 90,68% with very practical category. The results of the evaluation indicate that Basic Chemical teaching materials of Thermodynamics based STEM Problem Based Learning has valid and practical.

Keyword: *Development Research, STEM Problem Based Learning, Thermodynamics.*

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan untuk menghasilkan Bahan Ajar Kimia Dasar materi Termodinamika berbasis STEM *Problem Based Learning* yang valid dan praktis untuk mahasiswa pendidikan kimia. Model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE yang dimodifikasi dengan evaluasi formatif Tessmer. Langkah-langkah pengembangan produk yang digunakan meliputi analisis (*analysis*), perancangan (*design*) dan pengembangan (*development*). Evaluasi formatif Tessmer yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari tahap *self evaluation*, *expert review*, *one to one* dan *small group*. Berdasarkan hasil penilaian kelayakan yang telah dilaksanakan pada tahap *expert review* untuk validasi materi sebesar 0,83 dengan kategori tinggi, validasi pedagogik sebesar 0,92 dengan kategori tinggi dan validasi desain sebesar 0,87 dengan kategori tinggi. Berdasarkan hasil uji kepraktisan yang telah dilaksanakan pada tahap *one to one* sebesar 88,83% dengan kategori sangat praktis dan pada tahap *small group* sebesar 90,68% dengan kategori sangat praktis. Dari hasil evaluasi tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar kimia dasar pada materi Termodinamika berbasis STEM *Problem Based Learning* telah memenuhi kriteria valid dan praktis..

Kata kunci: *Penelitian Pengembangan, STEM Problem Based Learning, Termodinamika.*

Di era globalisasi ini, persaingan yang terjadi antar bangsa sudah semakin tinggi sehingga diperlukan sumber daya manusia yang berkualitas. Era globalisasi tidak lepas dari yang namanya sains dan teknologi, di mana perkembangan sains dan teknologi pun semakin pesat. Untuk itu, pada bidang pendidikan khususnya perlu dibenahi dengan serius agar menghasilkan mutu pendidikan yang layak dan terjamin. Pendidikan adalah bagian penting untuk membentuk kepribadian. Pendidikan tidak selalu berasal dari pendidikan formal seperti sekolah atau perguruan tinggi. Pendidikan informal dan non formal juga memiliki peran yang sama untuk membentuk kepribadian seseorang. Pendidikan adalah suatu upaya yang terencana dalam proses

pembimbingan dan pembelajaran bagi setiap individu agar berkembang dan tumbuh menjadi manusia yang mandiri, bertanggung jawab, kreatif, berilmu, sehat, dan berakhlak mulia, baik dilihat dari aspek jasmani maupun rohani (Inanna, 2018).

Namun dunia pendidikan di Indonesia saat ini sudah tertinggal dari negara-negara lainnya. Hal-hal yang menjadi penyebab utamanya yaitu efektifitas, efesiensi dan standarisasi pendidikan yang kurang dioptimalkan. Sistem pendidikan juga memiliki kendala-kendala yang berkaitan dengan mutu pendidikan. Beberapa kendala itu seperti pemerataan guru yang masih kurang disetiap sekolah, fasilitas yang masih kurang memadai atau keterbatasan fasilitas di sekolah-sekolah khususnya sekolah di pelosok, tingginya biaya pendidikan, serta kualitas guru dalam mengajar yang masih kurang efektif dan tidak kreatif terutama dalam menggunakan perangkat-perangkat pembelajaran, sehingga pencapaian prestasi siswa yang rendah. Untuk itu, diperlukannya sebuah pembenahan agar dapat menghasilkan generasi bangsa yang berkompeten dalam berbagai bidang.

Lain hal dunia pendidikan di tingkat Perguruan Tinggi. Kondisi pembelajaran di Perguruan Tinggi masih cukup beragam. Proses pembelajaran antara dosen dengan mahasiswa salah satunya berbentuk penyampaian searah. Pada proses pembelajaran, ada sebagian mahasiswa yang kesusahan untuk dapat mengerti materi yang diajarkan. Karena alasan inilah yang membuat mereka mencatat hal-hal yang diragukan kebenarannya. Kebiasaan seperti ini harus ditinggalkan karena membuat sebagian dari mereka tidak aktif dalam pembelajaran. Berdasarkan asas pengembangan pendidikan yang salah satunya adalah belajar sepanjang hayat. Di mana konsep dari belajar sepanjang hayat ini penting sebagai kunci abad ke-21. Supaya mereka mampu menghadapi berbagai tantangan dari cepatnya perubahan-perubahan di dunia. Belajar sepanjang hayat akan memperkuat pilar "*learning to live together*" melalui pengembangan pemahaman terhadap orang lain dan sejarahnya, juga tradisi dan nilai-nilai spiritual (Sailah dkk., 2014: 9).

Berdasarkan angket pra penelitian Pendidikan Kimia kelas Palembang FKIP Universitas Sriwijaya, kendala yang masih dihadapi yaitu menurut 70% mahasiswa mengatakan bahwa buku teks kimia dasar terjemahan sulit untuk dipahami dan dipelajari. Terkadang buku terjemahan memiliki arti yang berbeda dari buku aslinya, apalagi untuk istilah dalam kimia yang digunakan. Mahasiswa juga tidak semuanya memiliki buku teks kimia terjemahan, beberapa dari mereka hanya mengandalkan penjelasan dari Dosen dan *powerpoint* yang ditayangkan. Karena keterbatasan inilah yang menyebabkan mahasiswa kurang termotivasi untuk belajar secara mandiri. Dosen pengampu mata kuliah Kimia Dasar pun mengemukakan bahwa kurangnya atau keterbatasan dari bahan ajar yang dimiliki oleh mahasiswa membuat hasil belajar menjadi rendah. Selain itu ada beberapa dari materi kimia dasar yang kurang

mereka pahami, salah satunya adalah pada materi termodinamika. Pada materi termodinamika mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dari hukum termodinamika juga penempatan rumus yang terkadang masih menjadi kendala. Untuk itu ada 91% mahasiswa Pendidikan Kimia kelas Palembang yang setuju menggunakan bahan ajar lain sebagai sarana yang dapat digunakan untuk membantu proses pemahaman materi khususnya pada mata kuliah Kimia Dasar.

Model pembelajaran *Problem Based Learning* atau yang disingkat PBL adalah salah satu model pembelajaran yang bertujuan untuk memacu kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah. Kemajuan perkembangan IPTEK masa kini tidak hanya menerapkan suatu model pembelajaran saja. Namun juga dengan pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan kondisi tempat proses pembelajaran berlangsung, misalnya seperti merekayasa produk yang menghasilkan solusi terhadap pemecahan masalah yang sedang diteliti. Hal ini membuat peneliti menggabungkan suatu model pembelajaran dengan pendekatan yang bisa diterapkan di kehidupan sehari-hari.

Menurut Amelia (2019) pendekatan STEM adalah pendekatan yang sesuai dengan hal di atas. Ostler (2012) mengemukakan bahwa STEM bukanlah konsep baru, terlepas dari retorika yang kuat dari mereka yang mengklaim sebaliknya. Dari beberapa hasil analisis artikel penelitian mengemukakan bahwa implementasi STEM di dalam suatu pembelajaran sangat terkenal, karena pada bidang pembelajaran sains dibutuhkan agar dapat mengasah kemampuan kognitif, manipulatif, memanfaatkan suatu teknologi, mendesain juga mengaplikasikan pengetahuan (Capraro, *et al.*, 2013) dalam (Ariani dkk., 2019).

Model pembelajaran PBL berbasis STEM, dimulai dari dosen yang memberikan materi, lalu diberikan suatu situasi sehari-hari dan mahasiswa akan membentuk sebuah kelompok untuk mencari solusi pemecahan masalah tersebut. Dari literatur atau sumber bacaan yang mendukung akan dibuat suatu rekayasa yang menghasilkan sebuah solusi dari pemecahan masalah itu. Di mana salah satu bahan ajar yang akan digunakan pada proses pembelajaran yaitu berupa materi ajar pada materi Kimia Dasar Termodinamika. Untuk itu dilakukannya pengembangan bahan ajar berbasis STEM *Problem Based Learning* pada materi Termodinamika yang telah memenuhi kriteria valid dan praktis yang dapat digunakan untuk pembelajaran bagi mahasiswa.

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai pengembangan modul berbasis STEM-PBL pada materi laju reaksi yang dilakukan oleh Desy Rachmawati terbukti valid dan praktis. Pengembangan modul STEM-PBL pada materi hidrolisis garam yang dilakukan oleh Meta Tanjung juga terbukti valid, praktis dan efektif. Sehingga keduanya dapat digunakan dalam pembelajaran bagi mahasiswa pada mata kuliah Kimia Dasar.

Berdasarkan penjabaran di atas, maka diperlukan penelitian yang menghasilkan sebuah

produk yang memenuhi kriteria valid dan praktis yang berjudul “**Pengembangan Bahan Ajar Kimia Dasar Berbasis STEM *Problem Based Learning* Pada Materi Termodinamika untuk Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia**”. Dimana peneliti berharap dengan adanya bahan ajar lain ini bisa mempermudah mahasiswa untuk mengerti materi pada mata kuliah pembelajaran Kimia Dasar, khususnya pada materi Termodinamika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang menggunakan model penelitian pengembangan ADDIE. Model pengembangan ini akan dimodifikasi dengan evaluasi formatif Tessmer. Namun pada penelitian kali ini, peneliti hanya melakukan sampai pada tahap pengembangan saja dan pada evaluasi formatif Tessmer dilakukan sampai pada tahap *small group*. Penelitian ini memiliki tujuan menghasilkan bahan ajar Kimia Dasar pada materi Termodinamika berbasis STEM *Problem Based Learning* yang valid dan praktis.

Penelitian dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Kimia kelas Palembang Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya pada bulan januari sampai maret 2020.

Mahasiswa yang mengambil mata kuliah Kimia Dasar di prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya adalah subjek dalam penelitian. Sedangkan untuk objek penelitiannya yaitu bahan ajar berbasis STEM *Problem Based Learning* pada materi Termodinamika. Penelitian ini pun melibatkan beberapa uji ahli/validator yang terdiri dari 2 orang disetiap ahlinya, yaitu 2 ahli materi, 2 ahli pedagogik dan 2 ahli desain.

Teknik Pengumpulan Data

Berikut teknik pengumpulan data yang dilakukan sebelum penelitian dilakukan dan saat penelitian berlangsung:

Wawancara

Wawancara dilaksanakan secara lisan dengan cara tatap muka secara individu. Wawancara dilakukan di Program Studi Pendidikan Kimia kelas Palembang FKIP Universitas Sriwijaya di mana penelitian dilakukan. Sebelum melakukan wawancara, peneliti menyiapkan beberapa pertanyaan yang akan ditanyakan. Peneliti kemudian memberikan pertanyaan-pertanyaan yang telah disiapkan kepada dosen pengampu mata kuliah Kimia Dasar.

Pembagian Angket

Angket dibagikan pada saat pra penelitian dan pada saat tahap *development*. Untuk mendapatkan penilaian atau komentar dari mahasiswa, peneliti terlebih dahulu mempersiapkan lembar pra penelitian yang akan diisi oleh mahasiswa. Data yang didapatkan berupa angket pra

penelitian dijadikan sebagai data awal penelitian. Pada tahap *development*, lembar kevalidan yang telah dipersiapkan diberikan kepada uji pakar pada tahap *expert review* sedangkan untuk mahasiswa dibagikan lembar kepraktisan pada tahap *one-to-one* dan *small group*.

Walkthrough

Pada tahap ini akan dilakukan dengan mengajukan pertanyaan terbimbing terkait produk kepada mahasiswa pada tahap *one to one* dan *small group*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kepraktisan dari produk yang telah dikembangkan. Setiap lembaran dari produk berupa bahan ajar akan ditanyakan kepada mahasiswa guna memenuhi kriteria praktis.

Teknik Analisa Data

Analisa data dilakukan pada data-data yang diperoleh selama penelitian berlangsung, yaitu pada uji ahli, *one to one* dan *small group*. Perhitungan untuk data yang diperoleh pada tahap uji ahli, tahap *one to one* dan *small group* dihitung menggunakan rumus Aiken.

Analisis Uji Ahli dan Angket Kepraktisan

Bahan ajar yang telah dikembangkan diuji kevalidan dan kepraktisannya dengan memberikan instrumen penilaian. Lembar penilaian yang diberikan kepada para ahli/validator dan kepada mahasiswa menggunakan skala *likert* pola empat, yaitu jika keempat deskriptor muncul pada bahan ajar diberi nilai 4, jika tiga deskriptor muncul pada bahan ajar diberi nilai 3, jika dua deskriptor muncul pada bahan ajar diberi nilai 2, dan jika hanya satu deskriptor muncul pada bahan ajar maka diberi nilai 1.

Kemudian pada tahap ini data dari lembar instrumen kevalidan yang berupa komentar/saran pada tahap validasi dianalisis secara deskriptif. Hasil dari observasi yang dilakukan dijadikan bahan untuk merevisi produk. Lembar angket digunakan untuk mengukur kevalidan dari produk yang dianalisis dengan menggunakan rumus yang diusulkan oleh Aiken (1985), dihitung menggunakan rumus:

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]}$$

Keterangan: $s = r - lo$

lo = Angka penilaian terendah

c = Angka penilaian tertinggi

r = Angka yang diberikan oleh penilai

Dari hasil kevalidan diinterpretasikan berdasarkan kategori yang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. *Kategori Koefisien Aiken*

Skor	Kategori
0,80 – 1,00	Tinggi
0,40 – 0,80	Sedang
0,00 – 0,40	Rendah

(Aiken, 1985)

Sedangkan untuk menghitung data angket kepraktisan pada tahap *one to one* dan *small group* menggunakan pengukuran rata-rata biasa seperti berikut ini:

$$P = \frac{X}{Y} \times 100\%$$

Keterangan: P = Nilai praktikalitas bahan ajar

X = Skor yang diperoleh dari hasil praktikalitas

Y = Skor maksimum dari hasil praktikalitas

Dari hasil kepraktisan diinterpretasikan berdasarkan kategori yang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. *Kategori Praktikalitas*

Interval (100%)	Kategori
0 – 20	Tidak praktis
21 – 40	Kurang praktis
41 – 60	Cukup praktis
61 – 80	Praktis
81 – 100	Sangat praktis

(Riduan, 2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan adalah penelitian pengembangan dengan mengembangkan sebuah produk berupa bahan ajar kimia dasar materi Termodinamika berbasis STEM *Problem Based Learning*. Penelitian melalui beberapa tahapan yang bertujuan untuk mendapatkan produk berupa bahan ajar yang valid dan praktis. Tahapan penelitian yang digunakan meliputi tahap analisis (*analysis*), tahap perancangan (*design*) dan tahap pengembangan (*development*). Pada tahap evaluasi produk yang telah dikembangkan, digunakan evaluasi formatif Tessmer yang meliputi tahap *expert review*, tahap *one-to-one* dan tahap *small group*.

Pada tahap pertama yaitu tahap analisis (*analysis*) dilakukan wawancara dengan dosen pengampuh mata kuliah kimia dasar. Berdasarkan wawancara tersebut diketahui *bahwa*

keterbatasan bahan ajar yang dimiliki oleh mahasiswa membuat hasil belajar menjadi rendah. Tidak semua mahasiswa memiliki buku teks kimia terjemahan, beberapa dari mereka hanya mengandalkan penjelasan dari Dosen, karena keterbatasan inilah yang menyebabkan mahasiswa kurang termotivasi untuk belajar secara mandiri. Berdasarkan data yang diperoleh dari angket pra penelitian bahwa sebanyak 52% mahasiswa menggunakan buku teks kimia dasar dalam kegiatan pembelajaran, namun 70% mahasiswa menyatakan bahwa buku teks kimia dasar yang digunakan merupakan buku teks terjemahan yang sulit untuk dimengerti. Terkadang buku terjemahan memiliki arti yang berbeda dari buku aslinya, apalagi untuk istilah dalam kimia yang digunakan. Selain itu, bahan ajar yang digunakan belum menampilkan permasalahan yang relevan terkait kehidupan sehari-hari sehingga mereka sulit menemukan solusi dalam pembelajaran kimia. Mahasiswa pendidikan kimia mengatakan bahwa sebanyak 30% pembelajaran pernah menggunakan bahan ajar lainnya. Ada beberapa dari materi kimia dasar yang kurang mereka pahami yaitu, sekitar 96% mahasiswa menyatakan bahwa materi Termodinamika adalah salah satu materi pada mata kuliah kimia dasar yang sulit untuk dimengerti. Pada materi termodinamika mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dari hukum termodinamika juga penempatan rumus yang terkadang masih menjadi kendala. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan oleh peneliti dan juga dosen pembimbing, peneliti telah merumuskan delapan indikator pembelajaran dengan delapan tujuan pembelajarannya juga. Dimana indikator pembelajaran yang telah ditentukan diharapkan mampu dicapai oleh mahasiswa dalam proses pembelajaran di perkuliahan. Adapun indikator pembelajaran materi termodinamika yaitu: 1) mendeskripsikan terminologi konsep termodinamika, 2) menjelaskan hukum pertama termodinamika dalam reaksi kimia juga mengaitkannya di dalam kehidupan sehari-hari, 3) menghitung perubahan energi, 4) menjelaskan hukum kedua termodinamika dan penerapannya di kehidupan sehari-hari, 5) menghitung perubahan entropi, 6) menghitung energi bebas, 7) menjelaskan hukum ketiga termodinamika, dan 8) merancang produk rekayasa yang berkaitan dengan termodinamika. Keuntungan dari pembelajaran menggunakan bahan ajar yaitu dapat meningkatkan keefektifitas pembelajaran bagi peserta didik. Menurut Kusumam (2016) manfaat dari bahan ajar bagi peserta didik yaitu menciptakan pembelajaran yang menarik, tumbuhnya motivasi, meminimalkan ketergantungan pada pengajar dan memudahkan mempelajari setiap indikator yang terdapat di dalam perangkat pembelajaran.

Tahap kedua yaitu tahap perancangan (*design*) dimana produk dikembangkan berdasarkan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah, Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah, Indikator Pembelajaran dan langkah-langkah STEM *Problem Based Learning*. Menurut Abbott (2016) ada beberapa langkah dari STEM *Problem Based Learning*, yaitu dimulai dari skenario

Problem Based Learning, memperkenalkan siswa pada tugas, papan belajar, meneliti masalah, melibatkan siswa dalam EDP dan pendekatan interdisipliner dengan penulis. Setelah bahan ajar di desain dilakukan tahap *self evaluation* yang dilakukan oleh diri sendiri dan dosen pembimbing. Di dalam produk peneliti membagi materi ke dalam dua kegiatan belajar sebelum dibagi lagi menjadi beberapa subbab dimasing-masing kegiatan. Pada kegiatan belajar 1, peneliti memasukkan 2 subbab dimana di tiap subbab nya ada pembagian materi lagi. Seperti pembahasan perkenalan tentang termodinamika, dimateri tersebut peneliti juga menjelaskan tentang sistem dan lingkungan, contoh- contoh sistem, contoh alat rumah tangga yang berkaitan dengan hukum termodinamika, juga kerja dan kalor. Kemudian yang kedua ada peneliti membahas mengenai hukum pertama termodinamika, dimana peneliti juga memasukkan pembahasan mengenai energi dalam. Adapun sumber bacaan atau sumber rujukan yang didapat dari kegiatan belajar 1 salah satunya yaitu berasal dari buku kimia terjemahan berjudul “Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti” ditulis oleh Raymond Chang. Pada kegiatan belajar 2, peneliti pun memasukkan 2 subbab yang terbagi lagi menjadi beberapa bagian. Bagian pertama membahas tentang hukum kedua termodinamika yang mencakup entropi dan energi bebas. Di dalam hukum kedua termodinamika terdapat dua proses yang juga peneliti bahas. Salah satu sumber rujukan yang diambil berasal dari “Kimia Dasar: Prinsip dan Terapan Modern” ditulis oleh Sudarlin. Selain itu peneliti juga membahas contoh penerapannya yaitu siklus carnot. Sumber rujukan dari pembahasan ini berasal dari buku “Kalor dan Termodinamika” oleh Zemansky. Kemudian yang kedua membahas mengenai hukum ketiga termodinamika. Peneliti tidak terlalu membahas mengenai materi ini, hanya beberapa bagian terpentingnya saja. Salah satu buku sumber rujukan materi ini berjudul “Kimia Dasar I” oleh Syukri. Dari keseluruhan materi juga diambil dari buku “General Chemistry: Principles, Patterns, and Application” oleh Averil dan Erledge.

Setelah peneliti membuat draft produk, peneliti menyerahkan hasilnya kepada dosen pembimbing, guna menerima komentar dan saran agar menghasilkan produk yang lebih baik lagi, dosen pembimbing 1 menyarankan dalam bahan ajar sebaiknya berisikan masalah-masalah yang sering dijumpai di kehidupan sehari-hari. Pembimbing 1 menyarankan agar peneliti mengganti masalah yang dihadirkan untuk menghasilkan produk STEM *Problem Based Learning*, yaitu pembuatan kulkas sederhana dengan pembuatan termos secara sederhana. Pembimbing 1 juga menyarankan untuk menambahkan lampiran dari produk STEM *Problem Based Learning*. Kemudian dibagian evaluasi akhir, peneliti hanya menghadirkan soal-soal berupa hitungan belum berdasarkan STEM, sehingga pembimbing 1 meminta peneliti untuk merevisi soal-soal tersebut. Untuk dosen pembimbing 2 menyarankan materi dalam bahan ajar ditambahkan lagi. Karena dibagian materi hukum kedua termodinamika belum terlalu jelas,

seperti penambahan penjelasan dari siklus carnot. Revisi yang dilakukan pada tahap *self evaluation* menghasilkan produk berupa *specific prototype* yang diujicobakan pada *expert reviews* dan pada tahap *one to one*.

Tahap ketiga yaitu tahap pengembangan (*development*) dimana produk akan diujicobakan. Tahap ini terdiri dari *expert review* untuk menghasilkan produk yang valid, *one to one* untuk menghasilkan produk yang praktis, dan *small group* untuk menghasilkan produk yang juga praktis. Pada tahap *expert review* dilaksanakan oleh enam ahli atau validator, yang masing-masing terdiri dari 2 orang disetiap ahlinya. Pada tahap ini teknik yang dilakukan dengan cara *walkthrough*.

Ahli pada aspek materi memberikan penilaian terhadap tiga indikator dengan 12 deskriptor. Validator JM memberikan saran untuk mengganti kata “benda” dengan kata “zat/materi”, kemudian mengganti penulisan “ ΔU ” menjadi “ ΔE ”, dan memperbaiki lagi penulisan rumus yang kurang tepat. Validator JM juga memberikan saran untuk menyesuaikan rumus yang dipakai digambar dengan penjelasan diparagrafnya, mengurutkan materi pada kegiatan belajar 2 sesuai dengan saran dari validator yaitu dimulai dari proses spontan & proses tidak spontan, entropi, energi bebas, dan terakhir penerapannya berupa siklus carnot. Menambahkan bunyi hukum pertama termodinamika, bunyi hukum kedua termodinamika dan bunyi hukum ketiga termodinamika pada bahan ajar. Menghapus kata “sih” pada soal diskusi karena kurang tepat, kemudian validator JM juga menyarankan menambahkan tabel ΔS° spontan yang dipakai pada soal, mengganti artikel pada lembar kerja mahasiswa dengan artikel yang sesuai dengan materi Termodinamika, dan merevisi lagi soal evaluasi akhir yang sesuai dengan STEM. Selanjutnya validator KAW memberikan saran untuk menyesuaikan latihan soal dengan tujuan dari pembelajaran. Validator KAW juga menyarankan penulis untuk membuat perkiraan jawaban disetiap latihan soal, tugas diskusi, evaluasi akhir hingga lembar kerja mahasiswa. Setelah merevisi produk sesuai saran dan komentar yang diberikan, validator akan memberikan penilaian dengan mengisi angket dari peneliti. Indikator pertama yaitu kesesuaian materi dengan kompetensi yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 4. Indikator kedua yaitu keakuratan materi kimia yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 3. Indikator ketiga yaitu keakuratan soal dalam modul yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana validator JM memberikan skor 3 sedangkan validator KAW memberikan skor 4 karena belum terlalu memunculkan kreativitas dari mahasiswa. Masing-masing dari validator memberikan rata-rata berupa, validator JM sebesar 0,77 dan validator KAW sebesar 0,88. Sehingga skor rata-rata yang diperoleh pada validasi materi adalah 0,83 dimana berdasarkan koefisien Aiken termasuk ke dalam validitas tinggi. Aspek materi pada produk berupa bahan ajar berbasis STEM *Problem Based Learning* ini dinyatakan valid.

Ahli pedagogik memberikan penilaian terhadap tujuh indikator dengan 28 deskriptor. Validator ARI memberikan saran untuk menggunakan bahasa yang komunikatif dalam bahan ajar sehingga memudahkan mahasiswa dalam memahaminya, dan menyesuaikan huruf kapital yang digunakan sesuai kaidah yang benar. Selanjutnya validator H memberikan saran untuk mengubah soal yang ada pada evaluasi akhir, karena soal yang tertera belum sesuai dengan STEM dan masih ada soal yang bersifat hitung-hitungan saja. Setelah memperbaiki produk berdasarkan saran dan komentator dari validator, validator akan memberikan penilaian terkait produk dengan mengisi angket yang telah peneliti bagikan. Indikator pertama yaitu komponen kompetensi pada bahan ajar yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 4. Indikator kedua yaitu pendukung panyajian yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 4. Indikator ketiga yaitu kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 4. Indikator keempat yaitu penggunaan bahasa yang komunikatif terdiri dari 4 deskriptor, dimana validator H memberikan skor 4 sedangkan validator ARI memberikan skor 3 karena masih ada bahasa yang sulit untuk dipahami. Indikator kelima yaitu menumbuhkan rasa ingin tahu yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 3. Indikator keenam dan ketujuh yaitu pembelajaran sesuai dengan STEM-PBL yang terdiri dari masing-masing 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 4. Skor rata-rata masing-masing dari ahli pedagogik yaitu sebesar 0,90 dari validator ARI dan 0,95 dari validator H. Sehingga skor rata-rata yang diperoleh pada validasi pedagogik adalah 0,92 dimana berdasarkan koefisien Aiken tergolong dalam validitas tinggi. Aspek pedagogik produk berupa bahan ajar berbasis STEM *Problem Based Learning* ini dinyatakan valid.

Ahli desain memberikan penilaian terhadap empat indikator dengan 16 deskriptor. Validator MS memberikan saran untuk menyesuaikan font huruf dan ukuran pada halaman sampul dengan pedoman penulisan bahan ajar yang benar, juga mengganti gambar yang sesuai dengan topik penelitian. Selain itu validator MS juga menyarankan untuk mengganti kotak dengan garis putus- putus menjadi garis lurus biasa saja, konsisten terhadap font huruf yang digunakan disetiap halamannya, menggunakan satu warna jangan terlalu banyak warna didalam bahan ajar, memberi jarak sekitar 1 space antara nama gambar dengan sumber gambar, mengganti gambar yang kurang jelas dengan gambar yang lebih jelas dan meratakan shapes yang tidak rata dengan batas kertas menjadi rata. Validator MS juga menyarankan untuk mengganti tulisan berwarna merah dengan warna hitam saja. Selanjutnya validator MEH memberi saran untuk merevisi lagi halaman sampul agar lebih menarik karena pemilihan font huruf dan gambar yang terkesan monoton. Validator MEH juga menyarankan untuk menambahkan kata pendahuluan sebelum deskripsi bahan ajar, menambahkan deskripsi hingga

petunjuk penggunaan bahan ajar di dalam daftar isi, mengubah halaman menjadi romawi dari kata pengantar hingga ke petunjuk penggunaan bahan ajar, menggunakan satu warna saja pada tulisan yaitu warna hitam dan jika ingin mempertegas suatu kalimat sebaiknya ditebalkan saja. Selain itu validator MEH juga menyarankan untuk mengubah pemilihan warna shapes yang digunakan menjadi lebih terang dan memperkirakan lagi lembar jawaban yang disediakan pada LKM, apakah sudah cukup atau belum untuk ditulis oleh mahasiswa. Setelah memperbaiki produk sesuai saran dan komentator dari validator, peneliti memberikan angket kepada validator untuk melihat sejauh mana produk yang telah dikembangkan. Indikator pertama yaitu daya tarik sampul yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana validator MS memberikan skor 4 sedangkan validator MEH hanya memberikan skor 2, hal ini dipicu karena menurut validator MEH halaman sampul yang direvisi masih kurang menarik. Indikator kedua yaitu kesesuaian huruf yang digunakan terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 4. Indikator ketiga yaitu keseimbangan komposisi pada modul yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana validator MH memberikan skor 4 sedangkan validator MEH memberikan skor 3 karena komposisi tata letak judul belum menarik. Indikator keempat yaitu penyajian gambar yang terdiri dari 4 deskriptor, dimana kedua validator memberikan skor 4. Skor pada uji validasi desain ini masing-masing adalah sebesar 1 dari validator MS dan sebesar 0,75 dari validator MEH. Didapatkan skor rata-rata pada validasi desain adalah 0,87 dimana berdasarkan koefisien Aiken tergolong dalam validitas tinggi. Aspek desain produk berupa bahan ajar berbasis *STEM Problem Based Learning* ini dinyatakan valid.

Tabel 3. Hasil Skor Uji Tiap Validasi

Bidang Ahli	Validator	Nilai Rata-rata	Skor Rata-rata	Kategori
Ahli Materi	JM	0,77	0,83	Tinggi
	KAW	0,88		
Ahli Pedagogik	ARI	0,90	0,92	Tinggi
	H	0,95		
Ahli Desain	MS	1	0,87	Tinggi
	MEH	0,75		
Skor Rata-rata			0,87	Tinggi

Pada tahap *one to one* dilakukan untuk menguji kepraktisan bahan ajar yang dilakukan oleh tiga mahasiswa, dipilih berdasarkan kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Mahasiswa memberikan penilaian terhadap 6 indikator dengan 24 deskriptor. Pada tahap ini teknik yang dilakukan dengan cara *walkthrough*. Mahasiswa RMD memberikan saran untuk mencetak

bahan ajar dengan printer yang baik agar hasil yang dicetak tidak buram dan tidak pecah-pecah. Selain itu mahasiswa RMD juga menyarankan untuk memperbesar ukuran tulisan “STEM *Problem Based Learning*” pada halaman sampul. Selanjutnya mahasiswa ANA memberi saran untuk mengubah warna tulisan pada halaman sampul agar tidak mencolok diwarnai hitam saja, berikan variasi warna yang berbeda. Mahasiswa KA memberikan saran kepada penulis untuk membuat halaman sampul lebih menarik dan tidak monoton. Setelah itu mahasiswa diminta untuk mengisi lembar kepraktisan yang memiliki 6 indikator. Skor rata-rata yang diperoleh pada uji kepraktisan ini adalah 88,83% dengan kategori sangat praktis. Aspek kepraktisan produk berupa bahan ajar berbasis STEM *Problem Based Learning* dapat dinyatakan praktis.

Tabel 4. Hasil Skor Uji Kepraktisan One to One

Indikator	P	Kategori
Halaman sampul.	83,3 %	Sangat praktis
Kejelasan tabel/ilustrasi/gambar.	83,3 %	Sangat praktis
Bahasa dan kalimat.	91,6 %	Sangat praktis
Kejelasan tulisan.	91,6 %	Sangat praktis
Komposisi warna.	91,6 %	Sangat praktis
Konten/isi bahan ajar.	91,6 %	Sangat praktis
Rata-rata	88,83 %	Sangat praktis

Pada tahap *small group* dilaksanakan untuk menguji kepraktisan bahan ajar yang dilakukan oleh 9 mahasiswa. Dimana mahasiswa dikelompokkan menjadi 3 kelompok yang dipilih

berdasarkan kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Mahasiswa memberikan penilaian terhadap 6 indikator dengan 24 deskriptor. Pada tahap ini teknik yang dilakukan dengan cara *walkthrough*. Mahasiswa SNA mengatakan bahwa bahan ajar sudah menarik, tulisan pada bahan ajar serta gambarnya terlihat jelas. Mahasiswa DFW mengatakan bahwa bahan ajar yang dikembangkan sudah cukup bagus dan menarik, serta perpaduan warnanya sudah sesuai dengan tema yang diambil. Mahasiswa DAT mengatakan bahwa bahan ajar menggunakan warna yang baik, tulisan terbaca dengan jelas dan bahasanya sesuai EYD serta mudah dipahami. Mahasiswa MG menyarankan pada halaman sampul sebaiknya dibuat lebih menarik lagi seperti warna gelap terang pada ujung bahan ajar. Mahasiswa WSA mengatakan bahwa gambar yang digunakan pada halaman sampul sudah menarik dan menggambarkan tentang bahan ajar kimia, namun lebih baik kalau warna tulisan pada halaman sampul dibuat lebih soft. Selanjutnya mahasiswa EM mengatakan bahwa bahan ajar sudah bagus dan gambar yang digunakan sesuai.

Mahasiswa RA mengatakan bahwa hasil cetak bahan ajar tidak buram dan tulisan telah sesuai dengan EYD yang baik dan benar. Mahasiswa YO mengatakan bahwa halaman sampul kurang menarik, sebaiknya perpaduan warna yang digunakan tidak dibuat terlalu mencolok. Mahasiswa DM memberikan saran kepada penulis untuk mengubah perpaduan warna gambar selaras dengan warna produknya. Lembar kepraktisan memiliki jumlah sebanyak 6 indikator, dimana disetiap indikator terdiri dari 4 deskriptor. Rata-rata yang diperoleh pada uji kepraktisan ini adalah 90,68% dengan kategori sangat praktis. Aspek kepraktisan produk berupa bahan ajar berbasis STEM *Problem Based Learning* dapat dinyatakan praktis.

Tabel 5. Hasil Skor Uji Kepraktisan Small Group

Indikator	P	Kategori
Halaman sampul.	83,3 %	Sangat praktis
Kejelasan tabel/ilustrasi/gambar.	100 %	Sangat praktis
Bahasa dan kalimat.	88,8 %	Sangat praktis
Kejelasan tulisan.	86 %	Sangat praktis
Komposisi warna.	86 %	Sangat praktis
Konten/isi bahan ajar.	100 %	Sangat praktis
Rata-rata	90,68 %	Sangat praktis

KESIMPULAN

Berikut kesimpulan yang didapatkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

- Berdasarkan hasil validasi ditiap ahli didapatkan skor rata-rata, yaitu sebesar 0,83 dari validasi ahli materi, sebesar 0,92 dari validasi ahli pedagogik, dan sebesar 0,87 dari validasi ahli desain. Dimana pada setiap ahli termasuk dalam kategori tinggi, sehingga produk yang dikembangkan sudah valid dan layak untuk diujicobakan.
- Berdasarkan hasil uji kepraktisan pada tahap *one to one* diperoleh skor rata-rata sebesar 88,83% dengan kategori sangat praktis dan pada tahap *small group* diperoleh skor rata-rata sebesar 90,68% dengan sangat praktis. Dengan ini hasil uji kepraktisan produk yang dikembangkan sudah praktis dan layak untuk diujicobakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abott, A. (2016). A Problem-Based Learning, STEM Experience. *Chemical Connections*. 33-42.
- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings. *Journal Educational And Psychological Measurement*. 45: 131-142.
- Amelia, A., Abidin, Z., & Sari, F. S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Materi Program Linear Siswa Kelas XI IPA MA Nasruddin Dampit Tahun Akademik 2018/2019. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 13(10): 10-16.
- Ariani, L., Sudarmin, & Nurhayati, S. (2019). Analisis Berpikir Kreatif Pada Penerapan *Problem Based Learning* Berpendekatan *Science, Technology, Engineering, And Mathematics*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 13(1): 2307-2317.
- Innana. (2018). Peran Pendidikan Dalam Membangun Karakter Bangsa Yang Bermoral. *Jurnal Ekonomi Dan Pendidikan*. 1(1): 27-33.
- Kusumam, A., dkk. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Mata pelajaran Dasar dan pengukuran Listrik untuk Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 23(1): 28-39.
- Ostler, E. (2012). 21st Century Stem Education: A Tactical Model For Long-Range Success. *International Journal Of Applied Science And Technology*. 2(1): 28-33.
- Rachmawati, D. (2017). Pengembangan Modul Kimia Dasar Berbasis STEM *Problem Based Learning* pada Materi Laju Reaksi untuk Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia. *Skripsi*. Palembang: Universitas. Sriwijaya.
- Riduwan. 2009. *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sailah, I., dkk. (2014). *Buku Kurikulum Perguruan Tinggi*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Tanjung, M. (2015). Pengembangan Modul Dengan Pendekatan STEM *Problem Based Learning* pada Materi Hidrolisis Garam Kelas XI SMAN 2 Tanjung Raja. *Skripsi*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Tessmer, M. (1998). *Planning And Conducting Formative Evaluations*. Philadelphia: Kogan Page.