

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Materi *Vehicle Fins* Mata Kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* Pada Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA

Puji Dwi Pangestu

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : puji.19019@mhs.unesa.ac.id

I Made Arsana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : madearsana@unesa.ac.id

Abstrak

Perpindahan Panas menjadi perkuliahan wajib yang bagi mahasiswa di Jurusan Teknik Mesin. Dalam perkuliahan ini, mahasiswa akan mempelajari konduktivitas, konveksi, dan radiasi termal, dan perpindahan panas melalui perubahan fase melalui kegiatan perkuliahan dengan mengkombinasikan antara metode pembelajaran dan sarana pembelajaran. Namun, seringkali penggunaan metode pembelajaran yang kurang bervariasi dan cenderung monoton menyebabkan mahasiswa kurang aktif dan menjadi tidak produktif selama proses pembelajaran sehingga dari berawal dari permasalahan tersebut dilakukan penelitian Pengembangan Perangkat Pembelajaran Materi *Vehicle Fins* Mata Kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* Pada Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA untuk mengembangkan sarana perkuliahan yang inovatif untuk meningkatkan capaian kemampuan mahasiswa. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D)* yang dikombinasikan model pengembangan 4D dengan hasil berupa produk Perangkat Pembelajaran Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* pada materi *vehicle fins* mata kuliah perpindahan panas yang valid (tingkat validitas produk sangat valid/layak dengan penilaian ahli materi 87.11, ahli media 88.44, dan ahli bahasa 92), praktis memperoleh hasil sangat baik dengan nilai sebesar 83.69, dan efektif tergolong tinggi dengan total N-Gain Score sebesar 72.33%.

Kata Kunci : *Perangkat Pembelajaran, PjBL terintegrasi STEAM, vehicle fins*

Abstract

Heat Transfer is a mandatory lecture for students in the Department of Mechanical Engineering. In this lecture, students will study conductivity, convection, and thermal radiation, and heat insulation through phase changes through lecture activities by combining learning methods and learning tools. However, often the use of learning methods that are less varied and tend to be monotonous causes students to be less active and become unproductive during the learning process so that from these problems a research is carried out on the Development of Learning Devices for Vehicle Fins Material Heat Transfer Courses Based on STEAM Integrated PjBL for Mechanical Engineering Students FT UNESA to develop innovative lecture facilities to improve student abilities. This study uses the type of research and development (R&D) combined with the 4D development model with the results in the form of STEAM Integrated PjBL-Based Learning Devices on valid material fins vehicle fins eye heat protection (product validity level is very valid/feasible with expert judgment material 87.11, media expert 88.44, and linguist 92), practically obtained very good results with a score of 83.69, and effectiveness was classified as high with a total N-Gain Score of 72.33%..

Keywords: Learning Devices, STEAM integrated PjBL, vehicle fins

PENDAHULUAN

Pendidikan sebagai upaya mempersiapkan generasi muda untuk memasuki kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara dengan pengetahuan, ketrampilan, dan karakter yang baik (Sulistiyono dan Arsana, 2014). Sesuai dengan esensi pendidikan untuk membantu peserta didik dalam menumbuhkan kreativitas, kemampuan, dan keterampilan serta membentuk karakter yang diwujudkan melalui kegiatan pembelajaran aktif sehingga setiap peserta didik mampu mengenali potensi masing-masing. Dalam

pelaksanaan pembelajaran aktif tidak terlepas dari kontribusi penyelenggaraan pendidikan yang terus berinovasi untuk mendapatkan hasil yang maksimal (Eswanto dan Arsana, 2021).

Salah satu bentuk inovasi dalam penyelenggaraan pendidikan dilakukan oleh lembaga pendidikan tinggi dengan mengembangkan program pendidikan relevan sesuai kebutuhan dunia kerja untuk menciptakan tenaga pendidik yang unggul dan berkompeten. Universitas Negeri Surabaya, sebagai institusi pendidikan tinggi di Indonesia mendukung penyelenggaraan pendidikan yang

bermutu untuk menciptakan tenaga pendidik profesional di berbagai program studi, termasuk program studi S1 Pendidikan Teknik Mesin dan S1 Teknik Mesin (Putra dan Arsana, 2022). Sebagai penunjang kompetensi dan keahlian di Jurusan Teknik Mesin maka terdapat mata kuliah wajib yang harus ditempuh mahasiswa.

Mata kuliah Perpindahan Panas menjadi mata kuliah wajib untuk ditempuh oleh mahasiswa di Jurusan Teknik Mesin. Dalam mata kuliah ini, mahasiswa akan mempelajari konduktivitas termal, konveksi termal, radiasi termal, dan perpindahan panas melalui perubahan fase. Dalam proses perkuliahan perpindahan panas ditunjang dengan metode pembelajaran dan sarana pembelajaran. Metode pembelajaran menjadi cara yang digunakan oleh pendidik/dosen untuk menyampaikan pesan kepada mahasiswa sesuai tujuan yang diinginkan. Sedangkan, sarana pembelajaran merupakan segala sesuatu yang menyalurkan pesan dari sumber secara terencana, untuk membentuk lingkungan perkuliahan yang mendukung mahasiswa dalam pelaksanaan belajar secara efektif dan efisien (Puspitasari dan Arsana, 2018).

Setiap unsur yang saling berkaitan antara metode pembelajaran dan sarana pembelajaran dijadikan sebagai satu kesatuan dalam perangkat pembelajaran yang menjadi suatu perencanaan untuk digunakan dalam perkuliahan sebagai sarana pembelajaran yang tersusun secara sistematis untuk menciptakan kegiatan belajar mengajar interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang sehingga memotivasi mahasiswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran (Afdhal dan Sugiman, 2018).

Dalam perkuliahan perpindahan panas ditemukan beberapa permasalahan yang diperoleh dari hasil wawancara dengan bapak Dr. I Made Arsana, S.Pd., M.T. pada tanggal 22 November 2022 di Jurusan Teknik Mesin FT UNESA berupa Metode pembelajaran yang kurang bervariasi dan cenderung monoton menyebabkan mahasiswa kurang aktif dan banyak yang lupa materi, sehingga dosen harus mengulang-ulang penjelasan yang sama. Hal ini tidak hanya tidak efektif dan memakan banyak waktu, tetapi juga membuat mahasiswa bosan dan tidak fokus pada penjelasan dosen, yang dapat mengakibatkan ketidaktertarikan pada pembelajaran dan mahasiswa menjadi tidak produktif. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis berinisiatif untuk mengembangkan sebuah Perangkat pembelajaran Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* yang terdiri dari RPS, RPS materi *vehicle fin*, dan Lembar kerja Mahasiswa (LKM) pada materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan panas. Diharapkan melalui penggunaan perangkat pembelajaran ini dapat membantu mahasiswa memahami materi dengan melakukan pembelajaran aktif dan mandiri melalui pemberian proyek dengan pendekatan *STEAM* pada materi *Vehicle Fins* menggunakan sintaks *PjBL* yang sistematis dan terarah.

Pengembangan perangkat pembelajaran ini mengambil referensi dari penelitian yang dilakukan oleh Elisabet dengan judul penelitian “Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar IPA dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning (*PjBL*)” mengemukakan bahwa dengan menggunakan model Project Based Learning mampu meningkatkan motivasi

dan hasil belajar mahasiswa (Elisabet, Relmasira, dan Hardini, 2019).

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Ayu Hartini dengan judul penelitian “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Project Based Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa” (Hartini, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Shela Delfia Ramadhana dengan judul penelitian “Keefektifan Perangkat Pembelajaran Daring dengan Model *PjBL-STEAM* Pada Materi Lingkungan untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan” mengemukakan bahwa dengan menggunakan model pembelajaran project based learning pada perangkat pembelajaran mampu melatih dan meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa hingga tingkat keterampilan fungsional atau operasional (Ramadhana, Norra, dan Rasyida, 2022)

Dan pada penelitian yang dilakukan oleh I Made Arsana dengan judul penelitian “Pengaruh Jarak Antarkawat Terhadap Efisiensi Penukar Panas Jenis Pembuluh Dan Kawat Konveksi Bebas” mengemukakan bahwa sirip dengan perluasan dari permukaan luar pembuluh berakibat pada semakin luas permukaan menentukan perpindahan panas konveksi bebas pada lingkungan luar sehingga meningkatkan efisiensi.

Dari penelitian-penelitian yang sudah dijelaskan dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran inovatif mampu meningkatkan minat belajar dan hasil belajar mahasiswa.

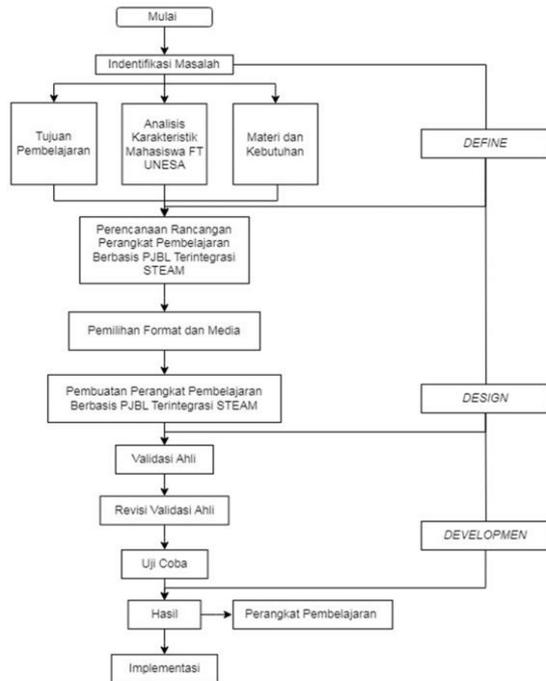
Dengan demikian, berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian tentang “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Materi *Vehicle Fins* Mata Kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* Pada Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah perangkat ajar yang menggunakan pendekatan *PjBL terintegrasi STEAM* secara menarik dan inovatif dengan menggunakan materi perpindahan panas *Vehicle Fins* yang mampu meningkatkan minat mahasiswa dan menyatukan pemahaman pada perkuliahan perpindahan panas, khususnya materi perpindahan panas *Vehicle Fins*, sekaligus meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan menciptakan inovasi melalui penggunaan model pendekatan dalam perangkat pembelajaran untuk mata kuliah perpindahan panas, khususnya materi perpindahan panas *Vehicle Fins*.

METODE

Penelitian ini tergolong jenis penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D) yang bertujuan mengembangkan sebuah Perangkat Pembelajaran Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* pada Materi *Vehicle Fins* Mata Kuliah Perpindahan Panas untuk Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA. Metode penelitian dan pengembangan menjadi metode untuk menghasilkan produk yang efektif dan valid (Sugiyono, 2016). Dalam penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan suatu produk tertentu yang kemudian diuji cobakan untuk menilai tingkat efektifitas dari perangkat yang dikembangkan.

Model pengembangan pada penelitian ini menggunakan model 4D. Model pengembangan 4D merupakan model

pengembangan perangkat pembelajaran. Model 4D ini dikembangkan oleh S.Thiagarajani, Dorothy S. Semmel (1974: 5). Hal ini meliputi 4 tahap yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), penyebaran (*Disseminate*) yang dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya yang beralamatkan Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur, kode pos 60231 dengan Subjek penelitian mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Unesa yang mengambil Kartu Rencana Study atau KRS mata kuliah Perpindahan Panas I dengan satuan kredit semester yaitu 2 SKS yang memiliki prosedur penelitian berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian model pengembangan 4D

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan hasil Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM* Pada Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA. Perangkat pembelajaran ini digunakan sebagai sarana untuk membantu mempermudah mahasiswa dalam memahami materi *Vehicle Fins*.

Hasil penelitian ini berupa deskripsi yang diperoleh melalui pengujian lapangan yang diolah dengan teknik analisis deskriptif kuantitatif yang bertujuan menunjukkan gambaran mengenai pengembangan perangkat pembelajaran, hasil penilaian (kelayakan) perangkat pembelajaran, efektivitas perangkat pembelajaran terhadap capaian kemampuan mahasiswa, dan tanggapan mahasiswa terhadap penggunaan perangkat yang dikembangkan. Penjelasan hasil penelitian pengembangan perangkat pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM* yang telah dikembangkan dengan model pengembangan 4D yang terdiri dari 4

tahapan yaitu *Define, Design, Develop, Disseminate* dengan uraian penjelasan sebagai berikut:

Tahap Pendefinisian (*Define*).

Pada tahap pendefinisian (*Define*) dilakukan analisa kebutuhan dalam pengembangan perangkat pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM*. Data pada tahapan ini didapatkan dari pengamatan yang ditinjau secara deskriptif menggunakan kajian teori relevan sehingga diperoleh hasil berupa memperoleh permasalahan berupa penggunaan metode pembelajaran yang kurang bervariasi dan cenderung monoton menyebabkan mahasiswa kurang aktif dan menjadi tidak produktif dalam menganalisa materi *Fins*. Dengan mengetahui tahap perkembangan mahasiswa maka dikembangkan perangkat pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* sebagai sarana dalam proses perkuliahan yang membantu mahasiswa dalam mengeksplorasi materi yang dipelajari sehingga mampu mengkreasikan pemahaman yang dimiliki dalam bentuk proyek.

Tahapan Perancangan (*Design*).

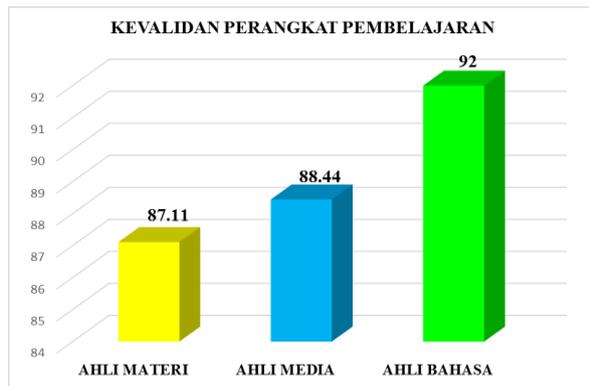
Tahap perancangan menjadi tahap mempersiapkan pembuatan perangkat meliputi Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) perpindahan panas materi *vehicle fins*, alur pembelajaran yang akan dilaksanakan berbasis proyek, materi mengenai *vehicle fins* sebagai sumber belajar, dan proyek yang dikerjakan oleh mahasiswa. Muatan yang terkandung dalam perangkat pembelajaran *PjBL* terintegrasi *STEAM* akan mempermudah mahasiswa dalam memahami materi yang disampaikan melalui kegiatan pembelajaran yang mendorong mahasiswa untuk mampu mengkreasikan hasil pengetahuan dan pemikiran yang dimiliki kedalam bentuk *design* sehingga mahasiswa akan memiliki berbagai kompetensi meliputi *Critical thinking, Creativity, Collaboration* dan *communication* dari capaian kemampuan yang dilakukan.

Tahapan Pengembangan (*Developmen*).

Tahap pengembangan bertujuan untuk menciptakan bentuk akhir Perangkat Pembelajaran Materi *Vehicle Fins* Mata Kuliah Perpindahan Panas Berbasis *Pjbl* Terintegrasi *STEAM* Pada Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA yang didasarkan para ahli dan data hasil uji coba berikut:

- Kevalidan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM*. Hasil dari Kevalidan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM* didapatkan penilaian para ahli meliputi ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Pengujian kevalidan digunakan untuk untuk memastikan kualitas, keakuratan, dan efektivitas konten, media yang digunakan, serta penggunaan bahasa yang tepat dalam mendukung proses pembelajaran dalam produk perangkat pembelajaran yang dikembangkan (Arsanti,

2018). Adapun hasil dari penilaian para ahli sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Validitas Produk

Dari gambar diatas menunjukkan hasil penilain dari para ahli meliputi ahli materi sebesar 87.11, ahli media sebesar 88.44, dan ahli bahasa sebesar 92 yang keseluruhan penilaian menyatakan bahwa produk Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM* tergolong **sangat valid/layak** untuk perkuliahan sehingga mampu membantu mahasiswa dalam menguasai materi secara sistematis, memperoleh pemahaman secara optimal.

- Kepraktisan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM*. Hasil dari Kepraktisan penggunaan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM* diperoleh dari penilaian yang dilakukan oleh 20 orang mahasiswa jurusan Teknik Mesin FT UNESA dengan merujuk pada kemudahan penggunaan dan implementasi perangkat pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan. Evaluasi terhadap kepraktisan perangkat pembelajaran bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat pembelajaran dapat digunakan secara efisien dan efektif oleh pengajar dan peserta didik, tanpa menimbulkan hambatan atau kesulitan yang berarti (Firmansyah and Effendi,2021). Adapun hasil dari dari penilaian kepraktisan dari perangkat pembelajaran sebagai berikut:



Gambar 3. Hasil Kepraktisan Produk

Dari gambar diatas menunjukkan hasil penilain dari 20 orang mahasiswa jurusan Teknik Mesin FT UNESA tentang penggunaan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PJBL* Terintegrasi *STEAM* dalam kegiatan pembelajaran yang memberikan nilai sebesar 83.69 yang tergolong **sangat baik** dalam kepraktisan penggunaan sehingga mampu memberikan manfaat penting bagi mahasiswa, seperti kemudahan akses materi, efisiensi waktu belajar, interaksi yang menarik, pengembangan kemampuan mandiri, dan keterhubungan dengan teknologi melalui setiap aspek pada pendekatan *STEAM* yang diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

- Keefektivitasan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM*. Hasil dari Keefektivitasan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* diperoleh dari hasil pengujian yang dilakukan oleh 20 orang mahasiswa jurusan Teknik Mesin FT UNESA pada kegiatan pembelajaran menggunakan perangkat yang telah dikembangkan. Efektivitas Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* memiliki tujuan untuk meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kemampuan mahasiswa dalam menguasai materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas melalui penggunaan produk yang dikembangkan (Karagiannis and Satratzemi, 2017). Hasil penilaian dari Keefektivitasan Perangkat Pembelajaran Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* menggunakan hasil uji N-Gain Score untuk menilai tingkat efektivitas dari perangkat pembelajaran dalam meningkatkan capaian kemampuan mahasiswa, Pengujian N-Gain Score menggunakan hasil pretest dan posttest yang dikerjakan oleh 20 orang mahasiswa jurusan Teknik Mesin FT UNESA pada kegiatan pembelajaran menggunakan Perangkat Pembelajaran Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* untuk mengetahui peningkatan pemahaman yang dimiliki oleh mahasiswa berikut:



Gambar 3. Kepraktisan Produk

Tahap Penyebaran (Disseminate).

Tahap Penyebaran (*Disseminate*) produk Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* yang telah dikembangkan dilakukan secara terbatas di Jurusan Teknik Mesin FT UNESA melalui dosen pengampu mata kuliah dan mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah perpindahan panas I.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian tentang pengembangan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* Pada Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Pada pengembangan produk Perangkat Pembelajaran Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* pada materi *vehicle fins* mata kuliah perpindahan panas untuk mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA dengan tingkat validitas produk yang sangat valid untuk kegiatan perkuliahan berdasarkan hasil penilaian sebesar 92 dari para ahli.
- Dari respon yang ditunjukkan oleh mahasiswa jurusan Teknik Mesin FT UNESA terhadap penggunaan Perangkat Pembelajaran Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* pada materi *vehicle fins* mata kuliah perpindahan panas dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran memperoleh hasil kepraktisan sangat baik dengan nilai sebesar 83.69 sehingga pengembangan produk mampu memberikan manfaat kepada mahasiswa berupa kemudahan akses materi, efisiensi waktu belajar, interaksi yang menarik, pengembangan kemampuan mandiri, dan keterhubungan dengan teknologi melalui setiap aspek pada pendekatan *STEAM* yang diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.
- Keefektifitasan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* dalam meningkatkan capaian kemampuan menunjukkan hasil *N-Gain Score* yang diperoleh setiap mahasiswa tergolong tinggi dengan total *N-Gain Score* sebesar 72.33% yang tergolong tinggi.

Saran

Berdasarkan penelitian yang tentang pengembangan Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* Pada Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT UNESA diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Implementasi pembelaran dengan menggunakan pendekatan *PjBL* Terintegrasi *STEAM* perlu untuk terus diterapkan dalam pembelajaran untuk membantu meningkatkan hasil belajar yang dimiliki mahasiswa.
- Pengembangan proyek dalam Perangkat Pembelajaran materi *Vehicle Fins* mata kuliah Perpindahan Panas Berbasis *PjBL* Terintegrasi *STEAM* haru selalu

diinovasikan untuk meningkatkan minat dan motivasi belajar dari mahasiswa.

- Perluasan materi yang disajikan dalam pendekatan *PjBL* Terintegrasi *STEAM* dalam kegiatan pembelajaran perlu untuk diinovasikan sehingga mampu meningkatkan kualitas dari peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Ridwan. (2015) Pembelajaran Sainifik untuk Implementasi Kurikulum 2013. Jakarta: Bumi Aksara.

Afdhal, M., & Sugiman, S. (2018). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis reciprocal teaching berorientasi pada antusiasme dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2).

<https://doi.org/https://doi.org/10.21831/pg.v12i2.17716>.

Amir, M., Muris, & Arsyad, M. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pengalaman Pada Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 9 Pinrang. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (Jspf)*, 11(3), 202–213.

<http://ojs.unm.ac.id/index.php/JSdPF/article/view/1756>

Apriliana, M. R., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Rahmawati, Y. (2017). Pengembangan Soft Skills Peserta Didik melalui Integrasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (*STEAM*) dalam Pembelajaran Asam Basa. 8(2), 42–51.

Arisanti, W. O. L., Sopandi, W., & Widodo, A. (2017). Analisis Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa Sd Melalui Project Based Learning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(1), 82. <https://doi.org/10.17509/eh.v8i1.5125>

Ariyanto Sudirman Rizki, Arsana I Made. (2016). PENGEMBANGAN MODUL RADIATOR TRAINER SEBAGAI PENUNJANG MATA KULIAH PERPINDAHAN PANAS MAHASISWA D-III TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA Sudirman Rizki Ariyanto I Made Arsana Abstrak. *JPTM*, 05, 28–33.

Arsanti, M. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Matakuliah Penulisan Kreatif Bermuatan Nilai-Nilai Pendidikan Karakter Religius bagi Mahasiswa Prodi PBSI, FKIP, Unisula. *Kredo: Jurnal Ilmiah Bahasa dan Sastra*, 1(2), 71–90. DOI: <https://doi.org/10.24176/kredo.v1i2.2107>

Azizah, M., Sulianto, J., & Cintang, N. (2018). Analisis keterampilan berpikir kritis Siswa sekolah dasar pada pembelajaran matematika kurikulum 2013. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1), 61–70.

- Departemen Pendidikan Nasional, 2008. *Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008*, tentang Standar Nasional Pendidikan, Jakarta: Depdiknas.
- Elisabet, Relmasira Stefanus C, H. A. T. A. (2019). Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar IPA dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) A R T I C L E I N F O. *Journal of Education Action Research*, 3, 285–291. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEAR/index>
- Eswanto, A. D., & Arsana, I. made. (2021). PENGEMBANGAN MODUL INSTALASI BIO ETANOL UNTUK MENUNJANG PRAKTIKUM PERKULIAHAN PERPINDAHAN PANAS MAHASISWA TEKNIK MESIN UNESA I Made Arsana (Vol. 11). <https://doi.org/JPTM>. Volume 11 Nomor 01 Tahun 2021, 44 - 49 PENGEMBANGAN
- Fatkhurrohman, M., Permata, E., Ekawati, R., & Rizal, S. U. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Teknik Digital Berbasis Project Based Learning Di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 7(1), 101–109.
- Firmansyah, K. K., & Effendi, E. 2021. Pengembangan LKPD Terintegrasi STEM-PjBL (Science, Technology, Engineering, and Mathematics-Project Based Learning) pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Ranah Research*, 3(3), 1-10.
- Gunawan, G., Sahidu, H., Harjono, A., & Suranti, N. M. Y. (2017). The effect of project based learning with virtual media assistance on student's creativity in physics. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 1(2). <https://doi.org/10.21831/cp.v3i2.13514>.
- Hartini, A. (2017). PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL PROJECT BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA SEKOLAH DASAR. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar.*, Volume 1 N(P-ISSN: 2581-1800 E-ISSN: 2597-4122).
- Hartini, A. (2017). PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL PROJECT BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA SEKOLAH DASAR. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar.*, Volume 1 N(P-ISSN: 2581-1800 E-ISSN: 2597-4122).
- Herlina, H., Ramlawati, R., & Hasri, H. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Elektronik Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar. *Chemistry Education Review*, 5(2), 2597. <https://doi.org/10.26858/cer.v5i2.13315>
- Holman, J.P. (2010). *Heat transfer* (10th ed.). New York : McGraw-Hill, a business unit of the McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York,. Retrieved from www.mhhe.com
- Huda, M. S., & Arsana, I. M. (2013). Pengembangan modul pembelajaran thermal radiation untuk menunjang perkuliahan perpindahan panas mahasiswa D3 Teknik Mesin FT UNESA. ... *Pendidikan Teknik Mesin*, 15–23.
- Karagiannis, I., Satratzemi, M., 2017. Enhancing Adaptivity in Moodle : Framework and Evaluation Study.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). *Project-based learning: A review of the literature. Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Makrufi, A., Hidayat, A., & Muhandjito. (2018). *Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Pokok Bahasan Fluida Dinamis*. 3, 878–881.
- Putra, S. D., & Arsana, I. made. (2022). PENGEMBANGAN MODUL INFRARED THERMOGRAPHY UNTUK MENUNJANG PRAKTIKUM PERKULIAHAN PERPINDAHAN PANAS MAHASISWA TEKNIK MESIN UNESA I Made Arsana. <https://doi.org/JTPM>. Volume 12 Nomor 01 Tahun 2022, 1 - 5 pedoman
- Ramadhana Shela Delfia, Norra Bunga, R. I. N. (2022). KEEFEKTIFAN PERANGKAT PEMBELAJARAN DARING DENGAN MODEL PjBL-STEAM PADA MATERI LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN LITERASI LINGKUNGAN. *Jurnal Pendidikan*, Volume 6 N(e-ISSN: 2527-6891), Halaman: 75-81. <https://doi.org/e-ISSN: 2527-6891>
- Ramadhana Shela Delfia, Norra Bunga, Rasyida Ihda Nisa. (2022). KEEFEKTIFAN PERANGKAT PEMBELAJARAN DARING DENGAN MODEL PjBL-STEAM PADA MATERI LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN LITERASI LINGKUNGAN. *Jurnal Pendidikan*, Volume 6 N(e-ISSN: 2527-6891), Halaman: 75-81. <https://doi.org/e-ISSN: 2527-6891>
- Ramadhani, R. (2016). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika yang Berorientasi pada Model Problem Based Learning. Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 7(2), 116–122. <https://doi.org/10.15294/kreano.v7i2.7300>
- Setiyawan, N. and Arsana, I.M. (2013)

- 'KEEFEKTIFAN PEMBELAJARAN MATA DIKLAT MELAKUKAN PERBAIKAN SISTEM PENGAPIAN MAHASISWA KELAS XII TSM DI SMK NEGERI 1 NGANJUK I Made Arsana', *JPTM Unesa*, 02(1), pp. 24–33.
- Sudarman, S., & Anggoro, S. (2021). *The Validity of PjBL STEAM-based Themathic Learning Device Material for the Growth and Organism Developmment for Elementary School Students*. <https://doi.org/10.4108/eai.19-7-2021.2312712>
- Sudarmin, S., Sumarni, W., P, R. S. E., & S, S. S. (2019). *Implementing the model of project-based learning : integrated with ETHNO-STEM to develop students' entrepreneurial characters*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012145>
- Sudarmin, Sumarni, W., Mursiti, S., & Sumarti, S. S. (2020). *Students' innovative and creative thinking skill profile in designing chemical batik after experiencing ethnosience integrated science technology engineering mathematic integrated ethnosience (ethno-stem) learnings*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022037>
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sularmi, Utomo, D. H., & Ruja, I. N. (2018). *Pengaruh Project-Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(4), 475–479.
- Sulistiyono Tri Agung, & Arsana I Made (2014). *Pengembangan Modul Menjelaskan Proses-Proses Mesin Konversi Energi* PENGEMBANGAN MODUL MATA PELAJARAN MENJELASKAN PROSES-PROSES MESIN KONVERSI ENERGI DI KELAS X TKR SMKN 3 BOYOLANGGU TULUNGAGUNG. *JPTM. Volume 02 Nomor 03 Tahun 2014*, 9-17
- Thiagarajan, S, Semmel, D. S., and Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. *Leadership Training Institute/Special Education*, Minesota: University of Minesota, Minneapolis.
- Tuna, J.R., Manoppo, C.T.M., Kaparang, D.R., Mewengkang, A., 2018. *E-Learning Development Process for for Operating System Course in Vocational School*. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 306.
- UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.
- Vallera, F. L., & Bodzin, A. M. (2020). *Integrating STEM with AgLIT (Agricultural Literacy Through Innovative Technology): The Efficacy of a Project-Based Curriculum for Upper-Primary Students*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(3), 419–439. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09979-y>
- Zharylgassova, P., Assilbayeva, F., Saidakhmetova, L., & Arenova, A. (2021). *Psychological and pedagogical foundations of practice-oriented learning of future STEAM teachers*. *Thinking Skills and Creativity*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100886>.
- Swamy, D. R., Nanjundeswaraswamy, T. S., & Rashmi, S. (2015). *Quality of Work Life: Scale Development and Validation*. *IntrernationalJurnal of Caring Science*, 8(2), 281.
- Devellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications (vol. 26)*. Sage publication.