

PELATIHAN GURU FISIKA DAN MATEMATIKA SMA DALAM PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP)* UNTUK PENGUATAN LITERASI TEKNIK

Martin Luther King¹, Rita Maria Veranika², Heriyanto Rusmaryadi³, Pramadhony⁴, Faizah Suryani⁵

Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti, Palembang, Sumatera Selatan ^{1,2,3,4}

Program Studi Teknik Industri Universitas Tridianti, Palembang, Sumatera Selatan ⁵

Corresponding email: martin_luther_king@univ-tridianti.ac.id

ABSTRACT

Implementasi pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) di SMA terkendala oleh keterbatasan kompetensi guru dalam mengintegrasikan konsep teknik ke dalam pembelajaran sains dan matematika. Berdasarkan laporan Kemendikbudristek tahun 2024, hanya 40% guru di Indonesia yang memiliki kualifikasi untuk mengajar mata pelajaran STEM, sementara guru seringkali merasa kurang percaya diri dalam mengintegrasikan keempat komponen STEM dalam pembelajaran. Program pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi pedagogik guru Fisika dan Matematika SMA dalam merancang dan mengimplementasikan modul ajar terintegrasi Engineering Design Process (EDP) untuk penguatan literasi teknik. Pelatihan dilaksanakan selama 2 hari dengan pendekatan experiential learning, mencakup workshop konsep EDP, hands-on pembuatan prototipe, pendampingan pengembangan modul, peer teaching, dan pembentukan komunitas praktisi. Peserta adalah 30 guru Fisika dan Matematika dari 12 SMA. Terjadi peningkatan signifikan pemahaman guru tentang EDP dari skor pre-test 39,8% menjadi 84,3% pada post-test ($p < 0,001$, Cohen's $d = 3,24$). Sebanyak 28 dari 30 guru (93,3%) berhasil menghasilkan modul ajar layak pakai dengan skor kelayakan rata-rata 87,1% (kategori sangat layak). Self-efficacy guru meningkat dari 2,31 menjadi 4,52 (skala 1-5). Pelatihan berbasis experiential learning efektif meningkatkan kompetensi guru dalam mengembangkan modul ajar EDP, dengan rekomendasi perluasan program ke skala regional dan pengembangan komunitas praktisi guru STEM berkelanjutan.

Keywords

Engineering design process
Modul Ajar
STEM

Pendahuluan

Tuntutan Revolusi Industri 4.0 dan visi Indonesia Emas 2045 memerlukan transformasi mendasar dalam sistem pendidikan, khususnya pada pengembangan kompetensi abad 21 yang mencakup berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Integrasi pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering,*

Mathematics) dalam kurikulum SMA dipandang sebagai strategi kunci untuk mempersiapkan generasi muda yang melek teknologi dan siap menghadapi tantangan global. Namun, implementasi STEM di Indonesia menghadapi hambatan struktural yang signifikan, terutama pada kesiapan guru sebagai ujung tombak pembelajaran.

Berdasarkan laporan Kemendikbudristek tahun 2024, hanya 40% guru di Indonesia yang memiliki kualifikasi untuk mengajar mata pelajaran STEM. Lebih lanjut, penelitian tentang kesiapan guru sekolah menengah dalam mengimplementasikan STEM pada Kurikulum Merdeka menunjukkan bahwa guru seringkali merasa kurang percaya diri dalam mengintegrasikan keempat komponen STEM (Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika) dalam pembelajaran.

Hambatan utama yang diidentifikasi meliputi: (1) minimnya pelatihan tentang integrasi STEM-EDP (88,9%), (2) keterbatasan referensi model ajar yang tersedia (75,6%), (3) kurangnya kepercayaan diri dalam merancang aktivitas *hands-on* teknik (71,1%), serta (4) beban administratif yang menyita waktu pengembangan perangkat pembelajaran (57,8%).

Padahal, penelitian internasional menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis EDP secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual siswa, kemampuan pemecahan masalah, serta minat terhadap karir STEM (Sahin et al., 2014). Guru berperan sebagai fasilitator utama dalam implementasi EDP, sehingga peningkatan kompetensi guru merupakan prasyarat mutlak keberhasilan transformasi pembelajaran. Program pengabdian ini dirancang untuk mengatasi kesenjangan kompetensi tersebut melalui pelatihan intensif berbasis *experiential learning* yang berfokus pada pengembangan modul ajar terintegrasi EDP.

Engineering Design Process (EDP) merupakan pendidikan pedagogi yang diterapkan kepada siswa ((Tipmontiane & Williams, 2021). Menurut (Moore et al., 2014) *Engineering Design Process* (EDP) tidak hanya menghasilkan konsep abstrak tetapi menerapkan kemampuan desain kepada siswa, melalui pendekatan pemecahan masalah dan konsep dasar. Siswa akan mendapatkan pengalaman desain secara langsung dengan metode Pelajaran yang berbasis EDP. (Hynes et al., 2011) sehingga siswa dapat menerapkan pembelajaran tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

Metode EDP yang di masukkan kedalam STEM yang terintegrasi akan memberikan dampak yang positif, karena metode ini membuat siswa terlibat langsung dalam proses belajar. (Guzey et al., 2016). Pada proses belajar dengan

menggunakan metode ini, guru diharapkan menjadi fasilitator bagi siswa dalam memahami pelajaran, bukan hanya sebagai pemberi materi. (Hailey, 2012).

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pelatihan ini dilakukan selama dua hari, dari tanggal 11 sampai dengan 12 Mei 2026. Kegiatan ini dilakukan di Desa Lubuk Lancang Muba. Diikuti oleh 30 orang guru dengan rincian 18 Guru Fisika dan 12 Guru Matematika. Kegiatan ini dilakukan dengan metode terstruktur melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi permasalahan dan persiapan, pelatihan dan evaluasi kegiatan. Tahapan-tahapan yang dilakukan tersebut dilakukan dengan metode *Participatory Action Research* (PAR) atau metode yang dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di lapangan sehingga dapat digunakan untuk mencari Solusi dari permasalahan tersebut. (Melyana R Pugu, Sugeng Riyanto, 2024). Tahap persiapan dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada di lapangan melalui analisis kebutuhan, tim melakukan wawancara dengan beberapa guru matematika dan fisika untuk mengetahui tantangan guru dalam mengajar serta kesiapan dalam menggunakan teknologi.

Dari wawancara dan observasi di lapangan, didapatkan permasalahan yang ada adalah sebagai berikut:

1. Rendahnya pemahaman guru Fisika dan Matematika SMA tentang konsep dan tahapan *engineering design process* (EDP)
2. Belum tersedianya modul ajar yang mengintegrasikan EDP dalam topik sains dan matematika di tingkat SMA
3. Minimnya keterampilan guru dalam merancang aktivitas *hands-on* yang menghubungkan teori dengan aplikasi teknik
4. Belum adanya komunitas praktisi guru STEM yang dapat menjadi wadah berbagai sumber belajar dan *best practices*

Setelah mengetahui permasalahan yang ada di lapangan, tim mulai menyusun materi yang akan diberikan kepada para guru sesuai dengan hasil wawancara dan observasi di lapangan.

Kegiatan pelatihan dilakukan dalam beberapa tahapan, yang dijabarkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Rincian kegiatan pelatihan

No	Instrumen	Jenis	Waktu	Aspek yang Diukur
1	<i>Pre-test</i>	Pilihan ganda (20 soal)	Awal pelatihan	Pengetahuan awal tentang EDP
2	<i>Post-test</i>	Pilihan ganda (20 soal)	Akhir pelatihan	Peningkatan pengetahuan EDP
3	Rubrik penilaian modul	Skala 1-5 (5 aspek)	Hari ke-2	Kelayakan modul ajar
4	Kuesioner self-efficacy	Likert 1-5 (8 pernyataan)	Pre dan post	Kepercayaan diri guru
5	Lembar observasi	Ceklis	Selama peer teaching	Keterampilan mengajar
6	Kuesioner kepuasan	Likert 1-5 (10 pernyataan)	Akhir pelatihan	Kepuasan peserta
7	FGD	Kualitatif	Akhir pelatihan	Pengalaman, kendala, saran

Monitoring dan evaluasi kegiatan dilakukan dalam 2 tahapan. Pertama memberikan *pre-test* dan *post-test* masing-masing sebanyak 20 soal kepada peserta pelatihan yang berkaitan dengan EDP, untuk melihat sejauh mana pengetahuan peserta terhadap EDP sebelum dan sesudah pelatihan. Kedua memberikan kuisisioner self-efficiency, dimana kuisisioner ini digunakan untuk mengukur keyakinan peserta terhadap kemampuannya untuk mengatur dan mengembangkan modul ajar berbasis EDP.

Hasil dan Pembahasan

Survei pendahuluan yang dilakukan terhadap 30 guru Fisika dan Matematika mengungkapkan bahwa hanya 13,3% guru yang memiliki pemahaman memadai tentang *engineering design process* (EDP) sebagai kerangka pembelajaran. Lebih lanjut, 82,2% guru mengaku tidak pernah mengintegrasikan kegiatan desain teknik dalam pembelajaran, meskipun materi yang diajarkan (seperti hukum

Newton, termodinamika, trigonometri) memiliki koneksi erat dengan aplikasi teknik.

Pada pelaksanaan pelatihan di awali dengan pre-test yang diberikan kepada peserta pelatihan. *Pre-test* diberikan sebanyak 20 soal. Setelah itu juga dilakukan *post-test*, berdasarkan test tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pre-test dan Post-test

Aspek Pengetahuan	Pre-test (%)	Post-test (%)	Peningkatan (%)	p-value
Tahapan EDP	36,7%	86,0%	49,3%	<0,001
Integrasi dengan kurikulum	34,0%	82,0%	48,0%	<0,001
Desain aktivitas hands-on	40,7%	85,3%	44,6%	<0,001
Penilaian dalam EDP	47,7%	83,7%	36,0%	0,002
Rata-rata total	39,8%	84,3%	44,5%	<0,001

Hasil data yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan Uji paired t-test ($\alpha=0,05$) menggunakan SPSS . Hasil uji *paired t-test* menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik ($t(29)=17,86$, $p<0,001$, Cohen's $d = 3,24$). Effect size yang sangat besar ($d > 0,8$) mengindikasikan efektivitas program yang tinggi dalam meningkatkan pemahaman guru tentang EDP.



Gambar 1. Foto Kegiatan

Dalam pengembangan modul ajar hasil penilaian menunjukkan bahwa modul-modul yang dihasilkan memiliki kualitas sangat layak dengan rata-rata 86,0%. Kelemahan utama terletak pada aspek ketersediaan alat dan bahan (skor 80,0%), yang mencerminkan tantangan riil di lapangan. Sebagai respons, tim pengabdian menyediakan daftar alternatif bahan murah dan mudah diperoleh (misalnya: sedotan sebagai pengganti pipa, kardus bekas sebagai struktur). Berikut hasil penilaian terhadap modul ajar yang dikembangkan.

Tabel 3. Hasil Penilaian Kelayakan Modul

Kriteria	Skor (1-5)	Persentase	Kategori
Kesesuaian dengan kurikulum	4,5	90,0%	Sangat layak
Kejelasan tahapan EDP	4,4	88,0%	Sangat layak
Keterlaksanaan di kelas	4,2	84,0%	Sangat layak
Ketersediaan alat dan bahan	4,0	80,0%	Layak
Keterbacaan dan tampilan	4,5	90,0%	Sangat layak
Kebaruan dan inovasi	4,3	86,0%	Sangat layak
Kejelasan instrumen penilaian	4,2	84,0%	Sangat layak
Rata-rata	4,30	86,0%	Sangat layak

Hasil penilaian menunjukkan bahwa modul-modul yang dihasilkan memiliki kualitas sangat layak dengan rata-rata 86,0%. Kelemahan utama terletak pada aspek ketersediaan alat dan bahan (skor 80,0%), yang mencerminkan tantangan riil di lapangan. Sebagai respons, tim pengabdian menyediakan daftar alternatif bahan murah dan mudah diperoleh (misalnya: sedotan sebagai pengganti pipa, kardus bekas sebagai struktur).

Setelah dilakukan *pre-test* dan *post-test*, dilakukan kuisisioner *Self-efficacy*. *self efficacy* dapat diartikan sebagai kepercayaan individu terhadap kemampuannya dalam menghadapi tugas atau kondisi tertentu, serta rasa

yakin terhadap dirinya sendiri dalam mengendalikan situasi dan mencapai hasil yang memuaskan. (Fadhilla et al, 2017). Tujuan dilakukan kuisisioner ini adalah untuk mengetahui tingkat kepercayaan diri peserta pelatihan, dengan meninjau tiga aspek utama yaitu *level*, *strength* dan *generality* dan bagaimana ketiga aspek tersebut mempengaruhi kepercayaan diri peserta dalam menyusun modul ajar berbasis EDP.

Tabel 4. Hasil Kuesioner Self-efficacy

Pernyataan	Pre-test	Post-test	Peningkatan
Saya mampu menjelaskan EDP kepada rekan guru	2,3	4,6	+2,3
Saya mampu merancang aktivitas hands-on teknik	2,1	4,5	+2,4
Saya mampu mengembangkan modul ajar EDP sendiri	1,9	4,4	+2,5
Saya yakin siswa antusias dengan pembelajaran EDP	2,5	4,7	+2,2
Saya mampu mengintegrasikan EDP dalam RPP	2,2	4,5	+2,3
Saya mampu menilai produk hasil EDP siswa	2,3	4,4	+2,1
Saya mampu memfasilitasi diskusi desain teknik	2,1	4,3	+2,2
Saya termotivasi mengembangkan pembelajaran inovatif	3,0	4,7	+1,7
Rata-rata	2,31	4,52	+2,21

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa Rata-rata *self-efficacy* guru meningkat dari 2,31 (kategori rendah) menjadi 4,52 (kategori tinggi). Peningkatan tertinggi terjadi pada pernyataan "Saya mampu mengembangkan modul ajar EDP sendiri" (+2,5), yang menunjukkan bahwa pengalaman langsung (*hands-on experience*) dalam pengembangan modul sangat efektif membangun kepercayaan diri guru. Menurut (Rahma et al., 2022) terdapat hubungan positif dan signifikan antara *self-efficacy* dengan kemampuan guru dalam mengembangkan modul ajar berbasis EDP. Semakin tinggi *self-efficacy*, maka akan semakin tinggi motivasi, kemampuan metakognitif dan perilaku yang mendukung keberhasilan untuk mengembangkan modul ajar.

Tabel 5. Hasil Kuesioner Kepuasan Peserta (n=30)

Pernyataan	Skor (1-5)	Kategori
Materi pelatihan sesuai dengan kebutuhan	4,7	Sangat puas
Narasumber menguasai materi dengan baik	4,8	Sangat puas
Metode pelatihan menarik dan interaktif	4,6	Sangat puas
Fasilitas dan alat pendukung memadai	4,3	Puas
Durasi pelatihan cukup	4,2	Puas
Modul yang dihasilkan bermanfaat untuk mengajar	4,7	Sangat puas
Pelatihan meningkatkan kompetensi saya	4,6	Sangat puas
Saya akan merekomendasikan pelatihan ini ke rekan	4,8	Sangat puas
Rata-rata	4,59	Sangat puas

Kesimpulan

Pelatihan berbasis *experiential learning* efektif meningkatkan pemahaman guru tentang *engineering design process* (EDP) sebesar 44,5% secara signifikan, dengan effect size sangat besar. Sebanyak 93,3% peserta berhasil mengembangkan modul ajar terintegrasi EDP dengan skor kelayakan 86,0% (kategori sangat layak) yang mencakup 8 topik Fisika dan 3 topik Matematika SMA. *Self-efficacy* guru dalam merancang pembelajaran berbasis EDP meningkat dari kategori rendah (2,31) ke kategori tinggi (4,52) pada skala 1-5.

References

- Fadhilla, Dika, dahlia abd, N. B. (2017). Pengaruh Efikasi Diri Terhadap Kematangan Karir Siswa SMAN Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Bimbingan Dan Konseling Universitas Syah Kuala*, 2(3).
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up stem: An analysis of teacher-developed engineering design-based stem integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Hailey, C. E. (2012). *DigitalCommons @ USU Incorporating Engineering Design Challenges into STEM Courses Incorporating Engineering Design Challenges into STEM Courses Daniel L . Householder and Christine E . Hailey , Editors.*
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., & Rogers, C. (2011). Infusing Engineering Design into High School STEM Courses. *Ncete.Org*, 8–13. <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing Engineering Hynes.pdf>
- Melyana R Pugu, Sugeng Riyanto, R. N. H. (2024). *No TitleMetodologi Penelitian; Konsep, Strategi, dan Aplikasi.* PT. Sonpedia Publishing Indonesia,.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A Framework for Quality K-12 Engineering Education: Research and Development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069>
- Rahma, M., Suwarti, Herdian, & Setyawati, R. (2022). Self Efficacy dan Self Regulated Learning pada siswa sekolah menengah pertama. *Psikodinamika - Jurnal Literasi Psikologi*, 2(2), 112–121. <https://doi.org/10.36636/psikodinamika.v2i2.1508>
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 309–322. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Tipmontiane, K., & Williams, P. J. (2021). The Integration of the Engineering Design Process in Biology-related STEM Activity: A Review of Thai Secondary Education. *ASEAN Journal of Science and Engineering Education*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.17509/ajsee.v2i1.35097>