

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* MATERI RODA GIGI
BERBASIS *PROJECT-BASED LEARNING* PADA MATA
KULIAH ELEMEN MESIN DINAMIS
DAN CAD/CAM DASAR**

SKRIPSI

Oleh

Muhammad Ali Ridho

NIM : 06121182126009

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* MATERI RODA GIGI
BERBASIS *PROJECT-BASED LEARNING* PADA MATA
KULIAH ELEMEN MESIN DINAMIS
DAN CAD/CAM DASAR**

SKRIPSI

Oleh

Muhammad Ali Ridho

NIM: 06121182126009

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Telah diujikan dan lulus

Hari/Tanggal: 15 Mei 2025

Mengesahkan

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Pendidikan Teknik Mesin



**Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T.
NIP. 199208072019031017**

Pembimbing Skripsi



**Dr. M. Amri Santosa, S.T., M.Pd.
NIP. 197904142008121004**



LEMBAR PENGESAHAN
PENGEMBANGAN *E-MODULE* MATERI RODA GIGI
BERBASIS *PROJECT-BASED LEARNING* PADA MATA
KULIAH ELEMEN MESIN DINAMIS
DAN CAD/CAM DASAR

SKRIPSI

Oleh

Muhammad Ali Ridho

NIM: 06121182126009

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Mengesahkan

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin



Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T.
NIP. 199208072019031017

Pembimbing Skripsi



Dr. M. Amri Santosa, S.T., M.Pd.
NIP. 197904142008121004



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ali Ridho
NIM : 06121182126009
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan *E-module* Materi Roda Gigi Berbasis *Project-Based Learning* pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar” adalah benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menerima sanksi.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Indralaya, 13 Mei 2025
Pembuat Pernyataan



Muhammad Ali Ridho
NIM. 06121182126009

PRAKATA

Segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan *E-module* Materi Roda Gigi Berbasis *Project-Based Learning* pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hartono, M. A, Dekan FKIP Unsri, Koordinator Program Pendidikan dan Penelitian Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. M. Amri Santosa, S.T., M.Pd. yang telah memberikan semua bimbingan dalam penulisan skripsi ini. terima kasih juga saya ucapkan kepada para dosen Program Pendidikan dan Penelitian Teknik Mesin serta staf Program Pendidikan dan Penelitian Teknik Mesin yang telah mendukung pembelajaran saya dan menyemangati saya.

Akhir kata, semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi perkembangan bidang akademik khususnya pendidikan teknik mesin dan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni

Indralaya, 13 Mei 2025

Penulis,



Muhammad Ali Ridho
NIM. 06121182126009

LAMAM PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, penulis diberikan kekuatan, kemudahan, serta kelancaran dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan *E-Module* Materi Roda Gigi Berbasis *Project-Based Learning* pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa.
2. Kedua Orang Tua yang selalu saya sayangi, terimakasih atas segala bantuan dan semangat dari awal saya duduk dibangku perkuliahan sampai dengan menyelesaikan skripsi ini. Banyak pengorbanan yang telah mereka berikan kepada saya, semoga Allah SWT membalas segala pengorbanan dan kebaikan orang tua saya serta selalu dalam keadaan sehat dan diberikan keselamatan baik di dunia maupun di akhirat kelak. Aaamiin Yaa Rabbal ‘alamin.
3. Ketiga saudara saya yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan motivasi agar tidak pernah menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Hartono. M.A. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya
5. Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T selaku Koorprodi Pendidikan Teknik Mesin. Terimakasih atas arahan, petunjuk, dan nasihat yang beliau berikan dari awal perkuliahan sampai dengan skripsi saya bisa terselesaikan dengan baik.
6. Bapak Dr. Moch. Amri Santosa, S.T., M.Pd. selaku dosen pembimbing skripsi. Terimakasih banyak pak atas ilmu yang diberikan, Bapak merupakan sosok yang sangat saya kagumi dan hormati, begitu banyak arahan dan bimbingan bapak kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Saya selalu berdoa semoga bapak

dan keluarga selalu bahagia dan dalam lindungan Allah SWT. Aamiin Yaa Rabbal 'alamin.

7. Bapak Anugrah Agung Ramadhan, M.Pd.T. selaku dosen pembimbing akademik saya. Terimakasih banyak atas arahan dan nasihat yang bapak berikan selama kegiatan perkuliahan, semoga bapak keluarga diberikan keselamatan baik didunia maupun akhirat, Aamiin yaa Rabbal 'alamin.
8. Seluruh Dosen, Tenaga Pengajar, serta Admin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. Terimakasih atas kebaikan yang telah bapak dan ibuk berikan selama ini, semoga Allah membalas kebaikan dan pertolongan yang bapak dan ibuk berikan. Aamiin yaa Rabbal 'alamin.
9. Sahabat-sahabat saya, Rianto, Andika Hardiansyah, Febriansyah, Novriando Romadhoni atas semua canda tawa yang telah kita lalui bersama dengan banyaknya pengalaman berharga serta cerita yang kita ukir selama dibangku perkuliahan. Semoga garis takdir dapat mempertemukan kita dilain waktu dengan semua tujuan yang akan kita capai, setelah meninggalkan Kampus Kuning Tercinta (Universitas Sriwijaya). Aamiin yaa Rabbal 'alamin.
10. Seluruh Jajaran Kabinet Spontan Uhuy IKMB UNSRI terimakasih telah menjadi rumah untuk kembali pulang, jayalah selalu IKMB UNSRI. Seluruh Jajaran Kabinet Koloni Semut Merah terimakasih atas semua kenangan yang telah kita ukir bersama, waktu yang singkat namun kenangan yang sangat melekat.
11. Teman-teman seperjuangan saya di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2021 serta kakak tingkat maupun adik tingkat yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terimakasih banyak atas semua kenangan berharga di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
12. Almamater saya tercinta, UNIVERSITAS SRIWIJAYA.
13. Teruntuk diri saya sendiri, Muhammad Ali Ridho. erjalanan ini baru dimulai. Masih banyak pelajaran, pengalaman, dan tantangan yang menanti di depan. Terima kasih telah bertahan dan melangkah sejauh ini. Tidak semua orang diberi kesempatan untuk menempuh pendidikan hingga tahap akhir perkuliahan, dan kamu telah membuktikan bahwa kamu mampu. Kamu hebat. Kamu telah tumbuh, belajar, dan berkembang. Skripsi ini adalah bukti nyata dari kerja keras,

ketekunan, dan keyakinanmu bahwa kamu bisa. Dan kamu *bisa* menjadi lebih dari ini.

MOTTO

“Berproses bukan untuk sempurna,
tapi untuk berkembang”

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
PRAKATA	v
LAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.6.1 Manfaat Jangka Panjang (Teoritis)	6
1.6.2 Manfaat Jangka Pendek (Praktis)	6
1.7 Spesifikasi Produk yang Diharapkan	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Pendidikan Kejuruan	9
2.1.1 Pendidikan Kejuruan secara umum	9
2.1.2 Pendidikan Kejuruan di Indonesia.....	9
2.2 Elemen Mesin.....	10

2.3	Roda Gigi	11
2.4	CAD/CAM Dasar	12
2.5	<i>Software Autodesk Inventor</i>	13
2.6	Bahan Ajar.....	14
2.6.1	Modul	15
2.6.2	<i>E-module</i>	15
2.7	<i>Project-Based Learning</i>	17
2.7.1	Pengertian <i>Project-Based Learning</i>	17
2.7.2	Keunggulan <i>Project-Based Learning</i>	17
2.7.3	Langkah-Langkah <i>Project-Based Learning</i>	18
2.8	<i>Research and Development (R&D)</i>	19
2.9	Penelitian yang Relevan	20
2.10	Kerangka Konseptual	21
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Jenis Penelitian	24
3.2	Waktu dan Tempat	24
3.3	Subjek dan Objek	24
3.4	Prosedur Pengembangan	24
3.5	Teknik Pengumpulan Data	29
3.5.1	Kuisisioner (Angket)	29
3.5.2	Lembar Observasi.....	29
3.6	Instrumen Angket	30
3.7	Teknik Analisis Data	32
3.7.1	Analisis Data Instrument Angket.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Penelitian	25
4.1.1	<i>Define</i> (Mendefinisikan).....	25
4.1.2	<i>Design</i> (Perancangan).....	36
4.1.3	<i>Develop</i> (Pengembangan).....	42
4.1.4	<i>Deploy</i> (Penyebaran)	56
4.2	Pembahasan	57

BAB V PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Konseptual.....	22
Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan <i>E-Module</i> Sumber: Hasil Modifikasi dari (Pramono, 2020) dan (Sholeh, 2011)	25
Gambar 4.1 Rancangan Cover.....	39
Gambar 4.2 Rancangan Daftar Isi	40
Gambar 4.3 Rancangan Judul Bab dan Isi Bab	40
Gambar 4.4 Rancangan Design Challenge	41
Gambar 4.5 Cover.....	42
Gambar 4.6 Daftar Isi	43
Gambar 4.7 Bab I. Pendahuluan.....	43
Gambar 4.8 Quiz.....	43
Gambar 4.9 Bab II. Teori & Konsep Dasar	44
Gambar 4.10 Bab III. Persiapan Proyek	44
Gambar 4.11 Bab IV. Aktivitas & Tugas	44
Gambar 4.12 Design Challenge.....	45
Gambar 4.13 Bab V. Rubrik Penilaian.....	45
Gambar 4.14 Daftar Pustaka.....	45
Gambar 4.15 Masukan dan saran oleh Validator Ahli Materi	48
Gambar 4.16 Perbaikan setelah Validasi oleh Ahli Materi	48
Gambar 4.17 Diagram Validasi Ahli Materi	48
Gambar 4.18 Masukan dan saran oleh Validator Ahli Media	50
Gambar 4.19 Perbaikan setelah Validasi oleh Ahli Media	50
Gambar 4.20 Diagram Validasi Ahli Media	51
Gambar 4.21 Revisi Individual try out	52
Gambar 4.22 Diagram Small Group	54
Gambar 4.23 Revisi hasil small group.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1 Lembar Observasi <i>Project-Based Learning</i>	30
Tabel 3.2 Kisi-kisi kuisisioner ahli materi (Sholeh, 2011).....	31
Tabel 3.3 Kisi-kisi kuisisioner ahli media (Sholeh, 2011)	31
Tabel 3.4 Kisi-kisi kuisisioner mahasiswa (Hariyanto, Didik & Triyono, Mochamad Bruri, 2020).....	31
Tabel 3.5 Kriteria Kepraktisan <i>E-module</i>	32
Tabel 3.6 Kriteria Kevalidan <i>E-module</i>	33
Tabel 4.1 Hasil Penilaian Validator Ahli Materi.....	47
Tabel 4.2 Hasil Penilaian Validator Ahli Media	49
Tabel 4.3 Saran/Masukan <i>Individual try out</i>	51
Tabel 4.4 Hasil <i>Small Group</i>	53
Tabel 4.6 Saran dan Masukan <i>Small Group</i>	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lembar Wawancara	69
Lampiran 2. Lembar Validasi Instrumen Angket	71
Lampiran 3. Angket Validasi Ahli Materi	76
Lampiran 4. Lembar Hasil Validasi Ahli Materi	80
Lampiran 5. Angket Validasi Ahli Media	82
Lampiran 6. Lembar Hasil Validasi Ahli Media.....	85
Lampiran 7. Angket Kepraktisan	86
Lampiran 8. Lembar Hasil Penilaian Kepraktisan Pengguna.....	87
Lampiran 9. Skor Individu Hasil <i>Small Group</i>	88
Lampiran 10. Dokumentasi Validasi Ahli Materi dan Ahli Media.....	89
Lampiran 11. Dokumentasi <i>Individual try out</i>	90
Lampiran 12. Dokumentasi Small Group (2 Pertemuan).....	91
Lampiran 13. Lembar Observasi <i>Project-Based Learning</i>	92
Lampiran 14. RPS Mata Kuliah CAD/CAM Dasar	93
Lampiran 15. Pengajuan Usul Judul Skripsi	97
Lampiran 16. Surat Keterangan Verifikasi Pengajuan Judul Skripsi	98
Lampiran 17. Surat Keterangan Pembimbing Skripsi.....	99
Lampiran 18. Surat Tugas Validator	101
Lampiran 19. Surat Izin Penelitian.....	102
Lampiran 20. Surat Keterangan Bebas Pustaka FKIP.....	103
Lampiran 21. <i>Story Board E-module</i>	104
Lampiran 22. Surat Keterangan Bebas Laboratorium PTM FKIP	107
Lampiran 23. Kartu Bimbingan Skripsi	108
Lampiran 24. SK Ujian Akhir Skripsi	110

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* MATERI RODA GIGI BERBASIS
PROJECT-BASED LEARNING PADA MATA KULIAH ELEMEN MESIN
DINAMIS DAN CAD/CAM DASAR**

Oleh:

Muhammad Ali Ridho

NIM: 06121182126009

Pembimbing: Dr. M. Amri Santosa, S.T., M.Pd.

Pendidikan Teknik Mesin

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan studi pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan *e-module* berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi roda gigi dalam mata kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model *The Holistic 4D* (*Define, Design, Develop, Deploy*). Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap Tahun Akademik 2024/2025. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Instrumen penelitian berupa angket validasi ahli dan kepraktisan mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan hasil uji kevalidan materi dan uji kevalidan media oleh validator *e-module* materi roda gigi berbasis *project-based learning* dengan hasil validasi materi 88,57% dan validasi media 90%. Kedua validasi didapatkan hasil akhir dengan kategori “Sangat Valid”. Berdasarkan hasil dari *small group* terhadap 28 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sangat praktis dengan nilai 64,10 dan persentase 91,51% dari hasil pengukuran ketiga indikator aspek penilaian yaitu aspek kegunaan, aspek kepuasan, aspek kemudahan penggunaan memiliki kategori “Sangat Praktis”, sehingga *e-module* yang dikembangkan sangat valid dan praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran mahasiswa. Maka dapat disimpulkan bahwa *e-module* materi roda gigi berbasis *project-based learning* dikategorikan sangat valid dan praktis.

Kata kunci: *Autodesk Inventor*; *e-module*; *Holistic 4D*; roda gigi; pembelajaran berbasis proyek.

**DEVELOPMENT OF E-MODULE OF GEAR MATERIAL BASED ON
PROJECT-BASED LEARNING IN DYNAMIC MECHANICAL ELEMENTS
COURSE AND BASIC CAD/CAM**

By:

Muhammad Ali Ridho

NIM: 06121182126009

Supervisor: Dr. M. Amri Santosa, S.T., M.Pd.

Mechanical Engineering Education Study Program

ABSTRACT

This research was a development study aimed at producing a project-based learning (PjBL) e-module on gear material for the course Dynamic Machine Elements and Basic CAD/CAM. The method used was Research and Development (R&D) with the Holistic 4D model (Define, Design, Develop, Deploy). The study was conducted during the even semester of the 2024/2025 academic year. The research subjects were students of the Mechanical Engineering Education Study Program at Sriwijaya University. The research instruments consisted of expert validation questionnaires and student practicality questionnaires. The results showed that the validation of the material and media by validators indicated that the gear material e-module based on project-based learning achieved a material validation score of 88.57% and a media validation score of 90%, both of which fell into the "Very Valid" category. Based on the small group trial involving 28 students, the e-module was also found to be highly practical, with a practicality score of 64.10 and a percentage of 91.51%. These results were based on three assessment indicators: usefulness, user satisfaction, and ease of use, all of which were categorized as "Very Practical." Therefore, it was concluded that the developed project-based learning e-module on gear material was categorized as very valid and practical for use in the student learning process.

Keywords: *Autodesk Inventor; e-module; Holistic 4D; gear; project-based learning.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era globalisasi mewajibkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Bersamaan dengan hal tersebut pemerintah telah melakukan berbagai Upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia (Hasibuan et al., 2020). Perguruan tinggi sebagai institusi tertinggi dalam jenjang kependidikan, merupakan wadah untuk menyiapkan mahasiswa dalam memahami serta menguasai Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Melalui kurikulum yang telah ditetapkan, setiap jurusan memastikan bahwa mahasiswa dapat mengambil bagian aktif dalam dunia industri dan masyarakat setelah lulus (Widhikdho, 2018). Namun, kualitas pendidikan tidak hanya terpusat pada perguruan tinggi. Sekolah menengah kejuruan (SMK) juga memiliki peran krusial dalam proses ini. Sesuai dengan tujuan dari Kementerian Pendidikan Nasional untuk mencetak manusia Indonesia yang cerdas dan berdaya saing pada tahun 2025, sehingga pendidikan menjadi hal yang sangat penting dalam kehidupan bangsa (Hasibuan et al., 2020).

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai salah satu jenjang pendidikan menengah di Indonesia dengan penghasil sumber daya manusia yang dibutuhkan dalam berbagai bidang keahlian (Parinsi M. T. et al., 2021). Hanafi dalam (Santika et al., 2023) menjelaskan bahwa secara umum tujuan pendidikan kejuruan terfokus pada keahlian praktis dan penerapan ilmu, SMK dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja yang relevan di berbagai bidang industri. Melalui kolaborasi antara SMK dan perguruan tinggi, serta dukungan dari pemerintah dan industri, pendidikan di Indonesia dapat bergerak menuju kualitas yang lebih baik, sehingga siap menghadapi tantangan global dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan bangsa. UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 1 ayat (1) Tentang Sistem Pendidikan Nasional disebutkan bahwa “Pendidikan mempunyai arti dalam proses belajar mengajar, peserta didik didorong berperan aktif dalam mengembangkan

potensi dirinya sehingga memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan oleh dirinya, masyarakat, bangsa dan Negara”.

Dunia Pendidikan Teknik, khususnya pada bidang Teknik Mesin. Pemahaman Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) menjadi hal penting bagi Mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya, mempunyai sebuah visi pengembangan SDM yang unggul dan riset serta tanggap dalam perkembangan IPTEKS (FKIP, 2024). Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan upaya untuk menyelaraskan pembelajaran agar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan mahasiswa serta tuntutan industri. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin mempelajari dua bidang ilmu yang berbeda antara pendidikan dan bidang teknik mesin, terdapat matakuliah yang mempelajari tentang elemen mesin dinamis. Mata kuliah ini membahas konsep dasar elemen mesin dinamis, perancangan dan berbagai pengoperasian berbagai elemen mesin salah satunya roda gigi. Menurut Safira et al., (2020) roda gigi berfungsi untuk mentransmisikan daya dari poros penggerak ke poros yang akan digerakkan. Selain itu, roda gigi juga memiliki peran penting dalam memengaruhi efisiensi, kekuatan, dan kinerja suatu mesin.

Penggunaan teknologi tidak terlepas dalam pembelajaran. Peran teknologi dalam pendidikan di era globalisasi merupakan hasil dari perkembangan ilmu pengetahuan, yang terjadi di dunia pendidikan (Lestari, 2018). Dalam pembuatan roda gigi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dibantu dengan menggunakan teknologi *software Autodesk Inventor*. *Autodesk Inventor* adalah sebuah *software* CAD (*Computer-Aided Design*) yang digunakan untuk mendesain, menganalisis, dan memvisualisasikan suatu produk dalam bentuk 3D.

Proses belajar mengajar melibatkan empat komponen utama yaitu pengajar (dosen, guru, instruktur dan tutor), siswa/mahasiswa (peserta didik), bahan ajar yang digunakan pengajar, dan tempat pembelajaran (Dzulfikri A. & Wahyu Dwi Kurniawan, 2019). Peran seorang pengajar sangatlah vital dalam proses belajar mengajar. Mereka adalah tokoh pendidik yang memiliki pemahaman dan keterampilan untuk menyampaikan ilmu dan informasi kepada siswa. Keberhasilan

dalam pembelajaran sangat tergantung pada kemampuan pengajar untuk memberikan bimbingan yang efektif.

Media seperti alat ataupun bahan ajar merupakan suatu hal yang penting dalam proses pembelajaran. Husada Syahda Puspita et al., (2020) menjelaskan bahwa bahan ajar adalah suatu materi pembelajaran yang disusun secara sistematis, yang digunakan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran di sekolah. Dari pernyataan tersebut penting bagi seorang pengajar untuk membuat atau membawa bahan ajar pada saat pembelajaran berlangsung selain untuk memudahkan seorang pengajar dalam menyampaikan suatu ilmu ataupun sebuah informasi bahan ajar juga merupakan sebuah media yang membantu suatu pembelajaran lebih efektif dan menarik. Bahan ajar dapat berupa seperti buku ajar, modul ajar, buku panduan, video pembelajaran dan lain sebagainya.

Perkembangan teknologi yang cepat di era globalisasi saat ini telah mendorong pergeseran dari penggunaan teknologi cetak menuju teknologi komputer dalam proses pembelajaran. Modul-modul yang sebelumnya disajikan dalam bentuk cetak, kini diubah ke dalam format elektronik sehingga menjadi modul elektronik atau yang sering disebut sebagai *E-module*. (Redy Winatha et al., 2018). Pramana dalam (Rahayu I. & Sukardi, 2020) menjelaskan bahwa modul elektronik atau *E-module* merupakan bahan ajar yang tersusun secara sistematis dan dapat menyajikan materi secara terstruktur dengan berisi materi dan soal latihan yang memudahkan mahasiswa mempelajari materi. *E-module* merupakan suatu bahan ajar yang terstruktur dan dapat memudahkan mahasiswa dalam belajar secara mandiri serta mendalami suatu materi. Dengan adanya *E-module* diharapkan dapat meningkatkan kualitas belajar mahasiswa.

Proses pembelajaran melibatkan berbagai model, pendekatan, metode, dan strategi yang digunakan baik dalam teori maupun praktik. Menurut Zega (2022) PjBL adalah jenis pendidikan kreatif di mana mahasiswa dihadapkan pada tugas-tugas yang semakin menantang. Saat berhadapan dengan isu-isu yang sulit, dibutuhkan riset dan tindakan yang terfokus pada suatu masalah dengan tugas multidisiplin, sehingga membuat suatu produk. Sedangkan Putri et al., (2021) mengungkapkan kelebihan dari model tersebut adalah dalam suatu kegiatan

pembelajaran peserta didik dapat menghasilkan suatu produk dalam kegiatan pembelajaran secara mandiri. Dengan menggunakan model PjBL dalam pembelajaran mahasiswa dapat berfokus dalam mengerjakan suatu tugas dengan meningkatkan daya berpikir kritis dalam memecahkan suatu masalah sehingga menciptakan suatu produk akhir.

Pembelajaran yang dilakukan di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya menggunakan bahan ajar dalam bentuk seperti Ppt, modul ajar, *jobsheet*, video pembelajaran. Penulis melakukan proses pra-penelitian terhadap mahasiswa PTM 2021 dan PTM 2022 dengan metode wawancara, penulis juga melakukan wawancara terhadap dosen mata kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar terlampir dilampiran 1. Kesimpulan dari hasil wawancara tersebut pada pembelajaran Elemen Mesin Dinamis materi roda gigi bahan ajar yang digunakan berbentuk file pdf berupa buku ajar yang menggunakan bahasa inggris, ditemukan beberapa kesulitan yang dialami oleh mahasiswa yaitu dari segi bahasa yang membuat sebagian mahasiswa harus menerjemahkannya terlebih dahulu untuk memahami materi tersebut dan juga latar belakang dari lulusan SMA/SMK/MA yang belum mendalami tentang Ilmu Elemen Mesin serta belum adanya bahan ajar yang dibuat secara terstruktur pada pembelajaran roda gigi.

Pembelajaran CAD/CAM Dasar masih bersifat konvensional yaitu dengan metode ceramah, video tutorial, dan demonstrasi. Bahan ajar yang digunakan berupa Ppt, data *catalog gear*, video pembelajaran tutorial, *jobsheet* roda gigi, *technical report* serta modul ajar *inventor* yang berisi materi pengenalan *inventor*. Kesulitan yang dialami oleh mahasiswa dari bahan ajar yang digunakan belum terdapat langkah-langkah pembuatan roda gigi pada *software Autodesk Inventor*. Setelah melakukan proses pra-penelitian dengan metode wawancara. Penulis dapat menyimpulkan dari proses pembelajaran yang dilakukan pada matakuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar perlunya pengembangan bahan ajar berbentuk *E-module* berbasis *Project-Based Learning* untuk membuat proses pembelajaran lebih terstruktur dan dengan menggunakan model *Project Based-Learning* dapat meningkatkan daya berpikir kritis mahasiswa dalam memecahkan suatu masalah serta dapat menghasilkan suatu produk yang mereka kerjakan secara

individu maupun kelompok. Oleh sebab itu penulis membuat penelitian yang berjudul “Pengembangan *E-Module* Materi Roda Gigi Berbasis *Project-Based Learning* Pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian di latar belakang, maka identifikasi masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bahan ajar berbentuk buku ajar berupa file pdf menggunakan bahasa inggris, serta belum ada bahan ajar secara terstruktur pada pembelajaran roda gigi Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar di Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya.
2. Latar belakang mahasiswa PTM dari lulusan SMA/SMK/MA yang belum mendalami tentang materi Roda Gigi (Perhitungan roda gigi dan desain roda gigi).
3. Pembelajaran bersifat konvensional bersifat metode ceramah, video tutorial, dan demonstrasi.
4. Bahan ajar yang digunakan hanya menjelaskan materi tidak dengan langkah-langkah pembuatan roda gigi.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah maka perlunya ada batasan masalah agar peneliti lebih fokus dalam mengatasi permasalahan yang terjadi. Penelitian ini memfokuskan pada pengembangan bahan ajar berbentuk *E-module* materi roda gigi berbasis *Project Based-Learning* pada mata kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar. Materi yang disajikan berkaitan dengan perhitungan modul roda gigi lurus, pembuatan roda gigi lurus menggunakan *Software Autodesk Inventor*, dan pencetakan model 3D berbasis *Project Based-Learning*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana produk *E-module* Materi Roda Gigi Berbasis *Project-Based Learning* pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar yang valid?
2. Bagaimana *E-module* Materi Roda gigi berbasis *Project-Based Learning* pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar yang praktis?

1.5 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan uraian rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan bahan ajar dalam bentuk *E-module* Materi Roda Gigi Berbasis *Project Based-Learning* pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar yang valid.
2. Mengetahui kepraktisan *E-module* Materi Roda Gigi Berbasis *Project Based-Learning* pada Mata Kuliah Elemen Mesin Dinamis dan CAD/CAM Dasar.

1.6 Manfaat Penelitian

Penulis mengharapkan beberapa manfaat dari penulisan dan hasil jadi *E-module* antara lain:

1.6.1 Manfaat Jangka Panjang (Teoritis)

Dalam manfaat jangka panjang (teoritis) penulis menginginkan kebermanfaatan secara luas antara lain:

- a. Membuat pembaca mendapatkan pengetahuan baru tentang materi roda gigi khususnya roda gigi lurus.
- b. Menjadi salah satu rujukan dalam mengembangkan *E-module* berbasis PjBL.

1.6.2 Manfaat Jangka Pendek (Praktis)

1. Bagi Dosen

Membantu dalam proses pembelajaran dalam menjelaskan sebuah materi dengan menggunakan pembelajaran yang inovatif

2. Bagi Mahasiswa

Diharapkan *E-module* yang telah dibuat dapat bermanfaat untuk meningkatkan daya berpikir kritis mahasiswa dalam memecahkan suatu masalah dan meningkatkan kualitas belajar mahasiswa.

1.7 Spesifikasi Produk yang Diharapkan

- a. *E-module* dikembangkan melalui *Platform Canva* dan disajikan dalam bentuk link website.
- b. Materi yang disajikan berkaitan dengan perhitungan modul roda gigi dan pembuatan roda gigi menggunakan *Software Autodesk Inventor* berbasis *Project Based-Learning*.
- c. Menjadi bahan ajar yang valid dan praktis dalam bentuk *E-module*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, S., Sutrisno, & Qoriati Mushafanah. (2019). Pengembangan Media KOPER (Kotak Permainan) pada Tema 7 Kebersamaan. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 3, 159–165.
- Aisyah, S., Evih Noviyanti, & Triyanto. (2020). Bahan Ajar Sebagai Bagian Dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Salaka*, 2, 62–65. <https://journal.unpak.ac.id/index.php/salaka/article/view/1838/1497#>
- Alfauzi A. S, Purnomo, A., Tjahjono, B., sa, N., Program Studi Teknik Mesin, adah, Teknik Mesin, J., Negeri Semarang JIProfHSudarto, P., & Tembalang, S. (2019). Pembuatan Roda Gigi dari Bahan Serbuk Logam Tembaga dan Alumunium dengan Proses Kompaksi. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 14, Issue 3). <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- Ambiyar, Waskito, & Hendri N. (2022). *Elemen Mesin*.
- Anggraini, P. D. & S. S. W. (2021). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(2). <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpap>
- Ardiansyah, A. (2023). Pengembangan Bahan Ajar PAI Berbasis Model Mind Mapping pada Materi Sholat Berjamaah Kelas II di SDN 2 Keniten. *Social Science Academic*, 1, 201–212. <https://doi.org/10.37680/ssa.v1i1.3363>
- Asfahani. (2019). Model Pengembangan Bahan Ajar Aqidah Akhlak. *Qalamuna - Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 11.
- Azzahra U., Fitri Arsih, & Heffi Alberida. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project-Based Learning (Pjbl) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi: Literature Review. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 03, 49–60. <http://journal.moripublishing.com/index.php/biochephy>
- Deans, M. (2021, March 17). What is CAM (Computer-Aided Manufacturing)? *Autodesk.Com*.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*.
- Dzulfikri A. & Wahyu Dwi Kurniawan. (2019). Pengembangan Modul Ajar Perencanaan Elemen Mesin Pokok Bahasan Pemilihan Susunan Transmisi Roda Gigi dan Jenisnya Pada Mata Kuliah Teknik Merancang. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8.
- Edi, E. (2021, May 26). *Prinsip Dasar Pendidikan Kejuruan*. Educhannel.
- Fatah A. & Rusli Ismail. (2017). *Elemen Mesin Ia*.

- FKIP. (2024). “FKIP. Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.” FKIP-Unsri.Id. https://fkip-unsri.id/program_studi/12/detail
- Forhad, H. (2024). *Apa itu Autodesk Inventor dan Bagaimana Cara Kerjanya*. Interscale.Id.
- Hartono Deni Puji & Siti Asiyah. (2019). PjBL Untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa: Sebuah Kajian Deskriptif Tentang Peran Model Pembelajaran Pjbl Dalam Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Dosen Universitas PGRI Palembang, Prosiding Dosen Universitas PGRI Palembang Edisi 20*.
- Hasibuan, V. R., Simorangkir, M., & Sudrajat, A. (2020). *The Development of E-Module Biomolecules for Enzyme Integration of Project Based Learning Models in Accordance with the KKN Curriculum*. 488(Aisteel), 36–41.
- Hidayah A. K., Sentot Budi Rahardjo, & Sulistyo Saputro. (2024). Pengembangan Modul Projek Ipas Pada Jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) Di SMKN 1 Ngrayun Ponorogo. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 11, 625. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v11n2.p625--638>
- Hidayat, A., & Irawan, I. (2017). Pengembangan LKS Berbasis RME Dengan Pendekatan Problem Solving Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Journal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1, 51–63.
- Husada, S. P., Taufina, & Ahmad Zikri. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Pembelajaran Tematik Dengan Menggunakan Metode Visual Storytelling Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4, 419–425. <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/373/pdf>
- Irawan, A. P. (2009, August). *Diktat Elemen Mesin Disusun oleh*. Universitas Tarumanagara. https://api2012.weebly.com/uploads/1/2/3/1/12314186/agustinus_purna_irawan_diktat_elemen_mesin_2009.pdf
- Irwanto. (2021). Link And Match Pendidikan Kejuruan Dengan Dunia Usaha dan Industri di Indonesia. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2, 1–1.
- Jusuf H. & Ahmad Sobari. (2021). Pelatihan Pembuatan Modul Pembelajaran Untuk Mendukung Pembelajaran Online. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat TEKNO*, 2, 33–38.
- Kadek D. I, I Nyoman Jampel, & Alexander Hamonangan Simamora. (2018). Pengembangan E-Modul Ipa Berorientasi Pendidikan Karakter di Smp Negeri 1 Singaraja. *Jurnal EDUTECH Universitas Pendidikan Ganesha*, 6, 53–65.
- Kemdikbud. (2018). *Spektrum SMK 2018*. https://repositori.kemdikbud.go.id/18231/1/Spektrum_Keahlian_Pendirjen_Nomor_06_Tahun_2018.pdf

- Khulsum U., Yusak Hudiyono, & Endang Dwi Sulistyowati. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Menulis Cerpen Dengan Media StoryBoard Pada Siswa Kelas X SMA. *Diglosia*, 1, 1–12.
- Laili I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3, 1–10. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIPP/article/view/21840/13513>
- Lestari F., Asep Sukenda Ekok, & Riduan Febriandi. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Problem Based Learning Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5, 394–405. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.628>
- Lestari, S. (2018). Peran Teknologi Dalam Pendidikan di Era Globalisasi. *Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2. <https://ejournal.unuja.ac.id/index.php/edureligia>
- Mahande, R. D. (2023). *Pengantar Pendidikan Kejuruan* (Fadhli Rahmat, Ed.; Pertama). Indonesia Emas Group.
- Mulyadi. (2018). *Buku Ajar CAD/CAM* (Sartika Budi Septi, Ed.; Pertama). UMSIDA Press. <https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/978-602-5914-10-2/821>
- Muqit, A. (2020). Buku Ajar Aplikatif CAD/CAM & Pemrograman CNC. In *Contextual Approach Pada CAD-CAM & Pemrograman CNC*. POLINEMA PRESS. https://www.researchgate.net/publication/342886998_Buku_Ajar_Aplikatif_CADCAM_Pemrograman_CNC
- Nadeak E., Febie Elfaladonna, & Malahayati. (2023). Pelatihan Pembuatan Modul Ajar Interaktif Bagi Guru dengan Menggunakan Canva (Studi Kasus: SDN 204 Palembang). *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 2, 201–206. <https://doi.org/10.59025/js.v2i3.103>
- Octaviyani, I., Yaya Sukjaya Kusumah, & Aan hasanah. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Melalui Model Project-Based Learning Dengan Pendekatan STEM. *Journal on Mathematics Education Research*, 1. <https://ejournal.upi.edu/index.php/JMER/article/view/24569/0>
- Parinsi M. T., Alfrina Mewengkang, & Tessa Rantung. (2021). Perancangan Sistem Informasi Sekolah di Sekolah Menengah Kejuruan. In *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi* (Vol. 1, Issue 3).
- Pramono, Z. H. (2020). *Pengembangan Modul Pembelajaran CAM untuk Mata Pelajaran Teknik Pemesinan CNC dan CAM SMK Negeri 1 Magelang*

- [Tugas Akhir Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta].
<https://eprints.uny.ac.id/67711/>
- Pratama A. W, Nopriyanti, Elfahmi Dwi Kurniawan, & Harlin. (2022). Pengembangan Video Tutorial Menggambar Roda Gigi Kerucut Menggunakan Autocad. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 9. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/ptm/index>
- Putri F. P. W., Henny Dewi Koeswanti, & Sri Griarti. (2021). Perbedaan Model Problem Based Learning Dan Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3, 496–504. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i2.356>
- Rachman A., E. Yochanan, Andi Ilham Samanlangi, & Hery Purnomo. (2024). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Ismaya Bambang, Ed.; 1st ed.). CV Saba Jaya Publisher. https://www.researchgate.net/publication/377469385_Metode_Penelitian_Kuantitatif_Kualitatif_dan_R&D
- Rahayu I. & Sukardi. (2020). The Development Of E-Modules Project Based Learning for Students of Computer and Basic Networks at Vocational School. *Journal of Education Technology*, 4, 398–403.
- Rahmanto, Y. (2023). Tips Membuat Media Pembelajaran dengan Mudah. *Ftik.Teknokrat.Ac.Id*. <https://ftik.teknokrat.ac.id/tips-membuat-media-pembelajaran-digital-dengan-mudah/>
- Rangkuti, A. N. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, PTK, dan Penelitian Pengembangan* (Lubis Mara Samin, Ed.). Citapustaka Media. <https://repo.uinsyahada.ac.id/951/1/Ahmad%20Nizar%20Rangkuti%20-%202016%20-%20Metode%20Penelitian%20Pendidikan%20.pdf>
- Redy Winatha, K., Suharsono, N., & Agustini, K. (2018). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Proyek Mata Pelajaran Simulasi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15, 188. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/issue/view/851>
- Rehani, A., & Mustofa, T. A. (2023). Implementasi Project Based Learning dalam Meningkatkan Pola Pikir Kritis Siswa di SMK Negeri 1 Surakarta. In *Jurnal Kependidikan* (Vol. 12, Issue 4). <https://jurnaldidaktika.org>
- Reigeluth, C. M., & An, Y. (2021). *Merging the Instructional Design Process with Learner-Centered Theory: The Holistic 4D Model*.
- Safira H., Slamet Sutjipto, & Haruman Wiranegara. (2020). Characteristics of Effect of Sintering Temperature fn Hardness, Porosity and Shrinkage of Spur Gear Made from Iron Powder. *Jurnal Metal Indonesia*, 42. <http://www.jurnalmetal.or.id/index.php/jmi>

- Sakti E. O. T & Dwi Rahdiyanta. (2019). Pengembangan Modul Proses Pembuatan Roda Gigi Helix di SMK N 2 Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 7. <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/mesin/article/view/14747/14308>
- Santika A., Eva Riris Simanjuntak, Rizky Amalia, & Siti Rainy Kurniasari. (2022). Peran Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan Dalam Memosisikan Lulusan Siswanya Mencari Pekerjaan. *Paedagoria : Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, 14(1), 84–94. <https://doi.org/10.31764>
- Šercer, M., Sercer, M., Pokopec, I. M., Branilovic, M. G., & Pofuk, M. (2020). *Parametric Design of Spur Gear*. 10–11. <https://www.researchgate.net/publication/365824762>
- Sholeh, A. S. (2011). *Pengembangan Modul Pada Mata Pelajaran CNC Dasar Kelas XI Di Smk Muhammadiyah 3* [Universitas Negeri Yogyakarta]. <https://eprints.uny.ac.id/31077/1/Achmad%20Shofyan%20Sholeh%2008503242021.pdf>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.
- Suharno, Nugroho Agung Pambudi, & Budi Harjanto. (2020). Vocational education in Indonesia: History, development, opportunities, and challenges. In *Children and Youth Services Review* (Vol. 115). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105092>
- Taupik R. P. & Yanti Fitria. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Pencapaian Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5, 1525–1531. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.958>
- Tickoo, S. (2019). *Autodesk Inventor Professional 2020 for Designers, 20th Edition* (20th ed.). Department of Mechanical Engineering Technology. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=8ynyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT18&dq=autodesk+inventor&ots=rotVmMZSGA&sig=5Au0zcTLVLwt_X7HuamMf26VrO0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- UU No. 20 Tahun 2003. (2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. https://jdih.kemdikbud.go.id/sjdih/siperpu/dokumen/salinan/UU_tahun2003_nomor020.pdf
- Wibawa, L. A. N. (2018). *Merancang Komponen Roket 3D dengan Autodesk Inventor* (K. Anggraini, Ed.; 1st ed.). bukuKatta. <https://www.researchgate.net/publication/329523531>

- Widhikdho A. P. & Wahyu Dwi Kurniawan. (2018). Pengembangan Modul Ajar Perencanaan Elemen Mesin Pokok Bahasan Perhitungan Daya dan Pemilihan Motor Penggerak Pada Mata Kuliah Teknik Merancang. *JPTM: Jurnal Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya*, 07, 08–14.
- Yani L. I & Taufina Taufik. (2020). Penerapan Model Project Based Learning Dalam Pembelajaran Tematik Terpadu di Kelas V Sekolah Dasar (Studi Literatur). *E-Jurnal Inovasi Pembelajaran SD*, 8. <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/pgsd>
- Yuliana V., Jimmi Copriady, & Maria Erna. (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Interaktif Berbasis Pendekatan Saintifik Menggunakan Liveworksheets pada Materi Laju Reaksi. *JIPK*, 17. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK>
- Yuliardi T. P., Irma Yulia Basri, Fadli Hernando, & Azhar Afrizal. (2022). Penerapan Pembelajaran Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic) Pada Mahasiswa Mata Kuliah CAD. *Research In Education and Technology (REGY)*, 1(1). <https://doi.org/10.56248/regy.v1i1.72>
- Zega, A. (2022). Implementasi Pembelajaran Inovatif Model Project Based Learning pada Mata Kuliah Konstruksi Bangunan. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4, 4398–4407. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2861>