

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING* (SLAM) BERBASIS *LIGHT DETECTION AND RANGING* (LIDAR) SEBAGAI PENUNJANG MATERI PEMBELAJARAN ROBOTIK PADA MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO

Moch Wahyu Suherman

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
mochwahyu.21060@mhs.unesa.ac.id

Fendi Achmad

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
fendiachmad@unesa.ac.id

Nur Kholis

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
nurkholis@unesa.ac.id

Agus Wiyono

Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas
Negeri Surabaya
aguswiyono@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi robotika di era modern terus mengalami peningkatan pesat dan telah banyak dimanfaatkan di berbagai sektor. Komponen penting dalam robot yakni sistem navigasi yang berguna agar robot dapat bergerak secara *autonomus* tanpa harus dikontrol. Salah satu teknologi sistem navigasi pada robot adalah metode navigasi *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) berbasis sensor *Light Detection and Ranging* (LIDAR) yang memungkinkan robot melakukan pemetaan atau survei ukuran ruangan secara *real-time* dengan cepat dan akurat. Teknologi ini telah diaplikasikan luas dalam berbagai jenis robot, namun bahan ajar yang komprehensif masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil kepraktisan dan keefektifan dari bahan ajar yang telah dikembangkan oleh peneliti. Harapan dari bahan ajar yang dikembangkan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap sistem navigasi SLAM berbasis LIDAR serta mendorong minat dalam bidang robotika. Penggunaan metode *Research and Development* (R&D) berbasis model ADDIE diterapkan pada penelitian ini. Model ini memungkinkan peneliti untuk secara sistematis mengembangkan bahan ajar mulai dari tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Metode eksperimen yang digunakan untuk penelitian ini yaitu *One-Shot Case Study*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat praktis dengan rata-rata persentase respon mahasiswa terhadap bahan ajar sebesar 90,1% serta bahan ajar sangat efektif terhadap hasil belajar mahasiswa dalam aspek kognitif maupun psikomotorik. Bahan ajar *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR) terbukti efektif dan memiliki potensi besar dalam pembelajaran robotika. Untuk optimalisasi, disarankan integrasi simulasi *real-time*, pemanfaatan platform *open source*, dan pengembangan modul praktikum bertahap.

Kata Kunci: SLAM, LIDAR, bahan ajar, robotika, teknik elektro, R&D

Abstract

The development of robotics technology in the modern era continues to increase rapidly and has been widely used in various sectors. An important component in a robot is a navigation system that is useful so that the robot can move autonomously without having to be controlled. One of the navigation system technologies on robots is the Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) navigation method based on Light Detection and Ranging (LIDAR) sensors that allows robots to map or survey room size in real time quickly and accurately. This technology has been widely applied in various types of robots, but comprehensive teaching materials are still limited. This study aims to determine the results of the practicality and effectiveness of the teaching materials that have been developed by researchers. It is hoped that the teaching materials developed can increase students' understanding of LIDAR-based SLAM navigation systems and encourage interest in the field of robotics. The use of the ADDIE model-based Research and Development (R&D) method was applied in this study. This model allows researchers to systematically develop teaching materials starting from the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. The experimental method used for this study is the One-Shot Case Study. The results of the study showed that the teaching materials developed met the criteria of being very practical with an average percentage of student responses to teaching materials of 90.1% and teaching materials were very effective on student learning outcomes in cognitive and psychomotor aspects. Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) teaching materials based on Light Detection and Ranging (LIDAR) have proven to be effective and have great potential in robotics learning. For optimization, it is recommended to integrate real-time simulations, utilize open source platforms, and develop gradual practicum modules.

Keywords: SLAM, LIDAR, teaching materials, robotics, electrical engineering, R&D

PENDAHULUAN

Perkembangan robot pada zaman modern kian sangat meningkat di berbagai belahan dunia dikarenakan robot sangat bermanfaat bagi manusia. Robot sangat membantu di berbagai sektor, mulai dari sektor pertanian, industri manufaktur, transportasi logistik, maupun keamanan dan pertahanan. Robot dapat dijalankan secara *autonomus* maupun manual melalui remot kontrol. Robot *autonomus* biasanya memiliki sebuah sistem navigasi yang digunakan untuk pemetaan lingkungan robot agar robot dapat berjalan secara otomatis, navigasi tersebut diperoleh dari pembacaan sensor – sensor yang telah terpasang pada robot. Berdasarkan uraian diatas, maka dari itu pentingnya untuk memahami sistem yang terdapat pada robot terutama sistem navigasi.

Metode navigasi yang digunakan oleh robot sangat banyak. Salah satu teknologi navigasi yang digunakan dalam robot adalah SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) yang dikombinasikan dengan sensor LIDAR (*Light Detection and Ranging*). Menggunakan metode SLAM yang berbasis LIDAR memungkinkan untuk dengan cepat dan secara akurat memetakan atau mensurvei ukuran ruangan yang dimana jika dilaksanakan tidak secara otomatis maka akan memakan waktu yang cukup lama (Hess dkk., 2016). Sistem SLAM dapat secara real time dapat memperkirakan posisi robot di dalam ruangan (Alsadik, B., & Karam, S. 2021). Secara prinsip, sistem navigasi tersebut beroperasi dengan memanfaatkan sensor LIDAR yang mengirimkan sinar laser ke sekitarnya dan menghitung waktu yang diperlukan untuk sinar tersebut kembali ke titik asalnya. Ini memungkinkan robot untuk membuat pemetaan lingkungan dalam dimensi 2D atau 3D dan secara kontinu memantau posisinya secara *real-time* (Asyikin dkk., 2020).

Navigasi menggunakan metode SLAM yang berbasis LIDAR di Indonesia sendiri telah banyak dipakai diberbagai sistem robot, seperti pada salah satu robot yang dilombakan di KRI (Kontes Robot Indonesia) dibagian devisi Kontes Robot SAR Indonesia (KRSI) yang dimana sistem tersebut digunakan untuk memetakan arena sebagai navigasi pada robot tersebut. Sistem SLAM yang berbasis LIDAR tidak hanya dapat digunakan pada robot darat saja, tetapi juga dapat digunakan pada robot udara, seperti contoh pada robot yang dilombakan oleh mahasiswa Universitas Negeri Surabaya pada KRTI (Kontes Robot Terbang Indonesia) dibagian devisi VTOL (*Vertical Takeoff and Landing*) yang dimana juga digunakan untuk memetakan ruangan agar drone dapat bergerak dengan stabil di dalam ruangan tersebut. Pentingnya sistem navigasi ini pada robot agar dapat melakukan navigasi dan pemetaan secara otonom. Namun, meskipun teknologi ini penting, materi pembelajaran terkait belum sepenuhnya

tersedia dalam bentuk bahan ajar yang menyeluruh serta aksesibel bagi mahasiswa dalam memperdalam materi terkait navigasi SLAM berbasis LIDAR.

Pentingnya pengembangan bahan ajar yang efektif mengenai SLAM berbasis LIDAR tidak bisa diabaikan, karena hal tersebut akan memberikan pengetahuan dan keterampilan praktis kepada mahasiswa teknik elektro. Bahan ajar yang baik harus mampu menjelaskan konsep dasar SLAM, cara kerja LIDAR, serta bagaimana teknologi ini dapat diterapkan dalam proyek robotika. Dengan bahan ajar yang memadai, mahasiswa akan lebih terbekali untuk mengatasi berbagai rintangan yang akan muncul di dunia kerja yang dimana semakin mengandalkan teknologi canggih dalam operasional sehari-hari. Bahan ajar yang terstruktur dengan baik akan sangat mendukung mahasiswa dalam proses pembelajaran. Mahasiswa tidak hanya mendapatkan pemahaman teoretis, tetapi juga diharapkan memperoleh kemampuan untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam proyek nyata. Ini akan membantu mereka mengembangkan keterampilan analitis dan praktis yang diperlukan untuk menjadi profesional yang kompeten di bidang teknik elektro dan robotika.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar mengenai *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR) yang dapat digunakan sebagai penunjang materi pembelajaran robotika bagi mahasiswa teknik elektro. Diharapkan bahwa bahan ajar ini tidak hanya meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang teknologi SLAM dan LIDAR, tetapi juga meningkatkan minat dan motivasi mereka dalam mempelajari bidang robotika.

METODE

1. Metode Penelitian

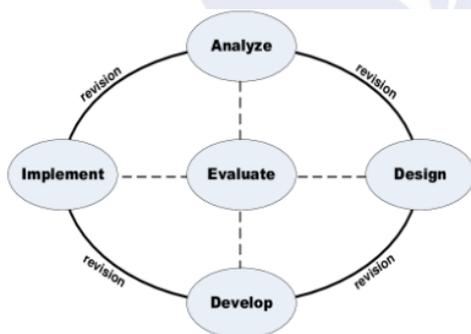
Penelitian dengan judul Pengembangan Bahan Ajar *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR) sebagai Penunjang Materi Pembelajaran Robotik Pada Mahasiswa Teknik Elektro ini menggunakan metode *research and development* (R&D). Metode ini merupakan pendekatan terstruktur dimana biasanya bertujuan untuk menciptakan inovasi baru, termasuk pengetahuan, teknologi, serta produk tertentu dengan tujuan untuk meningkatkan pengetahuan dalam hal tertentu (Haryati, 2012). Dalam dunia pendidikan metode ini biasanya memiliki tujuan untuk menghasilkan, menciptakan, atau mengembangkan produk tertentu yang dimana produk tersebut akan diuji keefektifannya (Sugiyono, 2013:297).

Harapan melalui *research and development* (R&D), produk yang dihasilkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan, terutama dalam menghasilkan lulusan yang berkualitas. Penelitian ini menekankan pada tujuan untuk menghasilkan sebuah produk

pengembangan bahan ajar *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) Berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR) sebagai Penunjang Materi Pembelajaran Robotik pada Mahasiswa Teknik Elektro.

Model ADDIE diterapkan pada penelitian ini dalam melakukan analisa hasil kualitas bahan ajar. Model ADDIE dipilih dalam R&D pengembangan bahan ajar karena menyediakan struktur yang jelas dan sistematis. Model ADDIE memiliki kepanjangan yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi) (Wibawa, 2017). Dengan menerapkan langkah-langkah dalam model ADDIE, proses pengembangan materi pembelajaran menjadi lebih terstruktur dan terencana.

Molenda (2003) menyatakan bahwa metode ADDIE merupakan sebuah kerangka kerja yang efektif dalam pengembangan bahan ajar, karena menyediakan struktur yang sistematis dan berulang. Metode ini memungkinkan para pengembang untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, merancang solusi yang sesuai, mengembangkan materi, melaksanakan pembelajaran, dan terus-menerus mengevaluasi hasilnya.



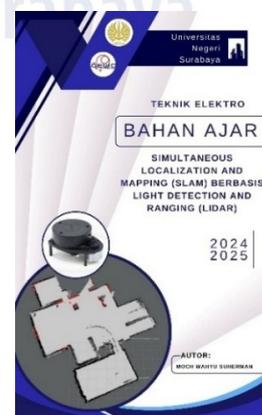
Gambar 1. Tahapan Model ADDIE
(Sumber: Anggraeni dkk., 2019)

Gambar 1 memperlihatkan secara jelas langkah-langkah penerapan metode ADDIE dalam penelitian ini. Terdapat lima fase utama, mulai dari analisis awal hingga evaluasi akhir. Tahap *Analysis* dalam penelitian ini sendiri memiliki tujuan yaitu untuk memahami secara mendalam kebutuhan dan tantangan yang dihadapi dalam pengembangan bahan ajar (Cahyadi, 2019). Perancangan bahan ajar bertujuan untuk mendukung materi pembelajaran robotik terutama yang berkaitan dengan SLAM berbasis LIDAR bagi mahasiswa Teknik Elektro. Hasil pengamatan yang dilakukan peneliti terhadap mahasiswa Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya mengungkapkan berbagai aspek yang perlu dipertimbangkan dalam proses penyusunan bahan ajar agar hasil dalam proses penyusunan bahan ajar semaksimal mungkin sesuai dengan target.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Peneliti Terhadap Mahasiswa Teknik Elektro

No	Aspek yang Diamati	Hasil Pengamatan
1.	Materi bahan ajar	Robotika
2.	Sumber belajar	Tidak tersedianya bahan ajar (otodidak secara online).
3.	Keadaan mahasiswa	Sebagian besar mahasiswa tidak mengenal SLAM berbasis LIDAR.
4.	Kebutuhan bahan ajar	Bahan ajar yang menarik, meningkatkan motivasi, sesuai dengan tujuan pembelajaran serta mudah dipahami.

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1, dapat disimpulkan spesifikasi bahan ajar yang dibutuhkan sebagai penunjang dalam proses pembelajaran robotika. Tahap *Desain* mencakup penyusunan rencana atau blueprint yang menggambarkan bagaimana bahan ajar akan dirancang agar dapat dipelajari oleh pengguna dengan cara yang efektif dan efisien. Tahap ini dimulai dari pembuatan desain bahan ajar mengenai *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) yang berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR) melibatkan penyusunan materi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran serta perancangan sampul bahan ajar. Tahap ini sangat penting karena juga terdapat pembuatan desain materi yang akan diterapkan pada bahan ajar yang akan dibuat. Berikut merupakan desain sampul bahan ajar dan topik materi pada bahan ajar yang dibuat.



Gambar 2. Desain Sampul Bahan Ajar

Peneliti merancang topik materi dalam Tabel 2 untuk diterapkan pada bahan ajar penunjang pembelajaran robotika.

Tabel 2. Desain materi

Topik	Subtopik
SLAM	Konsep dasar SLAM, komponen utama SLAM (lokalisasi, pemetaan), tantangan dalam implementasi SLAM
LIDAR A1	Prinsip kerja lidar, spesifikasi lidar, dan tata cara penggunaan
SISTEM (penjelasan dan instalasi)	<ul style="list-style-type: none"> • Ubuntu 18.04 • ROS Melodic • Carthograper Ros
Pra-Proses dan Pemrosesan Data LIDAR	Pengambilan data LIDAR, filter dan pembersihan data, teknik registrasi poin, pembuatan peta dengan data LIDAR.
Studi Kasus dan Aplikasi Nyata	Robotika dan kendaraan otonom, pemetaan dan surveying, serta penggunaan di industri manufaktur.

Desain sampul dibuat semenarik mungkin agar dapat menarik motivasi mahasiswa dalam proses pembelajaran. Adapun desain materi yang diterapkan disusun dengan terstruktur untuk memudahkan dalam memahami materi yang terlampir pada bahan ajar. Setelah pembuatan desain sampul dan desain materi, selanjutnya alat penunjang pelajaran seperti laptop/komputer dan LIDAR A1 yang akan digunakan oleh peneliti yang dimana alat tersebut akan digunakan untuk mendesain sistem untuk penunjang pembelajaran

Fokus utama tahap *Development* adalah mengembangkan materi pembelajaran yang lengkap dan interaktif. Bahan ajar disusun berdasarkan hasil analisis dan desain sebelumnya. Proses pengembangannya meliputi pembuatan modul pembelajaran yang mencakup teori dasar SLAM dan LIDAR, studi kasus aplikasi, serta panduan praktikum yang memungkinkan mahasiswa secara langsung mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari melalui simulasi dan eksperimen nyata menggunakan perangkat LIDAR. Selain itu, materi didukung dengan video tutorial dan presentasi interaktif yang diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami konsep SLAM berbasis LIDAR dengan lebih mendalam. Evaluasi dan umpan balik dari mahasiswa digunakan secara iteratif untuk menyempurnakan bahan ajar ini, memastikan bahwa materi yang disajikan tidak hanya informatif tetapi juga menarik dan mudah dipahami. Tahap *Development* menghasilkan bahan ajar *final* yang siap untuk diterapkan dan diuji coba dalam situasi pembelajaran sebenarnya.

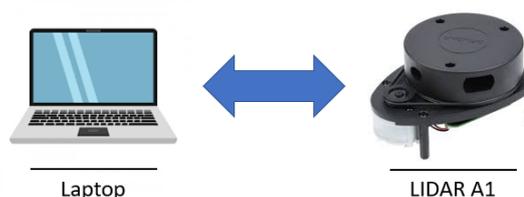
Tahap selanjutnya yaitu *Implementation*, bahan ajar yang sudah siap diterapkan saat pembelajaran sebenarnya pada mahasiswa Teknik Elektro yang

bergabung pada organisasi Dewo Robotik UNESA di Universitas Negeri Surabaya.



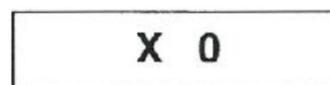
Gambar 3. Pendukung Materi Bahan Ajar

Sebagai pelengkap dari bahan ajar yang diterapkan dalam proses pembelajaran untuk mendukung materi yang disajikan kepada mahasiswa, peneliti menyajikan berbagai cara seperti pada Gambar 3 guna mempermudah mahasiswa dalam menyerap materi yang terdapat pada bahan ajar.



Gambar 4. Komponen Pendukung

Peralatan pendukung seperti laptop dan LIDAR yang disiapkan dan dipakai oleh peneliti sendiri pada saat proses pembelajaran untuk memberikan pengalaman langsung bagi mahasiswa. Selama proses implementasi, peneliti berperan aktif dalam memfasilitasi pembelajaran, memberikan arahan, dan memberikan dukungan kepada mahasiswa agar mereka dapat memahami materi secara optimal. Evaluasi formatif secara berkala dilakukan untuk memantau kemajuan mahasiswa dan menyesuaikan pendekatan pembelajaran sesuai kebutuhan mereka. Dengan demikian, fase implementasi ini dirancang agar dalam memahami konsep SLAM dan LIDAR dalam konteks robotika mahasiswa mendapatkan pengalaman pembelajaran yang efektif dan bermanfaat.



Gambar 5. *Design of Oneshot Case Study*
(Sumber: Sugiyono, 2013:74)

Keterangan:

- X = Penggunaan produk bahan ajar yang telah dikembangkan tentang *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) Berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR)
- O = Variabel Independen pada penelitian ini adalah bahan ajar *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR), sedangkan Variabel dependennya adalah hasil dari *Post Test* mahasiswa dalam pembelajaran

Tahap terakhir yaitu *Evaluation*. Pada tahap ini dilaksanakan proses penilaian yang bertujuan menentukan efektivitas bahan ajar yang telah digunakan. Metode *One-Shot Case Study* diterapkan pada penelitian ini, di mana sekelompok mahasiswa yang telah menerima pembelajaran dengan bahan ajar tersebut dievaluasi untuk menilai pemahaman dan keterampilan mereka. Hasil evaluasi dianalisis untuk menilai sejauh mana bahan ajar tersebut mendukung pembelajaran mahasiswa dan untuk mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki. Tahap evaluasi ini memastikan bahwa bahan ajar benar-benar bermanfaat dalam memenuhi pendidikan mahasiswa teknik elektro dalam bidang robotika.

2. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan saat peneliti menjadi mahasiswa di Universitas Negeri Surabaya di tahun ke - 4, lebih tepatnya pada semester 7 tahun ajaran 2024/2025. Tempat pelaksanaan penelitian di Lab Robotika gedung A9 Universitas Negeri Surabaya, Ketintang.

3. Sasaran, Subjek dan Objek Penelitian

Sasaran penelitian ini yaitu 30 Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya yang bergabung dalam organisasi Dewo Robotik UNESA. Bahan ajar *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR) berperan sebagai objek di penelitian ini. Sedangkan subjek dari penelitian ini meliputi Mahasiswa teknik elektro yang bergabung pada organisasi Dewo Robotik UNESA dalam proses pengumpulan data bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efektif dan praktis bahan ajar yang dihasilkan.

4. Analisis Penilaian Respon Mahasiswa

Terdapat dua data yang diperoleh pada penelitian ini yaitu data respon mahasiswa terhadap bahan ajar yang digunakan untuk mengukur hasil kepraktisan serta data tes pilihan ganda untuk mengukur hasil keefektifan bahan ajar. Penilaian respon mahasiswa menggunakan skala Likert yang dimana terdapat 1 sampai dengan 4 skor poin. Responden untuk menunjukkan sejauh mana mereka setuju atau tidak setuju dengan pernyataan yang diberikan.

Tabel 3. Penilaian Kriteria respon mahasiswa

Kriteria	Skor
Sangat setuju	4
setuju	3
tidak setuju	2
Sangat tidak setuju	1

(Sumber: Pranatawijaya dkk., 2019)

Langkah selanjutnya menentukan jumlah respon

mahasiswa dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Sangat setuju} & : n \times 4 \\ \text{Setuju} & : n \times 3 \\ \text{Tidak setuju} & : n \times 2 \\ \text{Sangat tidak setuju} & : n \times 1 \end{aligned}$$

$$\sum \text{respon mahasiswa} =$$

$$\text{Catatan: } n = \sum \text{respon mahasiswa}$$

(Sumber: Sugiyono, 2016: 243-244)

Selanjutnya, menentukan rating respon mahasiswa sebagai presentase menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{total jawaban}}{\sum \text{jawaban maksimum}} \times 100\%$$

(Sumber: Budiaji, 2013)

Analisis dari data persentase selanjutnya menghasilkan kriteria penilaian sebagai berikut:

Tabel 4. Skala Kriteria

Kriteria	Persentase (%)
Sangat praktis	82 - 100
Praktis	63 - 81
Tidak Praktis	44 - 62
Sangat tidak Peraktis	0 - 43

(Sumber: Widoyoko, 2012:110)

5. Penilaian Tes Pilihan Ganda

Tes pilihan ganda bertujuan untuk menilai tingkat keefektifitas dari bahan ajar. Uji statistik digunakan untuk membantu dalam mengukur seberapa baik tes tersebut dan membandingkan hasil sebelum dan sesudah pembelajaran. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Nilai akhir} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100$$

(Sumber: Widiantoro, R. I., & ., E. I. 2015).

Uji Normalitas dilakukan dalam menentukan katagori berdistribusi normal dan tidak berdistribusi normalnya data. Jika sampel yang digunakan peneliti mencapai 50 sampel atau lebih maka menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Sebaliknya, jika kurang dari 50 sample maka menggunakan uji Shapiro-Wilk. Normal tidaknya data ditentukan dari nilai signifikansi. Apabila $\geq 0,05$ maka termasuk dalam kategori normal, jika $\leq 0,05$ maka termasuk dalam kategori tidak normal. Uji T menggunakan beberapa uji dengan kriteria tertentu yaitu uji *paired sample t-test* digunakan jika data yang digunakan normal dan menggunakan uji *wilcoxon signed-rank* jika data yang digunakan tidak berdistribusi normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepraktisan bahan ajar dinilai berdasarkan kemudahan penggunaannya oleh pendidik dan peserta didik, sementara keefektifan bahan ajar dievaluasi melalui dampaknya terhadap peningkatan pemahaman dan ketercapaian tujuan pembelajaran.

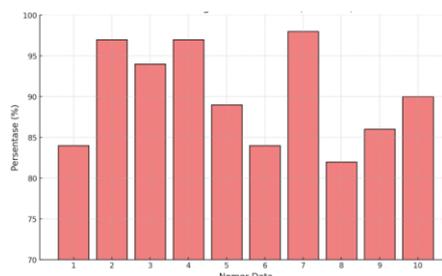
1. Hasil Kepraktisan Bahan Ajar

Hasil Kepraktisan media pembelajaran merupakan hasil instrumen berbentuk responden yang diisi oleh 30 mahasiswa melalui gform dengan menggunakan skala linkert 4 poin.

Tabel 5. Hasil respon mahasiswa Teknik Elektro

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1	Kesesuaian materi	84%	Sangat praktis
2	Keterbacaan dan keterpahaman materi	97%	Sangat praktis
3	Kualitas soal dan latihan	94%	Sangat praktis
4	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	97%	Sangat praktis
5	Kesesuaian tingkat kesulitan materi	89%	Sangat praktis
6	Kesesuaian dengan metode pembelajaran	84%	Sangat praktis
7	Kesesuaian materi	98%	Sangat praktis
8	Kesesuaian dengan kebutuhan Mahasiswa	82%	Sangat praktis
9	Kesesuaian dengan kemajuan teknologi	86%	Sangat praktis
10	Kesesuaian video tutorial	90%	Sangat praktis
Rata - rata		90.1%	Sangat praktis

Analisis data menghasilkan grafik seperti pada Gambar 6 dimana pada gambar tersebut terlihat dengan jelas tentang tingkat respon mahasiswa dalam beberapa aspek pada bahan ajar yang telah diterapkan pada saat proses pembelajaran berlangsung. Tingkat responden terhadap bahan ajar disegala aspek mencapai persentase lebih dari 82% menjadikan semua aspek tersebut tergolong kriteri sangat praktis.



Gambar 6. Grafik Respon Mahasiswa

Berdasarkan grafik diatas respon rata - rata mahasiswa terhadap bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti menunjukkan presentase 90% yang berarti Bahan Ajar *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) berbasis *Light Detection and Ranging* (LIDAR) tersebut sangat praktis yang menunjukkan bahwa media ini praktis dan cocok untuk digunakan sebagai penunjang pembelajaran.

2. Hasil Keefektifan Bahan Ajar

Pengambilan data hasil keefektifitas bahan ajar yang digunakan selama proses pembelajaran dapat dilihat melalui tingkat hasil belajar mahasiswa (*Post-test*) setelah penggunaan bahan ajar tersebut, semakin tinggi tingkat belajar mahasiswa maka dapat disimpulkan bahwa bahan ajar yang diterapkan dalam waktu pembelajaran dinyatakan sangat efektif dan sebaliknya jika hasil belajar yang didapatkan rendah maka bahan ajar dinyatakan tidak efektif. Dalam mengukur keberhasilan intervensi peneliti menerapkan desain *One Shot Case Study* dan melakukan pengukuran menggunakan *post-test* serta menggunakan *software* SPSS untuk menganalisis data kuantitatif.

Pengambilan data menggunakan 2 pengujian yaitu uji normalitas dan uji hibotesis. Sebelum melakukan analisis inferensial, pengujian normalitas data perlu dilakukan untuk mengonfirmasi normalitas distribusi data, sehingga uji statistik parametrik dapat digunakan. Hasil uji normalitas menggunakan *software* SPSS.

Tabel 6. Uji Normalitas menggunakan SPSS

Variabel	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Post- test	.146	30	.105	.947	30	.144
Observasi	.132	30	.191	.943	30	.109

Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data post-test memiliki nilai signifikansi sebesar 0,144 yang menjadikan nilai tersebut $> 0,05$, maka hipotesis nol (H_0) diterima. Dimana menandakan bahwa data post-test dapat dianggap berdistribusi normal. Selain pengujian normalitas data post-test, peneliti juga melakukan pengujian normalitas observasi. Hasil uji *Shapiro-Wilk* terhadap normalitas observasi menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,109. Sama seperti hasil pengujian sebelumnya, nilai signifikansi ini $> 0,05$, sehingga H_0 diterima. Artinya, data observasi juga dapat dianggap berdistribusi normal.

Tabel 7. Hasil Uji Hipotesis

Variabel	Test Value = 75					
	t	df	Sign.	Mean	Lower	Upper
Post-test	17.090	26	.007	9.400	8.28	10.52
Observasi	19.880	29	.019	16.900	15.16	18.64

Uji sampel t (One Sample T-test) pada soal post-test pada Tabel 7 menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,007. Karena nilai $< 0,05$, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hal tersebut mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai soal post-test dengan nilai rata-rata yang diharapkan. Dengan demikian, kesimpulan yang didapatkan yakni bahwa aspek kognitif penggunaan bahan ajar ya berdampak sangat signifikan terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa.

Hasil dari Uji Hipotesis observasi berupa *One Sample T test* menunjukkan bahwa dari nilai yang didapat dalam hasil praktik yaitu sebesar 0,019. Dari hasil yang didapatkan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa data sangat efektif. Hal tersebut berdasarkan nilai sig. $0,019 < 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Analisis data menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang sangat berarti pada hasil belajar mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar ini. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa bahan ajar tersebut sangat efektif atau berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan psikomotorik mahasiswa.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, bahan ajar berbasis *Simultaneous Localization And Mapping* (SLAM) dengan teknologi LIDAR yang diterapkan pada mahasiswa Teknik Elektro yang tergabung pada

organisasi Dewo Robotik Unesa terbukti sangat praktis dan sangat efektif dalam mendukung pembelajaran. Dengan rata-rata kepraktisan yang diperoleh setelah penggunaan bahan ajar tersebut yaitu sebesar 90.1% dan keefektifan yang signifikan secara statistik yang telah di uji menggunakan 2 metode uji yaitu uji normalitas untuk melihat kenormalan data dan dilanjut uji Hipotesis menggunakan *One Sample Test* pada software SPSS, bahan ajar ini memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembelajaran yang lebih luas, khususnya pada bidang robotika dan teknik elektro. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar SLAM berbasis LIDAR memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam pembelajaran robotic. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sumber daya pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan perkembangan teknologi terkini.

Saran

Penelitian pengembangan bahan ajar SLAM berbasis LIDAR ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran robotika di tingkat perguruan tinggi. Untuk mengoptimalkan potensi ini, beberapa saran dapat diajukan. Pertama, integrasi simulasi real-time yang lebih mendalam dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif bagi mahasiswa. Simulasi lingkungan 3D yang dinamis dan visualisasi data sensor secara *real-time* akan membantu mahasiswa memahami secara intuitif bagaimana algoritma SLAM bekerja. Kedua, pemanfaatan platform open source seperti ROS dan RViz dapat mempermudah pengembangan bahan ajar dan memungkinkan mahasiswa untuk melakukan eksperimen secara mandiri. Ketiga, pengembangan modul praktikum yang bertahap, mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks, akan membantu mahasiswa menguasai konsep SLAM secara bertahap. Selain itu, integrasi dengan perangkat keras yang terjangkau dan mudah didapatkan akan memudahkan implementasi bahan ajar di berbagai institusi pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsadik, B., & Karam, S. (2021). The simultaneous localization and mapping (SLAM) – An overview. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 2(2), 147–158.
- Anggraeni, D., Elmunsyah, H., & Handayani, A. N. (2019). Pengembangan modul pembelajaran fuzzy pada mata kuliah sistem cerdas untuk mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang. *Jurnal Teknologi Elektro dan Kejuruan*, 29(1), 4–6.

- Asyikin, M. B. Z., Pramudia, D. N., Fadillah, A., & Bagenda, D. N. (2020). Pemetaan ruang dengan metode simultaneous localization and mapping (SLAM) berbasis LiDAR. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 5(2), 168–172.
- Budiaji, W. (2013). Skala pengukuran dan jumlah respon skala Likert. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(2), 127–133.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42.
- Haryati, S. (2012). Research and development (R&D) sebagai salah satu model penelitian dalam bidang pendidikan. *Majalah Ilmiah Dinamika*, 37(1), 15.
- Hess, W., Kohler, D., Rapp, H., & Andor, D. (2016, May). Real-time loop closure in 2D LIDAR SLAM. In *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 1271–1278). IEEE.
- Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 42(5), 34–36.
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, W., Priskila, R., & Putra, P. B. A. A. (2019). Penerapan skala Likert dan skala dikotomi pada kuesioner online. *Jurnal Sains dan Informatika*, 5(2), 128–137.
- Wibawa, S. C. (2017). The design and implementation of an educational multimedia interactive operation system using Lectora Inspire. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(1), 74–79.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). Pengembangan instrumen psikologis untuk asesmen sensoris. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 11(1), 238–251.
- Widiantoro, R. I., & Istianah, E. I. (2015). Pengembangan media pembelajaran interaktif mata pelajaran instalasi motor listrik di SMKN 1 Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(2).
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.