

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *TRAINING KIT* TELEMETRI INTERNET BERBASIS *RASPBERRY PI* UNTUK Mendukung Pemahaman Mahasiswa Teknik ELEKTRO

Ahmad Rofiul Islam Al Azizi

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
ahmadrofiul.21026@mhs.unesa.ac.id

Fendi Achmad

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

Agus Wiyono

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

Muhamad Syariffuddin Zuhrie

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

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran berupa *Training Kit* Telemetri Internet berbasis *Raspberry Pi* guna meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep dasar sistem telekomunikasi. Media ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang kontekstual melalui simulasi sistem telemetri pada *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), sehingga mahasiswa dapat memahami proses pengiriman data secara *real-time* dalam konteks komunikasi nirkabel. Inovasi ini mengintegrasikan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang selaras dengan kebutuhan industri telekomunikasi saat ini. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan langkah analisis kebutuhan, perancangan, validasi, revisi, dan uji coba terbatas. Hasil validasi oleh dua ahli menunjukkan bahwa media pembelajaran ini sangat valid dengan nilai 91,68% untuk *Training Kit* dan 95,83% untuk buku panduan. Kepraktisan media dinilai sangat baik, dengan nilai rata-rata 88,69% dari pendidik dan 88,75% dari mahasiswa, yang menunjukkan bahwa media ini mudah digunakan serta mendukung proses pembelajaran. Uji keefektifan dilakukan dengan desain *One Group Pretest-Posttest* terhadap 20 mahasiswa dan menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan, dari rata-rata nilai *pretest* sebesar 73,00 menjadi 82,00 pada *posttest*, dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil ini membuktikan bahwa *Training Kit* Telemetri Internet ini layak digunakan sebagai inovasi pembelajaran khusus pada program studi teknik elektro, karena terbukti valid, praktis, dan efektif. Implementasi media ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa, tetapi juga memperdalam pemahaman mahasiswa teknik elektro terhadap konsep sistem telekomunikasi.

Kata Kunci: training kit, telemetri internet, UAV, media pembelajaran

Abstract

This study developed an Internet Telemetry Training Kit based on the Raspberry Pi platform to enhance students' understanding of fundamental telecommunication system concepts. The kit delivers a contextualized learning experience by simulating a real-time telemetry link on an Unmanned Aerial Vehicle (UAV), allowing students to observe and analyze live data transmission within a wireless communication environment. This innovation integrates both hardware and software components in alignment with current industry requirements. A Research and Development (R&D) methodology was employed, encompassing needs analysis, system design, expert validation, iterative revision, and limited field testing. Expert review yielded high validity scores of 91.68 % for the hardware kit and 95.83 % for the accompanying guidebook. Usability was rated very positively, with mean scores of 88.69 % from instructors and 88.75 % from students, indicating ease of use and strong support for the learning process. A One-Group Pretest-Posttest design involving 20 electrical engineering students demonstrated significant learning gains, with average scores rising from 73.00 on the pretest to 82.00 on the posttest ($p < 0.05$). These results confirm that the Raspberry Pi-based Telemetry Training Kit is a valid, practical, and effective instructional innovation for electrical engineering programs. Implementation of this kit not only improves technical skills but also deepens students' conceptual understanding of telecommunication systems.

Keywords: training kit, internet telemetry, UAV, learning media

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam dunia pendidikan memberikan peluang besar untuk menciptakan inovasi baru yang dapat memberikan pengalaman belajar yang aplikatif dan interaktif, terutama di bidang disiplin ilmu teknik. Pendidikan dalam disiplin ilmu teknik, khususnya telekomunikasi sering menghadapi tantangan dalam penyampaian teori yang kompleks kepada mahasiswa. Penggunaan media pembelajaran yang interaktif dapat menjadi solusi bagi keterbatasan ini, juga membantu mahasiswa memvisualisasikan dan mengaplikasikan teori yang telah dipelajari.

Salah satu inovasi yang berpotensi besar dalam pendidikan disiplin ilmu teknik adalah dengan pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau sistem pesawat tanpa awak. UAV telah digunakan dalam berbagai bidang profesional, seperti pemantauan lingkungan, pertanian, dan keamanan, dengan aplikasi utamanya dalam pengumpulan data melalui sistem telemetri. Dalam konteks pendidikan, UAV dapat menjadi media pembelajaran yang sangat efektif karena mampu memberikan pengalaman belajar secara langsung, praktis dan kontekstual. Dengan memanfaatkan UAV dalam proses pembelajaran, mahasiswa dapat langsung mempelajari cara kerja dari sistem komunikasi nirkabel dalam penerbangan, serta cara untuk *monitoring* data telemetri seperti posisi, kecepatan, dan ketinggian.

Sistem telemetri internet berbasis *Raspberry Pi* semakin relevan seiring dengan perkembangan teknologi jaringan dan komunikasi nirkabel. Sistem ini memungkinkan pengiriman data secara *real-time* tanpa terbatas jarak, yang memudahkan mahasiswa untuk mempelajari aspek-aspek penting dari transmisi data melalui protokol komunikasi seperti TCP/IP dan UDP, yang umum digunakan dalam jaringan internet. Dengan mengintegrasikan sistem telemetri berbasis internet dalam proses pembelajaran, mahasiswa dapat mempraktikkan langsung penerapan konsep-konsep komunikasi data dan jaringan yang dipelajari di dalam kelas.

Penggunaan UAV dalam pendidikan memiliki potensi yang besar, akan tetapi pengembangannya sebagai media pembelajaran masih sangat terbatas. Beberapa studi menunjukkan bahwa banyak alat pembelajaran di bidang telekomunikasi masih terbatas pada simulasi perangkat lunak maupun eksperimen laboratorium yang tidak sepenuhnya menggambarkan kondisi dunia nyata. Keterbatasan infrastruktur, biaya pengadaan perangkat keras, serta kurangnya panduan teknis yang mudah diterapkan menjadi kendala utama adopsi UAV sebagai media pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan media pembelajaran berbasis UAV yang terintegrasi mudah

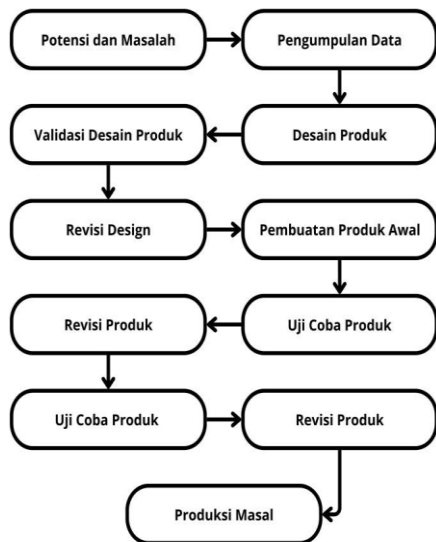
dikonfigurasi, relatif terjangkau, dan dilengkapi panduan agar mahasiswa dapat memahami proses pembelajaran mengenai sistem telemetri secara langsung.

Raspberry Pi merupakan platform komputasi yang kecil, murah dan fleksibel, yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk UAV. Lin dan Hsu (2021) mencatat bahwa, *Raspberry Pi* sangat cocok digunakan dalam pendidikan karena memungkinkan pengembangan sistem yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Dalam UAV, *Raspberry Pi* digunakan sebagai pusat kontrol yang mengelola data dari sensor-sensor, serta mengatur komunikasi nirkabel dengan *Ground Control Station* (GCS). Penggunaan *Raspberry Pi* pada UAV memungkinkan mahasiswa untuk mengakses *hardware* dan *software* yang dapat di program sendiri, sehingga dapat meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa.

Media pembelajaran *Training Kit* Telemetri Internet berbasis *Raspberry Pi* juga diharapkan dapat memotivasi dan meningkatkan minat belajar mahasiswa. Penelitian oleh Gupta (2019) menyatakan bahwa penggunaan alat pembelajaran berbasis teknologi tinggi, seperti UAV dapat merangsang ketertarikan mahasiswa untuk mempelajari topik yang biasanya dianggap sulit atau abstrak. Dalam hal ini, mahasiswa tidak hanya belajar teori telekomunikasi, tetapi juga berinteraksi langsung dengan teknologi yang mereka pelajari. Hal ini membuka kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan praktis dalam mengelola dan menganalisis data telemetri yang berguna dalam karir profesional mahasiswa di masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan Media Pembelajaran *Training Kit* Telemetri Internet berbasis *Raspberry Pi* untuk membantu proses pembelajaran konsep dasar sistem telekomunikasi. Metode R&D digunakan karena fokus penelitian ini yaitu mengembangkan suatu produk yang efektif dan bermanfaat untuk proses pembelajaran. Penelitian ini mengadopsi model yang diadaptasi dari Sugiyono (2019), yang terdiri dari beberapa tahap, antara lain: (1) potensi masalah; (2) Pengumpulan data; (3) desain produk; (4) validasi desain produk; (5) revisi desain; (6) pembuatan produk awal; (7) uji coba produk; (8) revisi produk; (9) uji coba produk; (10) revisi produk; dan (11) produksi massal. Prosedur penelitian pengembangan yang diterapkan dalam penelitian ini ditunjukkan secara rinci pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur R&D
(Sumber: Sugiyono, 2019:779)

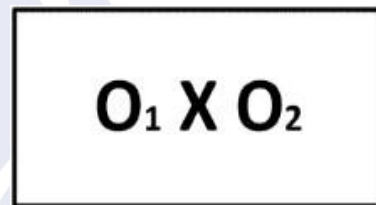
Tahap awal dalam proses penelitian ini yaitu tahap analisis kebutuhan, peneliti melakukan survei awal untuk mengidentifikasi kebutuhan yang ada di lapangan. Berdasarkan hasil survei tersebut ditemukan bahwa mahasiswa kesulitan dalam memahami konsep sistem telekomunikasi yang diajarkan karena kurangnya media pembelajaran yang praktis dan interaktif. Selain itu, peneliti juga melakukan analisis kurikulum untuk memastikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan relevan dengan tujuan pembelajaran kurikulum saat ini dan dapat mendukung keterampilan mahasiswa dalam memahami konsep sistem telekomunikasi melalui sistem pada UAV.

Tahap selanjutnya adalah desain produk, peneliti merancang media pembelajaran *Training Kit* Telemetri Internet berbasis *Raspberry Pi* sebagai platform utama. Media *training kit* ini dilengkapi dengan fitur telemetri berbasis internet, yang memungkinkan mahasiswa untuk belajar tidak hanya tentang dasar telekomunikasi, tetapi juga tentang pengoperasian UAV dan komunikasi data secara *real-time*. Desain media pembelajaran ini difokuskan pada pengembangan keterampilan teknis mahasiswa, sekaligus meningkatkan pemahaman terhadap konsep-konsep telekomunikasi yang diajarkan di dalam kelas.

Tahap selanjutnya merupakan pengembangan produk, peneliti mulai membangun prototipe *training kit* yang terdiri dari komponen pendukung komunikasi dan pemantauan jarak jauh. Selain perangkat keras, peneliti juga mengembangkan perangkat lunak menggunakan bahasa Pemrograman python untuk mengatur komunikasi data dan monitoring UAV secara *real-time* melalui aplikasi *Ground Control Station* (GCS).

Pengembangan ini bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem yang sederhana pengoperasiannya namun cukup kuat untuk mendukung proses pembelajaran sistem telekomunikasi. Revisi dilakukan untuk berdasarkan kritikan juga saran validator, agar bisa lebih baik lagi dan siap untuk tahap uji coba. Pada tahap uji coba awal dilakukan secara terbatas guna menguji kepraktisan media pembelajaran melalui angket yang diberikan kepada mahasiswa.

Tahap uji coba terbatas dilakukan untuk menguji media pembelajaran yang telah dikembangkan, dengan menggunakan instrumen berupa angket. Tahap uji coba dilakukan untuk mengukur tingkat kepraktisan berdasarkan respon dari mahasiswa. Pada tahap pengujian produk, desain penelitian yang digunakan adalah *One Group Pretest & Posttest Design* yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Eksperimen *One Group Pretest - Posttest Design*
(Sumber: Sugiyono, 2016:74)

Keterangan:

- O_1 = Observasi berupa *pretest* (sebelum menggunakan *training kit*)
- X = *Treatment* (penerapan media pembelajaran)
- O_2 = Observasi berupa *posttest* (sesudah menggunakan *training kit*)

Penilaian dari kelayakan media pembelajaran ini diambil dari data penelitian yang diperoleh melalui lembar validasi. Instrumen validasi dalam penelitian ini dilakukan dengan memberikan pendapat dalam bentuk nilai berdasarkan kriteria.

Tabel 1. Data Penelitian dan Instrumen Penelitian

Variabel	Data Penelitian	Instrumen Penelitian
Validitas <i>Training Kit</i>	Validasi	Lembar Validasi
Kepraktisan <i>Training Kit</i>	Angket	Lembar Angket
Keefektifan <i>Training Kit</i>	Tes	Pilihan Ganda

Data dari lembar penilaian validasi ini dianalisis menggunakan skala *Likert* untuk mengukur kelayakan media yang memiliki rentang nilai 1 – 4,

sehingga dimana setiap nilai memiliki bobot kelayakan yang sesuai sebagaimana terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Lembar Validasi

Kriteria	Nilai
Sangat Valid (SV)	4
Valid (V)	3
Kurang Valid (KV)	2
Tidak Valid (TV)	1

(Sumber: Sugiyono, 2013:136)

Nilai perolehan hasil validasi dianalisis dengan mengalikan bobot nilai dengan jumlah validator, lalu menjumlahkan hasil perkalian tersebut. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

Jumlah jawaban validator

Jumlah nilai SV untuk n validator $n \times 4$

Jumlah nilai V untuk n validator $n \times 3$

Jumlah nilai KV untuk n validator $n \times 2$

Jumlah nilai TV untuk n validator $n \times 1 +$

Jumlah nilai validator =..... (1)

(Sumber: Sugiyono, 2016:243-244)

Keterangan:

n = Jumlah Validator

Pengukuran yang digunakan dalam penilaian ini merupakan skala interval. Tidak ada respon netral agar responden dapat mengekspresikan sikap atau pendapat mereka tanpa terjebak pada kecenderungan untuk memilih posisi tengah. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan pada penggunaan metode skala *Likert*, yang biasanya kesalahan terletak kecenderungan memilih posisi tengah. Data interval ini kemudian dapat dianalisis dengan menghitung rata-rata jawaban dari setiap respon yang diberikan oleh responden. Setelah menghitung total nilai jawaban validator, selanjutnya merupakan menghitung persentase validitas dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Validitas} = \frac{\text{Jumlah nilai validator}}{\text{Jumlah nilai maksimal}} \times 100\% \quad (2)$$

(Sumber: Sugiyono, 2015:95)

Setelah menghitung rata-rata nilai dari subjek penelitian, hasil penilaian tersebut diinterpretasikan agar dapat mengetahui kualitas dan tingkat kemanfaatan produk yang dihasilkan. Proses interpretasi penilaian ini dapat diperhatikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Presentase Penilaian Responden

Presentase Pencapaian	Bobot Nilai	Interpretasi
$81\% \leq \text{nilai} \leq 100\%$	4	Sangat Layak (SL)
$61\% \leq \text{nilai} \leq 80\%$	3	Layak (L)
$41\% \leq \text{nilai} \leq 60\%$	2	Kurang Layak (KL)
$20\% \leq \text{nilai} \leq 40\%$	1	Tidak Layak (TL)

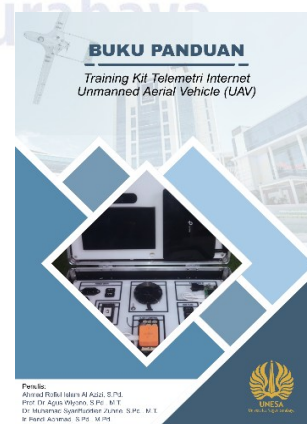
(Sumber: Sugiyono, 2015:95)

Membandingkan hasil belajar *pretest-posttest* mahasiswa, penelitian ini menggunakan uji-t (*paired sample t-test*). Sebelum melakukan uji-t, data harus berdistribusi normal, sehingga dapat dilakukan uji normalitas. Pelaksanaan penelitian bertempat di Universitas Negeri Surabaya pada semester genap tahun akademik 2024/2025. Penelitian ini menggunakan Mahasiswa Teknik Elektro sebagai populasi. Sampel yang digunakan terdiri dari 20 Mahasiswa pada Program Studi S1 Teknik Elektro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk yaitu sebuah media pembelajaran *Training Kit* Telemetri Internet berbasis *Raspberry Pi*, lengkap dengan buku panduan untuk mendukung penggunaannya. Media pembelajaran yang dihasilkan bertujuan untuk memberikan pemahaman mahasiswa mengenai sistem telemetri internet terutama penggunaannya dalam *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV).

Pengembangan yang dilakukan pada media *training kit* terdapat pada komponen-komponen yang mendukung pemahaman tentang sistem telemetri internet, dimana terdapat *Raspberry Pi Zero 2 W* sebagai server untuk pengontrolan jarak jauh yang disambungkan ke *Flight Control* berupa *Pixhawk*. Pada media pembelajaran yang di buat, di lengkapi nama dari masing-masing komponen agar memudahkan mahasiswa dalam melaksanakan praktikum.



Gambar 3. Desain Cover Buku Panduan Penggunaan *Training Kit*

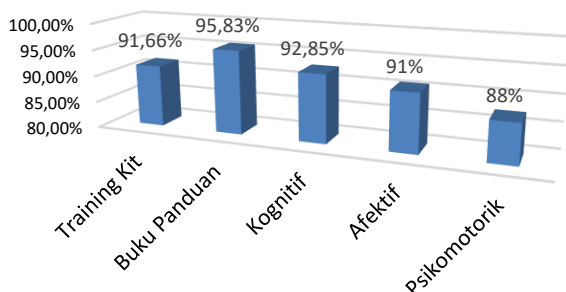
Training kit yang digunakan terdapat dua bagian yaitu bagian bawah dan bagian tutup, dengan penjelasan sebagai berikut: (1) Pada bagian bawah *training kit* terdiri dari berbagai komponen seperti *Power Input* dan *Power Supply 5V 10A*, *Raspberry Pi Zero 2 W*, *Pixhawk Cube*, *GPS Here 2*, *Telemetry Radio Holybro 433Mhz*, dan *Cooling Fan* untuk mendinginkan *Power Supply* serta komponen lain. (2) Sedangkan bagian tutup, terdapat komponen pendukung seperti *Monitor Raspberry Pi*, *Webcam*, *Router GSM*, dan beberapa kabel pendukung untuk komunikasi antara komponen satu dengan yang lainnya.



Gambar 4. Tampilan *Training Kit*

1. Validitas Produk

Validitas produk diperoleh dari penilaian dan evaluasi dari dua validator yang terdiri dari dua dosen dari Jurusan Teknik Elektro. Presentase hasil yang diperoleh dari validator bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram Presentase Hasil Validasi

Hasil perolehan dari kedua validator dijelaskan pada kriteria presentase penilaian lembar validasi di Tabel 4.

Tabel 4. Presentase Penilaian Lembar Validasi

Variabel	Presentase	Kriteria
<i>Training Kit</i>	91,68%	Sangat Valid
Buku Panduan	95,83%	Sangat Valid
Kognitif	92,85%	Sangat Valid
Afektif	91,01%	Sangat Valid
Psikomotorik	87,50%	Sangat Valid

(Sumber: Sugiyono, 2015:95)

2. Kepraktisan Produk

Kepraktisan *Training Kit* Telemetri Internet berbasis *Raspberry Pi* sebagai Media Pembelajaran dievaluasi melalui analisis hasil angket yang diberikan kepada mahasiswa setelah penerapan media pembelajaran. Berdasarkan hasil respon dari pendidik, kepraktisan media *training kit* ditinjau dari berbagai aspek antara lain aspek format, aspek isi, aspek kemudahan pengoperasian, dan nilai rata-rata. Hasil kepraktisan dari media pembelajaran *training kit* berdasarkan respon pendidik dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Respon Pendidik

Aspek	Hasil	Kriteria
Format	87,50%	Sangat Parktis
Isi	88,57%	Sangat Parktis
Kemudahan Pengoperasian	90,00%	Sangat Parktis
Rata-rata	88,69%	Sangat Parktis

(Sumber: Sugiyono, 2015:95)

Media pembelajaran *Training Kit* Telemetri Internet berbasis *Raspberry Pi* dari sudut pandang mahasiswa menunjukkan hasil yang sangat praktis. Penilaian berdasarkan aspek format, aspek isi, aspek kemudahan pengoperasian, nilai rata-rata. Data hasil kepraktisan media *training kit* berdasarkan penilaian dari 20 Mahasiswa S1 Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Respon Mahasiswa

Aspek	Hasil	Kriteria
Format	88,75%	Sangat Parktis
Isi	85,00%	Sangat Parktis
Kemudahan Pengoperasian	92,50%	Sangat Parktis
Rata-rata	88,75%	Sangat Parktis

(Sumber: Sugiyono, 2015:95)

3. Keefektifan Produk

Keefektifan produk diperoleh didasarkan pada analisis data *pretest* dan *posttest* dari media pembelajaran *training kit* yang dipaparkan dengan statistik deskriptif. Pemaparan lebih rinci

mengenai deskripsi data ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Hasil Belajar

Statistic						
	N		Mean	Range	Min.	Max.
	Valid	Mis.				
Pre test	20	0	73.00	20	65	85
Post test	20	0	82.00	25	70	95

Proses analisis data dilakukan menggunakan SPSS. Sebelum melaksanakan uji-t harus dilakukan uji normalitas. Uji normalitas bertujuan agar data yang digunakan dalam penelitian ini normal atau tidak. Hasil dari uji normalitas tersebut disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Normalitas

Test of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre test	.188	20	.061	.880	20	.018
Post test	.208	20	.024	.906	20	.053

Hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, diperoleh nilai signifikansi *pretest* sebesar 0,061 dan *posttest* sebesar 0,024. Dikarenakan nilai signifikansi pada kedua uji tersebut lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa data penelitian ini berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Berdasarkan analisis uji normalitas diketahui bahwa data penelitian ini berdistribusi normal. Dengan demikian, analisis dilanjutkan dengan pengujian hipotesis menggunakan uji-t berpasangan (*paired sample t-test*). Metode ini bertujuan untuk menentukan apakah media pembelajaran yang digunakan efektif dan layak diterapkan. Hasil pengujian hipotesis menggunakan uji-t disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji-T

Paired Sampel Test								
Paired Differend								
Pair I Pre test- Post test	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper	t	df	
				-9.000	5.026	1.124	-11.352	

Berdasarkan hasil analisis hipotesis menggunakan uji-t, menunjukkan nilai $t_{hitung} = |-8.008|$ atau 8.008 dengan *df* (*degree of freedom*) = 19. Pada nilai t_{tabel} diketahui sebesar 2,093, sementara nilai signifikansi 0,05. Dari hasil perhitungan *paired sample t-test*, nilai signifikansi (*2-tailed*) sebesar 0,000. Karena nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak. Maka dari itu nilai t_{hitung} (8.008) > nilai t_{tabel} (2,093). Berikut adalah hipotesis penelitian:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan hasil belajar mahasiswa (pada nilai *pretest* dan *posttest*).

H_1 : Terdapat perbedaan hasil belajar mahasiswa (pada nilai *pretest* dan *posttest*).

Hasil analisis menunjukkan bahwa H_1 diterima karena nilai t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} . Hasil ini memperlihatkan perubahan signifikan pada pencapaian belajar mahasiswa sebelum dan sesudah penggunaan *training kit*, menandakan bahwa media pembelajaran tersebut berhasil meningkatkan hasil belajar dan pemahaman mahasiswa Teknik Elektro.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa produk berupa *Training Kit Telemetri Internet berbasis Raspberry Pi* dengan antarmuka sangat layak digunakan untuk media pembelajaran pada Mahasiswa Teknik Elektro. Hal tersebut ditunjukkan melalui penilaian pada aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Dari hasil validasi yang dilakukan oleh 2 validator, media *training kit* dinyatakan sangat valid dengan nilai rata-rata sebesar 91,68%. Selanjutnya, kepraktisan media *training kit* yang mendapatkan rata-rata sebesar 88,69% dan 88,75%. Hal ini menunjukkan bahwa media *training kit* telemetri internet berbasis *raspberry pi* sangat praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Keefektifan media pembelajaran *training kit* juga terbukti melalui peningkatan hasil belajar mahasiswa, nilai signifikansi (*2-tailed*) dari uji-t adalah 0,000, yang menandakan angka tersebut lebih rendah dibandingkan 0,05, serta nilai t_{hitung} (8.008) > nilai t_{tabel} (2,093). Data membuktikan bahwa secara signifikan jauh antara rata-rata nilai *pretest* sebesar 73,00 dengan nilai *posttest* sebesar 82,00.

Saran

Hasil penelitian pada penggunaan media ini terbukti menarik minat mahasiswa karena memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan

aplikatif, sehingga disarankan untuk diterapkan secara lebih luas di mata kuliah yang relevan. Pendidik dan pengembang media pembelajaran diharapkan terus berinovasi sesuai dengan perkembangan teknologi terkini, guna memastikan media pembelajaran tetap relevan dan mampu memberikan dampak yang optimal dalam peningkatan kualitas pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Mourad, M. B., & Al-Karaki, J. N. (2020). Design and implementation of a Raspberry Pi-based UAV telemetry system for engineering education. *IEEE Transactions on Education*, 63(2), 123–132.
- Budiharto, W., & Suroso, J. S. (2021). Development of IoT-based telemetry training kit for wireless communication courses. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 58(3), 678–692.
- Chen, Y., & Wang, L. (2018). Integrating Raspberry Pi and UAVs into STEM education: A case study on real-time data transmission. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 345–356.
- Lin, C., & Hsu, K. (2021). Applications of Raspberry Pi in UAV System Design. *Journal of Robotics and Automation*, 18(3), 56-71.
- Nugroho, A. P., & Suryanto, B. (2022). Development of a Raspberry Pi-based telemetry system for UAV flight data monitoring. *Sensors*, 22(10), 3789.
- Ponce, P., Molina, A., & López-Caudana, E. (2020). Educational robotics with Raspberry Pi: A case study for wireless communication courses. *IEEE Access*, 8, 214562–214574.
- Rachmawati, T. S. N., & Kim, S. (2022). Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Integration with Digital Technologies toward Construction 4.0: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 14(9), 5708
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r&d* (19th ed., Vol. 19). Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian kombinasi (mixed methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) (Revisi)*. Bandung: Alfabeta.
- Tewari, A., & Verma, S. (2022). IoT-based telemetry training modules for engineering students: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6129–6150.
- Zhang, Q., & Li, Z. (2020). Design and evaluation of a Raspberry Pi-powered UAV telemetry system for engineering laboratories. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1547–1561.
- Zhou, F., & Wei, L. (2021). UAV-Based Education: A Review of Technical and Pedagogical Aspects. *Educational Technology Journal*, 14(5), 77–94.