

RANCANG BANGUN KIT INSTRUMENTASI SENSOR DAN TRANSDUSER BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



Disusun Oleh:

ZALFA AMANY DELAVITA

NPM. 3332210072

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis skripsi berikut:

Judul : Rancang Bangun Kit Instrumentasi Sensor dan Transduser
Berbasis *Internet of Things*
Nama Mahasiswa : Zalfa Amany Delavita
NPM : 3332210072
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 05 Juni 2025



Zalfa Amany Delavita
3332210072

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini ditetapkan bahwa skripsi berikut.

Judul : Rancang Bangun Kit Instrumentasi Sensor dan Transduser
Berbasis *Internet of Things*
Nama Mahasiswa : Zalfa Amany Delavita
NPM : 3332210072
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Telah diuji dan dipertahankan pada tanggal 05/06/2025 melalui Sidang Skripsi di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan LULUS.

Dewan Penguji

Tanda Tangan

Pembimbing I : Imamul Muttakin, S.T., M.Eng. Ph.D.

.....

Pembimbing II : Ceri Ahendyarti, S.T., M.Eng.

.....

Penguji I : Rian Fahrizal, S.T., M.Eng.

.....

Penguji II : Masjudin, S.T., M.Eng.

.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Eng. Rocky Mfanz, S.T., M.Sc.

NIP. 198103282010121001

PRAKATA

Dengan menyebut nama Allah Subhanahu Wa Ta'ala Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas limpahan rahmat, karunia, nikmat iman, Islam, kesehatan, serta kesempatan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Kit Instrumentasi Sensor dan Transduser Berbasis *Internet of Things*”.

Penyusunan Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak pihak telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, dan semangat yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Rocky Alfan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
2. Kedua orang tua penulis yang sangat penulis cintai dan banggakan, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa yang tiada putus, kasih sayang, dukungan moral, maupun materiel.
3. Bapak Rian Fahrizal, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan selama masa studi.
4. Bapak Imamul Muttakin, S.T., M.Eng. Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I, atas kesabaran, waktu, ilmu, bimbingan, dan arahan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Ceri Ahendyarti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan dan masukannya.
6. Keluarga WIRTA yang selama ini telah membantu dan memotivasi dalam perjalanan menempuh pendidikan hingga penyelesaian skripsi.
7. Seluruh anggota laboratorium *Applied Electromagnetics* yang telah bersama saling membantu dan mendorong dalam menyelesaikan skripsi.
8. Bias Cahaya Muhamad Wiarto selaku sepupu peneliti yang telah memberikan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat peneliti Arinda dan Said yang telah menemani peneliti dari awal hingga akhir penyelesaian skripsi.
10. Segenap Dosen dan Staf Administrasi di lingkungan Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, atas ilmu, bantuan, dan kemudahan yang telah diberikan selama ini.

Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Namun, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik secara teoretis maupun sebagai sumbangsih pemikiran, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Elektro.

Cilegon, 05 Juni 2025



Penulis

ABSTRAK

Zalfa Amany Delavita
Teknik Elektro

Rancang Bangun Kit Instrumentasi Sensor dan Transduser Berbasis Internet of Things

Teknologi yang berkembang pesat di era digitalisasi memberikan dampak signifikan pada pendidikan, salah satu teknologi yang umum digunakan dalam dunia teknik adalah *Internet of Things* (IoT). Pemahaman terhadap IoT dan instrumentasi adalah aspek yang penting untuk dimiliki bagi mahasiswa. Dalam memaksimalkan pemahaman tersebut, dibutuhkan adanya praktikum. Namun, mata kuliah kajian Sensor dan Transduser di Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa masih bersifat teoretis, sehingga mahasiswa kesulitan memahami konsep dan aplikasinya secara praktis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan kit instrumentasi berbasis IoT guna mendukung pembelajaran mahasiswa. Proses pengembangan mencakup desain, perancangan perangkat keras, pengujian fungsionalitas, validasi desain, dan pengujian daya tahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kit berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan ESP32 dengan tujuh sensor utama, empat transduser *output*, serta komponen pendukung dalam satu unit portabel. Evaluasi menunjukkan kinerja fungsional yang baik, dengan implementasi sistem ke platform Blynk berjalan lancar. Validasi desain oleh Asisten Laboratorium dan Mahasiswa menghasilkan skor rata-rata 88,67% untuk kejelasan tampilan, 87% untuk tata letak, dan 92% untuk aspek portabel. Nilai kelayakan dari simulasi yang dilakukan oleh mahasiswa secara langsung mencapai 88,54%. Selain itu, kit mampu beroperasi stabil selama enam jam penggunaan berkelanjutan dan menjaga konektivitas IoT selama satu jam pengujian.

Kata Kunci: *Internet of Things*, kit instrumentasi, alat peraga, sensor, transduser.

ABSTRACT

Zalfa Amany Delavita

Electrical Engineering

Design and Development of an IoT-Based Sensor and Transducer Instrumentation Kit

The rapid advancement of technology in the digitalization era has had a significant impact on education. One of the commonly used technologies in the field of engineering is the Internet of Things (IoT). A solid understanding of IoT and instrumentation is essential for students. To enhance this understanding, practical sessions are necessary. However, the *Sensor and Transducer* course in the Department of Electrical Engineering at Sultan Ageng Tirtayasa University is still theoretical in nature, making it difficult for students to grasp the concepts and applications in practice. Therefore, this research aims to design and develop an IoT-based instrumentation kit to support student learning. The development process includes design, hardware development, functionality testing, design validation, and durability testing. The results show that the kit was successfully designed and realized using an ESP32, featuring seven main sensors, four output transducers, and supporting components in a single portable unit. Evaluation indicated good functional performance, with smooth system integration into the Blynk platform. Design validation by Laboratory Assistants and Students yielded average scores of 88.67% for display clarity, 87% for layout, and 92% for portability. The feasibility score from student-conducted simulations reached 88.54%. Additionally, the kit was able to operate stably for six hours of continuous use and maintained IoT connectivity for one hour during testing.

Keywords: Internet of Things, instrumentation kit, teaching aid, sensor, transducer.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	5
2.2 Mikrokontroler ESP32	5
2.3 Sensor.....	6
2.3.1 Sensor DHT22.....	7
2.3.2 Sensor DS18B20	7
2.3.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04	8
2.3.4 Sensor BMP280	8

2.3.5	Sensor PIR AM312	9
2.3.6	Sensor GY-521	9
2.3.7	<i>Sensor Light Dependant Resistor (LDR)</i>	10
2.4	OLED Display.....	10
2.5	<i>Relay</i>	11
2.6	Potensiometer	11
2.7	<i>Driver Motor L298N</i>	11
2.8	<i>Buzzer SFM-27</i>	12
2.9	Blynk.....	12
2.10	Kajian Pustaka.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		14
3.1	Metode Penelitian.....	14
3.2	Spesifikasi Alat	15
3.3	Perancangan Sistem	20
3.3.1	Perancangan Perangkat Lunak	21
3.3.2	Perancangan Perangkat Keras	22
3.4	Skema pengujian	23
3.4.1	Pengujian segi fungsionalitas.....	23
3.4.2	Pengujian segi desain	27
3.4.3	Pengujian daya tahan.....	28
3.5	Komponen Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1.	Sistem Alat Kit Instrumentasi	29
4.2.	Desain Perancangan Sistem	29
4.2.1.	Hasil Desain 2D	29
4.2.2.	Hasil Desain 3D	31

4.3.	Hasil Realisasi Fisik Kit.....	33
4.4.	Hasil Pengujian fungsionalitas Kit.....	35
4.4.1.	Sensor.....	35
4.4.2.	Transduser <i>Output</i> / Aktuator.....	45
4.5.	Hasil Validasi Desain Kit	47
4.6.	Hasil Pengujian Daya Tahan Kit	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN.....		A-1
LAMPIRAN A DATA FUNGSIONALITAS KIT INSTRUMENTASI.....		A-1
LAMPIRAN B DATA SURVEI VALIDASI DESAIN		B-1
LAMPIRAN C ASPEK KETAHANAN		C-1
LAMPIRAN D DOKUMENTASI PENGUJIAN		D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32	6
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	20
Gambar 3. 2 Diagram Alir Perangkat Lunak Alat.....	21
Gambar 3. 3 Desain 3D Alat	22
Gambar 3. 4 Skematik Alat	22
Gambar 3. 5 Pengujian Sensor DHT22.....	23
Gambar 3. 6 Pengujian Sensor DS18B20	24
Gambar 3. 7 Pengujian Sensor PIR AM312	24
Gambar 3. 8 Pengujian Sensor BMP280	25
Gambar 3. 9 Pengujian Sensor LDR.....	25
Gambar 3. 10 Pengujian Sensor GY-521	26
Gambar 3. 11 Pengujian Sensor HC-SR04	26
Gambar 4. 1 Desain 2D Kit Instrumentasi	30
Gambar 4. 2 Skematik Wiring Kit Instrumentasi.....	31
Gambar 4. 3 Desain 3D Kit Instrumentasi	32
Gambar 4. 4 Bentuk Asli Kit Instrumentasi	33
Gambar 4. 5 Kit Instrumentasi di Dalam Koper	34
Gambar 4. 6 Hasil Realisasi Wiring Kit Instrumentasi	35
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Nilai Suhu DHT22 dan HTC-2.....	36
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Nilai Kelembapan DHT22 dan HTC-2.....	37
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan DS18B20 dan HTC-2.....	38
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Tekanan Udara BMP280 dan Xiaomi 11T...	40
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Ketinggian BMP280 dan Xiaomi 11T	40
Gambar 4. 12 Grafik Nilai Perbandingan HC-SR04.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi NodeMCU ESP32.....	15
Tabel 3. 2 Spesifikasi DHT22	16
Tabel 3. 3 Spesifikasi DS18B20.....	16
Tabel 3. 4 Spesifikasi HC-SR04.....	17
Tabel 3. 5 Spesifikasi BMP280	17
Tabel 3. 6 Spesifikasi PIR AM312	18
Tabel 3. 7 Spesifikasi GY-521	18
Tabel 3. 8 Spesifikasi OLED Display	18
Tabel 3. 9 Spesifikasi Relay	19
Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Data DHT22 dan Termohigrometer HTC-2	36
Tabel 4. 2 Hasil Pembacaan Data BMP280 dan Sensor Internal Xiaomi 11T	39
Tabel 4. 3 Hasil Uji Coba Respons PIR AM312	41
Tabel 4. 4 Hasil Uji Deviasi dan Akurasi Sensor GY-521	42
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengujian Sensor.....	44
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Transduser	45
Tabel 4. 7 Tabel Hasil Validasi Desain Kit.....	47
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Konektivitas Blynk	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era digitalisasi saat ini, perkembangan teknologi banyak membawa transformasi signifikan di berbagai bidang, termasuk pendidikan. Jika sebelumnya teknologi internet telah memperluas akses terhadap informasi dan menjadi media pembelajaran global, maka perkembangan pesat *Internet of Things* (IoT) kini menawarkan peluang yang lebih besar dalam memperkaya pengalaman belajar [1]. Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) memiliki potensi besar untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan aplikasi nyata, terutama dalam mendukung pembelajaran praktikum pada mata kuliah yang fundamental seperti sensor dan transduser [2].

Internet of Things (IoT) yang juga dikenal dengan sebutan “*Internet of Objects*”, adalah suatu jejaring yang menghubungkan berbagai perangkat fisik dan memungkinkan objek-objek tersebut terhubung dan bertukar data [3]. Melalui sistem IoT, berbagai objek fisik tersebut mampu secara otomatis melakukan perekaman, pembuatan, dan pemanfaatan data via internet, yang pada akhirnya mendukung proses pengambilan keputusan dan pengelolaan sistem secara lebih efektif dan efisien [4]. Selain itu, penerapan IoT menjadi solusi dalam meningkatkan akurasi dan ketersediaan informasi secara *real-time*, memberikan manfaat besar di berbagai sektor [5].

Alat peraga adalah alat yang berguna sebagai media instruksional yang memfasilitasi simulasi konsep-konsep pendidikan. Alat ini mencakup komponen untuk eksperimen dan perangkaian praktik, sehingga memungkinkan peserta didik untuk terlibat aktif lebih dari sekadar melihat dan menghafal. Dengan mempraktikkan atau merangkai prosedur secara langsung, pemahaman terhadap materi menjadi lebih mendalam. Berbagai penelitian lain mengonfirmasi bahwa alat peraga berkontribusi dalam mempermudah proses pembelajaran praktikum bagi pengajar maupun peserta didik [6][7]. Metode praktikum, yang sering kali memanfaatkan penggunaan alat peraga, dapat memberikan kesempatan untuk berlatih dan meningkatkan keterampilan dalam menerapkan pengetahuan guna

mencapai tujuan pembelajaran [8]. Menurut penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa penerapan metode praktikum ini berdampak positif pada berbagai aspek hasil belajar, dengan hasil berupa peningkatan signifikan pada kerajinan (82,09%), keaktifan (83,11%), kesopanan (78,38%), kemampuan berpendapat (78,72%), hingga kerja sama (75,00%) [9].

Instrumentasi adalah ilmu yang fundamental dalam mempelajari pengukuran dan pengendalian, sering kali berpadu dengan pengetahuan elektronika yang esensial bagi berbagai sektor industri. Peralatan pengukuran elektronik menjadi komponen dasar instrumentasi yang diaplikasikan secara luas. Peran vital alat-alat ini terletak pada kemampuannya untuk melakukan pengukuran, analisis, pengendalian proses, serta pencatatan data secara akurat. Oleh karena itu, instrumentasi merupakan elemen krusial dalam sistem-sistem berskala besar dan kompleks [10][11].

Pendidikan teknik saat ini menghadapi tuntutan untuk bertransformasi guna meningkatkan motivasi, daya tarik, dan keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses belajar [12]. Idealnya, pengembangan dalam pendidikan teknik memadukan pembelajaran konsep teoretis di kelas dengan eksperimen praktik di laboratorium untuk mengasah kemampuan psikomotorik dan pemecahan masalah aplikatif di dunia nyata [13][14]. Akan tetapi, kondisi ini belum sepenuhnya tercapai di Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang saat ini pada beberapa mata kuliah masih dominan pada instruksi teoretis tanpa adanya penerapan praktik yang memadai. Tanpa pengalaman praktik, mahasiswa seringkali kesulitan dalam menghubungkan teori dengan aplikasi nyata. Oleh karena itu, pengembangan perangkat kit berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi sangat penting [15].

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, pada penelitian ini dirancang sebuah alat *kit* instrumentasi sensor dan transduser berbasis IoT sebagai media pembelajaran yang lebih interaktif, efisien, dan efektif dalam tingkat pendidikan mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah *kit* instrumentasi yang dilengkapi dengan *microcontroller*, sensor-sensor dan transduser. Data hasil penelitian pada penelitian ini merupakan validasi terkait kelayakan *kit* dari segi fungsionalitas, desain, dan daya tahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan beberapa masalah yang menjadi fokus utama penelitian ini, di antaranya:

1. Bagaimana merancang *kit* instrumentasi berbasis IoT untuk kajian mata kuliah sensor dan transduser di tingkat mahasiswa?
2. Bagaimana performa *kit* instrumentasi ini dilihat dari segi fungsionalitas, desain, dan daya tahan dalam penggunaannya oleh mahasiswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dirumuskan untuk memberikan arah yang jelas dalam pelaksanaan penelitian, serta mencapai hasil yang diharapkan. Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Merancang dan membuat *kit* instrumentasi berbasis IoT untuk kajian sensor dan transduser di tingkat mahasiswa.
2. Mengevaluasi *kit* instrumentasi dari segi fungsionalitas, desain, dan daya tahan untuk penggunaan oleh mahasiswa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif, baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Manfaat untuk Laboratorium Kendali JTE Universitas Sultan Ageng Tirtayasa menyediakan *kit* IoT yang memperkaya fasilitas praktik sensor dan transduser.
2. Manfaat untuk Peneliti meningkatkan pengalaman merancang alat berbasis IoT dan pemahaman tentang sensor, serta membuka peluang penelitian lebih lanjut.
3. Mendukung peningkatan kualitas pendidikan teknik dan memotivasi pengembangan alat IoT di institusi lain.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yang berguna untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dan terarah, yaitu:

1. *Kit* IoT ini menggunakan ESP32 dan sensor: DHT22, MPU-6050, DS18B20, AM312, BMP280, LDR.
2. Transduser dan komponen tambahan: LED, OLED, *ultrasonic*, *potentiometer*, *push button*, relay.
3. *Platform* yang digunakan untuk implementasi *IoT* adalah Blynk, untuk pengumpulan dan analisis data secara efisien.
4. Alat *kit* ini diuji dalam lingkup Pendidikan Tingkat tinggi yaitu Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Pengujian kit ini difokuskan ke validasi terkait kelayakan *kit* sebagai media praktik dari segi fungsionalitas, desain, dan daya tahan.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan yang bertujuan untuk memberikan gambaran terhadap penulisan penelitian agar sistematis.

Bab I Pendahuluan, pada bab ini menyajikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka, pada bab ini membahas teori-teori yang mendukung dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik.

Bab III Metodologi Penelitian, bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk tahapan perancangan alat dan teknik pengumpulan data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, bab ini menyajikan hasil penelitian dan pembahasan berdasarkan data yang diperoleh.

Bab V Penutup, bab ini berisi kesimpulan dari penelitian serta saran untuk pengembangan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samsugi S., Damayanti, A. Nurkholis, B. Permatasari, A. C. Nugroho, A. B. Prasetyo, “Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa,” *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, vol. 2, no. 2, pp. 173–177, 2021, [Online]. Available: <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/JSSTCS/article/view/1380>
- [2] Fricticarani A., A. Hayati, R. R. I. Hoirunisa, G. M. Rosdalina, “Strategi Pendidikan Untuk Sukses Di Era Teknologi 5.0,” *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi Informasi (JIPTI)*, vol. 4, no. 1, pp. 56–68, 2023, doi: 10.52060/pti.v4i1.1173.
- [3] Letting N., J. Mwikya, “Internet of Things (IoT) and quality of higher education in Kenya; A literature review,” *International Journal of Management and Leadership Studies*, vol. 2, no. 1, pp. 14–26, 2020.
- [4] Ancarani A., C. Di Mauro, H. Legenvre, M. S. Cardella, “Internet of things adoption: a typology of projects,” *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 40, no. 6, pp. 849–872, 2020, doi: 10.1108/IJOPM-01-2019-0095.
- [5] Ghosh A., D. J. Edwards, M. R. Hosseini, “Patterns and trends in Internet of Things (IoT) research: future applications in the construction industry,” *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 28, no. 2, pp. 457–481, 2021, doi: 10.1108/ECAM-04-2020-0271.
- [6] Dewi C., D. T. P. Yanto, H. Hastuti, “the Development of Power Electronics Training Kits for Electrical Engineering Students: a Validity Test Analysis,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, vol. 3, no. 2, pp. 114–120, 2020, doi: 10.24036/jptk.v3i2.9423.
- [7] Ekawati R., E. Permata, M. Fatkhurrohman, I. Irwanto, S. Afridah, “Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Kit Teknik Digital berbasis Cooperative Learning Approach,” *Lectura : Jurnal Pendidikan*, vol. 12, no. 2, pp. 180–193, 2021, doi: 10.31849/lectura.v12i2.7486.
- [8] Mufti Wibowo M., R. Nandika, “Pengembangan Trainer Kit Pada Praktikum Mikrokontroler Berbasis Internet of Things Menggunakan Blynk,” *Sigma*

- Teknika*, vol. 5, no. 2, pp. 295–304, 2022.
- [9] SETIANINGSIH N., “Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau,” *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, vol. 3, no. 3, pp. 189–193, 2023, doi: 10.51878/science.v3i3.2450.
- [10] Rahma I., “Instrumentasi adalah Alat yang Digunakan dalam Pengukuran dan Pengendalian, Berikut Penjelasannya,” *Fimela*. Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.fimela.com/lifestyle/read/4540085/instrumentasi-adalah-alat-yang-digunakan-dalam-pengukuran-dan-pengendalian-berikut-penjelasannya?page=2>
- [11] Bhamare D., M. Zolanvari, A. Erbad, R. Jain, K. Khan, N. Meskin, “Cybersecurity for industrial control systems: A survey,” *Computers and Security*, vol. 89, p. 101677, 2020, doi: 10.1016/j.cose.2019.101677.
- [12] Khan Z. H., M. I. Abid, “Distance learning in engineering education: Challenges and opportunities during COVID-19 pandemic crisis in Pakistan,” *International Journal of Electrical Engineering Education*, pp. 1–20, 2021, doi: 10.1177/0020720920988493.
- [13] Jacques S., T. Lequeu, “The attractiveness of reversing teaching forms feedback on an electrical engineering course,” *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 10, no. 3, pp. 21–34, 2020, doi: 10.3991/IJEP.V10I3.12361.
- [14] Lehtovuori A., M. Honkala, H. Kettunen, J. Leppavirta, “Interactive engagement methods in teaching electrical engineering basic courses,” *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, pp. 75–84, 2013, doi: 10.1109/EduCon.2013.6530089.
- [15] Yandi R. P., I. Y. Basri, “Rancang Bangun Mini Trainer Temperatur Sensor Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran,” *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, p. 18, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.110119.
- [16] Al-kahtani M. S., F. Khan, W. Taekeun, “Application of Internet of Things and Sensors in Healthcare,” *Sensors*, vol. 22, no. 15, 2022, doi:

10.3390/s22155738.

- [17] Nasution N., M. Rizal, D. Setiawan, M. A. Hasan, “IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House,” *It Journal Research and Development*, vol. 4, no. 2, pp. 86–93, 2019, doi: 10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357.
- [18] Agung P., A. Z. Iftikhor, D. Damayanti, M. Bakri, M. Alfarizi, “Sistem Rumah Cerdas Berbasis Internet of Things Dengan Mikrokontroler Nodemcu Dan Aplikasi Telegram,” *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i1.47.
- [19] Nurraharjo E., Z. Budiarto, H. Listiyono, “Rekayasa Robot Mobil Dengan Empat Motor Penggerak Menggunakan Metode Pengacakan Delay Time Value Berbasis Arduino,” *Jurnal Dinamika Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 36–43, 2021, doi: 10.35315/informatika.v13i1.8438.
- [20] Maharmi B., C. Bijaksono, “Desain Kontrol Smart Home Berbasis IoT dan Bluetooth,” *JURNAL SAINSTEK*, vol. 12, no. 1, pp. 155–159, 2024.
- [21] Putra A. W., R. Nuryanto, A. Tafrikhatin, “Fitur Pengingat Kegiatan Masjid Dengan Kontrol Wi-Fi Berbasis ESP-32 Pada Jam Digital,” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 5, no. 3, pp. 6177–6187, 2021.
- [22] Aqsha M., R. Sugiarto, M. Muhtarom, A. Ayu, K. Asri, “Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ikan Hias Otomatis Menggunakan Esp32 Berbasis IoT (Internet of Things),” *JURNAL INDONESIA: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 5, no. 3, pp. 2781–2791, 2024.
- [23] Jaenul A., S. Wilyanti, W. G. Gene, “Rancang Bangun Botanical Smart Machine Untuk Pemantauan dan Penyiraman Otomatis Berbasis IoT dan Aplikasi Mobile,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*, vol. 5, pp. 105–129, 2023.
- [24] Christie R., A. Pandu Kusuma, Y. Primasari, “Rancang Bangun Alat Purwarupa Pengamat Tanaman Aglaonema Menggunakan Esp Berbasis Internet of Thing (Iot),” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 4, pp. 2605–2610, 2024, doi: 10.36040/jati.v7i4.7289.
- [25] Syukri M., R. Mukhaiyar, “Alat Pendeteksi Formalin Pada Makanan Menggunakan IoT,” *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary*

- Research and Development*, vol. 3, no. 2, pp. 80–87, 2021, doi: 10.38035/rrj.v3i2.374.
- [26] Roihan A., A. Mardiansyah, A. Pratama, A. A. Pangestu, “Simulasi Pendeteksi Kelembaban Pada Tanah Menggunakan Sensor Dht22 Dengan Proteus,” *METHODIKA: Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 7, no. 1, pp. 25–30, 2021, doi: 10.46880/mtk.v7i1.260.
- [27] Taufik R., I. A. Bangsa, U. Latifa, “Implementasi Instrumentasi pada Sistem Deteksi Kebakaran Rumah Berbasis IoT,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 2, pp. 184–193, 2021, doi: 10.5281/zenodo.4659949.
- [28] Huda M. B. R., W. D. Kurniawan, “Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 18–23, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47897/39982>
- [29] Mudofar Baehaqi A. R. A. S. E. S., “5-Pengujian Performa Sensor DHT11 dan DS18B20 Sebagai Sensor Suhu Ruang Server,” *Mestro Jurnal Ilmiah*, vol. 2, no. 02, pp. 6–12, 2023.
- [30] Murdiyantoro R. A., A. Izzinnahadi, E. U. Armin, “Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 3, no. 2, pp. 54–61, 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.258.
- [31] Naa I., A. C. Saba, E. Renaldo, M. R. Luon, V. N. Van Harling, “RANCANG BANGUN ALAT PEMISAH SAMPAH LOGAM DAN NON LOGAMBERBASIS ARDUINO UNO,” *SOSCIED*, vol. 7, no. 1, p. 2, 2024.
- [32] Azhar A. R., D. A. Setiawan, N. A. A. Yasmin, T. A. Putri, G. F. Nama, “Sistem Monitoring Kapasitas Air Dan Pengisian Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Modul Esp8266,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, pp. 218–228, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3966.
- [33] Khaery M., A. H. Pratama, P. Wipradnyana, A. A. N. Gunawan, “Design of Air Pressure Measuring Devices Using a Barometric Pressure 280 (BMP280) Sensor Based on Arduino Uno,” *Buletin Fisika*, vol. 21, no. 1, p. 14, 2020,

- doi: 10.24843/bf.2020.v21.i01.p03.
- [34] Manalu J. W., P. Gunoto, “Perancangan Sistem Monitoring Kecepatan Angin Dan Temperature Udara Berbasis Internet of Things (Iot),” *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 1, pp. 086–096, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i1.5125.
 - [35] Jiménez-Bravo D. M., Á. L. Murcigo, A. S. Mendes, L. A. Silva, D. H. De La Iglesia, “Edge Face Recognition System Based on One-Shot Augmented Learning,” *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, vol. 7, no. 6, pp. 31–44, 2022, doi: 10.9781/ijimai.2022.09.001.
 - [36] Rahman M. F., Y. Nantan, W. Saputri, A. Ws, “Pemodelan Kotak 3D Menggunakan Sensor MPU6050,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, pp. 37–40, 2022.
 - [37] Utama C. C., T. Syahputra, M. Iswan, “Implementasi Teknik Counter Pada Air Mancur Untuk Membuat Animasi Air Berbasis Mikrokontroler Atmega 16,” *Jurnal Teknisi*, vol. 1, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.54314/teknisi.v1i1.484.
 - [38] Nurhayati N., B. Maisura, “Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Nyala Lampu dengan Menggunakan Sensor Cahaya Light Dependent Resistor,” *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, p. 103, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i2.9719.
 - [39] Ariyanto D., M. Kusriyanto, “Sistem Pemantau Kualitas Air Kolam Ikan Koi Berbasis IoT,” *Technologia : Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 1, p. 19, 2023, doi: 10.31602/tji.v14i1.9199.
 - [40] Hidayanti N., D. Titisari, “Low Cost Monitoring Kesehatan Berbasis Internet of Thing,” *Jurnal Teknokes*, vol. 13, no. 2, pp. 98–106, 2020, doi: 10.35882/teknokes.v13i2.6.
 - [41] Permana F. S., M. N. Suyatno Putro, R. Suwartika, “PEMANFAATAN TEKNOLOGI CLOUD BLYNK DALAM SISTEM KONTROLLING STOP KONTAK LAMPU RUMAH BERBASIS APLIKASI ANDROID,” *Jurnal Teknik Informatika Atmaluhur*, vol. 6, no. 1, p. 4, 2022.
 - [42] Mahendra R., A. Muhammad Thantawi, “Rancang Bangun Smart Watering System For Plant Menggunakan Rasberry Pi,” *Jurnal IKRA-ITH TEKNOLOGI*, vol. 5, no. 2, pp. 17–22, 2021.

- [43] Zanofo A. P., R. Arrahman, M. Bakri, A. Budiman, “Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3,” *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i1.76.
- [44] Darta Gautama G., Novi Herawadi Sudibyo, “Rancang Bangun Sistem Pintu Irigasi Otomatis,” *Jurnal RESTIKOM: Riset Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 5, no. 3, pp. 494–504, 2023, doi: 10.52005/restikom.v5i3.255.
- [45] Fatimah Q. I., R. Marselino, A. Asnil, “Web-Based DC Motor Speed Design and Control,” *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 101–112, 2021, doi: 10.46574/motivection.v3i3.99.
- [46] Wijanarko D., A. Hariyanto, “Rancang Bangun Bel Pintu Tanpa Sentuh Menggunakan Microcontroller dan Sensor Infra Merah Berbasis Internet of Things,” *PoliGrid*, vol. 3, no. 1, p. 29, 2022, doi: 10.46964/poligrid.v3i1.1508.
- [47] Ade B., R. Yudi, “Pengontrolan Alat Elektronik Menggunakan Modul NODEMCU ESP8266 Dengan Aplikasi Blynk Berbasis IOT,” *eProsiding Teknik Informatika (PROTEKTIF)*, vol. 2, no. 1, pp. 68–74, 2021.
- [48] Mujib Ansori Z., A. Lilik, B. I Gusti Putu Asto, Nurhayati, “ARDUINO UNO PADA MATA PELAJARAN TEKNIK PEMOGGRAMAN MIKROPROSESOR DAN MIKROKONTROLER KELAS XI TEI DI SMKN 1 NGAWI,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 11, pp. 69–78, 2021.
- [49] Banjardana A., M. Aulia, F. M. Putra, “Trainer Mikroprosesor Berbasis Internet of Things sebagai Media Pembelajaran di Universitas Teknologi Sumbawa,” *Renewable Energy Technologies Journal (RENTECHS)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2023, [Online]. Available: <http://www.jurnal.uts.ac.id/index.php/rentechs/article/view/3561>
- [50] Alyafi M. A., L. Anifah, I. G. P. Asto B, N. Nurhayati, “Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler Nodemcu Esp32 Berbasis Iot Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, Dan Mikrokontroler Di Smk Negeri 1 Sidoarjo,” *Jurnal Pendidikan Teknik*

Elektro, vol. 11, no. 02, pp. 203–212, 2021, doi: 10.26740/jpte.v11n02.p203-212.

- [51] Zakariyah M., F. Baskoro, M. Syariffudien, N. Kholis, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mikrokontroler Esp32 Berbasis Internet of Things & Bluetooth di SMKN 2 Surabaya,” *Jurnal Teknik Elektro: Electronic Control*, vol. 9, no. 2, pp. 110–123, 2024.