

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DAN KONTROL CAIRAN INFUS BERBASIS INTERNET OF THINGS

M. Hardianur^{1*}, Abdullah Hanif^{2*}, Karyo Budi Utomo^{3*}

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda; Jl. Dr. Cipto Mangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur 75131

Keywords:

ESP32, Firebase, Internet of Things (IoT), Load Cell HX711, Motor Servo, Sensor TCS34725.

Correspondent Email:

m.hardianur13@gmail.com

Abstrak. Teknologi Internet of Things (IoT) diterapkan untuk mengoptimalkan sistem pemantauan cairan infus yang selama ini masih dilakukan secara manual. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring infus dua kanal berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor load cell dengan modul HX711, sensor warna TCS34725, serta motor servo sebagai aktuator penutup jalur cairan otomatis. Data kondisi cairan dikirim langsung ke Firebase Realtime Database agar dapat dipantau melalui dashboard web secara real-time. Hasil pengujian dari 10 percobaan menunjukkan sistem sensor dan notifikasi berhasil mendeteksi kondisi infus dengan akurasi 100%. Namun, tingkat keberhasilan motor servo dalam menutup aliran otomatis mencapai 60% (6 kali berhasil), di mana 4 kegagalan terjadi akibat ketidakstabilan sudut putaran servo sehingga jepitan selang kurang maksimal. Secara keseluruhan, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan keamanan pemantauan volume cairan infus, meskipun masih memerlukan penyempurnaan mekanis pada aktuator penutup selang.



Copyright © 2026 The Author(s), Published by Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

Abstract. Internet of Things (IoT) technology is applied to optimize the intravenous (IV) fluid monitoring system, which has conventionally been conducted manually. This study designs and implements an IoT-based two-channel IV monitoring system utilizing an ESP32 microcontroller, a load cell sensor with an HX711 module, a TCS34725 color sensor, and a servo motor as an automatic fluid line closure actuator. Fluid condition data is transmitted directly to the Firebase Realtime Database to be monitored through a web dashboard in real-time. The evaluation results from 10 trials demonstrate that the sensor system and notification delivery successfully detect IV fluid conditions with 100% accuracy. However, the success rate of the servo motor in automatically closing the fluid flow reaches 60% (6 successful attempts), whereas 4 failures occur due to inconsistent servo rotation angles, resulting in suboptimal tubing clamping. Overall, this system is capable of enhancing the efficiency and safety of fluid volume monitoring, despite requiring further mechanical refinements on the tubing closure actuator.

1. PENDAHULUAN

Infus intravena adalah metode standar dalam pemberian cairan, obat, dan nutrisi pada pasien di unit gawat darurat (UGD) maupun ruang perawatan intensif. Infus menjadi sangat penting bagi pasien kritis yang membutuhkan

pemberian cairan, obat, atau transfusi darah secara cepat dan akurat (V D et al., 2025). Dalam beberapa kondisi, seorang pasien bahkan memerlukan dua infus secara bersamaan, misalnya untuk terapi cairan dan transfusi

darah, sehingga menambah kompleksitas pengelolaan.

2. Dalam praktiknya, pemantauan cairan infus masih dilakukan secara manual oleh perawat, tidak jarang terjadi keterlambatan penggantian infus karena keterbatasan jumlah tenaga medis dibandingkan jumlah pasien. Pasien sering kali harus menekan tombol panggil untuk memberitahukan bahwa infus telah habis (Priyandoko, 2021). Maka dari itu diperlukan solusi yang lebih modern dan efektif, terlebih lagi pada beberapa kondisi pasien khusus di UGD maupun IGD yang bisa membutuhkan lebih dari satu infus sehingga perlu pemantauan yang sangat ketat.

3. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif. Dengan integrasi sensor yang mampu memantau berat cairan, dan memantau macet atau tidaknya cairan infus serta mendeteksi darah yang naik ke selang infus secara *real-time* bahkan dapat memberikan tindakan berupa penghentian infus otomatis dengan penambahan aktuator pada kondisi tertentu. Sistem IoT dapat mengirim data ke perangkat monitoring pusat berupa tampilan *web* atau aplikasi. Hal ini memungkinkan tenaga medis untuk memantau infus kapanpun, termasuk dua infus sekaligus pada satu pasien, dengan lebih cepat dan tepat.

4. Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penelitian ini merancang dan membangun sistem monitoring serta kontrol cairan infus dua kanal berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor *load cell* dengan modul HX711, sensor warna TCS34725, motor servo sebagai aktuator, dan Firebase realtime database sebagai platform pemantauan data secara *real-time*.

5. TINJAUAN PUSTAKA

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan objek fisik saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet tanpa memerlukan interaksi langsung antar manusia [13]. Dalam penelitian ini, konsep IoT diterapkan agar data kondisi infus dapat diakses dan dipantau dari jarak jauh secara *real-time*.

ESP32 adalah mikrokontroler System on Chip (SoC) yang dilengkapi modul Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, sehingga memungkinkan pengiriman data sensor langsung ke jaringan internet tanpa modul

tambahan. ESP32 dipilih sebagai pengendali utama karena memiliki jumlah pin GPIO yang memadai untuk menangani dua kanal sensor sekaligus serta mendukung komunikasi I2C ganda (Wire dan Wire1).

Load cell adalah transduser yang mengubah besaran gaya atau berat menjadi sinyal listrik melalui prinsip strain gauge [14]. Karena keluaran sinyal load cell sangat kecil, dibutuhkan modul penguat HX711 yang berfungsi sebagai Analog-to-Digital Converter (ADC) 24-bit khusus untuk pembacaan sensor berat secara presisi [15].

Sensor TCS34725 merupakan sensor warna berbasis I2C yang mampu mendeteksi intensitas warna merah, hijau, dan biru (RGB) suatu objek [16]. Pada penelitian ini, sensor tersebut dimanfaatkan untuk mendeteksi dominasi warna merah pada cairan di dalam selang infus sebagai indikasi adanya darah.

Motor servo adalah aktuator putar yang posisi sudutnya dapat dikendalikan secara presisi melalui sinyal Pulse Width Modulation (PWM) [17]. Pada sistem ini, motor servo difungsikan sebagai penjepit mekanis yang menutup selang infus ketika sensor warna mendeteksi indikasi darah.

Firebase Realtime Database adalah layanan basis data berbasis cloud dari Google yang menyimpan data dalam format JSON dan mendukung sinkronisasi data secara *real-time* ke seluruh klien yang terhubung [18]. Firebase dipilih karena memungkinkan ESP32 mengirim data sensor langsung melalui REST API tanpa memerlukan server backend tambahan.

Metode Waterfall adalah salah satu model pengembangan sistem dalam Software Development Life Cycle (SDLC) yang bersifat sekuensial, di mana setiap tahapan, yaitu requirement, desain, implementasi, verifikasi, dan maintenance, diselesaikan secara berurutan sebelum berlanjut ke tahap berikutnya [19]. Model ini dipilih karena kebutuhan sistem pada penelitian ini bersifat tetap dan terdefinisi sejak awal, berbeda dengan model iteratif seperti Agile yang lebih sesuai untuk kebutuhan yang terus berubah [20].

6. METODE PENELITIAN

6.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Waterfall yang terdiri atas lima tahapan

berurutan. Tahap *requirement* mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem, meliputi kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, dan data kalibrasi. Tahap desain merancang arsitektur sistem, meliputi diagram blok, alur kerja, dan skema pengkabelan. Tahap implementasi merealisasikan desain ke dalam perangkat keras dan kode program. Tahap verifikasi menguji apakah sistem berjalan sesuai fungsi dan tujuan yang ditetapkan melalui pengujian kalibrasi dan akurasi. Tahap *maintenance* dilakukan untuk menjaga keandalan sistem melalui kalibrasi ulang sensor secara berkala.

6.2. Alat dan Bahan

Perangkat keras yang digunakan meliputi: 1) satu unit mikrokontroler ESP32 Devkit sebagai pengendali utama; 2) dua unit sensor load cell beserta modul HX711 untuk mengukur berat cairan infus pada Kanal A dan Kanal B; 3) dua unit sensor warna TCS34725 untuk mendeteksi keberadaan darah pada masing-masing kanal; 4) satu unit motor servo sebagai aktuator penjepit selang; 5) modul catu daya MB102 untuk memisahkan suplai daya beban mekanis dari suplai daya mikrokontroler; serta 6) kotak (box) berbahan ABS sebagai casing pelindung komponen elektronik. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE untuk pemrograman ESP32 menggunakan bahasa C++, Visual Studio Code untuk pengembangan dashboard web berbasis HTML, CSS, dan JavaScript, serta Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data.

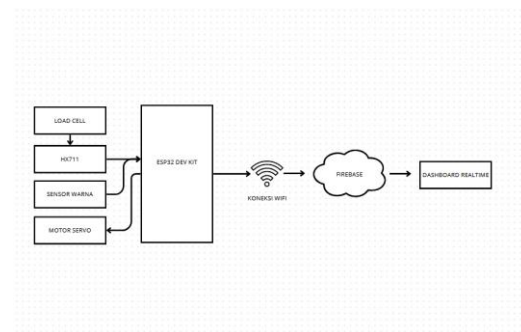
6.3. Pengumpulan dan Analisis Data

Data dikumpulkan melalui tiga cara, yaitu studi literatur terhadap penelitian-penelitian terdahulu dan datasheet komponen, observasi terhadap prosedur pemantauan infus konvensional, serta pengujian langsung terhadap purwarupa yang dibangun. Data hasil pengujian berupa nilai berat, status warna sensor, dan sudut aktuator servo dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai target terhadap nilai aktual pada setiap percobaan untuk menentukan tingkat keberhasilan sistem.

7. HASIL DAN PEMBAHASAN

7.1. Perancangan Sistem

Rancangan sistem secara umum ditunjukkan pada diagram blok Gambar 1. Sensor load cell menangkap perubahan berat cairan infus dan meneruskannya ke modul HX711 untuk dikonversi menjadi data digital. Bersamaan dengan itu, sensor warna TCS34725 memantau kondisi optik cairan pada selang. Kedua data tersebut diproses oleh ESP32, yang kemudian mengendalikan motor servo sebagai respons otomatis apabila darah terdeteksi, sekaligus mengirimkan seluruh data melalui koneksi Wi-Fi ke Firebase.



Gambar 1. Diagram blok sistem

Data pada Firebase selanjutnya ditampilkan secara real-time pada dashboard web yang dapat diakses oleh tenaga medis. Kedua kanal (A dan B) bekerja secara independen menggunakan jalur komunikasi terpisah, yaitu bus I2C utama (*Wire*, GPIO 21/22) untuk Kanal A dan bus I2C sekunder (*Wire1*, GPIO 13/14) untuk Kanal B pada sensor TCS34725, serta pin data dan clock yang berbeda pada masing-masing modul HX711.

7.2. Implementasi Perangkat Keras

Konfigurasi pin antara setiap sensor/aktuator dengan ESP32 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi pin sensor dan aktuator

Modul	Pin	Pin ESP32
Load Cell A (HX711)	DT / SCK	GPIO 32 / 33
Load Cell B (HX711)	DT / SCK	GPIO 25 / 26
TCS34725 A	SDA / SCL	GPIO 21 / 22

Modul	Pin	Pin ESP32
TCS34725 B	SDA / SCL	GPIO 13 / 14
Motor Servo	PWM	GPIO 18

Modul HX711 dan TCS34725 bekerja pada tingkat logika tegangan 3,3V yang kompatibel langsung dengan port I/O ESP32 sehingga tidak memerlukan level shifter tambahan. Modul catu daya MB102 digunakan untuk memisahkan suplai arus beban mekanis (motor servo) dari suplai daya mikrokontroler, sehingga pergerakan servo tidak mengganggu kestabilan tegangan saat modul Wi-Fi ESP32 mengirimkan data. Seluruh komponen dipasang pada tiang infus dengan sensor load cell diposisikan di bagian atas sebagai pengait kantong infus, sedangkan sensor TCS34725 dan motor servo diletakkan di bagian tengah untuk memantau dan mengunci jalur selang, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



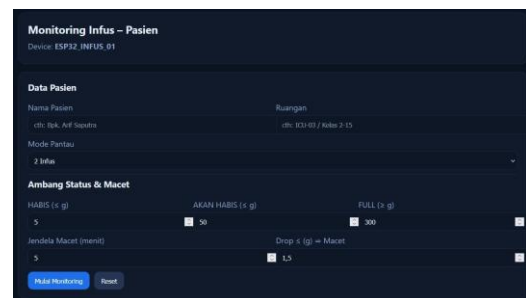
Gambar 2. Realisasi perangkat pada tiang infus

7.3. Implementasi Perangkat Lunak

Program pada ESP32 dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++ dan memanfaatkan pustaka *WiFi.h* serta *HTTPClient.h* untuk komunikasi ke Firebase melalui REST API (metode PATCH), *HX711.h* untuk pembacaan sensor berat, *Adafruit_TCS34725.h* untuk pembacaan sensor warna, dan *ESP32Servo.h* untuk pengendalian motor servo. ESP32 difungsikan hanya sebagai

pengirim data mentah, sedangkan seluruh logika pemrosesan, seperti penentuan status infus, analisis tren penurunan berat, dan deteksi kemacetan aliran, dilakukan pada sisi dashboard web berbasis HTML, CSS, dan JavaScript. Pemisahan peran ini membuat sistem lebih ringan pada sisi mikrokontroler dan lebih fleksibel untuk dikembangkan lebih lanjut.

Dashboard web, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, menampilkan data pasien (nama dan ruangan), mode pemantauan (satu atau dua kanal), serta ambang batas status infus yang dapat disesuaikan pengguna, yaitu kondisi habis (≤ 5 g), akan habis (≤ 50 g), dan penuh (≥ 300 g). Sistem juga dilengkapi fitur deteksi infus macet, yang menandai status “macet” apabila penurunan berat kurang dari 1,5 g dalam jendela waktu 5 menit, sehingga perawat dapat mengetahui kondisi aliran yang tidak lancar tanpa harus menunggu cairan benar-benar habis.



Gambar 3. Tampilan dashboard web monitoring

7.4. Hasil Pengujian

Pengujian kalibrasi dilakukan pada dua sensor utama. Sensor load cell dikalibrasi menggunakan benda uji berupa cairan dengan volume diketahui (600 ml) untuk memastikan konversi nilai berat ke volume infus sesuai, sedangkan sensor TCS34725 dikalibrasi menggunakan cairan berwarna merah yang menyerupai darah untuk memastikan sensor dapat membedakan kondisi normal dan abnormal pada selang.

Pengujian fungsional dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dengan mensimulasikan kondisi normal maupun kondisi darah pada Kanal A dan Kanal B, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian deteksi kondisi infus dan respons motor servo

No	Kondisi	Target	Aktual	Hasil
1	Darah A	120°	110°	Gagal
2	Darah B	60°	65°	Gagal
3	Darah A	120°	115°	Gagal
4	Darah B	60°	62°	Gagal
5	Darah A	120°	118°	Berhasil
6	Darah B	60°	60°	Berhasil
7	Normal	90°	90°	Berhasil
8	Darah A	120°	120°	Berhasil
9	Darah B	60°	60°	Berhasil
10	Normal	90°	90°	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sensor dan notifikasi berhasil mendeteksi seluruh kondisi infus dengan akurasi 100%. Namun, tingkat keberhasilan motor servo dalam menutup aliran secara mekanis hanya mencapai 60% (6 dari 10 percobaan). Pada percobaan ke-1 hingga ke-4, servo gagal mencapai sudut target akibat adanya celah (*play*) pada sambungan *horn* servo dan beban selang yang cukup kaku, sehingga jepitan tidak menutup aliran secara sempurna. Setelah dilakukan penyesuaian sudut akhir pada kode program melalui kalibrasi manual, percobaan ke-5 hingga ke-10 menunjukkan keberhasilan 100%, mengindikasikan bahwa kegagalan pada percobaan awal merupakan fase penyesuaian toleransi mekanis sistem, bukan kegagalan pada sisi sensor maupun logika perangkat lunak.

Hasil ini menunjukkan bahwa akurasi deteksi berbasis sensor (load cell dan TCS34725) telah dapat diandalkan sepenuhnya, sedangkan keandalan respons mekanis aktuator servo masih bergantung pada presisi kalibrasi sudut dan kekakuan sambungan mekanis. Temuan ini sejalan dengan V D dkk. yang mengidentifikasi bahwa keterbatasan mekanis aktuator merupakan salah satu tantangan utama dalam sistem monitoring infus otomatis [10], sekaligus memperkuat kontribusi penelitian ini dalam mengintegrasikan deteksi dua parameter (berat dan warna) dengan respons aktuator otomatis pada dua kanal sekaligus, sebuah kombinasi yang belum banyak ditemukan pada

sistem monitoring infus IoT sebelumnya [1]-[9], [22].

Dibandingkan dengan sistem berbasis notifikasi pasif seperti pada penelitian Aliansih dkk. [6] dan Syafiih dkk. [7] yang mengandalkan perawat untuk menindaklanjuti peringatan secara manual, sistem pada penelitian ini mampu memberikan respons otomatis berupa penutupan jalur selang tanpa menunggu tindakan manual, sehingga berpotensi mempercepat mitigasi risiko aliran balik darah. Sebagai perbandingan lebih luas, pendekatan integrasi sensor dan aktuator berbasis ESP32 pada penelitian ini sejalan dengan tren pemanfaatan ESP32 untuk otomasi berbasis IoT pada berbagai domain aplikasi, termasuk sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah yang turut mengintegrasikan pembacaan sensor dan kendali aktuator secara real-time melalui satu mikrokontroler [21].

8. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Alat monitoring dan kontrol cairan infus dua kanal berbasis ESP32 berhasil dibangun dan mampu memantau berat cairan infus pada dua kanal secara bersamaan, dengan data yang dikirimkan ke Firebase Realtime Database secara real-time.
- Sensor warna TCS34725 berhasil mendeteksi indikasi darah pada selang infus dengan akurasi 100% dari 10 percobaan, dan memicu motor servo untuk menutup aliran secara otomatis dengan tingkat keberhasilan mekanis 60% (6 dari 10 percobaan), dengan kegagalan yang menurun seiring kalibrasi sudut servo.
- Dashboard web yang dikembangkan mampu menampilkan kondisi infus dan status darah secara real-time, dilengkapi fitur deteksi infus macet berbasis ambang batas perubahan berat dalam rentang waktu tertentu.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan notifikasi otomatis melalui aplikasi pemesanan, menyempurnakan desain mekanis aktuator agar penjepitan selang lebih presisi dan konsisten, serta menambahkan sumber daya cadangan agar sistem tetap berfungsi saat terjadi pemadaman listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Akbar and I. Gunawan, "Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things)," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 155-163, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [2] T. Dewi Hendrawati and R. Aditya Ruswandi, "Sistem Pemantauan Tetesan Cairan Infus Berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, vol. 1, no. 1, pp. 25-32, 2021.
- [3] G. Priyandoko, "Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 56-61, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i2.10508.
- [4] P. A. Rosyady, A. S. S. Sukarjiana, N. U. Habibah, N. Ihsana, A. R. C. Baswara, and W. R. Dinata, "Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)," *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 22, no. 1, pp. 97-110, 2023, doi: 10.31358/techné.v22i1.345.
- [5] I. Sucipta, J. W. Simatupang, C. Kaswandi, and I. Purnama, "Prototipe Pemantauan Tetes Cairan Infus Berbasis IoT Terkoneksi Perangkat Android," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 113, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.003.
- [6] T. F. Aliansih, R. Hidayati, and K. Sari, "Sistem Pemantauan Infus Berbasis IoT dengan Notifikasi Real-Time Melalui Telegram," *Jurnal PROCESSOR*, vol. 19, no. 2, pp. 156-170, 2024, doi: 10.33998/processor.2024.19.2.1843.
- [7] M. Syafiih, S. Astutik Andayani, and N. Hatima Inda Arifin, "Monitoring Infus dan Detak Jantung Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 1-8, 2023, doi: 10.35316/jimi.v8i2.124-131.
- [8] H. Dabukke, D. L. Rajagukguk, and S. Sijabat, "Analisis Pemantauan Infus Peristaltik Berbasis Sensor TCRT 5000," vol. 6, no. 2, pp. 140-144, 2024.
- [9] I. K. A. R. Gunawan, N. P. R. Artini, and G. N. B. G. K. Aditya, "Rancang Bangun Alat Pemantauan Infus Berbasis Arduino dengan Pendeteksian Berat Infus, Jumlah Tetesan dan Penanda Darah Naik pada Selang Infus," *Widya Kesehatan*, vol. 4, no. 2, pp. 1-7, 2022, doi: 10.32795/widyakesehatan.v4i2.3382.
- [10] N. V D et al., "A Review Automated IV Drip Monitoring and Patient Safety," *SSRN Electronic Journal*, 2025, doi: 10.2139/ssrn.5091488.
- [11] F. M. Yoga, A. Shahib Al Banna, and A. Thariq Saputra, "Sistem Kontrol dan Monitoring Infus Berbasis NodeMCU," *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, vol. 6, no. 1, pp. 372-378, 2020.
- [12] Siti Nur Khasanah, Maisyaroh, A. Nugraha, and M. Ulinnuha, "Pembuatan Alat Monitoring Infus Berbasis NodeMCU ESP8266," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 105-110, 2021, doi: 10.35316/jimi.v6i2.1472.
- [13] I. Irma, T. Ahmad, and T. W. Adi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT (Internet of Things)," *Jurnal Fasilkom*, vol. 10, no. 2, pp. 103-112, 2020.
- [14] O. S. Al-Dahiree, M. O. Tokhi, N. H. Hadi, N. R. Hmoad, R. A. R. Ghazilla, H. J. Yap, and E. A. Albaadani, "Design and Shape Optimization of Strain Gauge Load Cell for Axial Force Measurement for Test Benches," *Sensors*, vol. 22, no. 19, pp. 1-19, 2022, doi: 10.3390/s22197508.
- [15] P. Rachmawati, "Perancangan Simulasi Timbangan Digital Menggunakan Sensor HX711 dengan Tambahan Buzzer Berbasis ESP32," *Medika Trada*, vol. 4, no. 2, pp. 22-28, 2023, doi: 10.59485/jtemp.v4i2.38.
- [16] D. N. Rahmanto, J. Prasajo, and T. Handayani, "Alat Pendeteksi Warna RGB," *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII)*, pp. 664-672, 2022.
- [17] Salim, A. Irfansyah, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Implementasi Motor Servo SG90 (Electronics Integration Helmet Wiper)," *Jurnal Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 1-9, 2020, doi: 10.32531/jelekn.v6i2.256.
- [18] A. B. P. Manullang, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT," *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, vol. 4, no. 2, pp. 163-170, 2021.
- [19] M. R. Fahlevi and H. Gunawan, "Perancangan Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Internet of Things," *IT (Informatic Technique) Journal*, vol. 8, no. 1, p. 23, 2021, doi: 10.22303/it.8.1.2020.23-29.
- [20] A. Samsudin and H. Hamdalah Islami, "Sistem Pengaduan Masyarakat Menggunakan Metode Agile Extreme Programming," *Jurnal Infotex*, vol. 2, no. 1, pp. 214-226, 2023.

- [21] M. Roziqin, A. F. Kabes, and S. Z. N. Haq, "Rancang Bangun Penyiraman Tanaman Cabe Otomatis Menggunakan ESP32 dan Sensor Kelembapan Tanah," Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, vol. 13, no. 3S1, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3S1.7966.
- [22] M. F. Hamzah, "Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis Internet of Things," Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, vol. 13, no. 1, pp. 45-60, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5488.