

Implementasi Sistem Monitoring Tempat Sampah Menggunakan Sensor *Load Cell* Dan *ESP32*

Implementation of a Trash Can Monitoring Sistem Using Load Cell and ESP32 Sensors

Dwi Tiara Puspa^{*,1}, Muhammad Raihan Putera¹, Farhan Al Husein Hrp¹, Surya Putra¹, Indra Laksana¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Sumatera Barat Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: dwitiarapuspa@gmail.com

Abstrak. Sampah merupakan sisa-sisa makanan atau sesuatu yang tidak bermanfaat lagi oleh seseorang dan menjadi permasalahan terutama di daerah yang padat penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring tempat sampah berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor *load cell* untuk mengukur berat sampah. Sistem ini dirancang untuk mengirimkan notifikasi ke *handphone* ketika kapasitas tempat sampah mencapai batas tertentu, sehingga memudahkan pengelolaan sampah. Metode eksperimen dan perancangan digunakan untuk menguji hipotesis dan mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara variabel. Rangkaian alat yang digunakan mencakup sensor HX711 dan modul ESP32, yang terintegrasi dalam satu sistem. Aplikasi yang dikembangkan dengan Kodular menampilkan grafik kapasitas sampah dalam satuan gram, memungkinkan pengguna untuk memantau dan membandingkan jumlah sampah yang terkumpul setiap minggu. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan pengelolaan sampah di perkotaan menjadi lebih efisien, mengurangi penumpukan sampah yang tidak terkelola, dan berkontribusi pada kebersihan lingkungan.

Kata Kunci: Tempat Sampah, IoT, Sensor *Load Cell*

Abstract. Waste is leftover food or objects from humans that are no longer useful or are no longer useful, and is a problem especially in densely populated areas. This study aims to develop an *Internet of Things* (IoT)-based waste bin monitoring system using a *Load Cell* sensor to measure the weight of waste. This system is designed to send notifications to smartphones when the capacity of the waste bin reaches a certain limit, thus facilitating waste management. Experimental and design methods are used to test hypotheses and identify cause-and-effect relationships between variables. The series of tools used includes the HX711 sensor and the ESP32 module, which are integrated into one system. The application developed with Kodular displays a graph of waste capacity in grams, allowing users to monitor and compare the amount of waste collected each week. With the implementation of this system, it is hoped that waste management in urban areas will become more efficient, reduce the accumulation of unmanaged waste, and contribute to environmental cleanliness.

Keywords: Waste Bin, IoT, *Load Cell* Sensor

1. Pendahuluan

Sampah atau sisa-sisa makanan atau benda dari manusia yang sudah tidak bermanfaat atau tidak berguna lagi (Gani & Ikhsan, 2020). Secara umum ada dua jenis sampah yaitu sampah organik dan sampah anorganik (Rahmansa *et al.*, 2023). Sampah yang dihasilkan dari hewani dan hayati serta dapat digunakan untuk membuat kompos dikenal dengan Sampah organik, sedangkan yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati yang tidak dapat diuraikan secara alami dan harus proses dengan cara didaur ulang di sebut dengan sampah anorganik. Dulu dalam kehidupan masyarakat sampah bukan menjadi permasalahan. Tapi, seiring dengan kemajuan zaman dan peningkatan populasi manusia sampah telah menjadi masalah yang semakin meluas, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk (Al Hijr Asqalani & Latief Arda, 2023). Situasi ini menyebabkan penumpukan sampah yang tidak terkelola di area pemukiman padat, telah menjadi masalah serius (Ariyanti *et al.*, n.d.).

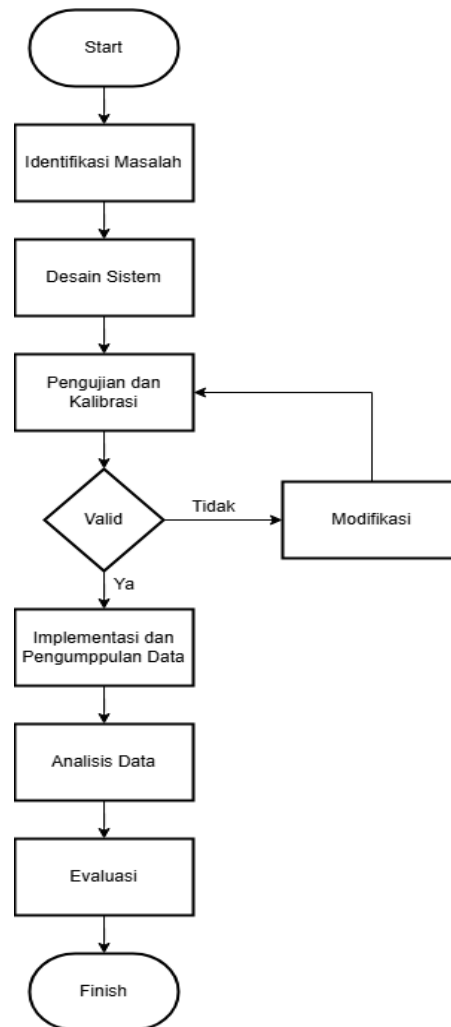
Sampah hingga saat ini sering menjadi masalah, karena banyak tempat sampah yang tidak diperhatikan sehingga beberapa tempat sampah terlalu lama berakibat tempat sampah melimpah-limpah dan tidak dapat di tutup akibat tidak dikosongkan, sementara di tempat lain ada yang terlalu cepat peroses pengosongan nya. Selain itu, beberapa tempat sampah terlihat penuh karena sampah yang berukuran besar, panjang atau tinggi, meskipun isinya belum maksimal penuh. Maka dari itu diperlukan sebuah tempat sampah *Internet of Things (IoT)* dengan metode eksperimen dan perancangan *Sistem* yang akan membaca *value* berat tempat sampah. Sehingga petugas sampah mengetahui kapan harus melakukan penyaluran. Ketika berat sampah mencapai batas tertentu, notifikasi akan masuk ke *handphone* untuk mengingatkan agar segera membuang sampah yang sudah ada di dalam tempat sampah tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sebuah sistem tempat sampah *internet of things (IoT)* dengan menggunakan sensor *load cell*, yang dapat mengukur berat sampah dan memberikan notifikasi otomatis saat sampah mencapai kapasitas maksimal. Dengan demikian sistem ini diharapkan dapat mengoptimalkan pengelolaan sampah.

Sebelumnya metode penelitian eksperimen dan perancangan ini sudah pernah dilakukan dengan judul tempat sampah pintar berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan sistem teknologi informasi (Anwar Ismail *et al.*, 2021). Sedangkan penelitian menggunakan sensor *load cell* ini pernah dilakukan dengan judul monitoring cairan infus menggunakan *load cell* berbasis *Internet of Things (IoT)* (Rosyady *et al.*, 2023). Secara sederhana, metode eksperimen dan perancangan ini adalah suatu metode penelitian yang dilakukan untuk menguji coba hipotesis atau mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara gejala. Metode eksperimen merupakan suatu set tindakan dan pengamatan yang dilakukan untuk mengecek atau menyalahkan hipotesis atau mengenali hubungan sebab-akibat antara gejala. (Tricahyo.w, 2018).

2. Metode

Proses dalam pembuatan sistem monitoring tempat sampah ini, kami menggunakan sensor *load cell* untuk membaca kapasitas berat tempat sampah dan ESP32 sebagai mikrokontroler. Dengan tujuan adalah untuk mengirimkan pemberitahuan jika isi tempat sampah kini sudah mencapai kapasitas penuh. Berikut ini adalah tahapan lengkap dalam penelitian:



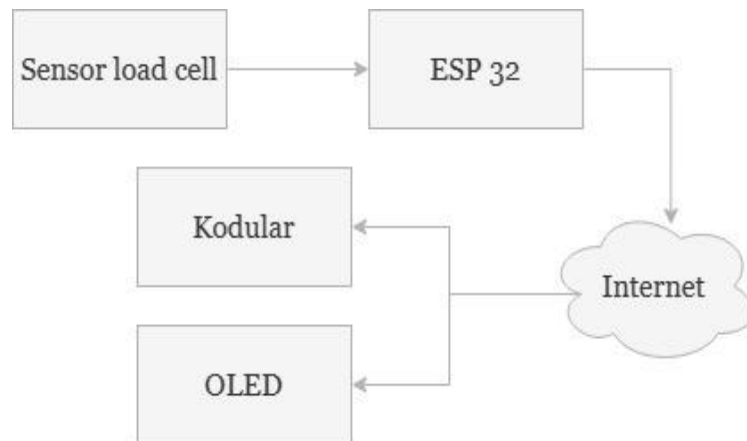
Gambar 1. Diagram Pembuatan Alat

Internet Of Things (IoT)

Suatu teknologi yang menghubungkan semua perangkat ke internet, baik *smaller and finer devices* dikenal dengan *Internet of Things (IoT)* (Lamaazi *et al.*, 2018) (Hendra *et al.*, 2022) selain itu juga disebut sebagai pintu terbuka dari internet yang dapat diakses kapan dan dimana saja (Díaz *et al.*, 2016). Oleh karena itu dengan menggunakan paradigma IoT untuk merancang sistem pemantauan tempat sampah pintar dengan menggunakan sensor *load cell*. Selain itu, IoT membuka jalan bagi infrastruktur yang terhubung secara luas untuk memungkinkan layanan baru (Laksmiana *et al.*, 2022), serta fleksibilitas dan efisiensi yang lebih baik (Malathy *et al.*, 2022).

Desain Sistem

Pada umumnya, desain sistem terdiri dari tiga (3) bagian blok diagram yaitu input, proses, dan output (Rosyady *et al.*, 2023). Sensor *load cell* merupakan Input yang digunakan dalam sistem ini yang berfungsi untuk mendapatkan *value* dari tempat sampah atau tong sampah. Proses dalam sistem ini yaitu ESP 32 sebagai mikrokontroler. Sedangkan output yang pakai dalam sistem ini yaitu tampilan aplikasi yang dibuat dengan kodular. sistem kerja dari tempat sampah ini, ketika tempat sampah sudah berisi maka sensor *load cell* akan membaca *value* yang dihasilkan. Data hasil tersebut akan langsung terbaca di kodular.

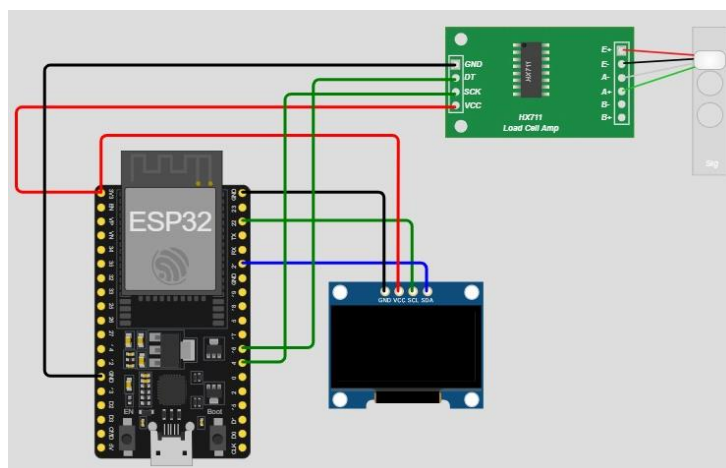


Gambar 2. Blok Diagram

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Ranangan Alat

Rangkaian alat merupakan gabungan dari komponen elektronika yang digabungkan hingga membentuk sebuah perangkat yang bisa tersistem. Pada penelitian ini, terdapat beberapa komponen yang digunakan, sesuai pada Gambar 3 berikut ini.

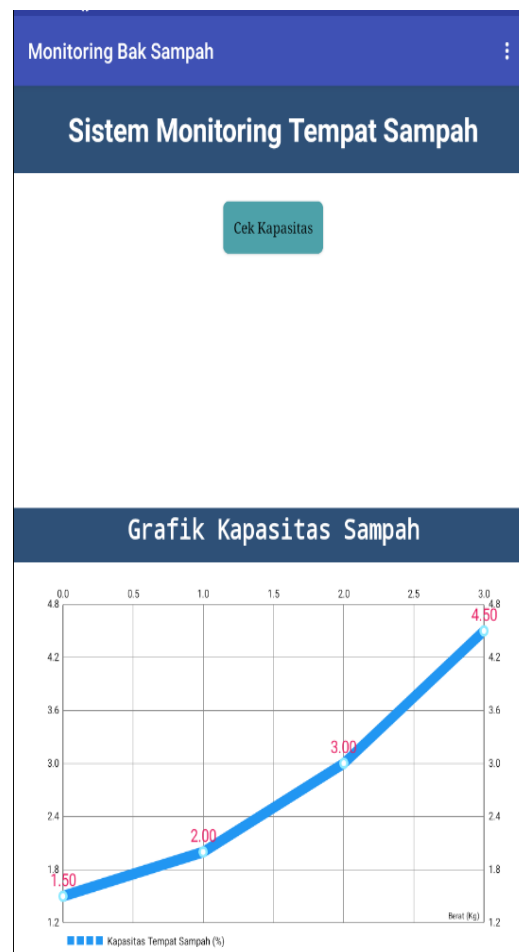


Gambar 3. Rangkaian Elektronika Alat

Pada Gambar 3, ditunjukkan hubungan antara komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam sistem ini. Ketika sensor HX711 mendeteksi bahwa batas maksimum sampah sudah tercapai, maka akan muncul notifikasi pada aplikasi *handphone*. Modul ESP32 berfungsi untuk mengatur dan memantau semua komponen dalam rangkaian agar dapat berfungsi dengan baik.

3.2 Mock up Aplikasi

Mock up aplikasi merupakan representasi visual dari konsep dan desain suatu aplikasi seperti *final product*. *Mock up* aplikasi ini digunakan untuk memberikan gambaran tentang bagaimana aplikasi terlihat dan berfungsi. Berikut ini adalah gambar *mock up* dari aplikasi.

Gambar 4. *Mock up* Aplikasi

Terlihat pada Gambar 4, tampilan *mock up* aplikasi ini memiliki fitur untuk menampilkan grafik kapasitas sampah dalam bentuk satuan gram. Dengan adanya fitur *mock up* ini, user dapat melihat dan membandingkan jumlah sampah yang terkumpulkan setiap minggu secara rinci.

3.3 Pengukuran Berat Sampah

Dalam pengukuran berat sampah digunakan tiga (3) jenis sampah yang berbeda, diantaranya yaitu:

1. Sampah dengan massa yang ringan seperti: kertas, bungkus roti, cup minuman, dan lain sejenisnya.
2. Sampah daun seperti: daun yang sudah kering, daun yang masih kuning, dan daun basah.
3. Sampah dari rumah tangga (limbah hasil dari aktivitas sehari – hari rumah tangga) seperti: sisa makanan, kulit buah dan sayur, bungkus sabun, shampo, dan lain sejenisnya.

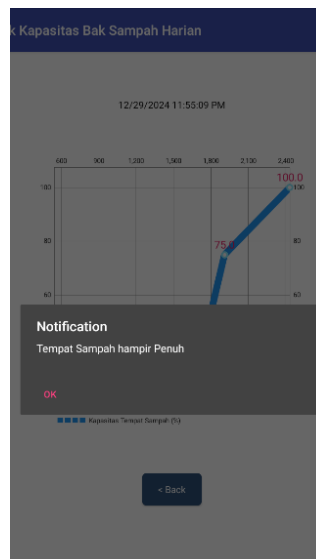
Hasil pengukuran menunjukkan adanya perbedaan berat pada setiap masing – masing jenis sampah. Berikut ini merupakan hasil pengujian dari pengukuran berat sampah:

- a. Sampah kertas, bungkus roti, cup minuman, dan sejenisnya

Hasil pengukuran dari sampah ini tidak menunjukan berat yang begitu signifikan. Berikut ini adalah hasil pengukurannya:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sampah kertas, bungkus roti, cup minuman, dan sejenisnya

No.	Kapasitas Tempat Sampah (%)	Berat Sampah (gram)	Kondisi Tempat Sampah	Notifikasi Kodular
1.	25	541.32	Belum Penuh	Tidak ada
2.	50	1781.2	Belum Penuh	Tidak ada
3.	75	1908.19	Hampir Penuh	Tidak ada
4.	100	2431.03	Penuh	Tempat Sampah Hampir Penuh

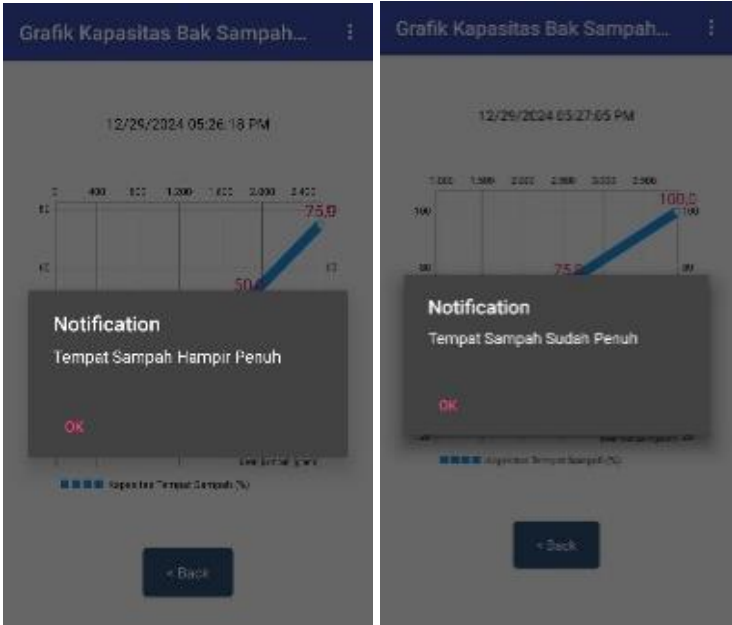
Gambar 1. Tampilan notifikasi kodular sampah *densitas*

b. Sampah Daun

Hasil pengukuran yang diperoleh dari sampah daun ini menunjukkan peningkatan berat yang lebih signifikan dibandingkan sampah kertas, bungkus roti, cup minuman, dan sejenisnya. Dibawah ini merupakan tabel pengukurannya:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sampah Daun

No.	Kapasitas Tempat Sampah (%)	Berat Sampah (gram)	Kondisi Tempat Sampah	Notifikasi Kodular
1.	25	923.01	Belum Penuh	Tidak ada
2.	50	1875.9	Belum Penuh	Tidak ada
3.	75	2565.17	Hampir Penuh	Tempat Sampah Hampir Penuh
4.	100	3911.11	Penuh	Tempat Sampah Penuh



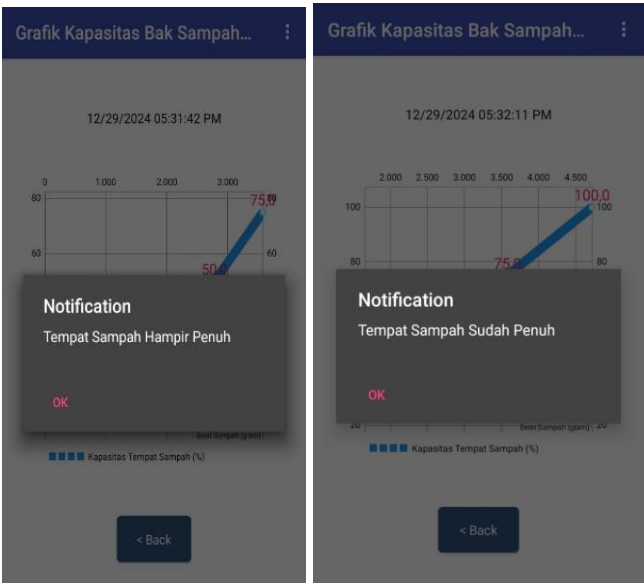
Gambar 2. Tampilan notifikasi kodular sampah daun

c. Sampah Rumah Tangga

Hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh limbah rumah tangga ini menunjukan berat yang paling signifikan diantara 3 jenis sampah. Berikut ini hasil pengukuran dari sampah rumah tangga:

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sampah Rumah Tangga

No.	Kapasitas Tempat Sampah (%)	Berat Sampah (gram)	Kondisi Tempat Sampah	Notifikasi Kodular
1.	25	1658.3	Belum Penuh	Tidak ada
2.	50	2787.05	Belum Penuh	Tidak ada
3.	75	3582.21	Hampir Penuh	Tempat Sampah Hampir Penuh
4.	100	4721.03	Penuh	Tempat Sampah Penuh



Gambar 3. Tampilan notifikasi kodular sampah rumah tangga

Berdasarkan hasil pengukuran 3 jenis sampah diatas, terdapat perbedaan notifikasi untuk sampah seperti: sampah kertas, bungkus roti, cup minuman, dan daun pada kapasitas tempat sampah yang sudah 100%. Walaupun volume tempat sampah sudah terisi penuh, sistem masih menampilkan notifikasi “Tempat Sampah Hampir Penuh”. Ini terjadi karena sistem menggunakan satu sensor yaitu *load cell* yang hanya mengukur berat sampah saja, dengan batas (*threshold*) notifikasi "Tempat Sampah Penuh" yang diatur pada berat 4 kg s/d 5 Kg melalui aplikasi kodular. Dari data pengukuran tersebut sampah seperti: kertas, bungkus roti, cup minuman hanya mencapai berat 2.43 Kg, sampah dedaunan mencapai berat 3.91 Kg, dan sampah rumah tangga mencapai berat 4.72 Kg ketika tempat sampah terisi penuh (100%).

Oleh karena itu, cuma sampah rumah tangga yang menerima notifikasi “Tempat sampah penuh” karena beratnya melebihi batas (*threshold*). Sementara 2 jenis sampah hanya menampilkan notifikasi "Tempat sampah hampir penuh" meskipun volume tempat sampah yang terisi sudah 100%.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang tempat sampah berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan sensor *load cell* untuk pengukuran berat sampah dan ESP32 sebagai mikrokontroler. Hasil pengukuran dikembangkan menggunakan platform Kodular. Dari pengujian yang telah dilakukan dengan tiga jenis sampah yang berbeda, diperoleh data berat maksimal yang berbeda-beda. Dimana berat maksimal dari sampah kertas, bungkus roti, cup minuman yaitu 2.43 Kg, sampah daun dengan berat 3.91 kg, dan sampah rumah tangga mencapai berat tertinggi yaitu 4.72 Kg. Untuk notifikasi yang dirancang dan bekerja berdasarkan *threshold* berat 4 kg s/d 5 Kg, sehingga notifikasi "Tempat Sampah Penuh" hanya muncul pada pengujian sampah rumah tangga yang beratnya melebihi batas ambang yang ditentukan. Sementara untuk sampah kertas, bungkus roti, cup minuman dan daun tetap menampilkan notifikasi "Tempat Sampah Hampir Penuh" meskipun volume tempat sampah sudah terisi 100%, hal ini dikarenakan berat ke-2 jenis sampah tersebut masih berada di bawah nilai ambang yang ditetapkan.

Dalam implementasinya, sistem ini memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan satu jenis sensor yaitu *load cell* yang hanya dapat mengukur berat tanpa mempertimbangkan volume tempat sampah. Hal ini mempengaruhi notifikasi yang muncul pada sampah dengan karakteristik densitas yang berbeda. Untuk pengembangan sistem ini kedepanya, dibutuhkan penambahan sensor yang dapat mengukur volume atau tinggi tumpukan sampah, serta penyesuaian nilai *threshold* notifikasi berdasarkan jenis sampah. Dengan demikian, diharapkan sistem monitoring tempat sampah ini bisa berjalan dengan tingkat akurasi yang lebih baik.

Daftra Pustaka

- Al Hijr Asqalani, M., & Latief Arda, A. (2023). *SISTEM MONITORING BAK SAMPAH BERBASIS IoT*. 9(2). <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- Anwar Ismail, M., Abdullah, R. K., & Abdussamad, S. (2021). Nomor 1 Januari. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3, 7.

- Ariyanti, D., Analisa Rahma, A., Nur Shabrina, S., & Studi Teknik Elektro, P. (n.d.). *Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sistem Monitoring Berbasis Iot (Internet of Things)*.
- Díaz, M., Martín, C., & Rubio, B. (2016). State-of-the-art, challenges, and open issues in the integration of Internet of things and cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 67, 99–117. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2016.01.010>
- Gani, P. J. A., & Ikhsan, A. M. (2020). Teknologi Biopori Pada Ruang Terbuka Hijau Studi Kasus : Pulau Kodingareng Lompo, Kepulauan Sangkarrang, Makassar. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 3(3), 246–255. <https://doi.org/10.17509/jaz.v3i3.28530>
- Hendra, Trinovita, Z. J., Nurtam, M. R., Laksana, I., Jamaluddin, Amrizal, ... & Soecipto. (2022). The implementation of the internet of things (IoT) on an automatic plant watering and fertilizing system based on solar electricity.
- Lamaazi, H., Benamar, N., & Jara, A. J. (2018). RPL-based networks in static and mobile environment: A performance assessment analysis. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 30(3), 320–333. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2017.04.001>
- Laksana, I., Jingga, T. Z., Febrina, W., Khomarudin, A. N., Putri, E. E., Nazli, R., & Novita, R. (2022). *Teknologi Internet Of Things (IoT) dan Hidroponik*. Goresan Pena.
- Malathy, N., Kaviyaadharshani, D., & Ashifa, S. (2022). Smart trash bin level monitoring system. *International Journal of Health Sciences*, 5799–5820. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns3.7235>
- Rahmansa, R., Kalsum, T. U., Alamsyah, H., Komputer, R. S., Komputer, I., Dehasen Bengkulu, U., & Artikel, H. (2023). Sistem Monitoring Kapasitas Sampah Pada Bak Sampah Secara Real-Time Berbasis Internet of Things. *Digital Transformation Technology (Digitech) | e*, 3(1). <https://doi.org/10.47709/digitech.v3i1.2473>
- Rosyady, P. A., Sukarjiana, A. S. S., Habibah, N. U., Ihsana, N., Baswara, A. R. C., Dinata, W. R., & Sulistiawan, D. (2023). *Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)*. 22, 97–110.
- Tricahyo.W. (2018). Sistem Monitoring Energi Listrik Secara Online Menggunakan Nodemcu Dan Cayenne. *Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia*, 23-28.