



DOI: <https://doi.org/10.38035/jmpis.v6i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Purwarupa Pemilahan Sampah dalam Manajemen Pengelolaan Sampah Berbasis *Internet of Things*

Grevin Dionaldy Algista¹, Ritzkal², Bayu Adhi Prakosa³

¹Fakultas Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Bogor, Indonesia, grevin321@gmail.com

²Fakultas Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Bogor, Indonesia, ritzkal@ft.uika-bogor.ac.id

³Fakultas Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Bogor, Indonesia, bayu.adhi@ft.uika-bogor.ac.id

*Corresponding Author: grevin321@gmail.com¹

Abstract: *The segregation of organic and non-organic waste is an important step in sustainable waste management. With the ever-increasing population growth and the negative impact of waste on the environment, innovative solutions are needed to improve the efficiency of waste segregation. Internet of Things (IoT) technology has emerged as a potential solution in optimizing this process. The purpose of this research is (1) To create an automatic trash can that can distinguish between organic and non-organic waste. (2) To find out how the trash can process can provide information if the garbage has been detected full. The research method used is a framework (Problem formulation, Design development, application and testing). The results of designing a tool from this research produce 8 results, namely : (1) HC-SR04 Ultrasonic Sensor as input and able to read the height of the garbage. (2) Photodiode Proximity Sensor as input and able to detect the presence of an object. (3) Inductive Proximity Sensor, as input and able to detect metal objects. (4) Water level sensor as input and detects the presence of water and to detect organic waste. (5) MG996R Servo Motor as output and driving motor to open the trash can lid. (6) Load cell and HX711 Module as input to detect the weight of the garbage.*

Keyword: *Waste, Organic, Non-organic, IOT, Sensor.*

Abstrak: Pemilahan limbah sampah organik dan non-organik merupakan langkah penting dalam upaya pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Dengan pertumbuhan populasi yang terus meningkat dan dampak negatif limbah terhadap lingkungan, dibutuhkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi pemilahan limbah. Teknologi Internet of Things (IoT) telah muncul sebagai solusi potensial dalam mengoptimalkan proses ini. Tujuan penelitian ini adalah (1) Untuk menciptakan tempat sampah otomatis yang dapat membedakan sampah Organik dan Non organik. (2) Untuk mengetahui bagaimana proses tempat sampah dapat memberi informasi jika sampah sudah terdeteksi penuh. Metode penelitian yang digunakan adalah kerangka berfikir (Rumusan masalah, Pembangunan desain, penerapan dan pengujian). Hasil perancangan alat dari penelitian ini menghasilkan 8 hasil yaitu: (1) Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai input dan mampu membaca ketinggian sampah. (2) Sensor *Proximity Photodiode* sebagai input dan mampu mendeteksi keberadaan suatu objek. (3) Sensor *Proximity Induktif*, sebagai input dan mampu mendeteksi objek logam. (4) Sensor *Water level* sebagai input dan pendeteksi keberadaan air dan untuk mendeteksi sampah organik. (5) Motor Servo

MG996R sebagai output dan motor penggerak untuk membuka tutup tempat sampah. (6) Load cell dan Modul HX711 sebagai input untuk mendeteksi berat sampah.

Kata Kunci: Sampah, Organik, Non-organik, IOT, Sensor.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi yang cepat, perubahan gaya hidup, dan konsumsi yang meningkat telah menyebabkan peningkatan jumlah sampah secara signifikan. Sampah merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan, baik skala industri, rumah tangga, maupun instansi yang dilakukan oleh manusia. Salah satu tantangan mendasar dalam meningkatkan kualitas hidup di daerah perkotaan adalah pengelolaan sampah yang terus meningkat sebagai akibat dari perkembangan industri dan perilaku konsumsi masyarakat. Dalam rangka meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan, pengelolaan sampah yang efektif menjadi sangat penting.

Praktik pengelolaan sampah berkaitan dengan berbagai kegiatan mulai dari pengumpulan sampah, pemisahan sampah, hingga pemilihan dan daur ulang sampah. Berbagai sistem pengumpulan dan pemilihan limbah telah dikembangkan untuk pengelolaan yang efektif dari berbagai jenis limbah selama seluruh siklus hidupnya. Pemilahan sampah merupakan komponen penting dari perilaku pro-lingkungan dan juga elemen kunci dalam sistem pengelolaan sampah. Pemilahan sampah yang efektif di sumbernya akan memudahkan proses pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan sampah selanjutnya. Dalam Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan proses alam yang berbentuk padat, sementara sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus.



Sumber : <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>

Sebanyak lebih dari 19 juta ton sampah dihasilkan dari seluruh Indonesia per tahun. Data di dapat dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 Direktorat Penanganan Sampah melalui website resmi.

Pemilah sampah bisa dilakukan oleh pekerja pemungut sampah, pemulung, dan petugas kebersihan. Fasilitas daur ulang umumnya menggunakan teknologi pemilahan mekanis, seperti drum berputar yang memisahkan bahan ringan dari bahan berat, dan tangki berisi air untuk memisahkan barang yang lebih ringan seperti kertas, *styrofoam*, dan plastik. Sebagai alternatif, konveyor magnetik dengan detektor dapat digunakan untuk menyortir benda-benda logam teknik untuk memilah sampah organik dan anorganik. Sampah plastik dan kertas adalah dua jenis sampah yang paling umum ditemukan selain sampah makanan organik. Kedua jenis sampah ini dapat didaur ulang. Namun, metode ini tidak menunjukkan hasil yang positif akibat kurangnya pemahaman pengguna dalam mengkategorikan sampah dengan benar. Pesatnya

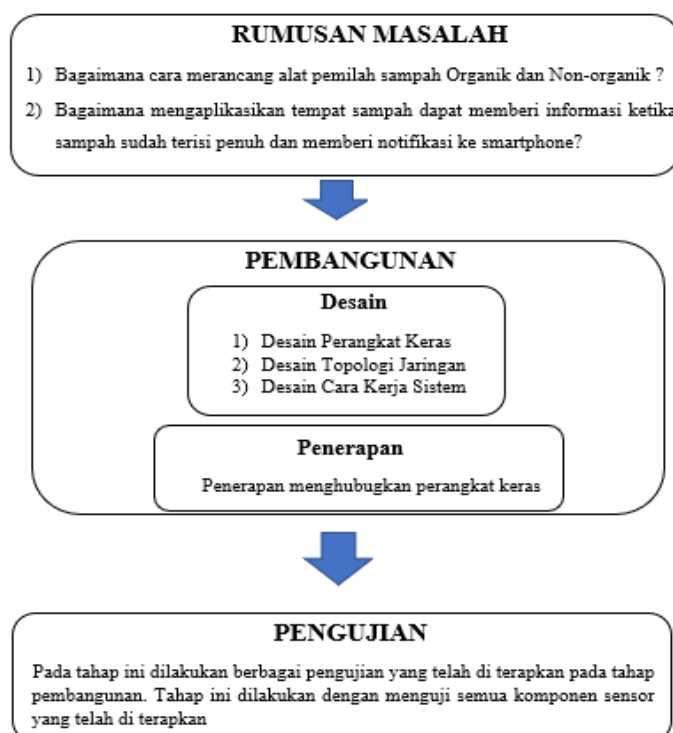
perkembangan dunia digital memberikan dampak signifikan pada kemajuan teknis, terutama dengan memungkinkan integrasi kecerdasan buatan ke dalam teknologi yang telah ada. Untuk menjadikan lingkungan lebih ramah lingkungan, aman dan masuk akal dengan bantuan bidang baru yang muncul Internet of Things (IoT) yang membuka berbagai peluang baru untuk membuat lingkungan menjadi lebih pintar, kami memperkenalkan sistem pengelolaan sampah pintar sistem pengelolaan sampah pintar. Sistem Pengelolaan Sampah Cerdas berbasis IoT menggunakan sistem sensor untuk memantau tingkat sampah di atas tempat sampah. IoT bukanlah sebuah perangkat atau sistem, melainkan sebuah payung yang mencakup banyak peralatan fisik dan listrik, kendaraan modern, bangunan dan setiap peralatan yang kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Sebagai bagian dari Sistem Pengelolaan Sampah cerdas berbasis IoT, sampah yang sudah penuh dan menumpuk di tempatnya akan menghasilkan dampak negatif kepada lingkungan sekitar. Dengan adanya sistem IoT pada rancangan tempat sampah, akan di buat perkembangan dengan melakukan komunikasi otomatis antara tempat sampah dengan petugas pengumpul sampah. Pengumpul sampah diberitahu untuk mengambil sampah ketika tingkat sampah sudah mencapai maksimum. Mikrokontroler PIC yang merupakan pengontrol berkinerja tinggi dan hemat biaya adalah bagian utama dari sistem komunikasi. Ketika sampah sudah penuh, mikrokontroler PIC akan mengirimkan pesan. Tujuan ini untuk menjaga lingkungan tetap bersih, sehat, dan aman. Tempat sampah pintar dari penelitian sebelumnya memiliki sensor ultrasonik yang dapat mengukur tingkat penuhnya tempat sampah, dan dapat memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan apabila sampah sudah penuh, yaitu pada ketinggian lebih dari 80% ketinggian tempat sampah. Berdasarkan notifikasi yang diterima, petugas pengelola sampah dapat mengetahui tempat sampah mana yang sudah harus ditangani, yaitu dengan memindahkan sampah yang sudah hampir penuh ke tempat penampungan yang ditentukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian memberikan suatu solusi dengan merancang dan mengimplementasikan alat tersebut untuk tugas akhir dengan judul “Purwarupa Pemilahan Sampah Dalam Manajemen Pengelolaan Sampah Berbasis *Internet Of Things*”.

METODE

Metode penelitian ini yaitu kerangka pemikiran. Dalam penelitian ini disusun kerangka pemikiran untuk dijadikan sebagai acuan, konsep dan implementasi dalam penelitian, dengan demikian kerangka pemikirannya sebagai berikut



Pada Gambar ini menjelaskan mengenai kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini dimana dimulai dari rumusan masalah, desain perangkat dan penerapannya dan diakhiri dengan pengujian komponen yang digunakan.

1. Rumusan Masalah

Pada tahap awal ini dilakukan mencari rumusan masalah bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian yang dilakukan.

2. Pembangunan

Tahap Pembangunan adalah solusi atau sistem yang akan diteliti. Rumusan masalah dalam konteks pembangunan metode penelitian dapat difokuskan pada desain dan penerapan.

3. Desain

Tahap desain dilakukan untuk memberi gambaran secara terstruktur mengenai perencanaan dalam perangkat keras maupun jaringan yang dibutuhkan.

4. Penerapan

Tahap Penerapan menghubungkan sebuah mikrokontroler. Dalam tahap ini mencakup instalasi beberapa perangkat keras agar saling terhubung seperti sensor Arduino mega, servo, *loadcell*, ultrasonik, Lcd, *water level*, *proximity photodiode*, dan *proximity induktif*.

5. Pengujian

Pada tahapan ini akan dilakukan berbagai pengujian yang diterapkan pada tahap sebelumnya. Tahapan ini dilakukan dengan menguji sensor yang telah terhubung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini yang berjudul Purwarupa Pemilahan Sampah Dalam Manajemen Pengelolaan Sampah Berbasis *Internet of Things* (IoT), maka tahap ini akan membahas hasil penelitian yang dilakukan.

Hasil dari tahapan penelitian Purwarupa Pemilahan Sampah Dalam Manajemen Pengelolaan Sampah Berbasis *Internet of Things* (IoT) melalui Tiga tahapan, yaitu pertama Rumusan masalah. Tahapan kedua adalah Pembangunan yang terbagi menjadi dua yaitu Desain dan Penerapan. Pada tahap Desain ini terbagi menjadi tiga, Desain perangkat keras, Desain topologi jaringan, dan desain cara kerja sistem. Pada tahapan Penerapan menghubungkan perangkat keras. Tahapan ketiga Pengujian dari semua komponen yang digunakan.

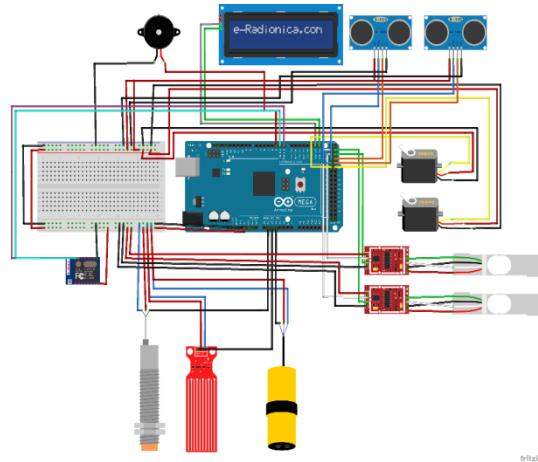
Hasil perancangan alat dari penelitian ini menghasilkan 8 hasil yaitu:

1. Sensor *Ultrasonik* HC-SR04 sebagai input dan mampu membaca ketinggian sampah.
2. Sensor *Proximity Photodiode* sebagai input dan mampu mendeteksi keberadaan suatu objek.
3. Sensor *Proximity Induktif*, sebagai input dan mampu mendeteksi objek logam.
4. Sensor *Water level* sebagai input dan pendeteksi keberadaan air dan untuk mendeteksi sampah organik.
5. Motor Servo MG996R sebagai *output* dan motor penggerak untuk membuka tutup tempat sampah.
6. *Loadcell* dan Modul HX711 sebagai input untuk mendeteksi berat sampah ketika sudah penuh.
7. Modul *wifi* ESP-8266 sebagai penghubung akses untuk internet dan mengirim data ke telegram.
8. LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C sebagai *output* dan mampu menampilkan keterangan jenis sampah.

Pada tahap ini mengenai analisis perumusan masalah dan analisis kerja sistem, desain perangkat keras, untuk menunjang penelitian implementasi alat serta pengujian rangkaian alat pada Purwarupa Pemilahan sampah dalam manajemen pengelolaan sampah berbasis *internet of things* pada sistem yang telah dibuat.

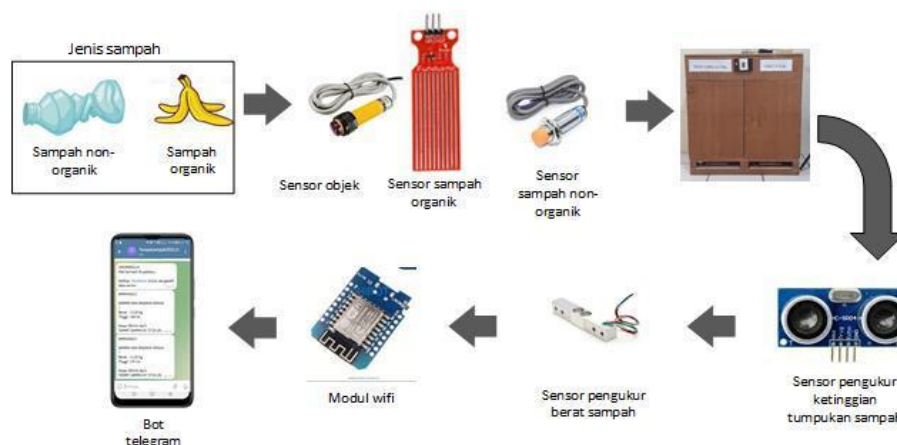
1. Rangkaian Sistematis perangkat keras keseluruhan

Arduino mega 2560 menjadi mikrokontroler dari semua sensor dalam penelitian alat pemilahan sampah dalam manajemen pengelolaan sampah berbasis internet of thing.



Gambar Rangkaian Sistematis perangkat keras keseluruhan

Pada gambar 4.20 menjelaskan tentang rangkaian sistematis perangkat keras secara keseluruhan, dimana rangkaian Arduino, *Proximity Photodiode*, *Proximity Induktif*, *Water Level*, *Ultrasonik*, *Loadcell*, *Motor Servo*, *buzzer*, *LCD I2C*, dan *Wifi ESP 8266*.



Gambar Desain cara kerja sistem

Pada gambar diatas menjelaskan cara kerja sistem alat tempat sampah dari penelitian Purwarupa Pemilahan sampah dalam manajemen pengelolaan sampah berbasis *internet of things*. Sistem dimulai dengan sampah yang ditempelkan pada sensor *proximity*, *proximity induktif*, dan sensor *water level* secara bersamaan. Sistem akan memproses jenis sampah yang terdeteksi. Ketika sampah mulai menumpuk, sensor *ultrasonik* akan mendeteksi jika volume sampah telah mencapai batas penuh. Setelah itu, sensor *loadcell* akan digunakan untuk menimbang berat sampah. Data mengenai ketinggian dan berat sampah tersebut akan dikirim ke bot Telegram melalui jaringan *Wi-Fi* yang terhubung dengan modul *Wi-Fi ESP 8266*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang berjudul Purwarupa Pemilahan sampah dalam manajemen pengelolaan sampah berbasis *internet of things* didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, dihasilkan sebuah konsep tempat sampah otomatis yang mampu membedakan antara sampah organik dan non-organik. Kemampuan ini diharapkan dapat

- meningkatkan dengan baik dalam proses pemilahan sampah, mendukung praktik daur ulang yang lebih baik, serta berpotensi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.
2. Penelitian ini juga menggarisbawahi pentingnya notifikasi otomatis saat tempat sampah telah terdeteksi penuh. Ketika sampah sudah penuh maka mikrokontroler akan mengirimkan data ke buzzer untuk berbunyi, LCD untuk memberitahukan dengan tulisan bahwa sampah sudah penuh dan mengirim data ke modul wifi esp 8266 untuk diteruskan mengirim pemberitahuan ke telegram. Fungsi ini memiliki potensi untuk mengoptimalkan jadwal pengumpulan sampah, mencegah penumpukan sampah di tempat-tempat sampah, dan dengan demikian, mendukung lingkungan yang lebih bersih dan lebih sehat.
 3. Penelitian berhasil merancang alat pemilah sampah yang mampu membedakan antara sampah organik dan non-organik secara otomatis berdasarkan karakteristik tertentu. Alat ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah melalui sistem pemilahan yang terintegrasi.
 4. Sistem yang dikembangkan pada tempat sampah dapat secara akurat mendeteksi tingkat kepenruhan sampah dan memberikan informasi melalui indikator yang dirancang. Hal ini memungkinkan pengelolaan sampah yang lebih responsif dan mengurangi risiko penumpukan sampah.

REFERENSI

- A. Imran and M. Rasul, "PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32," 2020.
- A. Wuryanto, N. Hidayatun, M. Rosmiati, and Y. Maysaroh, "Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3," vol. 21, no. 1, pp. 55–60, 2019, doi: 10.31294/p.v20i2.
- D. Capeska Bogatinoska, R. Malekian, J. Trengoska, and W. Asiama Nyako, "Advanced Sensing and Internet of Things in Smart Cities." [Online]. Available: <http://specializedav.com/tag/smart-home-automation/>
- D. Clasissa Aulia *et al.*, "Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran Masyarakat tentang Pengelolaan Sampah dengan Pesan Jepapah," *Jurnal Pengabdian Kesehatan Masyarakat (Pengmaskemas)*, vol. 1, no. 1, pp. 62–70, 2021, doi: 10.31849/pengmaskemas.v1i1/5516.
- D. Misra, G. Das, T. Chakraborty, and D. Das, "An IoT-based waste management system monitored by cloud," *J Mater Cycles Waste Manag*, vol. 20, no. 3, pp. 1574–1582, Jul. 2018, doi: 10.1007/s10163-018-0720-y.
- E. Suandi and A. Hendri Hendrawan, "Seminar Nasional Teknologi Informasi Universitas Ibn Khaldun Bogor," 2018.
- East-West University, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Bangladesh Section, and IEEE Robotics and Automation Society. Bangladesh Chapter, *2019 1st International Conference on Advances in Science, Engineering and Robotics Technology (ICASERT 2019) : May 3-5, 2019, Dhaka, Bangladesh*.
- elemw.com, "Inductive Proximity Switch," 2023. <https://id.elemw.com/m30-inductive-proximity-switch-%0Asensor.html>
- F. Susanto, N. Komang Prasiani, and P. Darmawan, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI," Online, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- famosastudio.com, "Arduino Mega 2560," 2023. <https://blog.famosastudio.com/2013/09/produk/arduino-mega-2560/531/>.
- I. S. N. Reza Mahendra, "KOTAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," *Jurnal Qua Teknika*, pp. 1–10, 2020.

- indomaker.com, “motor servo mg996r,” 2023. <http://indomaker.com/product/motor-servo-mg996r-towerpro-%0Ametal-gear/%0A>.
- K. Fatmawati, E. Sabna, Y. Irawan, T. Informatika, and S. Hang Tuah Pekanbaru, “RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN SENSOR JARAK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO.”
- K. J. Kim, “Interacting Socially with the Internet of Things (IoT): Effects of Source Attribution and Specialization in Human–IoT Interaction,” *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 21, no. 6, pp. 420–435, Nov. 2016, doi: 10.1111/jcc4.12177.
- K. Lilik Harmaji, “Rancang Bangun Tempat Pemilahan Sampah Logam Dan Nonlogam Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. Vol. 15, No. 2, pp. 1–10, 2019.
- L. Cahaya Prita, Y. S. Lestari, F. Firdaus, H. Quthbirrobbaani, I. M. Ningsih, and D. Rahmawati, “ALAT PEMILAH SAMPAH ORGANIK ANORGANIK DAN LOGAM SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY,” vol. 2, no. 10, 2021.
- M. Iqbal Ardimansyah and R. Muhammad, “Rancang Bangun Prototipe Klasifikasi Sampah Otomatis Dengan Sensor Proximity Dan Linear Rail Slider Box Berbasis Mikrokontroler Arduino Di Lingkungan UPI Kampus Cibiru,” 2020.
- M. Karthik, L. Sreevidya, R. Nithya Devi, M. Thangaraj, G. Hemalatha, and R. Yamini, “An efficient waste management technique with IoT based smart garbage system,” *Mater Today Proc*, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.07.179.
- M. Karthik, L. Sreevidya, R. Nithya Devi, M. Thangaraj, G. Hemalatha, and R. Yamini, “An efficient waste management technique with IoT based smart garbage system,” *Mater Today Proc*, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.07.179.
- M. Shiddiq *et al.*, “Plastic and organic waste identification using multispectral imaging,” *Mater Today Proc*, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.03.426.
- N. C. A. Sallang, M. T. Islam, M. S. Islam, and H. Arshad, “A CNN-Based Smart Waste Management System Using TensorFlow Lite and LoRa-GPS Shield in Internet of Things Environment,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 153560–153574, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3128314.
- N. C. A. Sallang, M. T. Islam, M. S. Islam, and H. Arshad, “A CNN-Based Smart Waste Management System Using TensorFlow Lite and LoRa-GPS Shield in Internet of Things Environment,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 153560–153574, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3128314.
- N. Gracella, A. Oktari, A. Nurdin, and A. Rakhman, “Prototype Smart Home Menggunakan Modul Wifi ESP8266 Dengan Aplikasi Telegram,” *Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika (JURASIK)*, vol. 5, pp. 258–265, [Online]. Available: <https://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jurasik>
- N. N. Sam, M. Rifaldi, N. R. Wibowo, M. Nur, and P. Bosowa, “Rancang Bangun Modul Praktik Load Cell dengan Kapasitas 20 Kg Berbasis Arduino Nano,” 2020.
- P. Jatinkumar Shah, T. Anagnostopoulos, A. Zaslavsky, and S. Behdad, “A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities,” *Waste Management*, vol. 78, pp. 104–114, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.wasman.2018.05.019.
- ruangpengetahuan.co.id, “Proximity Sensor,” 2023. <https://ruangpengetahuan.co.id/pengertian-proximity-%0Asensor>.
- S. Saha and R. Chaki, “IoT based smart waste management system in aspect of COVID-19,” *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 9, no. 2, p. 100048, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.joitmc.2023.100048.
- S. Wahyuningsih, B. Widiati, T. Melinda, and T. Abdullah, “Sosialisasi Pemilahan Sampah Organik dan Non-Organik Serta Pengadaan Tempat Sampah Organik dan Non-

- Organik,” *DEDIKASI SAINTEK Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 7–15, Apr. 2023, doi: 10.58545/djpm.v2i1.103.
- sariteknologi.com, “water level sensor module,” 2022. <https://sariteknologi.com/product/water-level-sensor-module/>.
- SIPSN, “TIMBULAN SAMPAH,” 2023. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>.
- T. Ali, M. Irfan, A. S. Alwadie, and A. Glowacz, “IoT-Based Smart Waste Bin Monitoring and Municipal Solid Waste Management System for Smart Cities,” *Arab J Sci Eng*, vol. 45, no. 12, pp. 10185–10198, Dec. 2020, doi: 10.1007/s13369-020-04637-w.
- teknisibali.com, 2022 <https://teknisibali.com/cara-program-sensor-ultrasonic-hc-sr04-arduino/>.
- telanganatoday.com, “Telegram download manager apps,” 2023. <https://telanganatoday.com/telegram-adds-download-manager-%0Aalive-streaming-with-other-apps%0A>.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun, “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.” Kementerian Hukum dan HAM, Jakarta Pusat, 2008.
- W. Warliah *et al.*, “Persepsi Santri Mengenai Nilai Edukatif pada Pemilahan Sampah Organik dan Non Organik di Nurul Jadid,” *TRILOGI: Jurnal Ilmu Teknologi, Kesehatan, dan Humaniora*, vol. 3, no. 1, pp. 22–29, Apr. 2022, doi: 10.33650/trilogi.v3i1.3596.
- www.instructables.com, 2023. <https://www.instructables.com/I2C-LCD-on Node MCU-V2-With-Arduino-IDE/>
- www.nyebarilmu.com, “cara membuat timbangan digital dengan load cel,” 2022. <https://www.nyebarilmu.com/cara-membuat-timbangan-digital-%0Adengan-load-cell/%0A>.
- www.samrasyid.com, “pengertian sensor beban load cell,” 2023. <https://www.samrasyid.com/2020/12/pengertian-sensor-beban-%0Aload-cell.html%0A>.
- Y. Bowo Widodo, T. Sutabri, and L. Faturahman, “TEMPAT SAMPAH PINTAR DENGAN NOTIFIKASI BERBASIS IOT,” 2019.