



Perancangan Model Alat Pemilah Sampah Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)

Eva Damayanti¹, Miftahul Sidik²

^{1,2} Politeknik TEDC Bandung, Indonesia

Email: evadamayanti@poltektedc.ac.id¹⁾, miftahulsidik1@gmail.com²⁾

Abstrak

Perkembangan teknologi telah menciptakan berbagai inovasi yang dapat mempermudah pengelolaan sampah. Teknologi seperti sensor pintar dan sistem otomatisasi membuka peluang untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah. Namun, meskipun teknologi menawarkan solusi yang potensial, masih banyak penggunaan sistem pengelolaan sampah tradisional yang tidak efisien. Dengan demikian, melihat kondisi ini, ada kebutuhan untuk memperkenalkan teknologi dalam pengelolaan sampah nasional untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Sehingga pada pembuatan mesin pemilah sampah ini dilakukan beberapa tahapan yang meliputi konsultasi, studi literatur, perancangan, pembuatan dan pengujian dari sistem serta analisis, dari hasil yang diperoleh dari pengujian prototype tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pemilahan sampah otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC), yang menggunakan kombinasi sensor proximity induktif dan fotolistrik untuk memisahkan sampah logam dan non-logam. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, di mana sistem pemilahan sampah dirancang, diproduksi, dan diuji menggunakan sampah logam dan non-logam. Proses pengujian melibatkan pengukuran akurasi sensor dan kinerja aktuator dalam memindahkan sampah ke tempat yang sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor proximity induktif dan fotolistrik berfungsi dengan baik dalam mendeteksi material sampah dengan tingkat akurasi yang tinggi, sementara aktuator mampu memindahkan sampah sesuai spesifikasi yang diharapkan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem pemilahan sampah berbasis PLC yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi proses pemilahan sampah, serta dapat diimplementasikan dalam skala lebih luas untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan di masa depan.

Kata Kunci: limbah, PLC, sensor, aktuator

Abstract

Technological developments have created various innovations that can make waste management easier. Technologies such as smart sensors and automation systems open up opportunities to improve efficiency in waste management. However, although technology offers potential solutions, there are still many uses of inefficient traditional waste management systems. Thus, seeing this condition, there is a need to introduce technology in national waste management to increase efficiency, effectiveness, and awareness of the importance of sustainable waste management. So that in the manufacture of this waste sorting machine, several stages are carried out which include consultation, literature study, design, manufacture and testing of the system and analysis, from the results obtained from the prototype testing. This research aims to design and test an automatic waste sorting system based on Programmable Logic Controller (PLC), which uses a combination of inductive proximity sensors and photoelectric to separate metal and non-metal waste. This study uses an experimental method, where a waste sorting system is designed, produced, and tested using metal and non-metal waste. The testing process involves measuring the accuracy of the sensor and the performance of the actuator in moving the waste to the appropriate place. The test results show that inductive proximity sensors and photoelectric sensors function well in detecting waste materials with a high level of accuracy, while actuators are able to move waste according to the expected specifications. The conclusion of this study is that the PLC-based waste sorting system developed

is able to improve the efficiency of the waste sorting process, and can be implemented on a wider scale to support more sustainable waste management in the future.

Keywords: waste, PLC, sensor, actuator

PENDAHULUAN

Indonesia menghadapi masalah besar dalam pengelolaan sampah. Tahun 2022, dari total produksi sampah nasional sebesar 21,1 juta ton, hanya 65,71% atau sekitar 13,9 juta ton yang dikelola dengan baik, menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (Atmika & Suryawan, 2022) (Rasyid, 2023). Sisanya, 34,29% atau sekitar 7,2 juta ton, belum dikelola dengan optimal. Perkembangan teknologi, seperti sensor pintar dan sistem otomatisasi, memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah (Lasaiba, 2024). Teknologi ini memungkinkan pemantauan sampah secara *real-time* dan mengoptimalkan proses pengelolaan. Meski demikian, masih banyak sistem pengelolaan sampah tradisional yang tidak efisien, terutama yang masih beroperasi berdasarkan jadwal harian. Karena situasi ini, pengenalan teknologi yang lebih luas dalam pengelolaan sampah nasional diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi serta meningkatkan kesadaran akan pengelolaan sampah berkelanjutan. Sistem pengelolaan sampah yang menggunakan sensor pintar mungkin menjadi solusi (Mussi et al., 2023).

Krisis pengelolaan sampah global semakin memburuk, dengan jutaan ton sampah diproduksi setiap tahunnya di seluruh dunia. Bank Dunia memperkirakan bahwa produksi sampah global akan meningkat 70% dari tahun 2016 hingga 2050 jika tidak ada tindakan segera yang diambil (Pambudi & Adab, 2023) (Sari et al., 2024). Praktik pengelolaan sampah tradisional, terutama di negara berkembang, sering kali bergantung pada metode manual yang tidak efisien, yang berkontribusi pada peningkatan polusi, risiko kesehatan, dan degradasi lingkungan (Lasaiba, 2024). Akibatnya, banyak negara mulai mengadopsi teknologi inovatif, seperti sistem pemilahan sampah otomatis, untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam pengelolaan sampah.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan ketidakefisienan dalam pengelolaan sampah. Pertama, kurangnya kesadaran dan pendidikan tentang praktik pengelolaan sampah yang berkelanjutan menyebabkan pemilahan sampah yang tidak tepat sejak awal. Kedua, infrastruktur yang tidak memadai, seperti fasilitas daur ulang dan sistem pengolahan sampah, menghambat pengelolaan sampah yang efektif. Selain itu, tingginya biaya penerapan teknologi canggih, seperti otomatisasi dan sensor pintar, dalam sistem pengelolaan sampah menjadi hambatan yang signifikan, terutama bagi negara-negara berkembang (Napitupulu & Muhyidin, 2021) (LUTHFI, 2023) (Rachmad et al., 2024). Faktor-faktor ini secara kolektif menyebabkan ketergantungan pada metode tradisional yang memakan banyak tenaga kerja dan merusak lingkungan (Santosa & Nugroho, 2021).

Variabel utama dalam penelitian ini adalah sistem pemilahan sampah berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC), teknologi sensor, dan kinerja aktuator. PLC adalah komputer industri yang mengontrol proses pemilahan sampah dengan mengoordinasikan tindakan berbagai sensor dan aktuator (Rachmad et al., 2024) (Wachid, 2023a). Teknologi sensor yang digunakan termasuk sensor proximity induktif dan sensor fotolistrik, yang mendeteksi keberadaan material seperti logam dan non-logam (Rahmawati et al., 2022). Sensor-sensor ini berperan penting dalam mengidentifikasi dan memilah jenis sampah yang berbeda. Aktuator termasuk motor dan sistem pneumatik yang secara fisik memisahkan sampah setelah terdeteksi jenisnya oleh sensor (Wachid, 2023b). Penelitian ini berfokus pada pengoptimalan komponen-komponen tersebut untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pemilahan

sampah otomatis.

Berbagai penelitian telah membahas tentang penerapan teknologi dalam pengelolaan sampah. Mussi et al., (2023) mengemukakan bahwa sensor proximity inductive dapat diandalkan untuk mendeteksi benda logam dan non-logam, meningkatkan efisiensi sistem penyortiran berbasis PLC. Penelitian serupa oleh Aritonang et al., (2017) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi sensor fotolistrik dalam pemilahan sampah telah terbukti meningkatkan akurasi pemilahan berdasarkan jenis material sampah. Kajian literatur ini menyoroti peluang besar yang ditawarkan oleh teknologi untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah yang masih menjadi tantangan besar di Indonesia.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yunus, (2018) menyatakan bahwa Prototipe tempat sampah pintar pemilah sampah organik dan anorganik dibuat dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi antara program kendali dengan masing-masing komponen pada rangkaian sistem dengan penggunaan sensor capacitive proximity sebagai alat input utama yang mendeteksi nilai kapasitansi benda dalam penentuan jenis sampah dan servo sebagai pemilah sampah serta alat pendukung lainnya.

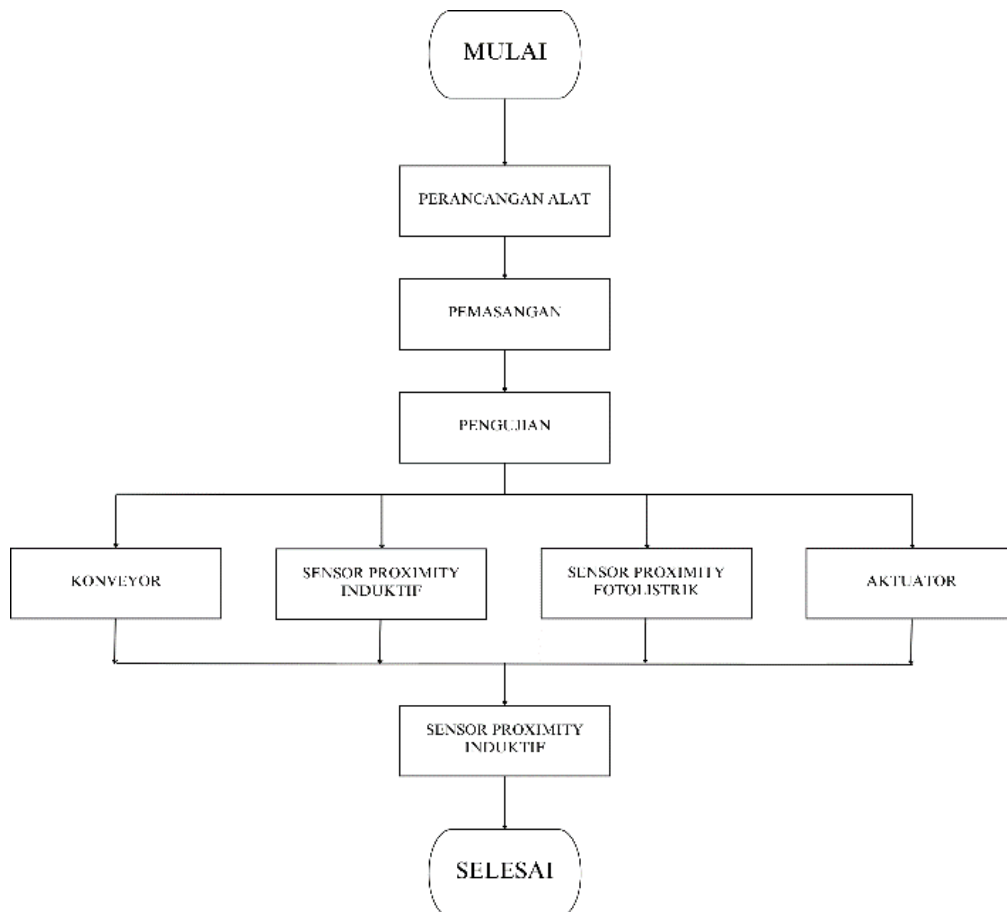
Perbedaan penelitian Yunus, (2018) dan penelitian ini yaitu memperkenalkan pendekatan baru dalam pemilahan sampah dengan mengintegrasikan otomasi berbasis PLC yang canggih dengan kombinasi sensor proximity induktif dan fotolistrik, yang belum banyak diterapkan dalam sektor pengelolaan sampah di Indonesia. Sebagian besar sistem yang ada masih mengandalkan metode pemilahan manual atau semi-otomatis yang kurang presisi dan efisiensi dibandingkan dengan teknologi otomasi modern. Integrasi sensor-sensor ini memungkinkan pemilahan sampah secara real-time dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, terutama dalam membedakan antara sampah logam dan non-logam. Sedangkan penelitian dari Yunus, (2018) melakukan penelitian rancang bangun prototipe tempat sampah pintar pemilah sampah organik dan anorganik menggunakan arduino.

Urgensi penelitian ini terletak pada upaya untuk mengatasi krisis pengelolaan sampah yang sedang berlangsung di Indonesia. Dengan lebih dari 70 juta ton sampah yang masih belum dikelola dengan baik, kebutuhan akan solusi yang lebih efisien dan skalabel menjadi sangat penting. Dengan mengembangkan dan menerapkan sistem pemilahan sampah berbasis teknologi, Indonesia tidak hanya dapat mengurangi jejak lingkungan, tetapi juga menetapkan standar bagi negara-negara berkembang lainnya yang menghadapi tantangan serupa. Selain itu, integrasi otomasi dalam pengelolaan sampah sejalan dengan upaya global untuk mengadopsi teknologi cerdas guna keberlanjutan lingkungan, yang merupakan salah satu agenda utama Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) Perserikatan Bangsa-Bangsa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem pemilahan sampah yang memanfaatkan teknologi PLC dan sensor untuk pemilahan otomatis sampah logam dan non-logam, menguji dan menganalisis kinerja sensor proximity induktif dan fotolistrik dalam mendeteksi berbagai jenis material sampah dan mengevaluasi efektivitas aktuator dalam mengoperasikan konveyor dan mekanisme pemilahan, memastikan sampah dipisahkan dengan efisien. Manfaat dari penelitian ini adalah dua sisi. Secara praktis, penelitian ini memberikan prototipe sistem pemilahan sampah otomatis yang dapat diterapkan secara luas dalam praktik pengelolaan sampah baik di perkotaan maupun pedesaan. Sistem ini berpotensi mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, menurunkan biaya operasional, dan meningkatkan volume sampah yang berhasil dipilah untuk didaur ulang. Secara lebih luas, penelitian ini berkontribusi pada diskusi global tentang pengelolaan sampah berkelanjutan dengan menunjukkan kelayakan integrasi teknologi canggih seperti PLC, sensor, dan aktuator ke dalam proses pengelolaan sampah sehari-hari.

METODE PENELITIAN

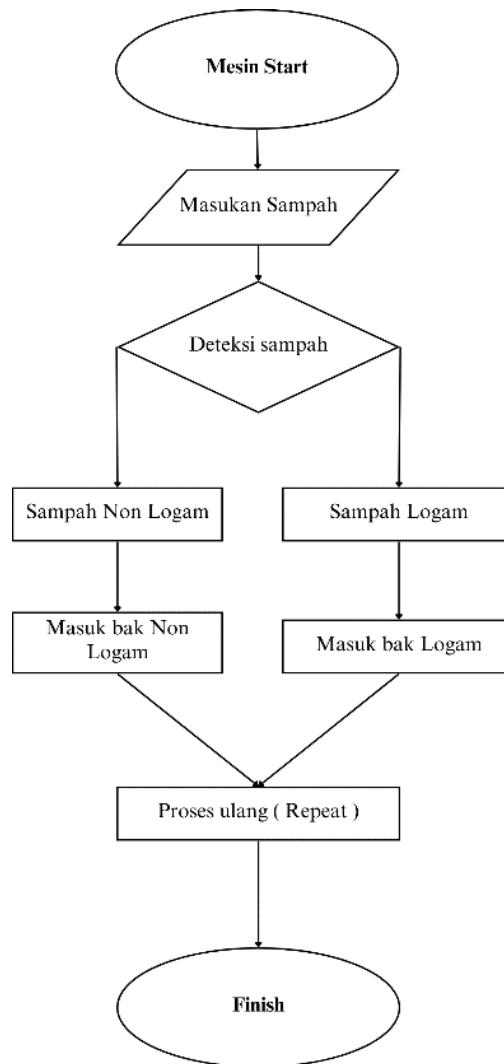
Perancangan alat



Gambar 1. Diagram alur pembuatan

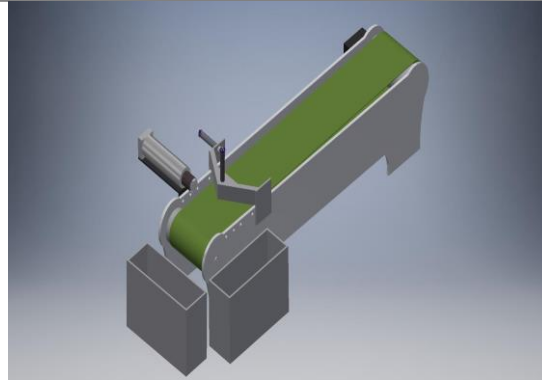
Dalam penelitian ini, mesin untuk mendeteksi logam dan nonlogam dengan sensor fotolistrik, dan induktif. Sensor-sensor ini akan mendeteksi adanya sampah logam dan non logam yang terdapat di atas konveyor. Selain itu sensor fotolistrik atau sensor dengan simbol s3 dan s4 akan menunjukkan isi tempat sampah, yang berarti bahwa tempat sampah sudah terisi penuh. Maka akan mematikan sistem. Langkah-langkah pengerjaan yang tepat dan sistematis diperlukan untuk mencapai hasil yang optimal. tujuannya adalah untuk memudahkan proses desain, pembangunan, analisis, dan koreksi kesalahan yang bermanfaat untuk pengembangan berikutnya. Pada dasarnya, proses desain dapat dibagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu tahap perancangan alat, yang merupakan tahap awal.

Langkah kerja alat



Gambar 2. Flowchart langkah kerja alat

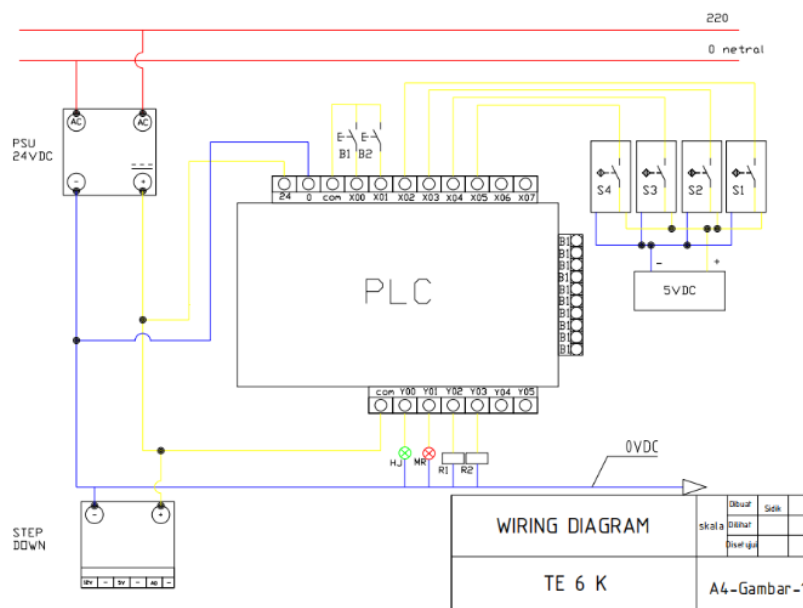
Cara kerja dari alat pemilah berbasis PLC ini adalah ketika sensor 1 atau sensor 2 mendeteksi sampah logam atau non logam maka belt conveyor akan memindahkan sampah logam ke dalam box nomor 1 dengan bantuan aktuator pneumatik, dan apabila sensor 2 mendeteksi adanya sampah non logam belt conveyor akan memindahkan sampah ke dalam box nomor 2.



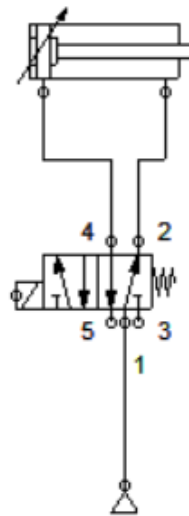
Gambar 3. Gambar rancangan mesin

Wiring diagram alat

Dalam rangkaian elektronik, seluruh komponen harus dirangkai agar dapat dimasukkan program. Salah satu langkah yang harus dilakukan adalah Menciptakan rangkaian harus dilakukan. dan menyediakan alamat komponen-komponen yang digunakan untuk memungkinkan dioperasikan mikrokontroller menurut protokol yang dituju. Diagram rangkaian untuk alat penyortir Baik barang logam maupun non-logam dapat dilihat.



Gambar 4. Wiring diagram



Gambar 5. Diagram aktuator

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar di bawah menunjukkan sistem pemilah sampah otomatis berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) yang dirancang untuk memisahkan sampah logam dan non-logam. Teknologi ini menggunakan kombinasi sensor proximity induktif dan sensor fotolistrik untuk mendeteksi jenis sampah, serta aktuator untuk memindahkan sampah ke tempat penyimpanan yang sesuai. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pemilahan sampah, sehingga dapat mendukung pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan.



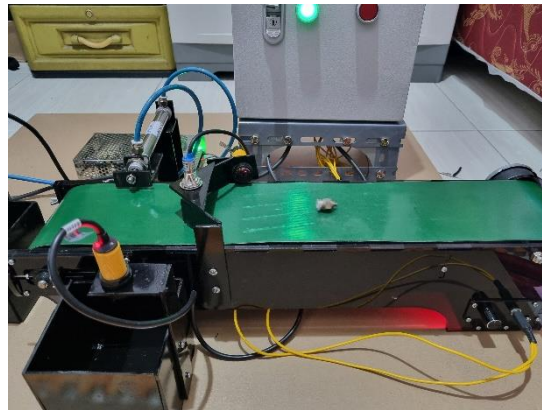
Gambar 6. Gambar Keseluruhan Alat

Pengujian

Tujuan dari pengujian dan analisis ini adalah untuk menentukan keakuratan perencanaan, desain, dan penetapan parameter. Penulis akan belajar tentang sistem pemilahan sampah dalam tahap pengujian data analisis. *Output* parameter, seperti waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan seluruh sistem, akan dipengaruhi oleh keakuratan data.

Tahap-tahap proses pengujian.

1. Pengujian menggunakan benda logam.



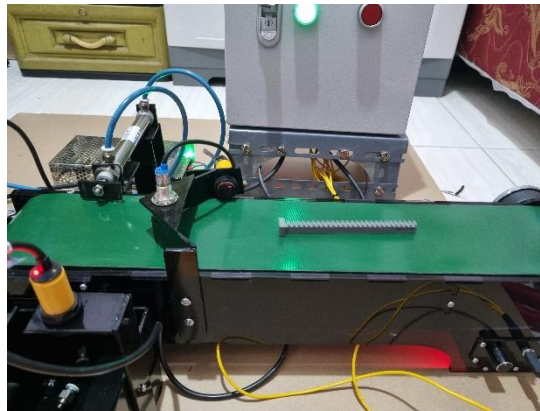
Gambar 7. Pengujian Benda Logam

2. Sensor 1 dan sensor 2 mendeteksi benda sehingga silinder bergerak dan memisahkan sampah logam kedalam box 1.



Gambar 8. Silinder Memisahkan Benda Logam

3. Pengujian menggunakan benda non logam. Pada tahap ini sensor 2 akan mendeteksi benda non logam yang akan masuk kedalam box 2



Gambar 9. Pengujian Benda Non Logam

Dari hasil pengujian didapatkan beberapa data seperti berikut :

Tabel 1. Pengujian Sensor Induktif terhadap Pembacaan Benda

No	Tinggi Benda	Pembacaann
1	1 mm	√
2	5 mm	√
3	10 mm	√
4	15 mm	0
5	20 mm	0

Tabel 2. Pengujian Sensor Induktif terhadap Jenis Logam

No	Jenis logam	Pembacaan Sensor
1	Stainless steel	√
2	Kuningan	√
3	Ancuran	√
4	Tembaga	√

Tabel 3. Pengujian Sensor Fotolistrik terhadap Jarak Antara Sensor dan Benda

No	Jarak Benda Terhadap Sensor	Pembacaann
1	10 mm	√
2	20 mm	√
3	30 mm	√
4	40 mm	√
5	50 mm	√

Tabel 4. Pengujian sensor fotolistrik terhadap tinggi benda

No	Tinggi Benda	Pembacaann
1	5 mm	√
2	10 mm	√
3	15 mm	√
4	20 mm	0
5	25 mm	0

Tabel 5. Pengujian sistem

No	Jenis Sampah	Pembacaan		Aktuator
		Sensor 1	Sensor 2	
1	Kertas	√	0	0
2	Plastik	√	0	0
3	Organik	√	0	0
4	Logam	√	√	√

Setelah melakukan pengujian terhadap empat sampel, sensor inductive proximity sensor mendeteksi logam dan non-logam, sehingga sampel dapat disortir. Semua sampel telah disortir pada masing-masing penyimpanan.

KESIMPULAN

Sistem kerja sensor *proximity inductive* berfungsi pada alat penyortir barang logam dan non-logam dengan sangat baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat dengan akurat mendeteksi barang dengan material logam. Empat objek sampel yang digunakan dapat disortir ke dalam penyimpanan sesuai jenisnya. Komponen - komponen tambahan berfungsi sesuai dengan kemampuan dan ide yang diinginkan. untuk membuat alat dapat digunakan secara umum.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, sistem pemilahan sampah otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC) terbukti mampu meningkatkan efisiensi proses pemilahan sampah. Penggunaan kombinasi sensor proximity induktif dan fotolistrik menunjukkan kinerja yang baik dalam mendeteksi sampah logam dan non-logam dengan tingkat akurasi yang tinggi. Aktuator yang digunakan juga berhasil memindahkan sampah ke tempat yang sesuai sesuai spesifikasi yang diharapkan.

Penelitian ini berhasil mencapai tujuannya dengan menunjukkan bahwa teknologi otomasi berbasis PLC dapat diimplementasikan dalam skala yang lebih luas untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan. Sistem ini tidak hanya berpotensi meningkatkan efisiensi pemilahan sampah, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada metode pemilahan tradisional yang kurang efisien. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam upaya meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan sampah di Indonesia, serta membuka peluang untuk penerapan teknologi serupa di negara-negara berkembang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, P., Bayu, E. C., & Prasetyo, J. (2017). Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis. *Prosiding Snitt Poltekba*, 2(1), 375–381.
- Atmika, I. G. N. A., & Suryawan, G. P. (2022). Pengelolaan limbah Banten sebagai sumber energi terbarukan dengan teknologi RDF berkualitas tinggi. *Jurnal Bakti Saraswati (JBS): Media Publikasi Penelitian Dan Penerapan Ipteks*, 11(2), 97–106.
- Lasaiba, M. A. (2024). Strategi inovatif untuk pengelolaan sampah perkotaan: Integrasi teknologi dan partisipasi masyarakat. *GEOFORUM Jurnal Geografi Dan Pendidikan Geografi*, 1–19.
- Luthfi, A. (2023). ...*(Lengkapi Unduh Form Dan Lampirkan Persetujuan Publikasi Di Web Perpustakaan Tanpa Materi, Upload Ulang).. Pelaksanaan Program Daur Ulang Sampah Dinas Lingkungan Hidup Ponorogo Untuk Keberdayaan Ekonomi Masyarakat*. Iain Ponorogo.
- Mussi, M. E., Anisah, M., & Damsi, F. (2023). Analisa Sistem Kerja Sensor Proximity Inductive Pada Alat Penyortir Barang Logam Dan Non-Logam Berbasis PLC GLOFA G7M-DR4040A. *Teliska-Jurnal Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya*, 16(1).
- Napitupulu, M. H., & Muhyidin, A. (2021). Tantangan Partisipasi Pemangku Kepentingan dalam Tata Kelola Sampah Kota Berkelanjutan. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 17(4), 385–397.
- Pambudi, Y. S., & Adab, P. (2023). *Mencapai Pengelolaan Sampah Perkotaan Berkelanjutan: Panduan Lengkap*. Penerbit Adab.
- Rachmad, Y. E., Ilham, R., Indrayani, N., Manurung, H. E., Judijanto, L., & Laksono, R. D. (2024). *Layanan Dan Tata Kelola E-Government: Teori, Konsep Dan Penerapan*. PT. Green Pustaka Indonesia.
- Rahmawati, Y., Simanjuntak, I. U. V., & Aprianto, D. (2022). Pneumatic Brushing Machine Automation Design Based On Programmable Logic Controller (PLC). *Journal Of Informatics And Telecommunication EngineerinG*, 6(1), 101–112.
- Rasyid, Z. (2023). Analysis of Pro-Environmental Behavior using the 5R method (Rethink, Reject, Reduce, Reuse, Recycle) towards Waste Management. *JPK: Jurnal Proteksi Kesehatan*, 12(2), 214–223.
- Santosa, S. P., & Nugroho, M. W. (2021). Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V. *Jurnal Elektro*, 9(1), 38–45.
- Sari, L. L., de Fretes, C. H. J., & Seba, R. O. C. (2024). Kerjasama WWF (World Wide Fund for Nature) dan Pemerintah Indonesia dalam Mewujudkan Zero Waste melalui Program Plastic Smart Cities (PSC). *Jurnal Ilmiah Kajian Humaniora*, 8(5).
- Wachid, A. N. (2023a). Rancang Bagun Sistem Otomasi Pengisian, Pengemasan dan Penghitungan Botol Minuman Kemasan Berbasis PLC Outseal. *Seminar Nasional Teknologi Industri*, 1(1), 629–638.
- Wachid, A. N. (2023b). *Rancang bangun sistem otomasi pengisian, pengemasan, dan penghitungan botol kemasan berbasis PLC Outseal*. Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
- Yunus, M. (2018). Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino. *Proceeding Stima*, 1(1), 340–343.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)