

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGAMBILAN SAMPAH SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN PLC OMRON CP1E-E40DR-A

Windi Darmaisha Putri¹⁾, Yurika²⁾
Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung^{1),2)}
Email: windiberly@gmail.com¹⁾, yurikasjahrul@gmail.com²⁾

Abstrak

Volume sampah yang meningkat di daerah perkotaan memerlukan sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien. Metode pengumpulan manual sering kali tidak efektif dan mahal, menghadapi masalah seperti keterlambatan jadwal dan ketergantungan pada tenaga kerja. Penelitian ini mengusulkan sistem pengambilan sampah otomatis menggunakan PLC OMRON CP1E-E40DR-A, yang mengintegrasikan sensor deteksi sampah dan mekanisme robotik. Pengujian efektivitas jarak sensor dilakukan sebanyak 10 kali untuk menentukan jarak optimal yang tidak menyebabkan delay pada konveyor. Dari pengujian, 5 menunjukkan tidak ada delay, dengan rata-rata jarak sensor efisien sebesar 50%. Total durasi efisiensi waktu dalam pengambilan sampah 10 gram diukur dalam 5 pengujian, di mana 3 pengujian menunjukkan waktu distribusi yang efisien. Rata-rata waktu efisien untuk proses distribusi mencapai sekitar 54,55%. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi sistem otomatis dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di daerah perkotaan.

Kata Kunci: Data, Programmable Logic Controller, Proximity, Sampah

Abstract

The increasing volume of waste in urban areas necessitates a more efficient waste management system. Conventional manual collection methods are often ineffective and costly, facing issues such as schedule delays and dependency on labor. This study proposes an automated waste collection system using the OMRON CP1E-E40DR-A PLC, integrating waste detection sensors and robotic mechanisms. The effectiveness of sensor distance was tested 10 times to determine the optimal range that does not cause delays in the conveyor. Of the tests, 5 showed no delays, with an average efficient sensor distance of 50%. The total time efficiency for collecting 10 grams of waste was measured over 5 trials, with 3 tests demonstrating efficient distribution times. The average efficient time for the distribution process reached approximately 54.55%. The findings of this research highlight the potential of automated systems in enhancing waste management efficiency in urban areas.

Keywords: Data, Programmable Logic Controller, Proximity, Waste.

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan yang kompleks dan sering terjadi di Indonesia, meningkatnya jumlah penduduk yang secara signifikan serta adanya perubahan pola konsumsi masyarakat yang bertambah mengakibatkan perubahan pola perilaku masyarakat dalam mengelola sampah, dengan volume sampah yang meningkat tentu mempengaruhi masyarakat dalam membuang sampah.

Seiring perkembangan teknologi yang sangat modern sekarang ini dengan melihat sampah merupakan pokok permasalahan setiap kota. Oleh karena itu diperlukan suatu alat untuk membantu mengambil sampah secara otomatis dan untuk meminimalisir penumpukan sampah. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terjadi sekarang ini memungkinkan manusia membuat alat yang membantu meminimalisir penggunaan tenaga manusia dan mempermudah masyarakat untuk mengontrol pengambilan sampah

Perancangan sebuah alat dengan system otomatis tidak lepas dari peran Programmable Logic Controller (PLC) yang merupakan alat atau komponen elektronik yang dapat di program dan

berfungsi untuk mengontrol atau mengoperasikan suatu alat secara otomatis.

Dengan pernyataan diatas maka penulis mengambil judul "Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengambilan Sampah Secara Otomatis Menggunakan PLC Omron CP1E-E40DR-A". Dengan harapan dapat meminimalisir penumpukan sampah di sungai dan juga meminimalisir penggunaan tenaga manusia.

II. LANDASAN TEORI

A. Programmable Logic Controller

Program kontrol dari PLC adalah menganalisis sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. Input PLC digunakan dan disimpan di dalam memori dimana PLC melakukan instruksi logika yang di program pada keadaan inputnya. Peralatan input dapat berupa sensor foto elektrik, push button pada panel kontrol, limit switch atau peralatan lainnya dimana dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat masuk ke dalam PLC. Peralatan output dapat berupa saklar yang menyalakan lampu indikator, relay yang menggerakkan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal output dari PLC (Supianto, 2015). PLC mengontrol berbagai perangkat industri

seperti motor, sensor, aktuator, dan sistem pemantauan berdasarkan input yang diterimanya. Program di PLC memproses input dan memberikan output untuk mengatur peralatan atau proses industri.



Gambar 1. *Programmable Logic Controller*

Dilansir dari buku Training Basic PLC (2015) oleh Kartanagari, secara mendasar PLC merupakan suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. PLC juga diartikan sebagai peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dari peralatan input kemudian dianalisis sesuai dengan kebutuhan perencana (*programmer*) untuk mengontrol keadaan output.

B. Motor DC

Konstruksi pada motor DC sama dengan konstruksi motor listrik pada umumnya, yakni terdiri dari stator (bagian yang diam) dan rotor (bagian yang bergerak). Motor DC bekerja sesuai dengan prinsip gaya Lorentz yaitu penghantar yang berada di dalam medan magnet yang dialiri arus akan mengalami sebuah gaya yang disebut gaya Lorentz. Jika besarnya gaya yang muncul dapat memikul kopel beban maka penghantar tersebut akan berputar.



Gambar 2. Motor DC

Torsi dalam fisika disebut juga momen gaya yaitu hasil kali gaya dengan lengan gaya. Dalam terapan nya yakni motor DC, torsi merupakan tenaga atau kekuatan yang dikeluarkan motor untuk berputar atau dalam hal ini untuk menggerakkan beban (*load*).

Persamaan fisika dasar torsi:

$$T = F.L.\sin \theta$$

dengan :

F = gaya/berat beban (N),

L = lengan gaya (m),

$\sin \theta$ = nilai untuk memproyeksikan lengan gaya agar selalu tegak lurus arah gaya.

Persamaan torsi dalam terapan motor DC yaitu:

$$T = (5252.P)N$$

Dimana:

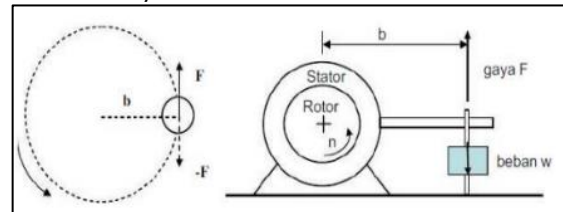
N = jumlah putaran per menit (rpm),

5252 = Konstanta daya motor (dalam HP),

P = Daya motor (HP),

T = Torsi motor (Nm)

Maka dari persamaan-persamaan diatas diperoleh bahwa torsi dan rpm berbanding terbalik, jika nilai torsi turun maka rpm akan naik dan sebaliknya. Kemudian daya keluaran motor akan selalu berbanding lurus dengan torsi motor. Sehingga semakin besar daya, maka torsi akan semakin besar dan sebaliknya.



Gambar 3. Hubungan RPM dan Torsi Motor

C. Conveyor

Conveyor adalah alat mekanis yang digunakan untuk memindahkan material dari satu tempat ke tempat lain secara efisien. Dalam konteks pengelolaan sampah, *conveyor* berfungsi untuk membantu proses pemindahan dan pemilihan sampah dengan lebih cepat dan teratur. Berikut adalah penjelasan rinci tentang *conveyor*, khususnya dalam aplikasi pengelolaan sampah.

Belt atau sabuk merupakan salah satu elemen utama pada *belt conveyor* yang berfungsi sebagai wadah pembawa material yang akan dipindahkan. Secara umum sabuk terdiri dari tiga bagian utama yaitu lapisan atas (*top cover*), rangka kain (*carcass*) untuk *fabric belt* atau rangka sling baja untuk jenis steel cord belt dan lapisan bawah (*bottom cover*). Menurut (Al Ayyubi, 2020) Lapisan penguat sabuk (*carcass* atau *steel cord belt*) berfungsi untuk meneruskan tegangan pada sabuk saat *start* dan saat pemindahan material selain itu lapisan penguat juga dapat menyerap gaya *impact* beban akibat kecepatan pada sabuk sehingga bisa tetap stabil. finishing, inspeksi, kemasan, sortasi, dan pengiriman. Contoh *conveyor* dapat dilihat pada gambar ini.



Gambar 4. Conveyor

Rumus Dasar

Kecepatan konveyor (V) dapat dihitung dengan rumus:

$$V = L/T$$

Dengan:

V = Kecepatan konveyor (m/s atau ft/min)

L = Panjang konveyor (m atau ft)

T = Waktu siklus (s atau min)

Rumus Kapasitas

Kapasitas konveyor (Q) dalam satuan volume per waktu dapat dihitung dengan rumus:

$$Q=W \times H$$

Dengan:

Q = Kapasitas konveyor (m³/s atau ft³/min)

W = Lebar konveyor (m atau ft)

H = Ketinggian material (m atau ft)

V = Kecepatan konveyor (m/s atau ft/min)

D. Sensor Proximity Kapasitif

Menurut Ahli Elektronika: Sensor infrared proximity bekerja dengan memancarkan cahaya inframerah dari LED (*Light Emitting Diode*) ke arah objek. Cahaya ini kemudian dipantulkan kembali oleh objek dan diterima oleh detektor inframerah (seperti fotodiode atau fototransistor). Dengan mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan, sensor dapat menentukan jarak objek dari sensor. Semakin dekat objek, semakin banyak cahaya yang dipantulkan kembali dan semakin tinggi sinyal yang diterima oleh detektor. Prinsip ini dikenal sebagai "refleksi cahaya". Sensor *infrared proximity* adalah perangkat elektronik yang menggunakan cahaya inframerah untuk mendeteksi jarak atau kehadiran objek tanpa memerlukan kontak fisik. Sensor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, dari perangkat konsumen sehari-hari hingga sistem otomasi industri. Secara keseluruhan, sensor infrared proximity adalah alat yang efisien dan efektif untuk deteksi jarak dan keberadaan objek dalam berbagai aplikasi, dengan keunggulan non-kontak dan kemampuan deteksi cepat. Namun, penggunaannya mungkin dibatasi oleh faktor lingkungan dan jarak.



Gambar 5. Sensor Proximity Infrared

Sensor *infrared* juga sering disebut sebagai sensor *proximity* optik. Cara kerjanya yaitu apabila objek atau benda yang mendekati sensor maka akan tercipta cahaya yang memantul. Pantulan cahaya ini merupakan sinyal yang akan diterima oleh *receiver*.

III. METODE PENELITIAN

A. Tinjauan Umum Perancangan

Bagian ini akan membahas tentang perancangan sebelum memasuki tahap pengujian dan menjadi acuan untuk mengisi data yang diperlukan untuk pengujian alat tersebut. Pembahasan mencakup perancangan keras (*hardware*) terdiri dari bagian *control panel* yang menggunakan *Push Button ON* dan *OFF* sebagai kontrol panel dengan Main Control menggunakan PLC CP1E E40 sebagai kontrol utama untuk mengendalikan motor konveyor *On/Off*. Kemudian ada perancangan konveyor, rangka meja, pembatas konveyor, aquarium sebagai wadah. Bagian perancangan perangkat lunak (*software*) yang penulis gunakan terdiri dari beberapa *software*, diantaranya CX Programmer yang digunakan untuk memprogram main control pada PLC, Serta penulis juga menggunakan *software Solidwork* untuk mendesain komponen yang ada pada hardware yang digunakan dalam perancangan alat ini dan membuat skema kelistrikan dengan gambar *wiring*.

B. Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan ini adalah agar tahap perancangan dan pembuatan rancang bangun ini bisa diselesaikan sesuai dengan target waktu yang telah ditentukan dan mendapatkan hasil yang maksimal. Dalam tahap ini tidak menutup kemungkinan adanya pengembangan ide dan alat yang bertujuan untuk membuat alat ini lebih baik dari perancangan sebelumnya.

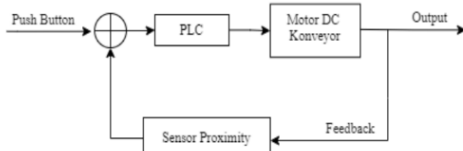
C. Tahap Perancangan

Tahapan perancangan dapat dilakukan dengan cara melakukan perhitungan respon jarak sensor dan waktu proses untuk memilih komponen yang akan digunakan, mempelajari karakteristik, data fisik dan fungsional nya, membuat rangkaian dengan melihat fungsi-sungsi dari komponen yang telah dipelajari,

sehingga dapat membuat alat sesuai dengan spesifikasi yang di inginkan.

D. Blok Diagram

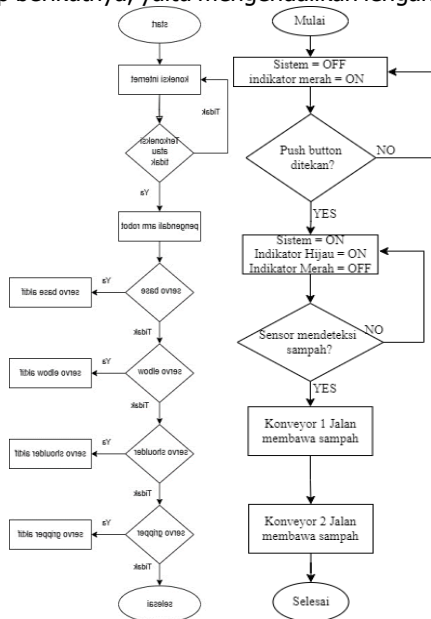
Blok diagram adalah diagram dari sebuah sistem, dimana bagian utama atau fungsi yang di wakili oleh blok dihubungkan dengan garis, yang menunjukkan hubungan dari blok. Blok diagram banyak digunakan dalam dunia rekayasa dalam desain *hardware*, desain elektrikal, *software* desain dan proses aliran diagram.



Gambar 6. Blok Diagram

E. Flowchart Sistem

Berdasarkan 2 *flowchart* dibawah diketahui bahwa Ketika pertama kali sistem dijalankan (*start*) maka sistem *on* dan jika sensor tidak mendeteksi adanya sampah maka konveyor tidak akan hidup dan jika sensor mendeteksi sampah maka konveyor 1 dan konveyor 2 akan hidup mengantarkan sampah ke penampungan sementara. Sistem ini akan berjalan secara otomatis tergantung sampah yang akan dideteksi oleh sensor *proximity* dan akan berjalan sesuai dengan perintah yang diawal. Pada *flowchart* lengan robot dapat diketahui, ketika *start*: Proses dimulai dari sini. Koneksi Internet: Sistem akan mengecek terlebih dahulu apakah ada koneksi internet. Jika tidak ada koneksi internet: Proses akan berhenti di sini karena sistem membutuhkan koneksi internet untuk menjalankan fungsi selanjutnya. Jika ada koneksi internet: Sistem akan melanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu mengendalikan lengan robot.



Gambar 7. Flowchart Sistem

Pengendali Arm Robot: Sistem akan mulai mengendalikan bagian-bagian lengan robot. Servo Base: Sistem akan memeriksa apakah servo base (bagian dasar lengan robot) aktif. Jika aktif, maka *servo base* akan bekerja. Jika tidak aktif, sistem akan melanjutkan ke pemeriksaan *servo* berikutnya. *Servo Elbow, Servo Shoulder, Servo Gripper*: Proses pemeriksaan dan aktivasi akan dilakukan pada setiap bagian *servo* lengan robot (*elbow, shoulder, dan gripper*) secara berurutan. Selesai: Setelah semua servo diperiksa dan diaktifkan (jika perlu), proses akan berakhir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap implementasi adalah tahap penerapan dari hasil perancangan yang prosesnya telah diuraikan sebelumnya. Pada proses implementasi dilakukan persiapan perangkat pendukung. Langkah awal dari implementasi adalah mempersiapkan terlebih dahulu perangkat pendukung yang diperlukan, diantaranya perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

Berikut dibawah ini merupakan pengujian terhadap respon jarak sensor.

Tabel 1. Pengujian Respon Jarak Sensor

Uji ke-	Jarak	Conveyer	Sensor	Keterangan
1	1 cm	on	on	Tidak delay
2	2 cm	on	on	Tidak delay
3	3 cm	on	on	Tidak delay
4	4 cm	on	on	Delay 0,75 detik
5	5 cm	on	on	Tidak delay
6	6 cm	on	on	Tidak delay
7	8 cm	on	on	Delay 1,3 detik
8	9 cm	on	on	Delay 2,20 detik
9	10 cm	on	on	Delay 8,54 detik
10	12 cm	on	on	Delay 9,60 detik

Berdasarkan hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sensor yang digunakan cukup sensitif untuk mendeteksi objek pada jarak tertentu. Namun, kinerja sensor dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jarak, kecepatan konveyor, dan karakteristik objek.

Berikutnya pengujian terhadap waktu proses, urai sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian Terhadap Waktu Proses

Uji ke-	Waktu	Volume sampah	Keterangan
1	10,46 Detik	8 Gram	Belum sukses
2	8,21 Detik	7 Gram	Belum sukses
3	3,56 Detik	10 Gram	Sukses
4	4,23 Detik	10 Gram	Sukses

5	4,72 Dettik	10 Gram	Sukses
---	-------------	---------	--------

Analisis:

Uji 1 dan 2 dikategorikan sebagai "Belum Sukses", yang menunjukkan bahwa sistem tidak mampu mengumpulkan volume sampah secara efisien pada waktu yang lebih lama.

Uji 3, 4, dan 5 dinyatakan "Sukses", yang menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik ketika mengumpulkan volume optimal (10 gram) dalam waktu yang lebih singkat.

Dari data Anda, volume sampah maksimal yang berhasil dikumpulkan dalam uji adalah 10 gram, dan jumlah volume yang tidak sukses (8gram dan 7 gram) dapat diabaikan saat menghitung efisiensi total.

Efisiensi sistem pengumpulan sampah berdasarkan data yang diberikan adalah sekitar 54,55%. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat lebih dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengumpulan sampah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan sistem dan melakukan pengujian serta Analisa, maka dapat di simpulkan bahwa :

1. Respon efektivitas jarak sensor untuk menjalankan konveyor dalam pengujian ini terdapat 10 kali pengujian dan yang memfokuskan pengambilan data ini berapa jarak sensor yang tidak terdapat *delay* untuk konveyor berjalan secara efisien dan dalam pengujian ini terdapat 5 yang tidak ada *delay* yang dimana ini menentukan jarak yang baik dalam menjalankan konveyor dan tidak memakan waktu lama, maka yang terdapat jarak rata-rata sensor yang efisien 50% dari data pengujian tersebut.
2. Total durasi untuk efisiensi waktu dalam pengambilan sampah dengan kapasitas 10gram, dalam pengujian ini ada 5 kali pengujian dan didapatkan ada 3 pengujian waktu yang efisien dalam mendistribusikan sampah sebanyak 10gram dan hasil akhirnya rata-rata waktu yang efisiensi untuk proses distribusi sekitar 54,55%.

B. Saran

Adapun saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Pertimbangkan untuk menggunakan sensor dengan sensitivitas yang lebih tinggi atau teknologi sensor terbaru untuk meningkatkan akurasi deteksi sampah.
2. Lakukan analisis mendalam terhadap waktu pemrosesan setiap tahap. Pertimbangkan untuk meningkatkan kecepatan konveyor atau mengurangi waktu penanganan masalah.
3. Tambahkan sistem monitoring berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk memantau kinerja

alat secara *real-time* dan memberikan notifikasi jika terjadi masalah.

4. Bandingkan hasil pengujian setelah optimasi dengan data sebelumnya untuk menilai peningkatan efisiensi.
5. Lakukan analisis lebih mendalam pada *bottleneck* yang teridentifikasi untuk menemukan solusi spesifik dalam mengurangi waktu proses. Misalnya, jika waktu konveyor terlalu lama, pertimbangkan untuk meningkatkan kecepatan konveyor atau memperpendek jarak tempuhnya.
6. Lakukan kalibrasi sensor secara berkala untuk memastikan akurasi deteksi jarak. Periksa sensitivitas sensor pada jarak yang lebih bervariasi untuk menghindari kesalahan deteksi.

DAFTAR PUSTAKA

Ayyubi, M. K. (2020). Desain Perancangan Belt Conveyor untuk Meningkatkan Keergonomian Proses Material Handling. *Jurnal Manajemen Industri dan Manufaktur*, 2.

Gischa, S. (2022). PLC: Pengertian, Fungsi, Cara Kerja, dan Penggunaannya. Retrieved <https://www.kompas.com/skola/read/2022/07/14/183000069/plc-pengertian-fungsi-cara-kerja-dan-penggunaannya>

Team, K. T. (2023). Konstruksi Motor Listrik DC. Retrieved from <https://www.kelastekni.com/2022/06/konstruksi-motor-listrik-dc.html>

Tim Bank Mega Syariah. (2023). Pengelolaan Sampah Industri dan B3. Diakses dari <https://www.megasyariah.co.id>

Waste Management. (2021). Waste Management: Definition and Processes.

Teusian. (2020). Kuliah Pemrograman Programmable Logic Controller (PLC). Retrieved from <https://te.ubaya.ac.id/kuliah-pemrograman-programmable-logic-controller-plc>

Saleslistrikonline. (2023). Proximity Sensor: Cara Kerja, Fungsi, dan Jenis. Retrieved from <https://atstekno.com/proximity-sensor>

Connect Automation. (2022). Pengertian Sistem Conveyor dan Kegunaannya. Retrieved from <https://www.connectautomation.co.id/blog/pengertian-sistem-conveyor-dan-manfaatnya-di-lini-industri>

Alpha, C. M. (2022). Banjir Akibat Sampah - Ini Dampaknya! Retrieved from <https://www.yayasanbinabhaktilingkungan.or.id/banjir-akibat-sampah>

Humas. (2024). Dampak membuang sampah ke sungai. Retrieved from <https://perumdams.com/dampak-membuang-sampah-ke-sungai>

Motor arus searah. (2024). Retrieved from https://id.wikipedia.org/wiki/Motor_arus_searah

Utami, S. N. (2023). Motor Listrik Arus Searah: Pengertian dan Jenisnya. Retrieved from <https://www.kompas.com/skola/read/2023/04/27/190000569/motor-listrik-arus-searah--pengertian-dan-jenisnya>

Rachmat, M. F. (2024). Rancang bangun prototype sistem pemilah sampah logam dan non-logam

- menggunakan Conveyor berbasis Internet Of Things. Retrieved from <https://digilib.uinsgd.ac.id/102902>
- Pengelolaan sampah. (2024). Retrieved from https://id.wikipedia.org/wiki/Pengelolaan_sampah
- Matan. (2024). Bagaimana Prinsip Kerja Motor DC? Retrieved from <http://www.electricity-magnetism.org/id/bagaimana-prinsip-kerja-motor-dc>