

SISTEM KENDALI MESIN PENGOLAHAN LIMBAH SAMPAH PLASTIK BERBASIS IOT

**Oleh: Yusnan Badruzzaman¹, Ir. Mochammad Muqorrobin², Sri Kusumastuti³, Mardiyono⁴,
Tahan Prahara⁵, Affan Abdillah⁶, Devan Iftikhar Nugraha⁷, Fajar Arifudin⁸, Ilham
Hardiansyah⁹**

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Email: yusnan.badruzzaman@polines.ac.id

Abstrak

Limbah botol plastik merupakan masalah lingkungan yang terus meningkat karena sulit terurai dan tingginya konsumsi kemasan sekali pakai. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem kendali mesin pengolahan limbah plastik berbasis IoT yang memanfaatkan PLC sebagai pengendali utama serta SCADA dan HMI sebagai platform monitoring. Sistem dikembangkan untuk melakukan pencacahan plastik secara otomatis dengan pengawasan real time terhadap sensor, aktuator, dan status proses. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kendali otomatis berbasis PLC memberikan peningkatan efisiensi, akurasi, dan stabilitas proses dibandingkan metode manual. Integrasi HMI dan SCADA juga meningkatkan visibilitas sistem dan mempercepat pengambilan keputusan operasional. Prototipe trainer ini layak digunakan sebagai media pembelajaran mekatronika dan otomasi industri. Penelitian selanjutnya diarahkan pada integrasi SCADA berbasis web/Android, data logging, keamanan sistem, dan pengembangan mode kendali cerdas..

Kata kunci: IoT, Limbah Plastik

Abstrak

Plastic bottle waste continues to increase due to its non-biodegradable nature and the rising use of single-use packaging. This study designs and implements an IoT-based control system for a plastic waste processing machine using a PLC as the main controller and SCADA/HMI as monitoring platforms. The system automates the shredding process and provides real-time visualization of sensors, actuators, and operation status. Test results indicate that PLC-based automation improves efficiency, accuracy, and process stability compared to manual operation. The integration of HMI and SCADA enhances system visibility and supports faster operational decision-making. The developed trainer prototype is suitable as an educational tool for mechatronics and industrial automation. Future work includes integrating web- or Android-based SCADA, adding data logging, strengthening system security, and developing intelligent control modes.

Keywords : IoT, plastic waste

1. Pendahuluan

Limbah plastik merupakan salah satu masalah lingkungan paling signifikan di abad ke-21. Di lingkungan institusi pendidikan tinggi seperti Politeknik Negeri Semarang (Polines), aktivitas mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan berkontribusi terhadap timbunan sampah plastik dalam jumlah yang cukup besar, baik dari kemasan makanan, botol minuman, hingga produk plastik sekali pakai. Penanganan limbah ini masih bergantung pada pengumpulan konvensional dan pembuangan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), yang belum menjamin proses daur ulang yang efisien.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) telah terbukti meningkatkan efisiensi berbagai sistem, termasuk sistem pengolahan limbah. IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time, pemantauan proses otomatis, dan pengendalian jarak jauh. Oleh karena itu, integrasi teknologi IoT ke dalam sistem pengolahan limbah plastik merupakan langkah strategis menuju pengelolaan sampah yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin penghancur sampah plastik berbasis IoT. Mesin ini dirancang untuk dapat mendeteksi bahan plastik, durasi proses, dan status operasional melalui sensor-sensor yang terhubung ke sistem berbasis mikrokontroler dan dapat dipantau melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Dengan adanya sistem ini, pengelolaan limbah di lingkungan kampus tidak hanya menjadi lebih efisien tetapi juga edukatif bagi mahasiswa dan masyarakat kampus dalam menerapkan teknologi untuk pengelolaan lingkungan.

Selain mendukung program kampus hijau (green campus), sistem ini juga dapat menjadi prototipe yang diterapkan di lingkungan sekolah, kantor, atau UMKM yang memiliki kebutuhan pengolahan limbah plastik secara mandiri.

2. Kajian Pustaka

Pengolahan limbah plastik telah menjadi

salah satu fokus utama dalam penelitian mekanik, otomasi, dan implementasi Internet of Things (IoT). Arifin et al. (2023) merancang mesin pencacah plastik tipe shredder untuk skala UMKM dengan pendekatan mekanik sederhana. Penelitian mereka menekankan efisiensi rancangan pisau, pemilihan motor penggerak, serta struktur rangka yang ekonomis namun tetap kuat untuk operasi kapasitas menengah. Hasilnya menunjukkan bahwa desain tersebut mampu mengolah plastik jenis HDPE dengan kapasitas hingga 10 kg/jam, sehingga cocok untuk pengolahan awal skala kecil.

Pengembangan teknologi otomasi untuk pengolahan plastik juga dieksplorasi oleh Chen et al. (2022) melalui penerapan IoT pada sistem peletisasi plastik. Penelitian ini mengintegrasikan ESP32 dan sensor suhu DS18B20 untuk mengendalikan dan memonitor suhu peletisasi secara real-time melalui platform cloud. Temuan utama menunjukkan bahwa integrasi IoT memungkinkan peningkatan akurasi kendali suhu serta mempermudah pemantauan jarak jauh, membuka peluang efisiensi dalam proses daur ulang berbasis otomatisasi.

Di sisi lain, inovasi pada sistem pengeringan plastik dilakukan oleh Genius Machinery (2024) melalui squeeze dryer industri yang diklaim dapat mengurangi kadar air plastik dengan efisiensi energi tinggi. Modifikasi tabung pengering dan pengaturan tekanan pemerasan menghasilkan peningkatan efisiensi pengeringan hingga 40% lebih cepat dibandingkan metode konvensional, sehingga relevan untuk lini produksi daur ulang yang memerlukan kapasitas besar dan stabilitas proses tinggi.

Kajian terkait konteks Indonesia dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2023) yang menganalisis kondisi timbunan sampah plastik di lingkungan institusi pendidikan. Studi ini menunjukkan bahwa mayoritas limbah plastik berasal dari kemasan sekali pakai. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya inisiatif pengolahan dan edukasi

internal pada kampus serta kebutuhan sistem pengolahan awal berbasis teknologi murah dan mudah dioperasikan.

Pada skala makro, *Plastics Europe (2024)* menelaah penerapan ekonomi sirkular untuk plastik di wilayah Eropa. Penelitian ini menekankan strategi reuse dan recycle berbasis kebijakan, inovasi teknologi, serta pengoptimalan penggunaan material lokal. Rekomendasi yang diberikan menekankan perlunya transformasi sistem daur ulang yang lebih adaptif, efisien energi, dan berbasis data global.

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan adanya kecenderungan kuat menuju otomatisasi, efisiensi energi, penggunaan IoT, dan pendekatan ekonomi sirkular dalam pengolahan limbah plastik. Celah penelitian (research gap) yang dapat diidentifikasi adalah kebutuhan integrasi antara sistem mekanik pengolahan plastik dengan teknologi kendali modern seperti PLC, SCADA, dan HMI, khususnya untuk skala edukasi dan pelatihan. Hal ini menjadi dasar penting bagi pengembangan sistem kendali mesin pengolah limbah plastik berbasis IoT (SCADA Android) yang diteliti dalam studi ini.

3. Metodologi Penelitian

Dalam kegiatan pelaksanaan penelitian ini memiliki beberapa tahapan yaitu meliputi, tahap perancangan, tahap pengerjaan dan tahap pemasangan yang digambarkan dalam flowchart kegiatan berikut:



Gambar 3.1. Flowchart pembuatan alat

3.1. Tahap Perancangan

Dalam tahap ini konsep rancangan sistem monitoring dibuat dan diidentifikasi

kebutuhan komponen yang dibutuhkan, setelah mengetahui semua kebutuhannya dibuatkan desain instalasinya dan desain sistem monitoringnya.

Tahap perancangan meliputi:

a. Perancangan Diagram Blok

Meliputi alur dari: Sensor → PLC → Database/Cloud → SCADA Web → Android.

b. Perancangan Ladder Diagram / PLC Logic

- Deteksi botol
- Kontrol aktuator pneumatik
- Kontrol motor pencacah
- Interlock dan alarm proteksi
- Output data status ke SCADA

c. Perancangan SCADA Web

- Dashboard real-time (status sensor dan motor)
- Alarm

d. Perancangan Aplikasi Android

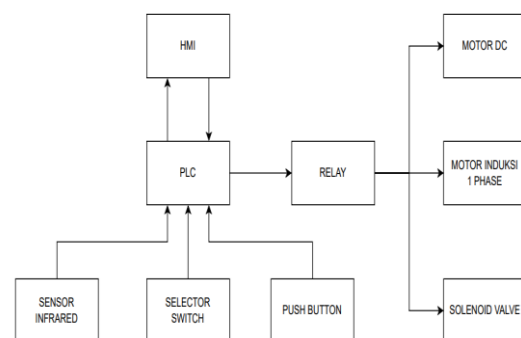
- Tampilan status mesin
- Alarm dan notifikasi

e. Perancangan Sinkronisasi Data Web–Android

- Pemilihan protokol komunikasi
- Mekanisme data real time

3.2. Pemilihan Komponen

Berikut adalah blok diagram sistem yang kita bangun,



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem

Berikut adalah penjelasan diagram blok sistem pada Gambar 3.2:

Komponen Input:

1. Selector Switch, berfungsi untuk memilih posisi untuk pengoperasian mode manual atau otomatis.
2. Push Button, berfungsi untuk mengaktifkan dan mematikan proses secara manual.

3. Sensor Infrared, berfungsi untuk mendeteksi keberadaan botol minuman berbahan plastik. Sensor infrared bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik dan akan mengirimkan sinyal ke PLC saat plastik terdeteksi pada area tertentu.

Komponen Kendali:

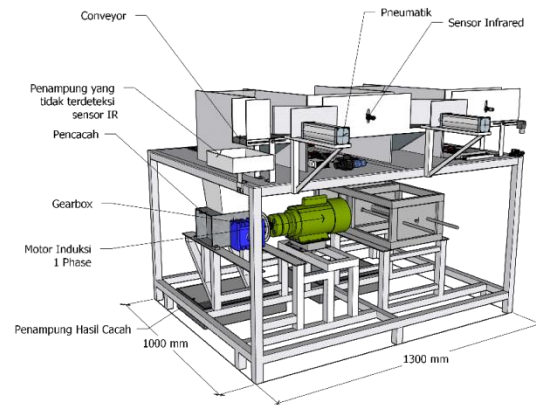
1. PLC, berfungsi sebagai kendali utama dari sistem. PLC menerima sinyal dari sensor infrared, memprosesnya sesuai program logika yang telah dibuat, dan mengeluarkan perintah untuk mengaktifkan aktuator melalui relay.
2. HMI, berfungsi memberikan antarmuka visual untuk memantau sistem secara real time dan mengontrolnya jika diperlukan. Data dari PLC ditampilkan di sini untuk pengawasan atau penyesuaian sistem.

Komponen Output:

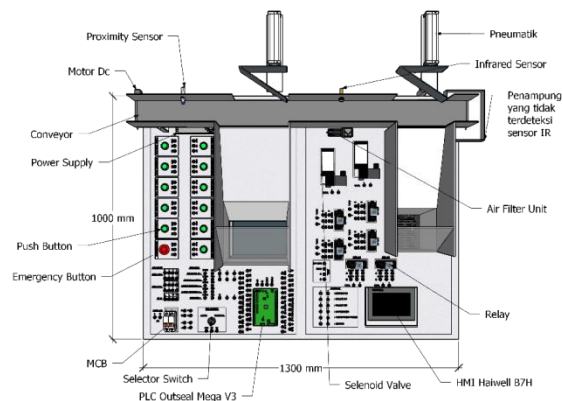
1. Relay, berfungsi sebagai saklar elektronik yang menerima sinyal dari PLC dan meneruskannya ke komponen output untuk menggerakkan aktuator (motor atau silinder) secara aman.
2. Silinder Pneumatik, berfungsi sebagai aktuator untuk mendorong botol minuman plastik setelah terdeteksi oleh sensor infrared menuju tempat pencacah.
3. Motor Induksi 1 Phase, berfungsi sebagai aktuator untuk menggerakkan mesin pencacah.
4. Motor DC, berfungsi sebagai aktuator untuk menggerakkan conveyor agar botol minuman plastik dapat berpindah dari satu stasiun ke stasiun berikutnya secara otomatis.

3.3. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan tahap penting dalam pengembangan trainer simulasi mesin pencacah botol plastik. Pada tahap ini, ditentukan rancangan fisik sistem, jenis dan spesifikasi komponen mekanik yang digunakan, serta tata letak keseluruhan perangkat agar sesuai dengan konsep kerja yang diinginkan. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kekuatan, kemudahan instalasi, dan keamanan dalam pengoperasian. Hasil dari tahap ini akan menjadi dasar pembuatan struktur fisik trainer yang mendukung sistem kontrol dan fungsi kerja alat secara menyeluruh.



Gambar 3.3. Meja Trainer Tampak Belakang



Gambar 3.4. Meja Trainer Tampak Atas Berdasarkan Gambar 3.3 dan 3.4 mengenai bagian dari trainer simulasi mesin pencacah botol plastik dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Conveyor digunakan untuk memindahkan botol.
2. Sensor infrared digunakan untuk mendeteksi botol.
3. Pneumatik digunakan untuk mendorong botol setelah terdeteksi oleh sensor.
4. Penampung akhir berfungsi untuk menampung objek yang tidak terdeteksi oleh sensor infrared.
5. Mesin pencacah digunakan untuk mencacah botol plastik.
6. Gearbox berfungsi untuk menurunkan kecepatan motor dengan ratio 1 : 100.
7. Motor induksi 1 phase berfungsi untuk menggerakkan mesin pencacah.
8. Penampung hasil cacah sebagai tempat hasil pencacahan botol plastik.

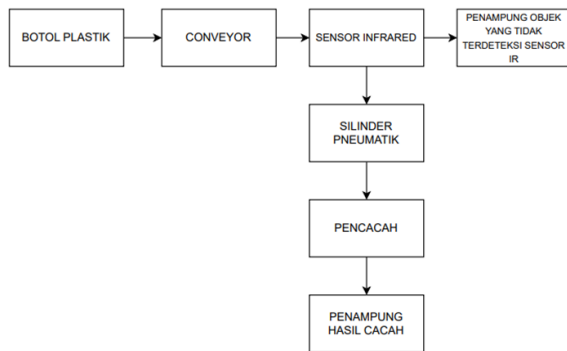
4. Perakitan

Pada tahap ini, dijelaskan mengenai komponen yang akan dipasangkan sistem monitoring IoT serta langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan rangkaian

sistem monitoring. Tahap ini meliputi beberapa bagian penting, yaitu perangkaian hardware, dan pengembangan software, pembuatan sistem monitoring berbasis hmi dan scada android.

4.1. Perakitan hardware

Berikut adalah gambar blok diagram komponen mesin pengolahan sampah



Gambar 4.1. Diagram Blok Sistem Mekanik Trainer

Berdasarkan Gambar 4.1. dapat dilihat diagram blok sistem mekanik trainer dan penjelasannya sebagai berikut:

- 1) Botol plastik yang digunakan adalah botol ukuran 220 ml dengan berat tanpa isi adalah 5 gram.
- 2) Conveyor berfungsi untuk menggerakkan botol minuman plastik dari posisi awal menuju titik-titik kerja selanjutnya.
- 3) Silinder pneumatik berfungsi mendorong botol minuman plastik ke area pencacah berdasarkan sinyal dari sensor infrared.
- 4) Penampung objek yang tidak terdeteksi oleh sensor infrared adalah penampung benda atau objek yang berukuran kecil kurang dari 3 cm seperti daun, tutup botol, dan kertas.
- 5) Pencacah merupakan proses lanjutan setelah botol minuman plastik terdorong oleh pneumatik. Proses ini aktif setelah penundaan waktu memastikan posisi botol minuman plastik tepat. Setelah selesai, botol minuman plastik jatuh ke tempat penampungan yang telah dicacah.

4.2. Pembuatan software aplikasi

Dalam pembuatan software terdiri dari pembuatan diagram ladder menggunakan

software Outseal Studio, membuat Tabel Input/Output dan membuat tampilan pada HMI Haiwell menggunakan software Haiwell Cloud Scada Designer.

1. Pembuatan program Diagram Ladder Outseal

Tabel I/O

A. Data Input

Berikut adalah tabel data input yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Input

Komponen	Fungsi
<i>Selector switch</i>	Sebagai saklar untuk memilih <i>auto</i> dan <i>manual</i>
<i>Push Button 1</i>	Menyalakan dan mematikan motor DC (<i>conveyor</i>)
<i>Push Button 2</i>	Menyalakan pneumatik 1
<i>Push Button 3</i>	Mematikan pneumatik 1
<i>Push Button 4</i>	Menyalakan pneumatik 2
<i>Push Button 5</i>	Mematikan pneumatik 2
<i>Push Button 6</i>	Menyalakan mesin press
<i>Push Button 7</i>	Mematikan mesin press
<i>Push Button 8</i>	Menyalakan motor servo
<i>Push Button 9</i>	Mematikan motor servo
<i>Push Button 10</i>	Menyalakan motor induksi 1 <i>phase</i>
Sensor Proximity Induktif	Mengirim sinyal untuk mengaktifkan pneumatik 1, mesin press, dan motor servo
Sensor <i>Infrared</i>	Mengirim sinyal untuk mengaktifkan pneumatik 2 dan mesin pencacah

B. Data Output

Berikut adalah tabel data output yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Output

Komponen	Fungsi
<i>Relay 1</i>	Untuk mengaktifkan <i>conveyor</i> agar botol dapat berpindah tempat
<i>Relay 2</i>	Untuk mengaktifkan dan mematikan pneumatik 1
<i>Relay 3</i>	Untuk mengaktifkan dan mematikan pneumatik 2
<i>Relay 4</i>	Untuk mengaktifkan dan mematikan motor induksi 1 <i>phase</i>
<i>Relay 5</i>	Untuk mengaktifkan mesin press push

Komponen	Fungsi
Relay 6	Untuk mengaktifkan mesin press pull

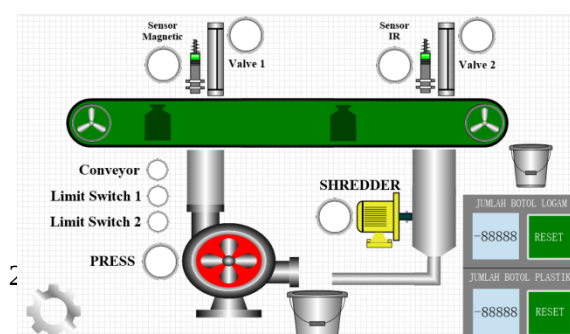
Ladder Diagram di susun berdasarkan deskripsi kerja sistem pengolah sampah

4.3. . Pembuatan program HMI

4.3.1. Perancangan Tampilan HMI Haiwell

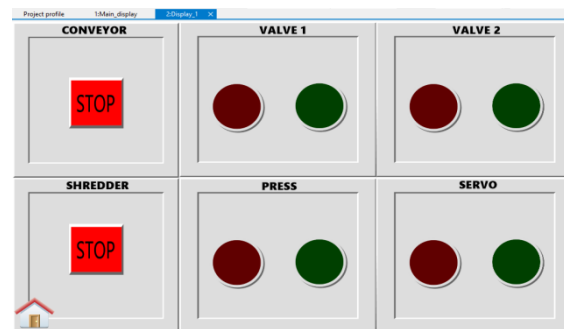
1. Buka Software Haiwell Cloud Scada Designer
2. Pilih create a new projects untuk membuat design baru
3. Pilih PLC yang akan dikomunikasikan dengan HMI
4. Klik pada bagian Serial (COM) kemudian pilih Outseal PLC. Selanjutnya setting communication port sesuai seperti gambar di atas.
5. Membuat display baru
6. Tambahkan komponen sesuai dengan gambar di bawah, dengan cara drag and drop. Pilih sesuai komponen yang digunakan.
7. Membuat alamat pada masing-masing komponen yang telah dibuat
8. Membuat alamat untuk komponen yang digunakan di HMI. Buat seperti gambar di bawah
9. Masukkan alamat yang sudah di buat sesuai dengan komponen yang digunakan
10. Lalu klik OK jika sudah selesai
11. Membuat Navigasi Button
klik Properties
12. Akan muncul
Picture operation button → jump to the spcify display → pilih screen yang akan dituju.

Berikut adalah tampilan HMI Haiwell untuk monitoring proses pencacah botol minuman plastik pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Tampilan Main Display Haiwell

Berikut adalah tampilan HMI Haiwell untuk proses manual pencacah botol minuman plastik pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Tampilan Haiwell Slide 1

Berikut adalah alamat haiwell sistem trainer pada Gambar 4.4

Variable name	Register type	Address format	Register address	Address length	Data type	The mode of reading and writing	Collect frequency
1 Sensor_Magnetic	Bit	128	13	1	Bool	Read and write	Normal
2 Sensor_IR	Bit	128	14	1	Bool	Read and write	Normal
3 Limit_Switch_2	Bit	128	15	1	Bool	Read and write	Normal
4 Limit_Switch_1	Bit	128	16	1	Bool	Read and write	Normal
5 Conveyor	Bit	128	1	1	Bool	Read only	Normal
6 Valve_1	Bit	128	2	1	Bool	Read only	Normal
7 Valve_2	Bit	128	3	1	Bool	Read only	Normal
8 Press_Push	Bit	128	4	1	Bool	Read only	Normal
9 Press_Full	Bit	128	5	1	Bool	Read only	Normal
10 Shredder	Bit	128	6	1	Bool	Read only	Normal
11 HMI_CONVEYOR	Bit	128	25	1	Bool	Read and write	Normal
12 HMI_VALVE_PUSH	Bit	128	26	1	Bool	Read and write	Normal
13 HMI_VALVE_PULL	Bit	128	27	1	Bool	Read and write	Normal
14 HMI_VALVE2_PUSH	Bit	128	28	1	Bool	Read and write	Normal
15 HMI_VALVE2_PULL	Bit	128	29	1	Bool	Read and write	Normal
16 HMI_SHREDDER	Bit	128	34	1	Bool	Read and write	Normal
17 HMI_PRESS_PUSH	Bit	128	30	1	Bool	Read and write	Normal
18 HMI_PRESS_PULL	Bit	128	31	1	Bool	Read and write	Normal
19 HMI_SERVO_OPEN	Bit	128	32	1	Bool	Read and write	Normal
20 HMI_SERVO_CLOSE	Bit	128	33	1	Bool	Read and write	Normal
25 reset_kaleng	Bit	128	23	1	Bool	Read and write	Normal
26 reset_plastik	Bit	128	24	1	Bool	Read and write	Normal
27 jml_kaleng	Int	100	1	1	Integer	Read and write	Normal
28 jml_plastik	Int	100	2	1	Integer	Read and write	Normal

Gambar 4.4. Alamat Haiwell Sistem Trainer

5. Pengujian Alat

5.1. Pengujian Hardware

Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi:

1. Sensor mendeteksi botol dengan akurasi tinggi.
2. Silinder pneumatik bergerak sesuai sinyal PLC.
3. Motor pencacah menyala dan berhenti sesuai perintah.
4. HMI menampilkan status sistem secara real time.
5. SCADA berjalan stabil tanpa delay signifikan.

Hasil pengujian menunjukkan sistem berfungsi optimal baik dalam mode manual maupun otomatis.

5.2. Pengujian software

Pengujian software dilakukan untuk memastikan apakah software dapat memberikan output sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pengujian software meliputi pengujian software Outseal Studio dan pengujian software Haiwell Cloud Scada Designer.

5.2.1. Pengujian software Outseal Studio

Setelah selesai mengirimkan program dari PC ke PLC maka dilakukan pengamatan dan pencocokan hasil kerja program, baik input maupun outputnya. Saat input pada rancang bangun kontak, maka didalam program outseal studio juga akan kontak. Saat output pada rancang bangun aktif, maka output pada program outseal studio juga akan aktif. Dari hasil tersebut menandakan bahwa program outseal studio telah sesuai dengan kerja yang diinginkan.

5.2.2. Pengujian software Haiwell Cloud Scada Designer

Haiwell berfungsi sebagai software yang memonitoring kerja kontrol mesin pencacah. Scada Haiwell memberikan tampilan secara real time dengan kerja mesin pencacah. Software akan menampilkan kondisi alat yang sedang bekerja ketika proses pencacah bekerja.

Berikut ini merupakan urutan menjalankan pengujian:

- Menghubungkan PLC dengan laptop kemudian membuka program outseal studio untuk mentransfer program yang telah dibuat.
- Buka program Haiwell Cloud Scada Designer kemudian buka file program yang telah dibuat sesuai cara kerja mesin pencacah. Masukkan alamat *input* maupun *output internal relay* ke *variable tag* pada Haiwell Cloud Scada Designer sesuai program pada outseal studio.



Gambar 5.1. Komunikasi Haiwell Cloud Scada Designer dengan HMI

- Kemudian menjalankan program sesuai dengan deskripsi kerja sistem trainer mesin pencacah pada tabel 5.3. untuk mengetahui apakah sesuai dengan tampilan HMI berikut:

Tabel 5.3. Pengujian Monitoring HMI

No.	Parameter Diuji	Metode Pengujian	Keterangan
1.	Motor DC (<i>Conveyor</i>)	Apakah indikator motor berputar sebagai penggerak <i>conveyor</i>	Indikator motor DC berputar sesuai saat motor DC bekerja
2.	Sensor <i>infrared</i>	Menempatkan posisi botol tepat didepan sensor untuk mengaktifkan sensor <i>infrared</i>	Lampu sebagai indikator pengganti sensor ketika bekerja
3.	Silinder pneumatik	Mengaktifkan silinder pneumatik	Lampu sebagai indikator pengganti silinder pneumatik ketika bekerja
4.	Motor induksi 1 <i>phase</i>	Mengaktifkan motor induksi 1 <i>phase</i> untuk menggerakkan mesin pencacah	Lampu sebagai indikator pengganti motor induksi 1 <i>phase</i> ketika bekerja
5.	<i>Monitoring</i> via device (Smartphone)	Mengkomunikasikan <i>push button</i> pada Haiwell Cloud	Tampilan kontrol sistem mesin pencacah pada aplikasi Haiwell Cloud (slide 2)

5.2.3. Pengujian monitoring dengan SCADA

Pengujian dilakukan dengan cara mode

manual pada trainer mesin pencacah. Pengujian dengan mode manual pada mesin pencacah untuk mengoperasikan *input push button* yang hasil *output* dapat termonitoring pada tampilan SCADA.

Tabel 5.4. Pengujian SCADA

No.	Komponen	Aksi	Keterangan
1.	<i>Push button</i> konveyor	Menyentuh <i>icon start</i> dan <i>stop</i> pada konveyor	Konveyor akan aktif ketika <i>icon start</i> ditekan dan konveyor akan mati ketika <i>icon stop</i> ditekan
2.	<i>Push button</i> pneumatik maju	Menyentuh <i>icon valve 1</i> maju berwarna hijau	Indikator pneumatik maju
3.	<i>Push button</i> pneumatik mundur	Menyentuh <i>icon valve 1</i> mundur berwarna merah	Indikator pneumatik mundur
4.	<i>Push button</i> pencacah	Menyentuh <i>icon shredder</i> untuk proses pencacahan	Indikator mesin pencacah aktif

6. Kesimpulan

Perancangan dan pembuatan Sistem Kendali Mesin Pengolahan Limbah Sampah Plastik Berbasis IoT berhasil direalisasikan dengan baik, di mana sistem mampu melakukan monitoring proses secara real time melalui antarmuka HMI. Penggunaan sensor infrared, silinder pneumatik, dan motor pencacah terbukti mendukung performa sistem dalam mendeteksi, memisahkan, dan mencacah limbah plastik secara efisien. Implementasi kendali otomatis berbasis IoT juga meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan kerja sekaligus meminimalkan kesalahan manusia sehingga proses pengolahan limbah menjadi lebih efektif dan berkelanjutan. Selain itu, integrasi sistem monitoring dan kendali berbasis HMI serta SCADA memberikan visibilitas yang lebih baik terhadap kondisi operasional, mempercepat pengambilan keputusan, serta memastikan seluruh proses berjalan secara optimal dan aman melalui pemantauan terpusat yang akurat dan responsif.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemberi dana penelitian ini, yaitu DIPA Politeknik Negeri Semarangskema Penelitian Terapan Kompetitif (PTK) tahun 2025, serta kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian ini, dan kepada Politeknik Negeri Semarang atas dukungan tempat yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana sesuai yang diharapkan

DAFTAR PUSTAKA

- M. Arifin, et al., “Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder Skala UMKM,” *Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 2, pp. 115–122, 2023.
- Y. Chen, J. Wang, and H. Liu, “Design of IoT-Based Temperature Control System for Plastic Recycling,” *International Journal of Smart Systems and Technology*, vol. 10, no. 3, pp. 55–63, 2022.
- Genius Machinery Co., Ltd., “Plastic Squeeze Dryer Innovation for Efficient Plastic Recycling,” 2024. [Online]. Available: <https://www.marknteladvisors.com/research-library/plastic-recycling-machine-market.html>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Laporan Profil Pengelolaan Sampah di Institusi Pendidikan,” KLHK, 2023.
- PlasticsEurope, “The Circular Economy for Plastics: Towards a Sustainable Plastics System in Europe,” 2024. [Online]. Available: <https://plasticseurope.org>
- A. Ramadhani and F. Kurniawan, “Penerapan Teknologi Tepat Guna pada Pengolahan Sampah Plastik Berbasis Komunitas,” *Jurnal Inovasi Teknik*, vol. 9, no. 1, pp. 88–97, 2021.
- H. B. Sutopo, *Internet of Things dan Aplikasinya dalam Otomasi Industri*, Surakarta: UNS Press, 2020.