



Perancangan Sistem Kontrol Menggunakan PLC Pada Mesin Sortir Logam dan Non Logam Dengan *Monitoring* Berbasis HMI

Muchammad Fa'iq¹, Ahmad Firdaus², Nur Burhani³, Taufik Hidayat⁴, Rahmat⁵
^{1,2,3,4}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sains Indonesia, 17530
⁵Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sains Indonesia, 17530

Correspondence Email: rahmat.r@lecturer.sains.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem sortir logam dan non logam menggunakan sensor proximity dan sistem pneumatik berbasis PLC Omron. Latar belakang penelitian ini adalah pentingnya sistem otomasi pada proses produksi dalam upaya meningkatkan efisiensi, akurasi, dan produktivitas industri. Salah satu proses yang memerlukan otomasi adalah penyortiran produk berdasarkan logam dan non logam, yang masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan dan menurunkan efektivitas kerja. Penelitian ini bertujuan merancang sistem kontrol mesin sortir produk berdasarkan jenis logam dan non logam menggunakan PLC yang terintegrasi dengan HMI sebagai media monitoring dan pengendalian. Tahapan penelitian meliputi pengembangan logika kontrol pada PLC, integrasi sensor sebagai pendeteksi jenis bahan, pengembangan antarmuka HMI. PLC digunakan sebagai pengendali utama dalam memproses sinyal masukan dari sensor dan mengendalikan aktuator sesuai algoritma yang telah dirancang, sedangkan HMI berfungsi untuk menampilkan kondisi sistem secara real-time, meliputi status sensor, proses penyortiran, jumlah produk. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu melakukan proses sortir secara otomatis sesuai dengan jenis logam dan non logam waktu respons sistem yang relatif cepat, serta komunikasi PLC-HMI yang berjalan secara stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang layak diterapkan sebagai solusi otomasi proses sortir produk dan berpotensi meningkatkan efisiensi operasional pada skala industri.

Kata Kunci:HMI, PLC, pneumatik, sensor proximity.

Abstract

This research aims to design and build a metal and non-metal sorting system using proximity sensors and pneumatic systems based on Omron PLC. The background of this research is the importance of automation systems in the production process in an effort to improve industrial efficiency, accuracy, and productivity. One of the processes that require automation is product sorting based on metal and non-metal, which is still done manually so that it has the potential to cause errors and reduce work effectiveness. This research aims to design a product sorting machine control system based on metal and non-metal types using PLC integrated with HMI as a monitoring and control medium. The research stages include the development of control logic on the PLC, sensor integration as a material type detector, HMI interface development. PLC is used as the main controller in processing input signals from sensors and controlling actuators according to the designed algorithm, while HMI functions to display system conditions in real-time, including sensor status, sorting process, product quantity. Based on the test results, the system is able to carry out the sorting process automatically according to the type of metal and non-metal, the system response time is relatively fast, and the PLC-HMI communication runs stably. The research results show that the designed system is feasible to be implemented as an automation solution for product sorting processes and has the potential to increase operational efficiency on an industrial scale.

Keywords: PLC, HMI, proximity sensor, pneumatik.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomasi industri pada era Industri 4.0 telah mendorong perusahaan manufaktur untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas proses produksi melalui penerapan sistem kontrol yang terintegrasi (Muhammad Ikhsan Lubis et al. 2025)(Rahmat et al. 2026). Salah satu proses yang memegang peranan penting dalam kegiatan produksi adalah proses penyortiran (sorting) produk (Ramadhan et al. 2025). Proses ini bertujuan untuk mengelompokkan produk berdasarkan karakteristik tertentu, seperti ukuran, warna, berat, maupun jenis bahan(Rahmat, Putra, and Sutomo 2025; Zhikeyev et al. 2024).

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam sistem otomasi industri karena mampu mengendalikan berbagai perangkat masukan dan keluaran secara real-time (Kumar and Singh 2023). Penerapan PLC pada mesin sortir memungkinkan proses identifikasi dan pemisahan produk dilakukan secara otomatis dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode manual (Maulan et al. 2025). Selain itu, penggunaan sensor sebagai perangkat pendeteksi karakteristik produk dapat meningkatkan ketepatan proses klasifikasi sesuai dengan jenis bahan yang telah ditentukan (Sahrudin and Rahmat 2025).

Seiring berkembangnya teknologi antarmuka manusia dan mesin (Human Machine Interface/HMI), sistem kontrol tidak hanya berfungsi sebagai pengendali proses, tetapi juga mampu memberikan fasilitas monitoring dan pengoperasian yang lebih mudah bagi operator. HMI memungkinkan pengguna memantau kondisi mesin, status sensor, jumlah produk yang telah disortir, serta kondisi aktuator secara visual dan real-time (Rahmat et al. 2026).

Dengan demikian, proses pengawasan menjadi lebih efektif.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi PLC dengan sensor dan HMI mampu meningkatkan efisiensi sistem otomasi pada berbagai aplikasi industri (Kimura 2023). Namun, implementasi sistem sortir berdasarkan jenis bahan yang dilengkapi dengan fitur monitoring berbasis HMI masih memerlukan pengembangan, khususnya dalam menghasilkan sistem yang sederhana, mudah dioperasikan, serta memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk kebutuhan praktikum maupun industri skala kecil dan menengah (Pratama et al. 2026).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kontrol mesin sortir produk berdasarkan jenis bahan menggunakan PLC yang terintegrasi dengan HMI sebagai media monitoring. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam pengembangan sistem otomasi industri yang lebih efektif, andal, dan sesuai dengan kebutuhan industri modern (Rahmat, Putra, and Hermawan 2025).

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi berbasis perangkat lunak dengan pendekatan eksperimental, yang bertujuan merancang dan menguji logika kontrol sistem sortir logam dan non-logam tanpa implementasi perangkat keras fisik. Seluruh proses perancangan dan pengujian dilakukan secara virtual menggunakan perangkat lunak Factory I/O sebagai platform simulasi terintegrasi untuk PLC dan sistem otomasi.

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap awal penelitian difokuskan pada identifikasi spesifikasi teknis sistem sortir yang akan disimulasikan. Analisis mencakup

penentuan komponen-komponen utama yang terlibat, meliputi:

- PLC Omron sebagai pengendali utama dengan tipe CP1E,
 - Sensor proximity untuk mendeteksi material logam,
 - Aktuator pneumatik (silinder kerja ganda dan solenoid valve) sebagai pemindah material,
 - Conveyor sebagai media pemindahan produk,
 - HMI sebagai antarmuka monitoring dan kendali.

Berdasarkan analisis, ditentukan pula logika operasional sistem, yaitu: material yang terdeteksi oleh sensor akan diklasifikasikan berdasarkan jenisnya, kemudian aktuator pneumatik akan menyortir material ke jalur yang telah ditentukan.

2. Perancangan Sistem pada Faktory I/O

Perancangan sistem dilakukan secara virtual menggunakan Faktory I/O, yang menyediakan lingkungan simulasi untuk memodelkan perangkat keras industri dan mengintegrasikannya dengan PLC virtual.

a. Pemodelan Perangkat Keras Virtual

Seluruh komponen fisik dimodelkan dalam Faktory I/O menggunakan modul-modul yang tersedia, meliputi:

- Modul Input Digital: Mewakili sinyal dari sensor proximity.
- Modul Output Digital: Mewakili sinyal kendali ke solenoid valve dan motor conveyor.
- Modul Virtual PLC: Dikonfigurasi sebagai PLC Omron CP1E untuk menjalankan logika kontrol yang telah dirancang.
- Virtual HMI: Dirancang sebagai antarmuka pengguna untuk monitoring dan kendali sistem secara real-time.

Setiap modul dikonfigurasi sesuai dengan alamat I/O yang ditentukan, dengan

mempertimbangkan korespondensi antara sinyal sensor, logika pemrosesan, dan aktuator yang akan digerakkan.

3. Perancangan Logika Kontrol PLC

Logika kontrol dirancang menggunakan bahasa pemrograman ladder diagram pada perangkat lunak pemrograman PLC CX-Programmer yang kompatibel dengan PLC Omron. Program disusun berdasarkan algoritma berikut:

- Deteksi Material: PLC membaca sinyal dari sensor proximity induktif.
- Klasifikasi Jenis Material:
 - Jika sensor proximity induktif aktif maka silinder pneumatik akan mendorong material.
 - Jika sensor proximity induktif tidak aktif maka silinder pneumatik tidak mendorong material → material diklasifikasikan sebagai non-logam.
- Eksekusi *Sorting*: Berdasarkan hasil klasifikasi, PLC mengirimkan sinyal output untuk mengaktifkan *solenoid valve* yang sesuai, yang kemudian menggerakkan silinder pneumatik untuk mendorong material ke jalur yang ditentukan (jalur logam).
- Penghitungan dan Monitoring: PLC juga menghitung jumlah material yang telah disortir berdasarkan jenisnya dan mengirimkan data tersebut ke HMI untuk ditampilkan.
- Program dilengkapi dengan logika *interlocking* untuk mencegah konflik aktuator dan logika *emergency stop* untuk menangani kondisi darurat.

4. Perancangan Antarmuka HMI

Antarmuka HMI dirancang menggunakan fitur CX Designer. Rancangan antarmuka mencakup:

- Panel Indikator: Menampilkan status setiap sensor secara real-time (aktif/tidak aktif),

- Proses Sortir: Menampilkan posisi material dan jalur yang dituju,
- Counter Produk: Menampilkan jumlah material logam dan non logam yang telah disortir,
- Tombol Kontrol: Menyediakan tombol Start, Stop, dan Emergency switch.

5. Simulasi dan Pengujian

Pengujian dilakukan secara bertahap dalam lingkungan simulasi Factory I/O untuk memvalidasi logika kontrol dan kinerja sistem secara keseluruhan. Prosedur pengujian meliputi:

a. Pengujian Fungsional (Unit Testing)

Setiap blok logika dalam program PLC diuji secara terpisah untuk memastikan fungsinya sesuai spesifikasi:

- Pengujian Sensor: Memberikan sinyal input virtual dari sensor induktif untuk menguji respon PLC dalam mengklasifikasikan material.
- Pengujian Aktuator: Memastikan bahwa setiap kondisi logika menghasilkan output yang tepat untuk menggerakkan solenoid valve sesuai jenis material.
- Pengujian HMI: Memverifikasi bahwa data yang ditampilkan di HMI sesuai dengan kondisi sistem yang disimulasikan.

b. Pengujian Kinerja

Parameter kinerja yang diukur selama simulasi meliputi:

- Akurasi Sortir: Persentase material yang berhasil diklasifikasikan dan disortir sesuai jenisnya dari total sampel yang diuji,
- Waktu Respon Sistem: Waktu yang dibutuhkan mulai dari sensor mendeteksi material hingga

aktuator pneumatik aktif (delay time),

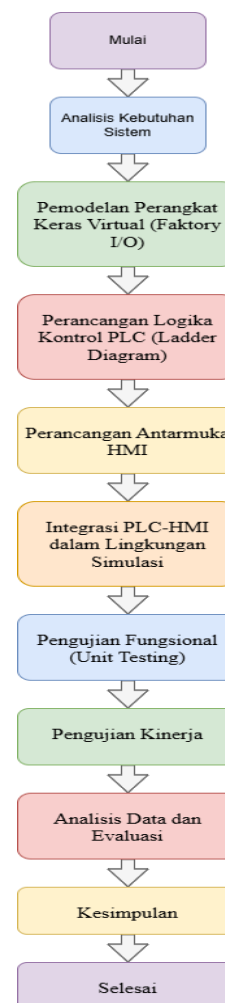
- Stabilitas Komunikasi PLC-HMI: Keandalan pembaruan data pada HMI selama simulasi berlangsung,

6. Analisis Data dan Evaluasi

Data yang diperoleh dari hasil simulasi dikumpulkan dan dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung akurasi sortir. Analisis kualitatif dilakukan dengan mengevaluasi kemudahan penggunaan HMI, kejelasan antarmuka, dan efektivitas logika kontrol dalam menangani berbagai kondisi operasional.

7. Diagram Alir Penelitian

Secara ringkas, alur metode penelitian disajikan dalam diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

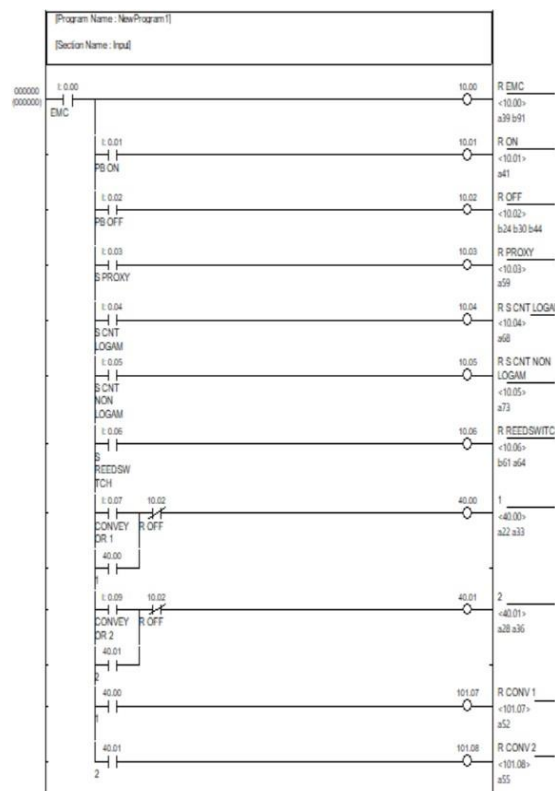
Sistem control mesin sortir logam dan logam berhasil di rancang menggunakan PLC Omron CP1E sebagai control utama dengan software CX-Programmer, HMI sebagai monitoring dan pengoprasian sistem, sensor proximity sebagai pendeteksi material logam, dan sistem pneumatic berupa silinder menggunakan solenoid valve. Seluruh komponen diintegrasikan dalam simulasi menggunakan software Factory I/O, sehingga mampu melihat proses mesin sortir secara otomatis.

Tabel 1. I/O list sistem kontrol pada PLC

Address	Kategori	Ket.
0.00	Input	Emergency Button
0.01	Input	Push Button On
0.02	Input	Push Button Off
0.03	Input	Sensor Proximity
0.04	Input	Sensor Counter Logam
0.05	Input	Sensor Counter Non Logam
0.06	Input	Sensor Reedswitch
0.07	Input	Push Button Conveyor 1 On
0.08	Input	Push Button Conveyor 2 On
100.00	Output	Conveyoer 1
100.01	Output	Solenoid Maju
100.02	Output	Solenoid Mundur
100.03	Output	Run Lamp
100.04	Output	Stop Lamp
100.05	Output	Conveyoer 2
100.06	Output	Emergency Lamp

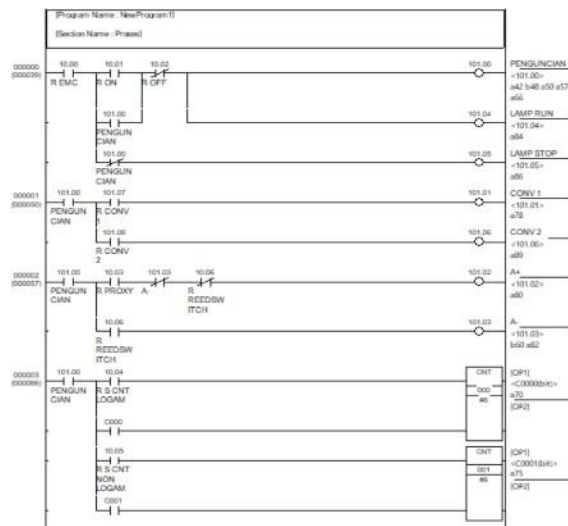
Tabel di atas merupakan struktur yang mencatat semua alamat input dan output yang terhubung ke komponen yang di gunakan untuk membuat *sistem control* mesin sortir logam dan

non logam. I/O list berfungsi untuk mempermudah pembuatan program dalam menyusun sistem control, menjadi panduan saat melakukan wiring kabel, menjadi acuan pada saat pemeriksaan jalur kabel jika terjadi troubleshooting di dalam program maupun di jalur kabel pada perangkat keras. Program di bagi menjadi 3 section yaitu input, proses, dan output



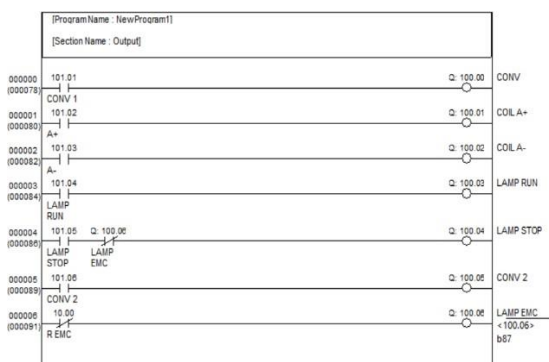
Gambar 2. Section Input

Section input adalah section yang di mencakup alamat yang terhubung pada komponen input seperti push button, dan sensor.



Gambar 3. Section Proses

Section proses adalah *section* yang digunakan untuk menghubungkan alamat input ke alamat output menggunakan internal relay dan intruksi pemrograman seperti *counter*. *Counter* berfungsi untuk menghitung jumlah barang logam dan logam menggunakan sensor, sedangkan internal relay berfungsi sebagai kontak bantu untuk mengendalikan banyak cabang intruksi sekaligus dalam program.

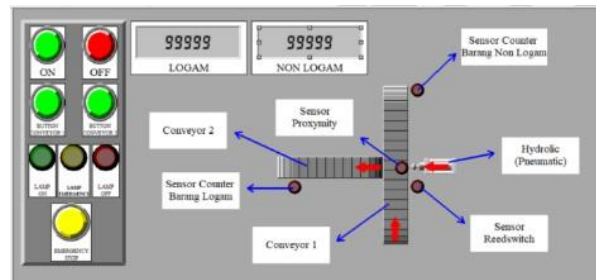


Gambar 4. Section Output

Section output adalah *section* yang berisi internal relay yang terhubung ke alamat output yang digunakan komponen *output* seperti *conveyor*, *solenoid valve*, dan *pilot lamp*.

Sistem kontrol ini dapat dioperasikan dan di pantau dari jarak jauh menggunakan HMI (Human Machine Interface). HMI ini berperan

sebagai panel visual bagi operator untuk memantau kondisi mesin secara langsung.



Gambar 5. Tampilan Layar HMI

Gambar di atas merupakan contoh tampilan pada layar HMI yang telah di buat dan berfungsi untuk memantau dan mengontrol pada mesin sortir logam dan non logam.

Sebelum di uji ke perangkat keras, kita dapat mengujinya terlebih dahulu menggunakan perangkat lunak yaitu *factory I/O* yang bertujuan untuk mengurangi resiko pada perangkat keras. Berikut adalah contoh proses bekerjanya mesin sortir logam dan non logam pada *factory I/O*.

Berikut adalah video simulasi mesin sortir logam dan non logam:

<https://drive.google.com/file/d/116zh7ubsV-EVSHsi21knjmAP4wuezwBp/view?usp=drivesdk>

Ket.:

- Plat Abu - Abu = Logam
- Plat Hijau = Non Logam

4. Simpulan

Jadi tujuan dari pembuatan sistem control pada mesin sortir logam dan non logam menggunakan PLC dengan monitoring berbasis HMI adalah untuk mempermudah pemantauan operasi dari mesin tersebut serta meningkatkan efisiensi dan keamanan kerja sehingga pekerjaan dapat berjalan secara otomatis dan cepat. Mesin sortir ini berfungsi untuk memisahkan antara material logam dengan material non logam menggunakan sensor proximity yang bisa mendeteksi material berbahan logam, sensor ini akan aktif ketika mendeteksi adanya material

logam yang lewat dan mengaktifkan solenoid valve sehingga sistem pneumatic berbentuk silinder akan aktif dan mendorong material tersebut ke arah conveyor 2, ketika silindder mendorong akan ada sensor reedswitch yang menempel pada silinder yang dimana jika sensor tersebut aktif, silinder akan kembali seperti semula. Di setiap ujung dari kedua conveyor tersebut akan ada sensor yang berfungsi untuk menghitung jumlah barang logam maupun non logam yang telah tersortir oleh mesin.

Daftar Pustaka

- Kimura, F. 2023. "Data Communication Reliability between Sensors and PLCs in Critical Automation Environments." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 19(6): 5128–37.
- Kumar, R, and P Singh. 2023. "PLC Interlock Failures and Safety in Automated Manufacturing." *Journal of Automation and Control Engineering* 9(2): 78–86.
- Maulan, Anggita Muhamad, Graha Laksyah Dwi Saputra, Rivaldi Bakti Syahputra, Sulthan Muhammad Rizky Hidayat, and Yudi Prastyo. 2025. "Pengaruh Sistem Otomasi Robotik Terhadap Proses Produksi Mencakup Efisiensi Biaya, Waktu, Dan Kualitas Produk Menggunakan Metode Analisis Data Statistik." *GLOBAL: Jurnal Lentera BITEP* 3(01): 8–16. doi:10.59422/global.v3i01.720.
- Muhammad Ikhsan Lubis, M.H., M.T. Lenny Herawati, S.T., Ak. Nelly Suryani, S.E., M.A.B., CSCMP. Yudha Witanto, S.T., M.T., MBB., M.Si. Noviana, S.T., and M.T. Rahmat, S.T. 2025. *OTOMASI INDUSTRI Teknologi Dan Implementasi*. 1st ed. ed. M.Sc. Ir. Setiyono, S.T., M.M., M.T. Malang: Duta Technology. <https://penerbitdutatechnology.com/book/56>.
- Pratama, Ivan, Riki Fajri Maulana, Muhammad Madjid Rubai, and Muhammad Abi Jaffar. 2026. "Analisis Penyebab Dan Upaya Pencegahan Under Honing Pada Komponen Hasil Proses Honing." *Ekselenta Jurnal* 2(1).
- Rahmat, Dean Anggara Putra, and Ade Hermawan. 2025. "Sustainable Urban Farming Rack Design Using Eco Friendly Materials with Variety Load." *JTEP Jurnal Keteknikaan Pertanian* 13(4): 576–94. doi:10.19028/jtep.013.4.576-594.
- Rahmat, R, Dean Anggara Putra, and Wahyu Sutomo. 2025. "SINTEK JURNAL : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Utilizing Environmentally Friendly Materials as Sustainable Urban Vertical Farming Racks with Maximum Load." *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 19(1): 1–10. doi:<https://doi.org/10.24853/sintek.19.2.194-206>.
- Rahmat, Yudha Witanto, Dimas Suryo Ajitomo, Budi Sunarto, Acim Maulana, and Pedro Da Silva. 2026. "A Systematic Approach to Reducing Compressor Downtime by 95 . 3 % Within Six Months Toward." *Engineering Science Letter* 5(2): 154–59. doi:10.56741/IISTR.esl.002151.
- Ramadhan, Wisnu, Yoga Rizky Alfianto, Hendri Dwi Priyanto, Muhammad Daffa Ardian, Muhammad Riko Appriansyah, and Rahmat Rahmat. 2025. "Optimalisasi Waktu Setup Mesin Grinding Pada Perusahaan Produksi Catalyst Converter Menggunakan Metode Single Minutes Exchange Of Dies (SMED)." *Ekselenta, Jurnal* 2(2): 1–7.
- Sahrudin, Udin, and Rahmat Rahmat. 2025. "Penerapan Photoelectric Sensor Untuk Mengurangi Loss Film Karena Salah Perhitungan." *Ekselenta Jurnal* 2(1): 1–7.
- Zhikeyev, Azamat, Tavbay Khankelov, Mavluda Irisbekova, Diloram Sabirova, and Nafisa Muxamedova. 2024. "Selection of an Optimal Set of Machines for Sorting and Crushing Municipal Solid Waste." *BIO Web of Conferences* 130. doi:10.1051/bioconf/202413003015.