

PENGARUH VARIASI KECEPATAN KONVEYOR TERHADAP WAKTU OPERASIONAL DAN PEMILAH LOGAM DAN NON LOGAM

Sandy Cahya Putra¹, Dr. Saripudin²

^{1,2}Teknik Otomasi Industri/Politeknik TEDC Bandung; Jl. Pesantren, Cibabat, Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat, 40513

Keywords:

automatic conveyor, DC motor speed, proximity sensor, metal sorting, PLC

Correspondent Email:

Sandycahyaputra@gmail.com

Abstrak. Permasalahan pengelolaan sampah anorganik, khususnya logam dan non-logam, semakin kompleks akibat meningkatnya konsumsi produk dalam kemasan, sementara sistem pemilahan yang ada masih dominan bersifat manual dan kurang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan konveyor terhadap waktu operasional dan akurasi pemilahan sampah logam dan non-logam. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan memanfaatkan sistem konveyor otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC) dan sensor proximity kapasitif sebagai pendeteksi material. Pengujian dilakukan dengan tiga variasi kecepatan motor konveyor (50 RPM, 70 RPM, dan 100 RPM), dan masing-masing diuji terhadap waktu tempuh serta jumlah logam yang berhasil dipilah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan menengah (70 RPM atau 0,0733 m/s) menghasilkan kinerja paling optimal, dengan waktu deteksi sensor yang memadai, akurasi pemilahan yang tinggi, dan efisiensi waktu operasional yang baik. Kecepatan tinggi memang mampu meningkatkan jumlah pemilahan per menit, namun berdampak negatif terhadap akurasi sensor. Sebaliknya, kecepatan rendah memberikan akurasi maksimal namun menurunkan produktivitas. Oleh karena itu, pengaturan kecepatan konveyor secara tepat menjadi faktor kunci dalam meningkatkan performa sistem pemilah otomatis secara berkelanjutan.



Copyright © JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. The problem of inorganic waste management, particularly in the separation of metal and non-metal materials, is becoming increasingly complex due to the rising consumption of packaged products, while most sorting systems still rely on manual and inefficient methods. This study aims to analyze the effect of conveyor speed variation on operational time and sorting accuracy for metal and non-metal waste. The research method used is an experimental approach utilizing an automated conveyor system controlled by a Programmable Logic Controller (PLC) and equipped with capacitive proximity sensors for material detection. Testing was conducted using three different conveyor motor speeds (50 RPM, 70 RPM, and 100 RPM), each evaluated in terms of travel time and the number of successfully sorted metal items. The results show that the medium speed (70 RPM or 0.0733 m/s) provided the most optimal performance, offering sufficient sensor response time, high sorting accuracy, and efficient operational timing. Although higher speeds increased the number of items processed per minute, they negatively affected sensor accuracy. In contrast, lower speeds improved accuracy but reduced overall productivity. Therefore, precise conveyor speed adjustment is a critical factor in enhancing the performance of automated sorting systems sustainably.

1. PENDAHULUAN

Dalam era industri modern, sistem konveyor merupakan komponen penting dalam proses

produksi dan distribusi material. Konveyor berfungsi untuk memindahkan material dari satu titik ke titik lain secara otomatis dan kontinu, sehingga mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional [4,13,14]. Salah satu faktor kunci dalam pengoperasian sistem konveyor adalah pengaturan kecepatannya. Kecepatan konveyor yang tepat berpengaruh langsung terhadap waktu operasional dan kualitas proses, khususnya dalam pemilahan material seperti sampah logam dan non-logam [8].

Sampah anorganik terdiri dari dua kategori utama, yaitu logam dan non-logam. Sampah logam meliputi besi, aluminium, dan kaleng yang memiliki nilai ekonomi karena dapat didaur ulang. Sementara itu, sampah non-logam mencakup plastik, kaca, karet, dan bahan sintetis lainnya yang sulit terurai secara alami dan memerlukan pengelolaan khusus [11,12]. Peningkatan konsumsi barang berbasis kemasan telah menyebabkan volume sampah yang terus meningkat, namun tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan yang memadai. Hal ini mengakibatkan penumpukan di tempat pembuangan akhir (TPA), pencemaran lingkungan, serta risiko terhadap kesehatan masyarakat. Saat ini, sebagian besar proses pemilahan sampah masih dilakukan secara manual, yang cenderung tidak efisien dan berisiko terhadap keselamatan kerja.

Penerapan teknologi pemilahan otomatis dengan bantuan sistem konveyor menjadi salah satu solusi potensial dalam menangani permasalahan tersebut. Berbagai jenis konveyor seperti belt conveyor, roller conveyor, screw conveyor, dan pneumatic conveyor telah digunakan dalam industri sesuai dengan karakteristik material yang ditangani [3, 9, 15]. Sistem ini memungkinkan proses pemindahan dan pemilahan sampah logam dan non-logam secara efisien. Namun demikian, keberhasilan pemilahan otomatis sangat bergantung pada pengaturan kecepatan konveyor. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan sensor kehilangan waktu deteksi yang cukup, sementara kecepatan yang terlalu rendah dapat memperlambat proses dan menurunkan produktivitas [1,2,6].

Penelitian sebelumnya oleh Riza Alfita dan rekan-rekan (2021) telah mengembangkan sistem pemilah sampah organik dan anorganik menggunakan sensor proximity kapasitif dan

mikrokontroler ATmega16. Sistem tersebut telah mampu melakukan pemilahan secara otomatis berdasarkan jenis material. Namun, penelitian tersebut belum mengkaji secara mendalam pengaruh variasi kecepatan konveyor terhadap efektivitas dan waktu operasional dalam proses pemilahan logam dan non-logam [11]. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian terkait optimalisasi kecepatan konveyor untuk meningkatkan kinerja sistem pemilah.

Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) sebagai unit kendali utama. PLC dipilih karena lebih andal dalam menangani sistem kontrol industri yang kompleks dan fleksibel dibandingkan mikrokontroler konvensional. Fokus utama penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi kecepatan konveyor terhadap waktu operasional dan akurasi pemilahan sampah anorganik. Tujuan akhirnya adalah menentukan rentang kecepatan optimal yang dapat meningkatkan efisiensi sistem pemilah serta mendukung pengembangan teknologi pengelolaan sampah yang lebih modern, efisien, dan ramah lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah Anorganik: Logam dan Non-Logam

Sampah anorganik adalah limbah yang berasal dari bahan non-hayati dan tidak mudah terurai secara alami. Berdasarkan komposisinya, sampah ini dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu logam dan non-logam. Sampah logam seperti besi, baja, dan aluminium umumnya berasal dari kemasan makanan atau minuman, serta barang-barang elektronik dan otomotif. Limbah jenis ini bernilai ekonomis karena dapat dilebur dan digunakan kembali dalam proses industri [11].

Sementara itu, sampah non-logam seperti plastik, kaca, karet, dan bahan sintetis lainnya memiliki karakteristik yang lebih kompleks. Plastik, misalnya, terdiri dari berbagai jenis polimer yang harus dipisahkan berdasarkan kode resin sebelum didaur ulang. Kaca dan karet pun memerlukan proses pengolahan tersendiri agar tidak mencemari lingkungan. Oleh karena itu, proses pemilahan awal berdasarkan logam dan non-logam sangat

penting untuk mendukung daur ulang yang efisien dan ramah lingkungan [12].

2.2 Sistem Konveyor

Konveyor adalah sistem mekanis yang digunakan untuk memindahkan material secara otomatis dan kontinu dari satu lokasi ke lokasi lain. Dalam konteks industri modern, konveyor digunakan untuk mengurangi beban kerja manual, meningkatkan kecepatan proses produksi, serta menjaga konsistensi aliran material [4][13]. Salah satu jenis konveyor yang paling umum digunakan adalah *belt conveyor*, karena kemampuannya dalam mengangkut berbagai jenis material, baik ringan maupun berat, dengan efisien dan stabil.

Kecepatan konveyor menjadi aspek penting dalam perancangan sistem otomatisasi karena berkaitan langsung dengan kecepatan produksi dan akurasi proses lanjutan seperti pemindaian dan pemilahan. Pengaturan kecepatan yang tepat akan memastikan bahwa sistem sensor dan aktuator bekerja secara sinkron dengan perpindahan objek, sehingga dapat menghindari kesalahan identifikasi atau keterlambatan aktuasi [1][3].

2.3 Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tanpa menyentuhnya secara langsung. Sensor ini bekerja dengan cara mengidentifikasi perubahan medan listrik atau magnetik di sekitarnya. Dua jenis sensor proximity yang umum digunakan adalah sensor induktif, yang khusus mendeteksi logam, dan sensor kapasitif, yang dapat mendeteksi baik logam maupun non-logam [8, 15].

Dalam sistem pemilah sampah, sensor proximity digunakan untuk mengidentifikasi jenis material pada objek yang bergerak di atas konveyor. Informasi dari sensor ini kemudian digunakan oleh sistem kontrol untuk mengaktifkan aktuator pemilah. Kecepatan respons dan akurasi sensor menjadi faktor krusial agar sistem dapat bekerja secara otomatis dengan tingkat kesalahan yang minimal.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif untuk mengkaji

pengaruh variasi kecepatan konveyor terhadap efisiensi waktu operasional serta tingkat keberhasilan pemilahan material logam dan non-logam. Pengujian dilakukan dengan memodifikasi kecepatan konveyor pada beberapa level tertentu dan mengamati kinerja sistem dalam melakukan pemilahan otomatis berbasis sensor. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan kecepatan konveyor yang paling optimal, yaitu yang mampu meminimalkan waktu operasional tanpa mengurangi akurasi pemilahan material.

Rancangan eksperimen dilakukan secara sistematis dengan menggunakan sensor logam (induktif) untuk mendeteksi keberadaan material logam, sedangkan material non-logam akan dilewatkan tanpa deteksi. Sistem ini dilengkapi aktuator yang mengarahkan material ke jalur pemilah sesuai jenisnya. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kecepatan konveyor (dalam satuan m/s), sedangkan variabel terikat meliputi waktu operasional (dalam satuan detik) dan persentase keberhasilan pemilahan. Adapun faktor-faktor kontrol dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Faktor dan Variasi Kontrol

No	Faktor	Variasi		
		1	2	3
1	Kecepatan (Rpm)	50 m/s	70 m/s	100 m/s

3.1.1 Alat dan Bahan

Dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini, digunakan berbagai macam peralatan yang memiliki peran penting dalam proses pengambilan data dan pengujian sistem. Pemilihan alat-alat tersebut disesuaikan dengan kebutuhan teknis dan karakteristik sistem yang diuji agar hasil yang diperoleh dapat lebih akurat dan relevan. Berikut ini adalah daftar alat yang digunakan selama proses penelitian:

Tabel 2 Alat Penelitian

No	Alat Penelitian	Banyak
1	Motor Power Window 12 V	1
2	PLC CP1H-X40DR-A	1
3	Modul PWM	1
4	Proximity kapasitif	1

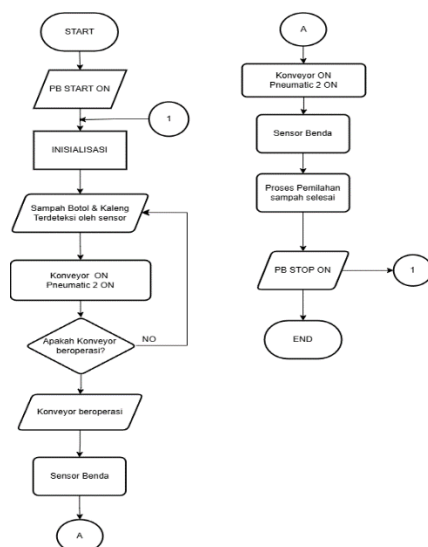
Selain alat, penelitian ini juga melibatkan sejumlah bahan pengujian yang berperan penting dalam mensimulasikan kondisi kerja sistem secara nyata. Bahan-bahan ini dipilih berdasarkan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian, khususnya dalam menguji kemampuan sistem konveyor dalam memilah material logam dan non-logam. Berikut ini adalah beberapa bahan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 3 Bahan Pengujian

No	Bahan Penelitian	Banyak
1	Botol	5
2	Kaleng	5

3.1.2 Alur Kerja Sistem

Flowchart berikut menggambarkan alur kerja sistem konveyor dan pemilah sampah yang dikendalikan oleh PLC.



Gambar 2 Flowchart Cara Kerja Sistem

Proses pemilahan sampah dimulai saat tombol *Push Button start* ditekan, yang kemudian menginisialisasi seluruh sistem. Setelah sistem aktif dan siap beroperasi, sensor akan mendeteksi keberadaan sampah botol dan kaleng. Jika sampah terdeteksi, maka konveyor dan aktuator pneumatik kedua akan diaktifkan untuk memindahkan sampah ke area pemilahan. Selanjutnya, sistem akan memverifikasi apakah konveyor telah berjalan jika belum, proses akan diulang hingga konveyor beroperasi. Saat konveyor bergerak, sensor akan membaca jenis material yang melintas di atasnya. Selama proses ini, konveyor dan aktuator pneumatik

tetap aktif hingga pemilahan selesai dilakukan. Setelah semua proses selesai, operator dapat menekan tombol *PB stop* untuk menghentikan sistem secara keseluruhan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimen langsung terhadap sistem pengepres otomatis yang dilengkapi dengan konveyor dan sensor pemilah logam dan non-logam. Tujuan dari proses ini adalah untuk memperoleh data kuantitatif terkait pengaruh variasi kecepatan konveyor terhadap waktu operasional sistem serta akurasi pemilahan material.

Data dikumpulkan dengan melakukan pengujian berulang menggunakan spesimen berupa sampah botol plastik dan kaleng aluminium. Seluruh tahapan pengujian dilakukan secara sistematis guna menjamin validitas data yang diperoleh. Variabel yang diamati meliputi kecepatan konveyor, durasi proses operasional, serta tingkat keberhasilan sistem dalam memilah material logam dan non-logam.

Adapun langkah-langkah pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan sistem konveyor yang telah dirancang dan diuji coba.
- Menyambungkan alat ke sumber listrik dan memastikan sistem dalam kondisi siap operasi.
- Menekan tombol *Start* untuk menjalankan sistem.
- Mengatur variasi kecepatan konveyor menggunakan kontrol PWM sesuai skenario pengujian.
- Mengamati proses pemilahan sampah saat sistem berjalan.
- Menghitung kecepatan aktual konveyor dengan mengukur waktu tempuh sampah pada lintasan tertentu.
- Mencatat waktu operasional dan mencatat hasil pemilahan (jumlah material logam dan non-logam yang berhasil teridentifikasi).
- Memasukkan seluruh hasil ke dalam tabel pengamatan sebagai data primer untuk analisis lebih lanjut.

Data yang diperoleh dari proses ini akan dianalisis untuk menentukan pengaruh signifikan antara kecepatan konveyor dan

efisiensi kerja sistem, baik dari sisi waktu operasional maupun ketepatan pemilahan.

3.2.1 Teknik Analisis Data

Pengujian dilakukan dengan tiga variasi kecepatan motor power window pada 50, 70, dan 100 RPM seperti yang tertera pada Tabel 1. Namun, untuk menentukan kecepatan linear sabuk konveyor yang tepat, diperlukan perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$v = \frac{\pi \times D \times RPM}{60} \dots (1)$$

Keterangan rumus:

v = kecepatan sabuk konveyor dalam satuan meter per detik (m/s)

π = 3,1416 (konstanta)

D = diameter pulley penggerak dalam satuan meter (m)

RPM = putaran pulley per menit (revolutions per minute)

Rumus ini digunakan untuk menghitung kecepatan linear sabuk konveyor berdasarkan kecepatan putar motor (RPM) dan diameter pulley penggerak. Diameter pulley merupakan ukuran melintang dari satu sisi ke sisi lainnya yang berfungsi sebagai roda penggerak sabuk konveyor. Selain itu, kecepatan konveyor juga berpengaruh terhadap waktu operasional, yang dapat dihitung menggunakan rumus tertentu sesuai dengan hubungan antara jarak dan kecepatan [1].

$$t = \frac{s}{v} \dots (2)$$

Keterangan rumus :

t = waktu tempuh (s)

s = Panjang konveyor (m)

v = kecepatan linear sabuk konveyor (m/s)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Masalah

Dalam sistem pengolahan sampah, khususnya yang melibatkan proses pemilahan material logam dan non-logam, kecepatan konveyor menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi efisiensi kerja alat. Permasalahan yang sering ditemukan di lapangan adalah ketidakseimbangan antara kecepatan konveyor dan kemampuan sensor dalam mendeteksi serta memilah material secara akurat. Jika konveyor

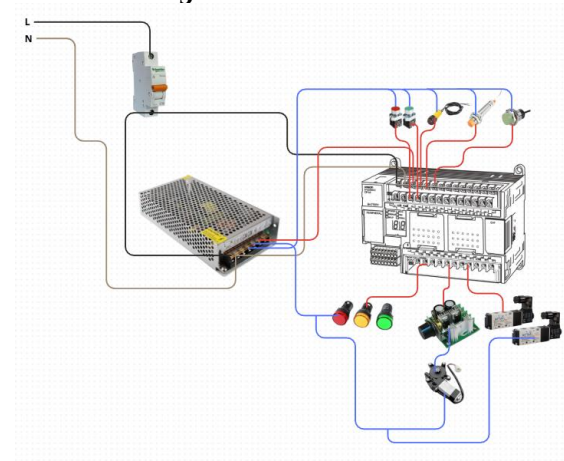
bergerak terlalu cepat, sensor mungkin tidak mampu mengenali material dengan baik, sehingga tingkat keberhasilan pemilahan menjadi rendah. Sebaliknya, jika terlalu lambat, proses pemilahan menjadi tidak efisien secara waktu dan energi.

Selain itu, waktu operasional alat juga menjadi aspek krusial dalam sistem otomatis berbasis sensor. Kecepatan konveyor yang tidak sesuai dapat memperpanjang atau bahkan mengganggu keseluruhan alur kerja sistem, yang berdampak langsung pada efektivitas proses daur ulang atau pengepresan.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi seberapa besar pengaruh variasi kecepatan konveyor terhadap waktu operasional sistem dan tingkat keberhasilan proses pemilahan logam dan non-logam secara otomatis.

4.2 Perancangan

4.2.1 Wiring Hardware



Gambar 2 Skematik pengkabelan

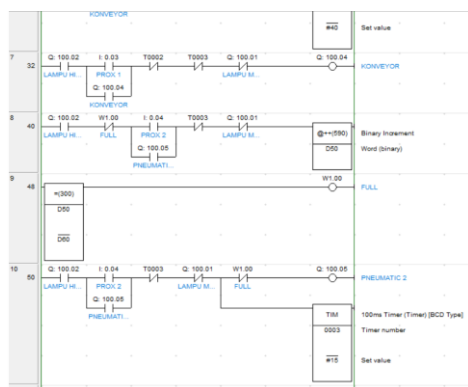
Gambar di atas menunjukkan wiring diagram sistem pemilah sampah otomatis berbasis PLC Omron CP1H-X40DR-A yang berperan dalam mengatur proses pemilahan material logam dan non-logam berdasarkan deteksi sensor dan pengaturan kecepatan konveyor. Sistem ini menggunakan tegangan utama 220V AC yang terlebih dahulu diamankan oleh MCB (Miniature Circuit Breaker), lalu diturunkan menjadi 24VDC oleh switching power supply (SMPS) untuk menyuplai kebutuhan tegangan komponen kontrol seperti PLC, sensor, dan lampu indikator.

Komponen input yang terhubung ke terminal input PLC mencakup sensor infrared, sensor proximity induktif untuk deteksi logam, sensor proximity kapasitif untuk mendeteksi material non-logam, serta tombol-tombol kontrol (start, stop, dan emergency stop) yang bekerja pada tegangan 24VDC. Sinyal dari sensor ini menjadi dasar logika pemilahan material saat objek bergerak di atas konveyor.

Untuk komponen output, sistem ini mengandalkan tiga lampu indikator (merah, kuning, hijau) untuk menunjukkan status operasi, dua solenoid valve yang berfungsi mengarahkan hasil deteksi ke jalur pemilahan yang sesuai, dan satu motor penggerak konveyor. Kecepatan motor konveyor diatur melalui sistem PWM, dan variasi kecepatannya menjadi objek utama dalam penelitian ini, karena berdampak langsung terhadap durasi proses dan ketepatan deteksi material oleh sensor.

4.2.2 Pemrograman Ladder CX-Programmer

Rangkaian ladder disusun untuk membaca input dari berbagai sensor, seperti sensor infrared, proximity induktif, proximity kapasitif, serta dua push button dan emergency stop. Semua sinyal ini diproses oleh PLC, yang kemudian mengontrol lampu indikator, solenoid valve, dan motor penggerak sebagai output sistem.



Gambar 3 Ladder Diagram

Pada Gambar 3 Ladder Diagram, ditunjukkan bahwa logika kerja sistem berjalan secara berurutan. Setelah sensor proximity kapasitif mendeteksi keberadaan sampah, maka konveyor akan aktif untuk memindahkan sampah tersebut. Ketika sensor proximity induktif mendeteksi adanya sampah logam,

maka sistem akan memerintahkan aktuator pneumatik untuk memilah sampah logam tersebut secara otomatis.

4.2.3 Hasil Perancangan Alat

Pada tahap ini, alat yang sebelumnya telah dirancang secara konseptual dan divisualisasikan dalam bentuk desain, telah berhasil direalisasikan menjadi sebuah alat fungsional yang utuh.



Gambar 4 Alat Yang Telah Jadi

Proses perancangan ini mencakup integrasi menyeluruh antara komponen mekanik, elektronik, dan kontrol, sehingga menghasilkan sistem pengepres sampah berbasis pneumatik yang dapat bekerja secara otomatis. Setiap bagian dari sistem mulai dari struktur rangka, instalasi sensor, perakitan aktuator, hingga pemrograman PLC telah disusun dan diimplementasikan secara sistematis agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil akhir dari perancangan ini adalah sebuah prototipe alat pengepres sampah yang siap diuji secara langsung untuk melihat performa dan efektivitasnya dalam mengurangi volume sampah botol plastik maupun kaleng aluminium. Tahap ini merupakan bagian penting dari proses rekayasa karena berfungsi sebagai penghubung antara rancangan teoretis dengan implementasi praktis di lapangan.

4.3 Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan 2 jenis bahan penelitian seperti pada tabel 3. Dan untuk variasi kontrol nya terdapat pada tabel 2.

4.3.1 Pengujian Kecepatan Pada Konveyor

Setelah melakukan pengujian pada variasi kontrol kecepatan motor power window melalui pengaturan PWM, diperoleh bahwa perubahan RPM secara langsung memengaruhi kecepatan linear sabuk konveyor, waktu tempuh material, serta jumlah kaleng yang berhasil terpilah dalam satuan waktu tertentu. Berikut merupakan hasilnya :

Tabel 4 Hasil Pengujian Kecepatan

No	Variasi Kecepatan Konveyor	Kecepatan perputaran Konveyor belt	Waktu Tempuh
1	50 RPM	0,0524 m/s	14,31 s
2	70 RPM	0,0733 m/s	10,23 s
3	100 RPM	0,104 m/s	7,16 s

Variasi kecepatan motor power window pada RPM 100, 70, dan 50 menghasilkan kecepatan linear sabuk konveyor masing-masing sebesar $\pm 0,1047$ m/s, $0,0733$ m/s, dan $0,0524$ m/s. Hasil ini berpengaruh langsung terhadap waktu tempuh satu kaleng sepanjang konveyor 75 cm, yaitu masing-masing selama $\pm 7,16$ detik (100 RPM), $10,23$ detik (70 RPM), dan $14,31$ detik (50 RPM).

Tabel 5 Pengaruh Waktu Tempuh terhadap Efektivitas Pemilahan Logam

No	Variasi Kecepatan Konveyor	Waktu Tempuh	Jumlah Logam Yang Terpilah
1	50 RPM	14,31 s	4
2	70 RPM	10,23 s	6
3	100 RPM	7,16 s	8

Kecepatan menengah pada 70 RPM memberikan kinerja paling optimal dalam sistem pemilahan sampah logam dan non-logam. Pada kecepatan ini, sabuk konveyor memiliki waktu tempuh sekitar $\pm 10,23$ detik, yang cukup ideal untuk menjaga keseimbangan material di atas sabuk serta memberikan waktu yang memadai bagi sensor proximity untuk mendeteksi objek secara akurat. Selain itu, aktuator pneumatik memiliki waktu respons yang cukup tanpa terburu-buru, sehingga proses sortir dapat berlangsung dengan presisi dan minim kesalahan. Pada kondisi ini, sistem mampu memilah hingga 6 kaleng per menit, dengan tingkat akurasi yang tetap terjaga.

Sementara itu, kecepatan yang lebih rendah seperti 50 RPM memang memberikan stabilitas yang sangat baik dan deteksi sensor yang optimal, tetapi membatasi output sistem karena hanya mampu memilah sekitar 4 kaleng per menit. Sebaliknya, kecepatan tinggi 100 RPM memungkinkan pemilahan hingga 8 kaleng per menit, namun berisiko menurunkan akurasi karena waktu deteksi yang sangat singkat, serta meningkatkan potensi kesalahan sortir, tumpukan material, dan kemacetan.

Dengan demikian, 70 RPM dipilih sebagai titik kerja yang paling seimbang, karena mampu menghasilkan jumlah pemilahan yang cukup tinggi dengan tetap mempertahankan stabilitas material dan keakuratan sistem deteksi serta aktuasi.

4.3.2 Pengujian Sensitivitas Sensor proximity

Pengujian sensitivitas sensor proximity dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana sensor mampu membedakan material logam dan non-logam secara akurat, terutama saat objek bergerak di atas sabuk konveyor dengan kecepatan bervariasi. Berikut merupakan hasil dari pengujiannya:

Tabel 6 Hasil Pengujian Sensor Proximity

No	Bahan Sampah	Sensitivitas Sensor
1	Kaleng Larutan	Terdeteksi
2	Kaleng coca – cola	Terdeteksi
3	Botol Vit	Tidak terdeteksi
4	Kaleng Cap panda	Terdeteksi
5	Botol cleo	Tidak Terdeteksi
6	Botol Sanqua	Tidak Terdeteksi

Namun, hasil ini didapatkan jika kecepatannya berada pada 70 RPM, karena pada kecepatan ini sabuk konveyor bergerak dengan kecepatan relatif lambat (sekitar $0,0524$ m/s), sehingga objek memiliki waktu cukup lama berada di depan sensor proximity. Hal ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi objek logam dengan lebih akurat tanpa gangguan dari getaran atau pergeseran posisi material. Deteksi berlangsung stabil karena sistem pneumatik juga memiliki waktu yang cukup untuk merespons sinyal sensor sebelum objek melewati zona pemilahan.

Sebaliknya, pada kecepatan konveyor yang lebih tinggi seperti 70 RPM atau 100 RPM, waktu paparan objek di depan sensor menjadi jauh lebih singkat. Akibatnya, sensitivitas sensor proximity menurun karena sinyal pantulan dari permukaan logam tidak cukup kuat atau tidak tertangkap tepat waktu, terutama jika material bergerak cepat atau posisinya tidak presisi. Beberapa percobaan menunjukkan bahwa pada kecepatan tinggi, terjadi keterlambatan respons atau bahkan kegagalan deteksi, terutama pada material logam berukuran kecil atau memiliki permukaan yang kusam.

4.4 Analisis Sistem

Berdasarkan hasil pengujian terhadap variasi kecepatan konveyor dan sensitivitas sensor proximity, dapat disimpulkan bahwa integrasi antara komponen mekanik, elektronik, dan kontrol dalam sistem ini bekerja secara efektif dalam menjalankan proses pemilahan otomatis sampah logam dan non-logam. Pengaruh kecepatan motor terhadap performa sistem sangat signifikan, di mana kecepatan linear sabuk konveyor memengaruhi waktu tempuh material, akurasi deteksi sensor, dan kecepatan respons aktuator pneumatik.

Pada kecepatan rendah (50 RPM atau 0,0524 m/s), sistem menunjukkan tingkat akurasi deteksi dan pemilahan yang tinggi, meskipun jumlah pemilahan per menit lebih sedikit (sekitar 4 kaleng). Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan lambat memberikan waktu cukup bagi sensor untuk mendeteksi dengan akurat dan bagi aktuator untuk merespon dengan stabil. Sebaliknya, pada kecepatan tinggi (100 RPM atau 0,104 m/s), jumlah pemilahan meningkat menjadi 8 kaleng per menit, tetapi akurasi deteksi mulai menurun karena waktu paparan objek di depan sensor menjadi sangat singkat.

Dari sisi sensor proximity kapasitif, pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi objek logam seperti kaleng secara akurat pada kecepatan rendah, namun gagal mendeteksi material non-logam seperti botol plastik, yang memang berada di luar cakupan sensitivitas sensor jenis ini. Hal ini menandakan bahwa sistem masih memiliki keterbatasan dalam memilah material non-logam secara otomatis dan membutuhkan integrasi sensor tambahan jika ingin memperluas fungsi sortir.

Secara keseluruhan, sistem bekerja optimal pada kecepatan menengah (70 RPM atau 0,0733 m/s), di mana waktu tempuh masih cukup untuk deteksi sensor, dengan hasil pemilahan mencapai 6 kaleng per menit. Kecepatan ini menjadi titik kompromi antara efisiensi waktu dan akurasi deteksi.

Selain aspek teknis, sistem ini juga terbukti dapat menekan kebutuhan tenaga kerja manual, mempercepat proses kerja, dan meningkatkan akurasi pemilahan logam. Kendati demikian, terdapat potensi peningkatan performa lebih lanjut, seperti penambahan HMI untuk kontrol interaktif, pengaturan tekanan aktuator yang lebih presisi, serta penerapan sensor yang lebih kompleks untuk deteksi multi-material.

5. KESIMPULAN

Berikut ini merupakan beberapa kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan:

- a. Variasi kecepatan konveyor berpengaruh signifikan terhadap performa sistem pemilah, baik dari sisi waktu operasional maupun akurasi proses pemilahan logam dan non-logam.
- b. Pada kecepatan rendah (50 RPM, 0,0524 m/s), sistem menunjukkan akurasi deteksi sensor yang tinggi dan respons pneumatik yang stabil, dengan waktu tempuh $\pm 14,31$ detik dan kemampuan memilah sekitar 4 kaleng per menit.
- c. Kecepatan menengah (70 RPM, 0,0733 m/s) memberikan hasil optimal antara efisiensi waktu dan akurasi, dengan waktu tempuh $\pm 10,23$ detik dan kemampuan memilah sekitar 6 kaleng per menit.
- d. Kecepatan tinggi (100 RPM, 0,1047 m/s) memungkinkan peningkatan output hingga 8 kaleng per menit, tetapi berisiko menurunkan akurasi deteksi dan respons aktuator akibat waktu deteksi yang lebih singkat.
- e. Sensor proximity kapasitif bekerja efektif untuk mendeteksi material logam, namun tidak mampu mengenali non-logam, sehingga untuk sistem yang

lebih kompleks, dibutuhkan integrasi sensor tambahan.

- f. Sistem yang dikendalikan oleh PLC mampu mengatur keseluruhan proses secara otomatis dan responsif, mulai dari pemindahan, deteksi, hingga sortasi material dengan sinkronisasi yang baik.
- g. Penggunaan kecepatan konveyor yang tepat sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara efisiensi waktu dan akurasi sortasi, dengan 70 RPM menjadi titik kerja yang paling ideal dalam pengujian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan nikmat iman, Islam, serta rahmat, hidayah, dan kemudahan yang diberikan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini. terselesaikannya penulisan ini tentu tidak lepas dari bantuan, arahan, dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, kasih sayang, dan bantuan materiil selama penulis menjalani proses perancangan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Yurika, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Otomasi Politeknik TEDC Bandung, atas segala arahannya selama masa studi.
3. Bapak Saripudir, D.r., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan memberikan masukan berharga selama proses perancangan alat hingga penyusunan jurnal.
4. Arinda Dinda Maharani, partner Tugas Akhir yang telah memberikan kontribusi besar baik dalam hal teknis maupun emosional. Kehadirannya selalu menjadi sumber semangat dan motivasi selama menghadapi tantangan di lapangan maupun dalam penyusunan laporan.

5. Sahabat-sahabat terdekat, Anang dan Raja, atas dukungan moral yang tulus serta kesediaannya menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah di tengah proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldo Ardianto, Sunaryo, dan Muhammad Ridha Fauzi, “Rancang Bangun Counter Conveyor Untuk Perhitungan Otomatis Hasil Produksi UMKM Keripik Talas” Surya Teknika, vol. 10 no. 2, Des. 2023, https://www.researchgate.net/publication/378514645_Rancang_Bangun_Counter_Conveyor_untuk_Penghitungan_Otomatis_Hasil_Produksi_UMKM_Keripik_Talas
- [2] Andika Enggal Ramadhan, Djuniadi, dan Esa Apriaskar, “Sistem Pengaturan Pulse Width Modulation Motor Pada Robot Pembawa Makanan Atau Minuman”, TELKA, vol. 7 no. 2, Nov.2021, <https://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/download/telka.v7n2.134-143/pdf>
- [3] Ayu Adinda Putri, Mochammad Facta, dan Tejo Sukmadi, “ Pengaturan Kecepatan Konveyor Berbasis PLC (Studi Kasus : Monitoring Kecepatan Dan Safety Device Konveyor Pada Mesin Pengekstraksi Biji Kapuk)”, TRANSIENT, vol. 4 no. 1, Maret 2015, <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/download/8968/8715>
- [4] Baroroh Dhiya’ Ushofa, Lilik Anifah, I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, dan Endryansyah, “Sistem Kendali Kecepatan Putaran Motor DC pada Conveyor dengan Metode Kontrol PID”, Jurnal Teknik Elektro, vol. 11 no. 2, 2022, <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/48616/40560/91991>
- [5] Ega Azhari, Rinto Suppa, dan Mukramin, “Rancang Bangun pemilah Sampah Logam dan Non Logam”, JITET, vol. 12 No. 3, Agust. 3 2024,
- [6] Eko Widiyanto, “Rancang Bangun Miniatur Aplikasi Mikrokontroler Pengendali Motor Konveyor Pada Pengepakan Barang”, Thesis, Dept. Elektro, Universitas Upi, Bandung, Juli 17, 2023, <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4721>
- [7] Eriyadi, M., & Putra, I. M. L, “Implementasi Pengatur Kecepatan Motor Pada Mesin Conveyor Penyortir Logam Otomatis”, . JTT (Jurnal Teknologi Terapan), vol. 6 no. 1, pp 32, <https://doi.org/10.31884/jtt.v6i1.248>

- [8] Fitriani, Ledyana, “Pengaturan Daya Berdasarkan Beban Menggunakan Kontrol PWM pada Sistem Konveyor”, Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara (RI-USU), 2022, <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/47718>
- [9] Harka Wanadi, “System Monitoring dan Speed Control Pada Prototype Belt Conveyor Berbasis Internet of Things (IoT)”, Agust. 10, 2023, http://repository.um-palembang.ac.id/id/eprint/26650/1/132019025_BAB%20I_DAFTAR%20PUSTAKA.PDF.pdf
- [10] Moch Hawin Hamami, “Kendali Kecepatan Pada Motor DC Conveyor Menggunakan Metode PID ZIEGLER-NICHOLS”, Juni 16, 2025, <https://repository.upnjatim.ac.id/38675/8/Conver.pdf>
- [11] Muhammad Rakha Firdaus dan Imroatul Hudati, “Rancang Bangun Conveyor Trainer Module Berbasis PLC Omron CJ2M CPU-31 dan Human Machine Interface (HMI) Omron NB7W”, Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan, Vol. 6, No. 1, April, 2025, <https://jurnal.ugm.ac.id/juliet/article/download/98123/41378>
- [12] Riza Alifita, Kunto Aji Wibisono, dan M. Wahid Anwar, “Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik”, Zetroem, vol. 3 no. 1, 2021, <https://doi.org/10.36526/ztr.v3i1.1252>
- [13] Rizki Abdillah dan Rosdiana, “Sistem Kendali Kecepatan Konveyor Dengan Beban Berubah Berbasis Hibrid Fuzzy Logic-PID”, JITET, vol. 11, no. 3, , 2023. <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/download/3346/1475/7410>
- [14] Samuel Tegar Eka Putra, Fenoria Putri, dan Almadora Anwar Sani, “ Perancangan Miniatur Conveyor Berbasis Mikrokontrolller Dengan Penggunaan Barcode GM66 Dan Pengaruh Kinerja Servo”, MACHINERY, vol. 5 no. 3, Okt. 31, 2024, <https://doi.org/10.5281/zenodo.14242117>
- [15] T.W.O. Putri dan M.I. Mowaviq, “Prototype of automatic conveyor system using programmable logic controller for educational purpose”, *Materials Science and Engineering*, vol. 1173, Iss. 1, Aug 2021, doi: <https://10.1088/1757-899X/1173/1/012037>
- [16] Yuda Yuandhitra, Waluyo, dan Nandang Taryana, “Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Konveyor untuk Sistem Pemisah Produk Cacat, Pengepakan dan Penyortiran Barang Di monitoring Menggunakan SCADA Berbasis Wireless”, Jurnal Reka Elkomika, vol. 4, no. 1, 2016, <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaelkomika/article/download/782/981>