

Rancang bangun *prototype conveyor* dengan sensor infrared dan *robotic arm* berbasis arduino untuk otomatisasi material handling

Azam Milah Muhamad, Filia Solagratia Takasumiang, Zezero Meo Cahaya Alam, Farhan Arhani
Nawawi, Fajarayhan Afrilio, dan Affan Mahfani

Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kota Depok 16425
Email korespondensi: azam.milamhamad@mesin.pnj.ac.id

Received: 30 September 2025, Reviewed: 7 November 2025, Published: 21 March 2026

DOI: <https://doi.org/10.71452/vj7n4z24>

Abstrak. Proses pengemasan dalam industri manufaktur memerlukan sistem yang andal untuk memastikan kualitas produk sebelum distribusi. Salah satu tantangan utama dalam proses ini adalah mendeteksi karton yang gagal sealing dan memastikan pemindahan karton yang berhasil sealing ke tempat tumpukan dengan efisiensi tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem conveyor otomatis yang dilengkapi dengan sensor infrared (IR) untuk mendeteksi kegagalan sealing serta sistem pemindahan otomatis. Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD dan dianalisis dengan metode Quality Function Deployment (QFD) untuk menyesuaikan kebutuhan pengguna. Lalu dilakukan validasi dengan pendekatan eksperimental, termasuk pembuatan prototipe, pengujian fungsional sensor, aktuator, serta pengujian performa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat akurasi pemisahan 100% serta mampu memindahkan karton dalam waktu rata-rata 16 detik per karton dengan kapasitas 3 karton per menit. Perhitungan teknis seperti panjang belt, umur bearing, torsi, dan daya motor menunjukkan kesesuaian sistem dalam mendukung operasi yang stabil dan berkelanjutan. Penelitian ini membuka peluang pengembangan sistem material handling otomatis yang adaptif dan andal melalui penambahan sensor dan optimasi parameter motor.

Kata kunci: Conveyor otomatis, sensor *infrared*, sealing karton, material handling, Quality Function Deployment (QFD).

Abstract. The packaging process in the manufacturing industry requires a reliable system to ensure product quality before distribution. One of the main challenges in this process is detecting cartons that fail to seal and ensuring the transfer of successfully sealed cartons to the stack with high efficiency. This study aims to design and analyze an automatic conveyor system equipped with infrared (IR) sensors to detect sealing failures, as well as an automatic transfer system. The design was carried out using CAD software and analyzed using the Quality Function Deployment (QFD) method to suit user needs. Then, validation was carried out using an experimental approach, including prototyping, functional testing of sensors, actuators, and performance testing. The test results showed that this system has a separation accuracy of 100% and can move cartons in an average of 16 seconds per carton, with a capacity of 3 cartons per minute. Technical calculations such as belt length, bearing life, torque, and motor power indicate the system's suitability for stable, sustainable operations. This study opens opportunities to develop an adaptive, reliable automatic material handling system by adding sensors and optimizing motor parameters.

Keywords: Automated conveyor, infrared sensor, carton sealing, material handling, Quality Function Deployment (QFD).

PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur dan logistik, efisiensi proses pengemasan merupakan faktor utama dalam memastikan kualitas produk sebelum didistribusikan. Salah satu tahapan penting dalam pengemasan adalah proses *sealing* karton, yang bertujuan untuk menutup kemasan dengan kuat guna melindungi produk dari kerusakan selama transportasi dan penyimpanan [1]. Namun, dalam praktiknya, banyak ditemukan permasalahan seperti *sealing* yang tidak sempurna, penyusunan produk yang tidak efisien, serta ketidaksesuaian dengan standar industri yang berlaku [2].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menjawab tantangan yang ada. Misalnya, pada Paten WO2024145692A1 – *Automated Multi-Arm Robotic System* menggunakan *multi-camera vision system*, conveyor berlapis dan robot multi-lengan yang menjadikannya sulit diadopsi untuk industri skala kecil hingga menengah karena membutuhkan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang dapat

meningkatkan keandalan proses ini, khususnya pada lini produksi skala kecil hingga menengah.

Penggunaan sensor dalam *conveyor* berperan penting dalam memastikan bahwa setiap produk yang masuk ke dalam tahap *sealing* berada dalam posisi yang tepat dan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Sensor *infrared* (IR) dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan karton dan mengidentifikasi anomali yang dapat menyebabkan kegagalan dalam proses *sealing* dengan akurasi hingga 1 mm. Selain itu, *robotic arm* dapat diterapkan untuk menangani penyusunan produk secara otomatis, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam proses produksi [3]. Sistem ini diperkuat oleh motor DC FH-7 bertenaga 12 V dan 0,25 Hp, yang memiliki kecepatan tanpa beban 90 rpm dan torsi hingga 3 Nm, cukup untuk menggerakkan *conveyor* dengan stabil. Selain itu, lengan robot dengan kapasitas beban 0,25 kg mampu memindahkan barang dalam waktu operasi hanya 1 detik, memberikan respons cepat terhadap aliran produk pada *conveyor* [4].

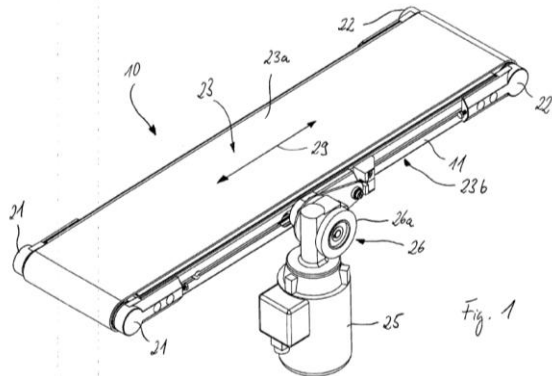
Rancang bangun ini dikembangkan untuk mengintegrasikan berbagai komponen tersebut dalam

sebuah sistem otomatisasi prototipe *conveyor*, yang tidak hanya mendeteksi dan menyusun produk, tetapi juga mampu mengoptimalkan aliran kerja di lini produksi. Dengan daya yang efisien dan output power supply 12 V, sistem ini dirancang agar stabil dan hemat energi. Selain itu, waktu reaksi servo sistem QC yang hanya 1 detik memungkinkan sistem untuk melakukan kontrol kualitas secara real-time terhadap produk yang sedang bergerak di atas *conveyor*.

Penelitian Terdahulu

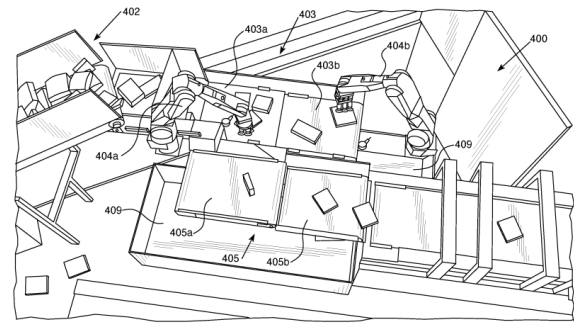
Dalam pengembangan *Rancang Bangun Prototipe Conveyor dengan Sensor Infrared dan Robotic Arm Berbasis Arduino untuk Otomatisasi Material Handling*, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang menjadi dasar perancangan sistem ini. Kajian literatur ini mencakup dua paten dan satu jurnal penelitian yang berhubungan dengan teknologi *conveyor*, sistem *robotic arm*, serta penggunaan sensor dan mikrokontroler dalam otomatisasi pemindahan barang.

Salah satu referensi utama adalah paten *EP1710176A2 – Belt Conveyor* [5], yang menjelaskan sistem *conveyor belt* dengan desain tanpa ujung (*looping*). Sistem ini memungkinkan pergerakan barang berlangsung secara kontinu dengan efisiensi tinggi. Dalam paten tersebut, *conveyor* didukung oleh roda pengalihan dan roda penyeimbang yang digerakkan oleh motor untuk menjaga stabilitas dan mengurangi gesekan. Konsep ini menjadi acuan dalam penelitian ini, terutama dalam menentukan desain mekanik *conveyor*, panjang *belt*, serta sistem penggerak yang optimal untuk memastikan kelancaran pemindahan material.



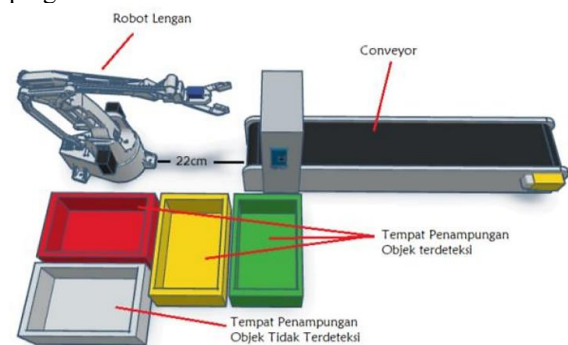
Gambar 1. Konstruksi Paten EP1710176A2 – Belt Conveyor

Selain itu, Paten *WO2024145692A1 – Automated Multi-Arm Robotic System* [6] menjadi referensi utama dalam perancangan *robotic arm* yang digunakan dalam penelitian ini. Paten ini menjelaskan sistem robot multi-lengan yang dapat secara otomatis memindahkan barang dari satu *conveyor* ke *conveyor* lainnya. Setiap robot dalam sistem ini memiliki peran spesifik dan bekerja secara terkoordinasi untuk memastikan pemindahan barang berlangsung dengan akurat dan efisien. Dari paten ini, konsep *pick and place* diadaptasi ke dalam sistem *robotic arm* berbasis Arduino untuk meningkatkan efektivitas pemindahan barang di *conveyor* otomatis yang sedang dikembangkan.



Gambar 2. Konstruksi Paten WO2024145692A1 – Automated Multi-Arm Robotic System

Sementara itu, jurnal *Prototype Robot Lengan Pemindah Barang pada Conveyor Secara Otomatis Berbasis Arduino Uno* [7] memberikan dasar bagi implementasi sistem kendali berbasis Arduino dan penggunaan sensor dalam otomatisasi pemindahan barang. Dalam jurnal ini, dikembangkan sistem robot lengan yang mampu bekerja secara otomatis menggunakan sensor untuk mendeteksi objek yang akan dipindahkan. Teknologi ini terbukti meningkatkan presisi dalam proses pemindahan barang, sehingga relevan untuk diterapkan dalam penelitian ini, terutama dalam pemanfaatan sensor *infrared* sebagai pendeteksi keberadaan material dan sistem kontrol berbasis mikrokontroler untuk mengatur pergerakan *robotic arm*.



Gambar 3. Konstruksi Prototype Robot Lengan Pemindah Barang

Perhitungan Perancangan Prototype

Penelitian ini melakukan perhitungan teknis terkait panjang *belt conveyor*, umur bearing, torsi motor, dan daya motor untuk memastikan sistem yang dirancang memiliki performa yang optimal. Melalui pendekatan ini, diharapkan *prototype conveyor* yang dikembangkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam otomatisasi proses *material handling*.

1. Panjang Belt Conveyor [8]

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x} \quad (1)$$

Keterangan:

L = Panjang *belt* untuk hubungan terbuka (mm)

π = Konstanta atau $\frac{22}{7}$

r_1 dan r_2 = Radius *roller* yang digunakan (mm)

x = Jarak dari *roller* 1 ke *roller* 2 (mm)

Asumsi yang digunakan: $r_1 = r_2$

2. Umur Bearing [9]

$$L = \frac{10^6 \cdot C^3}{60 \cdot n \cdot F_{eq}^3} \quad (2)$$

Keterangan:

L = Umur bearing (jam)

C = Peringkat beban dinamika dasar

F_{eq} = Beban equivalen (mm)

n = Putaran (rpm)

3. Torsi Motor [10]

$$T = F \cdot b \quad (3)$$

Keterangan:

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = Gaya sentrifugal dari benda (N)

b = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

4. Daya Motor [8]

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot T \cdot N}{60} \quad (4)$$

Keterangan:

P = Daya yang dipindahkan (W)

π = Konstanta atau 22/7

T = Torsi yang dipindahkan (N.m)

N = Putaran (rpm)

METODE

Metode Rancang Bangun

Metode rancang bangun dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk memastikan bahwa sistem *conveyor* otomatis yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan standar industri [11]. QFD berfungsi sebagai alat untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan menjadi spesifikasi teknis yang dapat diimplementasikan dalam desain sistem [12]. Dengan pendekatan ini, perancangan tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi, keandalan, dan kemudahan operasional sistem *conveyor* serta *robotic arm*.

Pendekatan QFD dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan utama pengguna, seperti kecepatan *conveyor*, presisi pemindahan barang, dan efisiensi sistem sensor serta *robotic arm*. Kebutuhan tersebut kemudian dianalisis menggunakan *House of Quality* (HoQ) untuk menentukan spesifikasi teknis yang harus dipenuhi. Beberapa aspek utama yang diperhatikan dalam QFD meliputi kecepatan dan stabilitas *conveyor*, efisiensi *robotic arm*, serta akurasi sensor *infrared*. Kecepatan dan stabilitas *conveyor* berkaitan dengan panjang *belt*, jenis material, serta daya motor yang optimal agar *conveyor* dapat beroperasi dengan stabil dan efisien [13]. Efisiensi *robotic arm* ditentukan

berdasarkan torsi dan daya yang cukup untuk mengangkat serta memindahkan barang dengan akurat [14]. Sementara itu, akurasi sensor *infrared* dipastikan dengan menentukan posisi dan sensitivitas sensor agar dapat mendeteksi objek dengan tepat dan mengoptimalkan respons sistem dalam proses pemindahan barang [15].

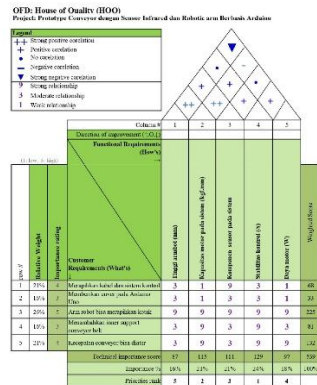
Perancangan Konsep

Perancangan konsep rancang bangun *prototype* dilakukan menggunakan software CAD (*Computer-Aided Design*) berupa SolidWorks untuk memodelkan sistem *conveyor* dan *robotic arm* secara detail sebelum dilakukan implementasi fisik. Perancangan ini dilakukan setelah kebutuhan utama pengguna teridentifikasi melalui *Quality Function Deployment* (QFD), sehingga desain yang dihasilkan dapat memenuhi standar fungsional dan teknis yang diinginkan.

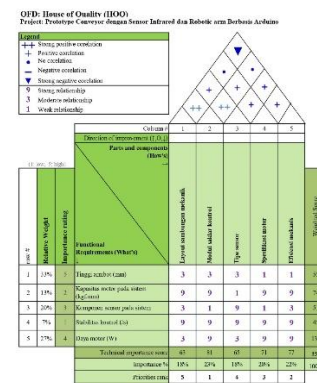
Langkah awal dalam perancangan konsep adalah membuat sketsa awal sistem *conveyor* dan *robotic arm* berdasarkan hasil analisis kebutuhan pengguna. Sketsa ini mencakup dimensi utama, posisi komponen, serta alur kerja sistem secara keseluruhan. Setelah sketsa awal disusun, model 3D CAD dibuat menggunakan SolidWorks untuk mendapatkan visualisasi yang lebih akurat terhadap bentuk dan mekanisme kerja sistem. Pada tahap ini, setiap komponen seperti *belt conveyor*, motor penggerak, roda pengalihan, *robotic arm*, serta sensor *infrared* dimodelkan dengan mempertimbangkan aspek fungsional dan kompatibilitas antar komponen. Konsep perancangan *prototype* dalam bentuk pemodelan 3D ditampilkan pada Gambar 5.

Setelah konsep perancangan selesai, dilanjutkan untuk merakit *prototype* dengan komponen utama motor DC dan *belt conveyor* sebagai sistem penggerak, sensor infrared (IR) untuk mendeteksi status karton (*sealed/gagal*), Arduino Uno sebagai mikrokontroler, dan *robotic arm* untuk pemindahan karton.

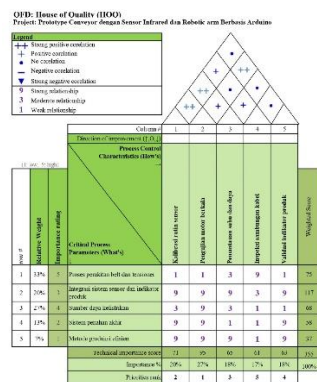
Kemudian *prototype* diuji untuk mengevaluasi akurasi deteksi kegagalan *sealing* oleh sensor IR, waktu siklus pemindahan karton oleh *robotic arm*, dan konsistensi sistem dalam memisahkan karton selama beberapa siklus kerja. Pengujian dilakukan sebanyak 4 siklus pengujian, masing-masing terdiri dari 3 karton, baik dalam kondisi berhasil maupun gagal *sealing*. Karton yang diuji memiliki dimensi dan berat yang seragam. Uji coba dilakukan pada suhu ruangan $\pm 22^\circ\text{C}$. Serta penggunaan stopwatch digital untuk mengukur waktu pemindahan per karton dan kamera pengawas untuk dokumentasi dan evaluasi pergerakan sistem digunakan sebagai alat ukur dalam percobaan ini.



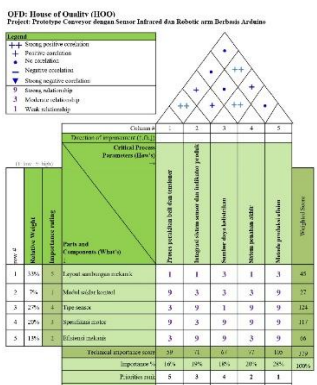
a



b

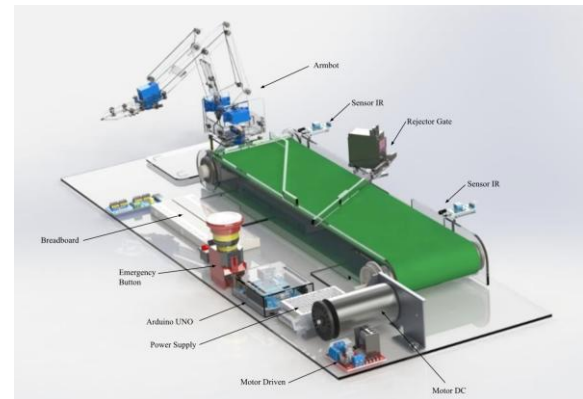


c



d

Gambar 4. House of Quality (a) Tahap 1 (Perencanaan Produk), (b) Tahap 2 (Desain Produk), (c) Tahap 3 (Perencanaan Proses), dan (d) Tahap 4 (Pengendalian Proses)



Gambar 5. Konstruksi Prototype Conveyor dengan Sensor Infrared dan Robotik arm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Panjang Belt Conveyor

Untuk menentukan panjang *belt* pada *conveyor* menggunakan rumus persamaan (1):

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x}$$

Diketahui:

- Asumsi $r_1 = r_2$
- Jarak pusat *roller* (x) = 398 (mm)
- Jari-jari *roller* (r) = 15,9 (mm)
- Konstanta (π) = 22/7

Maka panjang *belt* adalah:

$$L = \pi(2r) + 2x$$

$$L = \frac{22}{7}(2(15,9)) + 2(398)$$

$$L = 895,9428 \text{ (mm)} \approx 0,896 \text{ (m)}$$

Jadi, panjang *belt* yang dibutuhkan adalah 0.896 meter.

Perhitungan Umur Bearing

Untuk mengetahui umur bearing, dilakukan perhitungan berdasarkan rumus persamaan (2):

$$L = \frac{10^6 \cdot C^3}{60 \cdot n \cdot F_{eq}^3}$$

Setelah konsep perancangan selesai, dilanjutkan untuk merakit prototipe dengan komponen utama motor DC dan belt conveyor sebagai sistem penggerak, sensor infrared (IR) untuk mendeteksi status karton (sealed/gagal), Arduino Uno sebagai mikrokontroler, dan robotic arm untuk pemindahan karton.

Kemudian prototipe diuji untuk mengevaluasi akurasi deteksi kegagalan *sealing* oleh sensor IR, waktu siklus pemindahan karton oleh robotic arm, dan konsistensi sistem dalam memisahkan karton selama beberapa siklus kerja. Pengujian dilakukan sebanyak 4 siklus pengujian, masing-masing terdiri dari 3 karton, baik dalam kondisi berhasil maupun gagal *sealing*. Karton yang diuji memiliki

dimensi dan berat yang seragam. Uji coba dilakukan pada suhu ruangan $\pm 22^\circ\text{C}$. Serta penggunaan stopwatch digital untuk mengukur waktu pemindahan per karton dan kamera

pengawas untuk dokumentasi dan evaluasi pergerakan sistem digunakan sebagai alat ukur dalam percobaan ini.

Tabel 1. Dimensi dan Peringkat Beban Dasar Single Row Radial Deep GBB [9]

Bearing No.	Bore		Outside Diameter		Width		Balls		Capacity, lb	
	mm	In.	mm	In.	mm	In.	No. Z	Diam. D	Dynamic C	Static P_{st}
102	15	0.5906	32	1.2598	9	0.3543	9	3/16	965	550
202			35	2.3780	11	0.4331	7	1/4	1340	760
302			42	2.6535	13	0.5188	8	17/64	1660	930

Perhitungan Torsi Motor DC

Untuk memastikan *conveyor* dapat beroperasi dengan optimal, diperlukan perhitungan torsi yang bekerja pada sistem. Perhitungan torsi pada sistem *conveyor* ini dapat dilakukan menggunakan rumus (3) berikut:

$$T = F \cdot b \text{ atau } T = (m_{tot} \cdot g) b$$

Diketahui:

- Massa *roller* = $0,1967 \text{ kg} \times 2 = 0,3934 \text{ (kg)}$
- Massa *belt* = $0,233 \text{ (kg)}$
- Massa karton = $0,08 \text{ (kg)}$
- Massa total (m_{tot}) = $0,7064 \text{ (kg)}$
- Jari-jari *roller* (b) = $15,9 \text{ (mm)}$
- Percepatan gravitasi = $9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

Maka didapat torsi yang diperlukan pada sistem *conveyor*:

$$T = ((0,7064)(9,81))0,0159$$

$$T = 0,1101 \text{ (N.m)}$$

Perhitungan Daya Motor DC

Setelah menentukan torsi yang bekerja pada sistem *conveyor*, langkah selanjutnya adalah menghitung daya motor yang dibutuhkan untuk menggerakkan *conveyor* secara optimal, yang dapat dihitung menggunakan rumus (4) berikut:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot T \cdot N}{60}$$

Diketahui:

- Torsi (T) = $0,1101 \text{ (N.m)}$
- Putaran (N) = 90 (rpm)

Dengan mensubstitusi nilai ke dalam rumus, maka diperoleh hasil perhitungan:

$$P = \frac{2\pi \cdot 0,1101(90)}{60}$$

$$P = 1,0376 \text{ (watt)}$$

Analisis Kinerja

Pengujian dilakukan sebanyak 4 siklus dengan masing-masing siklus melibatkan 3 karton, baik dalam kondisi

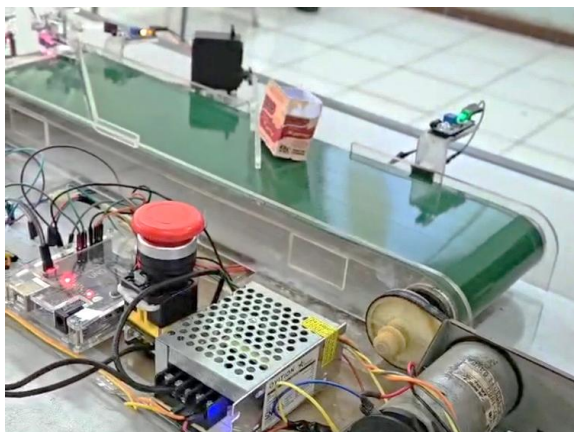
sealing berhasil maupun gagal, sehingga total terdapat 12 karton yang diuji. Seluruh karton memiliki dimensi dan berat yang seragam guna menjaga konsistensi variabel

pengujian. Uji coba dilakukan dalam kondisi lingkungan yang terkendali pada suhu ruangan $\pm 22^\circ\text{C}$.

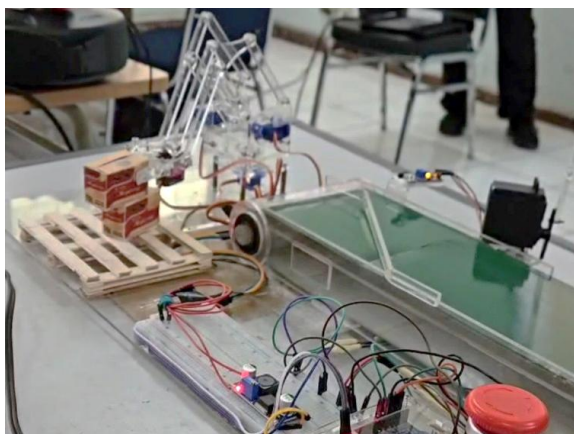
Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi seluruh karton yang gagal sealing secara akurat dan memindahkan karton yang berhasil sealing ke tempat penumpukan dengan waktu rata-rata pemindahan 16 detik per karton. Tingkat akurasi deteksi mencapai 100%, yang mengindikasikan bahwa sensor infrared yang digunakan mampu bekerja secara presisi dalam skenario pengujian.

Tabel 2. Hasil Pengujian Prototype

No.	Parameter	Indikator Keberhasilan	Hasil Pengukuran
1.	Akurasi pemisahan	Persentase karton gagal <i>sealing</i> yang terdeteksi	100 %
2.	Kecepatan pemindahan	Waktu rata-rata pemindahan karton	16 s/karton
3.	Efisiensi operasional	Persentase karton yang diproses dengan benar	95 %
4.	Keandalan sistem	Waktu operasi tanpa gangguan	4 jam
5.	Kapasitas pemindahan	Jumlah karton yang dapat dipindahkan	3 karton/men



Gambar 6. Pengujian Karton Gagal



Gambar 7. Pengujian Pemindahan Karton

Namun, jumlah sampel pengujian yang relatif kecil (12 karton) membatasi generalisasi terhadap reliabilitas sistem dalam kondisi nyata. Uji coba berulang dalam skala yang lebih besar diperlukan untuk memastikan konsistensi hasil, terutama dalam menghadapi variasi bentuk, warna, dan posisi karton, serta potensi gangguan lingkungan seperti pencahayaan berlebih atau debu. Oleh karena itu, meskipun hasil yang diperoleh valid dalam konteks terbatas, reliabilitas jangka panjang belum dapat disimpulkan secara menyeluruh.

Jika dibandingkan dengan Paten WO2024145692A1 – *Automated Multi-Arm Robotic System* menggunakan *multi-camera vision system*, conveyor berlapis dan robot multi-lengan, sistem ini menawarkan pendekatan yang lebih sederhana dan hemat biaya, meskipun dengan potensi keterbatasan dalam mengenali kegagalan sealing yang lebih kompleks (misalnya sebagian tertutup atau penyok kecil). Kelebihan utama sistem yang dikembangkan adalah kemudahan implementasi, kecepatan respons, dan integrasi langsung dengan sistem pemindahan otomatis.

Dengan optimalisasi parameter sistem dan pengujian yang lebih luas, sistem ini berpotensi menjadi solusi efektif untuk otomatisasi proses material handling di industri berskala kecil hingga menengah.

Kelebihan dan Kelemahan

Sistem *conveyor* otomatis yang dikembangkan memiliki beberapa kelebihan yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi proses pengemasan. Dengan penerapan sensor *infrared* (IR), sistem ini mampu mendeteksi karton secara akurat dan memastikan hanya karton yang telah melalui proses *sealing* yang sempurna yang akan diproses lebih lanjut. Hal ini meningkatkan akurasi pemisahan hingga 100%, sehingga meminimalkan kesalahan dalam distribusi produk. Selain itu, sistem ini juga memiliki efisiensi operasional yang tinggi, dengan 95% karton diproses dengan benar dan waktu operasi tanpa gangguan hingga 4 jam. Kecepatan pemindahan karton mencapai 3 karton per menit, yang menunjukkan kapasitas pemindahan yang cukup untuk kebutuhan industri skala menengah. Keandalan sistem ini juga didukung oleh desain torsi dan daya motor yang telah dihitung secara optimal, sehingga mampu menjaga kestabilan operasi dalam jangka waktu lama.

Namun, sistem ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satu tantangan utama adalah waktu pemindahan rata-rata per karton yang masih relatif lama, yaitu 16 detik per karton. Hal ini dapat menjadi kendala dalam lingkungan produksi dengan volume tinggi yang membutuhkan kecepatan lebih tinggi. Selain itu, sistem ini sangat bergantung pada sensor *infrared*, sehingga apabila sensor mengalami gangguan atau kesalahan deteksi, maka akurasi pemisahan karton dapat menurun. Komponen seperti *robotic arm* yang digunakan dalam penyusunan karton juga membutuhkan pemrograman dan kalibrasi yang presisi, yang dapat menjadi tantangan dalam implementasi di berbagai industri. Selain itu, biaya awal untuk pengadaan dan instalasi sistem ini mungkin cukup tinggi, sehingga investasi ini perlu dipertimbangkan oleh perusahaan, terutama bagi usaha kecil dan menengah. Oleh karena itu, meskipun sistem ini menawarkan peningkatan efisiensi dan keandalan, perlu dilakukan optimalisasi lebih lanjut untuk meningkatkan kecepatan dan fleksibilitas dalam berbagai kondisi produksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem *conveyor* otomatis, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor *infrared* (IR) dalam proses deteksi karton gagal *sealing* mampu meningkatkan akurasi pemisahan hingga 100%. Selain itu, sistem ini berhasil meningkatkan efisiensi operasional dengan tingkat keberhasilan pemrosesan karton yang mencapai 95%. Dari segi kecepatan, *conveyor* mampu memindahkan karton dengan rata-rata waktu 16 detik per karton, dengan kapasitas pemindahan 3 karton per menit. Perhitungan teknis terkait panjang *belt*, umur bearing, torsi, dan daya motor juga menunjukkan bahwa sistem ini dirancang dengan mempertimbangkan faktor keandalan dan efisiensi energi. Namun, terdapat beberapa tantangan dalam sistem ini, seperti ketergantungan pada sensor *infrared* yang memerlukan kalibrasi berkala serta waktu pemindahan yang masih dapat dioptimalkan untuk meningkatkan throughput produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Ismoyo, "Automatic Simulation Folding and Sealing Machine Carton Box Based on PLC Omron CP1E" *kaos gl derg.*, vol. 8, no. 75, pp. 147–154, 2020, [online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798><https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.02.002><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205>
- [2] R. A. Kasengkang, S. Nangoy, and J. Sumarauw, "Analisis Logistik (Studi Kasus pada Pt. Remenia Satori Tepas-Kota Manado)," *J. Berk. Ilm. Efisiensi*, vol. 16, no. 01, pp. 750–759, 2016.
- [3] H. T. Anaam K I and P. A. Y. W. Pranata R Y, Abdillah h, "Pengaruh Trend Otomasi Dalam Dunia Manufaktur dan Industri," *Vocat. Educ. Natl. Semin.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–50, 2022.
- [4] D. Susandi, S. E. Whydiantoro, and D. A. Hermawan, "Minimalisasi Ongkos Unit Produksi dengan Otomatisasi Proses Operasi," *Proceedings Stima*, vol. 17, pp. 33–42, 2016.
- [5] K. Heinz, "Europäische Patentanmeldung (51)," no. 19, 2006.
- [6] "WO2024145692A1.pdf."
- [7] A. Imran¹, Firdaus², and Marselino R. Pakondo³, "Prototype Robot Lengan Pemindah Barang Pada Conveyor Secara Otomatis Berbasis Arduino Uno," *J. Media Elektr.*, vol. 20, no., pp. 112–118, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/56065/24805>
- [8] A. E. Pramono, "Elemen Mesin I, 1st," no. Mc 101, p. 1, 2015.
- [9] "Elemen Mesin II - Rantai," 2020, [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/chariezmuh/elemen-mesin-ii-rantai>
- [10] S. Budi Perkasa, T. Sukmadi, and D. Denis, "Analisa Perbandingan Daya Dan Torsi Pada Perancangan Purwarupa Mobil Listrik," *Transient*, vol. 9, no. 4, pp. 2685–20206, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>
- [11] M. A. Bora, Joko Prasetyo, and A. L. Lubis, "Penerapan Quality Function Deployment (QFD) Pada Perancangan Alat Bantu Ganti Oli Transmisi Otomatis," *J. Ind. Manuf. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 134–146, 2023, doi: 10.31289/jime.v7i1.9511.
- [12] T. Novianti, "Penerapan Metode QFD dalam upaya peningkatan kualitas produk pada cokro tela cake," pp. 16–30, 2012.
- [13] B. Dhiya' Ushofa, L. Anifah, G. Buditjahjanto, and Endryansyah, "Sistem Kendali Kecepatan Putaran Motor DC pada Conveyor dengan Metode Kontrol PID," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. Universitas Negeri Surabaya, pp. 332–342, 2022.
- [14] D. W. Nugraha, "Perancangan Sistem Kontrol Robot Lengan," *Mektek*, no. 3, pp. 180–188, 2010.
- [15] I. Inayah, "Analisis Akurasi Sistem Sensor IR MLX90614 dan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino terhadap Termometer Standar," *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 4, pp. 428–434, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.4.428-434.2021.