

## Rancang Bangun *IoT-Based Monitoring System* pada *Multi Conveyor* untuk Perpindahan Benda

Yuliadi Erdani<sup>1</sup>, Gun Gun Maulana<sup>2</sup>, Muhammad Abiyyu Farhan<sup>3</sup>

[yul\\_erdani@yahoo.com](mailto:yul_erdani@yahoo.com), [gungun@polman-bandung.ac.id](mailto:gungun@polman-bandung.ac.id), [abiyyu.farhan@mhs.polman-bandung.ac.id](mailto:abiyyu.farhan@mhs.polman-bandung.ac.id)

Politeknik Manufaktur Bandung

---

### Informasi Artikel

Diterima : 6 Jun 2024

Direview : 16 Jun 2024

Disetujui : 30 Jun 2024

---

### Kata Kunci

*Transfer Conveyor 90 Derajat, Internet of Things, Conveyor Sabuk, Sistem Multi-Konveyor, Nosebar.*

---

### Abstrak

*Sistem multi-konveyor rentan terhadap kegagalan titik transfer yang dapat mengganggu rute transportasi dan menciptakan bottleneck dalam produksi. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan berbasis IoT untuk mendeteksi kemacetan dan benda terguling pada multi-konveyor dengan sudut 90 derajat. Menggunakan metodologi VDI2206, desain mekanik diprioritaskan untuk memperkecil jarak transfer benda antar konveyor sabuk. Sistem ini dilengkapi sensor presisi dan algoritma kontrol untuk memantau proses transfer. Antarmuka pengguna yang intuitif memudahkan pemantauan data sensor dan animasi real-time. Dua mikrokontroler ESP32 digunakan untuk mengoordinasikan fungsi sensor dan komunikasi data secara asinkron dengan waktu respons rata-rata 449,508 ms. Hasilnya adalah sistem pemantauan yang efisien, meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya serta waktu pemantauan manual dalam industri.*

---

### Keywords

*90 Degree Conveyor Transfer, Internet of Things, Belt Conveyor, Multi Conveyor System, Nosebar.*

---

### Abstract

*Multi-conveyor systems are prone to transfer point failures that disrupt transportation routes and create production bottlenecks. Continuous monitoring and supervision are required, but manual methods are time-consuming, costly, and cause delays. Integrating IoT with belt conveyors enables mobile app-based monitoring, allowing real-time access to sensor information, continuous monitoring, and immediate error correction. This study aims to design and implement an IoT-based monitoring system to detect jams and overturned objects on multi-conveyors transferring objects at 90-degree angles. Using the VDI2206 methodology, the study ensures precise product definition and accurate estimates in all design phases. The system minimizes transfer distances between conveyors, employs precise sensors, and uses control algorithms for ongoing transfer process monitoring. An intuitive user interface allows real-time sensor data and animation monitoring. Two ESP32 microcontrollers coordinate sensor functions and data communication, achieving an average response time of 449.508 ms. This efficient system improves industrial conveyor monitoring, reducing manual monitoring time and costs.*

## A. Pendahuluan

Konveyor adalah sistem mekanis yang bertujuan untuk mengalihkan barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya [1]. Pada industri yang melakukan pengangkutan material secara terus menerus, konveyor sabuk menjadi salah satu sistem mekanik terpenting [2] yang sampai saat ini masih terus dikembangkan [3]. Konveyor pada dasarnya berfungsi untuk mengurangi penanganan manual serta melaksanakan sebanyak mungkin operasi penanganan dengan biaya yang paling rendah [4]. Dalam sistem transportasi konveyor untuk perpindahan benda, berbagai solusi konstruksi untuk titik transfer digunakan. Pemilihan solusi yang sesuai melibatkan analisis kondisi kerjasama lebih dari satu konveyor [5], atau disebut sebagai sistem multi konveyor [6].

Kegagalan satu titik transfer saja dapat menyebabkan seluruh rute transportasi menjadi tidak dapat digunakan untuk produksi dan terkait dengan kerusakan yang mahal. Untuk alasan ini, tempat-tempat tersebut memerlukan pemantauan berkelanjutan dan langkah-langkah pengawasan khusus [7]. Akan tetapi, pemantauan secara manual selain memakan banyak waktu, juga membuat pengeluaran lebih tinggi dan mengakibatkan keterlambatan dalam prosesnya [8]. Maka dari itu, dilakukan Integrasi IoT dengan konveyor sabuk sebab dapat mengurangi *downtime* pada sistem konveyor dan meningkatkan kenyamanan pengguna, karena memungkinkan pemantauan melalui aplikasi *mobile*. IoT memungkinkan lebih banyak informasi dari sensor untuk disimpan dan diakses kapan saja, dapat dipantau sepanjang hari, dan setiap kesalahan dapat diidentifikasi dan diperbaiki kapan saja [9].

Menurut penelitian yang dilakukan tentang Detection of Blockages of the Belt Conveyor Transfer Point Using an RGB Camera and CNN Autoencoder [7]. Menggunakan kamera RGB dan CNN autoencoder untuk pemantauan real-time dan deteksi anomali pada titik transfer konveyor sabuk yang terbukti efektif. Metode yang diusulkan menyediakan solusi yang efisien secara biaya dan non-kontak untuk deteksi dini penyumbatan, mengurangi waktu henti dan biaya perawatan dalam operasi pertambangan. Pekerjaan di masa depan mencakup penyempurnaan model dan mengeksplorasi penerapannya dalam pengaturan industri lainnya.

Selain itu pada penelitian yang membahas mengenai Rancangan Kendali Konveyor Otomatis Berbasis Arduino dan Monitoring Melalui Aplikasi Android untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Produksi [10]. Hasil dari perancangan dan pengujian Konveyor Otomatis yang dapat dimonitoring melalui aplikasi Android menunjukkan bahwa Konveyor Otomatis dapat menampilkan data secara real-time di aplikasi Android yang terhubung ke Internet saat mesin berjalan. Kemudian pada penelitian yang dilakukan mengenai Health monitoring of a conveyor belt system using machine vision and real-time sensor data [2]. Menciptakan sebuah sistem pemantauan kesehatan untuk sabuk konveyor dengan memantau tiga aspek dari sistem tersebut: kecepatan sabuk, beban pada sabuk, dan ketidakselarasan sabuk. Data dari sistem-sistem ini diakuisisi melalui komputer (untuk analisis video) dan PLC (untuk data kecepatan dan beban) serta ditransmisikan melalui frekuensi radio dan kemudian ke cloud melalui gateway IoT. Sistem analisis visual dibangun untuk memantau penyelarasan sabuk dan mengonversi penyelarasan tersebut menjadi nilai numerik. Beban, kecepatan, dan penyelarasan.

Dengan uraian masalah diatas pengembangan ide yang dihasilkan berupa perancangan sistem monitoring berbasis *IoT* pada multi konveyor untuk perpindahan benda pada sudut 90 derajat menggunakan aplikasi *mobile* [11], [12] serta penggunaan mikrokontroller NodeMCU sebagai sistem kontrol [13], [14], [15] Sistem ini akan dikembangkan dengan framework Flutter dan basis data Firebase, serta menggunakan metode pengiriman data asinkron. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan pemantauan konveyor dapat berfungsi secara optimal, memberikan kinerja yang andal dengan respons sistem yang responsif, dan tetap terjangkau dari segi biaya. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi yang efisien dan terjangkau bagi industri yang memerlukan pemantauan konveyor yang efektif.

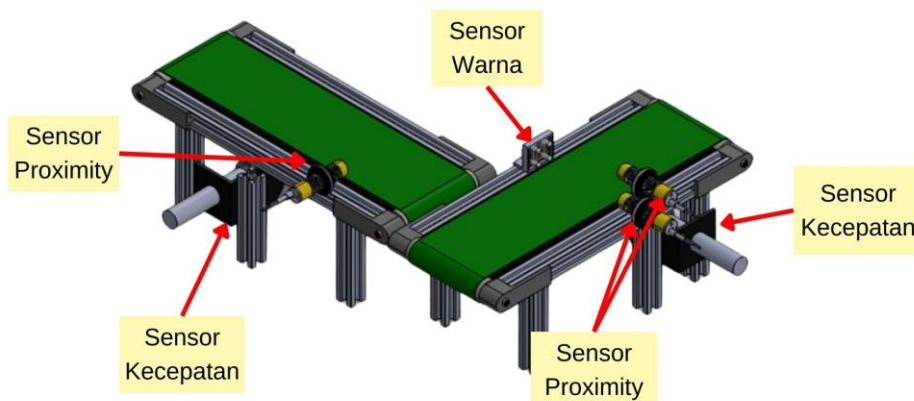
## B. Metode Penelitian

### 1. Requirement

**Tabel 1.** Sub-Sistem *Requirements*

No	Sub - Sistem	Requirements
1	Sistem Mekanik	Perpindahan benda antara konveyor harus berlangsung dengan lancar agar tidak macet atau terguling dengan fokus memperkecil jarak perpindahannya.
2	Sistem Elektrik	Sensor harus mampu mendeteksi keberadaan benda produksi yang berjalan di atas konveyor.
3	Sistem Informatik	Aplikasi harus dapat melakukan pemantauan secara real-time dari mana saja dan dapat melihat riwayat status perpindahan benda.

### 2. System Design



**Gambar 1.** Gambaran Umum Sistem

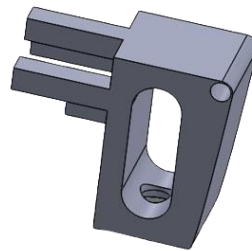
Rancangan sistem ini bertujuan untuk memantau perpindahan material pada konveyor sabuk, dengan spesifikasi konveyor yang mencakup lebar keseluruhan 15 cm dan sabuk konveyor berlebar 10 cm, serta menggunakan roller berdiameter

2,5 cm. Kerangka konveyor direncanakan menggunakan profil alumunium berukuran 2 x 2 cm. Sistem ini akan fokus pada perpindahan material dengan sudut 90 derajat, menggunakan dua konveyor sabuk yang diintegrasikan menjadi sebuah sistem multi konveyor. Sensor proximity akan dipasang untuk memantau posisi benda yang bergerak, sensor kecepatan akan digunakan untuk mengetahui kecepatan pergerakan konveyor, dan sensor warna digunakan untuk mengetahui jenis benda.

### 3. *Domain Specific Design*

Pada penelitian ini sistem pemantauan akan digunakan untuk memudahkan penggunaannya. Dengan demikian, sistem pada alat penelitian ini dibagi menjadi 3 sub-sistem utama yang harus dirancang yang terdiri dari sistem mekanik, sistem elektrik dan sistem informatik.

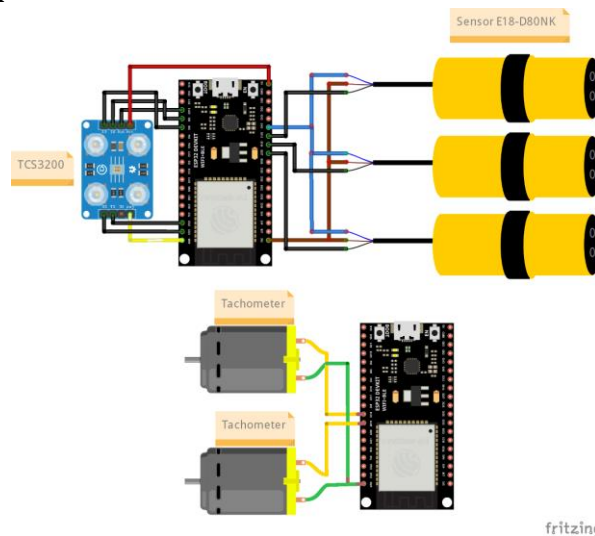
#### a. Sistem Mekanik



**Gambar 2.** Rancangan *Nosebar* atau *Knife Edge*

Dalam mendukung perpindahan benda antar konveyor, rencana pendukung yang diusulkan adalah menggunakan *nosebar* atau *knife edge*. Tujuan dari penerapan *nosebar* atau *knife edge* adalah untuk mengurangi celah perpindahan antar konveyor.

#### b. Sistem Elektrik



**Gambar 3.** Rancangan Elektrik

Rancangan elektrik yang dibangun menyesuaikan dengan kebutuhan pemantauan perpindahan material antar konveyor pada sudut 90 derajat. Sistem ini menggunakan dua NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang berfungsi

untuk mengintegrasikan berbagai sensor yang digunakan. Tiga sensor E18-D80NK digunakan untuk mendeteksi material, sensor ini akan ditempatkan pada dua titik berbeda yaitu pada konveyor masukan dan konveyor keluaran, dimana pada konveyor keluaran akan terdapat dua sensor E18-D80NK dengan begitu benda yang menyangkut atau terguling saat perpindahan antar konveyor dapat terdeteksi. Sensor Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan konveyor, hal ini memperkuat sistem pemantauan konveyor untuk mendeteksi pengaruh kemacetan benda pada sistem keseluruhan. Sementara sensor warna digunakan dalam tahap pengambilan data untuk mendeteksi dan menghitung material sesuai dengan warnanya.

Rancangan ini tidak hanya mempertimbangkan kehandalan pengukuran, tetapi juga mencakup aspek konektivitas dan manajemen data. Dengan menggunakan modul WiFi pada NodeMCU ESP32, sistem dapat mentransmisikan data yang terkumpul ke *database*, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi konveyor secara efisien.

#### c. Sistem Informatik



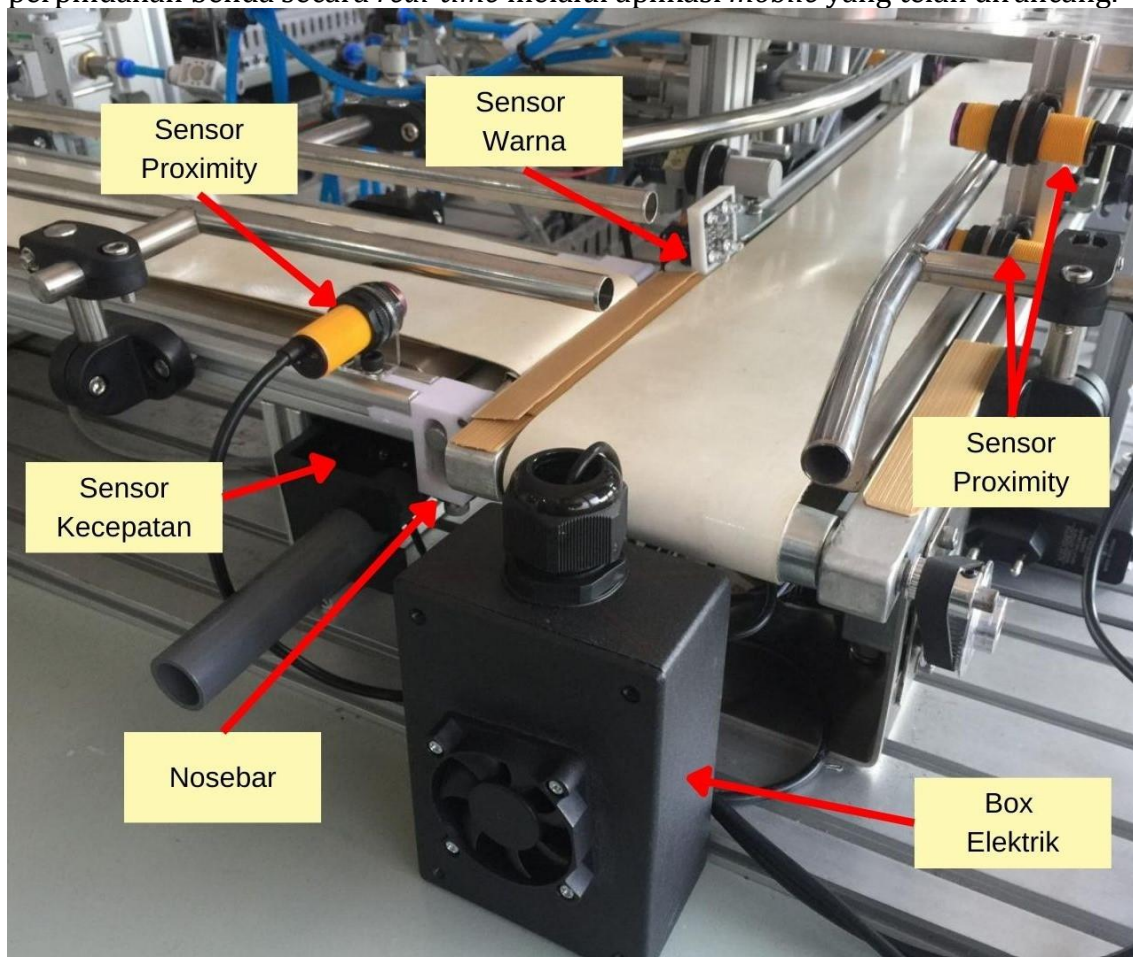
**Gambar 4.** Struktur Firebase

Sistem informasi yang direncanakan akan mempergunakan Flutter sebagai *framework* untuk pengembangan aplikasi *mobile*. Flutter adalah SDK (Software Development Kit) yang dibuat oleh Google untuk mengembangkan aplikasi mobile. Framework ini dirancang untuk menghasilkan aplikasi dengan performa tinggi yang dapat di-*deploy* ke platform Android dan iOS dari satu codebase. Flutter menggunakan bahasa pemrograman Dart, yang relatif mudah dipelajari, terutama bagi mereka yang sudah terbiasa dengan bahasa pemrograman seperti Java atau JavaScript [16]. Kemudian Firebase akan digunakan sebagai infrastruktur penyimpanan data, layanan ini adalah database NoSQL yang di-host di *cloud* di bawah Firebase SDK. Firebase memungkinkan penyimpanan data yang dapat

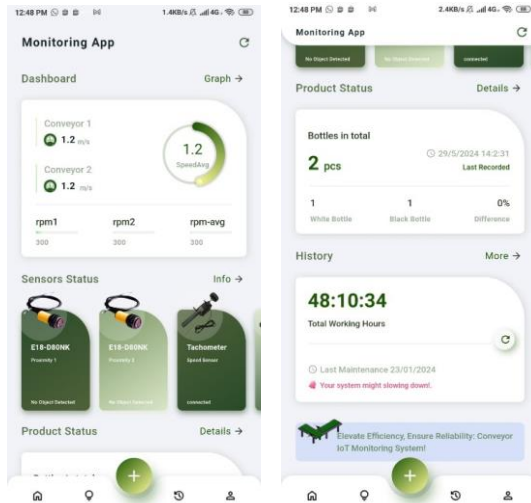
disinkronkan secara real-time dengan semua klien yang terhubung. Tiga keunggulan utamanya adalah real-time, aksesibilitas dari perangkat klien, dan dukungan offline. Real-time berarti setiap perubahan data di database akan secara otomatis diperbarui untuk semua klien yang terhubung dalam hitungan milidetik. Aplikasi yang terhubung dengan Firebase Realtime Database tetap dapat mengakses data saat offline, karena Firebase SDK memiliki fitur untuk mempertahankan dan mengubah data di penyimpanan perangkat klien. Fitur utama lainnya adalah aksesibilitas dari perangkat klien [17]. Dengan pendekatan ini, aplikasi yang dihasilkan diharapkan mampu menyajikan antarmuka pengguna yang responsif dan menarik berkat fitur-fitur yang disediakan oleh Flutter, sementara Firebase akan memfasilitasi penyimpanan dan sinkronisasi data secara *real-time*.

### C. Hasil dan Pembahasan

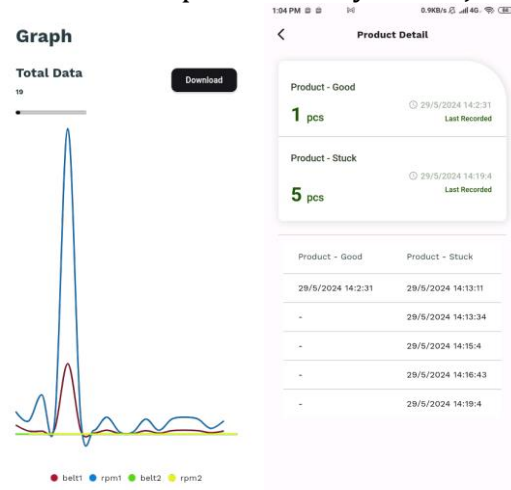
Alat yang telah dirancang dan diuji coba berhasil menjalankan fungsinya secara optimal dalam menjamin kelancaran perpindahan benda antar konveyor. Penggunaan *nosebar* dalam sistem ini terbukti efektif dalam mengurangi penumpukan dan kemacetan benda dengan meminimalisir jarak antar konveyor. Selain itu, sistem ini berperan dalam memantau dan menampilkan animasi perpindahan benda secara *real-time* melalui aplikasi *mobile* yang telah dirancang.



Gambar 5. Tampilan Alat

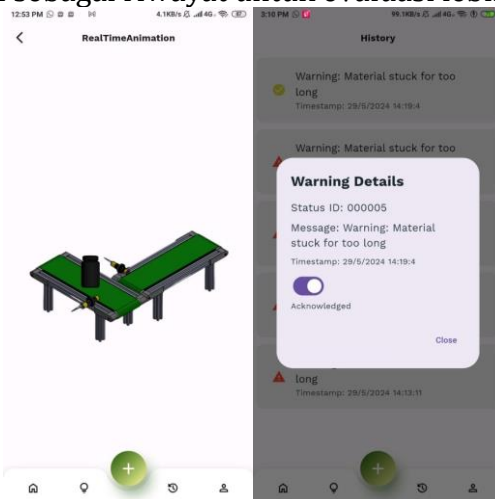


**Gambar 6.** Pemantauan Kecepatan Konveyor dan Jumlah Produk



**Gambar 7.** Riwayat Kecepatan Konveyor dan Transfer Benda

Fitur riwayat kecepatan konveyor direpresentasikan dalam grafik, sementara riwayat transfer benda disajikan dalam tabel. Aplikasi mobile yang berhasil dikembangkan mampu menampilkan peringatan kemacetan dan benda terguling, serta menyimpan data ini sebagai riwayat untuk evaluasi lebih lanjut.



**Gambar 8.** Fitur *Realtime Animation* dan *Warning*

Fitur *Realtime Animation* dan *Warning* sangat bergantung pada kecepatan pengiriman data agar animasi yang ditampilkan pada aplikasi *mobile* dapat berjalan mulus dan pengiriman peringatan dapat disampaikan dengan cepat. Untuk itu metode pengiriman data dilakukan secara asinkronus untuk mengurangi waktu tunda dan memastikan kelancaran proses tanpa perlu menunggu proses pengiriman data selesai.

Penggunaan metode asinkronus ini memungkinkan pengiriman data yang dibaca oleh sensor dengan rata-rata waktu respon 449.508 ms berdasarkan tabel pengujian dibawah.

**Tabel 2.** Pengujian *Response Time*

No	Data Terbaca	Data Terkirim	Status	Selisih (ms)
1	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	451.532
	11:53:39.728652	11:53:39.27712		
2	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	1.334.746
	11:56:47.525314	11:56:48.860060		
3	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	1.280.784
	11:57:41.31495	11:57:42.312279		
4	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	71.890
	11:58:24.210896	11:58:24.282686		
5	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	277.936
	11:58:50.644803	11:58:50.922739		
6	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	198.173
	11:59:11.615374	11:59:11.813547		
7	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	351.456
	12:0:5.527563	12:0:5.879019		
8	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	53.095
	12:0:22.83771	12:0:22.890805		
9	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	195.195
	12:1:2.209855	12:1:2.405050		
10	29/5/2024	29/5/2024	Terkirim	386.459
	12:1:25.162105	12:1:25.548564		
Rata-rata selisih				449.508

Pengujian response time dilakukan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan antara data yang terbaca oleh sistem hingga data tersebut terkirim. Data yang terbaca dan terkirim dicatat dengan timestamp, kemudian dihitung selisih waktu untuk menentukan response time. Pengujian ini memberikan gambaran tentang kecepatan dan efisiensi sistem dalam memproses dan mengirim data. Dengan rata-rata response time sebesar 449.508 ms, sistem menunjukkan kinerja yang baik, tetapi ada ruang untuk perbaikan terutama dalam konsistensi waktu pengiriman data.

#### D. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT pada multi konveyor untuk perpindahan benda pada sudut 90 derajat merupakan solusi efisien dalam mengatasi masalah pemantauan pada titik transfer sistem konveyor di industri. Dengan menggunakan integrasi IoT, pemantauan dapat dilakukan secara kontinu melalui aplikasi mobile, meminimalkan waktu tunda dan meningkatkan efisiensi operasional. Penerapan nosebar atau knife edge dalam sistem telah terbukti efektif dalam mengurangi penumpukan dan kemacetan benda dengan meminimalisir jarak antar konveyor. Sistem ini



dilengkapi dengan sensor presisi untuk mendeteksi keberadaan benda dan algoritma kontrol untuk memantau proses transfer dengan baik.

Metode pengiriman data secara asinkronus memastikan kelancaran proses tanpa perlu menunggu proses pengiriman data selesai. Dengan rata-rata waktu respon pengiriman data sebesar 449.508 ms, sistem menunjukkan kinerja yang baik, meskipun masih terdapat ruang untuk perbaikan terutama dalam konsistensi waktu pengiriman data. Secara keseluruhan, sistem ini memberikan solusi yang efisien dan terjangkau untuk memenuhi kebutuhan pemantauan titik transfer pada konveyor, meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya serta waktu yang terkait dengan pemantauan manual. Untuk pengembangan selanjutnya akan berfokus pada pemantauan konveyor lebih mendalam, seperti kesejajaran sabuk, tegangan sabuk dan suhu motor konveyor serta merancang solusi selain nosebar atau knife edge yang dapat memperkecil jarak perpindahan antar konveyor yang menggunakan kerangka aluminium profil.

## E. Referensi

- [1] S. Hutauruk, Sylvia Lourenzaa, and Jogi, "Miniatur Sistem Pemindahan Barang Pada Konveyor Dengan Penggerak Motor Stepper," *J. ELPOTECS*, vol. 4, no. 2, pp. 1–9, Sep. 2021, doi: 10.51622/elpotecs.v4i2.429.
- [2] J. Chamorro *et al.*, "Health monitoring of a conveyor belt system using machine vision and real-time sensor data," *CIRP J. Manuf. Sci. Technol.*, vol. 38, pp. 38–50, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.cirpj.2022.03.013.
- [3] M. Zhang, H. Shi, Y. Zhang, Y. Yu, and M. Zhou, "Deep learning-based damage detection of mining conveyor belt," *Measurement*, vol. 175, p. 109130, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.measurement.2021.109130.
- [4] P. M. McGuire, *Conveyors: Application, Selection, and Integration*, 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2023. doi: 10.1201/9781003376613.
- [5] B. Doroszuk dan R. Król, "Analysis of conveyor belt wear caused by material acceleration in transfer stations," *Mining Science*, vol. 26, pp. 189–201, 2019, doi: 10.37190/msc192615.
- [6] C.-H. Lan, "The design of a multi-conveyor system for profit maximisation," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 22, no. 7–8, pp. 510–521, Nov. 2003, doi: 10.1007/s00170-002-1512-y.
- [7] P. Bortnowski, H. Gondek, R. Król, D. Marasova, and M. Ozdoba, "Detection of Blockages of the Belt Conveyor Transfer Point Using an RGB Camera and CNN Autoencoder," *Energies*, vol. 16, no. 4, p. 1666, Feb. 2023, doi: 10.3390/en16041666.
- [8] M. G. Al-Shahethi, A. Muneer, E. A. A. Ghaleb, S. Darshi, and A. A. Almohammed, "Real Life Monitoring of Conveyor Line Speed Using IoT and Raspberry Pi," in *2021 International Conference on Intelligent Technology, System and Service for Internet of Everything (ITSS-IoE)*, Sana'a, Yemen: IEEE, Nov. 2021, pp. 1–5. doi: 10.1109/ITSS-IoE53029.2021.9615298.
- [9] T. Kalavathi Devi, M. Madhan Mohan, K. N. Baluprithviraj, V. Poojashri, A. Swetha, and P. Vasuki, "IOT Based Moisture Measurement and Conveyor Belt Monitoring in Yarn Mill," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2325, no. 1, p. 012009, Aug. 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2325/1/012009.

- 
- [10] J. Fat, J. Ananda Halim, and Y. Calvinus, "Rancangan Kendali Konveyor Otomatis Berbasis Arduino dan Monitoring Melalui Aplikasi Android untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Produksi," *J. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 81–88, Feb. 2021, doi: 10.59188/jurnalsostech.v1i2.27.
- [11] X. Chen, X. Cai, Y. Zhou, and Z. Hao, "Development of data monitoring application based on IoT," *Clust. Comput.*, vol. 23, no. 3, pp. 1659–1667, Sep. 2020, doi: 10.1007/s10586-020-03111-4.
- [12] M. Olsson, "A Comparison of Performance and Looks Between Flutter and Native Applications".
- [13] D. Parida, A. Behera, J. K. Naik, S. Pattanaik, and R. S. Nanda, "Real-time Environment Monitoring System using ESP8266 and ThingSpeak on Internet of Things Platform," in *2019 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICCS)*, Madurai, India: IEEE, May 2019, pp. 225–229. doi: 10.1109/ICCS45141.2019.9065451.
- [14] N. Tewari, N. Deepak, M. Joshi, and J. S. Bhatt, "Comparative Study of IoT Development Boards in 2021: Choosing right Hardware for IoT Projects," in *2021 2nd International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)*, London, United Kingdom: IEEE, Apr. 2021, pp. 357–361. doi: 10.1109/ICIEM51511.2021.9445290.
- [15] N. S. Mitu, V. T. Vassilev, and M. Tabany, "Low Cost, Easy-to-Use, IoT and Cloud-Based Real-Time Environment Monitoring System Using ESP8266 Microcontroller," vol. 6, 2021.
- [16] R. P. Sari and S. Rahmayuda, "IMPLEMENTASI FRAMEWORK FLUTTER PADA SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN MASJID (Studi Kasus: Masjid di Kota Pontianak)," vol. 10, no. 01, 2022.
- [17] A. Fakhruddin, M. F. Amrulloh, S. Kom, M. Kom, and T. Inofrmatika, "PENERAPAN FIREBASE REALTIME DATABASE SEBAGAI MONITORING KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)".