

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Smart factories dan otomasi merupakan dua faktor utama dalam revolusi industri 4.0. Banyak pabrik mulai mengadopsi prinsip revolusi industri 4.0 dan diprediksi akan meningkatkan laju produksi secara signifikan (Keek dkk., 2021). Laju produksi yang tinggi tidak akan efisien tanpa disertai kemampuan konveyor untuk mengatasi volume produksi yang besar. Terlebih lagi, pada tahun 2023 jumlah penggunaan *e-commerce* di Indonesia mencapai 58,63 juta pengguna dan diproyeksikan akan terus bertambah hingga mencapai 99,1 juta pengguna pada tahun 2029 (Kementerian Perdagangan, 2024). Hal ini membuat diperlukannya efisiensi logistik untuk menunjang hal tersebut.

Saat ini telah banyak teknologi yang dikembangkan untuk membantu proses industri seperti *Automated guided vehicles* (Verma dkk., 2024), dan *robotics arm* dengan belt konveyor (Fadhil Mohammed dkk., 2024). Konveyor menjadi pilihan ketika akan mendistribusikan barang atau material dari satu tempat ke tempat lain secara otomatis. Roller dan belt konveyor adalah jenis konveyor yang paling umum ditemukan pada skala industri. Penggunaan konveyor jenis ini diperlukan penentuan awal untuk menetapkan rute distribusi barang. Adapun kekurangannya adalah keterbatasan dalam mengatur rute distribusi barang secara beragam, sehingga membuatnya kurang fleksibel. Salah satu inovasi yang dibuat untuk mengatasi kekurangan dari konveyor tersebut adalah sistem *omnidirectional cellular conveyor* (Zaman dan Wu, 2023).

Sistem *omnidirectional cellular conveyor* merupakan sistem konveyor yang dapat menggerakkan barang menuju segala arah, termasuk bergerak secara diagonal. Sistem ini dapat diaplikasikan di industri manufaktur dan industri logistik (Zaman dan Wu, 2023). Adapun kelebihan dari sistem tersebut antara lain kemampuan untuk klasifikasi dan sorting barang (Salazar dkk., 2019), peningkatan efisiensi dalam proses penanganan material (Youssef dkk., 2022), dan kemampuan untuk mengonfigurasi ulang rute secara fleksibel (Firvida dkk., 2018)

Omnidirectional cellular conveyor merupakan solusi untuk menangani sistem material yang memberikan adaptabilitas yang tinggi dan efisiensi operasional, terutama pada lingkungan yang memerlukan penanganan material yang kompleks dan dinamis (Kautsar dkk., 2024). Penggunaan algoritma untuk *path planning* pada *omnidirectional cellular conveyor* sangat diperlukan agar menghasilkan rute distribusi barang yang efisien dan efektif. Selain itu, penggunaan algoritma seperti *Reinforcement Learning* dapat menghindari terjadinya tabrakan antar paket dan sekaligus mampu menyorting paket tanpa menggunakan konvensional control (Zaher dkk., 2022).

Penelitian terkait pengembangan algoritma *path planning* pada *3-wheeled omnidirectional cellular conveyor* telah beberapa kali dilakukan. Salah satunya ialah penelitian yang dilakukan oleh Zaher *et al* (Zaher dkk., 2022), penelitian ini membahas mengenai *path planning* dan penyortiran barang menggunakan algoritma *Reinforcement Learning* (RL) seperti *Q-Learning*, *Double Q-Learning*, *Deep Q-Learning*, dan *Double Deep Q-Learning* pada *3-wheeled hexagonal omnidirectional cellular conveyor*. Penelitian terkait pengembangan algoritma *path planning* pada *4-wheeled omnidirectional cellular conveyor* telah dilakukan oleh Kautsar *et al* (Kautsar dkk., 2024), penelitian tersebut membandingkan beberapa algoritma yang digunakan dalam *path planning* berbasis *Reinforcement Learning* (RL), seperti *classic Q-Learning* (CQL) dan *Action Restrictions Q-Learning* (ARQL), agar mengetahui algoritma yang optimal untuk *path planning*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa algoritma ARQL menghasilkan performa *path planning* yang lebih optimal daripada algoritma RL yang lain dengan waktu komputasi sebesar 100 ms. Penelitian yang dilakukan oleh Sun *et al* (Sun dkk., 2019) mendesain *3-wheeled omnidirectional cellular conveyor* dengan menggunakan *linear route planning* dan algoritma Dijkstra untuk *path planning*. Akan tetapi penelitian tersebut hanya melakukan simulasi menggunakan Webots simulator untuk memverifikasi performa dari *omnidirectional cellular conveyor* dan belum melakukan uji coba menggunakan prototipe fisik. Disisi lain, masih belum ada penelitian yang membahas terkait pengembangan algoritma Dijkstra untuk *path planning* pada *4-wheeled omnidirectional cellular conveyor*. Oleh sebab

itu, penelitian ini akan membahas mengenai *path planning* berbasis algoritma Dijkstra yang diimplementasikan pada prototipe fisik sistem *4-wheeled omnidirectional cellular conveyor*. Sistem konveyor yang dirancang dalam penelitian ini menggunakan *centralized control system* dengan Raspberry Pi sebagai unit pengontrol terpusat. Protokol komunikasi I²C digunakan untuk berkomunikasi antara Raspberry Pi dengan seluruh unit konveyor dalam sistem tersebut. Sistem ini nantinya akan secara otomatis menghasilkan rute distribusi yang optimal berdasarkan *entry gate* dan *exit gate* yang telah ditentukan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengembangan algoritma *path planning* pada *4-wheeled omnidirectional cellular conveyor*, sehingga dapat menjadi bahan acuan bagi pengembangan sistem konveyor tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka didapat rumusan masalah dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu bagaimana performansi algoritma Dijkstra untuk *path planning* pada *4-wheeled omnidirectional cellular conveyor*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka diperoleh tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui performansi dari algoritma Dijkstra untuk *path planning* pada *4-wheeled omnidirectional cellular conveyor*.

1.4 Manfaat

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat berupa referensi dalam hasil performansi serta implementasi algoritma Dijkstra untuk *path planning* pada *4-wheeled omnidirectional cellular conveyor*.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar pembahasan tidak keluar dari lingkup yang ditentukan, Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

- 1) Bentuk dari barang yang digerakan adalah berbentuk box dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
- 2) Bidang konveyor yang diuji rata 0 derajat terhadap lantai.
- 3) Pengujian tidak membahas mengenai tabrakan antar paket.

- 4) Pengujian sistem baik simulasi maupun aktual hanya menggunakan satu *entry gate* dan satu *exit gate*.