

Pendampingan Pengembangan Prototype Automated Guided Vehicles untuk Sektor Pergudangan pada PT Stechoq Robotika Indonesia

Anugrah K. Pamosoaji^{1*}, Feri Febria Laksana², Mochamad Syamsiro³, Fadmi Rina⁴, Djoko Budiyanto Setyohadi⁵, Abdulloh Badruzzaman⁶, Irwan Novianto⁷, Nur Azmi Ainur Bashir⁸, Septian Rico Hernawan⁹, Zulkhairi¹⁰, Bayu Megaprastio¹¹, Malik Khidir¹², Rico Setiono Bayu Saputra¹³

Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44, Depok, Sleman, Yogyakarta^{1,5}

Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta, Jl. Lowanu, 47 Sorosutan, Umbulharjo, Yogyakarta 55162^{2,4,6,7,8,9,10}

Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57 Yogyakarta¹¹

PT Stechoq Robotika Indonesia, Jalan Belimbing A17, Perumahan Sidoarum Blok II, Godean, Sleman, Yogyakarta 55564^{12,13}

Email: anugrah.pamosoaji@uajy.ac.id

Received 22 Mei 2023; Revised -; Accepted for Publication 26 Mei 2023; Published 08 Juni 2023

Abstract — This paper presents research and development assistance activities for Small Medium Enterprise (SME) partner, namely PT Stechoq Robotika Indonesia. The activities carried out aim to produce a prototype of Automated Guided Vehicles (AGV). This activity was carried out through the collaboration of three tertiary institutions, namely Nahdlatul Ulama University Yogyakarta (UNU), Atma Jaya University Yogyakarta (UAJY), and Janabadra University Yogyakarta (UJB). From this activity, the AGV prototype design was produced which is capable of carrying goods in large quantities.

Keywords — research and development, automated guided vehicle (AGV), efficiency of the warehousing system.

Abstrak— Paper ini mempresentasikan kegiatan pendampingan *research and development* kepada mitra UKM yaitu PT Stechoq Robotika Indonesia. Kegiatan yang dilakukan bertujuan menghasilkan prototype Automated Guided Vehicles (AGV). Kegiatan ini dilakukan melalui kerjasama tiga perguruan tinggi, yaitu Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta (UNU), Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY), dan Universitas Janabadra Yogyakarta (UJB). Dari kegiatan ini dihasilkan desain prototype AGV yang mampu membawa barang dalam jumlah besar.

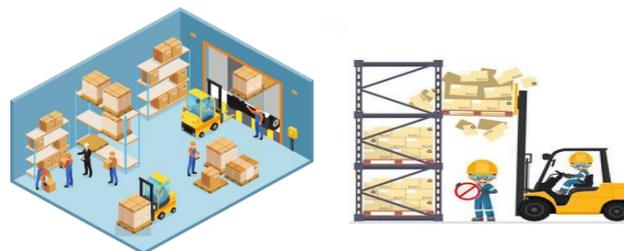
Kata Kunci—*research and development, automated guided vehicle (AGV), efisiensi sistem pergudangan.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan akan otomasi di industri logistik semakin mendesak. Hal ini disebabkan karena kebutuhan akan efisiensi dalam bidang industri yang menentukan *competitiveness* perusahaan-perusahaan pelaku industri. Secara spesifik dalam area pergudangan, kebutuhan akan efisiensi bongkar muat meningkat[1]. Oleh karena itu penerapan teknologi tinggi sudah mendesak untuk dilakukan. Sistem penyimpanan dan pengambilan otomatis dapat meningkatkan akurasi pesanan hingga 90-99%. Selain itu, kecenderungan pasar saat ini mensyaratkan adanya pengiriman yang lebih cepat. Oleh karena itu, industri logistik yang terotomatisasi dapat lebih bermanfaat jika dibandingkan dengan operasi bisnis tradisional. Apapun jenis industrinya, logistik dan transportasi memainkan peran utama dalam meningkatkan produktivitas bisnis. Oleh karena itu otomisasi menjadi wajib di sektor tersebut.

Berbagai data menunjukkan potensi besar dari otomisasi (automation). Dilihat dari biaya, proses rantai



Gambar 1. Permasalahan pada AGV manual.

pasok yang telah mengimplementasikan otomisasi umumnya memiliki total biaya sekitar 15%, kurang dari 50% kepemilikan persediaan, dan siklus cash to cash yang lebih cepat hampir tiga kali dibandingkan dengan proses supply chain yang tidak melakukan otomisasi.

Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1, masalah yang dihadapi gudang terletak pada pemindahan barang yang dilakukan secara manual. Dampak negatif dari cara ini adalah tingginya potensi kerugian dari berbagai aspek sebagai berikut: tingginya tingkat kecelakaan kerja; berkurangnya profit yang disebabkan potensi meningkatnya tingkat klaim kesehatan pekerja dan klaim kerusakan barang; produktivitas menurun saat terjadi kecelakaan kerja; dan tertundanya frekuensi pengangkutan.

Untuk mengatasi permasalahan pada Gambar 1, maka diusulkan untuk membuat desain *Automatic Guided Vehicle* (AGV) yang dilengkapi dengan sistem navigasi berbasis sensor LiDAR. Adapun dampak dari penggunaan inovasi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi risiko kecelakaan kerja: Dengan menggunakan AGV dan Sensor LiDAR, dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja karena tidak memerlukan tenaga kerja manusia dalam proses produksi.

2. Meningkatkan efisiensi produksi: Penggunaan AGV dan Sensor LiDAR dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan mempercepat proses produksi dan mengurangi biaya operasional.

3. Meningkatkan kualitas produk: AGV dan Sensor LiDAR dapat membantu mengurangi kesalahan produksi dan meningkatkan kualitas produk.

Kegiatan pendampingan ini berdampak pada pencapaian IKU Perguruan Tinggi, diantaranya:

1. Jumlah alumni yang mendapat pekerjaan yang layak (IKU1).
2. Jumlah mahasiswa yang mendapat pengalaman maksimal 20 SKS di luar kampus (IKU2).
3. Jumlah dosen yang berkegiatan Tri Dharma di Luar Kampus (IKU3).
4. Hasil Kerja Dosen Digunakan oleh Masyarakat (IKU5).
5. Program Studi yang melaksanakan kerja sama dengan mitra untuk menyempurnakan program studi (IKU6).

B. Profil Mitra (PT Stechoq)

PT Stechoq Robotika Indonesia adalah sebuah perusahaan *research and development* yang memproduksi berbagai peralatan elektronik yang mendukung berbagai macam instansi/perusahaan yang berbasis teknologi. Perusahaan ini berkantor di Jl. Belimbing A17, Perum. Sidoarum Blok II, Sleman, 55564. Perusahaan ini melakukan *research and development* berbagai macam *device*, seperti ICU ventilator, mini-plan production systems, *digital control systems*, dan berbagai alat peraga pendidikan. Misi utama perusahaan ini adalah menjadi perusahaan riset & manufaktur terkemuka yang berkomitmen untuk mengembangkan teknologi tepat guna dan menghasilkan inovasi produk berkualitas global yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tingkat komponen dalam negeri menuju Indonesia yang maju. Selain itu PT Stechoq memiliki misi juga untuk menjadi perusahaan terkemuka yang berkomitmen untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan mengembangkan UMKM dalam rangka mewujudkan masyarakat Indonesia yang lebih berkualitas dan berdaya saing tinggi untuk mendorong terwujudnya Indonesia yang maju.

PT Stechoq Robotika Indonesia saat ini sedang melakukan penelitian untuk desain *Autonomous Guided Vehicle (AGV)* untuk diimplementasi ke gudang skala besar. AGV yang dirancang diharapkan memiliki kemampuan untuk membawa barang/material dalam jumlah yang besar. Dalam hal ini PT Stechoq membutuhkan pendampingan dari perguruan tinggi untuk landasan keilmuannya.

C. Profil Perguruan Tinggi

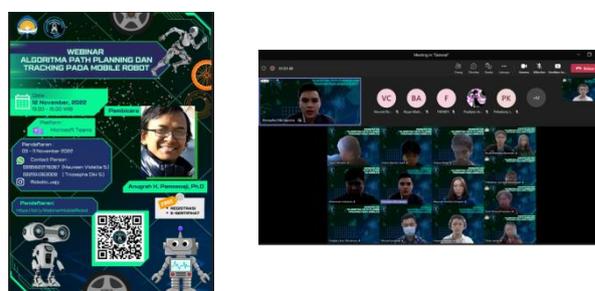
Perguruan tinggi yang terlibat dalam pendampingan di PT Stechoq Robotika Indonesia diantaranya adalah Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta (UNU), Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY), dan Universitas Janabadra Yogyakarta (UJB). Adapun pendampingan yang dilakukan antara lain desain perangkat keras (UJB), desain rangkaian elektronik (UNU), dan pemodelan simulasi robotika (UAJY).

II. METODE PENGABDIAN

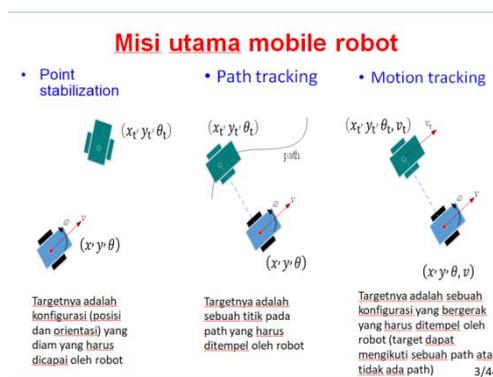
Pengabdian kepada masyarakat dilakukan dengan melakukan pendampingan keilmuan di bidang robotika,



Gambar 2. Beberapa seri webinar robotika oleh Kelompok Studi Robotika UAJY sejak 2021.



Gambar 3. Poster acara dan *screen shot* webinar robotika oleh Kelompok Studi Robotika UAJY.



Gambar 4. Contoh slide pada workshop robotika Kelompok Studi Robotika UAJY.

komputer, dan elektronika ke mitra produsen. Pendampingan keilmuan sendiri dilakukan ke dalam dua tahap, yaitu pendampingan berupa *workshop* robotika, dan pendampingan teknologi elektrikal dan mekanikal yang dilakukan oleh Universitas Nahdlatul Ulama (UNU) Yogyakarta dan Universitas Janabadra (UJB) Yogyakarta. yang diadakan oleh Kelompok Studi Robotika Universitas Atma Jaya Yogyakarta (KSR-UAJY) yang rutin diadakan di setiap semester sejak

tahun 2021. Beberapa seri webinar robotika dan kegiatannya diperlihatkan pada Gambar 2-4.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain AGV yang dihasilkan adalah sebagai berikut. Pada Gambar 2, terlihat AGV dengan sensor LiDAR yang terpasang di atasnya. Sensor LiDAR akan memindai



Gambar 5. Desain AGV yang dihasilkan.

lingkungan sekitarnya dan memberikan informasi yang akurat tentang posisi kendaraan dan rintangan di sekitarnya. Hal ini akan memungkinkan AGV untuk bergerak dengan aman dan menghindari rintangan tanpa perlu intervensi dari manusia.

Dengan memanfaatkan inovasi ini, diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dan produktivitas di lingkungan industri secara signifikan, serta membantu mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi.

Konsep AGV ini menggunakan algoritma artificial navigation function yang dapat diterapkan pada berbagai jenis vehicle, termasuk AGV [2]-[3]. Metode navigasi AGV trackless menggunakan algoritma artificial navigation function akan menjadi salah satu inovasi dalam pengendalian gerak AGV. Algoritma ini menggunakan informasi koordinat AGV, koordinat goal point, dan koordinat obyek-obyek penghalang di sekitar AGV. Keunggulan algoritma ini adalah analisisnya yang menggunakan pendekatan stabilitas sistem dinamik, sehingga ketepatan AGV untuk mencapai goal point-nya dapat terjamin. Informasi obyek penghalang ini dapat diperoleh dengan dukungan sensor LiDAR untuk memandu pergerakan secara otonom dan menghindari halang rintang. Sedangkan informasi koordinat AGV menggunakan sensor lokalisasi.

Luaran dari program ini adalah sebuah prototype AGV yang menggunakan sensor LIDAR sebagai navigasinya dan menggunakan metode algoritma artificial navigation function sebagai kendali pergerakan AGV, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5. Produk AGV sudah diuji untuk digunakan di Industri sebagai alat untuk pengiriman bahan raw material. Model AGV ini mirip dengan model trailer, di mana AGV berperan sebagai *head* dan barang yang ditarik sebagai *tail*[4].

Berdasarkan Gambar 6 pembuatan AGV direncanakan dilakukan dalam dua tahap, dengan masing-masing tahap berdurasi satu tahun. Pada tahun pertama, kegiatan lebih diarahkan pada pembuatan single AGV yang memiliki

kemampuan navigasi (trajectory planning dan tracking control) dan kemampuan menghindari tabrakan dengan obstacles. Lebih detailnya setiap tahap ini dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 6. Visi ke depan penelitian dan pengabdian untuk implementasi AGV.

A. Tahap 1 (Tahun ke-1)

Trajectory Planning

Trajectory planning adalah algoritma yang digunakan untuk menghasilkan waypoints pada jalur-jalur yang available untuk dilewati. Waypoints ini dibutuhkan sebagai titik-titik tujuan sementara AGV yang memudahkan AGV untuk bergerak menuju koordinat yang diinginkan. Algoritma yang digunakan untuk trajectory adalah dari kelas sampled-based planning, yaitu Probabilistic Roadmap Planning (PRM).

Trajectory Tracking (Trackless AGV)

Trajectory tracking adalah algoritma yang diterapkan pada program pengendali AGV untuk mengendalikan gerakan AGV dari titik start ke titik akhir melalui waypoints yang telah di-generate oleh trajectory planner [5]-[8]. Karena pada algoritma ini tidak diperlukan line track seperti implementasi AGV pada umumnya, maka konsep ini disebut juga trackless AGV.

Konsep trackless AGV ini akan menggunakan algoritma artificial navigation function yang dapat diterapkan pada berbagai jenis vehicle, termasuk AGV. Algoritma ini menggunakan informasi koordinat AGV, koordinat goal point, dan koordinat obyek-obyek penghalang di sekitar AGV. Keunggulan algoritma ini adalah analisisnya yang menggunakan pendekatan stabilitas sistem dinamik, sehingga ketepatan AGV untuk mencapai goal point-nya dapat terjamin.

Collision Avoidance

Collision avoidance adalah fitur gerakan yang mengendalikan AGV untuk menghindari obyek penghalang yang menghalangi jalurnya. Informasi obyek penghalang ini dapat diperoleh dengan dukungan sensor LiDAR [9]-[10].

B. Tahap 2 (Tahun ke-2)

Implementasi Sistem Komunikasi antar AGV

Sistem komunikasi adalah komponen paling penting untuk mewujudkan sebuah sistem multi-AGV. Dengan adanya sistem komunikasi maka transfer informasi antar AGV maupun AGV dan command center dapat terwujud. Untuk

penerapan di indoor akan digunakan wireless Local Area Network (LAN).

Koordinasi pada Sistem Multi AGV

Setelah sistem komunikasi antar AGV terwujud, langkah selanjutnya adalah menerapkan sistem koordinasi multi AGV. Koordinasi ini akan diatur oleh sebuah command center. Command center bertugas mengumpulkan request load-unload barang dan kemudian membuat task assignment kepada setiap AGV.

Implementasi Multi AGV

Multi AGV trajectory planning dan tracking pada dasarnya merupakan kolaborasi antar AGV yang konstruksi dan pengendalinya sudah diselesaikan pada tahap 1. Yang menjadi fokus pada kegiatan ini adalah penambahan modul komunikasi antar AGV dan command center-to-AGV. Target kegiatan ini adalah memastikan bahwa koordinasi pembagian tugas dari command center ke setiap AGV menjadi lebih efektif dan efisien.

IV. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk mendampingi kegiatan *research and development* yang dilakukan oleh PT. Stechoq Robotika Indonesia dalam mengembangkan *prototype Automated Guided Vehicles* (AGV) untuk meningkatkan efisiensi sistem pergudangan dalam industri. Pendampingan ini dilakukan melalui kolaborasi tiga perguruan tinggi, yaitu Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta (UNU), Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY), dan Universitas Janabadra Yogyakarta (UJB) dengan membawa kepakaran dari masing-masing universitas, yaitu kepakaran mekanik, elektrik, dan robotika. Kegiatan ini berhasil melakukan pelatihan dan perancangan *prototype* AGV yang mampu membawa barang dalam jumlah besar dalam sekali tarik. Untuk kegiatan selanjutnya, proses pendampingan akan menyoar pada proses navigasi AGV tunggal dan multi-AGV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Li, R. Huang, dan J. Dai, "Joint Optimisation of Order Batching and Picker Routing in the Online Retailer's Warehouse in China", *International Journal of Production Research*, vol. 55, no. 2, 2017.
- [2] A. Widyotriatmo, A. K. Pamosoaji, dan K.-S. Hong, "Control Architecture of an Autonomous Material Handling Vehicle," *International Journal of Artificial Intelligence*, vol. 10, no. S13, pp. 139-153, 2013.
- [3] A. K. Pamosoaji, "A Distance-Reduction Trajectory Tracking Control Algorithm for a Rear-Steered AGV," *Computer Engineering and Applications*, vol. 7, no. 2, pp. 75-90, 2018.
- [4] A. Widyotriatmo, Y. Y. Nazarudin, M. R. F. Putranto, dan R. Ardhi, "Forward and Backward Motions Path Following Controls of a Truck-Trailer with References on the Head-Truck and on the Trailer", *ISA Transactions*, vol. 105, pp. 349-366, 2020.
- [5] A. K. Pamosoaji, P. Mingxu, and K.-S. Hong, "PSO-Based Minimum-Time Motion Planning for Multiple-Vehicle Systems Considering Acceleration and Velocity Limitations", *International Journal of Control, Automation, and Systems*, vol. 17, no. 10, pp. 2610-2623, 2019.
- [6] S. Nuryadi, R. Mardhiyyah, B. A. Pratama, and Z. Zulkhairi, "Hexacopter Drones for Fertilizer Sowing in the Agricultural Sector Using the Global Positioning System (GPS)," *International Journal of Engineering, Technology, and Natural Sciences*, vol. 3, no. 2, 2021.
- [7] H. Martinez-Barbera, dan D. Herrero-Perez, "Autonomous Navigation of an Automated Guided Vehicle in Industrial Environments", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 26, pp. 296-311, 2010.
- [8] A. Ferrara and C. Vecchio, "Collision Avoidance Strategies and Coordinated Control of Passenger Vehicles", *Nonlinear Dynamics*, vol. 49, pp. 475-492, 2007.
- [9] C. Vrohidis, P. Vlantis, C. P. Bechlioulis, dan K. J. Kyriakopoulos, "Reconfigurable Multi-Robot Coordination with Guaranteed Convergence in Obstacle Cluttered Environments under Local Communication", *Autonomous Robots*, vol. 42, pp. 853-873, 2018.
- [10] A. Chakravarthy dan D. Ghose, "Generalization of the Collision Cone Approach for Motion Safety in 3-D Environments", *Autonomous Robots*, vol. 32, pp. 243-266, 2012.