

Implementasi Robotika pada Proses *Palletizing* di Lini Inkje Retra PT. XYX

Shintya Muharramah¹

Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta
muharramahs@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada peningkatan efisiensi produksi melalui implementasi sistem robotika pada proses penataan pallet produk inkje retra di PT. XYX. Sebagai perusahaan manufaktur yang terus berkembang, PT. XYX menghadapi tantangan berupa peningkatan biaya tenaga kerja setiap tahun. Kondisi ini mendorong perusahaan untuk mencari strategi efisiensi yang lebih inovatif melalui penerapan teknologi otomatisasi. Lini produksi inkje retra dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki komposisi tenaga kerja yang cukup besar, yaitu sekitar 61%, sehingga berpotensi memberikan penghematan biaya yang signifikan apabila dilakukan optimalisasi proses. Saat ini proses penataan pallet masih dilakukan secara manual oleh operator, yang menyebabkan tingginya penggunaan tenaga kerja, waktu siklus produksi yang relatif lama, serta potensi risiko ergonomi akibat pekerjaan yang bersifat repetitif. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi penataan pallet menggunakan robot industri guna mengurangi kebutuhan tenaga kerja hingga 33,33% serta meningkatkan efisiensi waktu siklus produksi hingga 0,96%. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menghitung estimasi penghematan biaya tahunan serta meningkatkan keselamatan kerja dan konsistensi kualitas proses produksi. Metode penelitian dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses kerja manual, pengukuran waktu siklus produksi, serta analisis data produksi dan biaya operasional untuk mendukung perhitungan kelayakan investasi. Tahapan penelitian meliputi analisis proses manual menggunakan prinsip ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify*), perancangan sistem otomatisasi, serta simulasi perangkat lunak untuk mengoptimalkan jalur gerak robot dan pola penataan pallet. Sistem yang dirancang menggunakan dua unit robot Yaskawa HC30PL dengan berat angkat maksimal 30 kg yang dilengkapi *vacuum gripper*, sistem *vision*, dan kontroler PLC.

Kata Kunci: Otomatisasi, Robotika, *Palletizing*, Efisiensi Produksi, ECRS

ABSTRACT

This research focuses on improving production efficiency through the implementation of a robotics system in the palletizing process of inkje retra products at PT. XYX. As a growing manufacturing company, PT. XYX faces the challenge of increasing labor costs every year. This condition encourages the company to seek more innovative efficiency strategies through the implementation of automation technology. The inkje retra production line was chosen as the object of research because it has a fairly large workforce composition, which is around 61%, so it has the potential to provide significant cost savings if the process is optimized. Currently, the palletizing process is still carried out manually by operators, which results in high labor usage, relatively long production cycle times, and potential ergonomic risks due to repetitive work. The purpose of this research is to design and implement a palletizing automation system using industrial robots to reduce labor requirements by up to 33.33% and increase production cycle time efficiency by up to 0.96%. In addition, this research also aims

to calculate the estimated annual cost savings and improve work safety and quality consistency of the production process. The research method was carried out through direct observation of manual work processes, measurement of production cycle time, and analysis of production data and operational costs to support the calculation of investment feasibility or Return on Investment (ROI). The research stages included manual process analysis using the ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) principle, automation system design, and software simulation to optimize robot motion paths and palletizing patterns. The designed system uses two Yaskawa HC30PL robot units with a payload of 30 kg equipped with a vacuum gripper, a vision system, and a PLC controller.

Keyword: Automation, Robotics, Palletizing, Production Efficiency, ECRS

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi industri mendorong perusahaan manufaktur untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas melalui penerapan sistem otomatisasi. Salah satu penerapan teknologi tersebut adalah penggunaan robot industri dalam proses produksi. Otomatisasi tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual serta meningkatkan keselamatan kerja. PT. XYX merupakan perusahaan manufaktur yang memiliki beberapa lini produksi, salah satunya adalah lini produksi inkje retra. Berdasarkan data internal perusahaan, proses *palletizing* pada lini tersebut masih dilakukan secara manual dengan keterlibatan tenaga kerja yang cukup besar. Kondisi ini menyebabkan waktu siklus yang relatif lama serta potensi risiko ergonomi bagi operator. Selain itu, komposisi tenaga kerja pada lini ini mencapai sekitar 61%, sehingga memiliki potensi besar untuk dilakukan optimalisasi melalui otomatisasi proses produksi. Seiring dengan perkembangan konsep Industri 4.0, integrasi robot industri dalam proses produksi menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi operasional. Robot *palletizing* dapat bekerja secara konsisten, cepat, dan presisi dalam proses penanganan produk, sehingga mampu meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi kesalahan manusia. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi robot *palletizing* pada lini produksi inkje retra di PT. XYX. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kebutuhan tenaga kerja manual, serta meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan industri.

METODE PENELITIAN

1. Observasi Lapangan

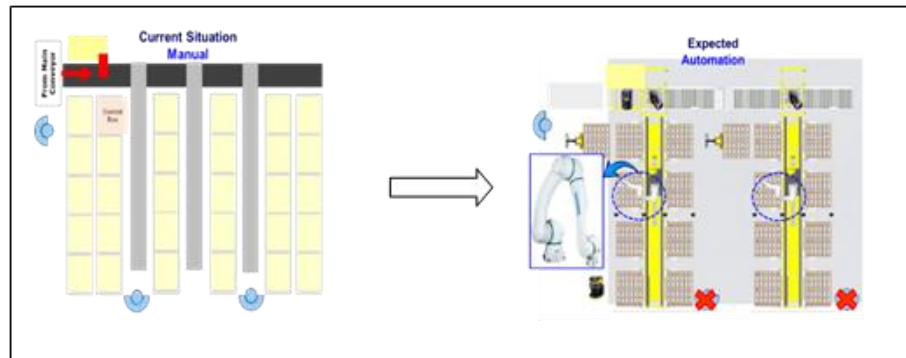
Observasi dilakukan secara langsung pada lini produksi penataan pallet inkje retra untuk memahami alur kerja proses manual. Pada tahap ini dilakukan dokumentasi terhadap aktivitas operator, peralatan yang digunakan, serta urutan proses penataan pallet.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi waktu siklus proses manual, jumlah tenaga kerja yang terlibat, serta karakteristik produk yang akan di tata pada pallet. Pengukuran waktu siklus dilakukan menggunakan alat ukur waktu untuk memperoleh nilai rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam satu siklus kerja.

3. Analisis Proses Menggunakan Metode ECRS

Analisis proses dilakukan menggunakan prinsip ECRS yang terdiri dari menghilangkan, mengkombinasikan, menggabungkan, dan menyederhanakan. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah serta menentukan peluang perbaikan dalam proses produksi.



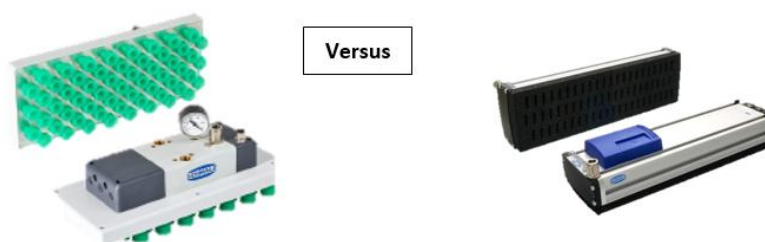
Gambar. 1 Analisa Proses

4. Perancangan Sistem Otomatisasi

Perancangan sistem otomatisasi dilakukan dengan menentukan spesifikasi robot yang sesuai dengan kebutuhan proses penataan pallet. Sistem dirancang menggunakan dua unit robot Yaskawa HC30PL dengan berat angkat maksimal 30 kg dengan jangkauan 1,7 meter dan EPSON C-12 6 Axis dengan berat angkat maksimal 12 kg dengan jangkauan 1.4 meter serta perancangan *vacuum gripper* dan *vacuum foam* serta sistem visi untuk mendeteksi posisi produk.



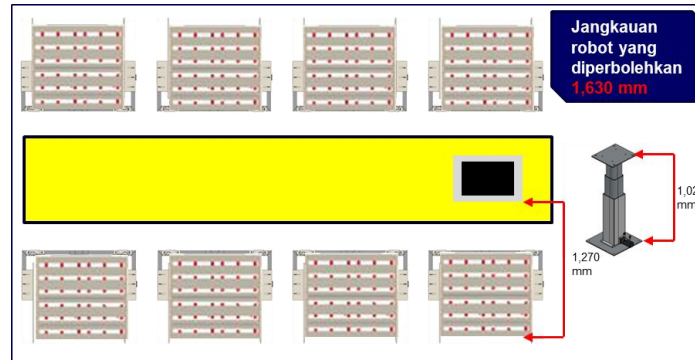
Gambar. 3 Robot yang Akan digunakan



Gambar. 2 Vacuum yang Akan digunakan

5. Simulasi dan Implementasi

Simulasi sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak untuk memverifikasi desain serta mengoptimalkan jalur gerak robot. Setelah tahap simulasi, sistem diimplementasikan pada area kerja dengan melakukan kalibrasi, pengujian performa, serta evaluasi sistem keamanan.



Gambar. 4 Simulasi Implementasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *palletizing* manual memiliki waktu siklus rata-rata sekitar 62 detik untuk satu siklus kerja. Waktu ini diperoleh dari beberapa kali pengukuran yang dilakukan pada operator selama proses produksi berlangsung. Berdasarkan analisis proses menggunakan metode ECRS, ditemukan beberapa aktivitas yang tidak efisien seperti gerakan operator yang berulang, waktu tunggu dalam proses pengambilan produk, serta keterbatasan kecepatan kerja manual. Oleh karena itu, dirancang sistem otomatisasi menggunakan robot *palletizing* untuk meningkatkan efisiensi proses. Implementasi robot *palletizing* memungkinkan proses penanganan produk dilakukan secara otomatis dengan tingkat presisi yang lebih tinggi. Sistem ini dilengkapi dengan vacuum gripper untuk mengambil produk serta sistem visi yang berfungsi untuk mendeteksi posisi dan orientasi kotak produk. Dalam tahap pengujian sistem, dilakukan percobaan sebanyak 100 kali untuk mengevaluasi performa robot dalam proses pengambilan dan penempatan produk. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 85% pada tahap awal, sedangkan 15% kegagalan terjadi akibat posisi kotak yang tidak konsisten sehingga kamera tidak dapat membaca label produk.

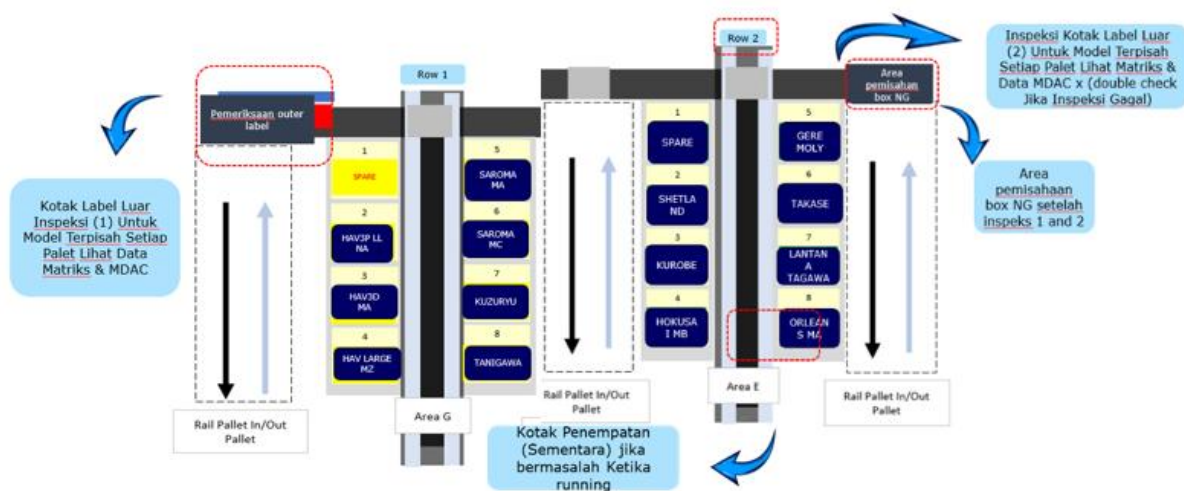
Table. 1 Tools yang Terpilih

Komponen	Pilihan	Alasan Ringkas	Keputusan	Keterangan
Robot	Yaskawa HC30PL	Payload & reach memenuhi; safety komplit; integrasi kuat	Terpilih	
Robot	Epson C12	Payload/reach tidak memenuhi beban puncak & area	Tidak terpilih	
Vacuum	Vacuum Foam	Grip stabil untuk variasi box & segel; downtime rendah	Terpilih	

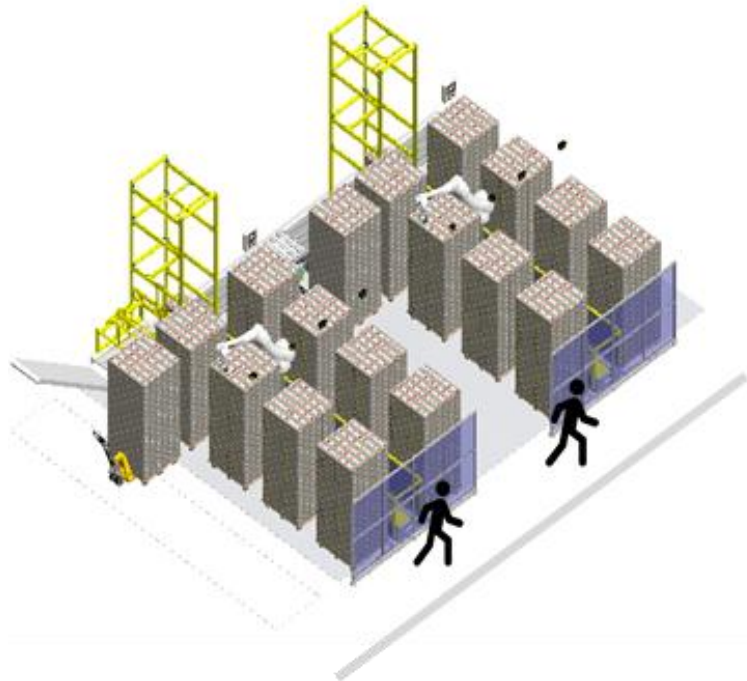
Table. 2 Lanjutan Table Tools yang Terpilih

Komponen	Pilihan	Alasan Ringkas	Keputusan	Keterangan
Vacuum	Vacuum Pad	Pad cepat aus; kurang stabil pada permukaan tidak rata	Tidak terpilih	
Kamera	Keyence 2D Vision	Cukup untuk pola palletizing; integrasi mudah; sinkron dengan target siklus	Terpilih	

Setelah dilakukan perbaikan dengan memberikan instruksi kerja kepada operator serta penyesuaian mekanisme reposisi kotak, tingkat keberhasilan sistem meningkat dan mampu mencapai target kinerja yang diharapkan. Selain meningkatkan efisiensi produksi, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur keselamatan seperti sensor torsi, light curtain, dan sistem penghentian darurat untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja.



Gambar. 5 Pemetaan Proses



Gambar. 6 Desain Keseluruhan

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi sistem robotika pada proses palletizing di lini produksi inkjet retra PT. XYX memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional perusahaan. Penerapan robot industri mampu mengurangi kebutuhan tenaga kerja hingga 33,33%, sehingga menurunkan biaya tenaga kerja tahunan yang sebelumnya cukup tinggi. Selain itu, otomatisasi juga meningkatkan efisiensi waktu siklus dari 62 detik menjadi 60 detik per box, yang memberikan penghematan biaya operasional dan meningkatkan kapasitas produksi.

Dari aspek keselamatan dan ergonomi, penggunaan robot palletizing mengurangi risiko cedera akibat aktivitas pengangkatan beban secara berulang, sehingga mendukung penerapan standar keselamatan kerja yang lebih baik. Sistem otomatisasi juga menghasilkan susunan produk yang lebih presisi dan konsisten, sehingga meningkatkan kualitas produk dan mengurangi potensi kerusakan selama distribusi.

Analisis finansial menunjukkan bahwa investasi pada sistem robot palletizing tergolong layak secara ekonomi, dengan periode pengembalian investasi sekitar 22,9 bulan. Secara keseluruhan, implementasi sistem robotika tidak hanya memberikan penghematan biaya, tetapi juga meningkatkan produktivitas, keselamatan kerja, serta kualitas proses produksi. Oleh karena itu, sistem otomatisasi palletizing dapat menjadi solusi efektif bagi PT. XYX dalam meningkatkan daya saing industri di era otomatisasi dan Industri 4.0.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian Indra et al. 2021. Robot Manipulator Control with Inverse Kinematics PD-Pseudoinverse Jacobian and Forward Kinematics Denavit Hartenberg. 21(1):8–18. doi: 10.14203/jet.v21.8-18.
- Craig, John J. 1955. Introduction To Robotics, Mechanics And Control, 2Nd Ed - John J Craig, Addison Wesley.Pdf.
- Demiralay, Yuksel Degirmencioglu, and Yakup Kara. 2025. A Cost-Effective Balancing Model for Human-Robot Collaborative Assembly Lines. *Procedia Computer Science* 253:2766–75. doi: 10.1016/j.procs.2025.02.001.
- Eberle, Henry, Slawomir J. Nasuto, and Yoshikatsu Hayashi. 2017. Integration of Visual and Joint Information to Enable Linear Reaching Motions. *Nature Publishing Group* (January):1–12. doi: 10.1038/srep40869.
- Filippi, Emilia, Mariasole Bannò, and Sandro Trento. 2023. Automation Technologies and Their Impact on Employment: A Review, Synthesis and Future Research Agenda. *Technological Forecasting and Social Change* 191(March). doi: 10.1016/j.techfore.2023.122448.
- Groover, Mikell P. 2015. *Production Systems , and Manufacturing Edition*.
- Jorge, Angeles. n.d. *2014_Book_FundamentalsOfRoboticMechanica*.
- Ray Y Zhong et al. 2017. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering* 3(5):616–30. doi: 10.1016/J.ENG.2017.05.015.
- Sun, Jing-Shan Zhao and Han-Lin. n.d. *Kinematik.Pdf*.