

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI HOIST RUBBER TYRED GANTRY CRANE BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DAN FUZZY

Fachrul Fauzan Fidhini^{1*}, Giovanni Dimas Prenata², Lutfi Agung Swarga³

^{1,2,3} Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya; Jalan Semolowaru No 45 Surabaya; 031-5931800 / 031-5927817

Received: 3 Juli 2024
Accepted: 31 Juli 2024
Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

Hoist, PLC, Rubber Tyred Gantry Crane, Spreader

Correspondent Email:

fachrulfauzanfidhini@gmail.com

Abstrak. *Rubber Tyred Gantry (RTG) crane merupakan shore crane yang digunakan untuk bongkar muat di pelabuhan. Pada RTG terdapat spreader untuk menjepit kontainer berpengerak motor. Spreader sering mengalami kerusakan yang diakibatkan bertabrakan dengan kontainer saat turun berkecepatan tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut peneliti membuat prototype untuk mengatur kecepatan putaran motor hoist dengan menerapkan kendali kecepatan motor hoist berbasis PLC serta implementasi sensor HCSR-04 untuk mendeteksi jarak spreader terhadap kontainer.*

Abstract. *Rubber Tyred Gantry (RTG) crane is a shore crane used for loading and unloading at ports. On the RTG there is a spreader to clamp motor-driven containers. Spreaders often experience damage due to colliding down with containers at high speed. To overcome this, the researchers created a prototype to regulate the rotation speed of the hoist motor by implementing PLC-based hoist motor speed control and implementing the HCSR-04 sensor to detect the distance of the spreader to the container.*

1. PENDAHULUAN

Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane merupakan alat berat yang berfungsi untuk bongkar muat peti kemas dari truk kontainer ke penumpukan kontainer atau dari penumpukan kontainer ke truk kontainer. Untuk melakukan bongkar muat kontainer, RTG crane membutuhkan spreader sebagai pengait box kontainer. Permasalahan yang sering terjadi, spreader sering mengalami kerusakan akibat berbenturan dengan kontainer pada kecepatan tinggi. Hal tersebut menyebabkan kerusakan spreader secara mekanik dan elektrik.

Penelitian mengenai RTG crane masih sangat terbatas. Beberapa di antaranya dilakukan oleh Choirul, Nasyith, Riny, dan Wildan yang meneliti harmonisa pada RTG crane dan menemukan THD sebesar 15,11% untuk orde 3 dan orde 5 [1]. Phiri dan Kanzumba meneliti efisiensi energi pada RTG

crane dan menemukan bahwa RTG crane mengonsumsi energi listrik yang besar untuk menggerakkan motor [2]. Abdul menganalisis aliran daya pada RTG crane dan menemukan bahwa tingkat penyaluran tegangan setiap bus mencapai 98% [3]. Cahyo, Wirawan dan Hakam melakukan analisa kehandalan struktur pada container crane menggunakan metode monte carlo, hasilnya kehandalan container crane akan menurun setelah 40 tahun penggunaan dan peluang kegagalannya sebesar 0,08736 [4].

Dalam penelitian ini, PLC digunakan sebagai pengontrol sistem RTG crane. Implementasi PLC sudah sangat luas di dunia industri. Firdaus dan Mia mengimplementasikan PLC sebagai kendali starting motor induksi dan menemukan bahwa PLC dapat mengontrol starting star-delta dengan baik pada motor induksi [5]. Latief,

Silowardono, dan Muchlishah mengimplementasikan PLC pada konveyor pemilah barang dan berhasil memilah barang dengan tepat menggunakan kontrol loop tertutup [6].

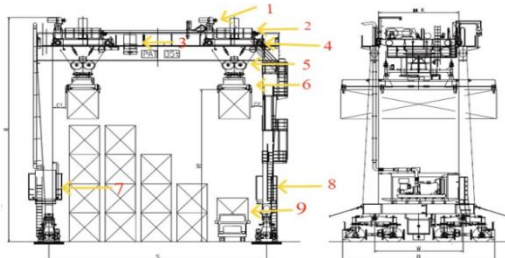
Sementara itu, untuk penerapan kontroler Arduino Uno R3 sebagai pengolah masukan dari sensor, penulis mengeksplorasi penelitian dari Ghifar, Armando, Jihad, dan Rizky yang menerapkan Arduino Uno R3 untuk sistem termometer otomatis dan hand sanitizer [7]. Anang, Yuri, Samsugi, dan Adi mengimplementasikan Arduino Uno R3 pada akuaponik, dimana Arduino digunakan untuk mengatur jadwal pengaktifan pompa penyiraman kolam dan akuaponik sayuran [8]. Bagas dan Mitha membuat aplikasi tempat sampah otomatis berbasis arduino uno, dengan sensor ultrasonik dan sensor suara maka tutup tempat sampah bisa terbuka dan tertutup secara otomatis [9].

Kecerdasan buatan juga digunakan dalam penelitian ini. Ada beberapa kegunaan dari kecerdasan buatan, di antaranya untuk klasifikasi seperti yang dilakukan oleh Prenata untuk mengklasifikasikan kehandalan dengan metode KNN dan SVM pada jaringan distribusi listrik [10] [11], atau digunakan untuk melakukan justifikasi seperti yang dilakukan oleh Santoso, Izzah, Puji, Aris, dan Algopiki yang menggunakan fuzzy untuk ballancing robot [12].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane

RTG Crane adalah katrol yang diletakkan pada trolley RTG untuk mengangkat/menurunkan kontainer petikemas. Pada RTG crane terdapat spreader yang berfungsi menjepit/melepas kontainer petikemas.



Gambar 1. RTG Crane

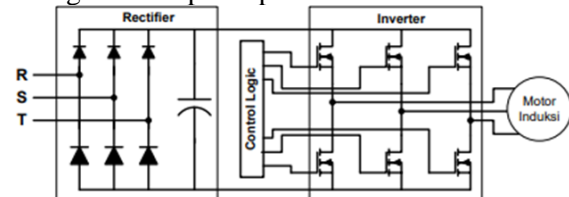
2.2 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi 3 fasa adalah mesin listrik yang bekerja berdasarkan hukum Faraday.

Mesin listrik merubah energi listrik menjadi energi kinetik. Pada penelitian ini mesin listrik berfungsi sebagai penggerak RTG crane.

2.3 Variable Frequency Drive (VFD)

Variabel Frekuensi Drive adalah motor drive yang berfungsi mengatur kecepatan putaran motor. VFD merubah frekuensi kerja pada sumber tegangan input motor untuk mengatur kecepatan putaran motor.



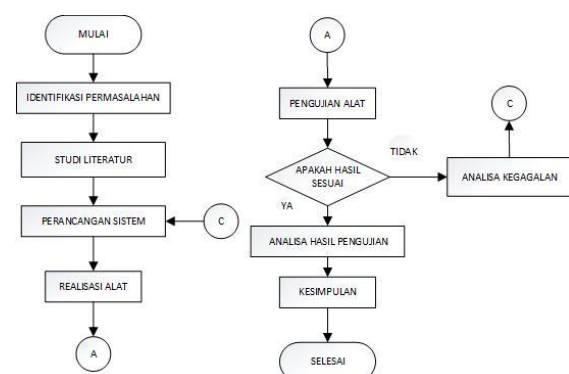
Gambar 2. VFD

2.4 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC adalah controller yang berkerja berbasis ladder diagram. Pada ladder diagram terdapat input yang diolah berdasar ketentuan-ketentuan sebelum mengaktifkan output.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan pencarian literatur mengenai pengendali PLC, pengendali Arduino Uno R3, dan motor induksi 3 fasa. Tahap selanjutnya adalah menentukan kebutuhan untuk merancang sistem miniatur RTG crane. Setelah itu, dilakukan desain pada CX programmer dan simulasi ladder diagram. Tahap pembuatan melibatkan kegiatan mekanik untuk membangun miniatur tersebut. Pengujian dilakukan untuk menilai kinerja alat yang telah dibuat. Jika hasilnya belum optimal atau kurang memadai, maka dilakukan perbaikan dan evaluasi. Setelah sistem berfungsi dengan baik, analisis dilakukan untuk menyusun laporan.



Gambar 3. Diagram alir

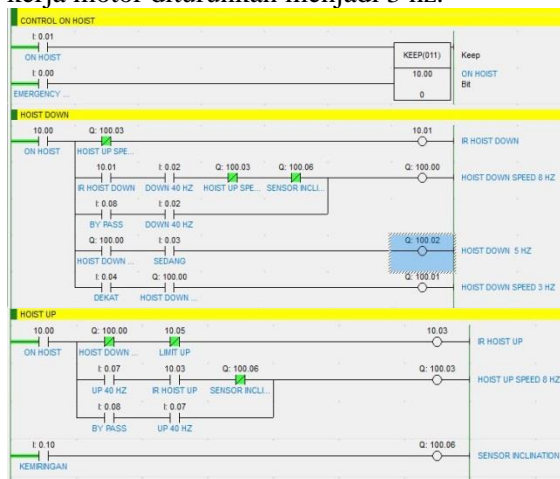
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen penyusun prototype hoist RTG crane terdiri dari VFD ABB ACS 150 (kendali kecepatan motor 3 fasa), PLC Omron CP1E N20DRA (kontroller sistem hoist RTG crane), MPCB untuk memproteksi gangguan hubung singkat motor 3 fasa, dan MCB 1 fasa sebagai pengamanan line kontrol.



Gambar 4. Prototype hoist RTG crane

Pada prototype RTG crane, crane bekerja ketika tombol on hoist ditekan. Pada keadaan awal motor berputar dengan frekuensi kerja 8 hz menggerakkan spreader turun (full speed). Pada keadaan awal posisi spreader berada di atas dengan jarak terjauh terhadap dasar/daratan. Ketika spreader sudah hidup bergerak turun, sensor jarak mendeteksi jarak sedang terhadap dasar/daratan, maka frekuensi kerja motor turun menjadi 5 hz. Terakhir, ketika sensor jarak mendeteksi jarak yang dekat terhadap dasar/daratan maka frekuensi kerja motor diturunkan menjadi 3 hz.



Gambar 5. Ladder Diagram

Table 1. Inisialisasi Input PLC

Alamat	Nama	Fungsi
0.00	Emergency	Perintah stop pada keadaan darurat
0.01	On hoist	Mengaktifkan sistim hoist

	(Push button)	
0.02	T down (Push button)	Menggerakkan hoist turun
0.03	Sensor ultrasonik	Mendeteksi ketinggian
0.06	T up (Push button)	Menggerakkan hoist naik
0.07	LS up (limit switch)	Batas atas level hoist
0.08	MPU 6050	Mendeteksi sudut kemiringan spreader
0.10	T by pass	Tombol evakuasi ketika alarm sensor distance terbaca 20 cm

Table 2. Inisialisasi Output PLC

Alamat	Nama	Fungsi
100.00	Relay A 24 VDC	Hoist down speed 3
100.01	Relay B 24 VDC	Hoist down speed 2
100.02	Relay C 24 VDC	Hoist down speed 1
100.03	Relay D 24 VDC	Hoist up speed 3
100.06	Relay G 24 VDC	Deteksi kemiringan spreader

Untuk menguji apakah input dan output PLC bekerja dengan baik maka langkah yang digunakan adalah menguji fungsi dari masing masing input output PLC. Input disini adalah berasal dari tombol atau sinyal dari sensor sedangkan output berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran motor berdasarkan jarak input PLC

Table 3. Hasil Pengujian Input PLC

Alamat	Nama	Fungsi	Kondisi
0.01	On hoist	On sistem	Baik
0.00	Emergency	Off sistem	Baik
0.02	Down speed 3	Hoist down full speed	Baik
0.03	Sedang	Deteksi jarak sedang	Baik
0.04	Dekat	Deteksi jarak dekat	Baik
0.07	Up	Hoist up	Baik
0.08	By pass	Sistem evakuasi	Baik
0.10	Kemiringan	Deteksi kemiringan	Baik
0.06	Limit	Deteksi limit atas	Baik

Table 4. Hasil Pengujian Output PLC

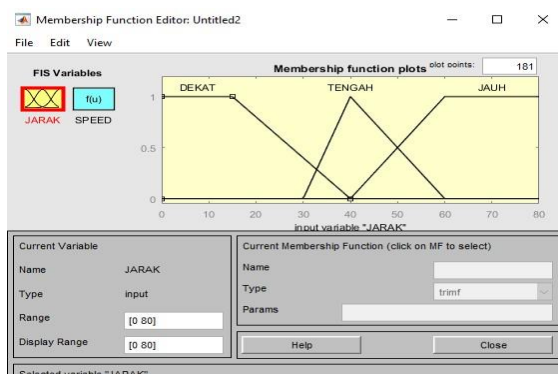
Alamat	Output	Fungsi	Kondisi
100.00	Down speed 3	Menggerakkan motor dengan speed full arah turun	Baik
100.02	Down speed 2	Menggerakkan motor dengan speed sedang arah turun	Baik
100.01	Down speed 1	Menggerakkan motor dengan speed pelan arah	Baik

		turun	
100.03	Up	Menggerakkan motor arah naik	Baik
100.06	Inclination	Sebagai output buzzer ketika sudut spreader miring	Baik

Rancangan bangun prototype RTG crane ini menerapkan fuzzy untuk menentukan kecepatan putaran motor. Untuk kategori jarak dekat pada jarak 5 hingga 40 cm maka frekuensi kerja dari motor 3 hz, kategori jarak sedang maka frekuensi kerja motor 5 hz dan untuk kategori jarak jauh maka frekuensi kerja motor 8 hz.

Tabel 5. Fuzzyfikasi

Fungsi	Variable	Keanggotaan Fuzzy	Parameter
Input	Jarak	Dekat	5–40 cm
		Sedang	30–60 cm
		Jauh	40–80 cm
Output	Keputusan	Lambat	3 hz
		Sedang	5 hz
		Cepat	8 hz



Gambar 6. Keanggotaan fuzzy

5. KESIMPULAN

- Kategori kecepatan putar RTG crane dibagi menjadi 3 yaitu lambat, sedang dan cepat.
- Inputan dari sensor jarak ultrasonik menjadi inputan bagi Arduino uno yang selanjutnya diproses menggunakan fuzzy.
- Output dari Arduino Uno menjadi input bagi PLC untuk diolah sebagai inputan VFD.
- Output VFD merubah frekuensi tegangan sebagai inputan bagi motor penggerak RTG crane.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Anam, N. Hananur Rohiem, and R. Sulistyowati, "Analisa Harmonisa Pada Unit Crane RTG (Rubber Tyred Gantry) Di PT. Nilam Port Terminal Indonesia," *J. FORTECH*, vol. 4, no. 1, pp. 7–19, 2023, doi: 10.56795/fortech.v4i1.4102.
- [2] SibongileFlorinaPhiri and KanzumbaKusakana, "A Review of Rubber Tyred Gantry Cranes Energy Efficiency Improvements Based on Energy Monitoring, Energy Storage Systems and Optimal Operation Control Strategies," *NeuroQuantology*, vol. 20, no. 10, pp. 10224–10239, 2022, doi: 10.14704/nq.2022.20.10.NQ55994.
- [3] N. Raphson, "Analisa Aliran Daya Pada Rubber Tyred Gantry Crane Di Terminal Peti Kemas Semarang Menggunakan Metode," 2023.
- [4] M. Metode and M. Carlo, "Analisa Keandalan Struktur pada Container Crane SWL 40 Ton," no. 2654, pp. 164–167.
- [5] F. Y. Hartawan and M. Galina, "Implementasi Programable Logic Control (Plc) Omron Cp1E Pada Sistem Kendali Motor Induksi Star-Delta Untuk Kebutuhan Industri," *JIT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 8, no. 2, p. 98, 2022, doi: 10.31884/jtt.v8i2.409.
- [6] A. N. Latief, "Implementasi Pemrograman Plc Pada Konveyor Pemilah Barang," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 9, pp. 30–37, 2024, [Online]. Available: [https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/13531/1/Halaman Identitas \(Bab1, Bab 5, Lampiran\).pdf](https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/13531/1/Halaman%20Identitas%20(Bab%201,%20Bab%205,%20Lampiran).pdf)
- [7] E. A. Ghifar Javad H Aziz, Arnando Fajar Sidhiq, "Penerapan Arduino Uno Untuk Hand Sanitizer Dan Sistem Termometer Otomatis Ghifar," *Portaldata.org*, vol. 4, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [8] Y. Rahmanto, A. Burlian, and S. Samsugi, "Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.33365/jtst.v2i1.975.
- [9] B. A. Nugroho and Y. M. Djaksana, "Implementasi Mikrokontroler Arduino Uno dan Multi Sensor Pada Tempat Sampah," *J. Sci. Sacra J. Sains*, vol. 2, no. 4, pp. 70–77, 2022, [Online]. Available: <http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia>
- [10] G. D. Prenata, "Klasifikasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di Pt. Pln (Persero) Up3 Surabaya Selatan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor

- (Knn),” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3397.
- [11] G. D. Prenata, “Klasifikasi Keandalan Sistim Distribusi Tenaga Listrik Di Pt. Pln (Persero) Up3 Surabaya Selatan Menggunakan Support Vector Machine (Svm),” *J. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 62–70, 2023, doi: 10.9744/jte.16.2.62-70.
- [12] Santoso, I. Aula Wardah, P. Slamet, A. Heri Andriawan, and A. Rahman Algopiki, “Design and Build Two Wheel Balancing Robot Simulation with Fuzzy PID,” no. August 1945, pp. 124–128, 2023, doi: 10.5220/0012108300003680.