

# DESAIN SISTEM ELEKTROMAGNETIK PADA MINIATUR CRANE BERBASIS PLC

<sup>1</sup>Fadhly Padma, <sup>2</sup>Slamet Riyadi <sup>3</sup>Janizal

<sup>1,2,3</sup> Teknologi Rekayasa Meatronika, Politeknik Enjineri Indorama, Purwakarta  
Co-author e-mail: <sup>1</sup>fadhlypadma28@gmail.com

## Abstrak

*Sistem Crane Elektromagnetik merupakan sebuah solusi teknologi yang menggabungkan prinsip elektromagnetik dengan operasi crane, menciptakan pengangkatan dan penurunan beban yang efisien dan terkendali. Konsep ini melibatkan penggunaan medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik dalam mengendalikan gerakan crane dan mengatur interaksi dengan benda berbasis magnetik. Tulisan ini menyajikan pemahaman tentang prinsip elektromagnetik dan bagaimana medan magnet dapat dimanfaatkan untuk mengangkat dan melepaskan benda berat. Penjelasan elektromagnet, mekanisme pengangkatan, dan kontrol elektrik akan memberikan gambaran tentang bagaimana keseluruhan sistem ini berfungsi. Kelebihan sistem ini dapat dilihat dalam hal efisiensi operasional, pengendalian presisi, dan kemampuan mengangkat beban magnetik sesuai kebutuhan. Dengan menggabungkan elemen elektromagnetik ke dalam operasi crane, sistem ini memberikan alternatif inovatif untuk mengatasi tantangan pengangkatan benda berat dengan lebih canggih dan efisien.*

**Kata kunci:** Crane, Elektromagnetik, Miniatur, PLC, Kontrol Elektrik

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, pengangkatan dan penurunan benda berat merupakan tugas yang penting namun kompleks. Operasi-operasi ini terjadi di berbagai sektor, termasuk konstruksi, manufaktur, dan logistik. Penggunaan Crane sebagai alat pengangkat utama telah menjadi kebutuhan penting, namun perlu terus ditingkatkan dalam hal efisiensi, keamanan, dan kontrol yang lebih baik. Dalam hal ini, Sistem Crane Elektromagnetik muncul sebagai salah satu solusi potensial yang telah diterapkan secara terbatas dalam dunia usaha bongkar muat barang dipelabuhan [1].

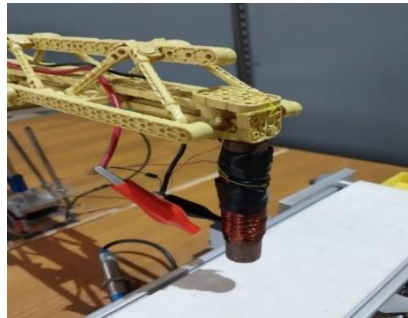
Elektromagnet adalah jenis magnet di mana medan magnet dihasilkan oleh arus listrik. Elektromagnet biasanya terdiri dari kawat yang dililit menjadi kumparan. Arus yang melalui kawat menciptakan medan magnet yang terkonsentrasi dalam lubang, yaitu pusat kumparan. Medan magnet menghilang ketika arus dimatikan. Kawat sering dililit di sekitar inti magnetik yang terbuat dari bahan feromagnetik atau ferrimagnetik seperti besi; inti magnetik memusatkan fluks magnetik dan membuat magnet lebih kuat. Sebuah elektromagnet sederhana yang terdiri dari kumparan kawat melilit inti besi. Inti yang terbuat dari bahan feromagnetik seperti besi berfungsi untuk meningkatkan medan magnet yang diciptakan. Kekuatan medan magnet yang dihasilkan sebanding dengan jumlah arus yang melalui lilitan [2],[3].

Magnet tetap adalah suatu bahan yang hanya dapat menghasilkan medan magnet yang bersifat sementara. Medan magnet dihasilkan dengan cara mengalirkan arus listrik atau digosok-gosokkan dengan magnet alam. Bila suatu bahan pengantar dialiri arus listrik, besarnya medan magnet yang dihasilkan tergantung pada besar arus listrik yang dialirkan. Medan magnet tetap yang digunakan dalam penelitian dihasilkan oleh arus dalam kumparan yang berinti besi. Keuntungan elektromagnetik adalah bahwa kemagnetannya dapat dibuat sangat kuat, tergantung dengan arus yang dialirkan. Dan kemagnetannya dapat dihilangkan dengan mudah yaitu dengan memutuskan arus listriknya [2],[3].

Bahan magnet yang di gunakan adalah Bahan feromagnetik adalah bahan yang dapat ditarik secara kuat oleh magnet. Artinya, bahan feromagnetik merespon keberadaan medan magnet dan



## 2.2. Sistem Kemagnetan



Gambar 2. Magnet.

1. Bahan yang digunakan adalah besi feromagnetik
2. Ukuran besi berbentuk tabung dengan alas berdiameter 1,5 cm dan tinggi 10 cm, kawat yg meliliti inti sepanjang besi 7cm.
3. Rata-rata arus yang dialirkan ke magnet 1,9 ampere.
4. Gaya tarik magnetik yang dihasilkan [7].

$$F = B \cdot I \cdot L \quad (1)$$

Cara mencari nilai induksi magnet (B) :

$$B = \frac{\mu_0 i N}{2l} \quad (2)$$

$$B = \frac{4 \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,9 \cdot 280}{2,0,07}$$

$$B = \frac{1,308T}{2,0,07}$$

$$B = 9,34 \text{ Tesla}$$

Setelah mendapat nilai induksi magnet maka dapat menghitung gaya tariknya menggunakan rumus (1):

$$F = B \cdot I \cdot L$$

$$F = 9,34 \cdot 1,9 \cdot 0,07$$

$$F = 1,242 \text{ Newton}$$

Jadi, untuk mengonversi 1,242 newton menjadi gram, diperlukan untuk mengetahui massa yang sesuai dengan gaya tersebut pada percepatan gravitasi bumi, menggunakan rumus [8]:

$$\text{Massa (gram)} = \frac{\text{Newton (N)}}{\text{percepatan gravitasi (m/s}^2\text{)} \times 1000} \quad (3)$$

$$\text{Massa (gram)} = \frac{1,242}{9,8 \times 1000}$$

$$\text{Massa (gram)} = 126,55 \text{ gram}$$

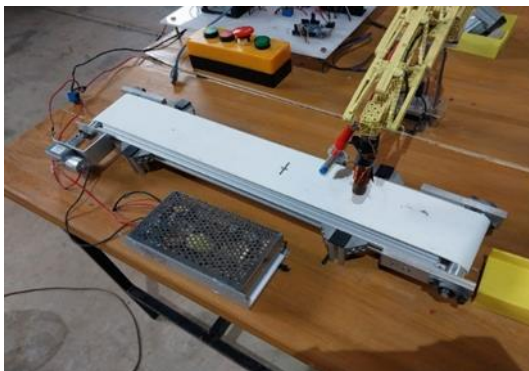
Magnet dikendalikan oleh *output* PLC melalui *relay*. Cara kerjanya adalah ketika *relay* aktif maka *relay* bekerja dari NO menjadi NC menyebabkan arus mengalir ke magnet untuk menarik benda kerja [9]-[10]

Tujuannya menggunakan *relay* adalah agar terhindar dari arus starting serta memberikan keamanan terhadap PLC. Arus starting adalah arus maksimum yang terjadi pada rangkaian listrik

pada saat dihidupkan. Ini muncul untuk beberapa siklus bentuk gelombang input. Nilai arus starting jauh lebih tinggi daripada arus keadaan beban penuh rangkaian dan arus ini dapat merusak perangkat atau memicu pemutus arus [11].

Gangguan yang mungkin terjadi pada jaringan distribusi tenaga listrik dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan distribusi maupun beban-beban listrik apabila gangguan tersebut tidak segera diisolir oleh perangkat proteksi. Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi. Dan untuk mengatasi gangguan tersebut, jaringan akan diisolir oleh salah satu perangkat proteksi berupa *relay* arus lebih. Pemilihan setting *relay* yang tepat sebagai proteksi arus lebih harus mempertimbangkan beberapa persyaratan mengenai sensitivitas, selektivitas, reliabilitas dan kecepatan [12]-[14].

### 3. HASIL PERANCANGAN



Gambar 3. Miniatur Crane Elektromagnetik.



Gambar 4. Pengujian Beban.

*Conveyor* pada Gambar 3 berfungsi untuk mendistribusikan benda kerja ke tempat penyimpanan akhir. Untuk bahan *Conveyor* sendiri menggunakan aluminium profile dengan panjang 65 cm dan lebar 15 cm dan digerakkan oleh motor dengan torsi besar.

Gambar 4 pengujian kemampuan system kemagnetan pada *miniature crane*. Jarak magnet ke *conveyor* adalah 35 mm, jarak benda kerja ke magnet sangat bervariasi tergantung dari besar kecilnya benda yang akan diangkat dengan ketinggian benda 15 mm, 20 mm dan 30 mm [15],[16].

*Conveyor* ini di lengkapi motor berkapasitas 30 rpm dan torsi 7,4kg untuk tegangannya yaitu 12VDC dengan arus 0,55A dan 6,6Watt. Untuk tegangan *conveyor* di khususkan menggunakan *Power supply* tersendiri [10].

Sistem ke listrikan *conveyor* ini berbeda dengan sistem yang lainya dari *Power supply* yang terpisah hingga jalur pengkabelan sistem *conveyor* pun terpisah dengan sistem yang lainnya [11]. Cara kerja mengaktifkan *conveyor* yaitu sama dengan sistem mengaktifkan magnetik yang menggunakan *relay* yang di mana untuk jalur tegangan melalui COM *relay* hingga *output*-nya melalui relay NO yang sudah menjadi NC ketika *relay* aktif [12]-[16].

#### 3.1. PENGUJIAN JARAK BENDA

Tabel 1. Pengujian berdasarkan jarak.

Percobaan	Kecil 15cm (4g)	Sedang 20cm (7)	Besar 30cm (59g)
Percobaan 1	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 2	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 3	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 4	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 5	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 6	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 7	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Percobaan 8	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 9	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 10	Berhasil	Berhasil	Berhasil

### 3.2. PENGUJIAN BERAT BENDA

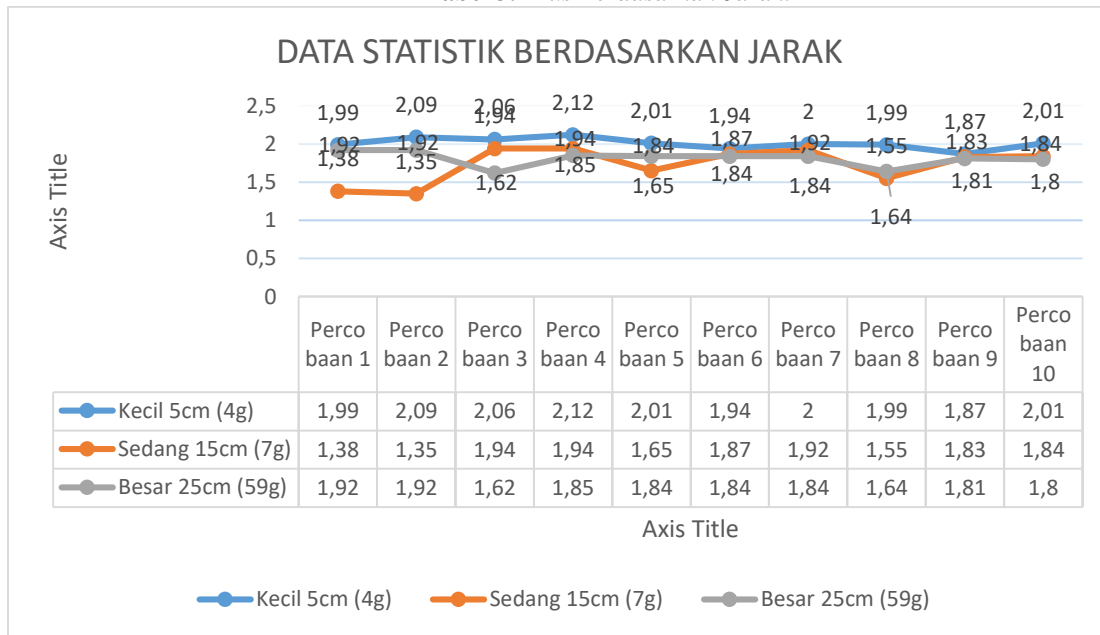
Tabel 2. Pengujian berdasarkan berat.

Percobaan	84g (30mm)	111g (30mm)	134g (30mm)
Percobaan 1	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 2	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 3	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 4	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 5	Gagal	Gagal	Berhasil
Percobaan 6	Berhasil	Gagal	Berhasil
Percobaan 7	Gagal	Berhasil	Gagal
Percobaan 8	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 9	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Percobaan 10	Berhasil	Berhasil	Berhasil

### 3.3. PENGUJIAN ARUS

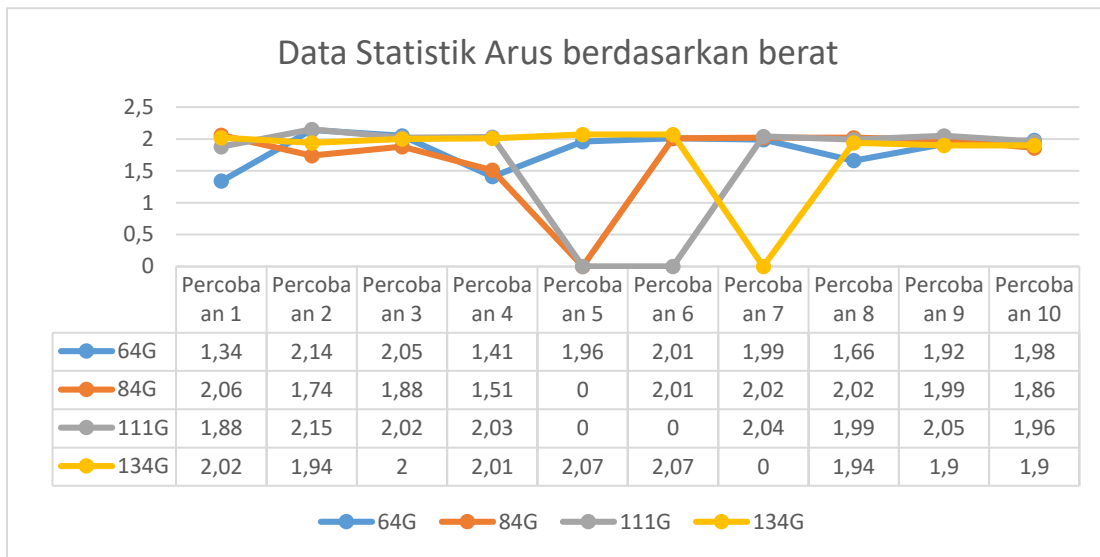
#### 3.3.1 Berdasarkan Jarak

Tabel 3. Arus Berdasarkan Jarak.



3.3.2. Berdasarkan Berat Benda

Tabel 4. Berdasarkan Berat Benda Kerja.



4. KESIMPULAN

Hasil penelitian memberikan hasil baik dimana integrasi sistem yang dibangun memberikan hasil sesuai perencanaan. Arus yang dihasilkan berdasarkan jarak yang diperoleh sebesar 1,87 A hingga 2,12 A dan berdasarkan berat benda kerja, semakin berat benda kerja maka semakin besar arus yang di butuhkan. Dari penelitian diperoleh arus sebesar 1,94 A hingga 2,07 A. Sistem elektromagnetik pada miniatur crane berbasis PLC ini sangat bermanfaat dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran sederhana terutama bentuk implementasi dalam dunia usaha. Kegagalan yang terjadi di karenakan kontruksi crane dimana yang bertumpu diujung crane sehingga pada saat mengangkat benda kerja menyebabkan crane menukik ke depan dan benda kerja tersebut menyangkut di conveyor.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ryan Sapta Adi P. D. S, Ariesta Martiningtyas H., S.Si., M.Cs., Simulasi Kontrol Lifting Magnet pada Scrap Handling Crane Berbasis PLC SIMATIC S7-300, Perpustakaan UGM, Jurnal Onlie Universitas Gajah Mada 2019.

[2] Utami, S. N. (2022). Feromagnetik: Pengertian dan Contoh bahannya. KOMPAS.COM. <https://www.kompas.com/skola/read/2022/05/10/164656469/feromagnetik-pengertian-dan-contoh-bahannya>

[3] Fauzan, A. (2012). Pengaruh Ukuran Partikel Bonded Magnet Nd 2 Fe 14 B Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Magnet. 74–83.

[4] Dickson kho. (n.d.). (Adaptor), Prinsip Kerja DC Power Supply. Teknikelektro.Com. <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>

[5] Sukojo. (2020). Medan Magnet Fisika Kelas Xii. 1–24.

[6] Aji Fitriyan Hidayat. (n.d.). Apa itu Arus starting dan Apa Faktor Terjadi Lonjakan Arus? EDUKASIKINI.COM. <https://www.edukasikini.com/2021/10/apa-itu-arus-starting-dan-apa-faktor.html>

[7] Bedekar, P. P., Bhide, S. R., & Kale, V. S. (2009). Optimum coordination of overcurrent relays in distribution system using genetic algorithm. 2009 International Conference on Power Systems, ICPS '09, 4(11), 341–350. <https://doi.org/10.1109/ICPWS.2009.5442716>

[8] Ilmiah, P., Bariq, J. F., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2016). Analisis Perencanaan Koordinasi Sistem Proteksi Relay.

[9] Hikmatullaher, M. R. (2021). Rancang bangun mesin las tig semi otomatis berbasis arduino

- 
- uno. 5(1), 35–40.
- [10] Alimuddin, Sonny Rumlatur, M. M. (2020). View of Metal Sector Conveyor Control System Using PLC Omron CP1E.pdf (pp. 7–8).
- [11] Endra, R. Y., & Lampung, U. B. (2021). Analisis Cara Kerja Mikrokontroler Arduino Uno Dan Sensor Ultrasonik Untuk Perancangan Smart Jacket Sebagai Penerapan Physical Distancing. January. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28580.91526>
- [12] Handoko, P. (2017). Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3. November, 1–2.
- [13] Patel, H. A., Sharma, V. M., & Deshpande, A. (2015). Relay Coordination Using ETAP. International Journal Of Scientific & Engineering Research, 6(5), 1583–1588.
- [14] Sri Mugi Lestari., YusroAl Hakim., Siska Desy Fatmaryanti, Penentuan Permeabilitas Magnet Melalui Percobaan Induksi Magnet dengan Logger Lite, RADIUS: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika, Volume 11 Nomor2, Bulan September, Tahun 2018, pp:73-79
- [15] Matsoukas, G. and Ahmed, N A., 2012, Experimental investigation of employing asymmetrical electrodes in propulation of vehicles. Procedia Engineering, Vo. 49, pp: 247-253, Elsevier.
- [16] Sutoko, Sistem Kendali Levitasi Magnetik Repulsif Menggunakan Metode Proportional-Integral Derivative (PID), *G-Tech* Fakultas Saintek Unira Malang Vol. 4 No.2, April, 2021.