

Smart Relay-based Automatic Car Wheel Painting Programming

[Pemrograman Pengecatan Velg Mobil Otomatis Berbasis Smart Relay]

Crismanto Mandiarto¹⁾, Syamsudduha Syahririni^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: syahririni@umsida.ac.id

Abstract. *Enhancing painting efficiency is crucial for optimizing production time, demanding both precision and expertise. Addressing this necessity, the present study proposes an automation system employing smart relays to facilitate a swift and seamless painting process. Employing a research and development approach, the researchers conducted observations, designed and developed the automation system, performed comprehensive testing, and ultimately implemented the tool. The outcomes demonstrated that the automated painting system, regulated by a limit switch and two solenoid valves, achieved considerable time savings, with an average reduction of 3 seconds per painting cycle. Moreover, the automated process exhibited a notable reduction in paint consumption, with a decrease of 2 grams compared to the manual painting procedure. In summary, the developed tool effectively streamlines the painting process for car wheels, delivering substantial time and cost savings.*

Keywords – Automatic Painting; Car Wheel; Limit Switch; Smart Relay; Solenoid Valve

Abstrak. *Proses mengecat yang baik memerlukan ketelitian dan pengalaman sehingga dapat menguras waktu produksi. Untuk meningkatkan efisiensi dalam mengecat, perlu adanya sistem otomatisasi sehingga proses pengecatan dapat berjalan cepat dan mudah. Solusi atas permasalahan ini adalah dengan membuat sistem otomatisasi pengecatan menggunakan smart relay. Metode penelitian yang digunakan adalah riset dan pengembangan dimana peneliti melakukan observasi, pembuatan desain dan rancangan alat, melakukan pengujian, serta merealisasikan alat. Hasil penelitian menunjukkan pengecatan otomatis yang diatur menggunakan limit switch dengan dua solenoid valve berhasil menghemat rata-rata waktu pengecatan sebanyak 3 detik dan banyaknya cat yang dipakai sebanyak 2gram saat dibandingkan dengan hasil proses pengecatan manual. Kesimpulannya, alat bekerja dengan efektif untuk menghemat waktu dan biaya yang dikeluarkan dalam proses pengecatan velg mobil.*

Kata Kunci - Pengecatan Otomatis; Velg Mobil; Limit Switch; Smart Relay; Solenoid Valve

I. PENDAHULUAN

Cat adalah cairan kimia yang digunakan untuk melapisi suatu benda yang berfungsi untuk memperindah tampilan serta melindungi agar tidak terkontaminasi oleh bahaya di luar [1]. Untuk meningkatkan efisiensi dalam bekerja adalah memanfaatkan dari perkembangan teknologi yang semakin maju yaitu dengan menggunakan sistem pengontrolan [2]. Sistem pengontrolan sederhana telah banyak dilakukan di tempat-tempat perindustrian [3]. Terdapat dua proses dalam pengecatan, yaitu proses pengecatan dengan cara manual serta cara otomatis [4]. Dalam proses manual, cara meratakan cat masih membutuhkan tenaga manusia yang memerlukan ketelitian dan pengalaman untuk agar cat merata dengan baik. Sementara dalam proses otomatis, tenaga manusia masih tetap diperlukan, namun dibantu oleh sebuah program sehingga memudahkan proses pengecatan dan pengeluaran cat agar bisa terkontrol serta waktu yang dibutuhkan untuk proses mengecat menjadi stabil [5].

Berdasarkan hasil observasi, sistem pengecatan di PT Prima Alloy Steel masih menggunakan cara manual yaitu meratakan cat ke velg mobil yang membutuhkan tenaga manusia sehingga membutuhkan ketelitian yang tinggi dan pengeluaran cat yang kurang terkontrol [6]. Dari permasalahan yang diamati, maka muncul sebuah kebutuhan untuk membuat sistem pengecatan velg mobil otomatis sehingga bisa mempermudah pekerjaan, yang meratakan cat ke suatu objek tidak memerlukan tenaga manusia [7].

Penelitian terdahulu mengenai topik ini telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Fahmi Abdul Aziz dan Riky Dwi Puriyanto pada tahun 2019 dimana peneliti menggunakan PLC sebagai kontrol pengendali dengan dibantu menggunakan motor *stepper* untuk penggerak dari kuas atau *roll* untuk meratakan cat ke dinding yang dapat bergerak secara horizontal maupun vertikal [8].

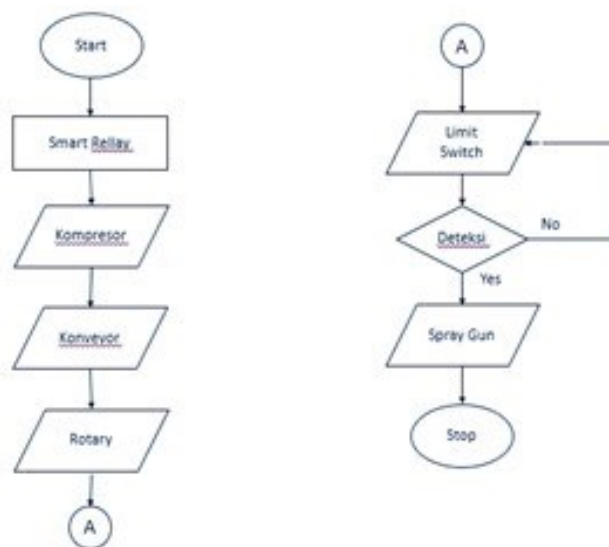
Kemudian penelitian dari Darwis A.R pada tahun 2020 tentang pengecatan menggunakan *spray gun* manual yang dikonversikan ke *spray gun* otomatis, menggunakan mikrokontroler ATMega 2560 sebagai kontrol dan menggunakan dua penggerak untuk menggerakkan *spray gun* ke arah horizontal dan vertikal [9].

Penelitian saat ini memberikan pembaruan dengan pemanfaatan PLC Zelio Logic SR3B101FU Schneider sebagai pemrosesan logika sistem [10]. Lalu terdapat *limit switch* untuk mendeteksi objek yang akan dicat serta *solenoid valve* yang berfungsi sebagai pembuka angin yang didapat dari kompresor untuk *spray gun* bekerja [11] [12]. Perangkat konveyor digunakan untuk proses berjalannya velg mobil yang akan dicat secara otomatis sehingga proses pengecatan berjalan efisien demi menghemat waktu dan biaya produksi [13] [14].

II. METODE

Metode yang digunakan peneliti adalah metode riset dan pengembangan dengan melakukan pengujian keefektifan alat melalui berbagai macam eksperimen, perbaikan, dan finalisasi alat demi mengatasi masalah yang dihadapi dan mencapai tujuan akhir dimana produk berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian [15]. Tahapan-tahapan dalam metode riset dan pengembangan adalah identifikasi masalah (1); studi kepustakaan (2); perancangan (3); pengujian (4); perbaikan (5); dan implementasi (6).

A. Flowchart

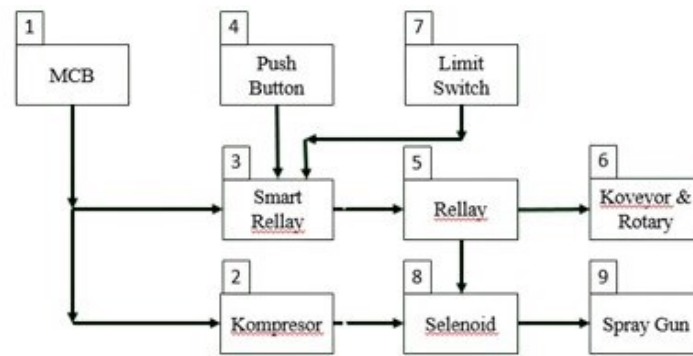


Gambar 1. Diagram Alir

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa sistem *flowchart* sebagai berikut :

1. Start : Tahap awal meng On kan MCB1 dan 2 untuk menjalankan kompresor digunakan untuk inputan angin dari solenoid dan menjalankan *smart relay* sebagai kontrolernya.
2. Konveyor : Kompresor dan *smart relay* sudah menyala, untuk tahap selanjutnya yaitu menjalankan konveyor, yang di atas konveyor sudah tersedia velg mobil yang siap untuk di-cat.
3. Rotary : Jika konveyor tidak jalan maka *rotary* tidak bisa dijalankan, dikarenakan rangkaian kontrol *rotary* ada *interlock* dengan rangkaian kontrol konveyor sebagai *safety*.
4. Limit Switch : Ketika velg mobil menegenai sensor *limit switch* maka, *limit switch* akan perintah *smart relay* untuk menjalankan selenoid 1 dan 2 (selenoid valve digunakan untuk membuka atau menutup *valve* angin inputan dari *spray gun*) akan bekerja. Namun jika *limit switch* tidak tersentuh maka, selenoid tidak akan bekerja.
5. Stop : Jika tombol stop ditekan maka, akan mematikan keseluruhan kecuali kompresor dan *smart relay* kondisi *stand-by*.
6. End : Jika semua langkah sudah terselesaikan dengan baik, maka program dapat digunakan dan berhasil dijalankan.

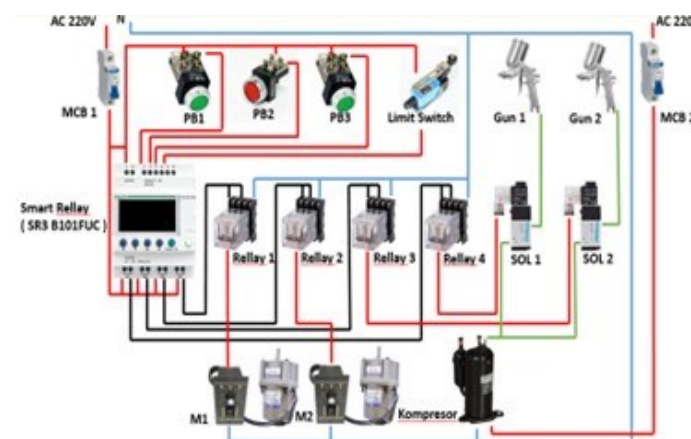
B. Blok diagram



Gambar 2. Blok Diagram

Blok diagram di atas dimulai dengan MCB (*Mini Circuit Breaker*) yang digunakan untuk menjalankan *smart relay* dan kompresor. Ketika *push button* ditekan, maka akan perintah ke *smart relay* untuk menjalankan konveyor dan *rotary*. Setelah *rotary* dan konveyor jalan maka limit switch akan tersentuh konveyor dan akan perintah *smart relay* untuk menjalankan selenoid digunakan sebagai membuka *valve* angin untuk input *spray gun* menyepraykan cat ke velg mobil.

C. Wiring diagram



Gambar 3. Wiring Diagram

Gambar 3 merupakan desain pengawatan keseluruhan dari rangkaian, maka dapat dijelaskan bahwa controller yang dipakai adalah *smart relay* SR3 B101FUC pin output dihubungkan ke *relay* yang berfungsi untuk menjalankan konveyor, *rotary*, dan *solenoid valve*.

Tabel 1. Pengalamatan Pin Input pada Controller Smart Relay

No.	Hardware	Kontak yang dipakai	Perintah	Terminal Input Smart Relay
1.	PB1	NO	Menjalankan Relay 1	I1
2.	PB2	NO	Mematikan Relay 1 dan 2	I2
3.	PB3	NO	Menjalankan Relay 2	I3
4.	Limit Switch	NO	Menjalakan Relay 3 dan 4	I4

Pada Tabel 1 dijelaskan bahwa PB1 masuk ke terminal input I1 yang digunakan untuk perintah menghidupkan konveyor (relay 1), PB3 masuk ke terminal I3 yang digunakan untuk perintah menghidupkan *rotary* (relay 2), PB2

masuk ke terminal I2 yang digunakan untuk perintah mematikan konveyor dan *rotary*, sedangkan untuk *limit switch* masuk ke terminal I4 digunakan untuk perintah menjalankan solenoid 1 dan 2 (relay 3 dan 4).

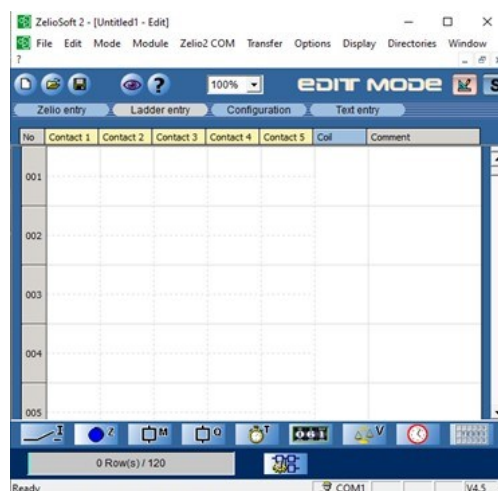
Tabel 2. Pengalamatan Pin Output pada Kontroler Smart Relay

No.	Keterangan Hardware	Kaki Kontak Relay	Keterangan Kontak Relay	Pin Output Smart Relay
1	Relay 1	2 dan 7	Coil 220 V	Q4
		1 dan 4	NC (-)	
		1 dan 3	NO (Input Rotary)	
		8 dan 5	NC (-)	
		8 dan 6	NO (-)	
2	Relay 2	2 dan 7	Coil 220 V	Q3
		1 dan 4	NC (-)	
		1 dan 3	NO (Input Conveyor)	
		8 dan 5	NC (-)	
		8 dan 6	NO (-)	
3	Relay 3	2 dan 7	Coil 220 V	Q2
		1 dan 4	NC (-)	
		1 dan 3	NO (Input A1 Selenoid 1)	
		8 dan 5	NC (-)	
		8 dan 6	NO (-)	
4	Relay 4	2 dan 7	Coil 220 V	Q1
		1 dan 4	NC (-)	
		1 dan 3	NO (Input A1 Selenoid 2)	
		8 dan 5	NC (-)	
		8 dan 6	NO (-)	

Pada table 2 dijelaskan bahwa pengalamatan output *smart relay* tersambung ke relay yang digunakan untuk menjalankan konveyor, *rotary*, dan *solenoid valve* yang digunakan untuk membuka angin input ke *spray gun*.

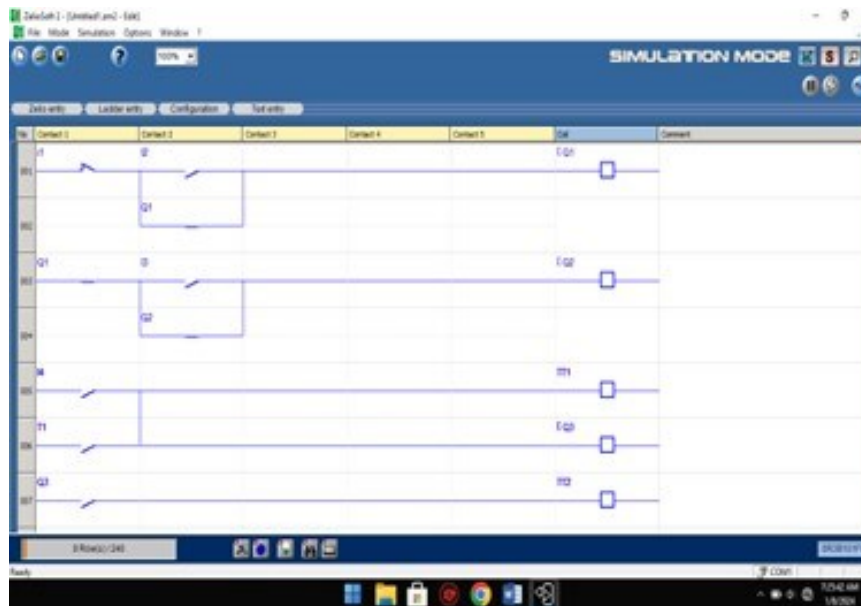
D. Pemrograman smart relay menggunakan ZelioSoft

ZelioSoft adalah software yang digunakan untuk mengisi program ke smart relay. Program smart relay ini menggunakan diagram ladder.



Gambar 4. Tampilan Awal Software ZelioSoft

Gambar 4 adalah tampilan dari software *ZelioSoft*, software yang digunakan untuk mengisi suatu program *diagram ladder* untuk di-simpan ke memori *smart relay*. Cara pengaplikasiannya adalah install software *ZelioSoft*, lalu buka dan pilih *Create New Program*, kemudian pilih tipe *smart relay* yang di inginkan disesuaikan dengan *smart relay* yang akan dipakai, pasang kabel koneksi dari *smart relay* ke PC atau laptop, lalu pilih *transfer, communication configuration*, setelah koneksi selesai, tahap selanjutnya membuat program sesuai yang diinginkan. Lalu *transfer program* bila sudah selesai membuat program agar tersimpan di *smart relay* (pilih *transfer, transfer program*, PC ke modul, setelah itu *compile* untuk periksa apakah program ada *error* atau tidak lalu simpan, pada tahap terakhir *upload* program ke *smart relay*).

**Gambar 5.** Program Ladder Diagram Smart Relay

Pada gambar 5 bisa dijelaskan I1 digunakan sebagai STOP, I2 (tombol START) digunakan untuk menjalankan Q1 (Motor Konveyor dan juga digunakan sebagai interlock menjalankan Q2), I3 (tombol START) digunakan untuk menjalankan Q2 (Motor Rotary), I4 (Limit Switch) digunakan untuk mendeteksi dan perintah ke *smart relay* bahwa ada velg yang lewat dan menjalankan T1 (Delay untuk Q3) dan menjalankan Q3 (Solenoid 1 dan menjalankan T2 sebagai *delay* pergantian jalannya solenoid 1 ke solenoid 2), lalu T3 (Delay untuk Q4 Solenoid 2) jalan mendapatkan perintah dari T2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian limit switch

Tabel 3. Pengujian Sensor Limit Switch

Pengujian ke-	Jarak Limit Switch (cm)	Kondisi
1	3	ON
2	3	ON
3	3	ON
4	3	ON
5	3	ON
6	3	ON
7	3	ON
8	3	ON
9	3	ON
10	3	ON

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa Limit Switch bekerja de baik untuk perintah ke *smart relay* dalam menjalankan solenoid 1 dan 2 untuk membuka *valve* angin untuk *spray gun*. Dari hasil pengujian di atas membuktikan bahwa *limit switch* bekerja dengan baik dalam jarak yang diberikan yaitu 3 cm.

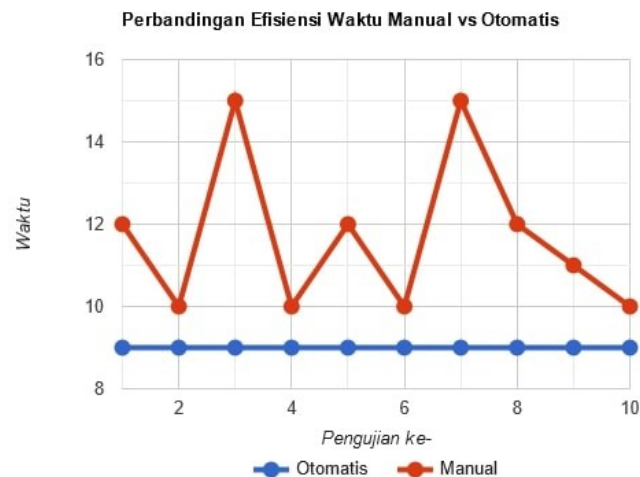
B. Pengujian efisiensi waktu dalam proses pengecatan

Pengujian ini digunakan untuk membandingkan berapa lama waktu untuk mengecat yang menggunakan metode otomatis (meratakan cat menggunakan motor) dengan metode manual (meratakan cat menggunakan tenaga manusia).

Tabel 4. Pengujian Efisiensi Waktu Dalam Proses Pengecatan

Pengujian ke-	Pengecatan Otomatis (s)	Pengecatan Manual (s)
1	9	12
2	9	10
3	9	15
4	9	10
5	9	12
6	9	10
7	9	15
8	9	12
9	9	11
10	9	10

Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa lama waktu yang dibutuhkan dalam proses pengecatan menggunakan metode otomatis cenderung stabil di angka 9 detik, berbeda dengan metode manual yang cenderung fluktuatif yang diakibatkan oleh proses pemerataan cat yang harus mengganti posisi dari benda yang cat. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk metode cat manual adalah 12 detik.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Waktu Pengecatan Otomatis dan Manual

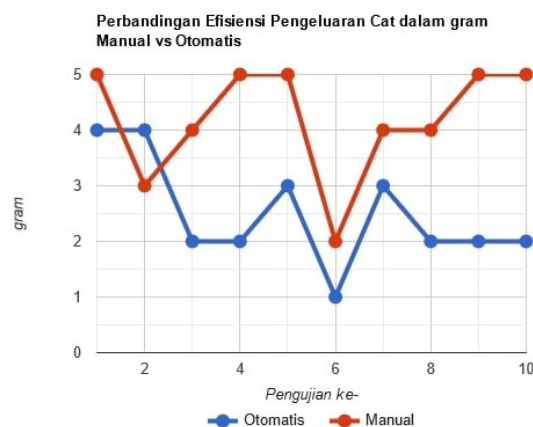
C. Pengujian efisiensi penggunaan cat

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui keluaran cat yang diperlukan dalam proses pengecatan menggunakan metode otomatis dengan metode manual.

Tabel 5. Pengujian Efisiensi Penggunaan Cat

Pengujian ke-	Pengecatan Otomatis (s)	Pengecatan Manual (s)
1	4	5
2	4	3
3	2	4
4	2	5
5	3	5
6	1	2
7	3	4
8	2	4
9	2	5
10	2	5

Hasil pengujian menunjukkan bahwa keluaran cat yang digunakan dalam proses pengecatan otomatis lebih sedikit daripada proses pengecatan manual. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata keluaran cat otomatis yang hanya 2.5gram, berbanding terbalik dengan proses cat manual yang mengeluarkan rata-rata cat sebanyak 4.5gram. Pengecatan otomatis membuat *spray gun* cepat kotor sehingga cat tidak dapat keluar dengan baik sementara pengecatan manual memiliki kerataan cat yang beragam.

**Gambar 7.** Grafik Perbandingan Keluaran Cat dari Proses Pengecatan Otomatis dan Manual

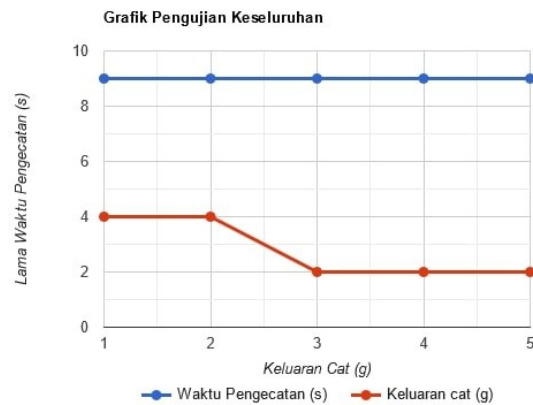
D. Pengujian keseluruhan

Pengujian dilakukan untuk menguji keakuratan sistem secara menyeluruh dengan menggabungkan seluruh pengujian ke dalam satu tabel utuh.

Tabel 6. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ke-	Limit Switch	Solenoid 1	Solenoid 2	Lama Waktu Pengecatan (s)	Keluaran Cat (g)
1	ON	ON	ON	9	4
2	ON	ON	ON	9	4
3	ON	ON	ON	9	2
4	ON	ON	ON	9	2
5	ON	ON	ON	9	2

Hasil pengujian menunjukkan kinerja dari Limit Switch bekerja dengan baik, sehingga Solenoid 1 dan 2 bisa berjalan untuk membuka *valve* angin untuk *spray gun*. Dan untuk waktu proses pengecatan tetap stabil namun pengeluaran cat tidak stabil, disebabkan karena *spray gun* yang mudah cepat kotor sehingga pengeluaran tidak normal.



Gambar 8. Grafik Pengujian Keseluruhan

Gambar di atas menunjukkan grafik hasil pengujian sebanyak lima kali pada alat dimana lama waktu pengecatan berada di titik konsisten yaitu selama 9 detik. Kemudian, keluaran cat mengalami penurunan dari dua pengujian awal yaitu 4gram, turun menjadi 2gram di pengujian seterusnya dikarenakan *spray gun* yang mudah kotor sehingga menyebabkan keluaran cat tidak stabil.

IV. SIMPULAN

Dengan tujuan penelitian memaksimalkan efisiensi waktu dan biaya, alat ini terbukti optimal untuk melakukan penghematan dalam proses pengecatan otomatis dari sisi waktu pengecatan dengan berhasil mencapai 3 detik lebih cepat daripada pengecatan manual. Kemudian dari sisi efisiensi penggunaan cat, pengecatan otomatis mampu menghemat rata-rata 2gram cat sehingga biaya produksi dapat menjadi lebih murah lagi. Secara keseluruhan, smart relay sebagai pengendali operasi pengecatan otomatis mampu melakukan pekerjaan dengan baik sehingga sistem keseluruhan alat dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Namun, terdapat beberapa keterbatasan dalam alat ini dimana pengguna tidak dapat melakukan cek pada hasil pengecatan, lalu campuran takaran cat dengan tinner dan pengisiran cat di *spray gun* masih menggunakan cara tradisional, terakhir, cat yang dikeluarkan oleh *spray gun* tidak stabil karena *spray gun* mudah kotor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas bantuan dalam proses penelitian dan pembuatan laporan sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] S. Nurjanah and V. S. Hendrawan, "Menghitung Waktu Baku Proses Painting Dudukan Spion Mobil Truk Menggunakan Electrodeposition Painting," *jenius*, vol. 2, no. 2, pp. 89–96, Nov. 2021, doi: 10.37373/jenius.v2i2.150.
- [2] M. Nur, H. Louis, and W. Wahyudi, "Rancang Bangun Timer Pencampuran Painting Pesawat Berbasis Mikrokontroler Promini," *JM3E*, pp. 15–25, Jun. 2023, doi: 10.61220/micronic.v1i1.20233.
- [3] S. Wicaksono and Y. Chandra, "Rancang Bangun Sistem Informasi Mixing dan Formula Cat (Studi Kasus: CV. Aneka Warna)," *J. Janitra Inform. Sis. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–91, Oct. 2021, doi: 10.25008/janitra.v1i2.135.
- [4] H. Alam, M. Masri, and B. Hutabarat, "Simulasi Pengoperasian Kipas Angin Dengan Menggunakan Timer Zelio Logic," *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 7, no. 3, pp. 132–136, Dec. 2022.
- [5] F. H. Sholichin, S. Syahririni, and A. Wisaksono, "Design An Automatic Shuttlecock Output Device Using An Arduino Based Servo Motor," *CNAHPC*, vol. 5, no. 2, pp. 472–481, Jul. 2023, doi: 10.47709/cnahpc.v5i2.2474.
- [6] A. W. Dani, F. Supegina, F. Sirait, Y. Yuliza, A. R. Gautama, and S. Attamimi, "Prototype Pretreatment Proses Pengecatan Part Motor Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Internet Of Thing (IoT)," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 14, no. 1, pp. 28–33, Feb. 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i1.006.
- [7] R. Muhida, M. Riza, and M. I. Miranto, "Rancang Bangun Mesin Pengecat Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, vol. 9, no. 1, 2021.

- [8] F. A. Aziz and R. D. Puriyanto, "Rancang Bangun Mesin Pegecat Otomatis Berbasis PLC CP1E NA20DR A," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 1, no. 3, p. 118, Dec. 2019, doi: 10.12928/biste.v1i3.1050.
- [9] A. Benbatouche and B. Kadri, "Design and realization of low-cost solenoid valve remotely controlled, application in irrigation network," *Bulletin EEI*, vol. 11, no. 3, pp. 1779–1788, Jun. 2022, doi: 10.11591/eei.v11i3.4123.
- [10] A. Suntoro, I. Shobari, M. Subchan, Z. E. Bagaskara, and W. N. Hidayat, "Disain Konsep Perangkat Uji-Banding Keandalan Antara Limit-Switch Menggunakan Metoda Mekanik dan Proximity Pada Komponen CRDM di Reaktor Kartini," *PRIMA - Aplikasi dan Rekayasa dalam Bidang Iptek Nuklir*, vol. 18, no. 1, pp. 21–30, Jun. 2021.
- [11] R. Mustaqim, E. Ismiyah, and D. Widyaningrum, "Analisis Kegagalan Pada Proses Repair Komponen Alat Berat Di PT. Surabaya Steel Construction Works Dengan Metode FMEA," *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, vol. 2, no. 4, pp. 610–619, Jul. 2022, doi: 10.30587/justicb.v2i4.4153.
- [12] P. Pujono, A. Setiawan, and D. Prabowo, "Rancang Bangun Mekanisme Pergerakan Conveyor Pada Mesin Sortir Sampah Kaleng dan Botol Plastik," *Bangun Rekaprima*, vol. 6, no. 2, pp. 1–13, Oct. 2020, doi: 10.32497/bangunrekaprima.v6i2.2121.
- [13] T. A. Rahmandika and F. Eliza, "Perancangan Sistem Pencampuran Cat Berbasis Mikrokontroler," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 209–222, Apr. 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.235.
- [14] N. Surojudin, "Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Spray Gun Electrostatic Dengan Metode Forward Chaining Berbasis Web," *Jurnal SIGMA*, vol. 8, no. 2, pp. 117–124, Mar. 2017, doi: 10.37366/sigma.v8i2.117.
- [15] S. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Penerbit Alfabeta, 2015.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.