

Rancang Bangun Mesin Pengecat Dinding Otomatis Berbasis PLC CP1E-NA20DR-A

Fahmi Abdul Aziz¹, Riky Dwi Puriyanto²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

² Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirimkan 2019,
Direvisi 2019,
Diterima 2019.

Kata Kunci:

Pengecat,
Motor DCPG28,
PLC CP1E,
Encoder,
State diagram.

Penulis Korespondensi:

Riky Dwi Puriyanto
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ahmad Dahlan
Kampus IV, Jl. Ringroad
Selatan, Kragilan, Tamanan,
Kec. Banguntapan, Bantul,
Yogyakarta, Indonesia.
Surel: rikydp@ee.uad.ac.id

ABSTRAK

Dalam hal mengecat tidak semua orang dapat melakukan pengecatan dengan sempurna, banyak hasil cat yang tidak merata atau lapisan yang terlalu tebal dan terlalu tipis. Tujuan penelitian ini adalah membuat sebuah alat yang membantu manusia untuk mengecat objek di permukaan datar secara otomatis. Komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu motor DC PG28, sensor *encoder*, sensor *limit switch* dan PLC *Omron CP1E-NA20DR-A*. Alat ini bergerak berdasarkan sumbu x dan y yaitu bergerak ke atas-bawah dan ke kanan-kiri, kemudian untuk pengecatannya menggunakan *roll* cat. Setiap pergerakan alat di program menggunakan *ladder diagram* di *software CX-Programmer*. Untuk memonitor pergerakan mesin peneliti membuat HMI dari *software CX-Designer*. Pada pembuatan program *ladder diagram* peneliti menggunakan metode *state diagram* karena metode ini dapat menyusun program *ladder* dengan baik. Pengujian pembacaan RPM motor peneliti membandingkan data dari PLC dengan *tachometer* dan didapat error sebesar 0,52%. Pergerakan alat pada sumbu x didapat dengan mengendalikan pulsa putaran per rotasi yang terbaca 1380 pulsa per 10 cm oleh sensor *encoder*. Jarak 10 cm mengacu pada lebar dari *roll* cat yang dipakai. Kemudian dengan tegangan luar sebesar 12V didapat kecepatan maksimum pada motor DCPG28 sebesar 379 RPM.

In the case of painting not everyone can paint perfectly, many paints are not evenly distributed or layers that are too thick and too thin. The purpose of this research is to create a tool that helps humans to paint objects on a flat surface automatically. The components used in this study are the PG28 DC motor, encoder sensor, limit switch sensor and PLC Omron CP1E-NA20DR-A. This tool moves based on the x and y axis that is moving up-down and right-left, then for painting using a paint roll. Every movement of tools in the program uses ladder diagrams in the CX-Programmer software. To monitor the movement of the engine the researcher made an HMI from the CX-Designer software. In making ladder diagram programs researchers use the state diagram method because this method can arrange ladder programs well. Testing the RPM reads the motorbike comparing the data from the PLC with the tachometer and obtained an error of 0.52%. The movement of the tool on the x-axis is obtained by controlling the rotational pulses per rotation which reads 1380 pulses per 10 cm by the encoder sensor. A distance of 10 cm refers to the width of the paint roll used. Then with an outside voltage of 12V, the maximum speed of the DCPG28 motor is 379 RPM.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Sitasi Dokumen ini:

F. A. Aziz and R. D. Puriyanto, "Rancang Bangun Mesin Pengecat Dinding Otomatis Berbasis PLC CP1E-NA20DR-A," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 118--130, 2019. DOI:[10.12928/biste.v1i3.1050](https://doi.org/10.12928/biste.v1i3.1050)

1. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini sudah berkembang sangat pesat, hal ini membuat timbulnya berbagai alat dan ilmu yang diciptakan dan dikembangkan untuk mempermudah segala pekerjaan manusia [1]. Salah satu kemudahannya yaitu dalam hal mengecat. Mengecat merupakan suatu kegiatan melapisi permukaan suatu benda dengan tujuan memberi warna dan melindungi permukaan benda, hasil cat akan membentuk lapisan tipis yang melekat kuat pada permukaan dan akan mengering pada permukaan tersebut [2].

Pengecatan manual adalah pelekatan cat ke permukaan benda dilakukan dengan memakai kuas secara bertahap menggunakan tangan [3]. Umumnya pengecatan manual ini masih banyak kita jumpai di Indonesia. Sehingga paparan cat akan mengenai pengecat, hal tersebut membuat cat menempel pada tangan maupun pakaian dari pengecat. Pengecatan manual sendiri membutuhkan waktu yang lama jika mengecat dibidang yang luas.

Tidak semua orang mempunyai kemampuan mengecat yang baik. Ketelitian, ketekunan dan konsistensi dibutuhkan dalam pengecatan. Hasil pengecatan dari orang yang mempunyai kemampuan mengecat yang baik dengan yang tidak tentu berbeda. Terkadang warna cat tidak merata karena pelapisan cat yang tidak sama. Hasil cat dengan bekas kuas dikarenakan penggunaan kuas yang tidak benar. Ada bagian yang tidak terkena cat karena kurang teliti. Dalam pengecatan itu sendiri tentu dibutuhkan tenaga yang tidak sedikit.

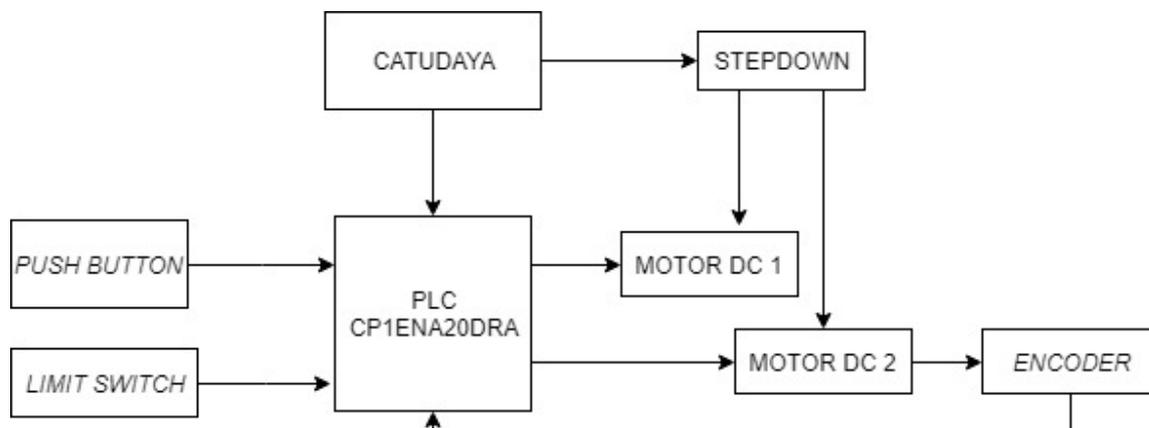
Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dibutuhkan sebuah alat yang dapat membantu manusia dalam hal mengecat. Mesin cat ini akan dibangun dari mekanik elektronik (mekatronik) yang terprogram atau terkontrol secara otomatis. Mesin ini dapat meminimalisir tenaga manusia serta meningkatkan kinerja dalam waktu yang singkat, serta dapat membantu manusia agar tidak terkontak langsung dengan cat saat proses pengecatan.

Mesin pengecat otomatis ini menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendalinya. PLC dipilih karena umum digunakan sebagai pengendali di bidang industri [4]. Jika dibandingkan pengecat otomatis yang menggunakan mikrokontroler dengan PLC tentu PLC lebih unggul karena PLC memiliki kelebihan yaitu adanya kemudahan dalam sistem pengontrolan, pemantauan suatu unjuk kerja dari suatu sistem yang diinginkan secara terus menerus, kemudahan dalam proses instalasi, pengukuran data lapangan, penambahan, dan penempatan posisi sensor yang lebih mudah [5].

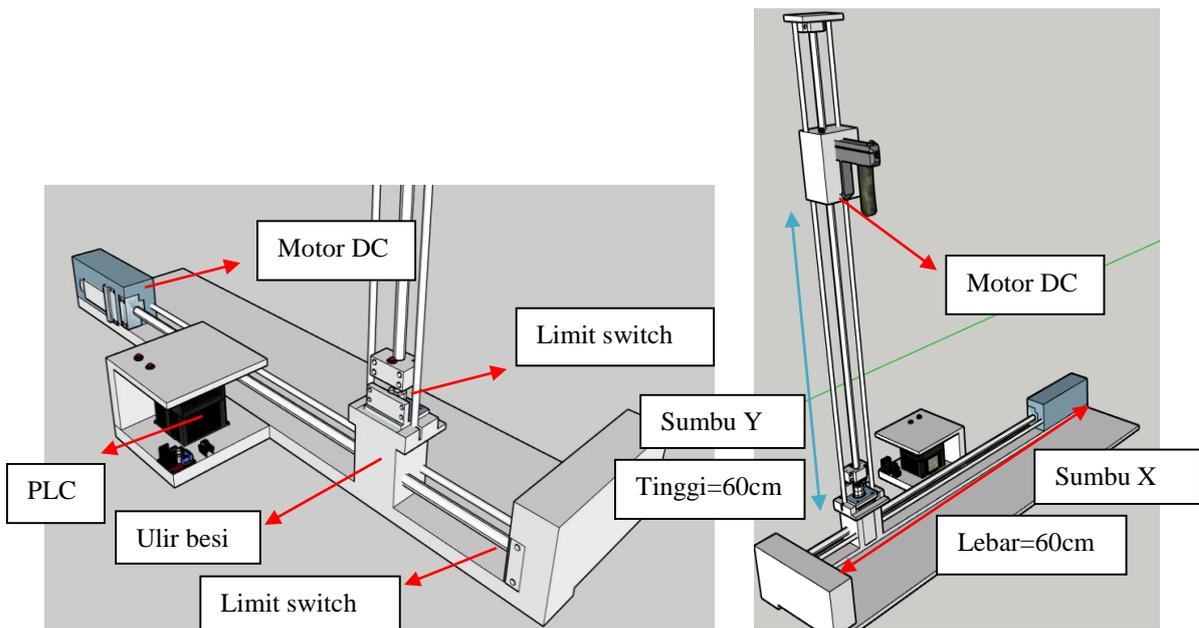
2. METODE PENELITIAN

2.1 DESAIN SISTEM

Desain sistem disajikan dalam bentuk diagram blok yang dapat dilihat pada Gambar 1 dengan keterangan sebagai berikut. PLC CP1E NA20DR A terhubung dengan catu daya 220VAC. Motor DC 1 dan Motor DC 2 berjenis motor DC PG28. Kedua motor tersebut mendapat sumber tegangan sebesar 12V dari hasil penurunan tegangan sumber dengan rangkaian *stepdown*. *Push button* berfungsi untuk mengaktifkan sistem kendali PLC CP1E. Sensor limit switch berfungsi sebagai saklar pembatas untuk mengatur pergerakan dari motor. Sensor *encoder* yang terpasang pada Motor DC akan mengirimkan data ke PLC CP1E dan diproses untuk menampilkan grafik RPM (*Rotate Per Minute*) motor melalui *software* CX-Designer. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat kecepatan motor DC dalam satuan RPM. Desain tiga dimensi sistem secara keseluruhan beserta bagian-bagiannya ditunjukkan pada Gambar 2.



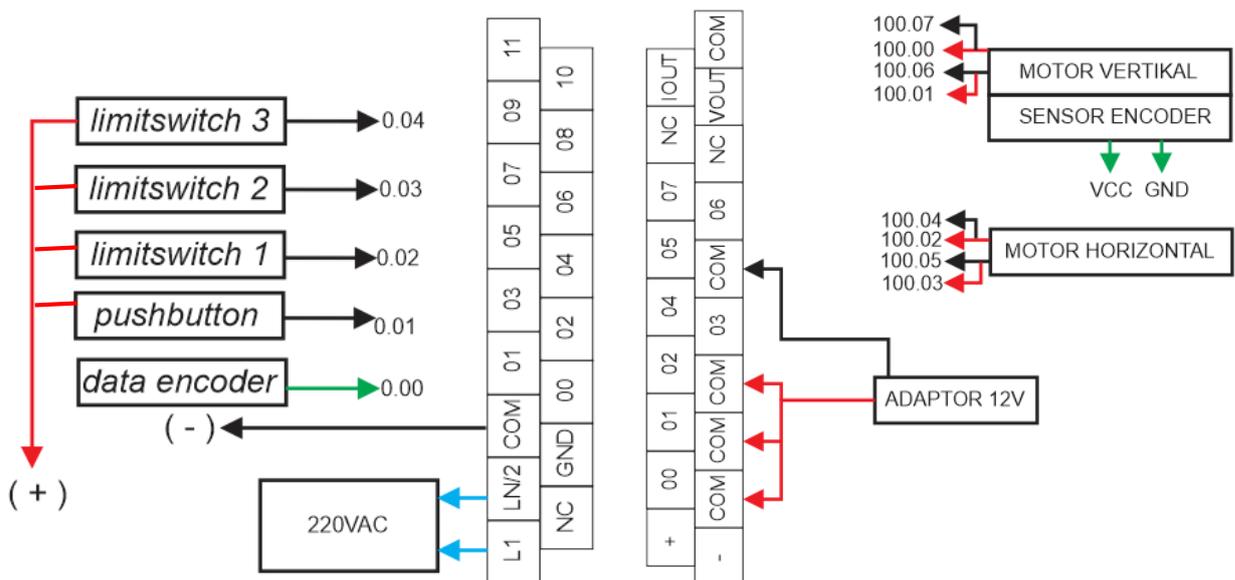
Gambar 1. Diagram Blok Sistem



Gambar 2. Desain Mesin Pengecat Otomatis

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pergerakan dari mesin mengacu pada sumbu x dan sumbu y yang berarti mesin menggunakan 2 aktuator yang mana aktuator tersebut dapat berputar 2 arah bisa searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Lintasan dari setiap sumbu memanfaatkan ulir besi dengan diameter 8 mm. Ulir besi ini lalu disambungkan dengan motor DC PG28 dengan menggunakan *coupling* motor 6 mm to 8 m, kemudian ulir dimasukkan ke *bearing* yang sudah terpasang pada rangka.

Untuk pengkabelan masukan pada PLC CP1E NA20DR A terdapat beberapa kanal yang digunakan yaitu kanal COM, 0.00, 0.01, 0.02, 0.03 dan 0.04 kanal ini dihubungkan dengan *push button* dan *limit switch*. Kemudian untuk pengkabelan keluaran PLC peneliti menggunakan semua kanal diskrit yaitu kanal 100.00 sampai kanal 100.07 kanal ini dihubungkan dengan 2 motor DC PG28. Kanal-kanal ini dihubungkan dengan PLC sesuai pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengkabelan *Input* dan *Output* PLC CP1E NA20DR A

2.1.1 MOTOR DC PG28

Motor DC adalah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [6]. Motor DC PG28 dipilih karena motor arus searah, dilengkapi dengan sensor *encoder* dan torsi cukup kuat untuk menahan beban mesin. Spesifikasi motor DC PG28 dapat dilihat di Tabel 1.

Spesifikasi	Keterangan
Daya motor	Tegangan: 0-24 VDC Arus : 20mA – 10A
Kecepatan	750 RPM
Torsi	3 kgcm
Jumlah Pin	6 pin
Suhu kerja	-40°C-125°C
Pulsa per rotasi	112
Rotasi per menit	750

Konfigurasi PIN motor DC PG28 ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan pada Gambar 4 konfigurasi PIN motor DC adalah PIN nomor 1 dan nomor 2 berfungsi sebagai power suplai negative dan power suplai positif. PIN 1 bernilai motor positif, PIN 2 bernilai motor negative, jika polaritas motor ditukar maka putaran motor akan berputar sebaliknya. PIN nomor 3 dan nomor 4 adalah power suplai positif dan power suplai negatif sensor encoder. PIN nomor 5 adalah keluaran data sensor A dan PIN nomor 6 adalah keluaran data sensor B yang dapat digunakan membaca posisi sudut, kecepatan sudut motor dan untuk indikasi motor maju dan motor mundur.



Two Channel Encoder

Connections :

1. MOTOR-
2. MOTOR+
3. HALL SENSOR Vcc
4. HALL SENSOR GND
5. HALL SENSOR A Vout
6. HALL SENSOR B Vout

Gambar 4. Konfigurasi pin motor DC PG28

2.1.2 PLC CP1E NA20DR A

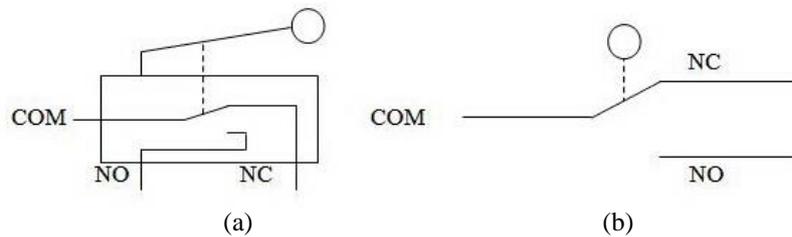
PLC OMRON SYSMAC CP1E adalah salah satu produk PLC dari Omron. Sistem *input/output* nya berupa bit atau lebih dikenal PLC tipe *relay* karena hanya membaca masukan dan keluaran dengan logika 1 atau 0 [7]. Spesifikasi dari PLC OMRON CP1E NA-20-DR-A dapat dilihat di Tabel 2.

Spesifikasi	Keterangan
Daya PLC	AC Power: 100-220 VAC 50Hz/60Hz DC Power: 24 VDC
Jumlah <i>Input</i>	Digital <i>input</i> : 12 buah Analog <i>input</i> : 2 buah
Jumlah <i>Output</i>	Digital <i>output</i> : 8 buah Analog <i>output</i> : 1 buah
Komunikasi	RS232 port (komunikasi HMI) USB port (komunikasi program)
Analog <i>Input</i>	Tegangan masukan 0-10 Volt / bisa juga berupa arus 4 mA- 20mA
Analog <i>Output</i>	Tegangan keluaran 0-5 Volt dengan rasio 0 – 6000

2.1.3 LIMIT SWITCH

Limit switch merupakan saklar dengan tambahan katup yang berfungsi sebagai penekan tombol. Prinsip kerja dari *limit switch* sama dengan *push button* yaitu saklar akan terhubung jika katup ditekan hingga batas tertentu dan akan terputus jika katup tidak ditekan. *Limit switch* masuk kedalam sensor mekanis yaitu sensor yang memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut [8]. Penerapan dari

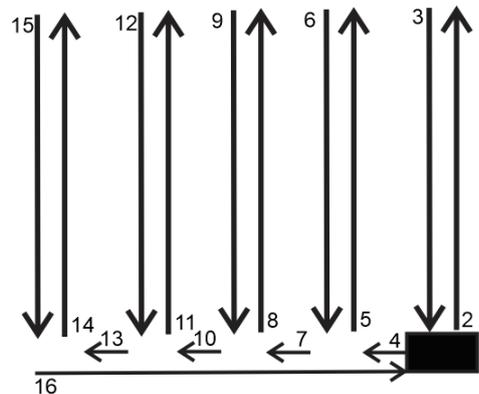
limit switch adalah sebagai sensor posisi dari pergerakan suatu benda. Sensor *limit switch* ini memiliki 3 kaki yaitu *Normally Close* (NC), *Normally Open* (NO) dan *common* (COM). Mesin pengecat otomatis hanya menggunakan 2 kaki yaitu NO dan COM. Gambar konstruksi dan simbol dari *limit switch* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. (a). Konstruksi *limit switch* (b). Simbol *limit switch*

2.2 DESAIN SOFTWARE

Desain *software* terdiri dari *software* CX-Programmer yang berfungsi untuk menyusun program dan CX_Designer berfungsi untuk membuat tampilan HMI. Setelah desain perangkat keras selesai dikerjakan maka langkah selanjutnya adalah desain perangkat lunak (program perintah). Sebelum menyusun program peneliti terlebih dulu membuat acuan lintasan pergerakan motor horizontal dan motor vertikal seperti pada Gambar 6.



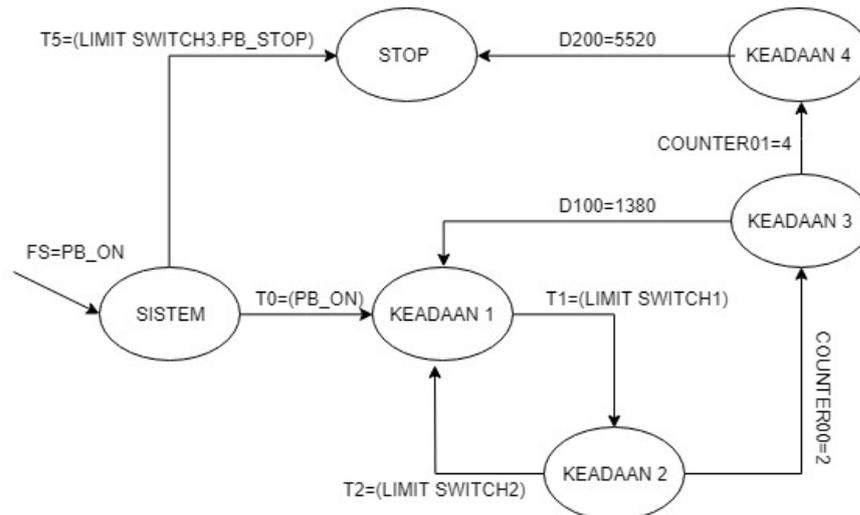
Gambar 6. Lintasan gerak motor

Dari Gambar 6 dapat dilihat gambaran pergerakan pengecat bermula pada nomor 1 yang berarti posisi awal ketika sistem belum berjalan kemudian ke pergerakan 2 posisi pengecat bergerak ke atas lalu ke bawah no 3. Penggerak ke atas dan ke bawah dikerjakan dengan menggunakan 1 motor yang berputar searah dan berlawanan arah jarum jam. Begitu juga dengan pergerakan ke kiri dan ke kanan juga menggunakan 1 motor yang memiliki fungsi yang sama dengan motor keatas dan ke bawah. Pergerakan mesin berakhir ketika pengecat kembali ke titik awal.

2.2.2 DESAIN ALGORITMA PROGRAM

Dalam mendesain program PLC, terlebih dahulu peneliti membuat diagram keadaan sistem yang terdiri atas kondisi dan transisi. Kondisi berhubungan dengan kondisi aktuator seperti motor ON, Motor OFF, Indikator ON, Indikator OFF dsb. Sementara transisi berhubungan dengan tombol dan sensor yang berfungsi untuk menyalakan atau merubah kondisi. Kondisi-kondisi tersebut adalah sebagai berikut.

1. Sistem menyala,
2. Keadaan 1 motor vertikal berputar searah jarum jam atau pengecat bergerak ke atas,
3. Keadaan 2 motor vertikal berputar berlawanan arah jarum jam atau pengecat bergerak ke bawah,
4. Keadaan 3 motor horizontal berputar searah jarum jam atau pengecat bergerak ke kiri,
5. Keadaan 4 motor horizontal berputar berlawanan jarum jam atau pengecat bergerak ke kanan,
6. Stop.

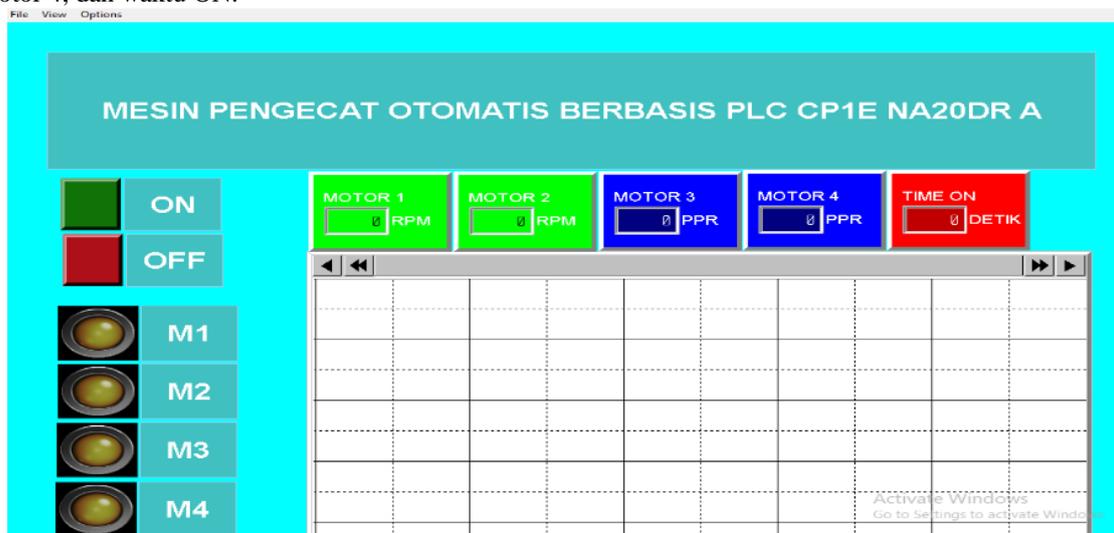


Gambar 7. State Diagram Rancangan Software

Gambar 7 menjelaskan cara kerja dari mesin pengecat yang bermula ketika *push button start* ditekan maka akan mengaktifkan sistem pada PLC dengan mengaktifkan Keadaan 1, ketika Keadaan 1 bergerak ke atas dan ketika rangka verikal mengenai *limit switch* 1 maka akan mengaktifkan *limit switch* 1 dan Keadaan 2 akan aktif bergerak ke bawah kemudian mengaktifkan *limit switch* vertikal 2. Sistem akan berulang dari Keadaan 1 dan Keadaan 2 *on* hingga *counter* dari *limit switch* 2 telah aktif sebanyak 2 kali. Setelah itu *counter* akan mengaktifkan Keadaan 3 hingga D100 bernilai 1380 ppr *on* setelah itu maka Keadaan 3 akan *off* dan sistem kembali ke Keadaan 1 *on*. Sistem terus berulang hingga D100 aktif sebanyak 4 kali dalam *counter*. Kemudian *counter* mengaktifkan Keadaan 4 sampai D200 mencapai nilai 5520 ppr maka mesin *off*. Jika Keadaan 4 mengenai *limit switch* 3 atau PB stop ditekan maka seluruh sistem akan *off*.

2.2.3 DESAIN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)

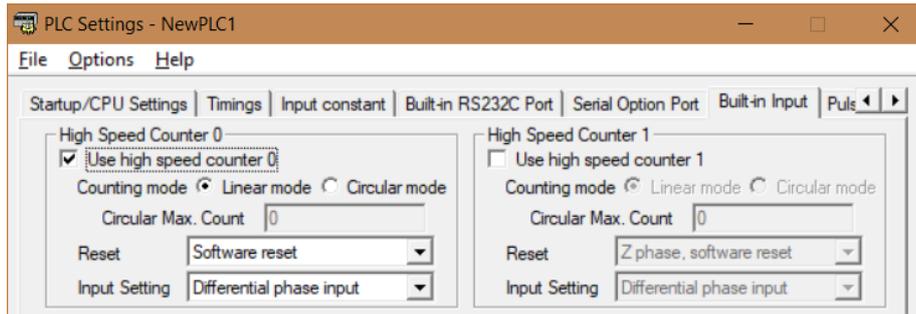
Desain HMI dilakukan menggunakan software CX-Designer. Gambar 8 adalah tampilan utama HMI mesin pengecat otomatis berbasis PLC. Tampilan utama digunakan untuk mengamati nilai terukur dari sensor. Terdapat beberapa fitur dalam tampilan tersebut diantaranya ada tombol ON, tombol OFF, Indikator M1, indicator M2, indicator M3, indicator M4, nilai RPM motor 1, nilai RPM motor 2, nilai PPR motor 3, nilai PPR motor 4, dan waktu ON.



Gambar 8. Tampilan Utama HMI

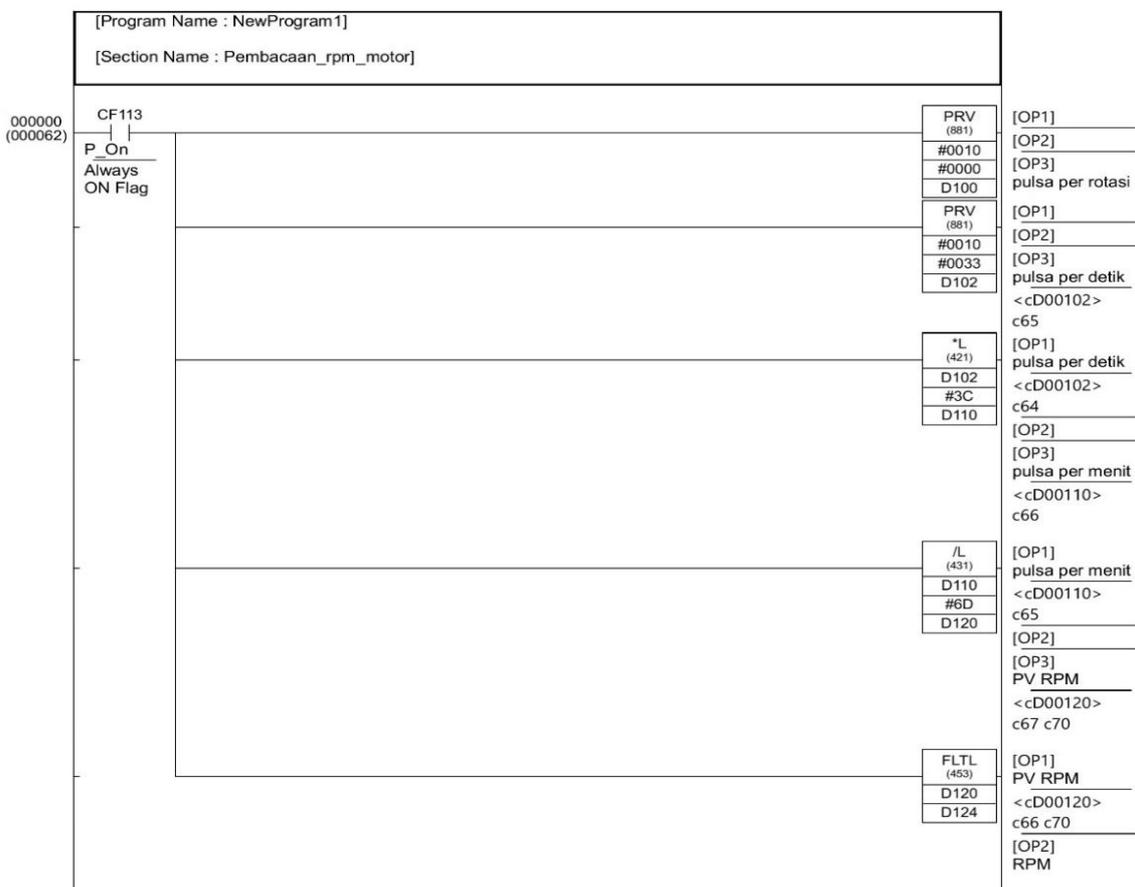
2.2.4 DESAIN PROGRAM PEMBACAAN RPM MOTOR

Desain program pembacaan motor terdiri dari program pembacaan pulsa dan kalibrasi RPM motor. Pembacaan kecepatan motor menggunakan sensor *encoder* yang sudah menyatu dengan motor dilakukan dengan mengaktifkan fungsi *high speed counter* 0 pada PLC *settings* seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Aktivasi fungsi *high speed counter*

Instruksi PRV (881) digunakan untuk membaca pulsa masukan dari sensor dengan mengatur *port specifier* #0010 (menggunakan port CIO 00), *control data* #0033 (fungsi untuk membaca frekuensi pulsa masuk per detik) [6]. Program pembacaan dan penskalaan RPM dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Program pembacaan dan penskalaan RPM

PLC menerima nilai sensor *encoder* dalam bentuk frekuensi pulsa masuk per detik [9]. Nilai ini kemudian dikalibrasi menjadi nilai rotasi per menit (RPM) untuk selanjutnya digunakan sebagai nilai *present value* (PV). Untuk mendapatkan nilai RPM motor pada PLC perlu menghitung pulsa seperti pada persamaan (1).

$$RPM = \frac{\text{pulsa per detik}}{\text{pulsa per rotasi}} \times 60 \tag{1}$$

Pada Tabel 3 menampilkan alamat memori DM yang digunakan untuk membaca RPM.

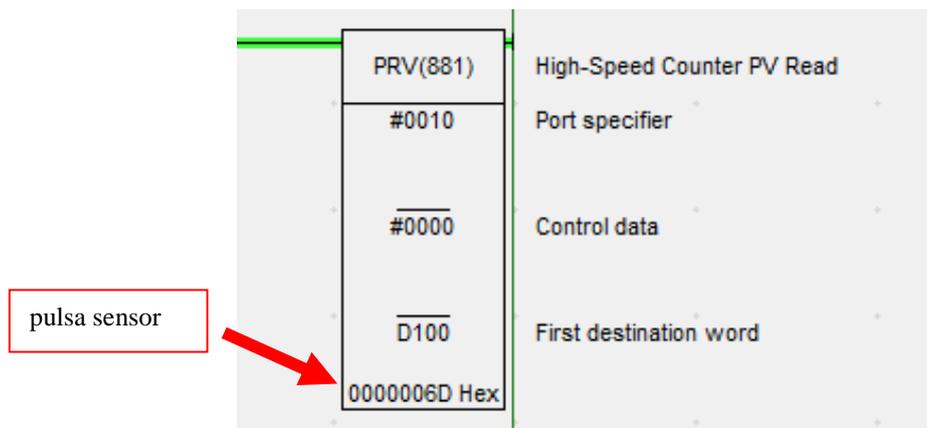
Tabel 3. Alamat Data Memori PLC

Memori	Alamat memori PLC
Pembacaan pulsa per detik	D102
Pembacaan pulsa per menit	D110
PV RPM	D120
RPM dalam pecahan	D124

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 PENGUJIAN SENSOR ENCODER

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pulsa setiap satu putaran yang dihasilkan oleh sensor *encoder*. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor *encoder* pada PLC dan memutar *shaft* motor *encoder* sejumlah satu putaran serta mengamati pulsa yang dihasilkan pada program CX-programmer. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 11.

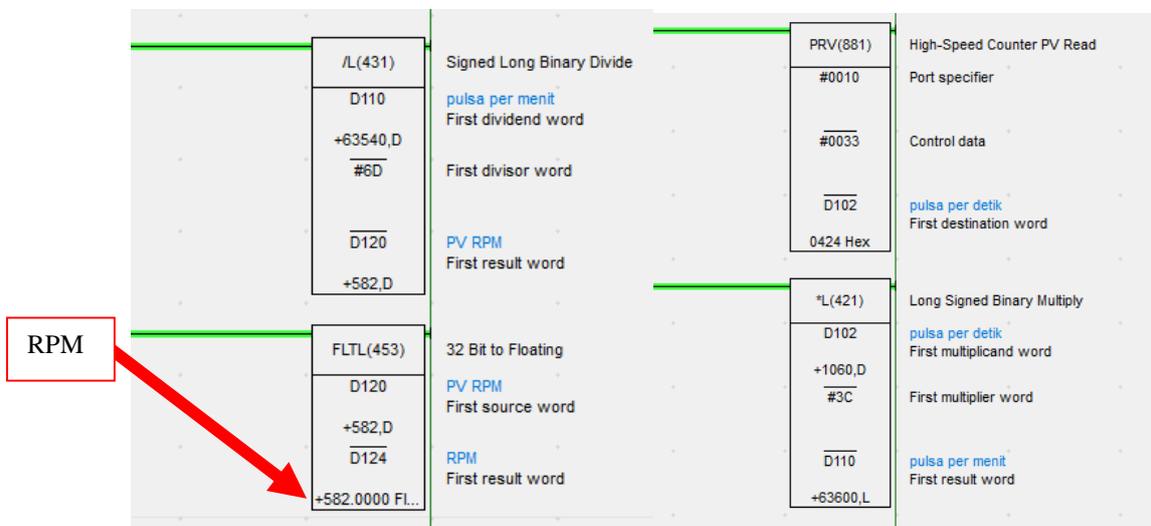


Gambar 11. Pembacaan pulsa per rotasi

Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 11 dapat diamati bahwa satu putaran yang dibaca sensor *encoder* menghasilkan #6D pulsa dalam *hexadecimal* jika dikonversikan ke *decimal* menjadi 108 pulsa. Namun jika dibandingkan dengan spesifikasinya nilainya lebih kecil 4 pulsa yaitu 112 PPR. Nilai PPR berbeda mungkin karena faktor putaran tidak tepat 360 derajat.

3.2 PENGUJIAN PEMBACAAN KECEPATAN DENGAN SENSOR ENCODER

Pengujian pembacaan kecepatan dilakukan untuk mengamati apakah sensor *encoder* dapat membaca kecepatan putar motor dan mengubah ke dalam satuan rotasi per menit (RPM). Pengujian dilakukan dengan memberikan keluaran analog PLC pada motor DC dan mengamati nilai RPM yang terbaca oleh sensor *encoder* pada diagram *ladder*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil pengujian pembacaan RPM

Berdasarkan Gambar 12 dapat diketahui nilai yang terbaca oleh sensor dan dapat terkirim ke dalam PLC dengan baik. Dilihat dari nilai keluaran memori RPM yang memiliki alamat D124 membaca kecepatan motor sebesar 582 RPM. Hasil pengujian pembacaan RPM dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Pembacaan RPM

Tegangan (V)	Arus (A)	Tachometer (RPM)	PLC (RPM)	Error
1	3	29	28	1
2	3	59	58	1
3	3	89	88	1
4	3	120	120	0
5	3	154	154	0
6	3	187	184	3
7	3	218	217	1
8	3	253	251	2
9	3	284	283	1
10	3	319	318	1
11	3	352	351	1
12	3	387	381	6
13	3	419	417	2
14	3	455	454	1
15	3	486	484	2
16	3	524	523	1
17	3	559	557	2
18	3	595	592	3
Jumlah		5489	5460	29
Error				29

Perhitungan nilai error dilakukan berdasarkan pada persamaan berikut,

$$e = |\text{jumlah RPM Tachometer} - \text{jumlah RPM PLC}| \quad (2)$$

$$e = |5489 - 5460|$$

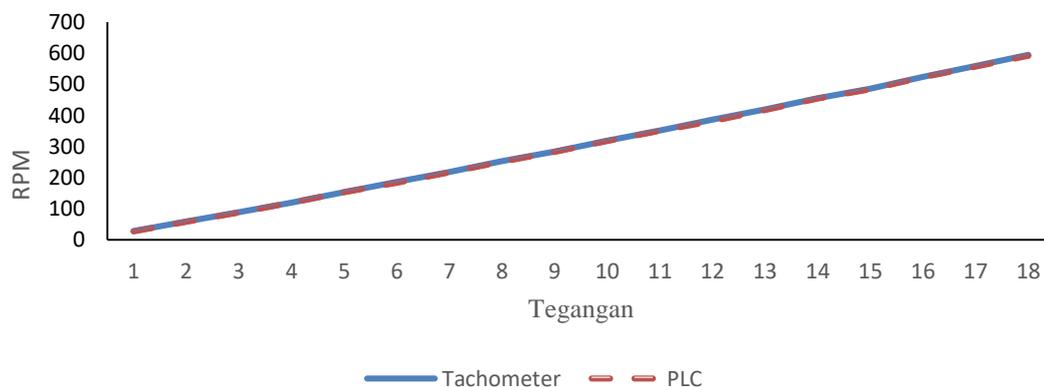
$$e = 29$$

$$X = e / \text{jumlah rpm tachometer} \times 100\% \quad (3)$$

$$X = \frac{29}{5489} \times 100\%$$

$$X = 0,52\%$$

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa error pembacaan RPM pada PLC terhadap alat ukur *tachometer* sebesar 0,52%.

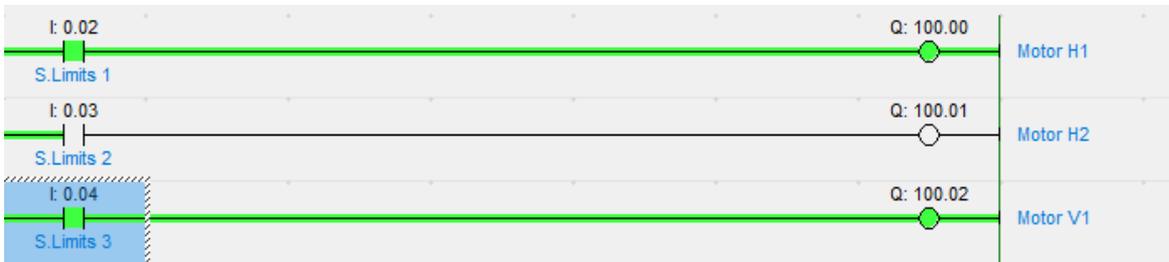


Gambar 13. Grafik Perbandingan Pengukuran RPM

Pada Gambar 13 dapat diamati bahwa perbandingan antara nilai RPM dan tegangan menghasilkan grafik linier. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi tegangan yang digunakan, nilai RPM juga semakin meningkat.

3.3 PENGUJIAN PEMBACAAN SENSOR *LIMIT SWITCH*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah keberhasilan pembacaan sensor. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor *limitswitch* pada PLC. Pengujian dilakukan dengan menekan sensor *limit switch* sebanyak sepuluh kali seperti pada Tabel 6. dikatakan berjalan dengan baik jika berhasil lebih dari 5 kali percobaan.



Gambar 14 Ladder pengujian sensor *limitswitch*

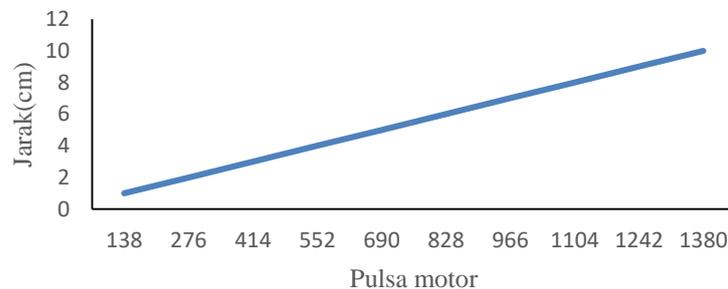
Tabel 4. Hasil pengujian sensor *limitswitch*

No	Nama bagian	Pengujian		
		Percobaan	Berhasil	Gagal
1	<i>Limitswitch 1</i>	10	10	0
2	<i>Limitswitch 2</i>	10	10	0
3	<i>Limitswitch 3</i>	10	10	0

Hasil pengujian pembacaan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 14, peneliti menekan sensor limit switch 1 dan sensor limit switch 3 dan menunjukkan bahwa data sensor dapat dibaca pada PLC dengan baik. Kemudian dari tabel 4 pengujian sensor *limitswitch* didapat hasil yang sangat baik yaitu dalam 10 kali percobaan pada setiap *limitswitch* bekerja tanpa error.

3.4 PENGUJIAN MOTOR HORIZONTAL

Pengujian motor ini dilakukan untuk menentukan berapa pulsa yang dibutuhkan motor untuk memindahkan rangka vertikal sejauh 10 cm. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan motor PG28 ke kopling yang terhubung dengan ulir berdiameter 8mm kemudian motor diprogram dengan PLC. Data sensor A dari motor dibaca menggunakan *high speed counter* dengan tipe kontrol data #0000 yang berfungsi membaca langsung PV motor. Menggunakan satu sensor dikarenakan PLC yang peneliti gunakan hanya 1 kanal 0.00. Motor diputar manual dengan tangan hingga objek berpindah sejauh 10 cm. Untuk jarak diukur dengan penggaris. Hasil pengujian jarak motor dapat dilihat pada Gambar 15.



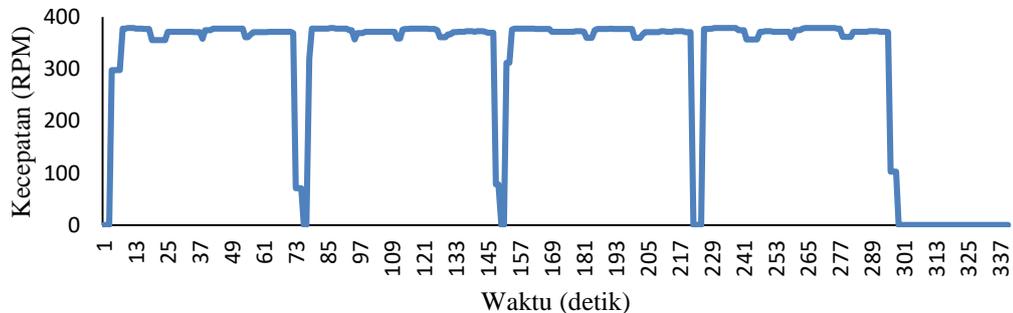
Gambar 15 Grafik pengujian jarak motor dengan pulsa *encoder*

Pada Gambar 15 dapat diamati nilai jarak setiap 1 cm jarak membutuhkan nilai sebanyak 138 pulsa. Grafik berbentuk linier yang artinya semakin besar pulsa yang digunakan semakin besar jarak yang didapat. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui berapa pulsa yang dibutuhkan sampai motor berjalan sejauh

10 cm. Jarak 10 cm ini merupakan lebar pengecatan dari *roll* cat pada rangka vertikal. Didapat jarak 10 cm dengan nilai pulsa sebesar 1380 ppr.

3.5 PENGUJIAN KECEPATAN MOTOR VERTIKAL

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan motor vertikal tegangan sebesar 12V. Motor bergerak menyesuaikan dengan program yang sudah didownload ke PLC. Data pengujian dapat dilihat pada Gambar 16.

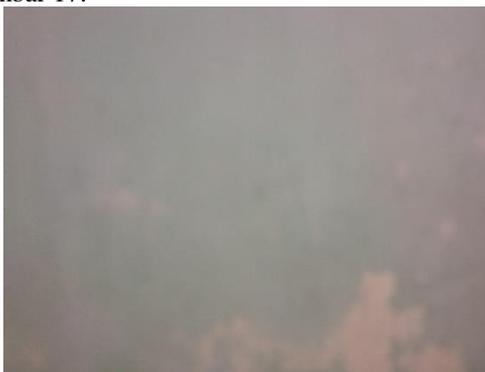


Gambar 16. Grafik kecepatan motor vertikal

Gambar 16 menunjukkan kecepatan motor vertikal ketika sistem berjalan. Pada detik ke 1 hingga detik ke 71 motor menggerakkan rangka vertikal ke atas dan ke bawah begitu juga untuk grafik yang mirip hingga detik ke 301. Data ini dapat diartikan sebagai data kecepatan mengecat pada mesin. Pengujian ini berfungsi untuk melihat bahwa pergerakan motor vertikal pada sumbu y konstan di kecepatan 378 RPM dilihat dari Gambar 15 menunjukkan bahwa kecepatan motor vertikal ketika bergerak ke atas (searah jarum jam) dan ke bawah (berlawanan arah jarum jam) cukup konstan dengan kecepatan dari 371 RPM hingga 379 RPM dan kecepatan motor ketika arah putar motor berubah dari searah jarum jam menjadi berlawanan arah maupun sebaliknya dan kecepatan terbaca antara 358 RPM hingga 361. Dari data tersebut kecepatan motor vertikal cukup konstan. Kecepatan yang konstan dibutuhkan agar saat pengecatan mesin bisa mengecat secara merata.

3.7 PENGUJIAN SISTEM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari sistem yang berjalan dalam PLC dengan menjalankan motor vertikal dan motor horizontal. Pengujian di uji dengan melakukan percobaan alat secara langsung dengan mengecat tembok. Posisikan alat dekat dengan tembok dan usahakan *roll* cat benar-benar menempel pada tembok. Hasil pengecatan tembok ketika pengecatan dan sesudah dicat dapat dilihat pada Gambar 17.



(a)



(b)



(c)

Gambar 17 (a). Tembok sebelum dicat, (b). Tembok ketika dicat, (c). Tembok setelah dicat

Dilihat dari hasil pengecatan pada Gambar 17 dapat dilihat bahwa hasil cat masih belum merata hal tersebut dikarenakan penggunaan cat yang kurang banyak dan encer. Pada proses pengecatan roll cat kadang tidak mau berputar karena posisi *roll* cat yang kurang menekan ke tembok. Dilihat dari hasil pada Gambar 17 bisa dikatakan bahwa mesin sudah bekerja sesuai dengan sistem dan program yang dibuat tetapi kurang maksimal secara fungsional.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai error pembacaan RPM pada PLC terhadap alat ukur *tachometer* sebesar 0,52%, lalu alat yang dibuat memiliki keunggulan pada pergerakan aktuator pada jalur pengecatan yang konsisten karena semua sensor berfungsi dengan baik. Alat ini masih dapat dikembangkan dengan menambahkan pengaturan pada rangka vertikal agar dapat bergerak maju ke dinding saat mengecat dan mundur ketika bergeser ke kanan atau ke kiri. Alat ini bisa di program dengan bahasa selain *ladder diagram* jika menggunakan PLC jenis lain yang lebih mendukung.

REFERENSI

- [1] M. Ngafifi, "Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya," *Jurnal Pembangunan Pendidikan Fondasi dan Aplikasi (JPPFA)*, vol. 2, no. 1, 2014. DOI: [10.21831/jppfa.v2i1.2616](https://doi.org/10.21831/jppfa.v2i1.2616)
- [2] A. Rahman and F. Maulana, "Studi Pembuatan Cat Tembok Emulsi dengan Menggunakan Kapur sebagai Bahan Pengisi," *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol. 10, 2014. DOI: [10.23955/rki.v10i2.2421](https://doi.org/10.23955/rki.v10i2.2421)
- [3] S. R. Patriani and Herlina, "Analisis Penerapan Cat Air Dari Bahan Makanan Terhadap Karya Lukis Mahasiswa Seni Rupa UNIPA Surabaya" *Jurnal Pendidikan Universitas PGRI*, vol. 14, no. 25, 2018. [Online](#)
- [4] D. Yuhendri, "Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan *Building Automatis*," *Journal of Electrical Technology*, vol. 3, no. 3 2018. [Google Scholar](#)
- [5] R. D. Purivanto, S. A. Akbar, and A. Aktawan dkk, "Desain Sistem Biodiesel Berbasis PLC Berdasarkan Diagram Keadaan," *Jurnal JITEKI*, vol. 4, no. 2, 2018. [10.26555/jiteki.v4i2.12051](https://doi.org/10.26555/jiteki.v4i2.12051)
- [6] T. Priyanto and N. Agani, "Sistem Kontrol Jarak antara Badan Robot dan Objek pada Pergerakan Robot Pengecat Separator," *Jurnal Maestro Arsitektur dan Teknik Elektro*, vol.2, no.1, 2019. [Google Scholar](#)
- [7] W. Bolton, "Programmable Logic Controllers", Newnes, 2015. [Google Scholar](#)
- [8] A. Yuniyanto, "Limit Switch dan Sensor pada Pneumatik dan Elektro Pneumatik," *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*, 2017. [Online](#)
- [9] Supriono and S. D. Panjaitan, "Manajemen Daya Listrik dengan Sistem *Automatic Transfer and Synchronization Switch* berbasis PLC". *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknik Informasi*, vol. 4, no. 3, 2015. DOI: [10.22146/jnteti.v4i3.162](https://doi.org/10.22146/jnteti.v4i3.162)
- [10] W. Widiyanto, W. Sumbodo, and D. H. Al Janan "Analisis Perancangan dan Pembuatan Program PLC Pembacaan *Encoder* Pada Sistem Robot *Record and Replay*," *Journal of Mechanical Engineering Learning*, vol. 1, no. 1, 2012. [Google Scholar](#)

BIOGRAFI PENULIS

Fahmi Abdul Aziz adalah Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta yang telah menyelesaikan pendidikan sarjana pada program studi tersebut.



Riky Dwi Puriyanto adalah Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.