

## Pengendali Kecepatan Motor DC Terhadap Perubahan Suhu Menggunakan PLC dan Human Machine Interface

Masayu Anisah<sup>1\*</sup>, Amperawan<sup>2</sup>, Sabial Rasyad<sup>3</sup>, Herman Yani<sup>4</sup>, Anton Firmansyah<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, Indonesia

<sup>4,5</sup> Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, Indonesia

\*e-mail: [annisah05@gmail.com](mailto:annisah05@gmail.com)

### ABSTRAK

Pengendalian kecepatan motor DC sebanding terhadap perubahan suhu termokopel tipe K menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI) difungsikan untuk memonitoring suhu dan kecepatan motor *Direct Current* (DC) dari perubahan sensor termokopel merupakan masukan berupa data suhu yang dikonversikan ke *analog to digital converter* (ADC) berupa data digital dan mengendalikan kecepatan motor DC dengan mengatur *Pulse Width Modulation* (PWM). Pengatur kecepatan motor DC terhadap perubahan suhu dari sensor termokopel dengan sistem kendali menggunakan *Programmable Logic Controller* dan ditampilkan di HMI. Pada pengujian ini hanya dilakukan pemanasan sensor pada suhu 30 °C sampai dengan 100 °C dan kecepatan motor DC dimana semangkin besar suhu maka nilai PWM makin sehingga putaran motor DC semangkin cepat. Pada pengendalian motor DC dengan PWM menggunakan frekwensi sebesar 10 Hz untuk mendapatkan nilai PWM 0% - < 54% motor akan berputar dengan *low speed*. PWM 54% - < 84% motor akan berputar dengan *medium speed*. PWM 84% - > 90% motor akan berputar dengan *high speed*.

**Kata Kunci:** Programmable logic controller, Termokopel, Motor DC, Human Machine Interface

## *DC Motor Speed Control Against Temperature Changes Using PLC and Human Machine Interface*

### ABSTRACT

*Controlling the speed of a DC motor in proportion to changes in temperature of a K-type thermocouple uses a Programmable Logic Controller and the Human Machine Interface to enable monitoring of the temperature and speed of the Direct Current motor from changes in the thermocouple sensor as input in the form of temperature data reduced to analog, to digital converter in the form of digital data and controls the speed of the DC motor by adjusting the Pulse Width Modulation. DC motor speed control for temperature changes from a thermocouple sensor with a control system using a Programmable Logic Controller and displayed on the Human Machine Interface. In this test, only heating the sensor at a temperature of 30 °C to 100 °C and the speed of the DC motor where the temperature is greater, the PWM value makes the DC motor rotate faster. In controlling DC motors with PWM using a frequency of 10 Hz to get a PWM value of 0% - < 54% the motor will rotate at low speed. PWM 54% - < 84%, the motor will rotate at medium speed. PWM 84% - > 90%, the motor will rotate at high speed.*

**Keywords:** Programmable logic controller, Thermocouple, Motor Direct current, Human Machine

Correspondence author : Masayu Anisah, Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, Indonesia  
E-Mail: [annisah05@gmail.com](mailto:annisah05@gmail.com)

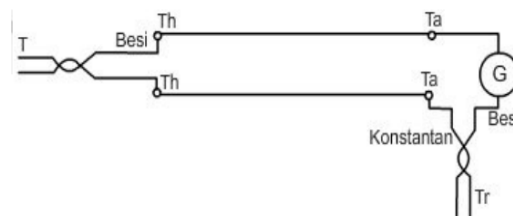


Jurnal *Ampere* licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

## I. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini berkembang sangat pesat terutama penggunaan PLC dan HMI pada industri yang digunakan sebagai pengendalian sistem dalam industri. Perkembangan teknologi di bidang kendali dalam industri banyak menggunakan PLC terutama dalam dalam bidang perakitan mobil, motor, lift, keamanan makanan, minuman, pengepakan obat-obatan dan lain-lain. Beberapa alasan menjadikan PLC sebagai salah satu pengendali yang paling diminati di dunia industri, diantaranya adalah adanya penjaminan kualitas hasil produksi, waktu produksi yang relative singkat, penghematan biaya dalam segi biaya pekerja. [1]. Penggunaan PLC membantu manusia dalam melakukan kendali yang memerlukan tingkat pengukuran/ ketelitian yang tinggi yang tidak bisa dilakukan dengan manusia. Salah satu komponen penting dalam proses industry adalah motor DC, dan kamera sebagai pengenal objek

Modul ADC yang digunakan dalam membaca suhu dari PLC Schneider salah satunya menggunakan termokopel dalam penelitian ini [2]. Sensor termokopel terdiri dari 2 kawat yang berbeda digunakan untuk menghasilkan tegangan dari perbedaan 2 kawat tersebut. Termokopel dapat mengukur temperatur dalam jangkauan suhu yang cukup antara  $-200^{\circ}\text{C}$  sampai  $1800^{\circ}\text{C}$



dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari  $1^{\circ}\text{C}$  [3] [4]. Seperti pada gambar 1 berikut.

**Gambar 1. Sensor termokopel [3-4]**

Termokopel yang digunakan tipe K bekerja pada suhu  $-270^{\circ}\text{C}$  sampai  $1370^{\circ}\text{C}$  dan modul yang digunakan menggunakan tipe TM2AMI2LT dari pengaturan pemilihan modul pada software Twido versi 2.3 yang digunakan pada penelitian ini [2].

Sederetan kerja *relay* pada sistem kendali konvensional dapat digantikan dengan menggunakan PLC yang dijalankan dengan program berupa *ladder diagram*. [4]. Sebagai salah satu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori untuk menyimpan instruksi dan menjalankan fungsi logika, urutan, waktu, penghitungan, dan aritmatika untuk mengontrol mesin dan proses. [5].

*Twido* adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan membuat program dalam bahasa Ladder diagram dalam mengendalikan sistem yang akan dibuat [3]. Perangkat lunak menggunakan *Twido suite* pada penelitian ini dan perangkat keras yang digunakan menggunakan tipe PLC TWDLCDE40DRF [2]-[4]



**Gambar 2. PLC schneider twido [2]-[4]**

Pada penelitian ini menggunakan motor DC untuk mengatur kecepatan putaran motor menggunakan PWM. Suplai tegangan searah pada kumparan medan motor DC di gunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. [6], [7]. Dalam motor dc terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E) [6]–[8]

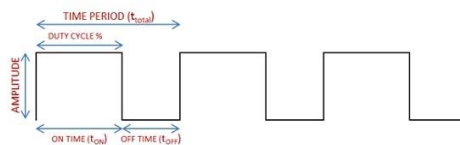
Modul ADC berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinyu) menjadi sinyal digital/ data digital (0/1). Modul ADC yang digunakan tipe TM2AMI2LT dengan *input* sensor ada 2 yang digunakan hanya 1 sensor dengan alamat %IW.1.1 [2], [7], [9]. Modul ADC tipe TM2AMI2LT seperti pada gambar 3



**Gambar 3. Modul ADC [7-8]**

Untuk membaca suhu dari sensor termokopel di perlukan *Analog To Digital Converter (ADC)* untuk membaca sensor suhu ke data digital 12 bit, ini berarti sinyal *input* dapat dinyatakan dalam  $4095 (2^n - 1)$  nilai diskrit [2], [3], [7], [9].

PWM adalah metode yang cukup efektif untuk mengendalikan kecepatan motor DC dengan mengatur waktu ON dan waktu OFF pada perioda. PWM ini bekerja dengan cara membuat perbandingan pulsa high terhadap pulsa low . Perbandingan pulsa high terhadap low ini akan menentukan besarnya tegangan yang diberikan ke motor DC, sehingga kecepatan dapat diatur. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. *Time period* menghasilkan PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi yang nilai PWM memiliki frekuensi yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%) [3], [7], [10].



**Gambar 4. Sinyal PWM**

Berikut ini rumus untuk menghitung Frekuensi :

$$F = 1/T \tag{1}$$

Keterangan

- F = Frekuensi
- T = Periode

Rumus untuk menghitung siklus kerja atau *duty cycle* dapat ditunjukkan seperti persamaan di bawah ini [8] :

$$Duty\ Cycle = \frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}} (100\%) \quad (2)$$

Keterangan

- $t_{ON}$  = Waktu ON (high/ "1")
- $t_{OFF}$  = Waktu OFF (low/ "0")
- $t_{total}$  = Waktu satu siklus (periode satu gelombang)
- Siklus Kerja = Waktu ON / (Waktu ON + Waktu OFF)

Untuk  $V_{average}$  atau Tegangan rata-rata (Tegangan output dari sinyal PWM) dengan rumus [10]:

$$V_{average} = \left( \frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}} V_{in} \right) \quad (3)$$

Keterangan

- $V_{in}$  = Tegangan Masukan
- $V_{average}$  atau Tegangan rata-rata (Tegangan output dari sinyal PWM)

HMI secara umum mempresentasikan sebuah interface atau tampilan penghubung antara manusia dengan teknologi mesin. Pada penelitian ini menggunakan *software vijeo designer* sebagai HMI dimana dapat mendesai pada tampilan HMI berupa tombol dan tampilan – tampilan lainnya yang nantinya akan didownloadkan ke HMI untuk selanjutnya divisualisasikan. Tampilan HMI terdiri dari panel – panel sebagai layar utama dari projek yang dibuat dalam menampilkan berbagai objek berupa tombol, indikator lampu, grafik dan lain – lain. HMI yang digunakan tipe XBTGT 22330 [2] [6] [7]. Pada HMI untuk menampilkan visual berupa tombol, indikator/ lampu, nilai *timer*, nilai *counter*, nilai *compare*, nilai ADC dan nilai PWM menggunakan alamat memori (%M0) dengan tipe data bit (1/0) sedangkan untuk tampilan data ADC, *Timer*, *counter* menggunakan alamat memori (% MW0) dengan tipe data memori *word* (data 16 bit) [2]–[4]

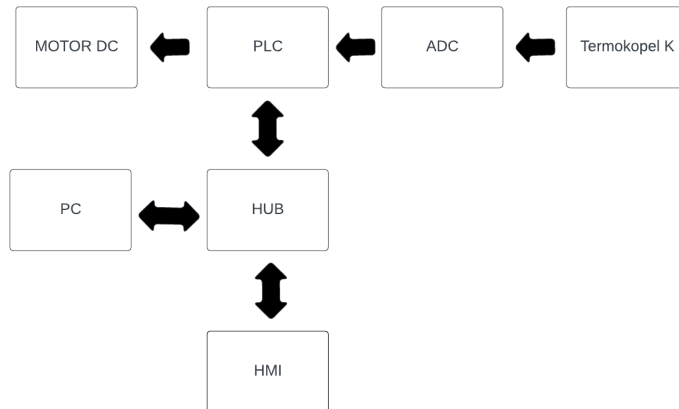
## II. METODE PENELITIAN

Pada Penelitian dilakukan dalam beberapa 5 tahap sehingga dapat menghasilkan penelitian yang baik dan sesuai didesain yang akan direcanakan dimana tahap awal yaitu studi pustaka yang memberikan pengetahuan, wawasan dan perkembangan saat ini dari penelitian yang akan dilakukan. Pengujian untuk mengetahui suhu yang di baca oleh ADC yang kemudian datanya dibandingkan dengan Ladder dari PLC untuk mengatur kecepatan motor DC yang menghasil nilai PWM yang menentukan keberhasilan dalam menghasilkan sistem yang baik dan handal dari penelitian ini. Hasil yang ditargetkan adalah dapat membaca nilai suhu dan mengatur kecepatan motor DC menggunakan PWM.

Metode penelitian dilakukan 5 tahap:

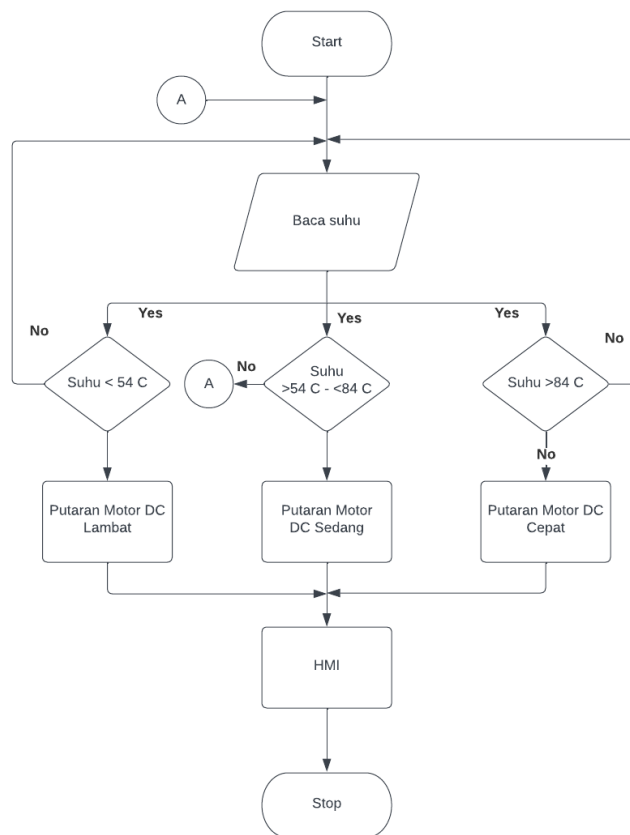
1. Studi pustaka dan data pendukung sesuai penelitian.
2. Perancangan *input* dan *output* menggunakan alamat dari PLC.
3. Perancangan dan simulasi *ladder diagram* sensor suhu dan PWM menggunakan *software twido* dan HMI dari PLC Schneider.
4. Intergrasi antara *hardware* dan *software*.
5. Pengujian, perhitungan, analisa dan evaluasi untuk sistem secara keseluruhan sehingga data yang akurat dan sesuai dengan teori yang didapat serta sistem yang handal.

Perancangan diagram blok “Pengendali Motor DC Terhadap Perubahan Suhu Menggunakan PLC dan HMI”.



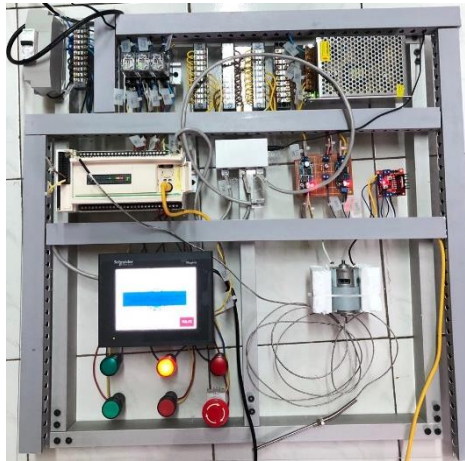
**Gambar 5. Blok Diagram Sistem**

Perancangan Flowchart sistem “Pengendali Kecepatan Motor DC Terhadap Perubahan Suhu Menggunakan *Programmable Logic Controller* dan *Human Machine Interface*”.



**Gambar 6. Flowchart Sistem**

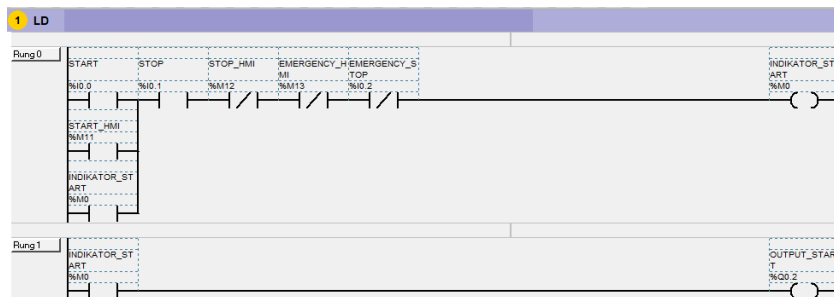
Implementasi Pengendali Motor DC Terhadap Perubahan Suhu Menggunakan PLC dan HMI dari hasil penelitian yang dilakukan :



Gambar 7. Implementasi Sistem

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

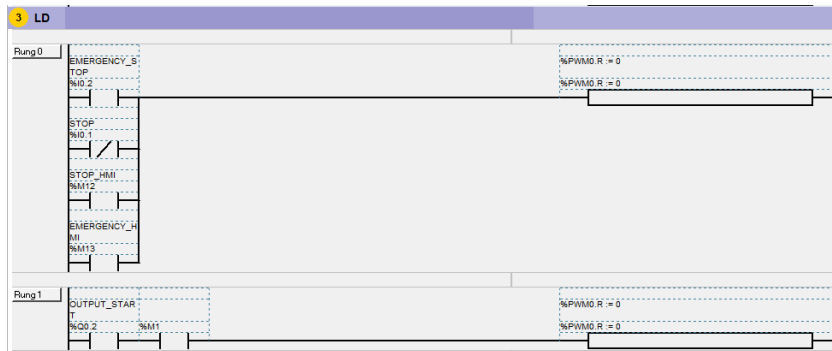
Pada penelitian ini mendesain *hardware* dan *software* dimana untuk *hardware* terdapat 2 buah *switch* untuk *start* menggunakan alamat %I0.0 dan untuk *stop* alamat %I0.0 digunakan untuk *start* atau *stop* dari sistem yang dibuat sedangkan *software* dibuat menggunakan *ladder diagram* menggunakan *twido suite* dan melakukan simulasi dan pengujiannya dalam membaca nilai suhu, nilai PWN dan tegangan keluaran di PWM pada modul ADC. Berikut pada gambar 8 merupakan *ladder diagram* terdiri atas tombol start dan tombol stop untuk mengaktifkan sistem serta terdapat emergency pengaman sistem.



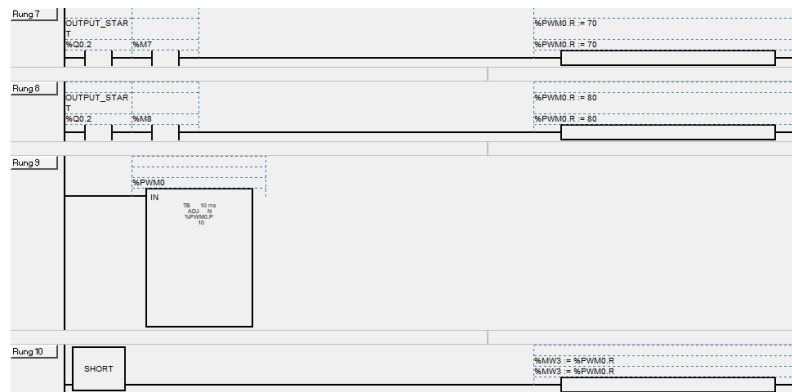
Gambar 8. Program PLC Start dan Stop Sistem



Gambar 9. Program PLC Penyimpanan Data Suhu Pada %MW.1



**Gambar 10. Program PLC Nilai PWM Pada %PMW0.R**



**Gambar 11. Program PLC Nilai PWM Tampil Di HMI Pada %MW3**

Pada gambar 9 Penyimpanan data suhu dengan alamat %MW1 dimana data awal suhu 0°C yang akan ditampilkan pada HMI. Pada gambar 10 Program PLC yang menggunakan blok PWM dengan alamat %PMW0.R yang akan menghasilkan nilai PWM akan menentukan kecepatan dari motor DC dimana semakin besar suhu maka akan semakin besar nilai PWM. Pada gambar 11 Program PLC nilai PWM tampilan di HMI menggunakan alamat %MW3 akan menentukan kecepatan dari motor DC

Pada tabel 1 tabel dari hasil pengukuran tegangan pada *output* motor dengan multimeter digital dan kecepatan putar motor dengan tachometer.

**Tabel 1. Data hasil pengukuran  $V_{out}$  Motor**

No.	Suhu (°C)	Duty Cycle	$V_{out}$ (V <sub>DC</sub> )
1.	<30	0	0
2.	30 - 40	20	2,3
3.	40 - 50	30	3,4
4.	50 - 60	40	4,6
5.	60 - 70	50	5,7
6.	70 - 80	60	7,0
7.	80 - 90	70	8,1
8.	>90	80	9,3

Tabel 2 merupakan tabel dari Hasil pengukuran suhu *Thermocouple type K* dengan perbandingan Thermometer Digital terhadap air panas sebagai media ukur.

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Thermocouple Type K**

No.	Suhu (°C)	Termometer Digital	Error (%)
1.	20	22,5	11,11
2.	30	32,2	6,8
3.	40	42,6	6,1
4.	50	53	5,6
5.	60	64,4	6,8
6.	70	74	5,4
7.	80	83,4	4,07
8.	90	94,4	4,66

Hasil pengujian perbandingan suhu pada termokopel dengan suhu pada termometer digital pada gambar 12.



**Gambar 12. Pengujian Perbandingan Suhu Termokopel Dengan Termometer Digital Dan HMI**

Data Hasil Pengukuran PWM dengan menggunakan Osiloskop, pada gambar 10 merupakan *Time Period* yang di hasilkan dari PWM dengan frekuensi sebesar 10Hz.

Hasil *Time Period* PWM saat suhu 30°C -40°C, merupakan hasil *Time Period* PWM dengan *duty cycle* 20% saat suhu yang terbaca 30°C -40°C .



**Gambar 13. Hasil *Time Period* PWM saat suhu 30-40°C**

Dari pengukuran didapat dihitung *duty cycle* :

$$Duty Cycle = \frac{20}{20 + 80} (100 \%)$$

Maka *duty cycle* = 20 %.

Maka didapat tegangan *Vout* dari sinyal PWM dan *Vfull* = 11,90 Vdc..

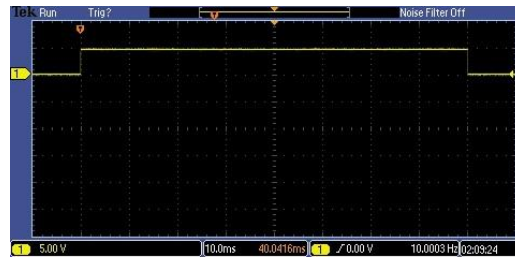


$$V_{average} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} V_{full}$$

$$V_{average} = \frac{20}{20 + 80} 11,90 \text{ V}$$

$$= 2,38 \text{ Volt.}$$

Hasil *Time Period* PWM dengan *duty cycle* 80% saat suhu yang terbaca >90°C .



Gambar 14. Hasil *Time Period* PWM saat suhu >90°C

Dari pengukuran didapat dihitung *duty cycle* :

$$Duty \ Cycle = \frac{80}{80 + 20} (100 \%)$$

Maka *duty cycle* = 80 %.

$$V_{average} = \frac{80}{80 + 20} 11,90 \text{ V}$$

$$= 9,3 \text{ V.}$$

#### IV. KESIMPULAN

Kecepatan motor DC menggunakan PWM yang dibagi 3 kecepatan untuk kecepatan rendah berkisar PWM 0% - <54% , kecepatan sedang berkisar PWM 54% - <84% dan kecepatan tinggi berkisar PWM 84% - >90%. Setiap perubahan *Time Period* dari PWM maka akan mempengaruhi tegangan  $V_{out}$  motor DC dan kecepatan Motor DC, Sinyal PWM memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap dalam mengatur kecepatan motor DC menggunakan frekuensi sebesar 10 Hz dan Amplitudo sebesar 5Volt yang terukur pada osiloskop. Tegangan rata-rata ( $V_{average}$ ) berkisar dari 2,3  $V_{dc}$  sampai dengan 9,3  $V_{dc}$  pada suhu dari 0°C sampai dengan lebih besar dari >90°C yang terukur pada multimeter digital.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Wicaksono, *SCADA Software Dengan Woderware InTouch*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] T. Schneider, "Training handout Politeknik Negerii Sriwijaya PLC dan HMI." pp. 4–6,.
- [3] M. I. Ramadhani, "Sistem Pengendali Motor DC Dengan Pulse Width Modulation berdasarkan Perubahan Suhu Thermocouple Berbasis PLC", *Politek. Negeri Sriwijaya. Indones.*.
- [4] F. D. dkk, "Prorammmable Logic Controller Pengatur Kecepatan Motor AC Terhadap Perubahan suhu Termokopel," *Pros. Sent.*, pp. 240–247,.
- [5] N. Harmein, "Prorammmable Logic Controller." Erlangga, Jakarta.
- [6] N. N. dkk, "Analisa Motor DC (Direct Current)", *J. Mikrotiga*, vol. 1, no. 2, pp. 28–34,.
- [7] A. Sugeng, *Monitoring Suhu Menggunakan SCADA*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Indonesia.
- [8] A. K. J. dkk, "Rancangan observer untuk Motor DC pada PLC," in *J.Teknik ITS Vol.9 No.2*,
- [9] T. Schneider, "Twido Suite V2.3 Programming Guide, pp.163."

- [10] F. B. L. dkk, “Implementasi Pulse Width Pada Penyaluran Limbah Cair Pupuk Kelapa Sawit Berbasis Arduino,” *J.Electrical Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–46,.