

Monitoring Besaran Listrik dan Suhu Menggunakan *Power Meter* dan *Temperature Controller* Berbasis SCADA pada Simulasi Sistem Pemanas

Mochammad Mulia¹

Jl. Kalibaru Timur Kelurahan Kalibaru Medan Satria, Bekasi, Jawa Barat 17132, Indonesia

Email: mohammad.mulia@sttdb.ac.id

Abstrak - SCADA memiliki fungsi sebagai telemetri dan telecontrol. Dengan fungsi-fungsi tersebut, sistem SCADA memiliki kelebihan dapat melakukan pengawasan sekaligus pengendalian banyak plant yang letaknya berjauhan. Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem SCADA untuk memonitoring dan melakukan kontrol terhadap simulasi sistem pemanas. Simulasi sistem pemanas menggunakan 2 buah lampu bohlam 100 watt yang diatur intensitas cahayanya dengan dimmer dan PT-100 untuk pengukuran suhu. PLC CP1H akan difungsikan sebagai Master dengan SCADA Wonderware InTouch. Kemudian *power meter Schneider PM5350* dan *temperature controller Omron E5CC* sebagai slave dengan modbus RTU RS-485 sebagai media komunikasi. Selain itu digunakan software KEPServerEX untuk penghubung PLC dengan Wonderware InTouch. Hasil pengujian menunjukkan pada proses pengiriman data modbus RTU, alamat register PM5350 bergeser 1 Word ke nomor register yang lebih kecil sedangkan pada E5CC alamat registernya sesuai pada daftar alamat register. Kemudian pada proses penerimaan data modbus RTU, nilai register kedua slave baik PM5350 dan E5CC bergeser 1 Byte ke arah nomor register yang lebih kecil. Selanjutnya pada proses menampilkan data hasil pembacaan modbus RTU terjadi transisi Zero Data. Untuk mengatasi hal ini maka dibuatlah ladder Non-Zero Data Transition.

Kata kunci: SCADA, *Power Meter*, *Temperature Controller*, Modbus RTU

I. PENDAHULUAN

Sistem monitoring dan kontrol merupakan salah satu bentuk pengendalian terhadap suatu mesin. Dalam suatu industri yang memiliki banyak mesin diperlukan sebuah sistem yang dapat melakukan pengawasan dan pengendalian jarak jauh. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlunya penerapan sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sebagai sistem pengawasan dan pengendalian.

Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem SCADA yang digunakan untuk memonitoring dan melakukan kontrol terhadap simulasi sistem pemanas. Sistem pemanas ini nantinya dipasang power meter Schneider PM5350 dan temperature controller Omron E5CC sebagai komponen Slave dan PLC Omron CP1H sebagai komponen Master dengan SCADA Wonderware InTouch.

Komunikasi antara Master dan Slave akan menggunakan komunikasi Modbus RTU RS-485. Kemudian pada sistem SCADA Wonderware InTouch akan difungsikan untuk monitoring besaran listrik (V, A, kW, kWh) dan suhu (SP, PV, Hys).

II. LANDASAN TEORI

A. PT-100 RTD

RTD (Resistance Temperature Detector) adalah sensor suhu yang pengukurannya menggunakan prinsip perubahan resistansi logam yang dipengaruhi oleh perubahan suhu. PT-100 adalah salah satu dari RTD dengan spesifikasi 100 Ohm, maksudnya adalah ketika sensor PT-100 berada pada suhu 0 derajat Celcius maka PT-100 akan menunjukkan nilai resistansi 100 Ohm.

B. Dimmer

Dimmer digunakan untuk mengatur tegangan yang akan disalurkan menuju lampu bohlam/ pijar. Dengan demikian kita dapat mengatur tingkat intensitas cahaya lampu pijar dan secara otomatis mengatur pula energi panas yang dihasilkan lampu pijar.

C. Power Meter PM5350

Power meter adalah suatu peralatan digital yang multi fungsi. Power meter dapat menggantikan bermacam-macam alat ukur meter, rele, transduser, dan komponen-komponen lainnya. Power meter menggunakan komunikasi RS-485 (protokol Modbus RTU) yang dilengkapi dengan pengintegrasian dalam setiap pemantauan daya dan sistem kendali. PM5350 adalah salah satu jenis power meter keluaran dari Schneider Electric.

D. Temperature Controller E5CC

Temperature controller adalah salah satu perangkat elektronik yang umumnya difungsikan sebagai regulator temperatur suatu proses baik proses pemanasan maupun pendinginan. Sensor yang didukung mulai dari tipe (Resistance Temperature Detector) (RTD) seperti JPT 100, DPT 100, DPT 50, CU 100, CU 50, Nikel 120 dan tipe thermocouple seperti K, J, E, T, L, N, U, R, S, B, C, G. E5CC adalah salah satu jenis temperature controller keluaran dari Omron.

E. PLC Omron CP1H

Definisi menurut NEMA (The National Electrical Manufacturers Association) PLC adalah perangkat

elektronika digital yang menggunakan memori dan bisa diprogram sebagai penyimpan internal dari sekumpulan instruksi dengan menerapkan fungsi-fungsi seperti logika, sekuensial, pewaktuan, dan aritmatika untuk mengendalikan berbagai proses melalui modul I/O digital dan atau analog.

PLC Omron CPH merupakan salah satu jenis PLC yang banyak digunakan untuk keperluan otomasi industri. PLC ini berbentuk compact dengan CPU, modul Input dan output dalam satu blok. PLC ini dilengkapi 2 buah slot untuk modul serial RS-232/RS-422/RS-485 dan satu port untuk modul ekspansi special I/O unit.

F. Protokol Modbus

Protokol Modbus merupakan aturan-aturan komunikasi data dengan teknik Master-Slave. Dalam komunikasi tersebut hanya terdapat satu Master dan satu atau beberapa Slave yang membentuk sebuah jaringan. Dalam jaringan Modbus terdapat 2 mode transmisi serial, yaitu mode RTU dan mode ASCII. Untuk sistem RTU menggunakan aturan sebagai berikut.

- Coding system : 8 bit biner, heksadesimal 0-9, A-F.
- Bits per byte : 1 start bit.
- 8 data bits, Least Significant Bit (LSB) dikirim pertama.
- 1 bit untuk even/odd parity, no bit untuk no parity.
- 1 stop bit jika menggunakan parity, 2 bits untuk no parity.
- Error check field : Cyclical Redundancy Check (CRC).

G. Komunikasi Serial

Komunikasi serial ada 2 macam, yaitu komunikasi sinkron dan asinkron. Komunikasi sinkron dilakukan dengan menambahkan sinyal sinkronisasi. Komunikasi asinkron dilakukan dengan menetapkan kecepatan bit (baud rate) dan menyisipkan beberapa bit protokol, yaitu bit start, parity dan bit stop.

Standar RS232 merupakan aturan mengenai level tegangan, konektor dan aturan komunikasi. Standar RS-232 memiliki level tegangan antara -3 sampai -15 Volt untuk logika low, dan antara +3 sampai +15 Volt untuk logika High.

Komunikasi serial RS-485 menggunakan sepasang kabel untuk mengirimkan satu sinyal. Tegangan antara kedua kabel saluran selalu berlawanan. Logika ditentukan dari beda tegangan antara kedua kabel tersebut. RS-485 bisa dipakai untuk membangun saluran transmisi jarak jauh sampai 4000 feet dengan kecepatan tinggi.

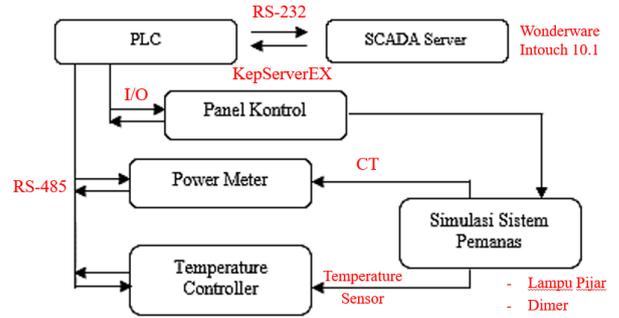
H. SCADA

SCADA secara sederhana memiliki definisi sebagai suatu sistem yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian dan akuisisi data terhadap suatu plant. Sebuah sistem SCADA menggunakan komputer untuk menampilkan nilai-nilai sensor, menampilkan grafik, menyimpan data dalam database hingga menampilkannya dalam sistem web. Sistem SCADA umumnya terhubung dengan PLC melalui protokol komunikasi.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Blok Sistem

Berikut adalah diagram blok dari alat yang akan dibuat.



Gambar. 1 Diagram blok simulasi sistem pemanas

B. Desain Simulasi Sistem Pemanas

Bagian pertama sistem pemanas (kiri) terdiri dari 2 buah bohlam pijar 100 Watt dengan masing-masing sensor RTD PT-100 yang terpasang pada bracket tertutup kaca.

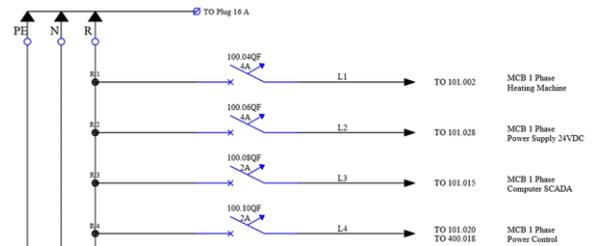


Gambar. 2 Sistem pemanas dan panel kontrol

Bagian selanjutnya adalah panel kontrol (kanan) sebagai interface operasional sistem.

C. Rangkaian Power Supply

Rangkaian ini berfungsi sebagai sumber tegangan bagi rangkaian lainnya.



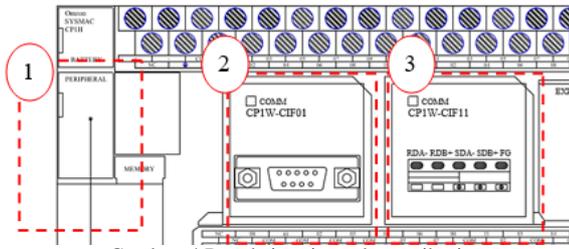
Gambar. 3 Rangkaian power supply

D. Rangkaian Sistem Komunikasi

Blok 1 menggunakan kabel komunikasi Peripheral dari PLC ke Port USB komputer sebagai sarana download, upload dan monitoring program PLC.

Blok 2 menggunakan kabel komunikasi serial RS-232 dari modul CP1W-CIF01 ke Port Serial komputer sebagai sarana komunikasi PLC dengan KEPServerEX dan Wonderware InTouch.

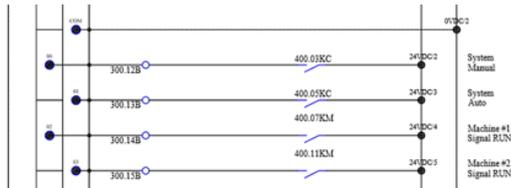
Blok 3 menggunakan kabel komunikasi serial RS-485 dari modul CP1W-CIF11 kemudian diparalel ke Power Meter dan Temperature Controller E5CC-1 dan E5CC-2.



Gambar. 4 Rangkaian sistem komunikasi

E. Rangkaian Input PLC

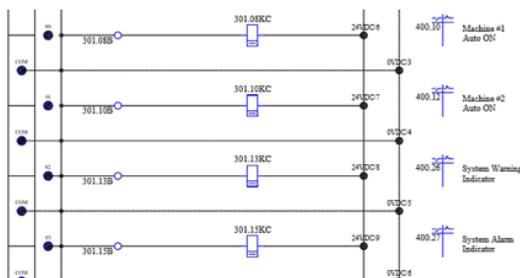
Rangkaian input PLC difungsikan untuk sistem manual, sistem auto, signal Run Machine #1 dan #2.



Gambar. 5 Rangkaian input PLC

F. Rangkaian Output PLC

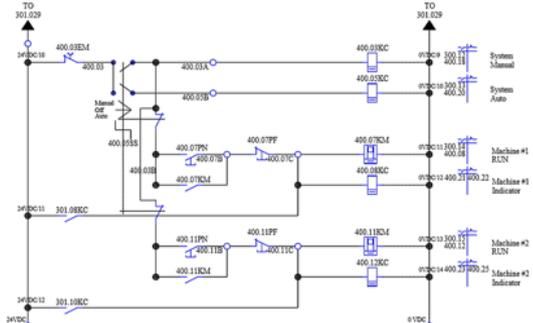
Rangkaian output PLC difungsikan sebagai indikator Machine #1 dan #2 Auto ON, sistem Warning dan Alarm.



Gambar. 6 Rangkaian output PLC

G. Rangkaian Kontrol

Pada blok kontrol difungsikan untuk sistem e-stop, sistem OFF, sistem Manual, dan sistem Auto.

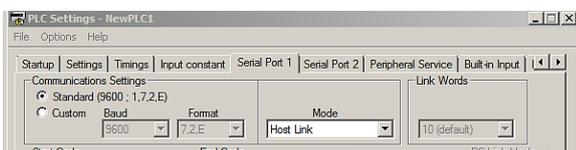


Gambar. 7 Rangkaian kontrol

H. Konfigurasi Sistem Komunikasi PLC

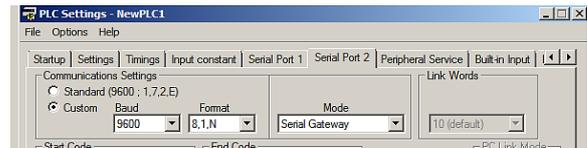
Terdapat 3 sistem komunikasi yang harus dikonfigurasi, yaitu:

1) Komunikasi PLC dengan KEPServerEX: pada sistem ini menggunakan media komunikasi Serial RS-232.



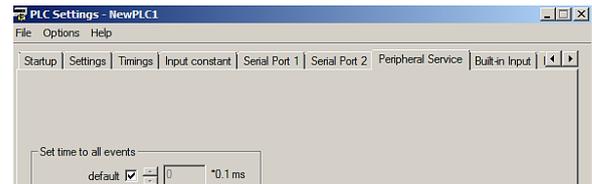
Gambar. 8 Konfigurasi serial port 1

2) Komunikasi PLC dengan Power Meter dan Temperature Controller: setting ini harus sama dengan konfigurasi pada Power Meter dan Temperature Controller.



Gambar. 9 Konfigurasi serial port 2

3) Komunikasi PLC dengan Komputer: masuk ke tab Peripheral Device, kemudian setting pada default.



Gambar. 10 Konfigurasi peripheral

I. Pembuatan Ladder Modbus Read PM5350

Berikut adalah penjelasan program ladder yang berfungsi melakukan pembacaan nilai data pada register pada PM5350.

- 1) Proses Request Data: data request akan dikirimkan ke alamat Request Data Modbus RTU.
 - MOV D10=3 ke D32300 sebagai Slave Address.
 - MOV #3 ke D32301 sebagai fungsi Read.
 - MOV #4 ke D32302 sebagai nilai Omron Data Bytes.
 - MOV D12=&2999 ke D32303 sebagai Start Address.
 - Sebenarnya alamat register untuk Volt A-N Power Meter adalah = &3028 namun pada aktual pembacaan nilainya bergeser ke kiri 1 word menjadi &3027. Hal ini berlaku untuk semua alamat register pada PM5350.
 - MOV #6 ke D32304 sebagai jumlah Word yang akan dibaca.
 - SET A640.00 mengaktifkan Modbus Progress.

2) Proses Receive Data: proses penerimaan data dilakukan selama waktu Counting List atau scanning sistem. Pada proses ini data yang diterima harus diambil dengan perlakuan khusus karena data penerimaan Modbus RTU bergeser 1 Byte.

- Sebagai contoh data yang terbaca pada PM5350 #1 adalah 217,94 Volt. Setelah dilihat pada Data Memory, nilainya sebagai berikut.

D32354	#0843		
D32355	#47EF		
- Maka proses pengambilan datanya adalah, pertama **MOVD D32354 #210 D512**, berfungsi memindahkan 2 digit nilai pada D32354 dimulai pada digit ke-0 dan dipindahkan pada D512 dimulai pada digit ke-2 sebagai berikut.

D32354	#0843	D512	#4300
D32355	#47EF		
- Selanjutnya **MOVD D32355 #12 D512**, berfungsi memindahkan 2 digit nilai pada D32355 dimulai pada digit ke-2 dan dipindahkan pada D512 dimulai pada digit ke-0 sebagai berikut.

D32354	#0843	D512	#4300
D32355	#47EF	D512	#4347

- Selanjutnya **MOVD D32355 #210 D513**, berfungsi memindahkan 2 digit nilai pada D32355 dimulai pada digit ke-0 dan dipindahkan pada D512 dimulai pada digit ke-2 sebagai berikut.

D32354 #0843 D512 #4300
 D32355 #47EF D512 #4347
 D32355 #47EF D513 #EF00

- Sehingga nilai datanya menjadi sebagai berikut.
 D512 D513 #4347 #EF00

- Kita coba konversi nilai Float 32 diatas sesuai Standar Floating Point Calculation IEEE-754.

4 3 4 7 E F 0 0
 0100 0011 0100 0111 1110 1111 0000 0000
 Sign bit = 0 menunjukkan positif decimal

Exponen bit (8 bit)

$$100\ 0011\ 0 = (1 \times 2^7) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) = 128 + 4 + 2 = 134$$

Exponen Bias = 127

$$= 134 - 127 = 7$$

Fraction Bit Mantissa (23 bit)

$$100\ 0111\ 1110\ 1111\ 0000\ 0000$$

$$= (1 \times 2^{-1}) + (1 \times 2^{-5}) + (1 \times 2^{-6}) + (1 \times 2^{-7}) + (1 \times 2^{-8}) + (1 \times 2^{-9}) + (1 \times 2^{-10}) + (1 \times 2^{-12}) + (1 \times 2^{-13}) + (1 \times 2^{-14}) + (1 \times 2^{-15})$$

$$= 0,5 + 0,003135 + 0,15625 + 0,0078125 + 0,003906 + 0,00195312 + 0,00097656 + 0,0002441406 + 0,0001220703 + 0,0000610352 + 0,0000305176$$

$$= 0,7027$$

Rumus perhitungan Float 32

$$\text{Data Value} = (-1)^s \times (1 + m) \times 2^e$$

$$= (-1)^0 \times (1 + 0,7027) \times 2^7$$

$$= 217,94$$

- Berarti nilai Float 32 yang terbaca sesuai dengan nilai aktual. Namun tidak berhenti sampai disini. Setelah diperiksa lebih lanjut ternyata pada PLC, nilai FT32 terbalik posisi wordnya sehingga harus kita lakukan switching word agar FT32 terbaca oleh PLC.

- Pertama **MOV D513 D110**, berfungsi memindahkan nilai pada D513 pada D110 sebagai berikut.

D513 #EF00 D110 #EF00

- Selanjutnya **MOV D512 D111**, berfungsi memindahkan nilai pada D512 pada D111.

D512 #4347 D111 #4347

- Jadi nilai datanya menjadi sebagai berikut.

D110 D111 #EF00 #4347

J. Pembuatan Ladder Non-Zero Data

Ladder ini berfungsi mencegah transisi data zero yang terjadi saat proses baca register.



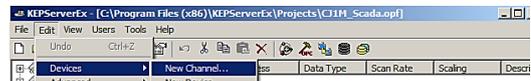
Gambar. 11 Ladder Non-Zero PV E5CC-1

Program ini membandingkan nilai register pada PV E5CC-1 dengan nilai Zero atau 0. Dan jika nilainya lebih dari 0 maka akan mengizinkan perintah MOV untuk memindahkan nilai data pada register D130 ke D1700. Register D700 ini yang nantinya digunakan untuk menampilkan nilai PV-E5CC-1 pada SCADA.

K. Konfigurasi KEPServerEX

Agar data-data pada PLC dapat terbaca pada aplikasi InTouch, maka diperlukan KEPServerEX untuk berkomunikasi. Berikut adalah langkah-langkah konfigurasi KEPServerEX.

- 1) **Pembuatan Channel:** langkah pertama adalah membuat Channel yang digunakan untuk memilih device dan mengatur sistem komunikasi.



Gambar. 12 New Channel

Kemudian melakukan setting sebagai berikut:

- Channel name : CP1H
- Device driver : Omron FINS Serial
- ID COM1, Baudrate 9600, Data bits 7, Parity Even, dan Stop bits 2

- 2) **Pembuatan Device:** pembuatan Device sebagai pengaturan sistem komunikasi lanjutan.



Gambar. 13 New Device

Kemudian melakukan setting sebagai berikut:

- Device name : SCADA, Device model : CS1
- Device ID : 0.0.0
- Request timeout : 1000, Fail after 3 successive timeouts

- 3) **Pembuatan Tag:** membuat Tag yang nantinya akan digunakan sebagai alias data PLC yang akan dibaca pada Wonderware InTouch.

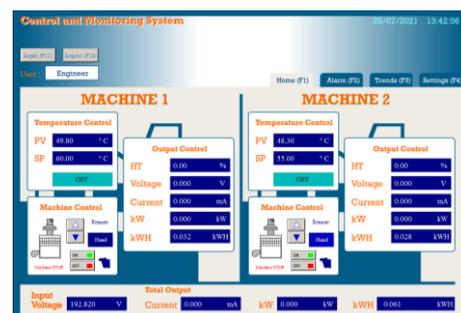
Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling
SetPoint2	D00712	Float	100	None
Hys2	D00714	Float	100	None
Volt2	D00716	Float	100	None

Gambar. 14 Tag dengan data tipe: Float

Pembuatan tag disesuaikan dengan tipe data yang digunakan, perlu diperhatikan bahwan tagname, address, dan data tipe pada tag harus sama antara di KEPServerEX dengan Wonderware InTouch.

L. Pembuatan Menu Home

Window Home akan muncul saat menu Home diklik atau dengan menekan (F1).



Gambar. 15 Tampilan Window Home

Pada menu Home terdapat fitur-fitur sebagai berikut:

- 1) *Fitur Hak Akses*: berfungsi untuk melakukan akses user berupa login dan logout.
- 2) *Tab Temperature Control*: berfungsi untuk pengaturan nilai PV dan SV.
- 3) *Tab Output Control*: berfungsi menampilkan data HT, tegangan, arus, kW, dan kWh.
- 4) *Tab Machine Control*: berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan mesin.
- 5) *Tab Bottom Bar*: berfungsi untuk menampilkan data tegangan masukan, dan total keluaran arus, kW dan kWh.

M. Pembuatan Menu Alarm

Window Alarm akan muncul saat menu Alarm diklik atau dengan menekan (F2).



Gambar. 16 Tampilan Window Alarm

N. Pembuatan Menu Trends

Window Trends digunakan untuk menampilkan grafik realtime hasil dari pengambilan data-data pada Machine.



Gambar. 17 Tampilan Window Trends

Terdapat 5 jenis trend yang ditampilkan pada menu ini, yaitu Temperature, Voltage, Power (kW), Current dan Power Usage (kWh).

O. Pembuatan Menu Settings

Window Settings difungsikan sebagai tempat pengaturan terhadap kerja Machine. Sistem Warning Alarm, Set Point Limit juga untuk Alarm Trip Enable.



Gambar. 18 Tampilan Window Settings

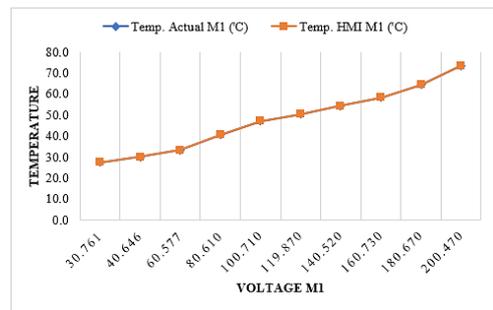
Pada menu Settings terdapat tab-tab yang dapat digunakan untuk pengaturan machine. Berikut adalah penjelasan fungsi tab-tab tersebut.

- 1) *Set Point Limit*: berfungsi sebagai batas nilai SP yang dapat diset.
- 2) *Output Hysteresis*: memberikan nilai hysteresis pada temperature controller.
- 3) *Temperature Warning*: nilai untuk mengaktifkan peringatan batas aman suhu.
- 4) *Temperature High Alarm*: nilai untuk mengaktifkan alarm batas atas atau bawah suhu.
- 5) *Current High Warning*: nilai untuk mengaktifkan peringatan arus listrik berlebih.
- 6) *Current High Alarm*: nilai untuk mengaktifkan alarm arus listrik berlebih.
- 7) *Current High Alarm Trip*: mode untuk trip otomatis ketika nilai current high alarm tercapai.

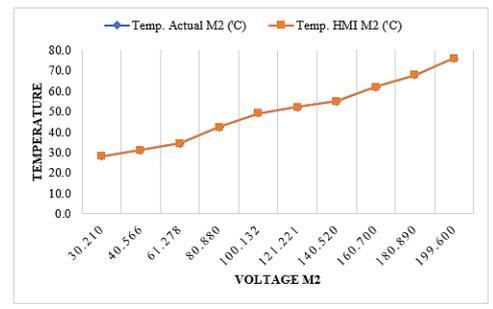
IV. PENGUJIAN SISTEM

A. Pengujian Suhu Terhadap Tegangan

Nilai suhu bukan merupakan nilai maksimum suhu yang dapat tercapai dengan nilai output tegangan tertentu, melainkan nilai tunggu 1 menit setelah nilai tegangan dirubah.



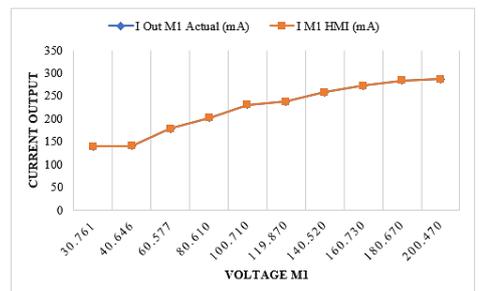
Gambar. 19 Grafik suhu terhadap tegangan output M1



Gambar. 20 Grafik suhu terhadap tegangan output M2

B. Pengujian Arus Terhadap Tegangan

Nilai Arus bukan merupakan nilai maksimum Arus yang dapat tercapai dengan nilai suhu tertentu, melainkan nilai tunggu 1 menit setelah nilai tegangan dirubah.



Gambar. 21 Grafik arus terhadap tegangan output M1

V. PENUTUP

A) Kesimpulan

Setelah melakukan proses pengujian dari alat yang dibuat, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Konfigurasi Jenis Protocol, Baudrate, Data Length, Stop Bits dan Parity harus sama dan memiliki Slave Address yang Unique.
- 2) Pada proses pengiriman Data Modbus RTU, nilai Register PM5350 bergeser 2 Byte ke arah nomor register yang lebih kecil.
- 3) Untuk tipe data Float32 memerlukan perhatian khusus, karena pembacaan pada PLC terbalik, maka dari itu perlu dilakukan Switching Word.
- 4) Untuk menghindari transisi Zero Data pada proses menampilkan nilai Register pada InTouch, perlu dilakukan pembuatan ladder Non-Zero Data Transition pada PLC.

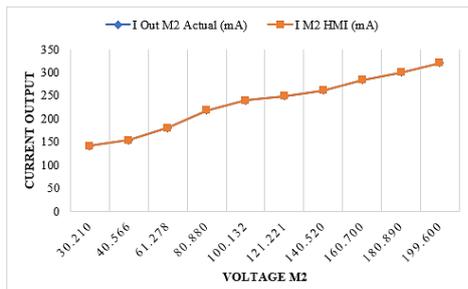
B) Saran

Pada program ladder komunikasi Modbus RTU terdapat kekurangan yaitu terjadi transisi Zero Data pada proses pembacaan nilai Register Slave. Walaupun kekurangan ini dapat teratasi dengan program ladder Non-Zero Data Transition, namun kemungkinan program ladder komunikasi Modbus RTU masih dapat dikembangkan agar tidak terjadi transisi Zero Data pada proses pembacaan nilai Register Slave.

Pada program SCADA masih bisa dikembangkan untuk menambahkan Historical Trend dan juga Data logger yang terhubung dengan aplikasi pengolahan data seperti Access ataupun Excel.

REFERENSI

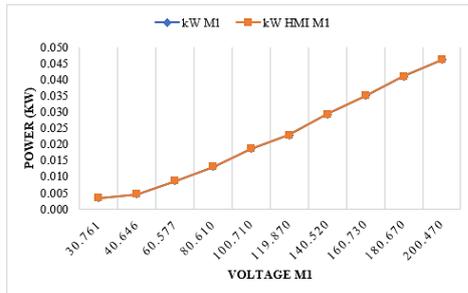
- [1] Axelson, Jan. 1995. *Networks for Monitoring and Control Using an RS-485 Interface*. Microcomputer Journal.
- [2] Cohen, Moris R., and Ernest Nagel. 1939. *An Introduction to Logic and Scientific Method*. New York: Harcourt.
- [3] Kadir, Abdul. 1995. *Pemrograman C++*. Yogyakarta: Andi.
- [4] OMRON. 2005. *CPIH/CPIL CPU Unit Programming Manual*. Tokyo: OMRON Corporation.
- [5] OMRON. 2011. *E5CC/E5EC Digital Temperature Controllers User's Manual*. Tokyo: OMRON Corporation.
- [6] OMRON. 2011. *E5_C Digital Temperature Controllers Communications Manual*. Tokyo: OMRON Corporation.
- [7] OMRON. 2014. *CPIH CPU Unit Operation Manual*. Tokyo: OMRON Corporation.
- [8] OMRON. 2019. *SYSMAC CX-Programmer Ver.9._CXONE-AL_D-V4 Operation Manual*. Tokyo: OMRON Corporation.
- [9] Schneider. 2011. *APPENDIX D-Register List PowerLogic™ Power Meter PM5350 User Guide*. Lavergne: Schneider Electric.
- [10] Schneider. 2011. *PowerLogic™ Power Meter PM5350 User Guide*. Lavergne: Schneider Electric.



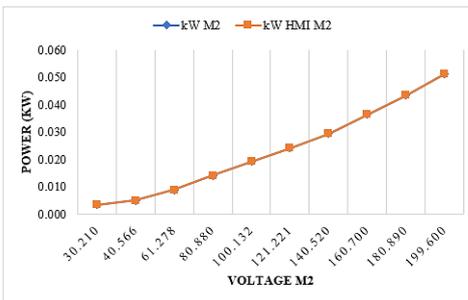
Gambar. 22 Grafik arus terhadap tegangan output M2

C. Pengujian Daya Aktif Terhadap Tegangan

Nilai (kW) adalah nilai kalkulasi pada Ladder PLC.



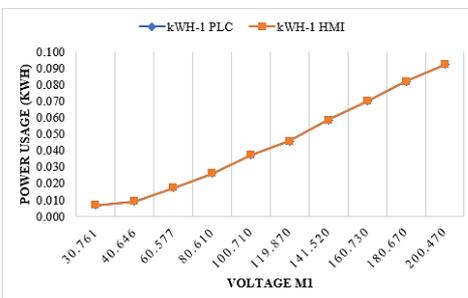
Gambar. 23 Grafik kW terhadap tegangan output M1



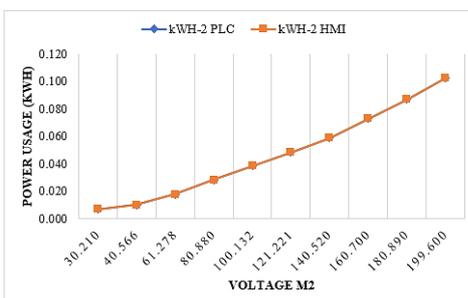
Gambar. 24 Grafik kW terhadap tegangan output M2

D. Pengujian Power Usage Terhadap Tegangan

Nilai (kWh) merupakan nilai kalkulasi pada Ladder PLC yang dilakukan dengan proses scanning tiap 1 detik.



Gambar. 25 Grafik kWh terhadap tegangan output M1



Gambar. 26 Grafik kWh terhadap tegangan output M2