

PROTOTYPE MESIN *POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT)* BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) MITSUBISHI FX2N 48MT

Wawan Kurniawan
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun
Bogor,
Jl. KH. Sholeh Iskandar km2,
Bogor Email:
dodyputranto95@gmail.com

Muhidin
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun
Bogor,
Jl. KH. Sholeh Iskandar km2,
Bogor
Email:
muhidin@uikabogor.ac.id

Iwan Sumirat
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun
Bogor,
Jl. KH. Sholeh Iskandar km2,
Bogor
Email: :
iwansumirat@gmail.com

ABSTRAK - PROTOTYPE MESIN *POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT)* BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) MITSUBISHI FX2N 48MT. Post Weld Heat Treatment (PWHT) sebagai proses pemanasan untuk menghilangkan tegangan sisa pasca pengelasan suatu material perlu dilakukan inovasi sistem kontrol temperatur berbasis PLC. Pembuatan prototype mesin PWHT berbasis PLC Mitsubishi FX2N 48 MT dengan Modul Analog FX2N 4AD TC agar memudahkan sistem kontrol PWHT menjadi lebih efisien dengan hanya membuat satu program untuk mengaktifasi beberapa channel heater. PWHT berbasis PLC Mitsubishi FX2N 48 MT dengan Modul Analog FX2N 4AD TC dapat membaca perubahan temperature pada kondisi heating rate, holding time dan cooling rate. Hasilnya pada kondisi heating rate maka alat akan bekerja selama 180 detik kemudian heater OFF setelah mencapai suhu 150°C dan ON kembali jika suhu dibawah 150°C selanjutnya pada proses holding time dilakukan penahan suhu puncak disuhu maksimal 200°C heater akan OFF dan disuhu minimal 150°C maka heater akan ON kembali selama 180 detik dan cooling rate adalah akhir proses penurunan suhu secara bertahap dengan penurunan suhu di antara 150°C heater akan ON dan OFF selama 180 detik. Ini menandakan alat sudah bekerja dengan baik.

Kata Kunci: *Prototipe, Sistem Kontrol PWHT, PLC FX2N 4AD TC.*

ABSTRACT _ PROTOTYPE OF *POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT)* MACHINE BASED ON PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) MITSUBISHI FX2N 48MT. Post Weld Heat Treatment (PWHT) as a heating process to remove residual stress after welding a material, it is necessary to innovate a PLC-based temperature control system. Making a prototype PWHT machine based on the Mitsubishi FX2N 48 MT PLC with the FX2N 4AD TC Analog Module to make the PWHT control system more efficient by only making one program to activate several heater channels. PWHT based on PLC Mitsubishi FX2N 48 MT with Analog Module FX2N 4AD TC can read temperature changes in the heating rate, holding time and cooling rate conditions. The result on the heating rate condition the tool will work for 180 seconds then heater OFF after reaching a temperature of 150°C and ON again if the temperature is below 150°C then in the holding time process the peak temperature is held at a maximum temperature of 200°C the heater will be OFF and a minimum temperature of 150°C then the heater will be ON again for 180 seconds and the cooling rate is the end of the process of decreasing the temperature gradually with a decrease temperature between 150°C the heater will be ON and OFF for 180 seconds. This prove that the tools has works well.

Keywords: *Prototype, PWHT Control System, PLC FX2N 4AD TC.*

I. PENDAHULUAN

Pengelasan banyak digunakan pada industri seperti perminyakan, gas, pembangkit listrik, reaktor nuklir dan kedirgantaraan. Dalam kasus ini, pengurangan tegangan sisa sangat penting pada sambungan las untuk aplikasi di bidang – bidang tersebut [1]. Beberapa tahun terakhir industri Oil dan Gas menjadi semakin tertarik pada penggunaan bahan ringan karena dianggap menawarkan manfaat potensial dalam hal mengurangi berat dan juga biaya fasilitas produksi bangunan lepas pantai [2]. Baja merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam dunia industri, baik dalam skala besar maupun skala kecil. Selain itu juga baja sering digunakan sebagai bahan utama dari suatu pembuatan material yang dipadu dengan logam atau material yang lain. Penyambungan logam dengan sistem pengelasan semakin banyak digunakan, seperti pada struktur perpipaan maupun konstruksi mesin [3]. Pemakaian las ini disebabkan banyak keunggulan dibandingkan dengan teknik penyambungan lain, yaitu kekuatan las dapat mendekati atau bahkan melebihi kekuatan logam induknya.

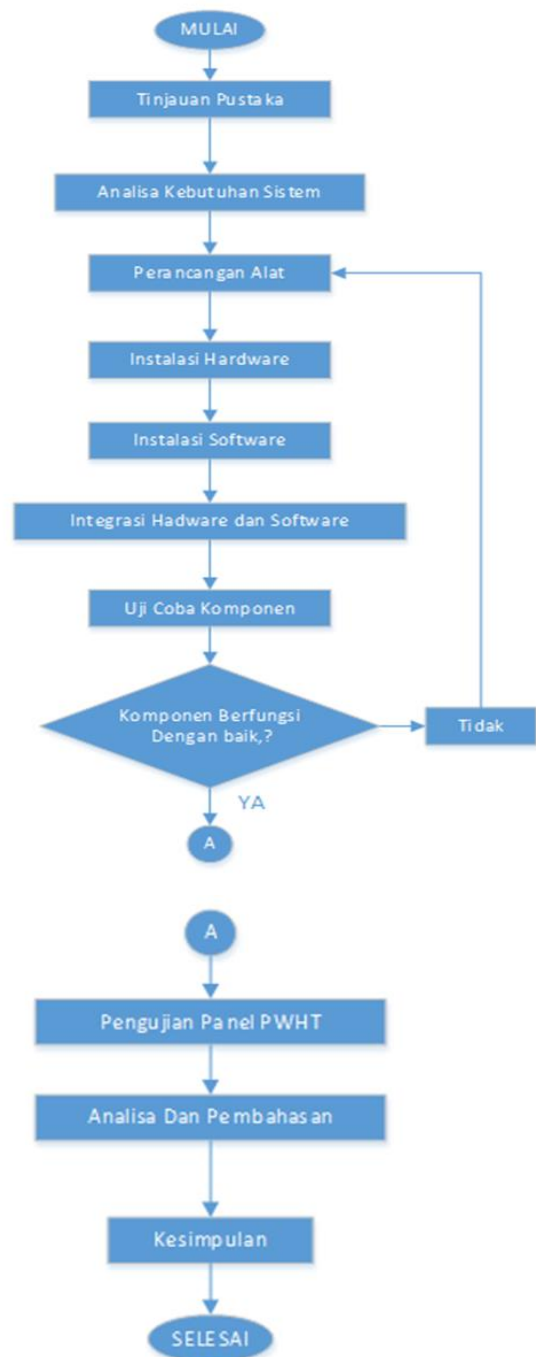
Sesuai dengan standar pengelasan memerlukan PWHT (Post Weld Heat Treatment) untuk mengurangi tegangan sisa hasil pengelasan. PWHT adalah proses pemanasan dan pendinginan pada logam untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu yang diperlukan untuk suatu konstruksi, misalnya kekuatan (strength) dan kelunakkan (softness) [4]. Dalam dunia Industri, Oil and Gas Company dan Power Plant Company, PWHT masih menggunakan temperature controller sebagai pengatur temperatur. Terdapat tiga kondisi temperatur yang dikontrol, yaitu heating rate, holding time dan cooling rate [5]. Panel konvensional mengharuskan penggunaan temperature controller lebih banyak terutama mesin yang lebih dari satu channel untuk pemanasan media kerja (material pipa atau tangka/vessel) sehingga operasional sistem kontrol kurang efektif [6].

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan inovasi agar sistem kontrol dapat berjalan lebih optimal dengan memanfaatkan PLC (Programmable Logic Controller) Mitsubishi FX2N 48 MT. PLC umumnya membaca sinyal digital baik berupa sinyal tegangan 24 VDC atau tegangan 220 VAC [7]. PLC harus membaca nilai temperatur pada thermocouple. Sinyal yang dikeluarkan oleh thermocouple (type K) berupa sinyal analog yang akan dibaca oleh modul ekstensi PLXC yaitu Analog Modul FX2N 4AD TC [8]. Pengontrolan yang dilakukan PLC adalah pengontrolan temperatur kondisi heating rate, holding time dan cooling rate dengan parameter-parameter yang telah ditentukan sesuai dengan prosedur pada American Society of Mechanical Engineers (ASME) VIII Div I [9].

II. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pelaksanaan

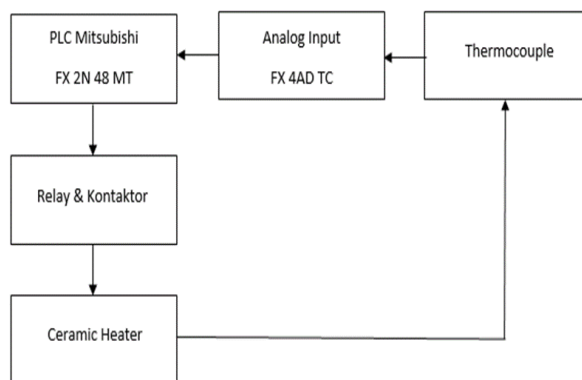
Langkah-langkah Metode penelitian yang disesuaikan terhadap setiap tujuan penelitian. Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1. Diagram Alir Metode Penelitian

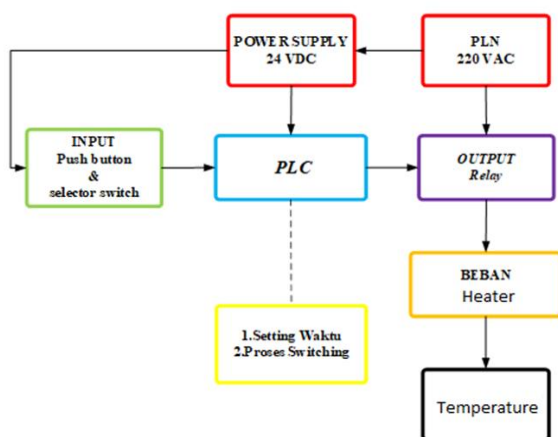
2.2 Diagram Kerja Mesin PWHT

Prototipe mesin PWHT (Post Weld Heat Treatment) dimulai dari keramik heater sebagai media untuk pemanasan pipa pasca pengelasan, kemudian dikirimkan suhu temperatur melalui termocouple ke analog input FX 4AD TC sebagai pembaca suhu temperature dan dikirimkan sinyal ke PLC Mitsubishi FX 2N 48MT sesuai program suhu temperature dan waktu yang sudah di setting untuk aktifasi Keramik Heater dengan ON/Off Relay dan Kontaktor melalui program timer suhu temperatur dari PLC Yang sudah diprogram sesuai standart PWHT, seperti di tunjukan pada gambar 2.2



Gambar 2.2. Flowchart Perancangan Hardware

2.3 Bentuk fisis prototipe mesin PWHT berbasis PLC FX2N 48MT dengan analog modul FX4AD TC, seperti ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 2.3. Diagram Skematis Prototipe Mesin PWHT Berbasis PLC FX2N

2.4 Sistem Kontrol PLC

Penampang bentuk fisis PLC Mitsubishi FX2N-48MT, seperti di tunjukan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Fisik PLC Mitsubishi FX2N

Ketersediaan PLC Mitsubishi FX2N dalam beberapa ukuran, mulai dari 14 sampai 60 digital masukan/keluaran (I/O) dengan keluaran relai atau transistor bercatu daya 24 Vdc dan 230 Vac. Fitur khusus pada PLC Mitsubishi FX2N, yaitu: (a) pengintegrasian komunikasi antar komputer, (b) terdapat LED sebagai penunjuk status input dan output, (c) pengintegrasian real time clock, dan (d) terdapat slot untuk memori penyimpanan.

2.5 Pengaturan online pada PLC Mitsubishi FX2N 48 MT-series

Opsi komunikasi RS232 atau Universal Serial Bus (USB) untuk menyambungkan perangkat komputer. Pengaturan COM port disesuaikan dengan perangkat di komputer. Kecepatan transmisi FX2N PLC diatur ke 9,6 kbps. Penjelasan transmission speed dalam bentuk tabel, ditunjukkan seperti pada Gambar berikut.

Communication speed	FX0, FX0S	FX0N	FX1	FX2(FX), FX2C	FX1S	FX1N, FX1NC	FX2N, FX2NC	FX3U, FX3UC ¹⁾
9.6 kbps	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19.2 kbps	—	—	—	—	—	✓	✓	✓
38.4 kbps	—	—	—	—	—	—	—	✓
57.6 kbps	—	—	—	—	—	—	—	✓
115.2 kbps	—	—	—	—	—	—	—	✓

Gambar 2.5. Penjelasan Transmission Speed dalam Bentuk Tabel

III. HASIL DAN BAHASAN

3.1 Panel Kontrol Prototype Mesin PWHT berbasis PLC FX2N 48MT

Pemilihan komponen dalam suatu sistem menjadi penentu dalam kinerja sistem. Komponen beroperasi saling terintegrasi dalam sistem pengontrolan. Pemasangan sejumlah komponen pada sistem pengontrol. Berikut Gambar pemasangan dan fisik panel kontrol prototype mesin PWHT berbasis PLC FX2N 48MT .



Tampak Depan

Tampak Dalam

Gambar 3.1. Bentuk fisik panel prototype mesin PWHT berbasis PLC

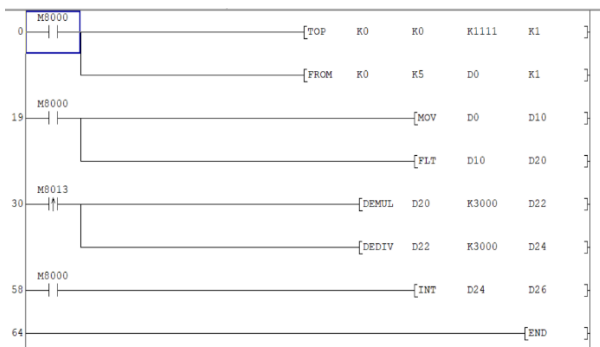
Prototipe mesin PWHT (Post Weld Heat Treatment) berbasis PLC FX2N 48MT dengan Analog Modul 4AD TC dirancang untuk melakukan proses PWHT lebih efisien karna dapat digunakan untuk mengaktifkan beberapa channel heater dalam satu program. Protope ini sudah teruji dengan baik dan dapat di aplikasikan di industri-industri perpipaan oil and gas.

3.2 Karakterisasi hasil penggunaan Analog Input FX4AD TC

Penggunaan analog input (*special function block*) FX 4AD - TC sebagai perangkat penerima sinyal analog dari thermocouple yang mengukur temperatur permukaan pipa yang dipanaskan oleh electric heater akan dibandingkan dengan pembacaan temperatur controller sebagai kontrol utama suhu pada proses *PWHT (Post Weld Heat Treatment)* konvensional. Sebagai perangkat khusus (*special function block*) FX 4AD - TC perlu diprogram dengan instruksi khusus.

3.2.1 Hasil programming Analog Input FX4AD TC

Analog input (*special function block*) FX 4AD - TC berkomunikasi dengan *Programmable Logic Controller* (PLC) melalui buffer memories. Berikut diperlihatkan gambar 3.2 program scalling Analog input (*special function block*) FX 4AD – TC.



Gambar 3.2. program scalling Analog Input

3.2.2 program scalling analog input (*special function block*) FX 4AD – TC.

Pada program scalling digunakan internal relay M8000 sebagai input yang bersifat always ON (selalu aktif) yang melakukan trigger terhadap program analog input FX 4AD TC. Penggunaan perintah TOP memberikan instruksi kepada analog input FX 4AD TC untuk membaca nilai temperatur pada thermocouple tipe K dengan instruksi K1111 dengan arti keempat channel membaca kode “1” sebagai penerima sinyal analog dari thermocouple tipe K. Data akan dikirimkan untuk diproses di CPU PLC dengan adress D0 dengan instruksi FROM. Address D0 akan dipindahkan dengan instruksi MOV ke adress D20 untuk dilakukan proses floating (FLT) untuk menghindari nilai desimal dibelakang angka yang tidak stabil (hunting). Pulse M8013 digunakan sebagai trigger satu kali scan untuk aktivasi scalling dengan proses pengkalian dan pembagian pada pembacaan temperatur dari thermocouple untuk diletakan data/nilai aktual temperatur di adress D26. Hasil programming dan running program Analog input (*special function block*) FX 4AD - TC diperlihatkan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Hasil scalling (penskalaan) Analog input FX 4AD – TC

No.	nilai faktor pengkalian dan pembagian	Pembacaan di adress D26 (actual value)	Pembacaan temperatur aktual (kalibrator)
1	2500	43, 4 °C	31,4 °C
2	2750	35, 8 °C	31,4 °C
3	3000	31, 2 °C	31,4 °C

Berdasarkan tabel diatas memperlihatkan perbandingan pembacaan suhu temperature di pembacaan adre D26 (actual value) yaitu nilai pembacaan sesungguhnya dan pembacaan temperature aktual (kalibrator) sebagai pembanding acuan komparasi setelah kalibrasi.

3.2.3 Perbandingan pembacaan analog input FX4AD TC dengan temperature controller

Hasil pembacaan analog input FX4AD TC akan dibandingkan dengan penggunaan temperatur controller Fuji PXF 4 sebagai pembaca dan pengontrol suhu pada mesin *PWHT (Post Weld Heat*

Treatment) konvensional. Perbandingan ini dibutuhkan untuk mengetahui unjuk kerja mesin PWHT berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) sehingga optimasi penggunaan controller dapat dicapai.

Tabel 3.2 hasil pembacaan temperatur dengan analog input 4AD-TC (PLC)

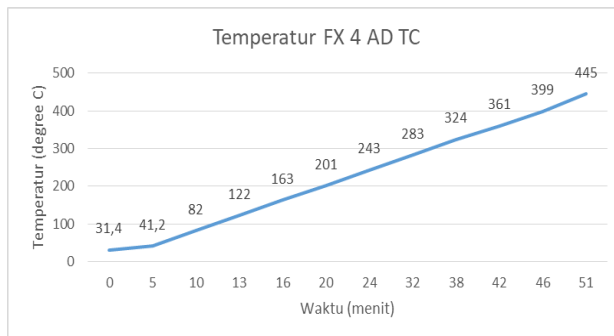
Temperatur aktual (°C)	Waktu (menit)	Temperatur FX 4AD TC (°C)
31	0	31,4
40	5	41,2
80	10	82
120	13	122
160	16	163
200	20	201
240	24	243
280	32	283
320	38	324
360	42	361
400	46	399
445	51	445

Tabel 3.3 hasil pembacaan temperatur dengan Fuji PXF 4 (konvensional)

Temperatur aktual (°C)	Waktu (menit)	Temperatur controller PXF 4 (°C)
31	0	31,2
40	5	41
80	10	81,3
120	13	121,7
160	16	163,1
200	20	201,3
240	24	243,2
280	32	283,1
320	38	323
360	42	360,5
400	46	399,1
445	51	444,6

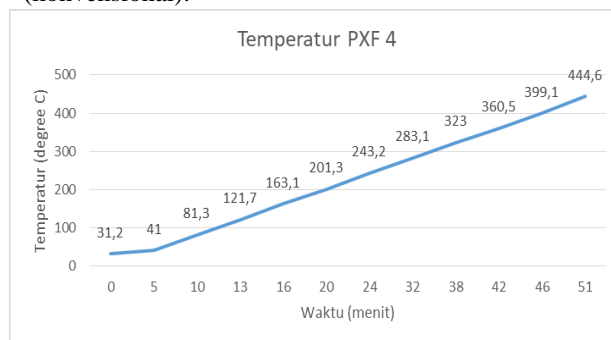
Dari tabel perbandingan diatas nilai error hasil pembacaan nilai temperatur yang dihasilkan oleh analog input FX 4AD TC adalah senilai 1,29% terhadap temperatur aktual. Sedangkan untuk temperatur controller PXF4 nilai error terhadap nilai temperatur aktual adalah 0,64 % selisih 0,63% terhadap analog input FX 4 AD TC.

Berikut diperlihatkan gambar 4.3 grafik pembacaan temperatur analog input FX4AD TC dengan temperatur (berbasis PLC)



Gambar 3.3 Grafik pembacaan temperatur FX 4AD TC (PLC)

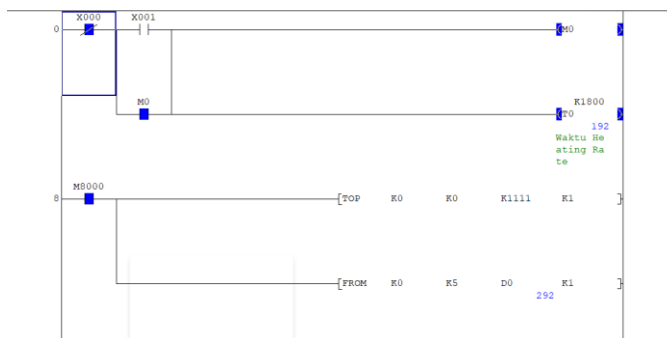
Berikut diperlihatkan gambar 3.4 grafik pembacaan dengan temperatur controller Fuji PXF 4 (konvensional).



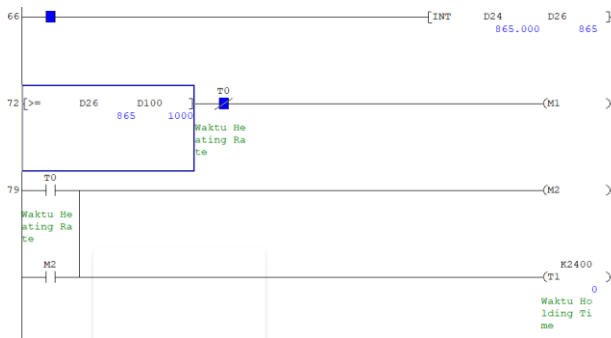
Gambar 3.4 Grafik pembacaan temperatur PXF 4 (Konvensional)

3.3 Heating Rate

Pada proses heating rate prototipe mesin PWHT mulai menaikkan suhu dari suhu temperature ruangan sekitar dinaikan ke suhu temperature 100°C dengan waktu selama 180 detik, dalam proses ini step awal PWHT dimulai dengan menahan suhu di antara 100°C selama 180 detik jika suhu di atas 100°C maka heater akan mati dan ketika temperature di bawah 100°C maka heater hidup kembali teruslah proses ini berjalan selama waktu yang di setting. berikut gambar pada proses heating rate.



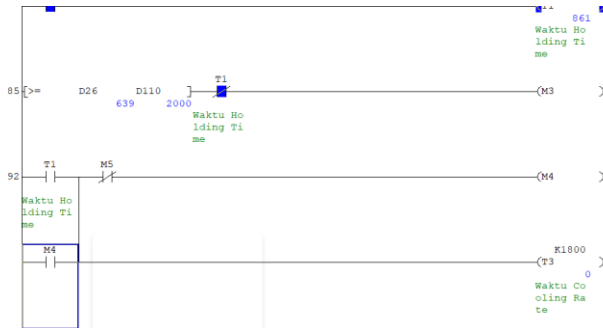
Gambar 3.5 Kondisi heater ON pada proses heating rate



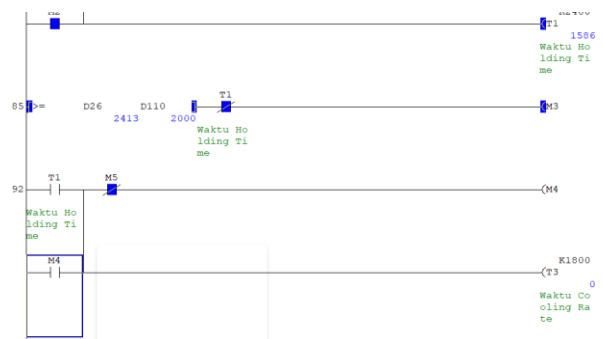
Gambar 3.6 Kondisi heater Off pada proses heating rate

3.4 Holding Time

Pada proses holding time adalah proses puncak PWHT karena pada proses ini dilakukan penahanan suhu temperature puncak di antara 200°C selama 180 detik, pada proses ini suhu temperature dijaga antara maksimal 200°C minimal 150°C jika suhu temperature diatas 200°C maka heater Off dan jika suhu temperature di bawah 150°C maka heater ON kembali terulash proses itu berlanjut dengan waktu yang kita setting. berikut gambar pada proses holding time.



Gambar 3.7 Kondisi heater ON pada proses holding time

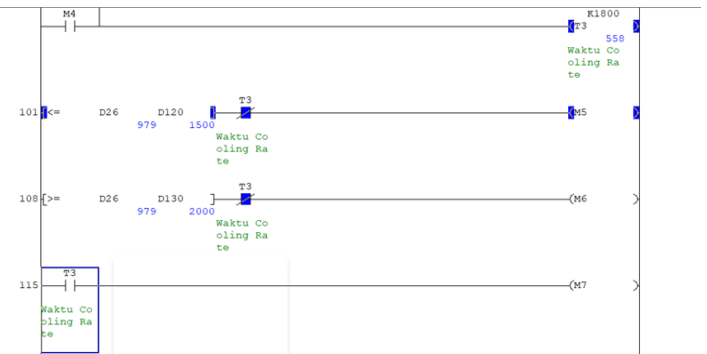


Gambar 3.8 Kondisi heater Off pada proses holding time

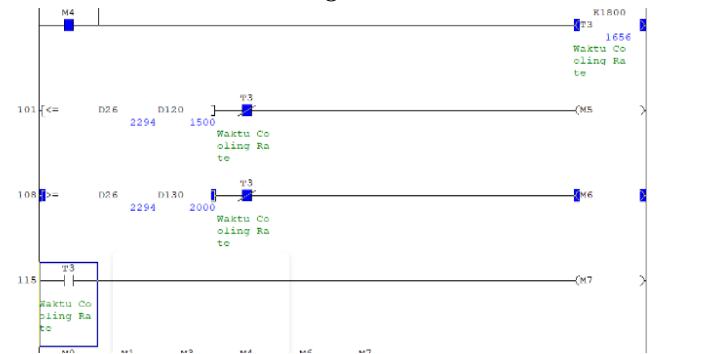
3.5 Cooling Rate

Cooling rate adalah akhir dalam proses PWHT maka dari itu proses penurunan suhu temperature ini harus diturunkan secara bertahap dengan penahanan penurunan suhu diantara 150°C hingga selesai selama waktu 180 detik yang sudah

disetting, dan proses PWHT selesai. Berikut gambar pada proses cooling rate.



Gambar 3.9 Kondisi heater ON pada proses cooling rate



Gambar 3.10 Kondisi heater Off pada proses cooling rate

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa prototipe mesin PWHT berbasis PLC Mitsubishi FX2N 48MT dengan Modul Analog FX4AD TC yang telah dibuat pada tugas akhir ini dapat membuat sistem kontrol PWHT menjadi lebih efisien karena dapat digunakan dengan satu program untuk mengaktifasi beberapa channel heater PWHT. Dari hasil analisis pengujian dan analisa menunjukkan bahwa PWHT berbasis PLC Mitsubishi FX2N 48 MT dengan Modul Analog FX2N 4AD TC dapat membaca perubahan temperature pada kondisi heating rate, holding time dan cooling rate, pada kondisi heating rate maka alat akan bekerja selama 180 detik kemudian heater OFF setelah mencapai suhu 150°C dan ON kembali jika suhu dibawah 150°C selanjutnya pada proses holding time dilakukan penahanan suhu puncak disuhu maksimal 200°C heater akan OFF dan disuhu minimal 150°C maka heater akan ON kembali selama 180 detik, dan cooling rate adalah akhir proses penurunan suhu secara bertahap dengan penurunan suhu di antara 150°C heater akan ON dan OFF selama 180 detik dengan waktu pembacaan yang relatif sama dengan mesin PWHT konvensional. Data-data hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe yang telah dibuat

bekerja dengan baik dengan parameter-parameter uji yaitu waktu pemanasan dan temperature, maka dengan hasil tersebut prototipe mesin PWHT berbasis PLC telah bekerja dengan baik serta sesuai dengan tujuan penelitian.

PASS TEMPER BEAD WELDING JOINT OF PT. INKA BOGIE LRT ON DISTORCTION, MICRO STRUCTURE AND HARDNESS. *Jurnal Integrasi*, 11(2), 103-111.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifah, A., & Ruswanto, S. (2020). Efek Post Weld Heat Treatment terhadap Sifat Mekanik AISI 316 Hasil Pengelasan GTAW. *Jurnal Mekanik Terapan*, 1(2), 81-87.
- [2] Putra, M. I. R., Ari, M., & Rohmat, I. K. (2019). *Analisis Temperatur PWHT dan Holding Time pada Sambungan Las Material SA 387 Grade 11 Class 1 Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro* (Doctoral dissertation, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya).
- [3] Fitri, M., Sukiyono, B., & Simanjuntak, M. L. (2019). Pengaruh Waktu Penahanan pada Perlakuan Panas Paska Pengelasan terhadap Ketangguhan Sambungan Las Baja. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2), 80-86.
- [4] Susanto, J. (2019). EFEK HEAT TREATMENT TERHADAP KEKUATAN IMPACT KOMPOSIT ALAM. *TRAKSI*, 19(1), 20-33.
- [5] Ananda, T. F. (2018). Pengaruh Proses Post Weld Heat Treatment Pada Hasil Pengelasan Smaw Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah.
- [6] Yogasara, F. A. (2018). *Analisis Pengaruh Variasi Filler Berbasis Nikel dan Post-Weld Heat Treatment (PWHT) Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada Hasil Lasan MIG Cast Iron FCD 450 Komponen Axle Hub HD785-7* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [7] Rezaputra, M. D. D., & Cahyono, M. R. A. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Press Roll Berbasis PLC Mitsubishi Type-Q Pada Building Tire Machine. *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, 3(2), 92-101.
- [8] Hariansyah, M., & Halim, A. K. (2018, November). Control System Design in Production Machines Paving Block Made from Plastic Waste. In *PROCEEDINGS INTERNATIONAL CONFERENCE BKSPTIS 2018*.
- [9] Munir, M. M., Mukhlis, M., Hendri, B., & Erdiyansyah, A. (2019). EFFECT OF WELDING SEQUENCE ON MULTI