

Kontrol *Overheating* Elemen Pemanas Menggunakan PLC, HMI, dan Modul GSM

Hery Wahyudi¹, Kusmadi^{1†}

¹Teknik Elektro, Universitas Sangga Buana

[†] korespondensi: kusmadi@usbypkp.ac.id

ABSTRACT

This research focuses on designing and implementing a monitoring and control system for the ZYD-20 steam turbine lubricating oil purification machine at PT Borneo Alumina Indonesia, Mempawah, West Borneo. The system aims to prevent overheating of the heater element, which could damage the equipment and reduce oil quality. It employs a 3-wire RTD PT100 sensor for real-time temperature monitoring, a PLC to process sensor data and control protective actions (shutting down the inlet pump, outlet pump, vacuum pump, and cutting off power to the heater), and an HMI to display temperature data, operational status, and overheating alarms. Additionally, an Arduino Uno with a GSM module sends SMS notifications to the supervisor during an emergency stop triggered by overheating. This system enhances operational stability, minimizes overheating risks, preserves lubricating oil quality, and improves both efficiency and safety of the purification process.

Keywords: PLC, HMI, Arduino Uno, GSM, RTD PT100

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol pada mesin purifikasi oli pelumas steam turbine tipe ZYD-20 di PLTU PT Borneo Alumina Indonesia, Mempawah, Kalimantan Barat.. Sistem ini bertujuan mencegah overheating pada elemen heater yang berpotensi merusak peralatan dan menurunkan kualitas oli pelumas. Sistem menggunakan sensor RTD PT100 3-wire untuk pemantauan suhu real-time, PLC untuk memproses data dan mengendalikan proteksi (mematikan pompa inlet, outlet, vacuum, serta memutus aliran listrik ke heater), serta HMI untuk menampilkan data suhu, status operasi, dan alarm overheating. Selain itu, Arduino Uno dengan modul GSM digunakan untuk mengirim notifikasi SMS ke supervisor saat terjadi emergency stop. Dengan penerapan sistem ini, operasi mesin lebih stabil, risiko overheating berkurang, kualitas oli pelumas terjaga, serta efisiensi dan keamanan proses purifikasi meningkat.

Kata kunci: PLC, HMI, Arduino Uno, GSM, RTD PT100

PENDAHULUAN

Oil Purifier Machine ini berfungsi sebagai alat yang menjaga kualitas oil atau minyak pelumas dan meminimalisir *kontaminan* pada oli seperti *water* (air), *wear* (gram), *sludge* (lumpur) dan materi *suspended* lainnya (1).

Proses pemurnian dalam sistem pemurnian minyak dehidrasi vakum melibatkan serangkaian langkah yang saling terkait dan dirancang dengan matang, di mana masing-masing langkah menggunakan prinsip fisika dan kimia untuk mengembalikan kemurnian

dan efektivitas minyak yang terkontaminasi (2).

Mesin purifikasi oli pelumas turbin uap tipe ZYD-20 masih menggunakan sistem kontrol manual sederhana. Menggunakan panel kontrol tempat terpasangnya komponen listrik seperti MCB, *relay*, *magnetic contactor*, *Push Button*, *Volt Meter* dan lain-lain yang nanti akan dirangkai agar menjadi sebuah sistem kontrol pengendali, contoh salah satunya, yaitu menggunakan sistem *Direct Online* (DOL) (3). Tanpa proteksi suhu berlebih pada elemen pemanas. Sistem

kontrol yang ada hanya mengatur pemanasan oli, namun tidak melindungi jika terjadi panas berlebih pada elemen pemanas. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem kontrol dan proteksi berbasis PLC, HMI, dan notifikasi SMS. Sistem ini dirancang untuk menampilkan suhu elemen pemanas pada HMI, menghentikan operasi mesin secara otomatis, serta mengirim peringatan melalui SMS kepada pengawas atau operator ketika terjadi suhu berlebih.

PLC Outseal Mega V.2 Slim A

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan sistem elektronika digital yang dirancang untuk pengendalian mesin di bidang industri (4). Saat ini, PLC banyak digunakan dalam otomasi industri, khususnya fungsi pemantauan dan kontrol mesin. PLC memiliki *input* dan *output* yang dapat dihubungkan dengan berbagai perangkat seperti sensor, *relay*, *magnetic contactor* dan lain-lain. Outseal merupakan salah satu merek sekaligus perusahaan pengembang teknologi otomasi asal Indonesia. Produk dikembangkan meliputi PLC (*Programmable Logic Controller*) dan HMI (*Human Machine Interface*). Outseal PLC menggunakan standar yang sesuai dengan kebutuhan industri dan kompatibel dengan Arduino. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *visual programming* yang menggunakan diagram tangga dengan antarmuka berbahasa Indonesia (5,6).

HMI Weintek MT6070iH

Tujuan menggunakan HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dengan operator melalui tampilan layar komputer sehingga memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem yang diberikan sehingga mempermudah pekerjaan fisik (7). Pemrograman HMI Weintek MT6070iH menggunakan USB port (8). *Software* pemrograman yang digunakan pada HMI weintek MT6070iH adalah EasyBuilder8000 yang bisa diunduh secara gratis di website berikut: www.weintek.com/globalw/Download/Download.aspx. Integrasi atau komunikasi antara PLC dengan HMI menggunakan protokol komunikasi *modbus* RTU dengan terminal RS232 atau RS485. *Modbus* adalah protokol komunikasi jaringan berstandar internasional yang diterapkan pada industri dan bersifat *open source*, dapat berjalan pada berbagai media antarmuka serta sederhana dan efisien (9).

Arduino Uno

Arduino UNO adalah salah satu jenis papan *mikrokontroler* yang sangat populer dan sering digunakan dalam proyek-proyek elektronik dan pemrograman. *Arduino Uno* merupakan papan *mikrokontroler* yang menggunakan *IC ATmega328P* sebagai basisnya. Papan ini menyediakan semua komponen yang diperlukan untuk mendukung operasi *mikrokontroler* tersebut (10). Papan ini dikembangkan oleh *Arduino.cc* dan dirancang untuk

memudahkan pengembangan prototipe elektronik.

Modul GSM SIM800L

Dalam pengoperasiannya, modul GSM SIM800L memerlukan tegangan catu daya berkisar antara DC 3,7 V hingga DC 4,2 V, sedangkan modul Arduino Uno menyediakan tegangan keluaran sebesar DC 5 V (11). Oleh karena itu, diperlukan suatu komponen tambahan berupa *step down voltage regulator* untuk menurunkan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan modul GSM SIM800L (12).

Sensor RTD PT100

Resistance Temperature Detector (RTD) adalah sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dengan memanfaatkan TCR. TCR adalah *temperature coefficient resistance* atau koefisien resistansi suhu, yang menunjukkan tingkat sensitivitas RTD dalam merespons perubahan suhu. Semakin tinggi nilai koefisien TCR suatu material, semakin besar pula perubahan resistansinya terhadap suhu. Semakin tinggi nilai TCR suatu material, semakin besar pula perubahan resistansinya terhadap suhu, sehingga sensitivitas RTD dalam mendeteksi perubahan suhu akan meningkat. Peningkatan suhu dapat meningkatkan nilai resistansi RTD, begitu pula sebaliknya jika suhu menurun maka nilai resistansi RTD akan menurun (13).

RTD terbuat dari berbagai jenis logam atau paduan, termasuk platinum (14), tembaga (15), nikel (16), dan paduan nikel tembaga. Dari berbagai logam yang digunakan, platinum adalah yang paling banyak digunakan dalam pembuatan RTD karena platinum memiliki TCR tertinggi (17).

Temperature Transmitter

Temperature Transmitter adalah suatu piranti yang digunakan untuk mengirimkan sinyal yang diterima dari hasil sensing kemudian diteruskan ke *temperature controller* maupun *temperature indicator*, tergantung bagaimana peran *temperature transmitter* tersebut (18). Untuk mengetahui jumlah sinyal yang akan dikirim, *temperature transmitter* membutuhkan sensor panas, baik itu menggunakan RTD, *thermocouple* maupun sensor panas yang lain (18). *Temperature transmitter* bekerja dengan mengubah energi panas menjadi tahanan untuk mengatur nilai sinyal *output* yang akan diterima oleh *receiver*. Sinyal *output temperature transmitter* dapat berupa arus 4 mA untuk nilai minimum dan 20 mA untuk nilai maksimum (18).

Pengembangan Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang dijadikan rujukan dalam penyusunan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

Tabel 1: Jurnal Penelitian Terdahulu

No.	Judul, Author, Tahun	Tahun	Hasil Penelitian	Pembaharuan
1	Sukrisna, Putu and Saputra, I Gusti Ngurah Agung Dwijaya and Kurniawan, I Gde Wahyu Antara (2023), <i>Rancang Bangun Panel Kontrol Untuk Alat Pembelajaran Purifikasi Oli Trafo</i>	2023	Perancangan menitikberatkan pada: 1. Penggunaan komponen yang digunakan dalam pembuatan panel kontrol untuk purifikasi oli trafo. 2. Merancang dan membuat rangkaian panel kontrol untuk alat purifikasi oli trafo. 3. Membahas hanya sampai cara kerja panel kontrol.	1. Menggunakan sensor suhu RTD PT100 yang umum digunakan di industri. 2. Menggunakan sistem kontrol berbasis PLC dan HMI sebagai kontrol terkini. 3. Menggunakan modul SIM800L sebagai peringatan jarak jauh berbasis pesan singkat (SMS) kepada operator. 4. Menambahkan fitur proteksi panas berlebih pada elemen pemanas yang dipantau secara berkelanjutan.
2	Wahyudi, Hery and Pranata, Melki Geri (2024), <i>Optimalisasi Sistem Kontrol Pada Mesin Purifikasi Oli Turbine Type TY-50</i>	2024	Proteksi suhu berlebih menggunakan <i>temperature switch</i> . <i>Temperature switch</i> memiliki kelemahan sebagai berikut: 1. Hanya memberi sinyal ON/OFF, tidak menampilkan nilai suhu aktual. 2. Umumnya hanya mendukung satu atau dua <i>setpoint</i> . 3. Cocok untuk proteksi sederhana, tidak ideal untuk kontrol presisi. 4. Ada deviasi akibat toleransi mekanis/elektris 5. Sulit integrasi dengan sistem digital/SCADA , karena hanya menyediakan kontak <i>relay</i> , tidak ada sinyal <i>analog</i> /komunikasi.	1. Mengganti penggunaan <i>temperature switch</i> dengan sensor RTD PT100 dan <i>temperature transmitter</i> , dengan kelebihan sebagai berikut: 1. Menampilkan nilai suhu aktual dengan presisi tinggi. 2. sinyal 4–20 mA standar industri, kompatibel dengan SCADA/DCS/PLC. 3. mendukung grafik, histori, dan analisis data. 4. Sinyal stabil hingga ratusan meter. 5. Dapat diprogram untuk berbagai rentang suhu, mendukung multi-sensor. 6. Mampu mendeteksi kegagalan sensor dan memberi alarm. 2. Menambahkan fitur peringatan pesan singkat (SMS), sehingga operator mengetahui kondisi mesin purifikasi dari jarak jauh.

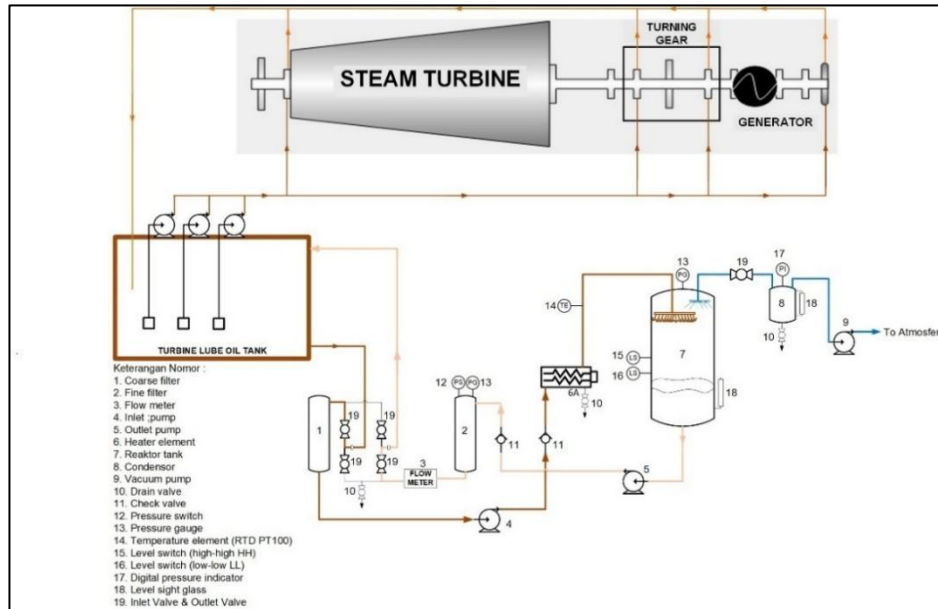
METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada rentang waktu Mei 2025 hingga Juli 2025. Tahapan penelitian meliputi perancangan

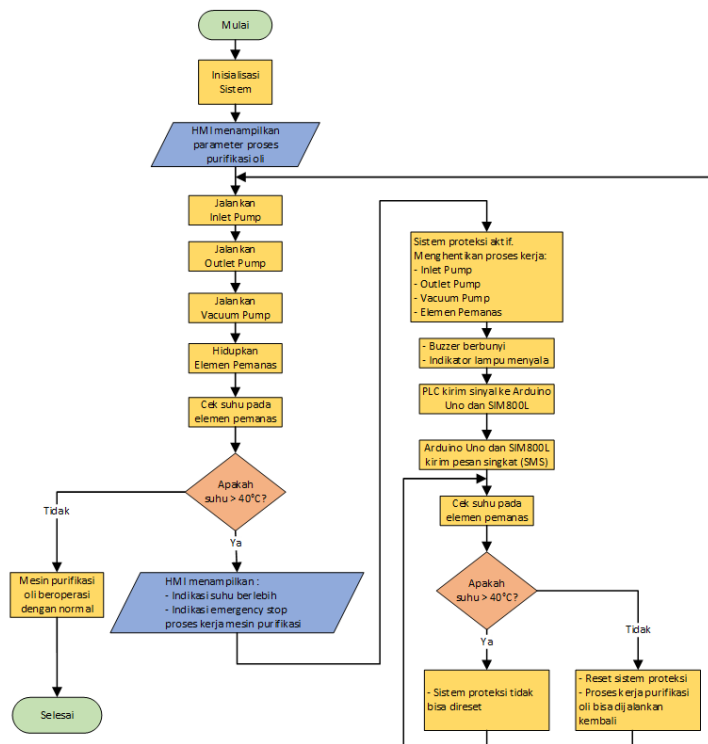
proses kerja sistem, perancangan sistem kontrol dan sistem proteksi, dan perancangan *process graphic* pada HMI.

Proses Kerja Sistem Yang Dirancang

Terlampir gambar dibawah merupakan diagram aliran prose mesin purifikasi oli pelumas turbin tipe ZYD-20.



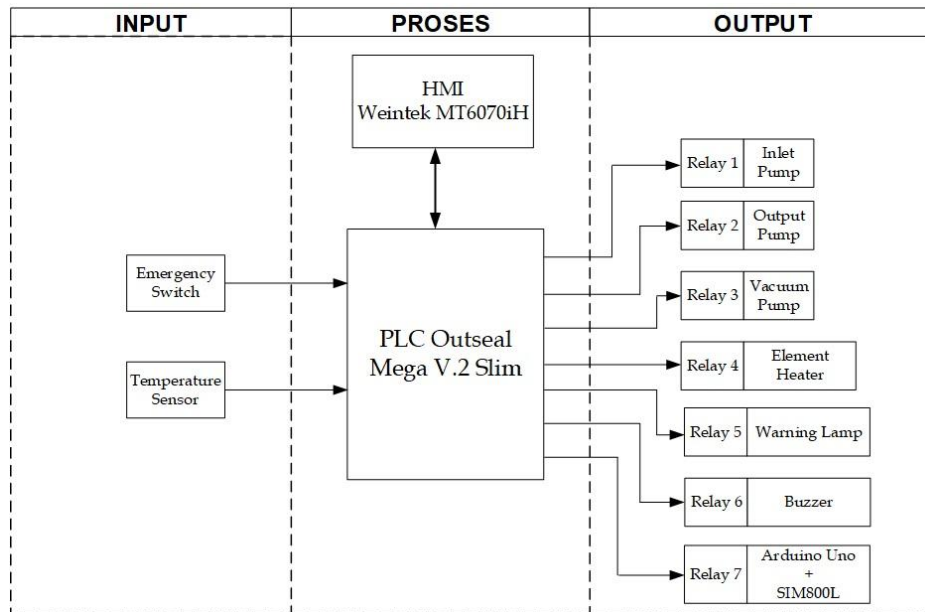
Gambar 1: Process Flow Diagram Mesin Purifikasi Tipe ZYD-20 (19).



Gambar 2: Bagan Alir (Flowchart)

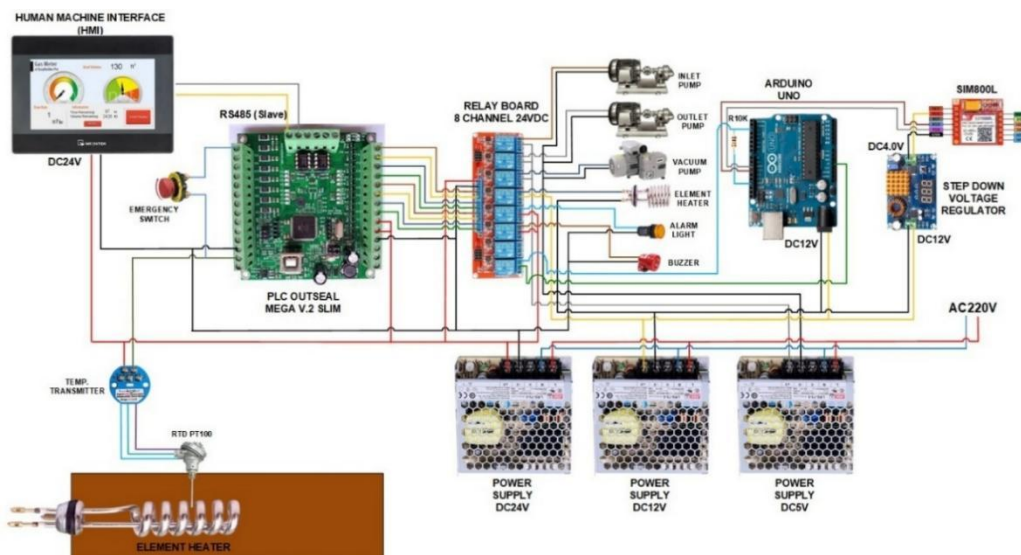
Alur sistem ditunjukkan pada Gambar 2 berupa bagan alir.

Pada Gambar 3 di bawah, blok diagram menjelaskan alur sinyal dan proses kontrol



Gambar 3: Block Diagram

Pada Gambar 4, diagram skematik memperlihatkan hubungan antar komponen elektronik.



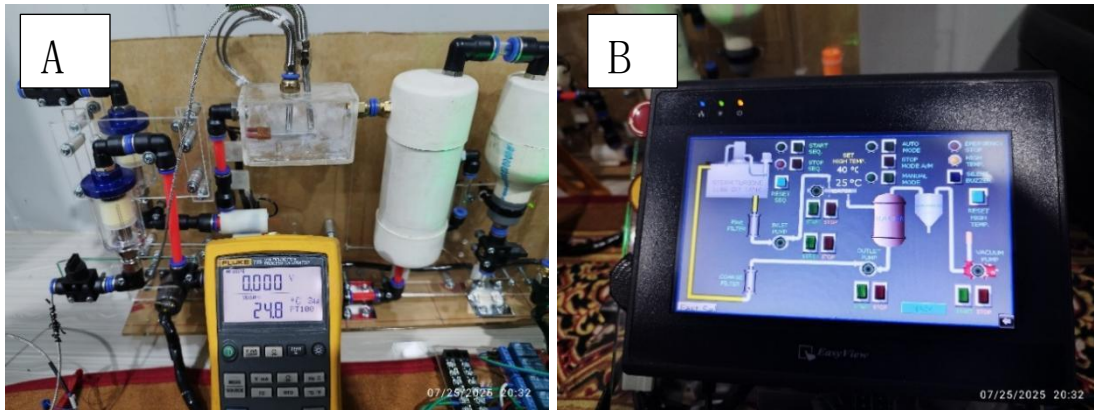
Gambar 4: Diagram Skematik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Suhu

alat ukur referensi dan tampilan suhu di HMI.

Pada Gambar 5 di bawah menampilkan hasil pengujian pembacaan suhu pada

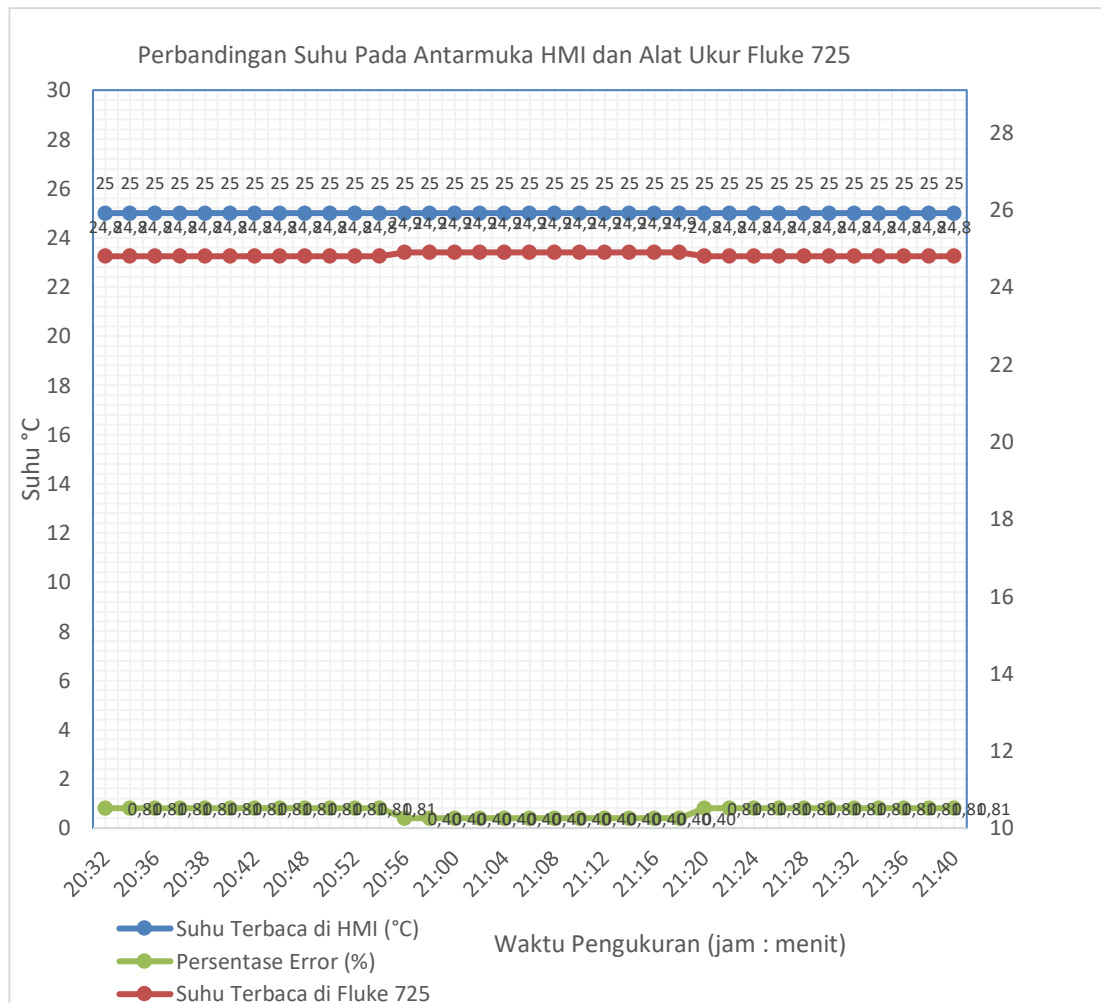


Gambar 5: Pengujian Hasil Pembacaan Suhu pada Alat Ukur referensi Fluke 725 (*Multifunction Process Calibrator*) dan Tampilan Suhu Di HMI

Tabel 2: Hasil Pengujian Pembacaan Suhu di HMI dan Alat Ukur Referensi Fluke 725 (*Multifunction Process Calibrator*)

No.	Tanggal	Waktu Pengukuran	Alat Ukur Referensi Fluke 725 (°C)	Tampilan HMI (°C)	Selisih (°C)	Persentase Error (%)
1	25 Juli 2025	20:32	24,8	25	0,20	0,81
2	25 Juli 2025	20:34	24,8	25	0,20	0,81
3	25 Juli 2025	20:36	24,8	25	0,20	0,81
4	25 Juli 2025	20:36	24,8	25	0,20	0,81
5	25 Juli 2025	20:38	24,8	25	0,20	0,81
6	25 Juli 2025	20:40	24,8	25	0,20	0,81
7	25 Juli 2025	20:42	24,8	25	0,20	0,81
8	25 Juli 2025	20:44	24,8	25	0,20	0,81
9	25 Juli 2025	20:48	24,8	25	0,20	0,81
10	25 Juli 2025	20:50	24,8	25	0,20	0,81
11	25 Juli 2025	20:52	24,8	25	0,20	0,81
12	25 Juli 2025	20:54	24,8	25	0,20	0,81
13	25 Juli 2025	20:56	24,9	25	0,10	0,40
14	25 Juli 2025	20:58	24,9	25	0,10	0,40
15	25 Juli 2025	21:00	24,9	25	0,10	0,40
16	25 Juli 2025	21:02	24,9	25	0,10	0,40
17	25 Juli 2025	21:04	24,9	25	0,10	0,40
18	25 Juli 2025	21:06	24,9	25	0,10	0,40
19	25 Juli 2025	21:08	24,9	25	0,10	0,40
20	25 Juli 2025	21:10	24,9	25	0,10	0,40
21	25 Juli 2025	21:12	24,9	25	0,10	0,40
22	25 Juli 2025	21:14	24,9	25	0,10	0,40
23	25 Juli 2025	21:16	24,9	25	0,10	0,40
24	25 Juli 2025	21:18	24,9	25	0,10	0,40
25	25 Juli 2025	21:20	24,8	25	0,20	0,81

No.	Tanggal	Waktu Pengukuran	Alat Ukur Referensi Fluke 725 (°C)	Tampilan HMI (°C)	Selisih (°C)	Persentase Error (%)
26	25 Juli 2025	21:22	24,8	25	0,20	0,81
27	25 Juli 2025	21:24	24,8	25	0,20	0,81
28	25 Juli 2025	21:26	24,8	25	0,20	0,81
29	25 Juli 2025	21:28	24,8	25	0,20	0,81
30	25 Juli 2025	21:30	24,8	25	0,20	0,81
31	25 Juli 2025	21:32	24,8	25	0,20	0,81
32	25 Juli 2025	21:34	24,8	25	0,20	0,81
33	25 Juli 2025	21:36	24,8	25	0,20	0,81
34	25 Juli 2025	21:38	24,8	25	0,20	0,81
35	25 Juli 2025	21:40	24,8	25	0,20	0,81



Gambar 6: Grafik Perbandingan Suhu pada Antarmuka HMI dan Alat Ukur Fluke 725

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu yang ditampilkan pada HMI memiliki deviasi yang sangat kecil dibandingkan dengan alat ukur referensi (Fluke 725). Dari tiga puluh lima kali pengukuran yang

dilakukan, deviasi suhu maksimum yang tercatat adalah 0,2°C, dengan persentase *error* tertinggi sebesar 0,81%. Sedangkan deviasi suhu minimum sebesar 0,1°C, dengan persentase *error* terendah 0,4%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa

sensor RTD PT100 yang digunakan dalam sistem memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengukur suhu ruangan.

Pengujian Temperature Transmitter

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur sebagai referensi

berupa *multifunction process calibrator* merek Fluke 725 pada *menu source* RTD PT100. *Temperature transmitter* yang digunakan memiliki rentang kerja 0 – 100 °C. Gambar 7 menampilkan pengujian sinyal yang terbaca di HMI.

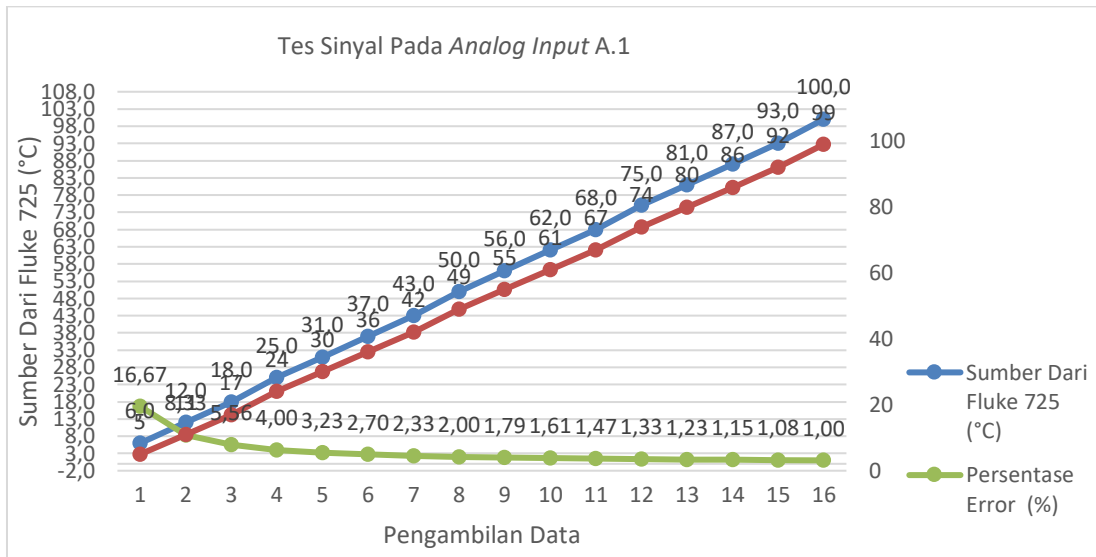


Gambar 7: Pengujian Loop Test Menu Source RTD PT100

Tabel 3: Hasil Tes Sinyal Input Pada Analog Input A.1 Dengan Kenaikan dan Penurunan Per 25% atau kelipatan 25°C.

No.	Sumber Fluke 725 (°C)	Pembacaan Suhu di HMI (°C)	Selisih (°C)	Persentase Error (%)
1	6,0	5	1,0	16,67
2	12,0	11	1,0	8,33
3	18,0	17	1,0	5,56
4	25,0	24	1,0	4,00
5	31,0	30	1,0	3,23
6	37,0	36	1,0	2,70
7	43,0	42	1,0	2,33
8	50,0	49	1,0	2,00
9	56,0	55	1,0	1,79
10	62,0	61	1,0	1,61
11	68,0	67	1,0	1,47
12	75,0	74	1,0	1,33
13	81,0	80	1,0	1,23
14	87,0	86	1,0	1,15
15	93,0	92	1,0	1,08
16	100,0	99	1,0	1,00

Pada Gambar 8 menampilkan grafik tes sinyal analog input A.1.



Gambar 8: Grafik Tes Sinyal Analog Input A.1 Pada PLC

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 8 yang menampilkan data pengujian sinyal *analog input*, dapat disimpulkan bahwa kinerja sensor suhu dan pembacaan suhu pada tampilan HMI menunjukkan tingkat akurasi yang baik seiring dengan kenaikan suhu. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai suhu dari sumber standar (Fluke 725) dengan pembacaan pada HMI.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada seluruh rentang suhu, selisih antara suhu sumber (Fluke 725) dan tampilan HMI selalu konstan, yaitu sebesar 1,0°C. Konsistensi selisih ini mengindikasikan adanya *offset* tetap yang kemungkinan berasal dari faktor kalibrasi alat ukur atau pengaturan sistem, bukan akibat fluktuasi acak.

Persentase *error* yang dihitung menunjukkan adanya korelasi terbalik

terhadap kenaikan suhu, dimana semakin tinggi suhu yang diukur, semakin rendah persentase *error* yang diperoleh.

- a. Pada suhu rendah (6,0°C), persentase *error* tercatat cukup tinggi, yaitu 16,67%.
- b. Namun, seiring kenaikan suhu, persentase *error* menurun secara signifikan. Pada suhu 31,0°C, *error* turun menjadi 3,23%, dan pada suhu operasional yang lebih tinggi 100,0°C, *error* hanya 1,00%.

Penurunan persentase *error* menunjukkan bahwa sistem memiliki sensitivitas dan akurasi yang lebih baik pada rentang suhu operasional yang lebih tinggi. Hal ini merupakan hasil yang positif, karena akurasi optimal justru dibutuhkan pada rentang suhu 50°C - 55°C yaitu pada saat proses purifikasi oli berlangsung.

Pengujian Sistem Proteksi, Sistem Alarm dan Notifikasi SMS Saat Suhu Melebihi 40°C

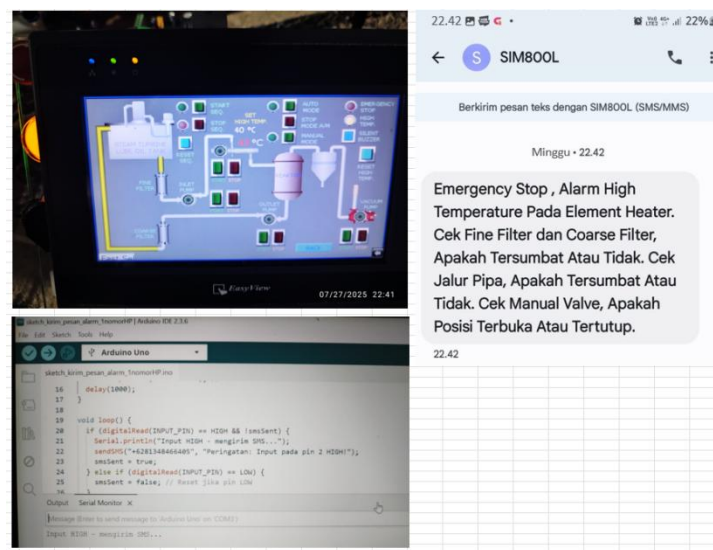
Pada pengujian ini menggunakan dua set point batas atas suhu yaitu 40°C dan 75°C dengan alasan faktor keamanan pada saat pengujian dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. *Set point* batas atas suhu 40°C menggunakan element heater yang sebenarnya, dimana sensor suhu diletakkan di atas permukaan element heater. *Element heater* diberi *supply* tegangan DC12 volt

secara terus menerus sampai suhu mencapai batas atas suhu yang ditentukan.

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan menunjukkan bahwa sistem proteksi, sistem alarm dan notifikasi SMS yang masuk ke *handphone* terbukti berfungsi dengan baik dalam membaca dan menampilkan suhu pada element pemanas sesuai rancangan.

Pada Gambar 9 menunjukkan *alarm high temperature*, *emergency stop* aktif dan *handphone* menerima pesan masuk saat suhu melebihi 40°C.



Gambar 9: Alarm “High Temperature”, *Emergency Stop* Aktif dan *Handphone* Menerima Pesan Masuk Saat Suhu Melebihi 40°C.

Pengujian Sistem Bisa Beroperasi Normal Saat Suhu Dibawah 40°C

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem operasi mesin purifikasi bisa difungsikan kembali setelah suhu dibawah 40°C.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin purifikasi oli pelumas bisa digunakan kembali setelah mereset *alarm high temperature* dan selanjutnya pilih *auto start* dan mulai kembali *start sequence*. Mesin purifikasi oli pelumas

tidak bisa dioperasikan jika *alarm high temperature* belum di *reset*.

Pada Gambar 10 menunjukkan sistem operasi mesin purifikasi bisa digunakan kembali saat suhu dibawah 40°C.



Gambar 10: Sistem Operasi Mesin Purifikasi Bisa Digunakan Kembali Saat Suhu Di bawah 40°C

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem proteksi dan kontrol panas berlebih pada elemen pemanas berbasis PLC, HMI, dan notifikasi SMS di mesin purifikasi oli pelumas turbin berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu memantau suhu secara berkelanjutan, menghentikan operasi mesin saat suhu elemen pemanas melebihi 40°C, serta memberikan peringatan melalui buzzer, lampu indikator kuning, dan SMS ke handphone pengawas sebagai notifikasi jarak jauh. Selain itu, HMI berfungsi menampilkan status operasional, termasuk *alarm* saat *emergency stop* serta nilai suhu yang melampaui batas yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wahyudi H, Pranata Mg. Optimalisasi Sistem Kontrol Pada Mesin Purifikasi Oli Turbine Type Ty-50. 2024;
2. Invex Oil. Vacuum Dehydration Oil Purification Systems, <https://Invexoil.Com/Vacuum-Dehydration-Oil-Purification-Systems/>. [Accessed: 26-Jul-2025]. 2025.
3. A. Salam And T. Sucita. Rancang Bangun Sistem Jaringan Multidrop Menggunakan Rs485. *Electrans*. 2012;11(2):1–11.
4. Chen Jy, Thai Kc, Chen Gc. Application Of Programmable Logic Controller To Build-Up An Intelligent Industry 4.0 Platform Elsevier Enhanced Reader. *Procedia Cirp*, 63; 2017.
5. Bakhtiar A. Panduan Dasar Outseal Plc. www.Outseal.Com. [Internet]. 2020. Available From: www.Outseal.Com
6. Amalia D, Setiyo S, Saputra W, Martadinata Mi, Septiani V, Rizko R. Pengabdian Kepada Masyarakat Pelatihan Programmable Logic Controller Menggunakan Outseal Plc. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian Dalam Penerbangan*. 2021;2(2):14–21.

7. Haryanto H, Hidayat S. Perancangan Hmi (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor Dc. 2012;1(2).
8. Weintek.
<https://www.weintek.com/global-w/download/download.aspx>. 2014.
9. L. Hui Z, Hao, P. Daogang. Design And Application Of Communication Gateway Of Epa And Modbus On Electric Power System. Energy Procedia. 2012;17:286–93.
10. Abdurrohman Rm, Barriyah K, Nursuciliyat K, Abdul Rochim K, Hasanah H. Prototipe Monitoring Suhu Dan Kelembapan Secara Realtime. Engineering Journals Of Information , Control, Telecommunication And Electrical. 2020;4(2):29–36.
11. K.D. Wahyuadnyana. Modul Gsm Sim8001 Sebagai Pengontrol Jarak Jauh Sistem Otomatisasi Lampu Dan Pendingin Ruangan Menggunakan Mikrokotroler Atmega 2560 Berbasis Short Message Sevice. Bukit Jimbaran: Skripsi, Universitas Udayana; 2019.
12. Y. Mochtiarsa, B. Supriadi. Rancangan Kendali Lampu Menggunakan Mikrokontroller Atmega328 Berbasis Sensor Getar. Jurnal Informatika Simantik. 2016;1(1):40–4.
13. Chowdhury T, Haider Bulbul. Perancangan Regulator Tegangan Sensitif Suhu Untuk Beban Ac Menggunakan Rtd. Jurnal Internasional Ilmu Dan Teknologi Teknik. 2010;2(12):7896–903.
14. Maher A, Vijayalakshmi V, Daniel R, Joseph W. Pemodelan Koefisien Suhu Resistansi Rtd Lapisan Tipis Terhadap Aplikasi Pengukuran Gas Buang. Prosiding Konferensi Internasional Ke-8 Tentang Teknologi Penginderaan. 2014;19–22.
15. Imran M, Abhijit B. Pengaruh Ketebalan Film Tipis Dan Bahan Terhadap Respon Mikrotermokopel Rtds Ana. Jurnal Sensor Ieee. 2006 Dec;6(6).
16. Nusse D, Noetzel R, Vdi. Sensor Suhu Dalam Teknologi Film Tipis Nikel. Jurnal Dalam Sensoren Und Messsysteme. 2008;891–8.
17. Sen T, Pan Pg, Sk. Teknik Kompensasi Kabel Utama Yang Disempurnakan Untuk Detektor Suhu Resistansi (Rtd) Empat Kabel Konvensional. 2011;
18. Komalasari A, Saragih Y. Sistem Kontrol Temperature Transmitter Pada Reaktor Ap-545 Di Pt. Sintas Kurama Perdana. Aisyah Journal Of Informatics And Electrical Engineering (Ajiee) . 2024;6(1).
19. Chongqing Jingneng Oil Purifier Manufacturer Co.Ltd. Zyd Type Double-Stage High Efficiency Vacuum Oil Purifier: Operation Manual. 2023.