

OPTIMALISASI SISTEM KONTROL PADA MESIN PURIFIKASI OLI TURBIN TYPE TY-50

Hery Wahyudi¹, Melki Geri Pranata²
^{1,2} Teknik Elektro, Universitas Sangga Buana

¹ korespondensi: wahyudi.hery85@gmail.com

ABSTRACT

In the power generation industry, particularly using steam turbines, the turbine oil purifier machine is a specialized device used to clean and purify the lubricating oil used in turbines. The use of PLC and HMI in the control system of the oil purification machine enhances system reliability, simplifying several control functions that are integrated into a single programmed system. The process graphics and commands use the online simulation mode available in the Easy Builder Pro (EB Pro) software installed on a laptop and connected to the PLC via a USB port, making it easier to understand, evaluate, and control the turbine oil purification machine process to improve the performance and reliability of the turbine oil lubrication system.

Keywords: Industry. PLC. HMI. Oil Turbine, Purifier

ABSTRAK

Dalam industri pembangkit listrik terutama menggunakan turbin uap, mesin turbine oil purifier (pembersih minyak turbin) adalah perangkat khusus yang digunakan untuk membersihkan dan memurnikan minyak pelumas yang digunakan dalam turbin. Penggunaan PLC dan HMI pada system kontrol mesin purifikasi oli meningkatkan keandalan system, penyederhanaan beberapa fungsi kontrol yang digabungkan dalam satu sistem terprogram. Process graphic dan perintah menggunakan mode simulasi online yang terdapat pada fitur software Easy Builder Pro (EB Pro) yang terinstall di laptop dan terhubung ke PLC menggunakan port USB sehingga mempermudah dalam Memahami, mengevaluasi, dan mengontrol proses mesin purifikasi oli turbin dalam rangka meningkatkan kinerja dan keandalan sistem pelumasan oli turbin.

Kata Kunci: Industri, PLC, HMI, Oil Turbin, Purifikasi

PENDAHULUAN

Oil purifier adalah komponen paling penting dalam sistem pelumasan (*lubricating oil*) (1). Purifier ini berfungsi sebagai alat yang menjaga kualitas oil dan meminimalisir kontaminan pada oli seperti *water* (air), *wear* (gram), *sludge* (lumpur) dan materi *suspended* lainnya (1). Hal ini berkontribusi pada efisiensi operasional yang lebih tinggi, pengurangan biaya pemeliharaan, dan umur panjang yang lebih lama bagi turbin. Keausan logam bantalan terjadi berawal dari pergesekan antar satu permukaan logam dengan logam yang lain (*Metal to metal*

contact) yaitu antara poros atau rotor turbin dengan lapisan bantalan (2). Dimana fungsi pelumas tidak bekerja optimal menjadi pelapis film untuk mengurangi terjadinya gesekan dan keausan (2). Kinerja pelumas menurun bisa disebabkan oleh terkontaminasinya pelumas unsur zat lain seperti air sehingga viskositas pelumas menjadi menurun dan encer (2). Pada rangkaian control konvensional belum memiliki pengaman temperatur lebih (3) pada elemen pemanas sehingga membuat elemen pemanas rusak, sedangkan elemen pemanas ini merupakan salah satu komponen penting

dalam proses purifikasi oli pelumas turbin, pelumas menjadi menurun dan encer.

Dengan memanfaatkan PLC Outseal V.4 adalah sebuah brand teknologi anak bangsa (4) dan *human machine interface* (HMI). 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 (5). Pada penelitian ini menggunakan HMI Weintek dalam kontrol turbin oli purifier dan ditambahkan pengaman *temperature* tinggi dan pengaman aliran oli, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, meningkatkan keandalan sistem, dan mengurangi biaya pemeliharaan jangka panjang. Ini juga membuka potensi untuk inovasi lebih lanjut dalam kontrol proses dan pengelolaan data. Desain *control* mesin

purifikasi oli pelumas turbine adalah proses penting dalam menjaga kualitas oli pelumas dan kinerja mesin.

METODE

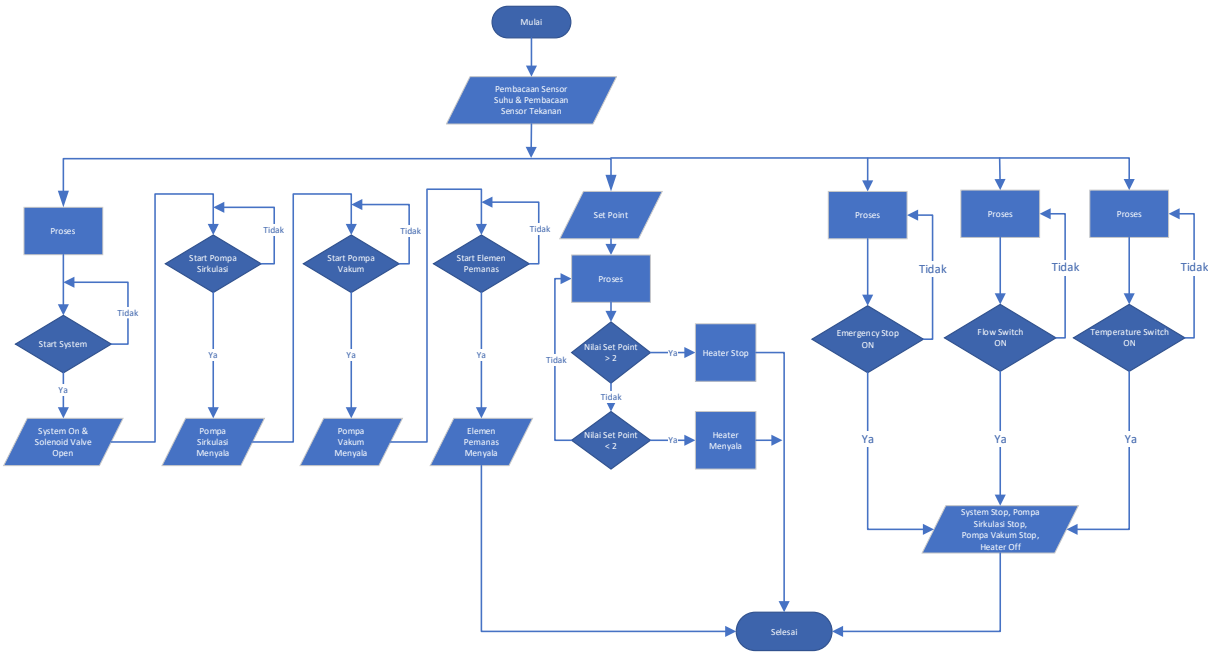
Metodologi dalam perancangan ini menggunakan simulasi. *Process graphic* dan perintah menggunakan mode simulasi online yang terdapat pada fitur *software Easy Builder Pro (EB Pro)* yang terinstall di laptop dan terhubung ke PLC Outseal V.4 menggunakan port USB. Pengganti sensor *analog* seperti RTD PT 100 dan *pressure transmitter* menggunakan *signal generator* dengan keluaran arus 4-20mA. Generator sinyal loop arus 4-20mA merupakan alat penting untuk menguji dan mengkalibrasi instrumen dalam pengaturan industry (6). Antara HMI dan PLC menggunakan komunikasi modbus RTU adjustable, dimana HMI berfungsi sebagai *master* dan PLC sebagai *slave*.



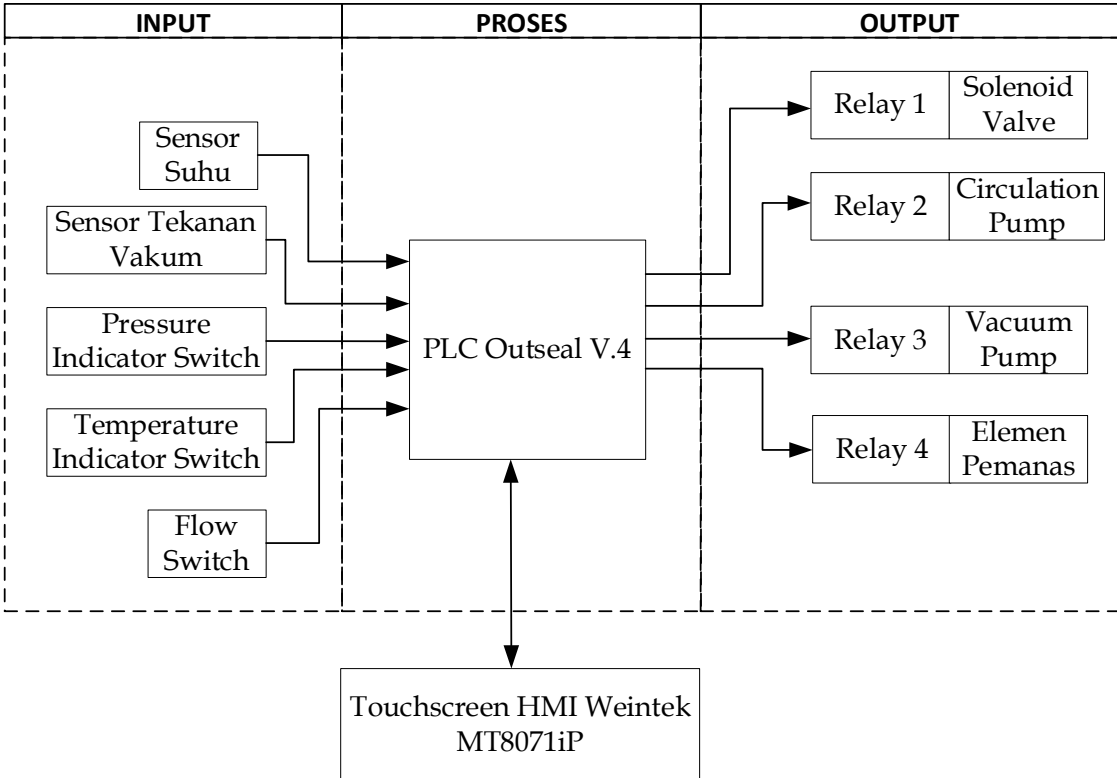
Gambar 1: Current Signal Generator 4 – 20 mA

Sumber gambar 1: www.sherwoodknowledge.com/4-20ma-current-loop-signal-generator/

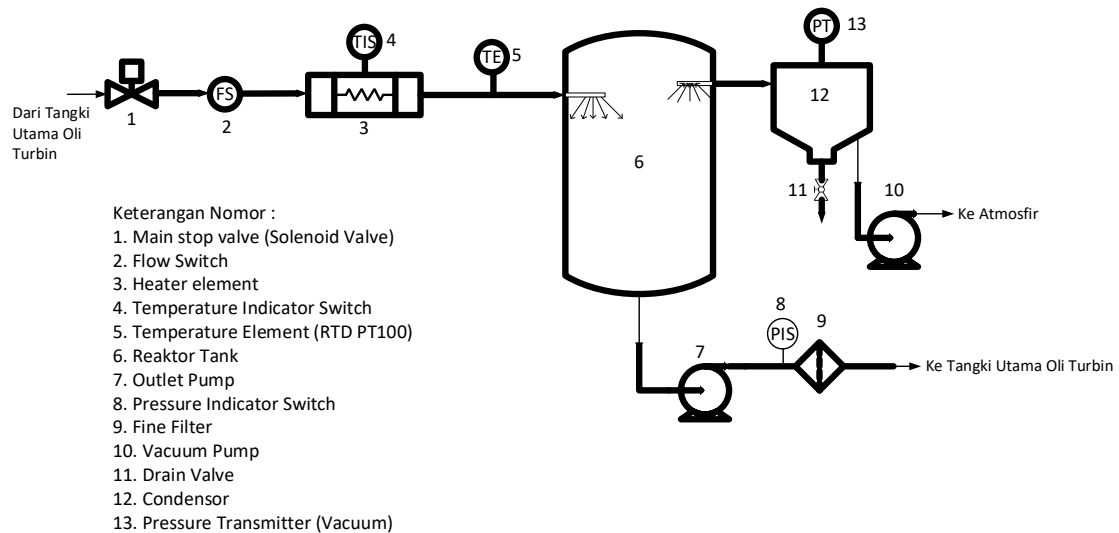
Perancangan



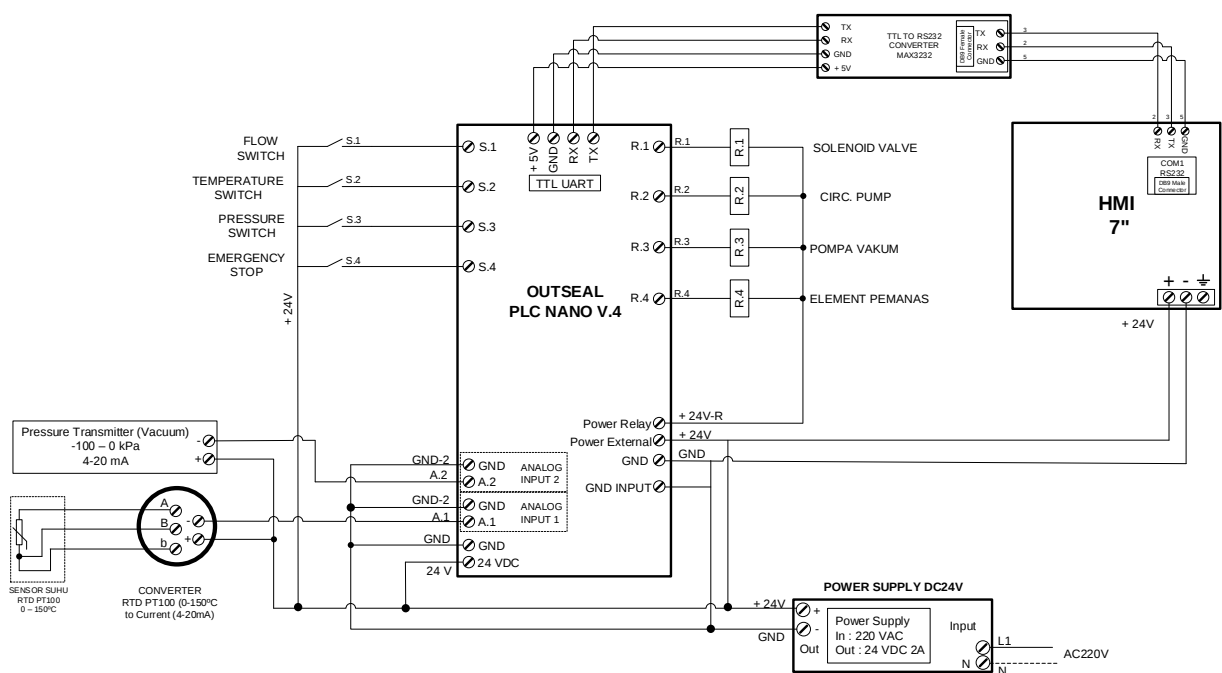
Gambar 2: Flowchart



Gambar 3: Block Diagram



Gambar 4: Process Flow Diagram (PFD)



Gambar 5: Wiring Diagram

Perancangan Ladder Diagram PLC Outseal V.4

Perancangan diagram tangga (*ladder diagram*) PLC Outseal V.4 menggunakan

software *Outseal Studio V.2.6 Rev 3*. Software outseal studio berupa program visual (*ladder diagram*) berbahasa indonesia dan dibuat gratis (4).

Tabel 1: Alamat I/O PLC Outseal Nano V.4

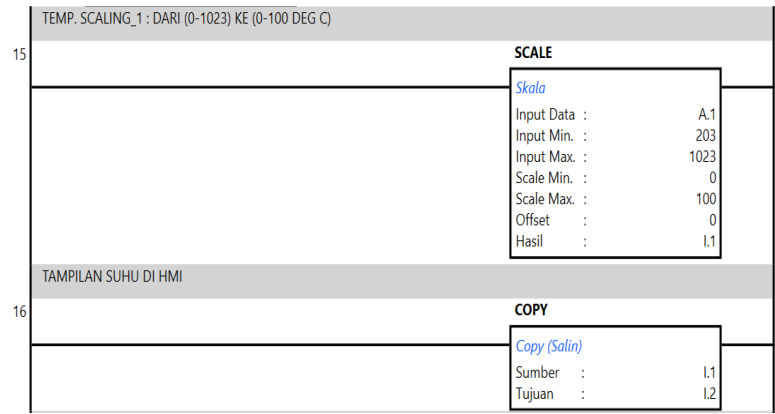
No.	Instruksi	Variabel	Fungsi
1	<i>N.O Contact</i>	S.1	<i>Digital Input : Flow Switch</i>
2	<i>N.O Contact</i>	S.2	<i>Digital Input : Temperature Switch</i>
3	<i>N.O Contact</i>	S.3	<i>Digital Input : Pressure Switch</i>
4	<i>N.O Contact</i>	S.4	<i>Digital Input : Emergency stop Switch</i>
5	<i>Analog</i>	A.1	<i>Analog Input : Temperature Transmitter</i>
6	<i>Analog</i>	A.2	<i>Analog Input : Pressure Transmitter</i>
7	<i>Coil</i>	R.1	<i>Output : Solenoid Valve</i>
8	<i>Coil</i>	R.2	Output : Pompa Sirkulasi
9	<i>Coil</i>	R.3	Output : Pompa Vakum
10	<i>Coil</i>	R.4	Output : Elemen Pemanas

Tabel 2: Alamat Modbus PLC Outseal Nano V.4 Sebagai Slave

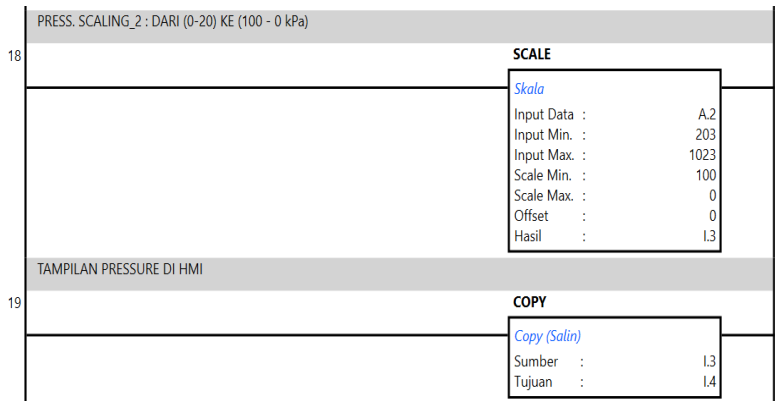
No.	Alamat Akses Dalam Desimal	Izin Akses	Variabel	Fungsi
1	0	Baca Saja	R.1	<i>Indicator open/close solenoid valve</i>
2	1	Baca Saja	R.2	<i>Indicator run/stop pompa sirkulasi</i>
3	2	Baca Saja	R.3	<i>Indicator run/stop pompa vakum</i>
4	3	Baca Saja	R.4	<i>Indicator on/off elemen pemanas</i>
5	128	Baca & Tulis	B.1	Indicator emergency stop
6	129	Baca & Tulis	B.2	Perintah <i>start system</i>
7	130	Baca & Tulis	B.3	Perintah <i>stop system</i>
8	131	Baca & Tulis	B.4	<i>Indicator system on/off</i>
9	132	Baca & Tulis	B.5	Perintah <i>start pompa sirkulasi</i>
10	133	Baca & Tulis	B.6	Perintah <i>stop pompa sirkulasi</i>
11	134	Baca & Tulis	B.7	Perintah <i>start pompa vakum</i>
12	135	Baca & Tulis	B.8	Perintah <i>stop pompa vakum</i>
13	136	Baca & Tulis	B.9	Perintah <i>start elemen pemanas</i>
14	137	Baca & Tulis	B.10	Perintah <i>stop elemen pemanas</i>
15	138	Baca & Tulis	B.11	<i>Indicator no flow</i>
16	139	Baca & Tulis	B.12	<i>Indicator high temperature</i>
17	140	Baca & Tulis	B.13	<i>Indicator oil pressure high</i>

Instruksi Scale

Merupakan sebuah instruksi yang digunakan untuk memetakan secara linear suatu nilai pada kisaran tertentu (7).



Gambar 6: Instruksi Scale Pada Analog Input A.1 (Temperature)



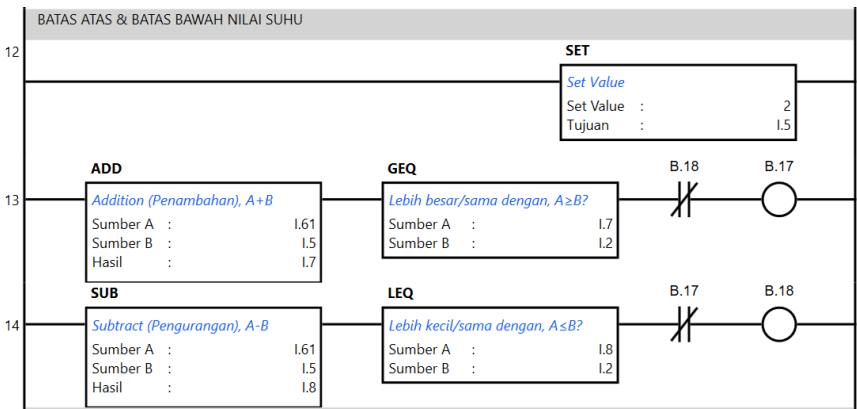
Gambar 7: Instruksi Scale Pada Analog Input A.1 (Pressure)

Instruksi Batas Atas & Batas Bawah

Instruksi batas atas dan batas bawah pada kontrol suhu digunakan untuk menjaga suhu dalam rentang yang diinginkan, mencegahnya melampaui batas aman (7).

I.2 adalah variable nilai proses suhu (PV).

I.61 adalah variable nilai set point suhu (SP).



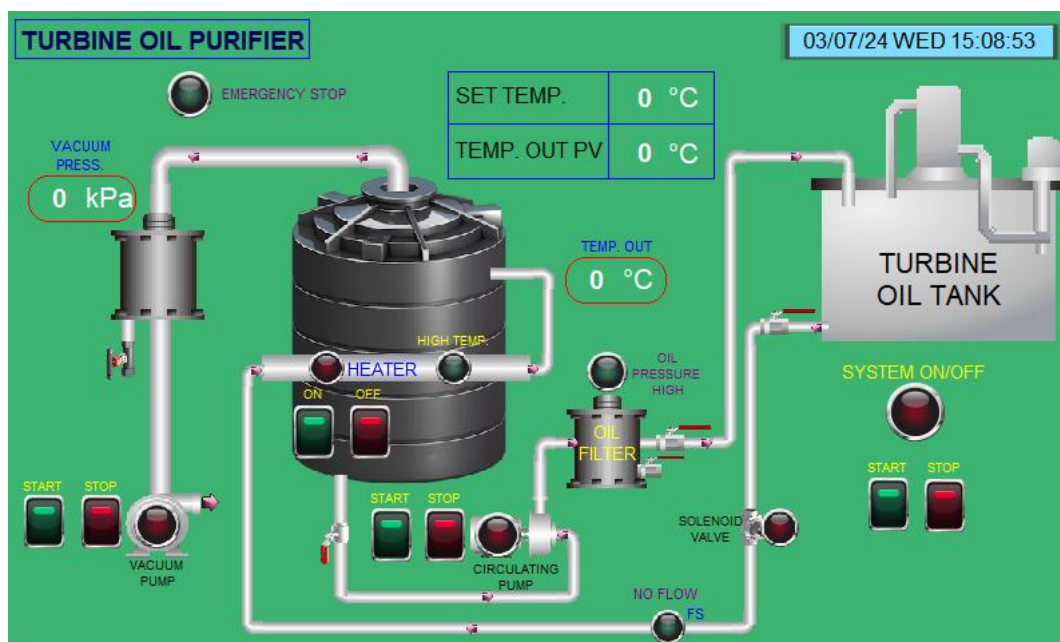
Gambar 8: Instruksi Batas Atas dan Batas Bawah Kontrol Temperature

Perancangan Process Gaphic HMI

Perancangan *process graphic* atau *mimic display process* pada HMI Weintek menggunakan *software Easy Builder Pro (EB Pro)* V60.02.02.428 yang didownload secara gratis (8).

Tabel 3: Alamat Modbus HMI Weintek Sebagai Master

No.	Shape	Properties	Blinking / Attribute	Device	Address Type	Izin Akses	PLC Variabel	Fungsi
1		Bit Lamp	Mode: none	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 0	Read	R.1	Indicator open/close solenoid valve
2		Bit Lamp	Mode: none	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 1	Read	R.2	Indicator run/stop pompa sirkulasi
3		Bit Lamp	Mode: none	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 2	Read	R.3	Indicator run/stop pompa vakum
4		Bit Lamp	Mode: none	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 3	Read	R.4	Indicator on/off elemen pemanas
5		Bit Lamp	Mode: Alternating image on state 1 ; Breaking time: 0.5 second (s)	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 128	Read	B.1	Indicator emergency stop
6		Toggle Switch	Switch style: Momentary	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 129	Baca & Tulis	B.2	Perintah start system
7		Toggle Switch	Switch style: Momentary	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 130	Baca & Tulis	B.3	Perintah stop system
8		Bit Lamp	Mode: none	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 131	Read	B.4	Indicator system on/off
9		Toggle Switch	Switch style: Momentary	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 132	Baca & Tulis	B.5	Perintah start pompa sirkulasi
10		Toggle Switch	Switch style: Momentary	Modbus RTU (Adjustable)	0x , 133	Baca & Tulis	B.6	Perintah stop pompa sirkulasi



Gambar 9: *Process Graphic Yang Dirancang*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4: Hasil Uji Sinyal *Input* Pada Analog Input A.1 (Temperature) Range : 0 – 100 °C

No.	Input (mA)	Pembacaan Suhu di HMI (°C)
1	4	0
2	8	25
3	12	50
4	16	75
5	20	100
6	16	75
7	12	50
8	8	25
9	4	0

Tabel 5: Hasil Uji Sinyal *Input* Pada Analog Input A.2 (Pressure) Range : -100 – 0 kPa

No.	Input (mA)	Pembacaan Tekanan di HMI (°C)
1	20	-100
2	16	-75
3	12	-50
4	8	-25
5	4	-0
6	8	-25
7	12	-50
8	16	-75
9	20	-100

Hasil uji sinyal *input* pada tabel 4, *analog A.1 (temperature)* dengan range 0 –100°C dan sinyal input 4 – 20mA sebagai berikut:

1. Hasil menunjukkan hubungan linier antara arus input (mA) dan suhu yang terbaca di HMI.
2. Setiap kenaikan 4mA meningkatkan suhu 25°C, sesuai dengan perhitungan linieritas dari 4mA = 0°C hingga 20 mA = 100°C.
3. Tidak ditemukan kondisi tidak normal atau anomali dalam pembacaan, karena nilai suhu pada HMI tetap konsisten saat arus input kembali ke nilai sebelumnya.

Hasil uji sinyal *input* pada table 5, *analog A.2 (pressure)* dengan range -100 – 0 kPa dan sinyal input 4 – 20mA sebagai berikut:

1. Sama seperti pada table suhu, hubungan antara arus input dan pembacaan tekanan bersifat linier.
2. Setiap penurunan 4mA meningkatkan suhu -25 kPa, dari 4mA = 0 kPa hingga 20 mA = -100 kPa.
3. Pembacaan tetap konsisten saat nilai arus input berulang.

Proses Kerja Keseluruhan

Pengukuran parameter proses purifikasi sensor suhu (RTD PT100) digunakan untuk mengukur suhu panas oli turbin pada saat proses purifikasi berlangsung. Sensor tekanan vakum digunakan mengukur tekanan vakum pada saat proses *dehydration* atau menyedot uap air dari hasil penguapan dari oli turbin yang dipanaskan.

Sistem Proteksi

Flow switch adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk mengontrol aliran udara, uap, atau cairan. Sakelar aliran beroperasi dengan menyampaikan gerakan perjalanan (relai, sakelar buluh, dayung) ke mesin lain di dalam sistem, biasanya pompa (9). Pada penelitian ini media yang digunakan adalah oli pelumas turbin.

Temperature switch merupakan suatu saklar yang memanfaatkan energi panas untuk memutus dan menghubungkan kontak saklar (10).

Pressure switch digunakan sebagai *indicator* tekanan tinggi dikarenakan *fine filter* sudah penuh pengotor dan *fine filter* perlu dibersihkan atau diganti.

Pemrosesan data pada PLC Outseal V.4

Outseal PLC mengolah data dari sensor suhu, sensor tekanan, *temperature switch* dan *flow switch* dan menentukan tindakan selanjutnya berdasarkan nilai suhu yang sudah ditetapkan dan menjalankan sistem pengaman jika terjadi kondisi yang tidak normal contohnya terjadinya panas berlebih pada *element heater* atau tidak adanya aliran oli didalam pipa sehingga proses purifikasi oli turbin dihentikan dengan menutup katup utama, memutus *supply* listrik ke pompa sirkulasi, memutus *supply* listrik ke pompa vakum dan memutus *supply* listrik ke *element heater*.

Tampilan HMI atau Process Graphic

Menampilkan tombol – tombol untuk menjalankan perintah proses kerja purifikasi oli turbin, dan menampilkan informasi suhu, menampilkan status atau kondisi berjalannya proses purifikasi oli turbin dan menampilkan *alarm* jika terjadi kondisi abnormal.

Perbandingan

Perbandingan antara *design control* yang lama dengan *design control* yang baru ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6: Perbandingan Antara Design Control Yang Lama Dengan Yang Baru

No.	Kategori	Kontrol Lama (Konvensional)	Design Kontrol Sekarang
1	<i>Control Device</i>	Menggunakan rangkaian <i>relay</i>	Menggunakan PLC dan HMI
2	Sistem Proteksi	Tidak ada	Proteksi <i>element heater overheating</i> Proteksi tidak ada aliran
3	<i>Maintenance</i>	<i>Troubleshooting</i> membutuhkan waktu lama	<i>Troubleshooting</i> membutuhkan waktu relative lebih cepat
4	Modifikasi / <i>Wiring</i>	Modifikasi lebih kompleks dan rumit dan <i>wiring</i> membutuhkan banyak kabel	Melakukan modifikasi lebih cepat dan sederhana. Proses <i>wiring</i> lebih cepat dan hemat perkabelan sekitar 80%

SIMPULAN

Dari hasil pengujian dua *analog input* menjelaskan kinerja sensor analog ke digital sesuai harapan, karena hasil konversi arus ke nilai suhu dan tekanan mengikuti pola linier yang diharapkan. Tidak ada penyimpangan atau kesalahan dalam pembacaan, karena hasil uji menunjukkan nilai yang stabil dan konsisten. Sistem bekerja dengan baik dengan akurasi tinggi dalam membaca input sinyal analog untuk suhu dan tekanan.

Sistem proteksi yang dirancang telah berfungsi dengan baik. Sensor-sensor seperti *flow switch*, *temperature switch* dan *pressure transmitter* yang ditambahkan dalam sistem ini pada kondisi abnormal seperti tidak adanya aliran oli, suhu yang melebihi batas pada elemen pemanas, dan terjadinya tekanan tinggi pada *fine filter* dikarenakan *filter* kotor,

ketika kondisi abnormal terdeteksi, sistem secara otomatis menghentikan proses purifikasi dengan menutup katup utama dan memutus aliran listrik ke komponen utama seperti pompa sirkulasi, pompa vakum, dan *element heater*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Feriyanto YEMMOPST dan PKerjanya [www.caesarvery.com](https://www.caesarvery.com/2021/07/macam-macam-oil-purifieroil.html#:~:text=Oil%20purifier%20adalah%20komponen%20paling%20penting%20dalam%20sistem,wear%20%28gram%29%2C%20sludge%20%28lumpur%29%20dan%20materi%20suspended%20lainnya.). S. <https://www.caesarvery.com/2021/07/macam-macam-oil-purifieroil.html#:~:text=Oil%20purifier%20adalah%20komponen%20paling%20penting%20dalam%20sistem,wear%20%28gram%29%2C%20sludge%20%28lumpur%29%20dan%20materi%20suspended%20lainnya.> 2021.
2. Mariyini Irin, Abdillah Tomi, Supriadi. Analisa Kerusakan Thrust Bearing Turbin Pengaruh Kinerja Pelumas Di Pltu Pt. Pln Np Up. Belawan.Vol. 8, No.1, Januari 2025, Halaman 13-22.

3. Patra Jaya R, Facta M, Sukmadi T. PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI ARUS DAN TEMPERATUR LEBIH MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC) PADA MESIN PENGEKSTRAKSI BIJI KAPUK.
4. Eko Prasetyo D. <https://outseal.com/download/download.html>. 2022.
5. Haryanto H, Hidayat S. Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. 2012;1(2).
6. Cassettari,P. <https://sherwoodknowledge.com/4-20ma-current-loop-signal-generator/>.
7. Bakhtiar A, Pertama BE. PANDUAN DASAR OUTSEAL PLC [Internet]. 2020. Available from: www.outseal.com
8. Weintek. <https://www.weintek.com/globalw/Download/Download.aspx>. 2014.
9. Wiratama Mitra Abadi. <https://wma.co.id/articles/cara-kerja-flow-switch-dan-fungsinya/>.
10. Kurniawan,A.(2021) <https://www.teknikelektro.com/2021/12/temperature-switch.html>. 2021.