

# *Prototype Monitoring Temperatur dan Tekanan Minyak Transformator Distribusi dengan SCADA LabVIEW*

Ahmad Solihin<sup>1</sup>, Ojak Abdul Rozak<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>. Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

Jln. Jl. Puspitek, Buaran, Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, INDONESIA

Email: <sup>1</sup>ahmsol.as@gmail.com, <sup>2</sup>dosen01314@unpam.ac.id

**Abstract-** *Research on monitoring oil temperature and pressure using SCADA LabView is an important step in optimizing the distribution performance of transformers in transmitting electrical energy from power plants to consumers. Transformers have a very important role as a tool to reduce medium voltage to a lower voltage according to the consumer's voltage. home. This monitoring tool has advantages compared to conventional monitoring tools that previously existed, this monitoring tool can be accessed remotely with a more attractive appearance. A monitoring system can be designed and manufactured by combining components such as a temperature transmitter, pressure transmitter, analog to modbus converter module, HF2211 modbus gateway, 24 Vdc power supply and LabVIEW SCADA. In testing, this monitoring system worked well with an average error in temperature measurements of 0.06% and an error in pressure measurements of 1.46%.*

**Intisari-** Penelitian tentang monitoring temperatur dan tekanan minyak dengan menggunakan scada labview merupakan langkah penting dalam mengoptimalkan kinerja tranformator distribusi dalam mentransmisikan energi listrik dari pembangkit listrik menuju konsumen, transformator mempunyai peranan yang sangat penting sebagai alat untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan yang lebih rendah sesuai dengan tegangan konsumen rumahan. Alat monitoring ini memiliki keunggulan daripada alat monitoring konvensional yang sudah ada sebelumnya, alat monitoring ini dapat diakses dari jarak jauh dengan tampilan yang lebih menarik. Siatem monitoring dapat dirancang dan dibuat dengan menggabungkan komponen seperti *temperature transmitter, pressure transmitter, modul konverter analog to modbus, modbus gateway HF2211, power supplay 24 Vdc dan SCADA LabVIEW.* Pada pengujianya sistem monitoring ini dapat bekerja dengan baik dengan rata rata eror pada pengukuran temperatur sebesar 0.06% dan eror pada pengukuran tekanan sebesar 1.46%.

**Kata Kunci—** SCADA, LabVIEW, Monitoring, Trafo Transfer.

## I. PENDAHULUAN

Didalam mentransmisikan energi listrik dari pembangkit listrik menuju konsumen, transformator mempunyai peranan yang sangat penting sebagai alat untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan yang lebih rendah sesuai dengan tegangan konsumen rumahan[1]. Sehubungan dengan pentingnya transformator tersebut, sehingga diperlukan perawatan dan pemantauan agar transformator berfungsi

dengan baik. Kerusakan pada transformator distribusi dapat disebabkan oleh beban berlebih yang mengakibatkan dapat merusak transformator dan yang lebih jauh lagi dapat menimbulkan kerusakan pada belitannya[2]. Transformator yang panas dapat menyebabkan korsleting yang membuat transformator menjadi aus, sehingga kerusakan dapat mempersingkat masa pakai peralatan dan minyak[3]. Oleh karena itu, diusulkan pembuatan *prototype Monitoring Temperatur dan tekanan minyak tranformator distribusi dengan SCADA LabVIEW* secara real time. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan system *monitoring temperatur dan tekanan minyak transformator distribusi dengan SCADA LabVIEW* secara online dan real time.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Cara paling mudah untuk memenuhi persyaratan format penulisan adalah dengan menggunakan dokumen ini sebagai template. Kemudian ketikkan teks Anda ke dalamnya

### A. Sistem tenaga listrik

Adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen berupa pembangkitan, transmisi, distribusi dan beban yang saling berhubungan dan berkerja sama untuk melayani kebutuhan tenaga listrik bagi pelanggan sesuai kebutuhan.[4]

### B. Transformator

Transformator adalah alat listrik yang digunakan untuk mengubah daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.,[5]. Transformator merupakan salah satu alat listrik yang banyak digunakan pada bidang tenaga listrik dan bidang elektronika. Berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis dan dimana perbandingan tegangan antara sisi sekunder dan sisi primer berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan serta berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.[6]

### C. Pengukuran minyak bagian atas

Suhu minyak bagian atas harus dapat diukur dengan mempergunakan termometer yang ditempatkan di dalam suatu kantong termometer berisi minyak pada pipa keluar kearah pendingin, tetapi untuk pendingin terpisah harus ditempatkan di pipa keluar dekat transformator. Kenaikan suhu minyak atas dianggap sudah mencapai tunak (steady state) bila kenaikan suhunya selama empat jam pembacaan berurutan adalah 1 °C/jam.[7]

**D. Kenaikan suhu minyak belitan**

Kenaikan suhu belitan harus diperoleh pada semua belitan dengan cara mengurangi suhu belitan rata-rata yang diukur dengan metode resistansi, dengan uji media pendingin luar setelah sirkulasi arus pengenal pada frekuensi pengenal dalam belitan yang diuji.[8]

**E. Minyak transformator**

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagian bahan isolasi minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak transformator diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan.[9]

**F. International electrotechnical commission**

Dalam komisi elektroteknik internasional IEC 60076 – 2 – 2011 - 5.1 Air Cooled Transformers iyalah bagian dari IEC 60076 ini berlaku untuk transformator terendam cairan, mengidentifikasi transformator daya menurut metode pendinginannya, menentukan batas kenaikan suhu dan memberikan metode untuk pengujian kenaikan suhu nilai suhu titik panas belitan transformator tergantung pada kondisi suhu sekitar.

**G. Scada LabVIEW**

LabVIEW adalah bahasa pemrograman visual yaitu platform desain sistem dan lingkungan pengembangan yang ditujukan untuk memungkinkan semua bentuk sistem dikembangkan. LabVIEW dikembangkan oleh National Instruments sebagai meja kerja untuk mengontrol instrumentasi pengujian. Namun aplikasinya telah menyebar jauh melampaui instrumentasi uji ke seluruh bidang desain dan operasi system.[10]

**H. Modbus**

Modbus adalah protokol jaringan yang paling banyak digunakan di sektor manufaktur industri. Kasus penggunaan yang paling umum adalah komunikasi antara sistem *human-machine interface* (HMI) atau *supervisory control and data acquisition* (SCADA) dan sensor, *programmable logic controller* (PLC), atau *programmable automation controller* (PAC)[11]. Modbus merupakan sebuah open protocol yang berarti bahwa dapat digunakan dalam peralatan tanpa harus membayar royalti,dan sekarang paling banyak dipakai untuk menghubungkan perangkat elektronik industri.[12]

- Modbus TCP

Modbus TCP – terkadang disebut *Modbus Ethernet* – adalah protokol *Ethernet* industri yang menggunakan TCP/IP pada lapisan *transport*. Ini digunakan untuk membuat jaringan *multipoint* di mana satu perangkat klien dapat berkomunikasi dengan beberapa perangkat server melalui lapisan *Ethernet* fisik.[13]

- Modbus Data Acquisition

Akuisisi data adalah proses pengambilan sampel sinyal yang mengukur kondisi fisik dunia nyata dan mengubah sampel yang dihasilkan menjadi nilai numerik digital yang dapat dimanipulasi oleh komputer. Sistem akuisisi data,

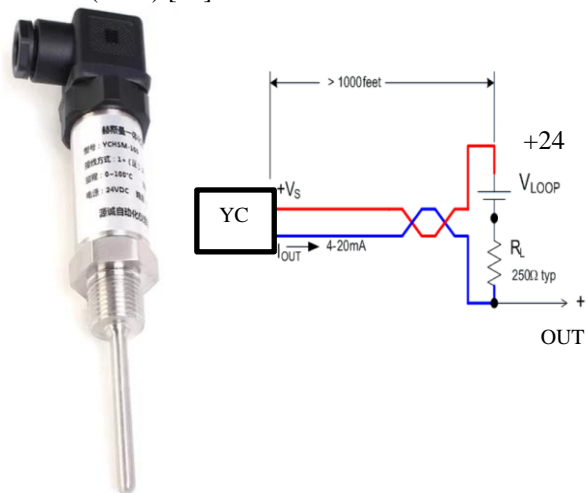
disingkat dengan akronim DAS, DAQ, atau DAU, biasanya mengubah bentuk gelombang analog menjadi nilai digital untuk diproses.[14]



Gambar 1. Modbus Wifi Serial

**I. Temperature Transmitter 4 - 20 mA**

Perangkat sensor suhu menyediakan pengukuran suhu dan sinyal untuk pemantauan atau kontrol. Metode penginderaan yang paling umum termasuk termokopel dan perangkat suhu resistansi (RTD).[15]

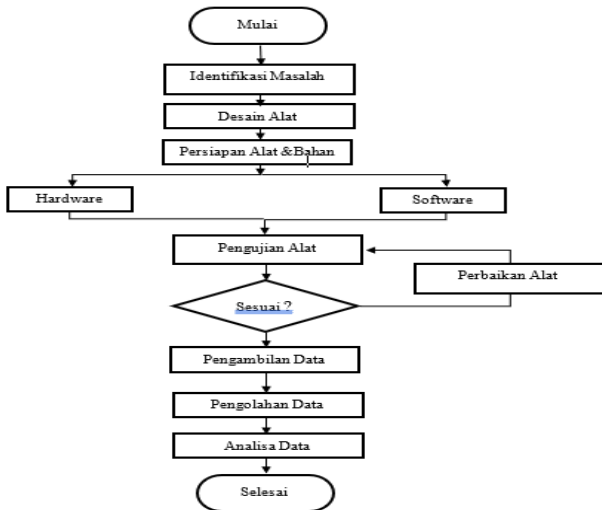


Gambar 2. Temperature Transmite

**III. METODE PENELITIAN**

**A. Perencanaan**

Penelitian ini merupakan perancangan alat *monitoring* temperatur dan tekanan minyak transformator dengan menggunakan sistem SCADA LabVIEW. Pengambilan data pengukuran seperti pada gambar berikut :



Gambar 3. Flowchart Penelitian

1. **Identifikasi Masalah**  
Melihat kondisi dan situasi di lapangan bahwa diperlukan alat sebagai solusi pemecahan masalah yang ada.
2. **Tahapan penelitian untuk desain Alat**  
Pemilihan judul berdasarkan referensi dari jurnal, kemudian mendesain dan merancang alat tersebut secara bentuk fisik dan tata letak bagian-bagian komponen yang digunakan.
3. **Kebutuhan Alat dan Bahan**  
Dalam perancangan Alat maka kebutuhan akan material harus terpenuhi dengan baik dengan tujuan alat dapat dibuat dengan baik sesuai yang di inginkan penulis.
4. **Perancangan Hardware dan Software**  
Bertujuan untuk mengetahui dan mencari hardware yang tepat serta software sesuai dengan rancangan alat yang kita bangun.
5. **Pengujian alat.**  
Bertujuan untuk mengetahui hasil dari sebuah rancangan desain alat dan software sehingga alat dapat bekerja dengan baik
6. **Perbaikan alat.**  
Apabila dalam melakukan pengujian terdapat error atau tidak sesuai dengan desain awal maka perlu dilakukan perbaikan baik hardware maupun software sebelum dilakukan pengujian terhadap alat yang dirancang.
7. **Pengambilan data untuk Analisa**  
Beberapa data yang terbaca perlu di ambil untuk melakukan analisa dan memastikan adanya perubahan nilai yang terukur dan juga digunakan untuk menganalisa alat, apakah alat dapat bekerja dengan baik. Data ini juga digunakan sebagai bahan acuan untuk purifier maupun penggantian minyak transformator.
8. **Pengolahan Data**  
Setelah data diambil tahapan selanjutnya yaitu pengolahan data yang merupakan hasil dari sebuah penelitian yang kita lakukan.
9. **Analisa Data**  
Analisa data kita lakukan dengan cara membandingkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dengan jurnal dan data sheet lainnya sebagai acuan dalam perancangan alat yang sudah dilakukan.

**B. Perencanaan alat**

Didalam melakukan tahapan perancangan alat terdapat dua macam perancangan diantaranya perancangan Hardware dan Software.

- Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat Penelitian

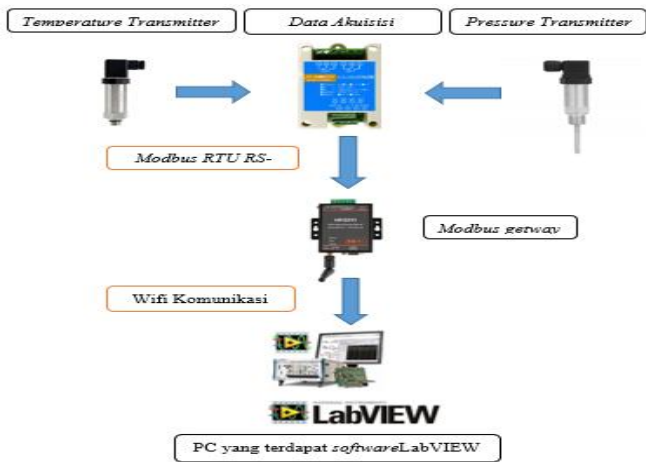
NO	ALAT	JUMLAH
1	Obeng (+)	1 set
2	Obeng (-)	1 set
3	Test pen	1 set
4	Multi Tester	1 set
5	Jigzaw	1 set
4	Gerinda Potong	1
5	Bor Listrik	1
6	Solder	1
7	Tang Potong	1 set
8	Tang kombinasi	1
9	Tang Jepit	1
10	Gun Lem tembak	1
11	Tool Set	1 set
12	Laptop atau PC	1 set
14	Kabel RJ 45	1

Tabel 2. Bahan Penelitian

NO	BAHAN	JUMLAH	KEGUNAAN
1	Temperature Transmitter 4 – 20 ma	1 unit	Pengukur dan konversi Temperatur ke data Analog
2	Pressure Transmitter 4 – 20 ma	1 unit	Pengukur dan konversi Tekanan ke data Analog
3	Module Modbus I/O JY-DAM0222	1 unit	Modul utama konversi data analog ke Modbus
4	Power Supplay 24 Vdc	1 unit	Power supplay module dan Transmitter
5	Modbus Getway Wifi Serial HF2211	1 unit	Konversi data Modbus ke Wifi Serial.
6	MCB Control 1 Phase	1 unit	MCB Pengaman Kontrol
7	Box Panel	1 unit	Tempat meletakkan Module
8	Skun Kabel 2,5 mm	secukupnya	Merapikan ujung kabel
9	Terminal Block	1 unit	Terminal output alat
10	Kabel Ties	secukupnya	Untuk merapikan instalasi alat
11	Isolasi	secukupnya	Untuk isolator penyambungan rangkian listrik

**C. Block Diagrama**

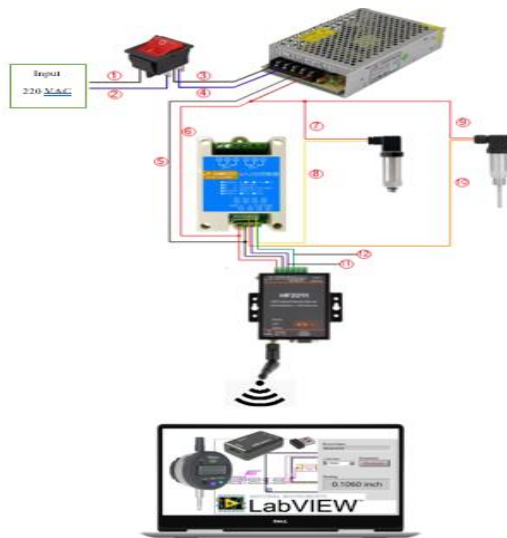
Pada penerapannya alat ini menggunakan metode kerja yang cukup sederhana akan tetapi tidak mengurangi fungsi dari alat ini untuk mengukur, memonitoring temperatur dan tekanan minyak transformator.



Gambar 4. Blok Diagram Alat

Terdapat *Temperature Transmitter* dan *pressure transmitter* untuk mengambil temperatur dan tekanan transformator kemudian di konversi dengan modul I/O modbus. Data dikirimkan secara kolektif ke *modbus gateway* secara koneksi *serial Wifi* dengan *protocol* modbus. Data dari *modbus gateway* kemudian dikirimkan ke *server* LabVIEW menggunakan sambungan *Wifi local* dan ditampilkan menggunakan *scada* LabVIEW.

**D. Skema Rangkaian Secara Lengkap**



Gambar 5. Skema Rangkaian Secara Lengkap

Untuk penyambungan kebel secara lengkap untuk sistem monitoring temperatur dan tekanan minyak transformator sebagai berikut.

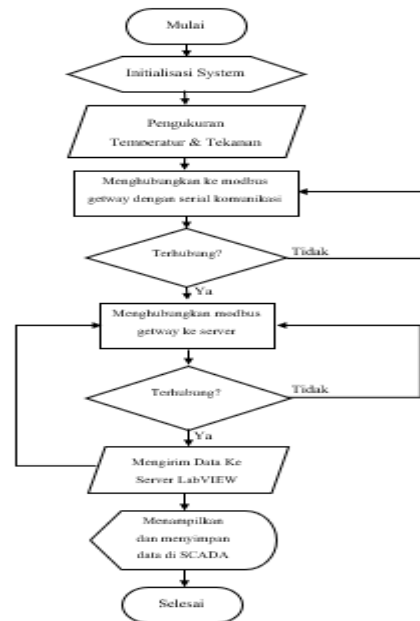
1. Kabel no 1; Phase input 220V ke kaki switch no 1
2. Kabel no.2; Netral input 220V ke kaki switch no 3
3. Kabel no.3; Kaki switch no 2 ke power supply terminal L
4. Kabel no.4; Kaki switch no 4 ke power supply terminal N
5. Kabel no.5; Out terminal (-) 24 Vdc power supply ke terminal (-) modbus konverter
6. Kabel no.6; Out terminal (+) 24 Vdc power supply ke terminal (+) modbus konverter

7. Kabel no.7; Out terminal (+) 24 Vdc power supply ke terminal no.1 sensor tekanan
8. Kabel no.8; Out terminal no.2 sensor temperatur ke input analog AI2 modbus konverter
9. Kabel no.9; Out terminal (+) 24 Vdc power supply ke terminal no.1 sensor temperatur
10. Kabel no.10; Out terminal no.2 sensor temperatur ke input analog AI1 modbus konverter.
11. Kabel no.11; Terminal komunikasi Modbus konverter (A) ke terminal modbus gateway HF2211 (A)
12. Kabel no.12; Terminal komunikasi Modbus konverter (B) ke terminal modbus gateway HF2211 (B)

Nilai dari Temperatur dan tekanan akan ditampilkan pada layar monitor PC menggunakan SCADA LabVIEW. Apabila nilai pembacaan pada temperatur dan tekanan yang cukup tinggi melebihi standar maka hasil pembacaan ini dapat digunakan untuk tindakan selanjutnya.

**E. Perancangan Software**

Pada perancangan *software* ini diantaranya flowchart pemrograman dan pemrograman perangkat lunak menggunakan *Software* SCADA LabVIEW untuk menampilkan data pengukuran besaran listrik dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 6. Flow Chart Pemrograman

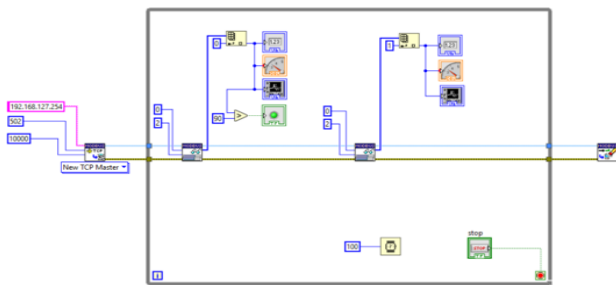
1. Setelah MCB kontrol di On kan maka module konverter modbus akan melakukan inialisasi sistem yang terpasang termasuk sensor yang terpasang.
2. *Temperature transmitter* dan *Pressure Transmitter* mulai membaca pengukuran temperatur dan tekanan minyak transformator.
3. Secara bersamaan Modbus gateway membaca nilai temperature dan tekanan pada module konverter modbus dengan cara mengakses *register* yang sudah disediakan oleh konverter JY-DAM0222.
4. Server LabVIEW mengecek koneksi dengan perangkat modbus gateway yang terkoneksi dengan jaringan Wifi Lokal.

5. Apabila server LabVIEW sudah terhubung dengan modbus gateway, maka data pengukuran temperature dan tekanan dikirimkan ke server LabVIEW, kemudian data ditampilkan dan disimpan pada SCADA LabVIEW.
6. Data besaran listrik yang ditampilkan pada LabVIEW dapat dijadikan sebagai acuan untuk melakukan analisa minyak transformator distribusi.

**F. Penulisan Program Pada Software LabVIEW**

LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram, juga dikenal dengan sebutan VI atau *Virtual Instruments*. Saat pertama kali anda membuat project menggunakan LabVIEW, maka anda pertama-tama akan membuat *user interface* atau bagian *front panel* dengan menggunakan *control* dan *indikator* yang tersedia pada *library* LabVIEW.

Setelah selesai menyusun bagian *interface* maka selanjutnya adalah menyusun logika atau algoritma dari blok diagram yang berisikan kode-kode VI untuk mengontrol kerja *front panel*. Pada blok diagram inilah tempat mulai untuk membuat program berbasis blok-blok diagram yang saling terhubung antara satu dengan lainnya. *Software* LabVIEW terdiri dari tiga komponen utama, yaitu front panel, Blok diagram dari VI, serta *Control dan Functions Palette*.



Gambar 7. Penulisan *Software* LabVIEW

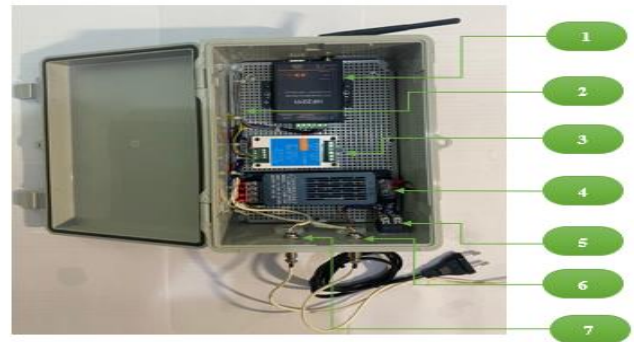
**G. Perancangan Grafis User Interface (GUI)**



Gambar 8. Desain grafis user interface (GUI) Halaman 1

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Bentuk Fisik Alat Bagian Dalam**



Gambar 9. Bentuk Fisik Alat Bagian Dalam Secara Lengkap

**Keterangan Gambar 6**

1. Modbus Gateway HF2211
2. Kabel Komunikasi Modbus
3. Analog Konverter Modbus
4. Power Supply 24VDC
5. Switch On/Off
6. Female Konektor Sensor Temperatur
7. Female Konektor Sensor Tekanan



Gambar 10. Bentuk Fisik Alat Pada Bagian Prototype Transformator

**Keterangan Gambar 4.3**

1. *Temperatur Transmitter* 4 -20mA (Sensor Temperatur)
2. *Venting* Pembuang Gas
3. Terminal Input 220 VAC
4. Terminal Output 24 VAC
5. Kenop Pengisian Minyak Transformator
6. *Prassure Transmitter* 4 – 20mA (Sensor Tekanan)
7. Bodi luar *Prototype* Transformator

Pada perancangan alat, ada beberapa bagian yang harus diperhatikan terutama dalam penyambungan sumber daya dari sensor input harus sesuai untuk menghindari kerusakan pada alat dan komponen yang digunakan. Penyambungan kebal komunikasi antara modul konversi modbus JY-DAM0222 dan *modbus gateway* HF2211 juga harus benar untuk menghindari komunikasi terputus, sehingga SCADA LabVIEW tidak bisa menampilkan data dengan baik.

- Perancangan *Grafis User Interface* (GUI)



Gambar 11. Desain grafis user interface (GUI) Halaman 1

Keterangan :

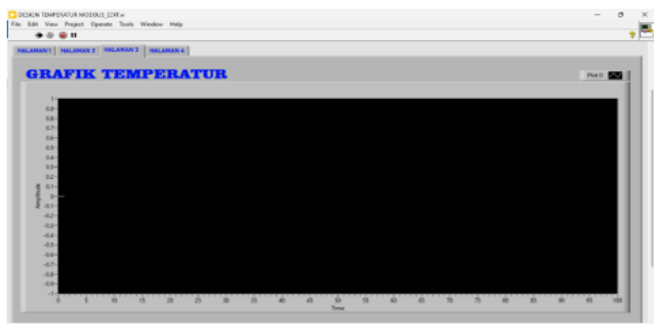
1. Tombol *Running* dan *Stop* Program
2. Tombol Pemilihan Halaman
3. Nama *Project*
4. Tampilan Waktu *Realtime*
5. Logo Teknik Elektro Unpam
6. Logo Universitas Pamulang
7. Nama dan Nim



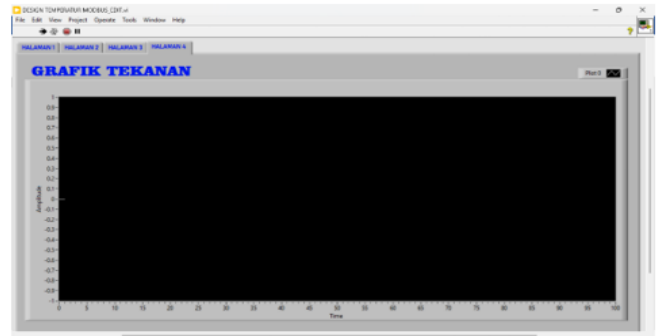
Gambar 12. Desain Grafis User Interface Halaman 2

Keterangan:

1. Tombol Setpoint Warning Temperatur
2. Tombol Setpoint Alarm Temperatur
3. Tombol *Stop Emergency* Program
4. *Widged Analog* Temperatur
5. *Display Digital* Temperatur
6. *Widged Analog* Tekanan
7. *Display Digital* Tekanan
8. Indikator *Warning* Temperatur
9. Indikator Alarm Temperatur



Gambar 13. Desain Grafis User Interface Halaman 3



Gambar 14. Desain Grafis User Interface Halaman 4

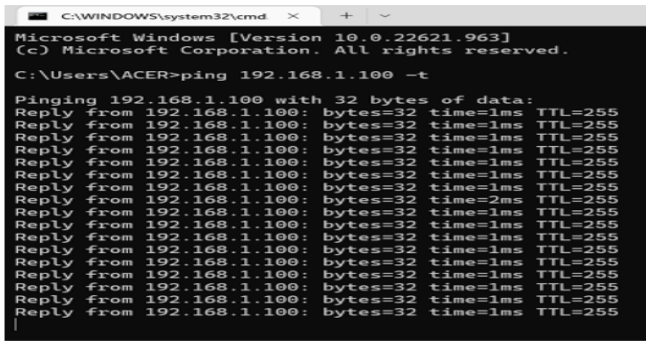
Pada desain tampilan *grafis user interface* halaman 3 dan 4 merupakan grafik untuk pembacaan temperature dan tekanan minyak transformator.

**B. Tahapan Pengujian**

Tabel 3. Pengujian Register Modbus temperature dan Pressure Transmitter

NO	MINIT KE	NAMA PENGUJIAN	NOMOR REGISTER	STATUS
1	1	Pengujian Nilai Register Temperatur	00000	Terbaca
	2		00000	Terbaca
	3		00000	Terbaca
	4		00000	Terbaca
	5		00000	Terbaca
	6		00000	Terbaca
	7		00000	Terbaca
	8		00000	Terbaca
	9		00000	Terbaca
	10		00000	Terbaca
<b>Rata rata</b>				<b>Terbaca</b>
2	1	Pengujian Nilai Register Tekanan	00001	Terbaca
	2		00001	Terbaca
	3		00001	Terbaca
	4		00001	Terbaca
	5		40001	Terbaca
	6		40001	Terbaca
	7		40001	Terbaca
	8		40001	Terbaca
	9		40001	Terbaca
	10		40001	Terbaca
<b>Rata Rata</b>				<b>Terbaca</b>

Dari tabel 3 dapat disimpulkan bahwa koneksi antara sensor, modbus konverter dan *modbus gateway* terkoneksi dengan baik dan nilai register yang ada pada modbus konverter dapat dibaca dengan baik tanpa ada kesalahan.



Gambar 15. Test Koneksi Modbus Getway Dengan Software CMD

Pada pengujian koneksi modbus getway dengan server LabVIEW atau SCADA LabView menggunakan software Command Prompt (CMD). Pengujian dilakukan dengan mengetikkan alamat ip modbus getway yang sudah disetting sebelumnya. Pada penelitian ini alamat modbus getway disetting dengan alamat 192.168.1.100, alamat ini digunakan untuk berkomunikasi dan mengirimkan data nilai register analog input modul modbus konverter dengan modbus getway dan Laptop atau PC server dan sudah terinstall software SCADA LabVIEW.

Tabel 4. Pengujian Koneksi Modbus Getway dengan Komputer

NO	NAMA PENGUJIAN	UJI KE	ALAMAT IP PENGUJIAN	STATUS
1	Koneksi Modbus Getway dengan PC	1	192.168.1.100	Terkoneksi
		2	192.168.1.100	Terkoneksi
		3	192.168.1.100	Terkoneksi
		4	192.168.1.100	Terkoneksi
		5	192.168.1.100	Terkoneksi
		6	192.168.1.100	Terkoneksi
		7	192.168.1.100	Terkoneksi
		8	192.168.1.100	Terkoneksi
		9	192.168.1.100	Terkoneksi
		10	192.168.1.100	Terkoneksi
<b>Rata Rata</b>				<b>Terkoneksi</b>

Dari tabel pengujian koneksi modbus getway dengan laptop atau PC yang sudah terinstal dengan *software* LabVIEW, maka koneksi antara keduanya dapat berjalan dengan baik tanpa ada koneksi terputus dan Laptop atau PC dapat menerima paket data dengan baik.

• Pengujian Tegangan *Power Supplay*

Pengujian *power supplay* ini berguna untuk menentukan kualitas tegangan keluaran power supplay, apakah sudah sesuai dengan yang ditentukan pada *data sheet power supply* yang dikeluarkan oleh pabrikan dan apakah sesuai dengan yang dibutuhkan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan eror dari pengukuran tegangan dengan rumus galat *error* yang dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ eror} = \frac{\text{Hasil pengukuran tegangan} - \text{nilai tegangan datasheet}}{\text{nilai tegangan datasheet}} \times 100\%$$

Tabel 5. Pengujian Tegangan Power Supplay

Pengukuran Tegangan <i>Power Supplay</i>					
NO	Pengukuran Ke	Hasil Pengukuran (X)	V-Out berdasarkan spesifikasi (Y)	Selisih  X-Y	Erro r (%)
1	1	23.98	24.00	0.02	0.08
	2	23.98	24.00	0.02	0.08
	3	23.99	24.00	0.01	0.04
	4	23.99	24.00	0.01	0.04
	5	23.98	24.00	0.02	0.08
	6	23.98	24.00	0.02	0.08
	7	23.98	24.00	0.02	0.08
	8	23.98	24.00	0.02	0.08
	9	23.98	24.00	0.02	0.08
	10	23.98	24.00	0.02	0.08
<b>Rata-rata</b>		<b>23.98</b>	<b>24.00</b>	<b>0.018</b>	<b>0.07</b>

Dari table 5 yang merupakan hasil dari pengujian *power supplay* 24 Vdc yang digunakan untuk catu daya pada sensor, modbus konverter dan *modbus getway*. Hasil pengujian menunjukkan kualitas *power supplay* yang baik dengan eror pengujian yang relatif kecil. Tegangan *power supplay* juga stabil ketika semua komponen dan sensor sudah terhubung.

• Pengujian Arus Output Temperatur Transmitter

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kerja dari *temperature transmitter* yang digunakan sebagai sensor temperature. Nilai arus output sensor digunakan sebagai nilai konstanta kalibrasi dari sensor yang kemudian dimasukan kedalam program.

Tabel 5. Pengujian Arus Output Temperatur Transmitter

Pengukuran Arus Output <i>Temperature Transmitter</i>			
NO	Pengukuran Ke	Temperatur (°C)	Pengukuran Arus Output Sensor (mA)
1	1	29.82	7.12
	2	32.67	7.70
	3	35.76	8.42
	4	41.74	9.67
	5	45.52	10.70
	6	51.96	12.07
	7	61.98	14.27
	8	70.25	16.24
	9	80.24	17.62
	10	90.21	18.15
<b>Rata-rata</b>		<b>54.015</b>	<b>12.196</b>

Dari hasil pengujian arus output pada *Temperature transmitter* atau sensor temperatur seperti pada tabel 6 disimpulkan sensor bekerja dengan baik sesuai dengan data sheet yang ada. Arus output semakin tinggi ketika sensor mendeteksi adanya panas yang semakin meningkat. Sensor memiliki batas arus output sebesar 4 – 20 mA dan kemampuan mengukur temperature dari 0 – 150 °C.

• Pengujian Arus Output Pressure Transmitter

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kerja dari *pressure transmitter* yang digunakan sebagai sensor tekanan. Nilai arus output sensor digunakan sebagai nilai konstanta kalibrasi dari sensor yang kemudian dimasukkan kedalam program. Pengujian ini menggunakan multimeter Fluke 179 yang dipasang seri dengan sensor tekanan untuk mendapatkan nilai arus yang dikeluarkan oleh sensor. Pada pengujian ini juga menggunakan *pressure gauge* merk wika sebagai acuan untuk menguji tekanan yang terbaca.

Tabel 6. Pengujian Arus Output Pressure Transmitter

Pengukuran Arus Output <i>Temperature Transmitter</i>			
NO	Pengukuran Ke	Nilai Tekanan (Bar)	Nilai Pengukuran Arus Output Sensor (mA)
1	1	0.06	4.056
	2	0.15	4.567
	3	0.35	5.867
	4	0.78	8.162
	5	0.96	9.124
	6	1.24	10.613
	7	1.57	12.373
	8	1.83	13.706
	9	2.08	15.093
	10	2.36	16.687
<b>Rata-rata</b>		<b>1.138</b>	<b>10.0248</b>

Dari pengujian arus output pada *pressure transmitter* atau sensor tekanan yang hasilnya seperti pada tabel 7 disimpulkan sensor tekanan dapat bekerja dengan baik. Nilai output arus pada sensor semakin tinggi ketika sensor mendeteksi tekanan yang lebih besar. Sensor tekanan yang digunakan memiliki batas ukur 0 – 3 Bar dan arus output sebesar 4 – 20 mA yang merupakan jenis sensor analog.

- **Pengujian Pembacaan Nilai Temperatur**  
 Pengujian pembacaan nilai temperatur sensor ini digunakan untuk menguji pembacaan nilai pada *temperature transmitter* yang ditampilkan pada SCADA LabVIEW yang kemudian hasil pembacaan nilai tersebut dibandingkan dengan alat ukur pembanding. Pengujian ini berguna untuk membandingkan nilai dan mengetahui pengaturan nilai pada SCADA LabVIEW sehingga tidak ada kesalahan. Pengujian nilai temperature yang ditampilkan pada SCADA LabVIEW dilakukan sebanyak 10 kali pengambilan sample data dengan waktu pengambilan data 10 menit. Pengujian ini menggunakan termometer merk Hioki LR5011 sebagai alat pembanding dan sebagai acuan kalibrasi sensor temperatur yang digunakan.

Dari hasil pengujian selanjutnya, dilakukan perhitungan eror dengan rumus galat eror yang dihitung dengan

$$\% \text{ error} = \frac{(\text{Pengukuran Temperatur} - \text{Termometer Pembanding})}{(\text{Termometer Pembanding})} \times 100\%$$

Tabel 7. Rata-Rata Pengujian Pembacaan Nilai Temperatur

<b>Rata-rata Pengukuran 10 kali percobaan</b>
---

Menit Ke	Tampilan SCADA (°C) (X)	Pengukuran Termometer Pembanding (°C) (Y)	Selisih  X-Y	Error (%)
1	29.37	29.4	0.03	0.11%
2	30.88	30.9	0.017	0.06%
3	31.69	31.71	0.019	0.06%
4	32.67	32.69	0.021	0.06%
5	33.36	33.38	0.023	0.07%
6	34.2	34.23	0.026	0.08%
7	34.2	34.23	0.018	0.05%
8	36.71	36.73	0.022	0.06%
9	38.31	38.33	0.016	0.04%
10	39.67	39.69	0.016	0.04%
<b>Rata-Rata Pengukuran</b>			<b>2.1%</b>	<b>0.06%</b>

Dari hasil pengukuran dan pengujian sensor temperatur yang dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dalam dalam sampel waktu beberapa menit, maka dapat disimpulkan bahwa sensor temperatur yang dipakai pada penelitian ini dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan eror yang didapat pada pengujian sensor temperatur dengan dibandingkan termometer Hioki LR 5011 rata rata 0.06 %. Dapat di simpulkan sensor temperatur yang digunakan pada penelitian ini memiliki kualitas yang baik de ngan eror pembacaan yang relative kecil.

- **Pengujian Pembacaan Nilai Tekanan**

Pengujian pembacaan nilai tekanan sensor ini digunakan untuk menguji pembacaan nilai pada *pressure transmitter* yang ditampilkan pada SCADA LabVIEW dan kemudian hasil pembacaan nilai tersebut dibandingkan dengan alat ukur pembanding. Pengujian ini berguna untuk membandingkan nilai dan juga mengetahui pengaturan nilai pada SCADA LabVIEW sehingga tidak ada kesalahan. Pengujian nilai tekanan yang ditampilkan pada SCADA LabVIEW dilakukan sebanyak 10 kali pengambilan sample data dengan waktu pengambilan data 10 menit. Pengujian ini menggunakan *pressure gauge* merk Wika sebagai alat pembanding dan sebagai acuan kalibrasi sensor temperatur yang digunakan.

Dari hasil pengujian selanjutnya, dilakukan perhitungan eror dengan rumus galat eror yang dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ error} = \frac{(\text{Pengukuran Tekanan} - \text{Alat Ukur Pembanding})}{(\text{Alat Ukur Pembanding})} \times 100\%$$

Tabel 8. Pengujian Pembacaan Nilai Tekanan

Rata-rata Pengukuran				
Menit Ke	Tampilan SCADA (°C) (X)	Pengukuran Termometer Pembanding (°C) (Y)	Selisih  X-Y	Error (%)
1	0.097	0.1	0.033	3.30%
2	0.196	0.2	0.004	1.85%



Rata-rata Pengukuran				
Menit Ke	Tampilan SCADA (°C) (X)	Pengukuran Termometer Pemandangan (°C) (Y)	Selisih  X-Y	Error (%)
3	0.395	0.4	0.005	1.33%
4	0.492	0.5	0.008	1.66%
5	0.791	0.8	0.008	1.06%
6	0.992	1	0.008	0.78%
7	1.186	1.2	0.014	1.20%
8	1.481	1.5	0.019	1.27%
9	1.979	2	0.021	1.07%
10	2.473	2.5	0.0267	1.07%
<b>Rata-rata Pengukuran</b>			<b>1.5%</b>	<b>1.46%</b>

Dari hasil pengukuran dan pengujian sensor tekanan yang dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dalam dalam sampel waktu beberapa menit, maka dapat disimpulkan bahwa sensor tekanan yang dipakai pada penelitian ini dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan eror yang didapat pada pengujian sensor tekanan dengan dibandingkan *pressure gauge* Wika rata rata 1.46%. Maka sensor tekanan yang digunakan pada penelitian ini memiliki kualitas yang baik dengan eror pembacaan yang relatif kecil.

• Pengujian Unjuk Kerja Alat

Pada pengujian ini digunakan prototype transformator yang didesain sedemikian rupa sehingga memiliki sistem kerja yang sama dengan transformator yang sebenarnya. Transformator yang digunakan untuk modeling ini merupakan trafo step down 1 phasa 220 Vac ke 24 Vac degan kapastias maksimalnya sebesar 70 Va. Transformator ditempatkan pada tabung tertutup dan direndam dengan minyak isolasi transformer dengan jenis minyak mineral yang didesain khusus sebagai isolator dan pendingin transformator. Pada tabung selubung transformator dipasang sensor temperature dan sensor tekanan untuk memonitoring minyak transformator yang ada. Prototype transformator yang digunakan seperti pada gambar sebagai berikut.



Gambar.16 Prototype Transformator Basah

Dari pengujian unjuk kerja alat, maka didapatkan data berupa pengukuran temperature dan tekanan minyak transformator dengan beban lampu sebesar 300 watt seperti pada tabel sebagai berikut..

Tabel 9. Pengujian Unjuk Kerja Alat

Pengujian Unjuk Kerja Alat dengan beban Lampu 300 Watt			
NO	Pengukuran Ke	Nilai Tekanan (Bar)	Nilai Temperatur (°C)
1	1	0.057	30.692
	2	0.057	30.725
	3	0.057	30.876
	4	0.057	30.910
	5	0.057	31.179
	6	0.057	31.313
	7	0.057	31.716
	8	0.057	31.901
	9	0.057	32.388
	10	0.058	32.824
<b>Rata-rata</b>		<b>0.057</b>	<b>31.452</b>

Dari tabel pengukuran unjuk kerja Alat 4.8 dan grafik 4.19 diatas dapat disimpulkan bahwa perancangan dan pembuatan alat monitoring minyak transformator dengan SCADA LabVIEW dapat berfungsi dan bekerja dengan baik. Pada alat ini juga dilengkapi dengan input setpoint temperatur 1 dan setpoint temperatur 2. Setpoint ini digunakan sebagai input batas dari temperatur minyak transformator dimana input 1 disetting sebesar 75°C dan input setpoint 2 disetting sebesar 85°C, input 1 digunakan sebagai warning pada tampilan grafis. Apabila pembacaan temperatur melebihi setpoint 1 maka tampilan status warning berubah menjadi warna kuning. Apabila pembacaan temperatur minyak transformator melebihi nilai setpoint 2 maka status alarm akan berubah menjadi indikator warna merah dan output relay akan menyala. Otput ini dapat digunakan sebagai sistem pengaman untuk mematikan kerja transformator melalui kontak ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Alat monitoring temperatur dan tekanan minyak di trasformator distribusi dengan SCADA LabVIEW dapat dirancang dan dibuat dengan menggabungkan beberapa komponen seperti temperature transmitter 4 – 20 mA, pressure transmitter 4 – 20 mA, modul konverter analog to modbus, modbus gateway HF2211, power supply 24 Vdc serta SCADA yang dibuat dengan *software* LabVIEW.
2. Pada perancanganya alat monitoring ini menggunakan prototype transformator yang didesain dengan cara kerja transformator distribusi yang sebenarnya sehingga pada pengujianya didapatkan data temperatur dan tekanan minyak transformator, sehingga dapat disimpulkan alat monitoring ini dapat bekerja dengan baik.
3. Dari hasil pengukuran dan analisa data yang didapatkan, sistem monitoring ini memiliki rata rata eror pada pengukuran temperature sebesar 0.06% dan eror pada pengukuran tekanan sebesar 1.46%. Pada pengujian unjuk kerja dari sistem monitoring dengan menggunakan

prototype transformator, sistem monitoring ini dapat berfungsi dan bekerja dengan baik.

#### B. Saran

1. Pada alat ini dapat ditambahkan router, sehingga alat monitoring ini dapat diakses dengan jaringan internet yang jangkauannya lebih luas.
2. Dapat ditambahkan relay output untuk mengendalikan kipas pendingin ruangan trafo apabila temperature mendeteksi tingkat panas diatas rata rata penggunaan trafo yang normal.

#### REFERENSI

- [1] M. Amir and I. A. Winarno, "ANALISIS SUSUT TEGANGAN SALURAN TRANSMISI TEGANGAN EKSTRA TINGGI 500 kV," *Sinusoida*, vol. 22, no. 2, pp. 1–9, 2020, doi: 10.37277/s.v22i2.692.
- [2] S. Darma, "Analisis Dampak Pengaruh Perubahan Lilitan Primer Transformator Distribusi 20 Kv Menjadi 18 Kv," *Fak. Tek. Elektro*, pp. 49–58, 2018.
- [3] B. Winardi, "Perbaikan jatuh tegangan dengan reposisi trafo untuk sambungan rumah pelanggan," pp. 152–157, 2017.
- [4] F. Y. Setyadi, D. Nugroho, and A. A. Nugroho, "Analisa Peramalan Beban pada Gardu Induk 150 KV Mranggen dengan Metode Regresi Linear dan Eksponensial," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 8, no. 2, pp. 419–431, 2024, doi: 10.36277/jteuniba.v8i2.278.
- [5] A. Arwiansyah, "Alat Uji Menentukan kelayakan Minyak Trafo Menggunakan Metode Fuzzy Logic," pp. 31–34.
- [6] B. Mulyanto, U. Situmeang, and M. P. Halilintar, "Analisis Kondisi Tahanan Isolasi Transformator Daya 125 Mva Menggunakan Indeks Polarisasi Tangen Delta Dan Breakdown Voltage Di Pltu Tenayan Raya 2 X 110 Mw," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 2, pp. 206–211, 2022, doi: 10.36277/jteuniba.v6i2.137.
- [7] S. Manullang, S. Anita, and U. D. Agung, "Analisis pengaruh temperatur terhadap kinerja transformator pada pltd titi kuning," 2020.
- [8] J. O. Wuwung, "Pengaruh pembebanan terhadap kenaikan suhu pada belitan transformator daya jenisterendam minyak," vol. 07, no. 52, pp. 29–39, 2018.
- [9] J. Ilham, S. Salim, P. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Gorontalo, "Studi karakteristik minyak nilam sebagai alternatif pengganti minyak transformator," vol. 1, pp. 9–17, 2019.
- [10] M. I. Hadikusuma and S. A. Salim, "Rancang Bangun Modul Praktikum Pemrograman Labview," vol. 1, no. 1, pp. 35–44, 2020.
- [11] National Instrumen, "National Instrument. (2023). What is the Modbus Protocol and How Does It Work. Ni.Com. <https://www.ni.com/en-id>," 2023.
- [12] Nurpadmi, "Studi Tentang Modbus Protokol Pada Sistem Kontrol," *Forum Teknol.*, vol. 01, no. 2, 2010.
- [13] <https://realpars.com/modbus>, "Jenis jenis Modbus," 2023.
- [14] D. Aribowo, "Remote Terminal Unit (RTU) SCADA Pada Jaringan Tegangan Menengah 30 KV," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 3, no. 2, p. 108, 2016, doi: 10.36055/setrum.v3i2.506.
- [15] A. A. Ridowi *et al.*, "PROTOTYPE KONTROL TEKANAN AIR MENGGUNAKAN SENSOR PRESSURE TRANSDUSER," vol. 05, no. 01, pp. 1–9, 2023.