

**PENERAPAN OPERASI SISTEM TELEMETERING
SECARA *REAL TIME* DATA BESARAN LISTRIK PADA
OVERHEAD LINE MODEL PERCOBAAN TANPA BEBAN
DAN BERBEBAN MENGGUNAKAN *TRAINER POWER SYSTEM SIMULATION***

Oleh: Djodi Antono

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Sudarto Tembalang Semarang 50275

Abstrak

Tidak adanya pemanfaatan alat praktikum mengenai simulasi kerja saluran transmisi sebagai salah satu media pembelajaran secara praktik dari bahan teori mata kuliah sistem saluran transmisi menyebabkan mahasiswa kurang memahami kondisi nyata sistem saluran transmisi itu sendiri. Maka, berangkat dari hal tersebut penulis membuat penerapan dalam Sistem Telemetering secara *Real Time* Data Besaran Listrik pada *Power System Simulation* (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model* Percobaan Tanpa Beban dan Berbeban menggunakan PLC. Data besaran listrik yang diukur adalah tegangan dan arus. Besaran listrik yang lain seperti daya aktif dan daya reaktif dihitung menggunakan aritmatika pada program PLC. Data besaran listrik dari alat praktikum PSS DL GTU102.2 *Overhead Line Model* diukur oleh PLC dengan bantuan CT dan PT untuk mengkonversikan tegangan dan arus agar tidak melebihi nilai maksimum input PLC.

Kemudian nilai yang diterima PLC akan ditransfer ke computer dan dimonitoring oleh SCADA yang digunakan sebagai pembaca pengungkuran besaran listrik dari PLC dan sekaligus alat pemantau kerja sistem alat praktikum itu sendiri..

Kata kunci : Telemetering PSS *Overhead Line Model*, PLC , SCADA.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Power System Simulation (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model* merupakan sebuah alat simulasi transmisi tegangan tinggi. Pada modul ini kita dapat mensimulasi besaran listrik yang terdapat pada transmisi tegangan tinggi untuk pembelajaran. Penggunaan modul ini menggunakan sistem *scaling* yaitu dengan cara menskala variable *real* pada transmisi dengan skala tertentu. Hasil pembacaan besaran listrik yang terukur pada modul simulasi ini akan ditampilkan pada alat ukur. Seiring dengan kemajuan teknologi pada saat ini, banyak alat-alat pengukuran listrik yang sudah dapat dikembangkan operasionalnya secara otomatis sama halnya dengan alat ukur yang akan kami kembangkan pada alat simulasi transmisi tegangan tinggi yakni dari alat ukur

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

analog dikembangkan menjadi alat ukur digital sehingga lebih mudah dalam pembacaan dan penggunaannya. Pada *Power System Simulation* (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model* alat ukur yang digunakan hanya berupa alat ukur analog dan digital yang tidak dapat dipantau dari jauh. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dibuatlah penerapan telemetering besaran listrik yang ditampilkan pada *PowerSystem Simulation* (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model* berbasis PLC dan SCADA.

Telemetring sendiri merupakan proses pengambilan besaran listrik yang terukur dari percobaan tanpa beban dan berbeban pada *Power System Simulation* (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model* untuk dapat dimonitor data pengukuran dan kerja alatnya melalui komputer secara *real time*. Dengan menggunakan teknologi *real time* ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu dapat menampilkan data besaran listrik yang bersifat *real time*, mengolah data besaran listrik tersebut untuk mendapatkan data yang akurat berkaitan dengan kualitas dan kuantitas besaran listrik tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dibuat suatu alat dengan judul “Rancang Bangun Trainer Sistem Telemetering secara *Real Time* Data Besaran Listrik pada *Power System Simulation* (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model* Percobaan Tanpa Beban dan Berbeban Berbasis PLC & SCADA.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan *Power System Simulation* (PSS) DL GTU 102.2 *Overhead Line Model* agar hasil besaran listrik yang diukur dapat diolah oleh PLC dan diamati melalui komputer berbasis SCADA.
2. Mengaplikasikan *Power System Simulation* (PSS) DL GTU 102.2 *Overhead Line Model* sebagai modul pembelajaran jaringan transmisi.
3. Mengamati hasil pengukuran *Power System Simulation* (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha.

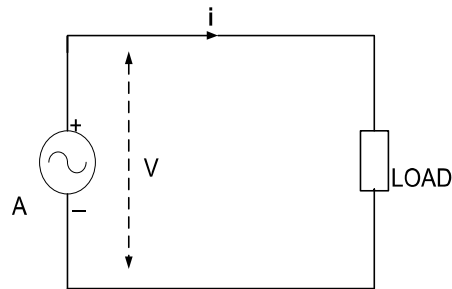
**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari tegangan dan arus. Daya dinyatakan dalam P, tegangan dinyatakan dalam V dan arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \cos\phi$$

Untuk P = Watt



Gambar 2.1 Aliran arus listrik

a. Daya Aktif

Daya ini sebenarnya adalah daya yang dipakai oleh komponen pasif resistor yang merupakan daya yang terpakai atau terserap. Kalau kita perhatikan supply dari PLN kerumah-rumah maka daya yang tercatat pada alat kWh meter adalah daya aktif yang akan dibayarkan oleh pelanggan.

Simbol : P

Satuan : Watt

Secara matematis daya rata-rata atau daya nyata merupakan perkalian antara tegangan efektif, arus efektif, dan koefisien faktor dayanya. Adapun persamaan dalam daya aktif sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \text{ (untuk satu fasa)}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \text{ (untuk tiga fasa)}$$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

b. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang muncul diakibatkan oleh komponen pasif diluar resistor yang merupakan daya rugi-rugi atau daya yang tidak diinginkan. Daya ini seminimal mungkin dihindari walaupun bisa diperkecil, walaupun tidak akan hilang sama sekali dengan cara memperkecil faktor dayanya.

Simbol : Q

Satuan : Volt Ampere Reaktif (VAR)

Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah *transformator*, motor dan lain-lain. Daya reaktif disebut juga daya *imaginer*, vektor untuk daya reaktif bisa bernilai positif atau negatif bergantung dari reaktansi X (induktor atau kapasitor). Satuan daya reaktif adalah VAR. Adapun persamaan dalam daya reaktif adalah sebagai berikut :

$$Q = V.I. \sin \varphi \text{ (untuk tiga fasa)}$$

$$Q = \sqrt{3}.V.I. \sin \varphi \text{ (untuk tiga fasa)}$$

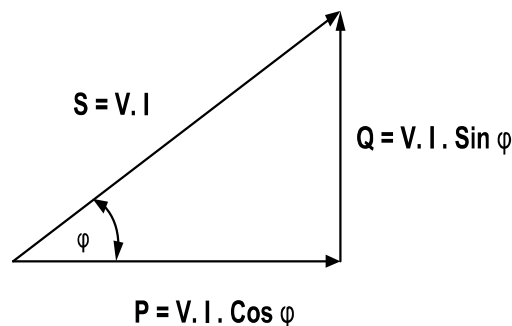
c. Daya Semu

Daya semu adalah daya yang sebenarnya disupply oleh PLN, merupakan resultan daya antara daya aktif dan daya reaktif.

Simbol: S

Satuan: Volt Ampere (VA)

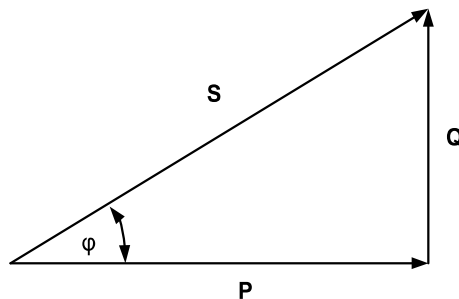
Dimana $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$



Gambar 2.2 Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif dan semu

d. Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe-tipe daya yang berbeda antar daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri.



Gambar 2.3 Segitiga Daya

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

Dimana berlaku hubungan :

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$S = V \cdot I \text{ (VA)}$$

$$P = S \cdot \cos \varphi \text{ (Watt)}$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi \text{ (VAR)}$$

2.1.1 Faktor Daya

Faktor daya dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif dan daya semu yang digunakan dalam listrik arus bolak balik atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \varphi$.

$$\text{Faktordaya} = \frac{\text{Daya aktif (P)}}{\text{Daya semu (S)}}$$

$$\text{Faktor daya} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}}$$

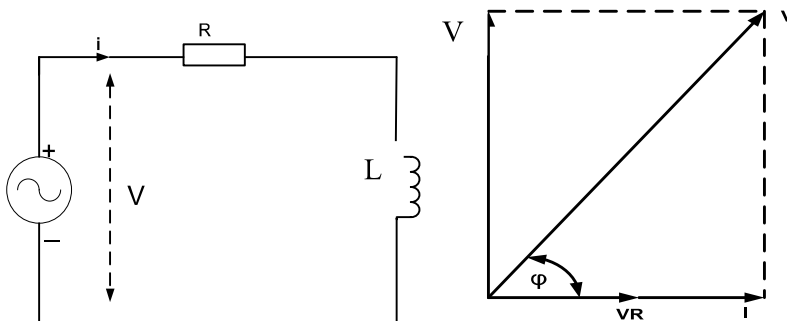
$$\text{Faktor daya} = \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{V \cdot I} = \cos \varphi$$

$\cos \varphi$ dalam persamaan daya aktif adalah faktor daya. Dalam industri biasanya diinginkan agar daya semu sekecil mungkin, konsisten dengan daya aktif berguna. Untuk tujuan ini dibuat daya semu sama dengan daya aktif atau dengan kata lain besarnya faktor daya adalah = 1. Faktor daya mempunyai nilai *range* antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen.

2.1.2 Faktor daya tertinggal (*Lagging*)

Faktor daya tertinggal adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut :

1. Beban / peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif, seperti motor induksi, AC dan *transformator*.
2. Arus tertinggal dari tegangan



**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

Gambar 2.4 Rangkaian dan diagram fasor faktor daya *lagging*

Sesuai dengan hukum Kirchoff II , maka :

$$\begin{aligned} V &= V_R + V_L \\ &= I (R + j X_L) \\ &= I (R + j \omega L) \end{aligned}$$

Jadi besarnya impedansi dalam gambar rangkaian 2.7 diatas adalah :

$$Z = R + j \omega L$$

Atau :

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

Dari gambar 2.7 diatas tampak bahwa arus I tertinggal dari tegangan V sebesar θ^0 .

Sehingga :

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &= \frac{V_L}{V_R} \\ &= \frac{\omega L}{R} \\ &= \frac{\text{reaktansi}}{\text{resistansi}} \\ \theta &= \operatorname{arctg} \left(\frac{\omega L}{R} \right) \end{aligned}$$

Dari persamaan $V = V_R + V_L$, dikalikan dengan arus yang melewati rangkaian tersebut merupakan persamaan daya dalam rangkaian ini. Jadi :

$$.V = I . V_R + I . V_L$$

Daya sesaat yang ada dalam rangkaian AC :

$$\begin{aligned} P &= v . i \\ &= V_m \sin \omega t . I_m \sin (\omega t - \theta) \end{aligned}$$

θ = sudut fase antara tegangan dan arus

$P = \frac{V_m \cdot I_m}{2} [\cos \theta - \cos (2\omega t - \theta)]$ Daya rata-rata yang diambil dari satu perioda penuh, antara $t_1 = 0$ dan $t_2 = 2\pi/\omega$ adalah :

$$\begin{aligned} P &= \frac{V_m \cdot I_m}{2} \cdot \frac{\omega}{2\pi} \int_{t_1}^{t_2} [\cos \theta - \cos (2\omega t - \theta)] \delta t \\ &= \frac{V_m \cdot I_m}{2} \cos \theta \end{aligned}$$

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cdot \cos \theta$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \theta \text{ [Watt]}$$

Jadi daya rata-rata dalam rangkaian AC adalah perkalian antara tegangan efektif, arus efektif dan faktor daya (cosinus dari sudut fasanya). Bila rangkaian bersifat resistif ($\theta = 0$ dan $\cos \theta = 1$), maka:

$$P = V \cdot I \text{ [Watt]}$$

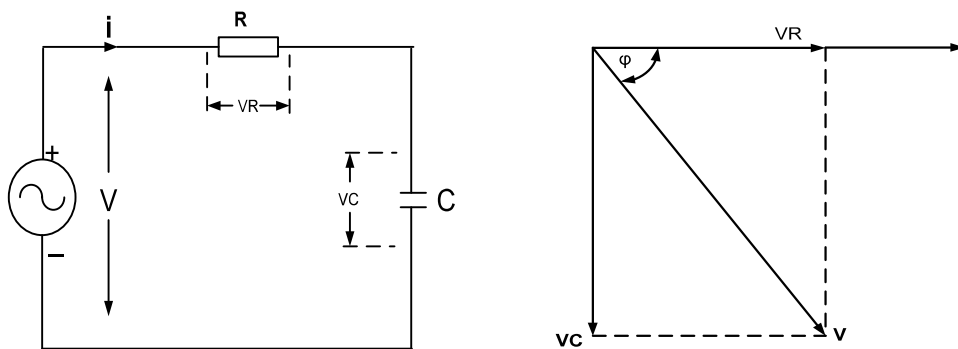
Bila rangkaian bersifat induktif atau kapasitif yaitu bila $\theta = \pm 90$ dan $\cos \theta = 0$, maka :

$$P = 0 \text{ [Watt]}$$

2.1.3 Faktor daya mendahului (*Leading*)

Faktor daya mendahului (*leading*) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut :

1. Beban / peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif, seperti kapasitor, generator sinkron, motor sinkron.
2. Arus (I) mendahului dari tegangan (V)



Gambar 2.5 Rangkaian dan diagram fasor faktor daya *leading*

Jadi :

$$\begin{aligned} V &= V_R + V_C \\ &= I (R - jX_C) \\ &= I (R - j \frac{1}{\omega C}) \end{aligned}$$

Besarnya impedansi pada rangkaian diatas adalah :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{V}{I} \\ &= R - j \frac{1}{\omega C} = R - jX_C \text{ [Ohm]} \end{aligned}$$

2.2 PSS Overhead line Model GTU102.2

PSS Overhead Line Model GTU102.2 merupakan modul untuk mensimulasikan jaringan transmisi tegangan tinggi dengan system tegangan AC 3 fasa. Modul simulasi

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

ini menggunakan system perbandingan besaran listrik asli di lapangan dengan besaran listrik yang digunakan pada modul.

Perbandingan model yang digunakan bisa 1:1.000 untuk tegangan dan arus untuk perbandingan daya nyata dan daya semu menggunakan perbandingan 1 : 1.000.000. Berikut ini adalah penggunaan perbandingannya :

Tabel 2.1 *Data Sheet Model Scale De Lorenzo PSS Overhead Line DL GTU 102.2*

<i>Real Network</i>	<i>Line Model</i>
1 KV	1 V
1 KA	1 A
1 MW	1 W
1 MVA	1 VA

Model simulasi PSS *Overhead Line Model* GTU102.2 hanya disarankan untuk menggunakan *moving iron* ammeters dan voltmeter.

PSS *Overhead Line Model* GTU102.2 memiliki beberapa kegunaan, antara lain :

1. Pengukuran tegangan pada operasi tanpa beban.
2. Konsep operasi kapasitansi.
3. Model sejalan dengan peningkatan operasi kapasitansi.
4. Pengukuran hubungan arus dan tegangan dari sebuah transmisi pada operasi sesuai operasi berbeban ; interpretasi persyaratan karakteristik impedansi gelombang, operasi yang tertinggal dan mendahului, efisiensi dan kerugian transmisi.
5. Pengukuran dan interpretasi dari rasio arus dan tegangan pada saluran transmisi ketika hubung singkat tiga fasa.
6. Pengukuran dan interpretasi dari rasio arus dan tegangan pada saluran transmisi dengan campuran ohmic-induktif dan beban induktif murni.
7. Pengukuran dan interpretasi dari rasio arus dan tegangan dari saluran transmisi dengan campuran ohmic-kapasitif dan beban kapasitif murni.
8. Investigasi terhadap kinerja saluran transmisi dengan terisolasi koneksi titik netral dalam kasus kesalahan untuk pentanahan.
9. Pengukuran arus gangguan pentanahan dan munculnya tegangan karena kesalahan fasa.
10. Penentuan induktansi dari gangguan pentanahan untuk menetralkan model saluran transmisi.

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

11. Investigasi terhadap kinerja saluran transmisi dengan gangguan dan perbandingan dari nilai arus dengan itu yang ditentukan selama gangguan pentanahan dengan terisolasi sistem titik netral.
12. Pengukuran arus kesalahan asimetris hubung singkat dan perbandingan hasil dengan itu untuk gangguan tiga fase.
13. Investigasi tentang pengaruh kompensasi paralel pada stabilitas tegangan pada beban dan kerugian jaringan transmisi.
14. Investigasi tentang pengaruh kompensasi seristabilitas tegangan pada beban.
15. Penggunaan teknik pengukuran untuk menentukan *zero-fase* urutan impedansi dari model saluran udaradan perbandingan nilai ini dengan teori.

2.2 SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*)

Sistem SCADA adalah suatu metode dalam sistem kontrol, dimana operator dapat melakukan fungsi kontrol (*controlling*), pengawasan (*monitoring*) dan pengambilan serta perekaman data (*data acquisition*) dari sebuah sistem yang sedang bekerja. SCADA dapat difungsikan sebagai sistem yang dapat mengumpulkan informasi atau data-data dari lapangan dan kemudian mengirimkannya ke sebuah komputer sentral yang akan mengatur dan mengontrol data-data tersebut. Sistem SCADA tidak hanya digunakan dalam proses-proses industri, misalnya, pabrik baja, pembangkit, dan pendistribusian tenaga listrik (konvensional maupun nuklir), pabrik kimia, tetapi juga pada beberapa fasilitas eksperimen seperti fusi nuklir. (Baily, D., Wright, E. 2003. *Practical SCADA for Industry*).

2.2.1 Fungsi SCADA

Secara umum fungsi SCADA adalah akuisisi data, konversi data, pemrosesan data, *supervisory control*, *tagging*, pemrosesan *alarm* dan *event*.

1. Akuisi data
Merupakan proses penerimaan data dari peralatan di lapangan.
2. Konversi data
Merupakan proses konversi data-data dari lapangan ke dalam format standart.
3. Pemrosesan data
Penganalisisan data yang diterima untuk dilaporkan kepada operator.
4. *Supervisory Control*
Pengendalian dan pemantauan peralatan-peralatan yang ada di lapangan.
5. *Tagging*

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

Penambahan informasi pada peralatan tertentu.

6. Pemrosesan *alarm* dan *event*

Penginformasian kepada operator apabila ada perubahan di dalam sistem.

Fungsi khusus dari sistem SCADA diantaranya yaitu *telecontrol*, *telesignaling*, *telemetry*.

1. *Telecontrol*

Berfungsi melakukan perintah *Remote Control (open/close)* terhadap peralatan yang ada di lapangan.

2. *Telesignaling*

Berfungsi mengumpulkan data status dan *alarm (open, close, power supply fault, indikasi relay* atau parameter lainnya) yang dianggap perlu, yang dapat membantu operator dalam memonitor peralatan yang berada di lapangan. Dengan ini diharapkan gangguan pada bagian tertentu dapat dideteksi lebih cepat, karena pemantauan dari pusat kontrol dan diketahui dalam waktu yang *Real Time*.

3. *Telemetry*

Berfungsi mengukur beban yang terpasang pada alat ukur tenaga listrik (arus, tegangan, daya aktif, frekuensi dll) dan semua peralatan yang ada di lapangan. Hasil pemantauan ini selain digunakan sebagai pencatat data pengoperasian alat juga dapat digunakan dalam kaitannya untuk melakukan *remote control*.

2.3 PLC (*Programmable Logic Controller*)

PLC didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti: logika, sekuen, *timing*, *counting*, dan aritmatika untuk mengontrol suatu mesin industri atau proses industri sesuai dengan yang diinginkan. PLC mampu mengerjakan suatu proses terus menerus sesuai variabel masukan dan memberikan keputusan sesuai keinginan pemrograman sehingga nilai keluaran tetap terkontrol serta mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, waktu, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital

Keunggulan PLC dibanding sistem konvensional antara lain:

1. Relatif mudah untuk melakukan perubahan pada strategi kontrol yang akan diterapkan, karena logika kontrol yang digunakan diwujudkan dalam bentuk perangkat lunak.

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

2. Jumlah relai yang diperlukan sangat dikurangi.
3. Lebih mudah untuk menginstalasinya karena pengkabelannya sederhana.
4. Lebih mudah untuk menemukan kesalahan dan kerusakan karena PLC memiliki fasilitas self-diagnosis.
5. Secara umum biaya yang diperlukan lebih kecil, baik dari segi biaya pengadaan maupun pemeliharaan.

Tahan bekerja terus menerus dalam lingkungan kerja yang umum dijumpai di pabrik pabrik, misalnya temperatur tinggi, tekanan tinggi, kelembaban tinggi, atau beracun. Ukuran PLC biasanya dinyatakan dengan jumlah input dan output yang dapat ditangani serta kapasitas memori programnya. PLC mikro biasanya hanya memiliki beberapa I/O saja, sementara tipe mini memiliki puluhan I/O. PLC tipe *rack* memiliki jumlah I/O ratusan atau bahkan ribuan.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Batasan Masalah

3.1. Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan mencari cara yang tepat dan efisien dalam mempraktekkan simulasi jaringan overheadline tegangan tinggi yang dikendalikan oleh PLC dan SCADA melalui laptop, kemudian membuat suatu pedoman / petunjuk yang tepat untuk melaksanakannya.

3.2. Studi literatur melalui buku-buku dan jurnal

Studi literature ini dilakukan guna meningkatkan wawasan dan pengetahuan peneliti sehingga penerapan ilmu dan teori dapat dilaksanakan dengan *update* teknologi dan penelitian terkini terkait meliputi teknologi *yang diteliti*. Yaitu melalui studi kepustakaan terhadap buku-buku yang relevan dan melalui browsing di internet tentang informasi informasi yang mendukung terlaksananya penelitian ini.

3.3. Observasi Penelitian di Laboratorium Elektro Polines

Pengembangan penelitian berbasis dengan sumber daya Laboratorium Mesin-mesin Listrik dan Laboratorium Kendali JTE Politeknik Negeri Semarang. Sumber daya yang dimiliki institusi yang berupa peralatan dan data akan dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk mendukung penelitian ini.

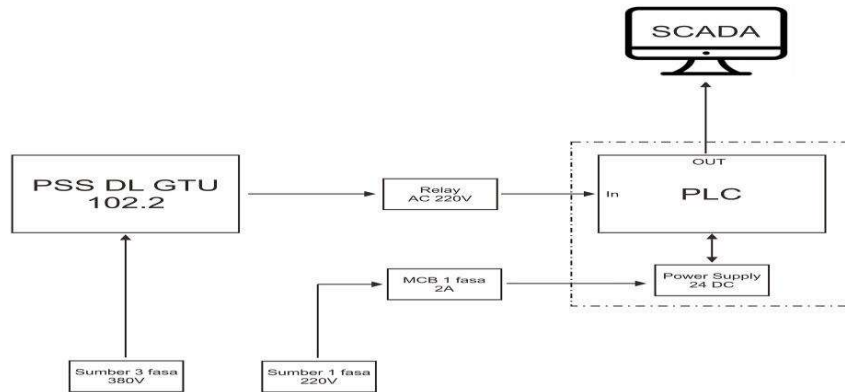
**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

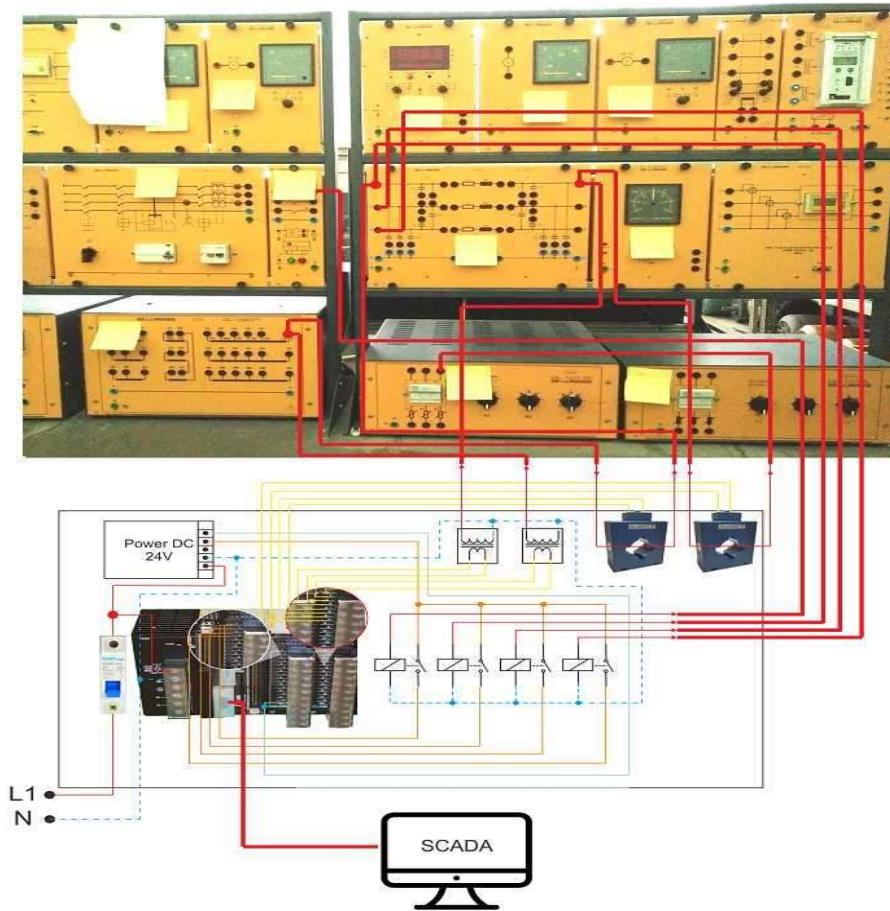
3.4 Peralatan yang dipergunakan

Tabel 3.1 Peralatan yang dipakai

1. Simulasi Jaringan over head line PSS DL GTU 102.2	1 buah
2. Voltmeter	1 buah
3. Ampere meter	1 buah
4. Laptop dengan SCADA	1 buah
5. PLC	1 buah
6. Sumber tegangan 3 fasa dari PLN	1 buah
7 Kabel penghubung secukupnya	1 Unit
8. Trafo CT	1 Unit
9. Beban resistf, induktif dan kapasitif	1 unit

3.5. Rangkaian Percobaan





Gambar 4 Rangkaian Percobaan

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil percobaan tanpa beban tegangan PLN

Tabel Percobaan Tanpa Beban

U_1	U_2	I_1	I_2	P	Q
348 V	375 V	0,25 A	0,00 A	0 W	53 VAR

17/11/2019 11:23:10 AM
 IP = 192.168.1.101
 DT = 16/11/2019
 Nama : **Agung Nugroho** - **1902010101010101** - **1902010101010101**
 No Ref : **1902010101010101** - **1902010101010101**
 No Ref : **1902010101010101**
 No Ref : **1902010101010101**

Gambar 4.5 Tabel pengukuran Tanpa Beban

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(VAR)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$
R_1	369	0.31	48	82	365	0.29
R_2	364	0.40	86	67	377	0.35
R_3	360	0.54	106	41	357	0.52
R_4	355	0.75	149	22	335	0.82
R_5	353	0.87	181	0	308	0.93

Gambar 4.13 Tabel Pengukuran Berbeban

4.2 Hasil percobaan perubahan tegangan sumber

Tegangan Supply	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$	$P_2(W)$	$\Delta P(W)$	(%)
Supply	368	0.33	226	348	0.99	206	18	91
$U_N - 5\%$	375	0.85	184	327	0.87	175	21	89
$U_N - 10\%$	353	0.84	180	308	0.83	155	25	88
$U_N - 15\%$	328	0.82	163	285	0.77	133	30	81

Gambar 4.18 Tabel percobaan berbeban perubahan tegangan sumber

4.3 Hasil Percobaan Praktikum

Tabel 4.3. Hasil Percobaan Praktikum Berbeban

R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(VAR)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$
R_1	370	0,35	55	71 (Q_C)	387	0,3
R_2	365	0,43	74	65 (Q_C)	380	0,4
R_3	363	0,55	115	48 (Q_C)	360	0,5
R_4	360	0,65	150	24 (Q_C)	340	0,8
R_5	352	0,87	186	0 (Q_L)	320	0,9

Tabel 4.4. Hasil Percobaan Praktikum Perubahan Tegangan Sumber

Tegangan Supply	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$
U_N	395	0,9	350	0,98
$U_N - 5\%$	370	0,88	340	0,9
$U_N - 10\%$	350	0,85	330	0,85
$U_N - 15\%$	330	0,8	300	0,8

4.4 Analisis Data yang Diambil

4.4 Analisis Data yang Diambil

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

Pada sub bab ini berisi analisa data dari percobaan berbeban dan percobaan tanpa beban yang diambil dari alat ukur PSS DL GTU 102.2. Analisa data membandingkan hasil pengukuran dan teori serta menganalisis jika terjadi perbedaan.

4.4.1 Percobaan Tanpa Beban

Pada percobaan tanpa beban arus dan daya reaktif bernilai 0 A dan 0 Watt, karena pada saluran transmisi arus dan daya muncul akibat adanya beban. Bandingkan hasil pengukuran power faktor dengan hasil perhitungan pada data dibawah ini :

$$Q_c = \omega C_B \cdot U_N^2 = 2\pi \cdot 50 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 350^2 = 192.325 \text{ VAR}$$

Pastikan hasil pengukurannya adalah 1 phasa lalu dikalikan dengan faktor 3. Pada operasi tanpa beban , saluran transmisi memerlukan daya aktif yang kecil karena arus yang mengalir kecil dari awal hingga akhir saluran transmisi dan melewati setengah dari kerja kapasitor. Pada percobaan tanpa beban daya reaktif bernilai tidak sama dengan nol karena kapasitansi alami transmisi.

$$Q_c = 64 \times 3 = 192 \text{ VAR (Real)}$$

:

4.4.2 Percobaan Berbeban

Pada percobaan berbeban menggunakan tegangan $U_N - 10\%$, berikut adalah data yang diambil dari hasil praktikum

R	U_1 (V)	I_1 (A)	P_1 (W)	Q_1 (VAR)	U_2 (V)	I_2 (A)
R ₁	370	0,35	55	71 (Q_c)	387	0,3
R ₂	365	0,43	74	65 (Q_c)	380	0,4
R ₃	363	0,55	115	48 (Q_c)	360	0,5
R ₄	360	0,65	150	24 (Q_c)	340	0,8
R ₅	352	0,87	186	0 (Q_L)	320	0,9

Tabel 4.5. Hasil Percobaan Praktikum Berbeban

Setelah mengetahui nilai P_1 (W) , P_2 (W) , ΔP (W) dan η (%) dengan menggunakan rumus diatas maka dapat ditulis dengan tabel sebagai berikut.

Tegangan Supply	U_1 (V)	I_1 (A)	U_2 (V)	I_2 (A)	P_1 (W)	P_2 (W)	ΔP (W)	η (%)
U_N	395	0,9	350	0,98	205	198	7	96
$U_N - 5\%$	370	0,88	340	0,9	187	177	10	95
$U_N - 10\%$	350	0,85	330	0,85	172	162	10	94
$U_N - 15\%$	330	0,8	300	0,8	152	139	13	91

Tabel 4.7 Hasil Percobaan Lengkap Praktikum Berbeban

Pada percobaan berbeban semakin besar nilai resistansi maka efisiensi transmisi semakin kecil dan begitu pula sebaliknya. Daya yang dihasilkan berupa daya aktif karena pada beban hanya mengandung beban resistif. Pada R1, R2 , R3 dan R4 daya reaktif

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

bersifat kapasitif. Pada R5 tidak mempunyai daya reaktif bersifat induktif. Karena tidak memiliki sifat induktif, maka daya reaktif sama dengan nol.

Pada percobaan perubahan tegangan sumber efisiensi transmisi nilainya sama karena beban yang digunakan sama yaitu R5 sedangkan nilai daya reaktif bernilai 0 karena cos phi dianggap 1 (beban resistif).

Pada percobaan tegangan sumber UN arus yang ada pada sisi output nilainya besar sehingga menyebabkan beban R panas jika diberi tegangan terlalu lama. Daya yang besar berbanding lurus dengan R yang kecil sehingga arusnya adalah kuadrat dari daya dibagi beban. Sesuai dengan rumus :

$$P = V.I . \text{Cos } \phi$$

$$P = I^2 . R \text{ Cos } \phi$$

Qc	Pengukuran Daya Reaktif Dengan Alat Ukur PSS DL GTU 102.2	Perhitungan Daya Reaktif	Pengukuran Daya Reaktif Pada Trainer
		171 W	192 VAR

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Daya Reaktif Percobaan Tanpa Beban

Nilai Daya Reaktif menggunakan Alat Ukur PSS DL GTU 102.2, Perhitungan Daya Reaktif dan Pengukuran Daya Reaktif Pada Trainer bernilai hampir sama. Terdapat perbedaan antara nilai perhitungan dan teori ini dikarenakan :

1. Pada saat pengukuran tegangan input nilainya tidak sama meskipun sudah menggunakan perubahan tegangan sumber yang sama (UN – 15%) nilai tegangan berkisar antara 350 V – 370 V sehingga menyebabkan daya berbeda.
2. Karena tegangan 3 fasa nilainya berubah maka Tegangan tiap fasa nilainya berbeda.
3. Frekuensi yang diterima bernilai 49 Hz atau 50 Hz.
4. Alat ukur yang digunakan masih berupa alat ukur analog yang pasti mempunyai kelas toleransi dan pembacaan yang dilakukan menggunakan perkiraan.

4.5.2 Percobaan Berbeban

Pada percobaan berbeban daya yang dihasilkan pada pengukuran dan perhitungan nilainya berbeda ini dikarenakan pembacaan pada alat ukur analog kurang presisi. Semakin rendah nilai beban maka semakin tinggi daya yang dihasilkan.

R	Pengukuran Daya Aktif (W) Dengan Alat Ukur PSS DL GTU 102.2	Perhitungan Daya Aktif (W)	Pengukuran Daya Aktif (W) Pada Trainer
R1	55	52	50
R2	74	57	68
R3	115	86	108
R4	150	122	146
R5	186	172	181

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai Daya Aktif Percobaan Berbeban

R	Pengukuran Daya Reaktif (VAR) Dengan Alat Ukur PSS DL GTU 102.2	Perhitungan Daya Reaktif (VAR)	Pengukuran Daya Reaktif (VAR) Pada Trainer
R1	71 (Q _c)	67 W	64 (Q _c)
R2	65 (Q _c)	59 W	59 (Q _c)
R3	48 (Q _c)	36 W	42 (Q _c)
R4	24(Q _c)	19 W	22 (Q _c)
R5	0 (Q _L)	0 W	0 (Q _L)

Tabel 4.10 Perbandingan Nilai Daya Reaktif Percobaan Berbeban

Nilai Daya Reaktif dan Daya Aktif menggunakan Alat Ukur PSS DL GTU 102.2, Perhitungan Daya Reaktif dan Daya Aktif Pengukuran Daya Reaktif Pada Trainer bernilai hampir sama. Terdapat perbedaan antara nilai perhitungan dan teori ini dikarenakan :

1. Pada saat pengukuran tegangan input nilainya tidak sama meskipun sudah menggunakan perubahan tegangan sumber yang sama ($U_N - 15\%$) nilai tegangan berkisar antara 350 V – 370 V sehingga menyebabkan daya berbeda.
2. Karena tegangan 3 fasa nilainya berubah maka Tegangan tiap fasa nilainya berbeda.
3. Frekuensi yang diterima bernilai 49 Hz atau 50 Hz.
4. Alat ukur yang digunakan masih berupa alat ukur analog yang pasti mempunyai kelas toleransi dan pembacaan yang dilakukan menggunakan perkiraan.

Tegangan Suplay	Perhitungan Daya Aktif		Pengukuran Daya Aktif Pada Trainer	
	P1 (W)	P2 (W)	P1 (W)	P2 (W)
U_N	205	198	220	201
$U_N - 5\%$	187	177	191	168
$U_N - 10\%$	172	162	179	151
$U_N - 15\%$	152	139	164	133

Tabel 4.11 Perbandingan Nilai Daya Aktif Percobaan Perubahan Tegangan Sumber

Pada percobaan perubahan tegangan sumber dapat dilihat perbandingan nilai pengukuran dan perhitungan. Semakin rendah tegangan supplay maka nilai pengukuran dan perhitungan pada daya juga semakin rendah.

5. Kesimpulan

Dari keseluruhan proses pembuatan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Trainer Sistem Telemetering Secara *Real Time* Data Besaran Listrik Pada *Power System Simulation* (PSS) DL GTU102.2 *Overhead Line Model* Percobaan Tanpa Beban Dan Berbeban Berbasis PLC & SCADA” maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

1. Dengan penggunaan PLC dan Analog Input PLC dapat mengukur besaran listrik seperti tegangan dan arus yang ada pada *Power System Simulation (PSS) DL GTU102.2 Overhead Line Model* Percobaan Tanpa Beban dan Berbeban dan dimonitoring secara *Real Time* melalui komputer berbasis SCADA.
2. Penggunaan CT (*Current Transformer*) yaitu untuk menurunkan arus dari pengukuran pada *Power System Simulation (PSS) DL GTU 102.2*, sehingga arus yang dibaca pada analog input PLC merupakan arus konversi dari perbandingan CT yang digunakan dengan perbandingan 250/5 A.
3. Penggunaan PT (*Potential Transformers*) *step down* yaitu untuk menurunkan tegangan dari pengukuran pada *Power System Simulation (PSS) DL GTU 102.2*, sehingga tegangan yang dibaca input analog PLC merupakan tegangan konversi PT (*Potential Transformers*) *step down* dengan sisi *primer* 220 V dan sisi *sekunder* 6 V.
4. Pada percobaan tanpa beban dapat disimpulkan sebagai berikut :
 - a. Pada percobaan tanpa beban terjadi kenaikan pada tegangan output di ujung saluran karena adanya kapasitansi di saluran yaitu dari 350 V menjadi 375 V.
 - b. Karena tidak ada beban maka tidak ada arus yang mengalir sehingga daya output 0 Watt.
 - c. Pada percobaan tanpa beban daya reaktif bernilai tidak sama dengan nol karena kapasitansi alami transmisi.
5. Pada percobaan berbeban dapat disimpulkan sebagai berikut :
 - a. Daya yang dihasilkan berupa daya aktif karena pada beban hanya mengandung beban resistif. Pada R1, R2 , R3 dan R4 daya reaktif bersifat kapasitif. Pada R5 tidak mempunyai daya reaktif bersifat kapasitif.
 - b. Semakin besar tegangan input yang disalurkan di saluran transmisi maka rugi-rugi tegangan menjadi semakin berkurang atau kecil.
 - c. Pada percobaan perubahan tegangan sumber, efisiensi terbesar dengan tegangan sumber terbesar (U_N) sedangkan efisiensi terkecil pada tegangan sumber terkecil (U_N -15%).

Daftar Pustaka

- [1] Alfian, Hikmah. 2017. *Konsep Segitiga Daya*. Diambil dari :
- [2] <http://www.alfianelectro.com/konsep-segitiga-daya/> (9 Juli 2017)
- [3] Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2011. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*. Jakarta : Yayasan PUIL

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

- [4] DR. A. Arismunandar. 1979. *Teknik Tenaga Listrik Jilid 2*. Jakarta : PT Pradnya Paramita
- [5] Hutaeruk. T.S, Ir. 1985. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga
- [6] Irnien. 2016. *Pengukuran dan Kesalahan*. Diambil dari :
- [7] <http://irnie.files.wordpress.com/2016/09/pengukuran-dan-kesalahan> (22Juli 2017)
- [8] Lorenzo, De.2017. *Overhead Line Model DL GTU102*. Italy: Rozzano
- [9] Sofian Yahya. 2015. *Rancang Bangun Protipe Perangkat Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik Menggunakan PLC Berbasis LabVIEW*.