

# POWER METER PADA TELEMETERING SCADA DI GARDU INDUK 150 KV UNTUK MENINGKATKAN AKURASI DATA

Anshory Ramadhan<sup>1</sup>, Bekti Yulianti, ST. MT<sup>2</sup>,  
<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

## Abstrak

*Kecepatan dan keakuratan data SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) sangatlah dibutuhkan pada pengaturan sistem tenaga listrik. Operasi sistem tenaga listrik untuk area tertentu dikendalikan oleh Area Control Center (ACC). ACC bertanggung jawab terhadap kehandalan pasokan tenaga listrik yang menjadi daerah pengendaliannya, mengatur Subsistem 150 kV dan 70 kV. Data Telemetering Gardu Induk Mitsui 150 kV masih menggunakan Transducer yang masih berupa data analog (mili Ampere) yang dikirim ke RTU (Remote Terminal Unit) dan kelengkapan data metering yang dikirim ke Control Center hanya MW dan Mvar sehingga Dispathcer harus menghitung manual untuk mengetahui nilai Ampere. Serta data telemetering dari Transducer tidak akurat jika dibandingkan dengan data kWh Meter sebagai acuan. Berdasarkan analisis peralatan Transducer maka dilakukan penggantian Transducer ke Power Meter untuk mengakomodir akurasi dan kelengkapan data Telemetering dengan data yang dikirim ke RTU sudah berupa data digital (protocol Modbus). Power Meter sebelum beroperasi dilakukan tahap pengujian injeksi arus dan tegangan Power Meter agar didapatkan nilai akurasi data mencapai 100% dari nilai batas  $\pm 5\%$  (Standar PLN Pedoman Pemeliharaan Remote Station) hingga sesuai dengan nilai kWh Meter sebagai acuan pembandingan.*

**Kata Kunci : SCADA, ACC, RTU, Protocol Modbus**

## 1. PENDAHULUAN

Pertambahan kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat menyebabkan pula meningkatnya jumlah pembangkit yang beroperasi dan penambahan sistem saluran tenaga listrik yang semakin kompleks. Untuk mendapatkan penyediaan tenaga listrik yang baik dan andal dibuat sistem yang saling terhubung (interkoneksi) antara seluruh pembangkit dengan saluran tenaga listrik. Pengaturan tenaga listrik pada sistem yang terinterkoneksi dilaksanakan oleh pusat pengatur sistem tenaga listrik. Kecepatan dan keakuratan data informasi sangatlah dibutuhkan pada pengaturan sistem tenaga listrik. Operasi sistem tenaga listrik suatu wilayah dikendalikan oleh *Area Control Center* (ACC). ACC bertanggung jawab

terhadap kehandalan pasokan tenaga listrik yang menjadi daerah pengendaliannya, mengatur Subsistem dan pelaksanaan Switching operasi listrik 150 kV dan 70 kV.

Teleinformasi data pada Gardu Induk membutuhkan data yang valid, salah satunya adalah data Telemetering SCADA (*MW, Mvar, kV dan Ampere*) dimana datanya dibutuhkan untuk perhitungan beban sistem kelistrikan yang diolah melalui Log Sheet. Penunjukan metering sangat dibutuhkan data yang akurat untuk mengatur pembebanan Trafo oleh Dispatcher sebagai operator operasi real time yang bertanggung jawab atas pengendalian sistem tenaga listrik, efisiensi operasi sistem, pengaturan pembangkitan dan penyaluran serta pengaturan pelaksanaan pekerjaan harian

pada Gardu Induk, Transmisi dan Unit Pembangkit.

Beberapa gardu induk 150kV masih masih menggunakan Transducer untuk kebutuhan Telemetering SCADA dimana spesifikasi alat tersebut output pengukurannya menggunakan mA (mili Ampere) berupa jenis data Analog dimana dari segi akurasi pengukuran validitasnya tidak akurat, lebih dari  $\pm 5\%$  sesuai dengan pedoman pemeliharaan Remote Station. kemudian parameter yang ditampilkan hanya pengukuran MW dan Mvar, sehingga untuk mengetahui parameter Ampere masih harus menghitung manual dan pengukuran kV hanya terdapat di Busbar.

Seiring perkembangan zaman peralatan Transducer sudah tergolong *obsolete*, maka dilakukan migrasi dari Transducer ke Power Meter untuk mengakomodir validitas data Telemetering dilakukan pemasangan Power Meter yang bertujuan untuk meningkatkan keakurasian data pengukuran, serta menambah parameter pengukuran setiap fasa (Ampere dan kV). Dengan menggunakan protokol modbus untuk komunikasi data Power Meter ke RTU sehingga memudahkan *engineer* untuk mengatur tipe data yang terkirim, tidak perlu lagi melakukan kalibrasi seperti Transducer serta terdapat display LCD pada Power Meter untuk mengetahui besaran-besaran data telemetering secara visual.

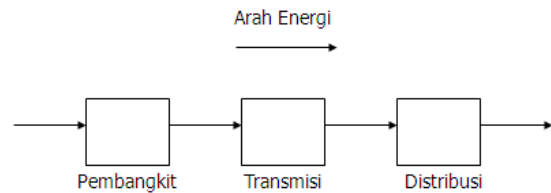
## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Sistem Tenaga Listrik

Secara umum sistem tenaga listrik dapat dikatakan terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

- a. Sistem Pembangkitan Tenaga Listrik
- b. Sistem Transmisi Tenaga Listrik

### c. Sistem Distribusi Tenaga Listrik



Gambar 1. Skema Prinsip Penyediaan Tenaga Listrik

Suatu sistem distribusi menghubungkan semua beban pada daerah tertentu kepada saluran transmisi. Dari Gardu Induk tenaga listrik didistribusikan ke Gardu Distribusi dan ke pemakai atau konsumen. Gardu Induk merupakan suatu instalasi yang terdiri dari peralatan listrik yang berfungsi untuk mentransfer/menyalurkan tenaga listrik dan tegangan yang berbeda pengukuran, pengawasan, pengamanan sistem tenaga listrik serta pengaturan daya.

### 2.2 Jaringan Transmisi

Jaringan Transmisi adalah suatu instalasi peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit ke gardu induk dan dari satu gardu ke gardu lainnya (beban). Saluran transmisi berupa penghantar udara (SUTT/SUTET) yang ditopang oleh menara (tower) dan transmisi bawah tanah serta dalam air/laut (SKTT/SKLTT) yang panjangnya hingga ratusan kilometer. Pembangunan SUTT/SUTET maupun SKTT/SKLTT dilakukan terkait dengan estetika kota dan keselamatan lingkungan di kota atau daerah pemukiman. SUTT/SUTET merupakan jenis Saluran Transmisi Tenaga Listrik yang banyak digunakan di PLN karena harganya yang lebih murah dibanding jenis lainnya serta pemeliharaannya mudah.

Saluran udara ini dapat diklasifikasikan berdasarkan tegangan kerja yaitu:

- a. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 6 kV, 20 kV.
- b. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 30 kV, 70 kV, 150 kV.
- c. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 275, 500 kV.
- d. Saluran Kabel Laut Tegangan Tinggi (SKLTT) 150 kV

### 2.3. SCADA Jaringan Listrik

SCADA singkatan dari Supervisory Control and Data Acquisition. Dimaksudkan dengan SCADA adalah suatu sistem pengawasan, pengendalian dan pengolahan data secara real time. Peran peralatan SCADA dan Telekomunikasi adalah sangat dominan untuk mencegah terjadinya gangguan yang meluas, dan mengupayakan agar gangguan dapat segera datasi dengan waktu yang secepat-cepatnya. Komponen SCADA meliputi Master Station, media telekomunikasi dan Remote Station /Remote Terminal Unit.

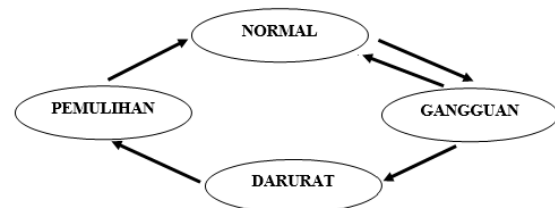
Prosedur pengaturan jaringan secara umum dengan menggunakan fasilitas SCADA dilaksanakan dengan :

- a. Manuver atau manipulasi jaringan melalui fasilitas telekontrol SCADA dimana telah disesuaikan dengan pola operasi konfigurasi jaringan distribusi yang ada.
- b. Menerima informasi-informasi yang berhubungan dengan keadaan jaringan dari Workstation dan kemudian membuat penilaian atau observasi seperlunya untuk menetapkan tindak lanjut.
- c. Memonitor besaran-besaran pengukuran dengan fasilitas telemetering SCADA

pada jaringan dan kemudian membuat penilaian atau observasi seperlunya untuk menetapkan tindak lanjut.

- d. Mengkoordinasikan pelaksanaannya dengan pihak-pihak lain yang berhubungan dengan operasi jaringan yaitu : Region P3B, Petugas Pelayanan Gangguan, Petugas Pemeliharaan dan Operator Gardu Induk bila ada.
- e. Mengawasi jaringan secara terus menerus dan tidak terputus putus oleh operator/dispatcher dibantu oleh fasilitas SCADA yang berfungsi sebagai supervisi jaringan dimana bila terjadi kondisi abnormal akan memberi masukan berupa alarm.
- f. Mengusut dan melokalisasi jaringan terganggu dengan fasilitas SCADA melalui perintah telekontrol dengan memperhatikan besaran-besaran telemeter yang ada pada workstation.
- g. Mendeteksi gangguan sehingga titik gangguan dapat diketemukan untuk diperbaiki.

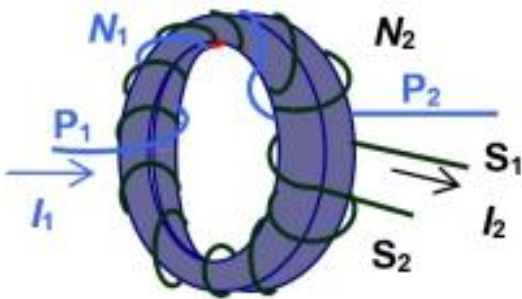
Mode operasi sitem tenaga listrik dalam kondisi real time ada 4 (empat) keadaan mode operasi yaitu, keadaan normal, gangguan, darurat dan pemulihan. Mode tersebut dapat digambarkan seperti di bawah 2 berikut ini.



Gambar 2. Empat keadaan sistem operasi tenaga listrik.

## 2.4. CT (*Current Transformer*)

Trafo Arus (*Current Transformer*) yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik disisi primer (Tegangan Ekstra Tinggi, Tegangan Tinggi dan Tegangan Menengah) yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi.



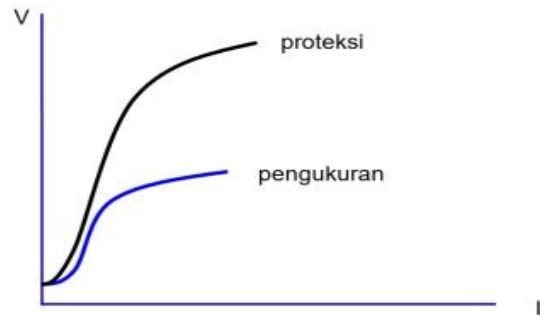
Gambar 3. Rangkaian pada Trafo Arus

Secara fungsi trafo arus dibedakan menjadi dua yaitu:

- Trafo arus pengukuran untuk metering memiliki ketelitian tinggi pada daerah kerja (daerah pengenalnya) 5% - 120% arus nominalnya tergantung dari kelasnya dan tingkat kejenuhan yang relatif rendah dibandingkan trafo arus untuk proteksi. Penggunaan trafo arus pengukuran untuk Amperemeter, Watt-meter, VARh-meter, dan cos  $\phi$  meter.
- Trafo arus untuk proteksi, memiliki ketelitian tinggi pada saat terjadi gangguan dimana arus yang mengalir beberapa kali dari arus pengenalnya dan tingkat kejenuhan cukup tinggi.

Penggunaan trafo arus proteksi untuk relai arus lebih (OCR dan GFR), relai beban lebih, relai diferensial, relai daya dan relai

jarak. Perbedaan mendasar trafo arus pengukuran dan proteksi adalah pada titik saturasinya seperti pada kurva saturasi dibawah.



Gambar 4. Kurva kejenuhan CT untuk Pengukuran

## 2.5. VT (*Voltage Transformer*)

Trafo tegangan adalah peralatan yang mentransformasi tegangan sistem yang lebih tinggi ke suatu tegangan sistem yang lebih rendah untuk peralatan indikator, alat ukur / meter dan relai.

Trafo tegangan memiliki prinsip kerja yang sama dengan trafo tenaga tetapi rancangan Trafo tegangan berbeda yaitu :

- Kapasitasnya kecil (10 – 150 VA), karena digunakan hanya pada alat-alat ukur, relai dan peralatan indikasi yang konsumsi dayanya kecil.
- Memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.
- Salah satu ujung terminal tegangan tingginya selalu ditanahkan.

Fungsi dari trafo tegangan yaitu :

- Mentransformasikan besaran tegangan sistem dari yang tinggi ke besaran tegangan listrik yang lebih rendah sehingga dapat digunakan untuk peralatan proteksi dan pengukuran yang lebih aman, akurat dan teliti.

- b. Mengisolasi bagian primer yang tegangannya sangat tinggi dengan bagian sekunder yang tegangannya rendah untuk digunakan sebagai sistem proteksi dan pengukuran peralatan dibagian primer.
- c. Sebagai standarisasi besaran tegangan sekunder (100,  $100/\sqrt{3}$ ,  $110/\sqrt{3}$  dan 110 volt) untuk keperluan peralatan sisi sekunder.
- d. Memiliki 2 kelas, yaitu kelas proteksi (3P, 6P) dan kelas pengukuran (0,1; 0,2; 0,5;1;3)

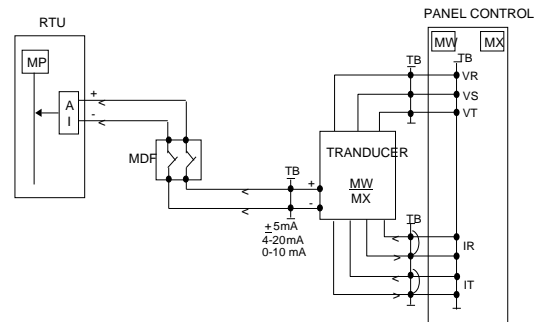
Trafo tegangan dibagi dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- a. Trafo tegangan magnetik (Magnetik Voltage Transformer / VT) Disebut juga Trafo tegangan induktif. Terdiri dari belitan primer dan sekunder pada inti besi yang prinsip kerjanya belitan primer menginduksikan tegangan kebelitan sekundernya.
- b. Trafo tegangan kapasitif (*Capasitive Voltage Transformer / CVT*) Trafo tegangan ini terdiri dari rangkaian seri 2 (dua) kapasitor atau lebih yang berfungsi sebagai pembagi tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah pada primer, selanjutnya tegangan pada satu kapasitor ditransformasikan menggunakan trafo tegangan yang lebih rendah agar diperoleh tegangan sekunder.

## 2.6. Transducer

Transducer adalah suatu peralatan remote station yang merupakan penghubung (interface) sistem yang diatur dan RTU serta berfungsi mentransformasi besaran ukur dari sistem yang diatur ke besaran ukur sistem SCADA. Dalam proses pengukuran Transducer terdapat 2 inputan yaitu arus dan

tegangan dan mengeluarkan output berupa miliampere (4-20 mA,  $\pm 10$  mA) yang masuk ke dalam modul Analog Input (AI) pada RTU. Umumnya untuk 1 unit Transducer digunakan untuk 1 jenis pengukuran (MW atau Mvar).



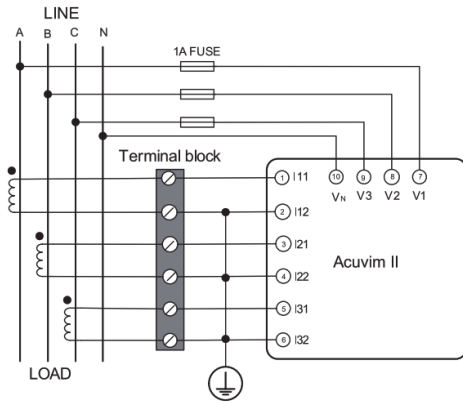
Gambar 5. Skematik Pengukuran Transducer

## 2.7. Power Meter

Akuisisi data menggunakan Power Meter digunakan pada GI konvensional ataupun SOGI. Pada GI konvensional, power meter digunakan untuk menggantikan meter analog yang umumnya menggunakan jarum untuk menunjukkan nilai pengukuran/metering. Power meter Sedangkan pada SOGI, power meter ini disebut sebagai IED meter, IED meter ini harus support protokol IEC 61850. Sedangkan pada GI konvensional, power meter support protokol modbus.

Pada GI konvensional, power meter digunakan untuk menggantikan meter analog. Masing-masing power meter tersambung ke CT, VT suatu bay. Input power meter berupa arus dan tegangan sekunder dari CT dan VT. Arus dan tegangan tersebut diolah oleh power meter menjadi nilai digital, yang akan ditampilkan pada display pada power meter. Untuk power meter yang support suatu protokol (misal

modbus), maka arus dan tegangan tersebut juga akan diproses lalu dikirimkan menggunakan protokol tertentu ke RTU. RTU akan meneruskan data pengukuran tersebut ke Control Center menggunakan protokol IEC 60870-5-101/104. Koneksi antara power meter ke CT, VT menggunakan hardwired/kabel, begitu juga koneksi antara power meter ke RTU/Gateway menggunakan hardwired/kabel.



Gambar 6. Skematik Pengukuran Power Meter

**2.8. Sistem Listrik 3 Phasa**

Pada sistem tenaga listrik 3 fase, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang, P pembangkitan = P pemakain, dan juga pada tegangan yang seimbang. Pada tegangan yang seimbang terdiri dari tegangan 1 fase yang mempunyai magnitude dan frekuensi yang sama tetapi antara 1 fase dengan yang lainnya mempunyai beda fase sebesar 120° listrik, sedangkan secara fisik mempunyai perbedaan sebesar 60°, dan dapat dihubungkan secara bintang (Y, wye) atau segitiga (delta, Δ, D).

Daya yang diberikan oleh suatu generator 3 fase atau daya yang diserap oleh beban 3 fase, diperoleh dengan

menjumlahkan daya dari tiap-tiap fase. Pada sistem yang seimbang, daya total tersebut sama dengan tiga kali daya fase, karena daya pada tiap-tiap fasenya sama.

Jika sudut antara arus dan tegangan adalah sebesar θ, maka besarnya daya perfasa adalah :

$$P_{fase} = V_{fase} \cdot I_{fase} \cdot \cos \theta \dots\dots\dots (1)$$

Total daya adalah penjumlahan dari besarnya daya tiap fase, dan dapat dituliskan dengan :

$$P_T = 3 \cdot V_f \cdot I_f \cdot \cos \theta \dots\dots\dots (2)$$

Pada hubungan bintang, karena besarnya tegangan saluran adalah 1,732 V<sub>fase</sub> maka tegangan perfasanya menjadi V<sub>line</sub>/1,732, dengan nilai arus saluran sama dengan arus fase, I<sub>L</sub> = I<sub>f</sub>, maka daya total (P<sub>Total</sub>) pada rangkaian hubung bintang (Y) adalah:

$$P_T = 3 \cdot V_L / 1,732 \cdot I_L \cdot \cos \theta = 1,732 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \theta \dots\dots\dots (3)$$

Pada hubung segitiga, dengan besaran tegangan line yang sama dengan tegangan fasanya, V<sub>L</sub> = V<sub>fase</sub>, dan besaran arusnya I<sub>line</sub> = 1,73I<sub>fase</sub>, sehingga arus perfasanya menjadi I<sub>L</sub>/1,732, maka daya total (P<sub>total</sub>) pada rangkaian segitiga adalah:

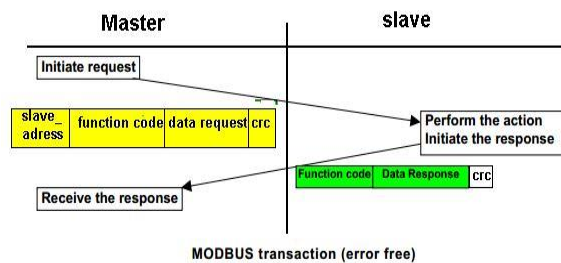
$$P_T = 3 \cdot I_L / 1,732 \cdot V_L \cdot \cos \theta = 1,732 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \theta \dots\dots\dots (4)$$

**2.9. Protokol Modbus**

Modbus adalah protocol sistem komunikasi serial yang dipublikasikan oleh Modicon pada tahun 1979 untuk diaplikasikan ke dalam *programmable logic controllers* (PLCs). Modbus sudah menjadi standar protokol yang umum digunakan untuk menghubungkan peralatan elektronik industri. Beberapa alasan mengapa protokol ini banyak digunakan, antara lain:

- a. Modbus dipublikasikan secara terbuka dan bebas royalti
- b. Mudah digunakan dan dipelihara
- c. Memindahkan data bit atau word tanpa terlalu banyak membatasi vendor

Modbus mampu menghubungkan 247 peralatan (*slave*) dalam satu jaringan atau *master*, misalnya sebuah sistem yang melakukan pengukuran suhu dan kelembapan dan mengirimkan hasilnya ke sebuah komputer. Modbus sering digunakan untuk menghubungkan komputer pemantau dengan RTU pada sistem SCADA.



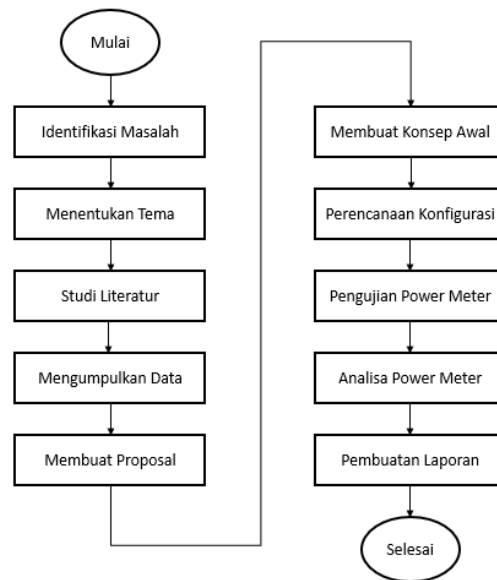
Gambar 7. Modbus Transaction

Variasi Modbus dapat diaplikasikan pada port serial dan ethernet dan jaringan lainnya yang support dengan internet protocol suite. Sebagian besar peralatan Modbus menggunakan port serial RS-485. Konsep dasar komunikasi Modbus terdiri master dan slave. Peralatan yang bertindak sebagai slave akan terus idle kecuali mendapat perintah dari master. Setiap Peralatan yang dihubungkan (slave) harus memiliki alamat unik. Sebuah perintah Modbus dilengkapi dengan alamat tujuan perintah tersebut. Hanya alamat tujuan yang akan memproses perintah, meskipun peralatan yang lain mungkin menerima perintah tersebut. Setiap perintah modbus memiliki informasi pemeriksaan kesalahan untuk memastikan data diterima tanpa

kerusakan. Perintah dasar Modbus RTU dapat memerintahkan peralatan untuk mengubah nilai registernya, mengendalikan dan membaca port I/O, serta memerintahkan peralatan untuk mengirimkan kembali nilai yang ada pada registernya.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Agar pengkajian penggunaan Power Meter dapat dilaksanakan dengan baik maka perlu adanya pentahapan-pentahapan mulai dari identifikasi permasalahan yang ada, sehingga memunculkan adanya ide pemecahan masalah dan selanjutnya mengajukan proposal perencanaan untuk persetujuan pembimbing.



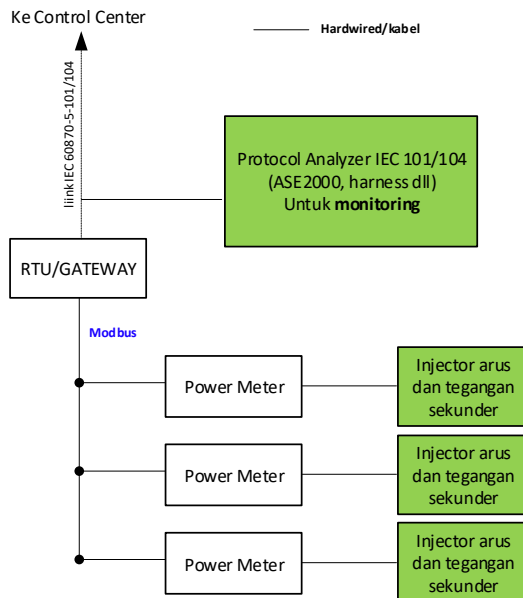
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

## 4. ANALISA JARINGAN

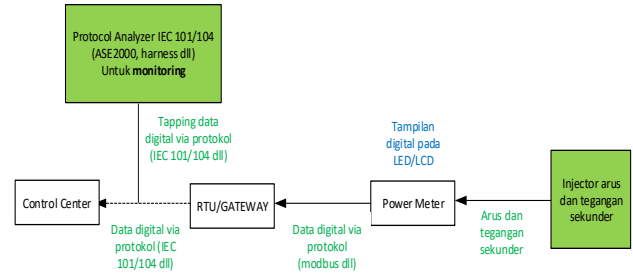
### 4.1. Pengujian Metering Power Meter - Control Center

Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan tidak ada masalah pada Power Meter dan juga memastikan data pengukuran yang dikirimkan melalui protokol modbus

terkirim sampai dengan Control Center sesuai dengan addressing protokol IEC-101. Alat yang digunakan yaitu injector arus & tegangan sekunder dan AVO meter. Untuk melakukan pengujian ini, terminal input power meter diubah dari CT/VT ke injector arus dan tegangan sekunder. Kemudian memastikan rangkaian sekunder CT dalam kondisi tidak terbuka (open circuit). Sedangkan link RTU diubah dari RTU atau ke protocol analyzer (monitoring). Cara pengujiannya adalah melakukan injeksi arus dan tegangan sekunder pada terminal input power meter sesuai Ratio yang terpasang di Switchyard. Lalu melihat nilai pengukuran di tampilan power meter dan juga nilai pada protocol analyzer modbus. Pengujian ini dilakukan dengan untuk nilai pengukuran kapasitas beban power meter sebesar -100%, -50%, 0, 50%, dan 100% yang bertujuan untuk melihat linearitas dari power meter.



Gambar 9. Block diagram pengujian pengukuran power meter .



Gambar 10. Alur komunikasi data pengujian pengukuran power meter

Dengan asumsi  $\cos \phi = 1$ , maka perhitungan untuk 3 fasa dengan pengujian inject 100% adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= V.I \cos \phi \sqrt{3} \\
 &= 150 \text{ kV} \times 1000 \text{ A} \times 1 \times 1,732 \\
 &= \mathbf{260 \text{ MW}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= V.I \cos \phi \sqrt{3} \\
 &= 150 \text{ kV} \times 1000 \text{ A} \times 1 \times 1,732 \\
 &= \mathbf{260 \text{ Mvar}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 kV &= V : \sqrt{3} \\
 &= 150 \text{ kV} : 1,732 \\
 &= 86,61 \text{ kV} \times 1,732 = \mathbf{150 \text{ kV}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= I : \sqrt{3} \\
 &= 1000 \text{ A} : 1,732 \\
 &= 577,3 \text{ A} \times 1,732 = \mathbf{1000 \text{ Ampere}}
 \end{aligned}$$

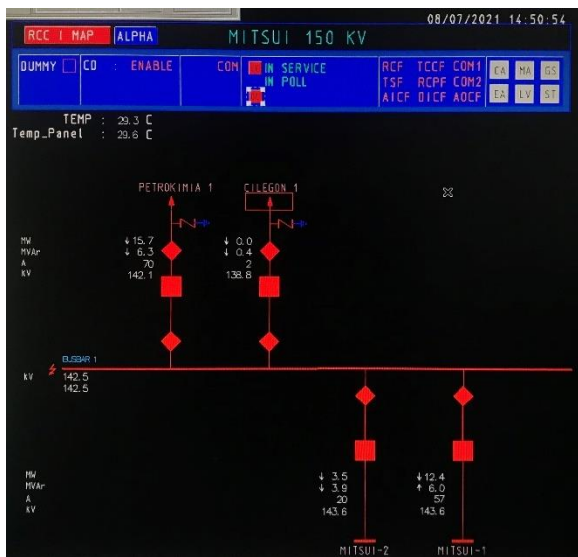
Injeksi tegangan 100 V dengan arus 0%, 50%, dan 100% dari 1 ampere dengan beda sudut  $0^\circ$  dan  $180^\circ$ . Lalu data pengukuran pada power meter. Nilai pengukuran yang diharapkan adalah -260 MW, -130 MW, 0 MW, 130 MW dan 260 MW. Selisih antara nilai pengukuran yang terbaca di display power meter dan nilai pengukuran pada protocol analyzer (modbus) dibandingkan dengan nilai pengukuran yang diharapkan, tidak boleh lebih dari 0,25 % dari pengukuran real time (SPLN Pengujian Remote Station).





Tabel 6. Catatan Pengujian Keseluruhan Power Meter

No	Bay	NOTE RESULT INJECTION									
		25%	>±0,5%	50%	>±0,5%	75%	>±0,5%	100%	>±0,5%	125%	>±0,5%
1.	Cilegon-1			ITR 999,39	0,61	ITR 1499,32	0,68			ITR 2498,72	1,28
2.	Petrokimia	IST 249,17	0,83						IRS 1249,17	0,83	
		MW 64,35	0,65								
3.	Mitsui-1								MW 96,22	0,78	



Gambar 11. Telemetering GI Mitsui setelah pemasangan Power Meter.

Tabel 7. Perbandingan Nilai Metering Power Meter dan kWh Meter

Peralatan	Tegangan (kV)	Ampere (I)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)
Power Meter Trafo Mitsui-1	143,6	57	12,4	6
kWh Meter Trafo Mitsui-1	143,7	57,2	12,41	6
SPLN Pedoman Remote Station ± 5%	-0,1	-0,2	-0,01	0
Power Meter Trafo Mitsui-2	143,6	20	3,5	3,9
kWh Meter Trafo Mitsui-2	142,8	20,1	3,55	3,9
SPLN Pedoman Remote Station ± 5%	0,8	-0,1	-0,05	0

Hasil data dari log sheet GI Mitsui 150 kV didapatkan parameter tambahan yaitu kV dan Ampere sehingga kelengkapan data tersebut dapat membantu meningkatkan perhitungan dan trend beban Gardu Induk pada masing-masing Penghantar dan Trafo yang beroperasi.

Tabel 8. Aliran Daya Operasi Subsistem

NO	GARDU INDUK	TRAFO	DAYA (MW)	BEBAN (AMPERE)
1	Alindo	1	39	1170
2	Cilegon Lama	1	16	480
3	Cilegon Lama	2	50	1500
4	Indoferro	1	28	840
5	Mitsubishi	1	9	270
6	Mitsubishi	2	9	270
7	Mitsui	1	12	360
8	Mitsui	2	9	270
9	Prima Ethycolindo	1	2	60
10	Peni	1	15	450
11	Peni	2	15	450
12	Salira Indah	1	10	300
13	Salira Indah	2	22	660
14	Salira Indah	3	14	420
15	Salira Indah (KTT)	1	2	60
16	Salira Indah (KTT)	2	5	150
17	Suralaya	1	3	90
<b>TOTAL BEBAN</b>			<b>260</b>	<b>7800</b>

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan Power Meter untuk Telemetering SCADA pada Gardu Induk Mitsui 150 kV yaitu :

1. Tingkat akurasi Telemetering dari Power Meter Gardu Induk Mitsui 150 kV tidak melebihi batas maksimum  $\pm 5\%$  sesuai dengan Standar PLN Pedoman Remote Station.
2. kWh Meter digunakan sebagai nilai acuan pembandingan nilai Telemetering SCADA di Gardu Induk Mitsui 150 kV.

3. Dengan terpasangnya Power Meter nilai telemetering SCADA Gardu Induk Mitsui 150 kV menjadi lengkap (MW, Mvar, Ampere dan kV) yang sebelumnya hanya MW, Mvar dan kV Busbar.
4. Meningkatkan akurasi perhitungan log sheet dan trend beban Gardu Induk Mitsui 150 kV dengan parameter tambahan Ampere dan kV untuk analisa dan perencanaan operasi sistem tenaga listrik pada subsistem Suralaya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Manual Book Power Meter Acuvim II Series User's Manual V2.02 tahun 2018
2. PT PLN (Persero) Udiklat Semarang Live and Maintenance.2012. Pengenalan Operasi Sistem Tenaga Listrik. Semarang
3. PT PLN (Persero) SPLN S5.003-1 2014 Teleinformasi Data Dan Tampilan Untuk Sistem Otomasi Gardu Induk Fungsi Operasi.
4. PT PLN (Persero) SPLN S4.001 2008 Pengujian Sistem SCADA
5. Peraturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Grid Code) PM ESDM No 20 Tahun 2020
6. PT PLN (Persero) Buku Pedoman Pemeliharaan Remote Station SCADA tahun 2014
7. PT PLN (Persero) SPLN S3.001 2008 Peralatan SCADA Sistem Tenaga Listrik
8. PT PLN (Persero) Udiklat Semarang Live an Maintenance.2012. Sistem Transaksi Tenaga Listrik
9. Susmini Indriani Lestaringati, M.T Makalah Komunikasi Data Digital dan Data Analog tahun 2013

