

SISTEM MONITORING POWER METER ANTARA HMI DENGAN DATABASE SERVER PADA PABRIK GULA

Dani Febrianto, Lilik Subiyanto, Mohammad Basuki Rahmat, Purwidi Asri

Program Studi Teknik Kelitrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: dani.febrianto@gmail.com

ABSTRAK

Sistem monitoring dengan menggunakan power meter pada panel daya terhadap suatu kebutuhan daya pada pabrik saat ini sudah tidak asing lagi. Jadi untuk memonitoring panel listrik tersebut cara perusahaan untuk menganalisa jangka panjang harus menggunakan manusia untuk mencatat data dibuku pada power meter perjam didepan power meter pada panel daya, tidak bisa mencatat secara otomatis menggunakan alat yang lainnya. Sehingga hanya terpaku pada power meter dan dibukukan di buku saja monitoringnya. [20] Untuk mengatasi persoalan tersebut diciptakanlah suatu sistem monitoring kebutuhan daya dengan menggunakan power meter yang sudah diintegrasikan menjadi satu dengan jaringan komunikasi SCADA kemudian ditampilkan dalam bentuk HMI di PC sehingga dapat di monitoring pada control room dan pada PC tersebut data dicatat secara otomatis pada file dalam bentuk dokumen Excel. Dengan pembuatan sistem ini pada RTU A menggunakan baudrate 19200 dan RTU B menggunakan baudrate 9600 maka semua data power meter dapat terbaca di control room sehingga pada PC data diproses dengan hasil akhir file excel. Dengan file excel dapat dilakukan penghitungan data dalam rumus matematis yang diinginkan. Dengan penghitungan data yang semakin mudah dan dengan pengambilan data tanpa batas dengan delay rata-rata tercepat 2,3 detik dan rata-rata terlama 7,93 maka perusahaan dapat mengkalkulasi data baik detik, menit, jam, hari, bulan, tahun dengan data yang akurat sesuai yang diinginkan dan dapat digunakan untuk presentasi dalam bentuk grafik, tabel, dan sejenisnya.

Kata Kunci: *Sistem monitoring, power meter, komunikasi SCADA, HMI, File Excel.*

PENDAHULUAN

Sistem *monitoring* dengan menggunakan *Power & Energy Meter* pada panel daya terhadap suatu kebutuhan daya pada pabrik saat ini sudah tidak asing lagi. Sekarang tidak hanya sebuah perusahaan atau instansi besar dan *elite* tetapi pabrik milik BUMN skala menengah pun juga sudah menggunakan *Power & Energy Meter*

sebagai sistem *monitoring* untuk kebutuhan daya.

Saat ini sistem *monitoring* yang umum adalah sistem *monitoring* yang menggunakan *Power & Energy Meter* sebagai media baca besaran listrik dan Tampilan visualnya berupa *LCD*. Jadi untuk memonitoring panel listrik tersebut cara perusahaan untuk menganalisa jangka

panjang harus menggunakan manusia untuk mencatat data dibuku pada *Power & Energy Meter* perjam didepan *Power & Energy Meter* pada panel daya, tidak bisa mencatat secara otomatis menggunakan alat yang lainnya. Sehingga hanya terpaku pada *Power & Energy Meter* dan dibukukan di buku saja *monitoringnya*. [Sumardjati, 2008]

Untuk mengatasi persoalan tersebut diciptakanlah suatu sistem *monitoring* kebutuhan daya dengan menggunakan *Power & Energy Meter* yang sudah diintegrasikan menjadi satu dengan jaringan komunikasi *SCADA* kemudian ditampilkan dalam bentuk *HMI* di *PC* sehingga dapat di *monitoring* pada *Control room* dan pada *PC* tersebut data dicatat secara otomatis pada *file* dalam bentuk dokumen *Excel*. Dimana saat ini *file excel* bukan sesuatu yang baru dan Langka, disetiap *PC* pasti dijumpai *microsoft Office*. Dengan *File Excel* ini, kita bisa melakukan penghitungan data dalam rumus matematis yang diinginkan. Dengan penghitungan data yang semakin mudah dan dengan pengambilan data tanpa batas inilah maka perusahaan dapat mengkalkulasi data baik detik, menit, jam, hari, bulan, tahun sesuai yang diinginkan dan dapat digunakan untuk presentasi dalam bentuk grafik, tabel, dan sejenisnya.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan *setting device Power & Energy Meter (Schneider PM750)* agar bisa dikenali dan terkoneksi dengan *Server*. menentukan *setting Converter RS 485* ke dalam bentuk *Internet Protokol (Modbus Schneider TSX ETG 300)* agar terkoneksi dengan *Server* tanpa adanya *loss*, mengetahui kesalahan bila terjadi *loss* kontak dengan *address register, address device Power & Energy Meter, Converter, maupun hub.*, menentukan *setting system management console* agar *Power & Energy Meter* terkoneksi dengan *Wonderware* dengan baik dan benar, menentukan *address Power & Energy Meter*

pada *HMI Wonderware*, dapat membuat *trend* dan *historical* di *Wonderware* dengan baik dan benar, mengetahui cara program *script* program agar *Wonderware* mengirim data ke *windows Server(ODBC)*, mengetahui cara mengambil data pada *database Microsoft SQL Server*, untuk dikirim ke *Microsoft Access*, mengetahui cara mengambil data dari *Microsoft Access* ke *Microsoft Excel* secara berkala (*terupdate*), dan mengetahui cara membuat *InTouch Based Security* pada *HMI*.

Berdasarkan penulisan penelitian ini diharapkan memberi manfaat, Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah untuk menghasilkan suatu sistem teknologi *monitoring* jarak jauh jangka panjang dan mempermudah pengambilan data dari lapangan kantor *engineer* tanpa harus turun ke lapangan. Sehingga dalam analisa kebutuhan daya jangka panjang lebih efisien dan akurat, memberikan informasi tentang cara merancang dan membangun sebuah alat atau teknologi yang telah diaplikasikan sehingga bisa diterapkan pada pabrik yang lainnya serta diterapkan secara tepat guna.

Dalam sebuah penelitian hendaknya memiliki sebuah batasan penelitian. Supaya pembahasan tidak terlalu jauh dari topik yang dibahas maka pembahasan topik ini dibatasi, yaitu untuk keakuratan pada pengukuran besaran listrik pada *power & energy meter* sudah di percayakan kepada pabrikan *Schneider* yang sudah melakukan riset terlebih dahulu dan diakui oleh dunia industri, pemrograman pada *HMI & komunikasi SCADA* menggunakan *System Management Console* dan *In touch Wonderware*, pengiriman data dari *HMI* ke *database server* menggunakan *Wonderware* dan *Microsoft SQL Server*, tampilan *database* dan penyimpanan *database* akhir menggunakan *Microsoft Excel* untuk kalkulasi data, grafik atau sesuai yang diinginkan, penyimpanan *database* menggunakan *Microsoft Access*, untuk pemasangan transformator arus dan

transformator tegangan beserta titik sambungan diserahkan kepada engineer lapangan karena engineer lapangan lebih tahu medan lapangan sehingga pengerjaannya tidak membutuhkan waktu yang lama namun engineer lapangan tetap harus dipandu untuk ketepatan pemasangan, sistem ini terlalu besar untuk dibawa ke kampus sebagai pembuktian, sehingga untuk pembuktian kami menggunakan simulasi yang telah disederhanakan namun tidak mengurangi kelengkapan sistem yang ada dilapangan, dan sistem ini terlalu besar untuk dibawa ke kampus sebagai pembuktian, sehingga selain simulasi saya juga menggunakan gambar dan video yang ada dilapangan sebagai bukti *visual*.

Tinjauan Pustaka

1. Transformator

Untuk melakukan pengukuran tegangan atau arus yang berada di gardu-gardu listrik atau pusat pembangkit tenaga listrik biasanya tidak dilakukan secara Langsung karena karena nilai arus/ tegangan yang harus diukur pada umumnya tinggi. Apabila pengukuran besaran-besaran listrik ini dilakukan secara Langsung, maka alat-alat ukur yang harus disediakan akan menjadi sangat mahal karena baik dari ukuran fisik maupun ratingnya memerlukan perancangan secara khusus. Untuk mengatasi hal tersebut maka yang dibuat secara khusus bukan alat ukurnya, melainkan transformatornya, dengan cara ini harganya pun relatif lebih murah bila dibandingkan dengan pembuatan alat ukur khusus yang disebut transformator pengukuran (instrumen). Ada dua jenis transformator pengukuran, yaitu :

1. Transformator Arus yang menurunkan arus menurut perbandingan tertentu.

2. Transformator tegangan yang menurunkan tegangan menurut perbandingan tertentu. [Sumardjati, 2008]

2. Power & Energy Meter

Power & Energy Meter adalah suatu alat untuk mengukur besaran listrik. Pada (Tabel 2.1) adalah besaran dasar listrik beserta satuan S.

Tabel 2.1 Besaran dasar dan satuan

Besaran Listrik	Satuan	Alat Ukur
Tegangan	volt	Voltmeter
Tahanan	Ohm	Ohmmeter
Arus	Ampere	Amperemeter
Daya	Watt	Wattmeter
Energi	Wattjam (kWh)	kWhmeter
Frekuensi	Hertz	Frekuensimeter
Induktansi	henry	Induktansimeter

3. Integrated Gateway Server Power Logic EGX300

Produk PowerLogic EGX300 adalah gerbang-server yang terintegrasi yang hanya membutuhkan browser web dan jaringan Ethernet untuk login dan menampilkan data real-time dan tren plot dari hingga 64 perangkat sistem PowerLogic, termasuk perangkat gateway lain pada jaringan yang sama.



Gambar 1 Power logic EGX 300

4. SCADA

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) dapat didefinisikan secara sederhana dari kepanjangan *SCADA* itu sendiri:

S : *Supervisory* -Pengawasan

C : *Control* -Pengendalian

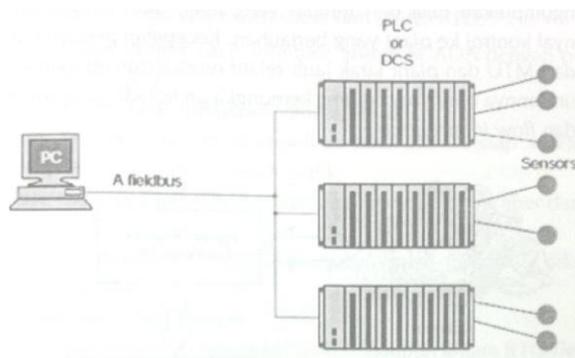
ADA : *and Data Acquisition* -Akuisisi Data

Jadi secara sederhana sistem *SCADA* ialah: “Sistem yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian dan akuisisi data terhadap sebuah *plant*”. Dalam terminologi kontrol, *Supervisory Control* sering mengacu pada kontrol yang tidak Langsung, namun lebih pada fungsi koordinasi dan pengawasan.

Menurut *NIST*, sistem *SCADA* banyak digunakan pada sistem terdistribusi seperti: *Water distribution and wastewater collection systems, oil and gas pipelines, electrical power grids, dan railway transportation systems.*

Dari definisi tersebut nampak bahwa adanya “jarak yang jauh” merupakan alasan mendasar dibutuhkan sistem *SCADA* yang dilengkapi dengan sistem komunikasi antar peralatan yang memadai.[20]

Arsitektur dasar dari sebuah sistem *SCADA* dapat dilihat pada (Gambar 2). Berikut ini penjelasan masing-masing bagiannya (Bailey, 2003).



Gambar 2 SCADA modern

1. Operator

Operator manusia mengawasi sistem *SCADA* dan melakukan fungsi *Supervisory Control* untuk operasi *plant* jarak jauh.

2. Human Mahine Interface (HMI):

HMI menampilkan data pada operator dan menyediakan *input* kontrol bagi operator dalam berbagai bentuk, termasuk grafik, skematik, jendela, menu *pull-down*, *touch screen*, dan lain sebagainya. *HMI* dapat berupa *touch screen device* ataupun komputer itu sendiri.

3. Master Terminal Unit (MTU):

MTU merupakan unit master pada arsitektur master/*slave*, MTU berfungsi menampilkan data pada operator melalui *HMI*, mengumpulkan data dari tempat yang jauh, dan mengirimkan sinyal kontrol ke *plant* yang berjauhan. Kecepatan pengiriman data dari MTU dan *plant* jarak jauh relatif rendah dan metode kontrol umumnya *open loop* karena kemungkinan terjadinya waktu tunda dan *flow interruption*. [20]

Berikut ini beberapa fungsi dasar dari suatu MTU.

a) *Input/Output Task: Interface* sistem *SCADA* dengan peralatan di *plant*.

b) *Alarm Task*; mengatur semua tipe *Alarm*.

c) *Trend Task*: mengumpulkan data *plant* setiap waktu dan menggambarkan dalam grafik.

d) *Report Task*: memberikan laporan yang bersumber dari data *plant*.

e) *Display Task*: menampilkan data yang diawasi & dikontrol operator.

4. Communication System

Sistem komunikasi antara MTU-RTU ataupun antara RTU-*field device* di antaranya berupa:

a. RS 232

- b. *Private Network (LAN/RS-485)*
- c. *Switched Telephone Network*
- d. *Leased Lines*
- e. *Internet*
- f. *Wireless Communication systems*
- g. *Wireless LAN*
- h. *GSM Network*
- i. *Radio modems*

5. *Remote Terminal Unit (RTU)*

RTU merupakan unit *slave* pada arsitektur *master/slave*. RTU mengirimkan sinyal kontrol pada peralatan yang dikendalikan, mengambil data dari peralatan tersebut, dan mengirimkan data tersebut ke MTU. Kecepatan pengiriman data antara RTU dan alat yang dikontrol relatif tinggi dan metode kontrol yang digunakan umumnya *close loop*. Sebuah RTU mungkin saja digantikan oleh *Controller-Controller (PLC)*. [20]

6. *Field Device:*

Field device merupakan *plant* dilapangan yang terdiri dari objek yang memiliki berbagai sensor dan aktuator. Nilai sensor dan aktuator inilah yang umumnya diawasi dan dikendalikan supaya objek/*plant* berjalan sesuai dengan keinginan pengguna. [20]

5. **Wonderware**

Salah satu paket *SCADA software* yang beredar di pasaran ialah *Wonderware Software* utama yang mendasari keseluruhan program *SCADA* adalah *Wonderware In Touch*. Pada dasarnya, *In Touch* adalah *software Human Machine Interface* yang juga dilengkapi dengan fitur dasar *SCADA software*. *Wonderware* juga memiliki berbagai program untuk mendukung keseluruhan sistem *SCADA*, Misalnya:

- a. *Wonderware Historian*, program yang menangani *database* berbasis *SQL*

Server.

- b. *Wonderware Information Software*, program yang menangani pembuatan portal *Internet* untuk aplikasi *HMI/SCADA*.
- c. *Wonderware InControl*, program pengendalian yang dapat menggantikan *PLC* sebagai *soft Control (PC Based Control)*.

Untuk menggunakan *Wonderware InTouch*, ada 3 komponen penyusun utama yang harus diketahui yaitu:

- a. *InTouch Application Manager*
- b. *InTouch WindowMaker*
- c. *InTouch WindowViewer*

I. **Setting Arus Input Overcurrent**

Penyetelan arus untuk arus lebih memiliki batasan besarnya arus. Batas penyetelan relai arus lebih adalah relai tidak boleh bekerja pada saat beban maksimum. Arus setting yang ditentukan harus lebih besar dari arus beban maksimum. Menurut Standart British BS 142-1983 batas penyetelan antara nominal

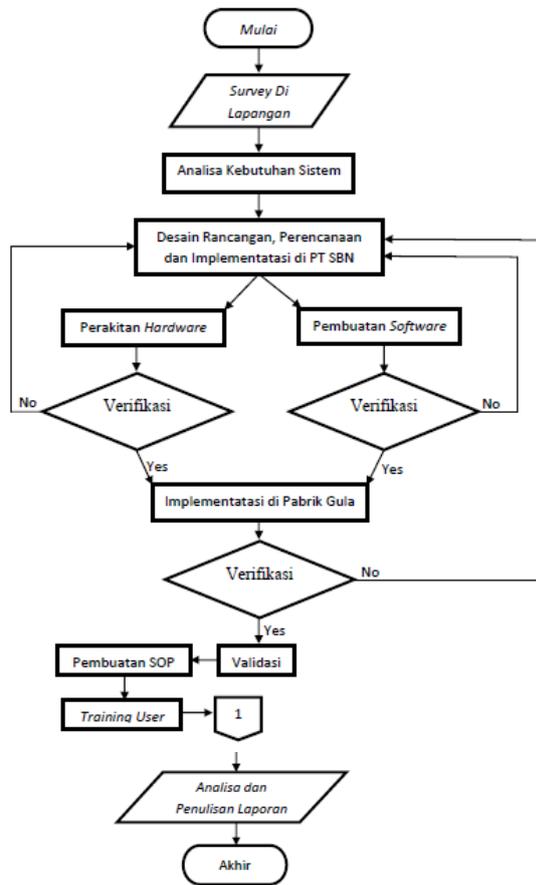
II. **Kordinasi Relai Berdasarkan Waktu**

Pada setelan waktu dikenal adanya setting kelambatan waktu (Δt). Dengan mengacu pada konsep daerah pengamanan, maka setting relai arus lebih memiliki peranan yang penting dalam koordinasi relai pengamanan. Setting relai arus lebih dapat dilakukan berdasarkan setelan waktu. Jadi antara relai utama dengan relai backup tidak boleh bekerja secara bersamaan. Perbedaan waktu kerja minimal antara relai utama dengan relai back up adalah 0,2-0,4s, dengan asumsi [6]:

- a) Waktu terbuka circuit breaker 5 cycle : 0,08 detik
- b) Overtravel dari relai : 0,1 detik
- c) Faktor keamanan : 0,22 detik

Metode Penelitian

Untuk tahapan – tahapan pengerjaan tugas akhir, mulai dari tahap *survey* sampai pembuatan laporan dapat dijelaskan pada flowchart (Gambar 3).



Gambar 3 Flowchart Sistem

Hasil Dan Pembahasan

a. Pembahasan Prinsip Kerja Sistem

Besaran listrik yang masih besar dikonversi transformator menjadi kecil sesuai rasio transformator untuk pengukuran melalui Power & energy meter. Setelah data dibaca oleh Power & energy meter data dimasukan ke memori Power & energy meter. Kemudian setelah data masuk memori Power & energy meter data dipanggil melalui RS-485 dikonversi ke jaringan LAN. Grup power & energy meter dipecah menjadi 2 bagian dikarenakan jumlah Power & Energy Meter 13 dengan jarak yang berbeda posisi. Hub digunakan untuk menggabungkan 2 grup (RTU) Power & energy meter yang sudah menggunakan IP address. Setelah tergabung maka

dikoneksikan dengan komputer Server. Melalui System Management Console Software SCADA Wonderware maka IP RTU dan address Power & energy meter sudah bisa dideteksi dan dialamatkan dengan topik per Power & energy meter.

Kemudian dari Desain HMI Wonderware posisi Power & energy meter dapat ditulis dengan topiknya. Setelah Power & energy meter terdeteksi software Wonderware maka Register address sudah bias dipanggil menurut data yang dipanggil(Contoh : Untuk Arus Fasa 1=4020). Setelah koneksi sudah sampai HMI maka Historical Logging Diaktifkan untuk merecord data dari Power & energy meter untuk ditampilkan di Trend HMI dan Untuk dikirim ke Microsoft Server(ODBC). Data yang sudah masuk di Microsoft Server(ODBC) dimasukkan ke Microsoft Access. Setelah data masuk Microsoft Access data akan di import oleh Microsoft Excel secara periodik (Permenit atau PerJam). Data yang sudah dalam bentuk file Excel sudah bisa diolah dengan rumus matematis atau digunakan sebagai grafik,tabel, atau sejenisnya. Prinsip kerjanya dapat ditunjukkan dengan Flow Chart (Gambar 4.1).

b. Perancangan

Pada sub bab ini perancangan meliputi perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* meliputi perancangan rangkaian *Power Supply*, hub, *power & energy meter*, Rangkaian lampu *dimmer*, EGX(RTU). Untuk perancangan *software* meliputi pembuatan program aplikasi pada *InTouch Wonderware*, konfigurasi pada *System Management Console*, EGX(RTU) menggunakan *browser*, *Power & energy meter* menggunakan *HMI power & energy meter*.

Untuk perancangan *hardware*, terdiri dari hal-hal berikut ini :

- a. perancangan rangkaian *Power Supply*.

- b. hub.
- c. *power & energy meter*.
- d. Rangkaian lampu *dimmer*.
- e. EGX(RTU).

Perancangan *software* meliputi pembuatan program aplikasi pada

- a. *InTouch Wonderware*,
- b. konfigurasi pada *System Management Console*,
- c. EGX(RTU) menggunakan *browser*,
- d. *Power & energy meter* menggunakan *HMI power & energy meter*.

c. Pengujian Rangkaian Power Supply

Pada pengujian rangkaian *power supply* simulasi maupun *power supply* di pabrik gula assembagoes ini dilakukan dengan tanpa diberi beban dan diberi beban berupa RTU(EGX).

Tabel 2. Hasil pengujian *power supply* simulasi

Waktu (jam)	Input Tegangan (volt)	Nilai Output tanpa beban (volt)	Nilai Output dengan beban RTU (volt)	Nilai Seharusnya	Error (%)
1	220	19	19	24	21
2	220	19	19	24	21
3	220	19	19	24	21
4	220	19	18,6	24	23
5	220	19	18,3	24	24
	Rata-rata	19	18,78	24	22

Tabel 3 Hasil pengujian *Power supply* Pabrik gula assembagoes

Waktu (jam)	Input Tegangan (volt)	Nilai Output tanpa beban (volt)	Nilai Output dengan beban RTU (volt)	Nilai Seharusnya	Error (%)
1	220	24	24	24	0
2	220	24	24	24	0
3	220	24	24	24	0
4	220	24	24	24	0
5	220	24	24	24	0
	Rata-rata	24	24	24	0

Dari proses pengujian tersebut *power supply* simulasi mendapatkan hasil yang buruk ketika dalam waktu lama(ketahanan *power supply* buruk) namun dikarenakan kegunaan bersifat sementara untuk simulasi saja maka masih diijinkan. Sedangkan *power supply* standar industri di pabrik gula assembagoes istimewa tanpa *error* dalam waktu lama.

d. Pengujian koneksi PC ke RTU EGX

Pada pengujian koneksi LAN pada PC ke RTU dilakukan dengan cara ping pada masing-masing alamat IP RTU.



Gambar 4 pengujian dengan ping RTU simulasi



Gambar 5 pengujian dengan ping RTU A



Gambar 6 Pengujian dengan ping RTU B

Dari pengujian RTU simulasi dengan IP 169.254.0.10 dengan hasil 0% loss. RTU A dengan IP 169.254.0.10 dengan hasil 0% loss. RTU B dengan IP 169.254.0.11 dengan hasil 0% loss. Dari kedua RTU yang ada sudah bagus untuk dijalankan karena tanpa Error.

e. Overcurrent Relay

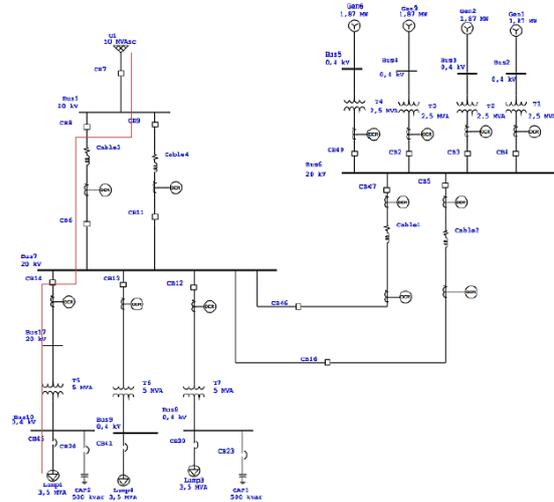
Permodelan sistem kelistrikan terminal 2 bandara Juanda dengan membuat single line diagram pada software ETAP. Langkah awal untuk membuat single line adalah mengumpulkan data yang meliputi apesifikasi transformator, beban, genertator dan setelan relai *existing*.

Untuk mengetahui apakah setting relai sudah tepat maka kita masukkan data setting relai sehingga kita dapatkan kurva kerja relai. Setelah itu kita analisis sesuai standar IEC 60255 dan British BS 142. Apabila setting relai kurang tepat maka kita lakukan setting ulang dengan perhitungan sesuai standar IEC 60255 dan British BS 142. Melalui hasil setting ulang ini, diharapkan relai bekerja dengan koordinasi yang baik.

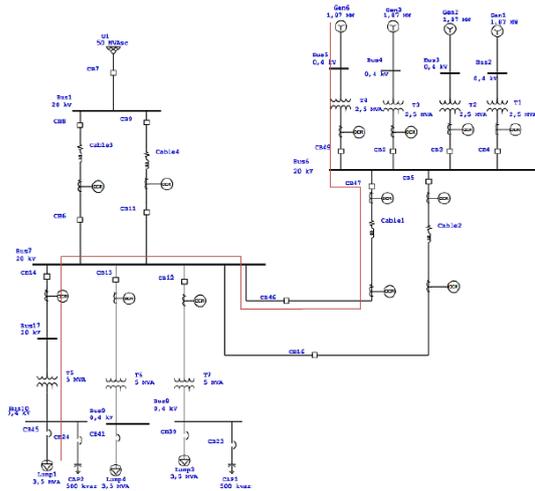
Untuk mempermudah setting relai maka dipilih beberapa tipikal yang mewakili koordinasi sistem kelistrikan. Pada setting ini menggunakan 2 tipikal, yaitu tipikal 1 dan tipikal 2. Masing-masing tipikal ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Koordinasi tipikal 1 ditunjukkan pada garis merah.

Tipikal 1 merupakan tipikal dari sumber PLN 20 kV. Pada tipikal ini, relai yang dikoordinasikan sebanyak 2 relai melalui jalur PLN sampai ke beban.

Koordinasi tipikal 2 ditunjukkan pada garis merah. Tipikal 2 merupakan tipikal dari sumber Generator. Pada tipikal ini, relai yang dikoordinasikan sebanyak 4 relai melalui jalur Generator sampai ke beban.



Gambar 1. Tipikal 1



Gambar 2. Tipikal 2

f. Data Hasil Resetting Relai Arus Lebih

Menurut hasil perhitungan, data resetting dari relai arus lebih yang terpasang adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil setting ulang relai

Relai	CT Rasio	Setting	
Relai 9	150/5	Curve tipe	Standar inverse
		Pickup	1,03
		Time-dial	0,5
		Instaneous pickup	7
		Delay	0,15
Relai 7	300/5	Curve tipe	Standar inverse
		Pickup	0,86
		Time-dial	0,5
		Instaneous pickup	4,9
		Delay	0,35
Relai 12	300/5	Curve tipe	Standar inverse
		Pickup	0,86
		Time-dial	0,5
		Instaneous pickup	4,9
		Delay	0,35
Relai 5	300/5	Curve tipe	Standar inverse
		Pickup	0,86
		Time-dial	0,5
		Instaneous pickup	4,9
		Delay	0,35
Relai 1	200/5	Curve tipe	Standar Inverse
		Pickup	0,5
		Time-dial	0,5
		Instaneous pickup	13,6
		Delay	0,6

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan sistem *monitoring* terintegrasi ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada saat eksekusi dilapangan pernyataan di data *sheet* dengan kenyataan di lapangan tidak sama dimana pada data *sheet* menerangkan sistem komunikasi RS-485 dengan *baudrate* 19200 dapat digunakan dengan jarak maksimal 1524 meter [18] namun dalam kenyataan di lapangan pada jarak 130 meter komunikasi terputus atau *power & energy meter* tidak terdeteksi.
2. Pada komunikasi RS-485 grup RTU

B(*power & energy meter* 3 sampai 13) *baudrate* diturunkan menjadi 9600 dengan keterangan data *sheet* maksimal jarak 3048 meter [18] maka yang terjadi pada jarak 130 meter *power & energy meter* terdeteksi oleh *HMI Wonderware* pada *control room*.

3. Namun demikian ada catatan khusus bahwa di data *sheet* menyampaikan "This table only used as guide"[18] jadi jarak 1524 meter pada *baudrate* 19200 dan 3048 meter pada *baudrate* 9600 hanya sebagai panduan bukan sebagai kenyataan *real* di lapangan.

4. Pembacaan antara *HMI power & energy meter* dengan *HMI Wonderware* didalam *control room* kadang selisih 1 dikarenakan data yang dikirim *power & energy meter* ke *HMI Wonderware* berupa hasil data yang dibulatkan yaitu bila angka lebih dari 0.5 dianggap pertambahan 1 sedangkan bila angka dibawah 0.5 dianggap 0.

5. Karena delay yang terlalu lama yaitu rata-rata tercepat 2,3 detik dan ratarata terlama 7,93 detik maka *monitoring* ini tidak bisa dilakukan dalam waktu *real*, namun lebih baik dari sistem sebelumnya yang masih manual dengan melakukan menulis data dibuku kemudian menggabungkan buku dikantor dan terakhir mengetik secara manual di *Microsoft Excel*.

6. Pengiriman data dari *power & energy meter* sampai *Microsoft Excel error* 0% sehingga sangat akurat untuk *monitoring* jangka panjang, kalkulasi data maupun pembuat grafik yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslimeri, et al.2008. Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 1 untuk SMK. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Belden. Datasheet: 8761 Multi-Conductor - Single-Pair Cable; 2013 Oktober 10. Available from: <http://www.belden.com/techdatas/english/8761.pdf>. Accessed Desember 26,2013.
- InTouch® *HMI Application Management and Extension Guide*. Invensys System: 2009.

- InTouch® HMI and ArchestrA® Integration Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Concepts and Capabilities Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Data Management Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Documentation Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Documentation Addendum*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Protocol Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Scripting and Logic Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Smart Symbols Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Documentation Addendum*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Supplementary Components Users Guide*. Invensys System: 2009.
- InTouch® HMI Visualization Guide*. Invensys System: 2009.
- Schneider Electric. Datasheet: *Power meter 750 Reference Manual*; 2007 Maret. Available from:
<http://www.powerlogic.com/literature/63230-507-201A1.pdf>. Accessed Desember 26, 2013.
- Schneider Electric. Datasheet: *PowerLogic™ Ethernet Gateway EGX300 User Guide*; 2011 November. Available from:
<http://www.Schneider-electric.cn/documents/University-program/energyefficiency-contest/IONE/EGX300-Users-Guide.pdf>. Accessed Desember 26, 2013.
- Schneider Electric. Datasheet: *PowerLogic™ Ethernet Gateway EGX100 User Guide*; 2011 November. Available from:
<http://www.powerlogic.com/literature/63230-319-204.pdf>. Accessed Desember 26, 2013.
- Schneider Electric. Datasheet: *PowerLogic™ Ethernet Gateway EGX300 Installation Guide*; 2009 Februari. Available from:
<http://www.powerlogic.com/literature/63230-319-212A1.pdf>. Accessed Desember 26, 2013.
- Sumardjati, Prih, et al. 2008. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3 untuk SMK. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Wicaksono, HAndy. 2012. *SCADA Software Dengan Wonderware InTouch*, Dasar-dasar Pemrograman. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Wonderware® MBTCP DAserver User's Guide. Invensys System: Februari 26, 2009.