



pemutus, penghubung pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik tegangan 20 KV. Kubikel pada dasarnya adalah lemari sebagai tempat terpasangnya peralatan kontrol, pengukuran, proteksi, dan *annunciator*, yang dimaksudkan untuk mempermudah operasi dan pemeliharaan serta keamanan bagi operator. (Pusdiklat PLN; 2010).

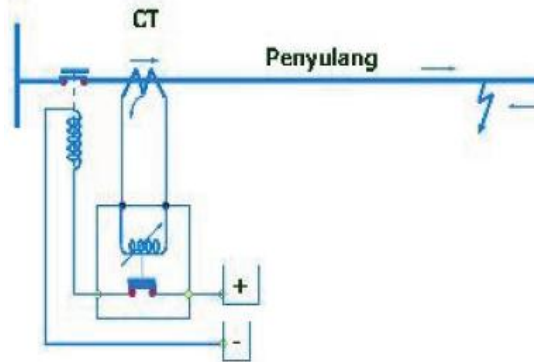


Sumber : GI Purbalingga  
Gambar 1. Kubikel 20 KV

**Kubikel CB Outgoing (PMT)**

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dengan cepat dalam keadaan normal maupun gangguan. Kubikel ini disebut juga dengan istilah kubikel PMT (pemutus tenaga) yang dilengkapi dengan relai proteksi dan biasanya dipasang sebagai alat pembatas, pengukuran dan pengamanan pada pelanggan tegangan menengah. *Current transformer* (CT) yang terpasang memiliki *double secunder* satu sisi untuk mensuplai arus ke alat ukur kwh dan satu sisi lagi untuk menggerakkan relai proteksi pada saat terjadi gangguan. (Pusdiklat PLN; 2010).

**Over Current Relai**



Sumber : budi54n.wordpress.com  
Gambar 2. Prinsip OCR/GFR

Relai arus lebih-OCR memproteksi instalasi listrik terhadap gangguan antar fasa. Sedangkan untuk memproteksi terhadap gangguan fasa tanah digunakan relai RelaiRelai Arus Gangguan tanah atau *Ground Fault RelaiRelai* (GFR). Prinsip kerja GFR sama dengan OCR, yang membedakan

hanyalah pada fungsi dan elemen sensor arus. OCR biasanya memiliki 2 atau 3 sensor arus (untuk 2 atau 3 fasa) sedangkan GFR hanya memiliki satu sensor arus (satu fasa).

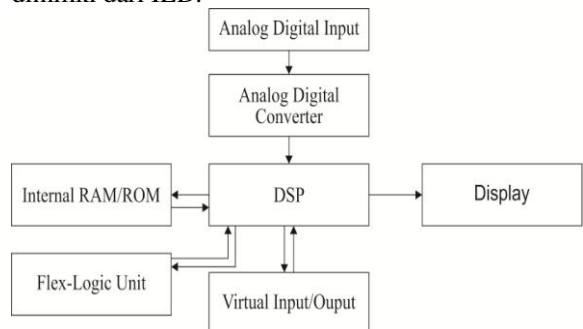
**SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*)**

SCADA singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition*. Dimaksudkan dengan SCADA adalah suatu sistem pengawasan, pengendalian dan pengolahan data secara *real time*. *Real time* dalam sebuah sumber disebutkan, “*real time*” dalam ungkapan yang sederhanadikatakan bahwa, pemakai bertanya kepada sistem komputer lalu sistem komputer mengolah dan menjawabnya. Sistem ini disebut juga sebagai sistem interaktif karena ada dialog antara pemakai dan sistem komputer dan hasilnya tersedia segera.” (Heijerdan Tolsma, 1988, h.12)

**IED (*Intelligent Electronic Device*)**

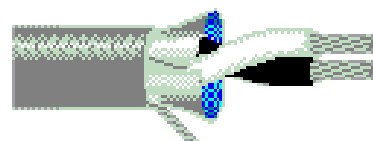
Istilah “*Intelligent Electronic Device*” adalah perangkat elektronik multifungsi yang memiliki beberapa jenis kecerdasan lokal. Di bidang proteksi dan sistem otomatisasi daya bidang industri, IED merupakan sebuah perangkat yang memiliki fungsi serbaguna diantaranya untuk perlindungan listrik/proteksi, *intelegent* kontrol, kemampuan *monitoring* dan kemampuan komunikasi yang luas secara langsung ke sistem SCADA. (<http://scada-ied.blogspot.com/>).

Kemampuan IED untuk melakukan semua fungsi perlindungan, pengendalian, pemantauan, dan komunikasi tingkat atas secara independen dan tanpa bantuan perangkat lain seperti RTU (*Remote Terminal Unit*) atau prosesor komunikasi (tidak termasuk modul *interface*) adalah fitur yang dimiliki dari IED.



Gambar 1. Konfigurasi IED

**Komunikasi RS485**



Gambar 2. Cabel RS485 Belden 8760

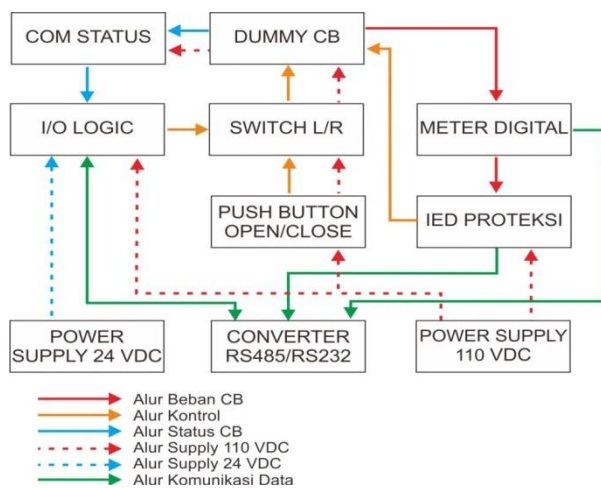
RS-485 digunakan dalam sistem otomatisasi sebagai kabel bus sederhana dan kabel yang panjang, sangat ideal untuk menghubungkan dengan perangkat *remote*. RS-485 memungkinkan konfigurasi jaringan lokal dan link komunikasi *multidrop*. Dalam jarak 10 m mampu mengalirkan data dengan kecepatan 35 Mbit/s dan 100 kbit/s pada jarak 1200m. Karena menggunakan diferensial garis seimbang selama *twisted pair*, dapat menjangkau jarak yang relative besar (hingga 1.200 m). (<http://en.wikipedia.org/>).

### Rencana Pengamatan

Rencana pengamatan karya implementasi teknologi “Simulator Kubikel Minimum Untuk Investigasi Gangguan SCADA Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 KV” ini adalah dengan memahami konsep prinsip kerja alat dan penggunaannya.

### Gambar Blok Diagram

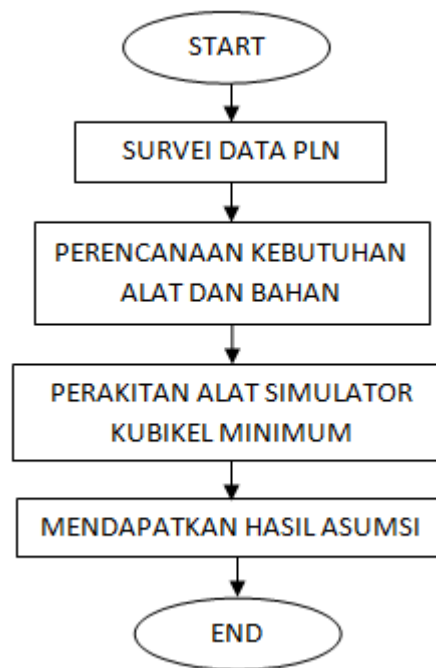
Blok diagram dari “Simulator Kubikel Minimum Untuk Investigasi Gangguan SCADA Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 KV” ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Blok Simulator Kubikel

### CARA PENGAMATAN

Secara umum garis besar penyusunan laporan dapat digambarkan melalui Diagram Alir (*Flowchart*) pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Pengamatan

### HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN Pengontrolan Simulator Kubikel Minimum

Pengontrolan Simulator kubikel dilakukan dengan dua metode yaitu *Local* dan *Remote* berdasarkan posisi *Mode Control Switch* pada panel Simulator.



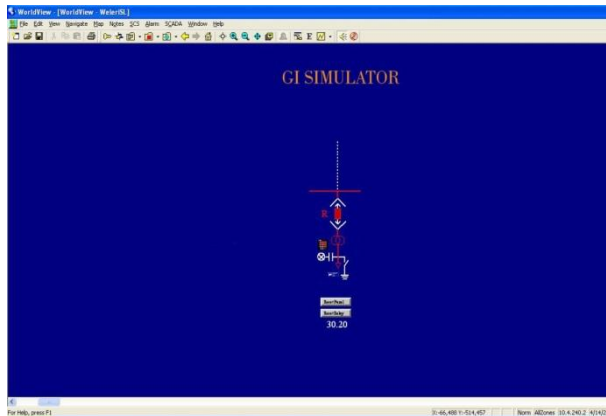
Gambar 7. Mode Control Switch Local (kiri) dan Remote (kanan)

Secara *Local* dilakukan dengan menekan tombol langsung pada panel Simulator, dengan *Remote* dilakukan dari HMI SCADA.






Gambar 8. Kontrol Local Simulator

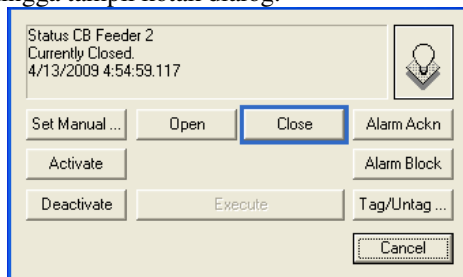
Kontrol secara Lokal hanya dapat dilakukan apabila *Mode Switch* dalam kondisi *Local*. Saat tombol warna merah ditekan *Dummy CB* akan berubah menjadi posisi *Close*, yang akan bekerja menyalurkan arus dari *current injector* ke meter dan proteksi. Sedangkan saat tombol hijau ditekan *Dummy CB* akan menjadi posisi *Open*, arus dari *currentinjector* ke meter dan proteksi terputus.





Gambar 9. Tampilan HMI SCADA Simulator

Untuk dapat dikontrol secara *Remote Mode Switch* juga harus dalam kondisi *remote*. Dilakukan dengan menekan mengklik logo CB pada tampilan HMI. Untuk perintah *Open CB* langkah yang harus dilakukan :





- Memastikan status posisi CB  (*closed*) dan CB dalam keadaan  (*remote*)
- Klik gambar  pada CB yang ingin di open hingga tampil kotak dialog.



Gambar 10. Kotak dialog Control CB

- Klik **Open** → *Execute*
- Setelah CB berhasil di *open*, simbol penyalang akan berkedip dan berubah warna dari  menjadi .

Dan untuk Perintah *Close CB*, langkah yang harus dilakukan :

- Memastikan status posisi CB *open*  dan posisi CB dalam *remote*.
- Klik gambar  pada CB yang ingin di *close*. Hingga tampil kotak dialog.
- Klik **Close** → *Execute*
- Setelah CB berhasil di *close*, alarm akan berbunyi, simbol penyalang akan berkedip dan berubah warna dari  menjadi .

### Penandaan Indikator Status pada Panel dan Peralatan Simulator

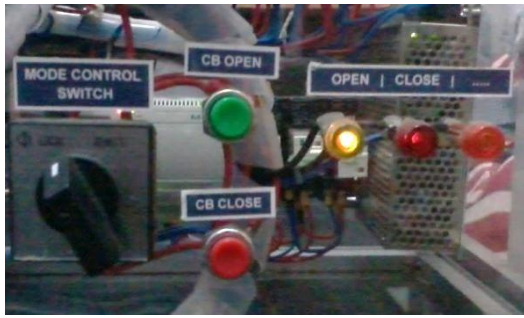


Gambar 11. Panel Simulator

Indikator LED merah menyala dan hijau mati, ini menandakan bahwa *Dummy CB* dalam keadaan *Close* dan dapat bekerja menyalurkan arus dari *current injector* ke meter dan proteksi. Apabila LED hijau menyala dan merah mati, *Dummy CB* dalam keadaan *Open* (kontak membuka) menandakan bahwa arus dari *current injector* tidak dapat mengalir ke meter dan proteksi.





Gambar 12. CB dalam Posisi Close



Gambar 13. CB dalam Posisi Open

Selain pada panel Simulator status CB juga ditampilkan di LED indikator perangkat IO Logic. Apabila LED DI0 menyala menandakan CB dalam kondisi *Close*, LED DI1 menandakan CB dalam kondisi *Open* dan LED DI2 menandakan bahwa simulator dalam kondisi *remote*.

### Penandaan Indikator Status pada HMI Simulator

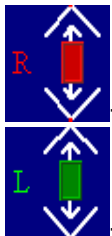
Status Penyulang berwarna merah, ini menandakan bahwa *Dummy CB* dalam keadaan *Close* dan dapat bekerja menyalurkan arus dari *current injector* ke meter dan proteksi. Apabila Penyulang berwarna hijau, *Dummy CB* dalam keadaan *Open* (kontak membuka) menandakan bahwa arus dari *current injector* tidak dapat mengalir ke meter dan proteksi. Penentuan warna merah atau hijau berdasarkan SPLN Standar Gambar HMI yang menjelaskan bahwa indikasi merah  menandakan *close*, sedangkan hijau  menandakan *open* pada *device*/jaringan.



→ CB dalam posisi **CLOSE**

→ CB dalam posisi **OPEN**

Status *Dummy CB* terdapat huruf R dibagian samping kiri menandakan bahwa *CB* dalam keadaan *Remote*. Apabila *Dummy CB* terdapat huruf L dibagian samping kiri menandakan bahwa *CB* dalam keadaan *Local*.

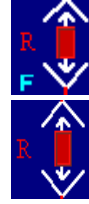


→ CB keadaan REMOTE

→ CB dalam keadaan LOCAL

Status *Dummy CB* terdapat huruf F dibagian samping kiri bawah menandakan bahwa komunikasi Simulator dan master tidak berkomunikasi (*failure*). Apabila tidak ada huruf F

menandakan komunikasi Simulator dalam keadaan normal.



→ huruf "F" (*failure*)

→ normal.

Status gangguan yang terjadi di relai proteksi ditampilkan pada samping kanan simbol penyulang pada HMI. Apabila terdapat huruf A maka gangguan yang terjadi pada fasa A atau R penyulang, apabila terdapat huruf B maka gangguan yang terjadi pada fasa B atau S penyulang, dan apabila terdapat huruf C maka gangguan yang terjadi pada fasa C atau T penyulang, sedangkan indikasi waktu kerja relai akan ditampilkan pada sebelah kiri bawah simbol penyulang, *INS* menandakan waktu kerja relai *instant* sedangkan jika waktu *delay* tidak ditampilkan.

→ relai gangguan di dengan waktu mendeteksi adanya fasa B, C, dan N *instant*



### KESIMPULAN

Dari pengamatan karya implementasi teknologi yang membahas mengenai SIMULATOR KUBIKEL MINIMUM UNTUK INVESTIGASI GANGGUAN SCADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 kV" penulis mendapatkan beberapa kesimpulan:

- Simulator kubikel tersusun oleh relai elektromekanik 110 Vdc sebagai *Dummy Circuit Breaker* tersusun dari 2 buah relai dengan sistem *interlock*, yang akan bekerja saat mendapat input *trigger* tegangan pada salah satu *coilnya*.
- Alat ini sudah berhasil dibuat dan sampai saat ini berfungsi dengan baik sebagai alat investigasi gangguan SCADA sistem distribusi tenaga listrik 20 kV di PT PLN APD Jateng dan DIY.
- Dengan adanya simulator kubikel diharapkan dapat membantu menganalisa penyebab gangguan SCADA, karena dengan alat ini ketikadiharuskan untuk penanganan di *site*, petugas tidak perlu melakukan pelepasan beban distribusi untuk tes kontrol CB. Hal ini dapat membantu mempercepat pemulihan gangguan agar waktu gangguan tidak terlalu lama.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Alstom. 2010. **Technical Guide MiCOM P120/P121/P122 & P123**. <http://www.electricalmanuals.net/files/RELA>

- YS/./P12x-EN-T-E65.pdf. Diunduh tanggal 12 April 2013 pukul 16.20 WIB.
2. Anonim. 2012. **IED (Intelligent Electronic Device) used in Supervisory Control and Data Aquisition System**. <http://scada-ied.blogspot.com/2012/07/ied-intelligent-electronic-device-used.html>. Diunduh 2 Juni 2013 pukul 15.21 WIB.
  3. Dokumentasi Standar SCADATEL. **Pola Scada**. <http://scada.pln-jawabali.co.id/Pola%20SCADA/>. Diunduh tanggal 12 April 2013 pukul 16.25 WIB.
  4. Gustyanto, Tito. 2012. **Penerapan Sistem SCADA Pada Penegndalian Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Di PT.PLN (Persero)**. Depok : UniversitasGunadarma.
  5. Heijer, P.C. den; & Tolsma, R. 1988. **Komunikasi Data**. Lily Wibisono (Penerjemah). Jakarta: PT Elex Media Komputindo kelompok Gramedia.
  6. Moxa. *ioLogik E2210 User's Manual*. [www.moxa.com/support/DownloadFile.aspx?](http://www.moxa.com/support/DownloadFile.aspx?). Diunduh 2 Juni 2013 pukul 19.30 WIB.
  7. PT Guna Era Industri. 2012. **Instalation and Operation Manual EMG30**. Jakarta : PT Guna Era Industri).
  8. PT PLN (Persero) APD Jateng DIY. 2011. **SCADA PLN Jateng DIY**. Tidak diterbitkan. Semarang : PT PLN (Persero) APD Jateng DIY
  9. Puspitaningayu, Pradini. 2011. **Digital Signal Processor (DSP)**. <http://prandinipus.wordpress.com/>. Diunduh 6 Juni 2013.
  10. Rustawan, Dedi. 2012. **Pengoperasian PMT Penyulang 20 KV dengan SCADAPT PLN (Persero) Area PengaturDistribusi Semarang**. Laporan tidak diterbitkan. Semarang : Universitas Semarang.
  11. Sofwan, dkk. 2005. **Analisis Penyebab Out Of Scanning pada SCADA akibat Gangguan RTU**. Yogyakarta : Institut Sains dan Teknologi Nasional.
  12. Wicaksono, Handy. 2012. **SCADA Software dengan Wonderware InTouch Dasar-dasar Pemograman Edisi Pertama**. Yogyakarta: Graha Ilmu.
  13. Wikipedia. 2013. **Digital protective relay**. [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_protective\\_relay](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_protective_relay). Diunduh 4 Juni 2013 pukul 20.03 WIB.
  14. Wikipedia. 2013. **Dioda Zener**. [http://id.wikipedia.org/wiki/Dioda\\_Zener](http://id.wikipedia.org/wiki/Dioda_Zener). Diunduh 13 Juni 2013 pukul 14.00 WIB.