

# SIMULATOR KUBIKEL MINIMUM UNTUK INVESTIGASI GANGGUAN SCADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 KV

Wahyu Adi Prasetyo, Heru Winarno  
Program Studi Diploma III Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

## ABSTRACT

*Wahyu Adi Prasetyo, Heru Winarno, in this paper explain that with the SCADA system delivery and processing of data from substation equipment consisting of equipment protection, control and measurement becomes faster known by the operator (dispatcher). Measurement and status information indicative of the electric power system are collected in RTU is placed in the substation (GI) which is then sent to the SCADA Master Station. Kinerja sistem dipengaruhi oleh populasi gangguan yang terjadi. Semakin banyak populasi gangguan, maka akan secara signifikan mengurangi tingkat keandalan jaringan distribusi yang berada di bawah kendali sistem SCADA. Gangguan SCADA pada sistem distribusi tenaga listrik 20 kV mempengaruhi tingkat keandalan jaringan distribusi. Khususnya jika gangguan pada pemutus tenaga listrik. Untuk memperbaiki SCADA telekontrol terutama gangguan pemutus tenaga listrik diperlukan investigasi pemutus tenaga listrik, tetapi dalam situasi darurat pemutus tenaga listrik tidak dapat dilakukan dengan pertimbangan yang banyak. Simulator kubikel dengan pemutus tenaga listrik dummy berfungsi untuk menggantikan fungsi pemutus tenaga listrik yang sebenarnya dalam melakukan uji coba kontrol SCADA tanpa pemutus tenaga listrik. Dengan menghilangkan komunikasi SCADA pada pemutus tenaga listrik dan memindahkannya ke pemutus tenaga listrik dummy, uji coba gangguan pemutus tenaga listrik dapat dilakukan secara optimal. Alat ini dilengkapi dengan IED Digital Meter Relay Protection and SCADA based so that in addition to the investigation failed control can also be used for investigations and telesignal telemetering disorders.*

*Keywords: scada, investigations, reliability.*

## PENDAHULUAN

Kubikel 20 KV merupakan seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada Gardu Distribusi yang berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik tegangan 20 KV. Untuk menjaga stabilitas dan meningkatkan keandalan dalam pengoperasiannya kubikel tersebut saat ini sudah menerapkan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

SCADA berfungsi mulai dari pengambilan data pada Gardu Induk atau Gardu Distribusi, pengolahan informasi yang diterima, sampai reaksi yang ditimbulkan dari hasil pengolahan informasi. Dengan adanya sistem SCADA penyampaian dan pemrosesan data dari peralatan gardu induk yang terdiri dari peralatan proteksi, kontrol dan pengukuran menjadi lebih cepat diketahui oleh operator (*dispatcher*). Informasi pengukuran dan status indikasi dari sistem tenaga listrik dikumpulkan di RTU yang ditempatkan di Gardu Induk (GI). Kontrol penyaluran sistem peralatan memungkinkan penyampaian data secara *remote*.

Agar peralatan SCADA dapat beroperasi normal, optimal, andal dan memenuhi standar kinerja perlu dilakukan pemeliharaan secara preventif, prediktif maupun korektif. Pelaksanaan pemeliharaan/perbaikan instalasi SCADA tidak terlepas dari kemungkinan adanya pelepasan beban distribusi, sedangkan dalam kondisi pemeliharaan yang sifatnya darurat/korektif kadang tidak dimungkinkan dilakukannya pelepasan beban oleh karena itu diperlukan suatu alat bantu untuk

menggantikan fungsi CB sebenarnya pada saat pemeliharaan.

## Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah

- Bagaimana merancang Simulator Kubikel dilengkapi dengan IED Relai Proteksi dan Meter berbasis SCADA.
- Bagaimana Simulator Kubikel dapat menggantikan fungsi CB sebenarnya pada kubikel.

## Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan ini lebih terarah, penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas yaitu :

- Langkah-langkah perancangan dan penyusunan Simulator Kubikel.
- Kerja Relai Elektromekanik 110 VDC sebagai simulator *Open/Close Circuit Breaker*
- Prinsip kerja iOlogik Moxa RS2110 sebagai *Telecontrol SCADA*
- Prinsip kerja Meter Digital Gae sebagai *Telemetering SCADA*

## DASAR TEORI

### Kubikel 20 KV Gardu Induk

Kubikel ini merupakan seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada Gardu Distribusi yang berfungsi sebagai pembagi,

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).

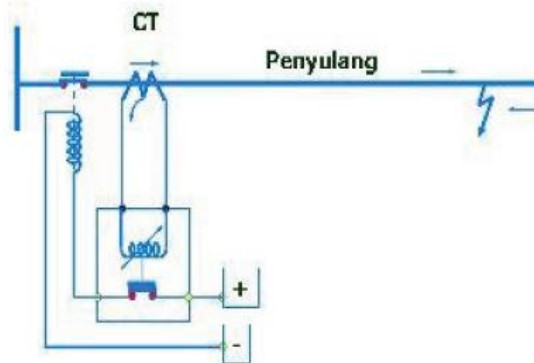


Sumber : GI Purbalingga  
Gambar 1. Kubikel 20 KV

**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 Relai Relai Arus Gangguan tanah atau *Ground Fault Relai Relai* (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).

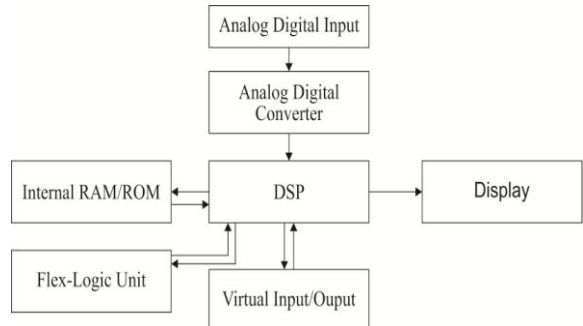
**SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)**

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 sederhana dikatakan 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)**

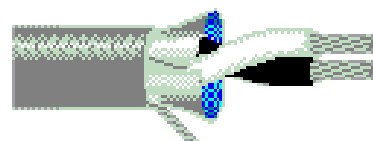
Istilah “*Intelligent Electronic Device*” adalah perangkat elektronik multifungsi yang memiliki beberapa jenis kecerdasan lokal. Di bidang proteksi dan sistem otomatisasi daya bidang industri, IED merupakan sebuah perangkat yang memiliki fungsi serbaguna diantaranya untuk perlindungan listrik/proteksi, *intelligent* 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. Kabel RS485 Belden 8760

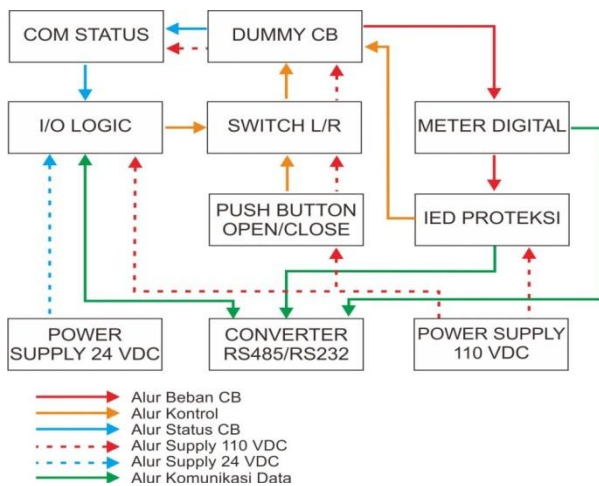
RS-485 digunakan dalam sistem otomatisasi sebagai kabel bus sederhana dan kabel yang panjang, sangat ideal untuk menghubungkan dengan perangkat *remote*. RS-485 memungkinkan konfigurasi jaringan lokal dan link komunikasi *multidrop*. Dalam jarak 10 m mampu mengalirkan data dengan kecepatan 35 Mbit/s 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

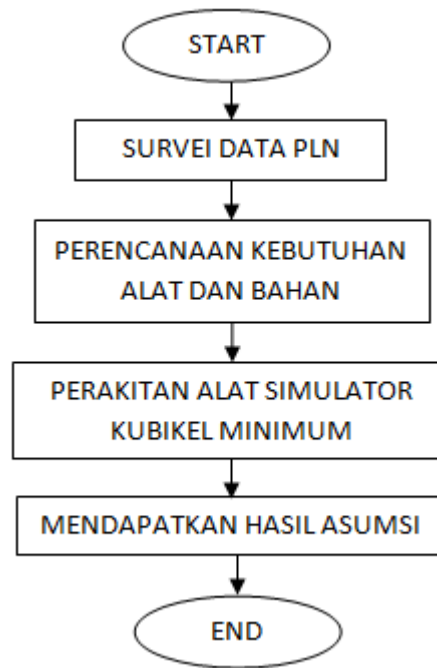
Blok diagram dari “Simulator Kubikel Minimum Untuk Investigasi Gangguan SCADA Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 KV” ditunjukkan pada Gambar 5.



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.



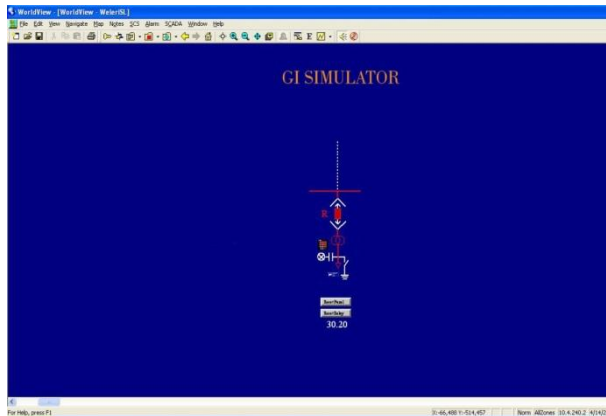
Gambar 7. Mode Control Switch Local (kiri) dan Remote (kanan)

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






Gambar 8. Kontrol Local Simulator

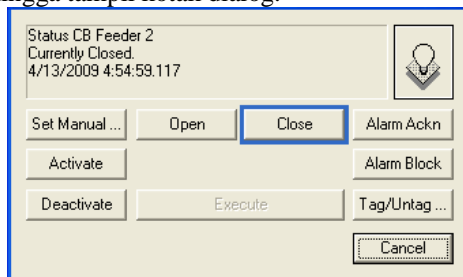
Kontrol secara Lokal hanya dapat dilakukan apabila *Mode Switch* dalam kondisi *Local*. Saat tombol warna merah ditekan *Dummy CB* akan berubah menjadi posisi *Close*, yang akan bekerja menyalurkan arus dari *current injector* ke meter dan proteksi. Sedangkan saat tombol hijau ditekan *Dummy CB* akan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

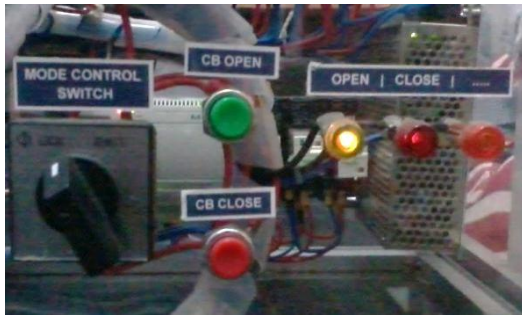


Gambar 11. Panel Simulator

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

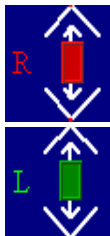
Status Penyulang berwarna merah, ini menandakan bahwa *Dummy CB* dalam keadaan *Close* dan dapat bekerja menyalurkan arus dari *current injector* ke meter dan proteksi. Apabila Penyulang berwarna hijau, *Dummy CB* dalam keadaan *Open* (kontak membuka) menandakan bahwa arus dari *current injector* tidak 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*.

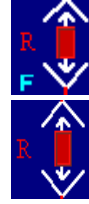


→ CB keadaan **REMOTE**

→ 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.