

# Telemetry untuk Gardu Listrik di Komplek LIPI Bandung

Hari Satriyo Basuki  
P2 Informatika – LIPI  
hari@informatika.lipi.go.id

## Abstrak

Lokasi gardu listrik selalu jauh dari lokasi pemakainya seperti kantor dan perumahan bahkan pabrik. Sumber listrik masukannya bervariasi dari 20 KV, 5 KV sedangkan keluarannya selalu 380 V 3 Phase atau 220 V satu phasanya. Karena lokasinya yang cukup jauh maka sulit diketahui keadaan diruang gardu tersebut dan tahu ada masalah bila sudah terjadi putusnya listrik dan lain sebagainya. Untuk itu bila diinginkan pemantauan dari jarak jauh diperlukan peralatan-2 yang akan dipakai untuk pengukuran jarak jauh atau telemetry. Dalam makalah ini disampaikan usulan teknologi yang dipakai untuk melaksanakan telemetry besaran besaran listrik dari 2 buah gardu listrik kompleks LIPI Bandung yang terletak di lantai bawah Gedung 20 dan antara Gedung 70-80. Dalam makalah ini dijelaskan alat sensornya dan karena letak pengumpul datanya tidak di lokasi gardu maka diperlukan bahasan usulan penyaluran datanya, tampilannya dan lainnya. Dengan diketahuinya besaran besaran yang diperlukan maka akan diketahui keadaan gardu, kesehatan perangkatnya dan keandalan sistim sehingga diketahui perlu tidaknya dan kapan diperlukan perbaikan yang mana akan dapat memperpanjang umur peralatan yang ada di gardu seperti switcher box, fuse box, transformator, konektor, pemanas, pengurang kelembaban, pengurang debu dan lainnya.

Makalah ini hanya merupakan usulan untuk dibuatnya sistim telemetry untuk melihat perubahan perubahan yang terjadi di gardu listrik kompleks LIPI agar diketahui dan diperoleh data dan mengurangi kejadian putusnya saluran listrik ke jaringan kantor yang memerlukan listrik untuk komputer, AC, mesin, lemari es, dispenser dan lain sebagainya

Diharapkan dengan adanya sarana telemetry ini akan dapat dikurangi seringnya mati dikarenakan keadaan performance transformator dengan pendukungnya dapat selalu dipantau dan sesegera mungkin di perbaiki bilamana ada alarm yang menandakan adanya sesuatu yang menyalahi aturan

*Kata kunci: telemetry, trafo, LIPI Bandung, tenaga listrik*

## 1. Pendahuluan

Sesuai dengan namanya yaitu *telemetry*<sup>1)</sup>, berasal dari 2 kata *Tele* atau jauh dan *metry* atau *metering* yang berarti pengukuran sehingga *telemetry* berarti pengukuran dari jarak jauh. Dan kata jauh disini berarti pengukuran sesuatu yang tidak tersambung langsung dengan alat ukur untuk mengukur dan dalam satu meja akan tetapi diartikan bahwa jauh itu dapat 10 meter, 100 meter, 1000 meter bahkan ratusan ribu meter bahkan sampai ratusan juta kilometer. Bagaimana cara melakukan pengukuran jarak jauh tersebut? Itulah yang akan dibahas didalam makalah ini.

Kenapa gardu listrik kompleks LIPI perlu dipantau adalah karena di kompleks LIPI banyak sekali peralatan yang memerlukan listrik selamanya yang seharusnya tidak boleh terputus dan juga terdapat *gateway* internet yang tidak boleh mati. Hal hal dan besaran yang dipantau dari keadaan suatu gardu listrik adalah :

- Tegangan masuk
- Tegangan keluar
- Arus masuk
- Arus keluar
- Kelembaban
- Suhu udara / ruang / transformer
- Kebersihan udara

Dan beberapa peralatan yang dipergunakan dalam suatu *telemetry* atau pengukuran jarak jauh ini antara lain :

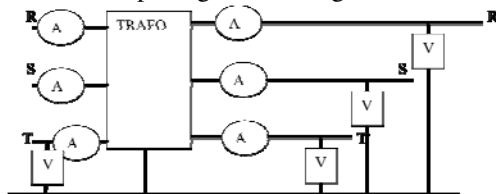
- Sensor tegangan
- Sensor arus
- Sensor suhu
- Sensor kelembaban
- *Remote Terminal Unit*
- Unit Penampil
- Saluran transmisi
- Dan lain-lain

Jarak antara lokasi gardu listrik dengan lokasi pemroses dan penampil cukup jauh, gardu berada di bawah lantai 1 Gedung 20 dan antara gedung 70-80 sedangkan pemroses dan penampil akan diletakkan di lantai 3 Gedung 20 sehingga memerlukan beberapa peralatan seperti tersebut diatas.

Secara harfiah suatu sistim *telemetry* terdiri dari benda yang diukur, sensor pengukur, pemancar pengukuran, pemroses sinyal, pentransnisi data, saluran transmisi dan panampil hasil pengukuran.. Dalam hal ini benda yang diukur adalah *transformator* dengan masukan 20 KV dan keluaran 380 V. Daya yang terpasang di gedung 20 sebesar 2 kali 800 MVA dan yang di antara gedung 70-80 sebesar 2 kali 630 MVA. Akan tetapi besaran besaran yang diukur tidak hanya besaran listrik saja akan tetapi juga besaran yang mempengaruhi keandalan dari *transformator* tersebut.

## 2. Metodologi

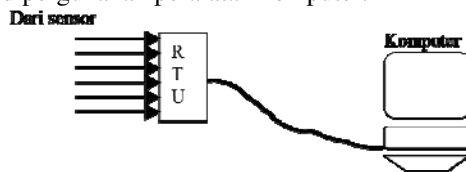
Metodologi suatu pengukuran besaran besaran sebuah *transformator* yang paling sederhana dapat digambar sebagai berikut



Gambar 1 Pengukuran tegangan dan arus <sup>21</sup>

Tegangan dan arus yang masuk ke transformer diukur setiap fasanya dan juga pada keluarannya sehingga dapat diketahui bila terjadi perubahan. Data tegangan dan

arus ini pada umumnya hanya berupa meter analog dan tidak ada memorinya sehingga harus selalu dilihat dengan mata bila ada perubahan dengan demikian harus ada orang atau petugas yang selalu berada di ruang *transformator* tersebut. Untuk agar tidak ada orang yang harus berada di ruang *transformator* dan bila ada perubahan dapat tercatat walau sekecil apapun dan disampaikan juga waktunya (jam dan tanggal) dan akan ada tanda bila terjadi perubahan berupa alarm atau alat lain maka dipergunakan peralatan komputer.



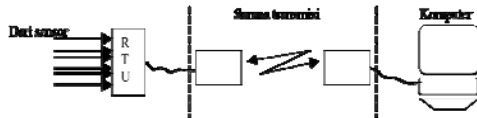
Gambar 2 Pengukuran menggunakan RTU

Penjelasan :

RTU atau *Remote Terminal Unit* menerima besaran yang sudah disesuaikan dengan persyaratan masuknya RTU yaitu 1-5 Volt DC yang berasal dari pemancar sensor. Dengan melalui kabel penghubung data yang dapat menggunakan cara *serial RS232C* maupun *RS485* disalurkan data dari RTU diteruskan ke komputer untuk ditampilkan. Pada umumnya RTU mempunyai masukan *analog* sebanyak 8 atau 12 atau 16 dan mempunyai beberapa keluaran dan masukan digital.

Akan tetapi bila komputer tersebut diletakkan di ruang *transformator* maka harus ada yang melihat sewaktu waktu apakah komputer masih bekerja atau sudah tidak bekerja karena sesuatu hal. Untuk menghindari hal tersebut maka komputer tersebut seyogyanya diletakkan di ruang yang jauh dari *transformator* dan tempat yang selalu ada orangnya yang pada umumnya disebut ruang kendali. Sehingga dari RTU melalui keluaran data *RS232C* dapat langsung dihubungkan dengan peralatan transmisi dan dikirimkan ke lokasi ruang kendali melalui radio atau peralatan lainnya seperti sistim jaringan telepon atau *Handphone*. Dengan sarana transmisi yang ada maka dapat dikirimkan kemana saja dan

jarak berapa saja, dapat jarak dekat dari lantai dasar ke lantai 3, atau dari Bandung ke Jakarta bahkan ke luar negeri atau keluar angkasa.



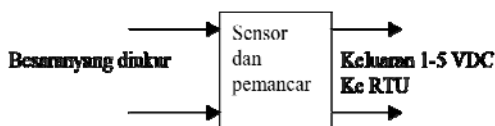
Gambar 3 Sistem Telemetry

Sensor yang digunakan untuk pengukuran perubahan besaran besaran Tegangan dan Arus digunakan secara perbandingan, misal tegangan berubah antara 360 V sampai dengan 390 V maka diturunkan 10 kalinya menjadi 36 Volt sampai 39 Volt. Hal ini dapat dilaksanakan dengan penggunaan sebuah *transformator* penurun tegangan yang dapat dibeli dengan perbandingan 10,100 atau bahkan 1000 kali. Demikian pula dengan pengukuran perubahan arusnya yang berkisar dari 40 sampai 60 ampere juga menggunakan penurun arus sehingga hanya menampilkan 5 – 8 Ampere atau lainnya. Cara ini dipakai untuk demi keamanan karena akan berbahaya sekali bila mengukur atau memasang alat ukur pada tegangan 20 KiloVolt..

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Sensor dan pemancarnya

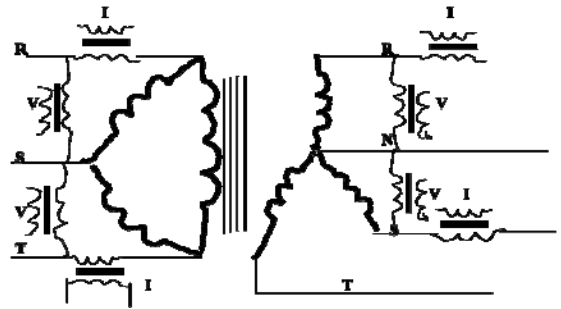
Sensor yang digunakan harus sesuai dan memenuhi yang diperlukan untuk pengukurannya dan keluarannya disesuaikan dengan masukan dari *Remote Terminal Unit*. Tata cara pengukuran adalah seperti dibawah ini.



Gambar 4 Sensor dan keluarannya

#### 3.2 Pengukuran daya transformator

Pengukuran perubahan yang terjadi pada tegangan dan arus di terminal masukan dan keluaran *Transformator* sebagai berikut :



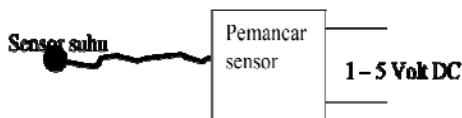
Gambar 5 Pengukuran arus dan tegangan menggunakan sensor trafo

*Transformator* pembanding penurun tegangan dipasang paralel dengan voltmeter dan dengan perbandingan 1000 kali atau 10 kali maka akan diperoleh pengukuran 20 Kilovolt menjadi 20 volt dan untuk keluarannya yang bertegangan 380 Volt akan dikeluarkan 38 Volt.. Sedangkan untuk mengukur arus dipasang secara seri dengan perbandingan 1 : 1 atau 1 : 10 sehingga untuk 100 KVA dengan arus 5 Ampere akan ditunjukkan sekitar 5 Ampere atau 0.5 Ampere. Trafo tegangan dan arus ini dipasang pada masukan dan keluaran dari *Transformator* besar dan pemilihan pembanding 1000 atau 1: 10 atau 1:1 tergantung pada besaran masukan yang harus disambungkan dan diterima oleh sensor tegangan dan arus. Sensor arus yang model baru berupa cincin yang dipasang dengan melingkarkan di kawat yang akan diukur arusnya. Keluaran dari trafo tegangan dan trafo arus ini akan dimasukkan ke sensor untuk pengukur tegangan dan arus dengan keluaran 1-5 VDC sehingga perubahan tegangan dan arus pada gulungan primer yang 20 KiloVolt dan tegangan dan arus pada gulungan sekunder yang 380 Volt akan ditampilkan oleh sensor yang akan bervariasi antara 1 sampai 5 volt saja.

Dan bilamana terjadi putusnya pembatas /fuse maka di sensor tegangan akan tidak tertampil dan di tampilan *telemetry* juga tidak akan tertampil. Dengan demikian dari komputer akan diketahui pemakaian tiap fasa oleh beban, perubahan yang terjadi pada tegangannya dan efisiensi dari *transformator* tersebut

### 3.3 Pengukuran suhu

Suhu yang diukur adalah suhu udara ruangan *transformator*, suhu *transformator*, suhu pemanas dan suhu minyak *transformator*. Sensor yang dipakai pada umumnya *thermocouple* dan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6 Sensor suhu dan keluarannya

Sensor suhunya ditempelkan di *transformator* daya, digantung ditengah ruangan, di pemanas dan dimasukkan ke minyak trafonya sehingga dengan demikian setiap perubahan suhu yang terjadi pada *transformator* daya, ruangan dan pemanas dan minyak akan dapat diketahui dan diantisipasi bila sudah mencapai tingkat kritis/bahaya. Kemampuan daerah kerja sensor suhunya antara sensor suhu ruangan dengan sensor pemanas dan sensor suhu *transformator* berbeda. Untuk suhu ruangan mempunyai daerah kerja antara 20 derajat sampai 45 derajat Celcius, untuk pemanas mempunyai daerah kerja 300 sampai 450 derajat Celcius sedangkan untuk sensor suhu *transformator* mempunyai daerah kerja 100 sampai 200 derajat Celcius.

### 3.4 Pengukuran kelembaban

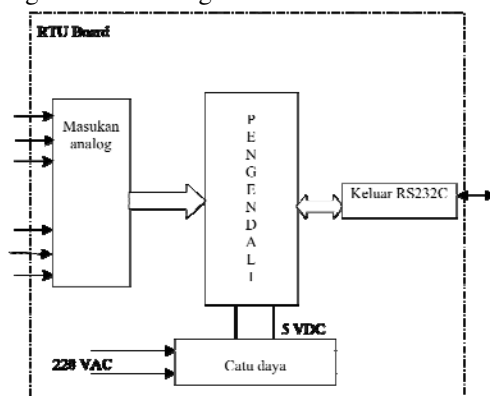
Sistim pengukuran kelembaban sama dengan sistim pengukuran suhu hanya sensornya adalah sensor kelembaban dengan daerah kerja RH pada 55 sampai 100.

### 3.5 Remote terminal unit

*Remote Terminal Unit* adalah papan elektronika dan unit yang terletak jauh (remote) dari lokasi ruang kendali. *Remote Terminal Unit* ini selalu mempunyai terminal untuk masukan yang jumlahnya dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan. Banyak sekali bentuk, model dan sistim dari *Remote Terminal Unit* yang tergantung pada kegunaan dan pembuatnya. Sehingga pada dasarnya terdiri dari :

- Pengendali (*controller*) yang pada umumnya rangkaian berbasis *Micro-controller*<sup>31</sup>
- Rangkaian masukan *analog*
- Rangkaian *power supply*
- Back panel atau sistim *Bus*
- *Port RS232C*

Sehingga secara blok diagram dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7 Blok diagram Remote Terminal Unit

Untuk kebutuhan *Supervisory Control And Data Acquisition* atau SCADA yang memerlukan keluaran untuk menggerakkan sesuatu atas perintah pengawas maka dapat ditambahkan *board* keluaran baik keluaran digital maupun keluaran *analog*. Akan tetapi karena disini hanya digunakan untuk *telemetry* atau pemantauan saja dan tidak menggerakkan sesuatu maka hanya dipasang masukan analog yang akan menerima sinyal besaran fisis dari sensor dengan pemancarnya yang berubah-ubah sesuai penggunaan. Data masukan inilah yang diproses oleh Pengendali dan mengirimkannya dalam bentuk data secara *serial* ke radio *Modem*.

Melalui *port Serial Modem* yang sama juga dibuat dan ditentukan waktu pengiriman datanya, ID dari *Remote Terminal Unit*, dan kecepatan pengiriman datanya serta lainnya sehingga dapat terjadi komunikasi antara *Remote Terminal Unit* dengan Radio *Modem* dan dengan komputer penampil di lantai 3.

### 3.6 Komputer unit penampil

Unit ini menerima data dari sarana transmisi yang berupa bit-bit data yang terhubung melalui port RS232C. Penampil ini berupa 1 set komputer dan sebuah printer. Bit bit yang masuk secara *serial* melalui RS232 tadi diproses dan hasilnya ditampilkan di layar komputer tersebut, Hasil pengukuran akan dicetak melalui pencetak /printer warna dimana bila ada perbedaan yang mencolok antara *setting* dan nilai umum dengan hasil ukuran sesaat maka akan ditampilkan dengan warna lain dan mencetaknya dapat diatur waktunya apakah setiap 5 menit, setiap 10 menit atau ketentuan lainnya.. Bilamana perbedaan tersebut berlangsung cukup lama dan membahayakan maka dibunyikan alarm.



Gambar 8 Tampilan hasil pengukuran di komputer

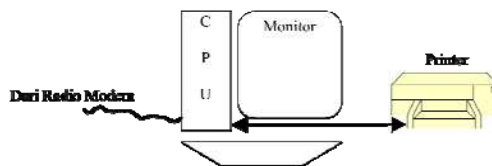
Pemrosesan sinyal yang datang tersebut dan penampilya dilaksanakan dengan menggunakan bahasa pemrograman *VISUAL BASIC*<sup>dj</sup> dan tampilannya dapat bervariasi dimana pada dasarnya adalah:

- Menampilkan besaran yang diperlukan ditampilkan (tegangan, arus, suhu, kelembaban)
- Menampilkan dengan warna yang berbeda pada besara yang berubah dalam waktu sesaat dan lama
- Menampilkan tanggal dan jam
- Dapat menampilkan dalam bentuk grafik dan tabel
- Dihubungkan dengan pencetak untuk mencetak data dalam waktu yang ditentukan

- Dapat dihubungkan dalam Lokal Area Network
- Dapat dibuat tampilan lain berbasis web untuk ditampilkan di internet

Dan tampilan yang diusulkan adalah seperti gambar 8.

Dan secara keseluruhan sistim penampil dapat dilihat digambar dibawah ini:



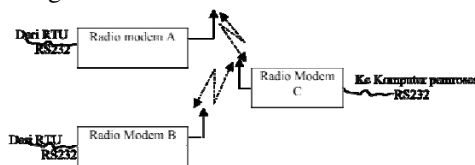
Gambar 9 Bagian komputer dan printer

### 3.7 Sarana Transmisi

Lokasi gardu ada dua yaitu di bawah gedung 20 dan diantara Gedung 70-80 sedangkan lokasi untuk tampilan dan komputer pemroses diletakkan di lantai 3 gedung 20. Dengan demikian diperlukan sarana transmisi untuk menyalurkan/ mengirim data hasil pengukuran di ruang gardu ke lokasi komputer pemroses dan penampil.

Ada beberapa macam cara yang dapat dipakai untuk menyalurkan data yaitu menggunakan kabel dengan sistim atau aturan 485 dan dengan menggunakan radio. Untuk mudahnya akan dipergunakan sistim radio dimana dipergunakan frequency yang sama akan tetapi waktu kirimnya akan diset dan diatur berbeda.

Secara blok diagram dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 10 Sistem komunikasi

Radio *Modem* ditiap gardu akan mengirimkan datanya ke Radio *Modem* C yang ada di Gedung 20 Lantai 3 dan melihat data produk yang ada di pasaran dan melihat keadaan lokasi maka dapat ditentukan kriteria Radio *Modem* yang akan dipergunakan harus memenuhi persyaratan:

- Tegangan kerja 12 VDC
- Frequency kerja VHF (freq untuk SCADA/Telemetry)
- Daya keluar 10 – 25 Watt
- Impedansi keluaran 50 Ohms
- Antenna yang dipasang model omnidirectional
- Dapat untuk komunikasi suara
- Kemampuan kecepatan pengiriman data antara 100 sampai 1200 bps

Dan data yang dikirim harus mempunyai ID dari masing-masing Modem sehingga sebagai berikut:



Gambar 11 Data bit <sup>51</sup>

#### 4. Pembuatan *software* tampilan komputer

Pembuatan *software* penampil hasil pengukuran dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *VISUAL BASIC*. Dan *flow diagram*nya dapat diuraikan sebagai berikut. Pertama komputer di Onkan dan akan ditanyakan akan membaca keadaan *transformator* di Gardu A (Gedung 20) atau Gardu B (Antara gedung 70 dengan gedung 80), dipilih salah satu. Kemudian ditampilkan yang dipilih tersebut. Tampilan akan selalu berubah setiap ada kiriman dari radio data baik ada perubahan data atau tidak ada perubahan data. Setelah tertampil tampilan hasil pengukuran, maka ada fasilitas untuk *diprint* atau tidaknya data tersebut.

Agar tidak terjadi tumbukan antara pengiriman data dari gardu A dan gardu B maka dibuat pengiriman datanya sedemikian beda waktunya atau hanya akan mengirimkan data pada saat dipanggil/diminta (*sistim Polling*).

#### 5. Kesimpulan dan saran

Dari pembahasan dalam makalah ini dapat disimpulkan bahwa sebenarnya peneliti sudah dapat merancang dan memikirkan suatu sistim *telemetry* untuk pemantauan keadaan *transformator* di

gardu-gardu yang ada di Kampus LIPI Bandung. Akan tetapi tentunya tidak dapat masuk dalam program penelitian. Dan disarankan seyogyanya para pimpinan Puslit di LIPI Bandung atau pimpinan suatu kampus dimanapun yang gardunya memerlukan pemantauan untuk menganggarkan suatu dana untuk membuat suatu sistim pemantau keadaan gardu dengan harapan dapat mengurangi kerugian yang akan timbul bilamana terjadi mati listrik.

#### 6. Daftar pustaka

- [1] \_\_\_\_, The A R R L Handbook 1995, published by The American Radio Relay League, USA, ISBN 0-87259-172-7
- [2] Curtis Fohnson, Proses Control Instrumentation Technology, Fourth Edition, Prentice Hall Career & Technology, Eaglewood Cliffs, New Jersey 07632 ISBN 0-13-721150-3
- [3] William S. Bennet, Carl F Evert Jr, Leslie C. Lander, What Every Engineer Should know about Microcomputer, Hardware/Software design, second edition, revised and expanded, , Motorola, ISBN 0-8247-8193-7 Marcel Dekker Inc, USA
- [4] Ir. F Soesianto, B., et.al., Pemrograman BASIC, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, Edisi Kedua, 1988
- [5] Bart Kosko, Neural Network for signal Processing, Prentice Hall Inc, International Edition, ISBN 0-13-614694-5