

# Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang

Yusnan Badruzzaman

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang

E-mail : yusnan.badruzzaman@gmail.com

## Abstrak

Perkembangan teknologi yang semakin modern, menuntut kita untuk selalu mengembangkan teknologi pengukuran listrik dari sistem konvensional menjadi sistem digital yang bekerja secara real time. Salah satu alat yang digunakan untuk pengukuran listrik secara real time adalah power meter. Power meter adalah suatu alat ukur yang bisa mengukur besaran-besaran listrik secara terintegrasi dari beberapa komponen alat ukur menjadi satu kesatuan yang terangkai dalam suatu alat ukur. Dengan kata lain dalam satu alat sudah dapat digunakan untuk mengukur berbagai macam jenis besaran listrik antara lain arus, tegangan, daya, faktor daya, frekuensi bahkan Total Harmonik Distorsion secara real time monitoring. Untuk dapat mengambil dan mengolah data yang terukur oleh power meter harus ditambahkan dengan data logger dan gateway (PM 8ECC.). Data Logger dan Gateway PM8ECC ini dapat digunakan untuk menganalisis penggunaan daya, arus, tegangan dan Total Harmonik Distorsion (THD) pada panel listrik. Hasil analisis ini dapat dimanfaatkan untuk menganalisa besaran-besaran listrik jika terjadi gangguan dan mampu memonitor kualitas dan kuantitas listrik pada Laboratorium Teknik Sipil Polines.

**Kata kunci:** Real Time Monitoring, Power Meter

## Abstract

*The development of the modern technology, we are required to constantly develop technology of electrical measurements from conventional system to a digital system real time measurement. The tools used for electrical measurements is a power meter. Power meter is a measuring instrument which can measure electrical quantities of several components integrated into a single unit measuring instrument. In other words, from single measurement instrument, it can be used to measure various types of electrical quantities such as current, voltage, power, power factor, frequency and even total harmonic distortion in real time monitoring. To retrieve and process the data measured from the power meter, it should be added to the data logger and gateway (PM 8ECC.). Data Logger and PM8ECC Gateway can be used to analyze the use of power, current, voltage, and total harmonic distortion (THD) at the electrical panel. Results of this analysis can be used to analyze the trouble shooting of electrical quantities and capable of monitoring the quality and quantity of electricity at the Laboratory of Civil Engineering Polines.*

**Keywords:** Real Time Monitoring, Power Meter

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, maka dibutuhkan kepraktisan dalam segala hal, termasuk penerapan pada sistem monitoring secara real time. Salah satu penerapan dari teknologi monitoring adalah pada sistem monitoring besaran listrik secara real time.

Salah satu manfaat yang didapatkan dengan pengukuran besaran listrik secara realtime adalah monitoring penggunaan energi listrik.

Monitoring ini bertujuan untuk mendapatkan data yang terkini dan data tersebut dapat diolah untuk mendapatkan peluang adanya efisiensi energi listrik.

Real time monitoring data besaran listrik ini akan diukur dengan menggunakan *Power Meter*

*Logic*. *Power Meter* ini digunakan untuk memantau total harmonik daya, arus serta tegangan. *Power Meter Logic* ini dilengkapi dengan data logger yang digunakan sebagai sarana penyimpanan data pengukuran dan analisa penggunaan daya. Untuk dapat menampilkan data yang ada pada data logger tersebut dalam layar monitor komputer digunakan software *Powerview*.

*Meter Daya* pada prinsipnya sama dengan meter-meter yang terdapat pada sebuah panel untuk mengukur arus, tegangan, frekuensi, dan *cos phi (cos $\phi$ )*. Namun, fungsi dari *Meter Daya* ini lebih kompleks apabila dibandingkan dengan meter-meter biasa pada umumnya. Selain ketepatan dalam pembacaan, juga terdapat pilihan-pilihan lain termasuk penghitungan

konsumsi daya selama pemasangan hingga satu bulan yang dapat memudahkan kita untuk melakukan penghematan daya listrik.

*Data logger* merupakan alat yang berfungsi untuk merekam keseluruhan data yang berhubungan dari system tenaga berupa tegangan, arus, factor daya, frekuensi dan harmonik. Seperti juga telah disebutkan diatas alat ini merekam daya pemakaian selama beberapa waktu yang kita inginkan guna analisa berapa pemakaian daya nominal guna peningkatan efisiensi listrik.

Dengan menggunakan teknologi *real time* ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- Dapat menampilkan data besaran listrik yang bersifat real time.
- Mengolah data besaran listrik tersebut untuk mendapatkan data yang akurat berkaitan dengan kualitas dan kuantitas besaran listrik tersebut.

Penelitian Tentang real time monitoring ini sebelumnya pernah dilakukan oleh Zulfan Khairil Simbolan pada tahun 2006.

Produk komersial yang memuat tentang program real time monitoring data ini juga telah dibuat oleh salah satu brand yang bergerak pada bidang otomasi industri yaitu Schneider Electric.

Mereka meluncurkan software bernama ION ENTERPRISE. PowerLogic ® ION Enterprise adalah suatu perangkat lunak yang memberikan solusi manajemen daya lengkap untuk penyedia energi dan operasi industri atau komersial. Perangkat lunak ini memberikan teknik dan manajemen informasi yang mereka butuhkan untuk memotong biaya energi terkait, menghindari downtime dan mengoptimalkan penggunaan peralatan.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Besaran Listrik

#### 2.1.1 Arus Listrik

adalah mengalirnya electron secara kontinyu pada konduktor akibat perbedaan jumlah electron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere.

Satu ampere arus adalah mengalirnya electron sebanyak  $628 \times 10^{16}$  atau sama dengan satu Coulumb per detik meliwati suatu penampang konduktor.

$$i = \frac{q}{t} \quad [ampere] \quad (1)$$

Dimana :

Q = Banyaknya muatan listrik dalam satuan coulomb

i = Kuat Arus dalam satuan Amper.

t = waktu dalam satuan detik.

#### 2.1.1. Tegangan

Tegangan atau seringkali orang menyebut dengan beda potensial (voltage) adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu coulomb) pada elemen atau komponen dari satu terminal atau kutub ke terminal atau kutub lainnya, atau pada kedua terminal atau kutub akan mempunyai beda potensial jika kita menggerakkan atau memindahkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya.

Keterkaitan antara kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan, sehingga pengertian diatas dapat disederhanakan bahwa tegangan adalah energi per satuan muatan.

Secara matematis :

$$v = \frac{dw}{dq} \quad (2)$$

Satuannya : Volt (V)

### 2.2 Daya Listrik

Daya pada arus bolak-balik atau alternating current (ac) ada 3 macam yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata.

#### a. Daya aktif

Daya aktif digunakan secara umum oleh konsumen. Daya aktif inilah yang biasanya dapat dikonversikan dalam bentuk kerja. Satuan daya aktif dinyatakan dalam watt.

Daya aktif (real power), didapat dari persamaan:

$$P = V.I.\cos\theta \quad (kW) \quad (3)$$

#### b. Daya reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet. Maka akan terbentuk fluks magnet. Satuan daya reaktif dinyatakan dalam VAr.

Daya reaktif (reactive power), didapat dari persamaan:

$$Q = V.I.\sin\theta \quad (kVAr) \quad (4)$$

#### c. Daya nyata

Daya nyata adalah penjumlahan geometris dari daya aktif dan daya reaktif. Daya nyata merupakan daya yang diproduksi oleh

perusahaan sumber listrik untuk didistribusikan ke konsumen. Satuan daya nyata ini dinyatakan dalam VA.

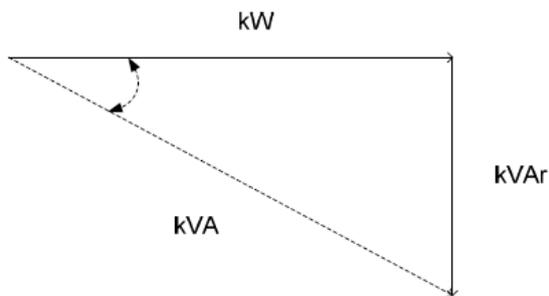
Daya nyata (apparent power), didapat dari persamaan:

$$S = V \cdot I \text{ (kVA)} \quad (5)$$

Daya aktif dan reaktif didefinisikan secara matematika sebagai berikut:

$$P + jQ = V_{rms} \cdot I_{rms} = S \quad (6)$$

Untuk bentuk gelombang arus dan tegangan sinusoidal pada frekuensi yang sama. Daya nyata atau bisa juga disebut daya kompleks, dihantarkan oleh system distribusi yang isinya adalah daya aktif dan daya reaktif. Daya reaktif apabila tidak digunakan dengan penuh, harus tetap di supply. Vector diagram biasanya digunakan untuk menyatakan hubungan dari daya nyata, daya aktif dan daya reaktif. Hubungan ketiganya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Hubungan Antara Daya Nyata, Daya Aktif dan Daya Reaktif

Dimana:

$$kVA^2 = kW^2 + kVAr^2$$

$$kW = kVA \cdot \cos\theta$$

$$kVAr = kVA \cdot \sin\theta$$

$$\cos\theta = \text{factor daya beban}$$

### 2.3 Faktor daya

Faktor daya bukan merupakan ukuran langsung dari efisiensi output-to-input, tetapi factor daya merupakan ukuran sebenarnya dari bagaimana kapasitas system tenaga listrik digunakan.

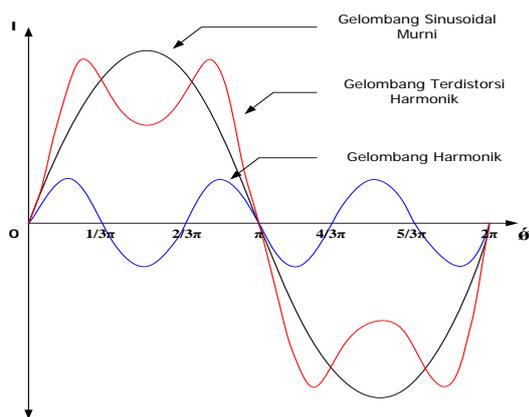
Faktor daya atau power factor (pf) didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif (real power) dalam kW dengan daya nyata (apparent power) dalam kVA. Persamaannya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Faktor daya (pf)} &= kW / kVA \\ &= (V \cdot I \cdot \cos\theta) / V \cdot I \\ &= \cos\theta \end{aligned}$$

### 2.4 Total harmonic Distortion

Harmonik adalah gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Pada dasarnya, harmonik adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya. Hal ini disebut frekuensi harmonic yang timbul pada bentuk gelombang aslinya sedangkan bilangan bulat pengali frekuensi dasar disebut angka urutan harmonik. Misalnya, frekuensi dasar suatu sistem tenaga listrik adalah 50 Hz, maka harmonik keduanya adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 100 Hz, harmonik ketiga adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 150 Hz dan seterusnya. Gelombang-gelombang ini kemudian menumpang pada gelombang murni/aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah antara gelombang murni sesaat dengan gelombang harmoniknya

Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linier dan beban non linier. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran yang linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan. Sedangkan beban non linier adalah bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Beban non- linier yang umumnya merupakan peralatan elektronik yang didalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor, dalam proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dari sumber tegangan. Proses kerja ini akan menghasilkan gangguan atau distorsi gelombang arus yang tidak sinusoidal. Bentuk gelombang ini tidak menentu dan dapat berubah menurut pengaturan pada parameter komponen semi konduktor dalam peralatan elektronik. Perubahan bentuk gelombang ini tidak terkait dengan sumber tegangannya.



Gambar 2 Bentuk gelombang harmonik

## 2.5 Alat Ukur dengan Metode Real Time Monitoring Data

### 2.5.1 Power Meter PM 810

Power meter adalah suatu peralatan digital yang multi fungsi. Power meter dapat menggantikan bermacam-macam alat ukur meter, relay, transducer, dan komponen-komponen lainnya. Power meter itu menggunakan komunikasi RS485 yang dilengkapi dengan pengintegrasian dalam setiap pemantauan daya dan sistem kendali. Sistem manajer™ software (SMS) dari power meter, ditulis untuk monitoring daya dan kendali. Power meter adalah suatu meteran dengan tingkat ketelitian yang tinggi pada beban nonlinear. Power meter merupakan suatu contoh peralatan canggih yang memungkinkan pengukuran secara akurat dan juga dapat memonitoring lebih dari 50 nilai pembacaan data secara maksimum dan minimum dari tampilan atau pengendali dengan menggunakan software.

### Kemampuan Metering

Meteran listrik ukuran arus dan tegangan harus selalu dapat melaporkan secara *real time* (setiap saat) Selain itu, meter juga harus mampu menghitung faktor daya, daya nyata, daya reaktif, dan banyak lagi. Tabel di bawah ini mencantumkan beberapa waktu nyata bahwa pembacaan diperbarui setiap detik.

Power meter mampu mengukur arus dan tegangan serta dapat juga menyimpan ataupun memberikan laporan pembacaan secara real time. Selain itu, power meter juga mampu membaca faktor daya, daya, arus, tegangan dan besaran-besaran listrik yang lainnya seperti :

- Daya satu fasa (sebagai wattmeter satu fasa).

- Daya tiga fasa (sbgai wattmeter tiga fasa)
- Daya reaktif (sebagai VAR meter).
- Wattjam (sebagai Wattjam meter atau KWH meter)
- Faktor daya (sebagai power-factor meter)
- Frekuensi (sebagai frequency-meter).



Gambar 3 Power Meter PM 810

### 2.5.2 Data Logger ( PM810 LOG )

Secara teknis, *data logger* adalah perangkat yang dapat digunakan untuk menyimpan data. Dengan kata lain *Data Logger* ini merupakan perangkat untuk memback-up data yang sudah diukur oleh Power Meter, apabila terjadi pemadaman listrik atau power meter mengalami gangguan, *Data Logger* sudah menyimpan data sesuai settingan kita sebelumnya, jadi data tidak akan hilang. Sebuah *data logger* ( perekam data) adalah perangkat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu sesuai dengan keinginan kapan data akan diambil dan dianalisis. Umumnya *data logger* terdiri dari digital-processor, berukuran kecil, daya berasal dari baterai, portable, dilengkapi dengan memory untuk menyimpan data, dan juga dilengkapi dengan sensor-sensor. *Data Logger* dapat membaca berbagai jenis sinyal listrik dan menyimpan data dalam memori internal untuk kemudian men-download ke komputer.

Sistem transfer data dari data logger ke komputer untuk keperluan pembacaan dan analisis data memerlukan suatu software. Dalam penelitian ini digunakan software Power View. Interface *data logger* ke komputer menggunakan kabel belden. Akuisisi dan monitoring data pada data logger ini dapat dilakukan secara berkala sampai batas

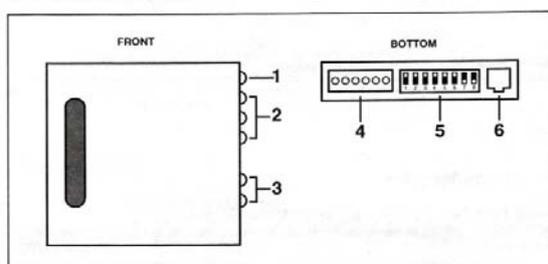
waktu pengambilan data mencapai 7 hari. Untuk setting waktu pengambilan datapun bisa diatur hingga setting waktu minimal 5 menit.

### 2.5.3 PM8ECC

PM8ECC adalah suatu perangkat keras yang digunakan untuk menghubungkan power meter dengan komputer, tujuannya adalah agar data yang diperoleh dari power meter dapat dibaca oleh suatu komputer dimana komputer tersebut sudah diisi dengan software yang sesuai dengan tipe PM 8ECC tersebut, serta perangkat keras ini didalamnya juga berfungsi sebagai data logger. Perangkat keras ini juga harus didukung dengan tambahan kabel Ethernet yaitu semacam jenis kabel yang digunakan pada jaringan LAN.

Beberapa pertimbangan apabila memilih menggunakan PM 8ECC antara lain :

1. PM 8ECC dapat diinstalasi atau digunakan pada setiap power meter tipe 800.
2. PM 8ECC mudah dalam pemasangannya.



Gambar 4 PM 8ECC

Keterangan :

1. Lampu indikator, akan berwarna hijau jika PM 8ECC aktif
2. Ethernet ada 3 bagian yang berurutan yaitu :
  - a. Lk : link aktif, ada 3 indikator lampu jika lampu tidak menyala maka PM8ECC tidak komunikasi, cahaya kuning berarti adanya komunikasi sebesar 10 Mb, lampu hijau menandakan bahwa komunikasi sebesar 100 Mb.
  - b. Tx : mengirimkan data
  - c. Rx : menerima data
3. Serial ada 2 bagian yang berurutan yaitu :
  - a. Tx : mengirimkan data
  - b. Rx : menerima data
4. Koneksi RS 485
5. Dip Switch
6. Koneksi 10 / 100 base Tx

### 2.6 SOFTWARE (POWER LOGIC POWER VIEW)

Power Logic Power View adalah perangkat lunak yang mudah digunakan untuk memonitoring suatu sistem aplikasi pengukuran

pada power meter. Power Logic Power View dalam sistem operasinya dapat melakukan pemantauan jarak jauh peralatan listrik atau instalasi suatu jaringan distribusi energi listrik. Perangkat lunak ini dapat didukung dalam proses kerjanya yaitu dengan menambahkan suatu perangkat lunak lain seperti Microsoft database yang dapat digunakan untuk mengolah data yang sudah diperoleh Power Logic Power View itu sendiri. Software ini dapat memantau berbagai macam besaran listrik antara lain arus, tegangan, faktor daya, energi dan total harmonik distorsion (THD). Dengan adanya software ini semua data dapat dianalisa, disimpan dan dapat membandingkan data – data yang diperoleh sesuai dengan kurun waktu tertentu ( dapat disetting ) misalnya data yang diperoleh adalah data pemakaian daya listrik sehari-hari dengan itu dapat diperoleh perbandingan pemakaian daya listrik tiap harinya.

Software powerview juga memiliki keuntungan dan kelemahan dalam penggunaannya, antara lain :

Keuntungannya antara lain adalah :

- Powerview dapat menyetting waktu pengambilan data mulai dari 5 menit sampai 24 jam, jadi data dapat diambil sesuai dengan waktu yang diinginkan.
- Powerview dapat menampilkan data dalam bentuk grafik ataupun diagram batang
- Data dapat dirubah dalam bentuk excel yang akan memudahkan dalam menganalisis data.
- Powerview dapat menampilkan hampir semua besaran listrik diantaranya arus, tegangan, energi, harmonik dan  $\cos \phi$ .

Kelemahan adalah sebagai berikut :

Pada penggunaan data logger, powerview tidak dapat membaca arus dan tegangan harmonik (THD), THD hanya dapat dibaca apabila tidak menggunakan data logger atau hanya menggunakan PM8ECC saja

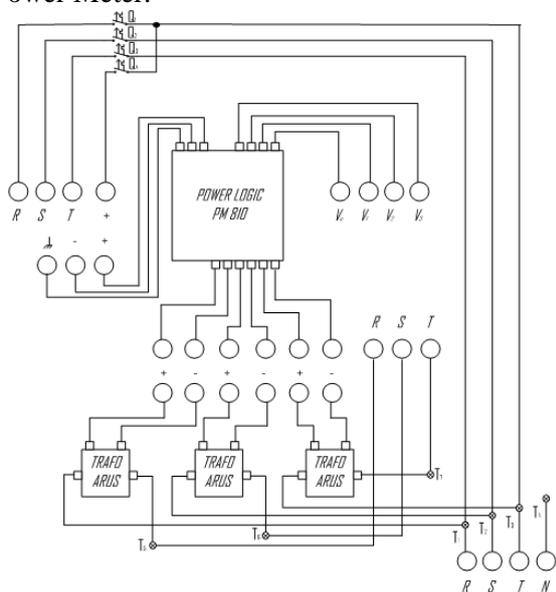
## III. PEMBAHASAN

### 3.1 Konfigurasi Alat

Dalam proses pemasangan power meter yang berfungsi untuk membaca besaran listrik seperti, daya, arus, tegangan, faktor daya, frekuensi, harmonik, beban puncak, arus maupun tegangan maksimum dan minimum, dll, yang dikonsumsi oleh Politeknik Negeri Semarang khususnya Laboratorium Sipil. Power meter ini dipasang pada panel penerangan Laboratorium Sipil

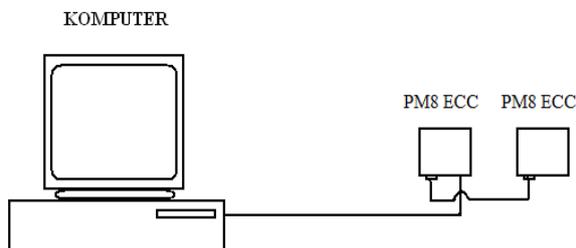
Politeknik Negeri Semarang melalui alat ukur mekanik (kwh meter, ampere meter, dan volt meter) Laboratorium Sipil.

Berikut adalah gambar wiring diagram untuk Power Meter.



Gambar 5 Wiring diagram Power Meter PM 810

Sedangkan untuk pengambilan data dari power meter ke program Power View dapat dilihat pada gambar 6. di bawah ini :



Gambar 6 Pemasangan PM8 ECC secara single ethernet konfigurasi serial

TABEL 3.1. DATA ARUS DAN DAYA PADA PENGAMBILAN DATA GENERAL MEASURMENT DAN THD QUANTITIES

TGL & WAKTU	IA	IB	IC	PF Tot	App. Power	Reactive Power	Real Power
8/18/2010 9:30 AM	3,23	5,81	13,44	0,64	4,67	3,56	2,98
8/18/2010 9:35 AM	1,38	5,21	7,19	0,78	2,86	1,77	2,24
8/18/2010 9:40 AM	1,37	5,34	8,12	0,76	3,08	1,98	2,33
8/18/2010 9:45 AM	1,38	5,09	4,9	0,76	2,35	1,51	1,79
8/18/2010 9:50 AM	1,37	5,07	4,66	0,77	2,29	1,45	1,77
8/18/2010 9:55 AM	1,36	5,14	4,81	0,76	2,33	1,51	1,77
8/18/2010 10:00 AM	1,38	5,2	5,36	0,77	2,46	1,56	1,89
8/18/2010 10:05 AM	1,41	5,82	11,68	0,77	3,87	2,45	2,99
8/18/2010 10:10 AM	1,4	7,09	12,26	0,74	4,29	2,89	3,17
8/18/2010 10:15 AM	1,37	5,53	8,3	0,75	3,14	2,08	2,34
8/18/2010 10:20 AM	1,39	5,51	8,43	0,76	3,19	2,05	2,42
8/18/2010 10:25 AM	1,43	5,59	8,78	0,75	3,28	2,16	2,46
8/18/2010 10:30 AM	1,42	5,42	7,53	0,76	2,97	1,92	2,27
8/18/2010 10:35 AM	1,41	6,21	8,07	0,75	3,25	2,14	2,45
8/18/2010 10:40 AM	1,37	5,32	5,67	0,76	2,55	1,65	1,95
8/18/2010 10:45 AM	1,45	5,28	5,65	0,76	2,57	1,66	1,95
8/18/2010 10:50 AM	1,47	5,22	4,86	0,76	2,39	1,55	1,82
8/18/2010 10:55 AM	1,47	5,21	5,25	0,75	2,46	1,63	1,84
8/18/2010 11:00 AM	1,47	5,56	7,93	0,76	3,09	1,99	2,35

### 3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data hasil pengamatan dilakukan pada panel distribusi Politeknik Negeri Semarang, khususnya pada panel penerangan Laboratorium Teknik Sipil pengambilan data dilakukan dengan dua tipe laporan yaitu *general measurement* dan *THD quantities*.

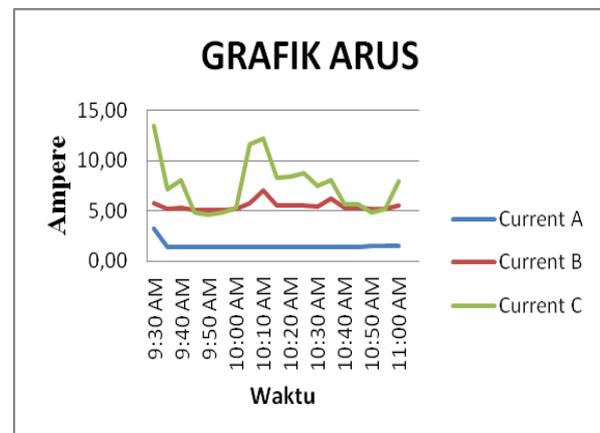
TABEL 3.2. DATA TEGANGAN PADA PENGAMBILAN DATA GENERAL MEASURMENT DAN THD QUANTITIES

TGL & WAKTU	VA-B	VA-N	VB-C	VB-N	VC-A	VC-N
8/18/2010 9:30 AM	359	205	363	210	360	209
8/18/2010 9:35 AM	359	205	364	211	360	209
8/18/2010 9:40 AM	359	205	363	211	360	209
8/18/2010 9:45 AM	358	205	363	211	360	209
8/18/2010 9:50 AM	358	204	362	210	359	209
8/18/2010 9:55 AM	357	204	362	210	359	208
8/18/2010 10:00 AM	357	204	361	209	358	208
8/18/2010 10:05 AM	356	203	360	209	357	208
8/18/2010 10:10 AM	358	204	362	210	359	209
8/18/2010 10:15 AM	358	205	362	210	359	209
8/18/2010 10:20 AM	360	206	364	211	361	210
8/18/2010 10:25 AM	360	206	364	211	361	210
8/18/2010 10:30 AM	359	206	364	211	361	210
8/18/2010 10:35 AM	359	206	364	211	361	210
8/18/2010 10:40 AM	360	206	364	211	361	210
8/18/2010 10:45 AM	360	206	364	211	361	210
8/18/2010 10:50 AM	360	206	364	211	361	210
8/18/2010 10:55 AM	360	206	364	211	361	210
8/18/2010 11:00 AM	359	205	364	211	361	210

10:00 AM	72,9	18,6	16,8	3,7	2,9	3
10:05 AM	74,3	13,9	13	3,8	3	3,1
10:10 AM	68,7	13,9	17,7	3,6	2,9	3
10:15 AM	71,2	17	16,4	3,7	2,9	3,1
10:20 AM	73,5	17,1	16,1	3,6	2,8	2,8
10:25 AM	84	14,8	13,6	3,8	3	3,2
10:30 AM	85,8	16,2	16,6	3,8	2,9	3,3
10:35 AM	69	16,1	13,4	3,8	3	3,2
10:40 AM	73,6	17	14	3,8	3,1	3,2
10:45 AM	84,5	17,6	15,6	3,8	3,1	3,2
10:50 AM	87,2	21	18	3,9	3,1	3,2
10:55 AM	79,7	19,1	16,6	3,9	3,2	3,3
11:00 AM	85,1	18	17,1	3,9	3,1	3,2

### 3.3 Analisa Data

Setelah melakukan pengambilan data pada panel penerangan Laboratorium Teknik Sipil maka dapat dilakukan analisis data arus dan tegangan. Berikut adalah gambar grafik arus beban mulai dari jam 9.30 sampai jam 11.00.



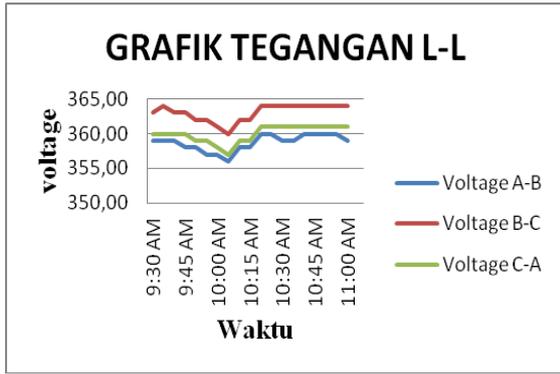
Gambar 7 Tampilan grafik arus

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa arus pada laboratorium teknik sipil terutama pada current C cenderung berubah, hal ini disebabkan adanya aktifitas kelistrikan di Laboratorium Teknik Sipil seperti molen listrik, komputer, printer, dan lain lain.

Selain arus, diperoleh pula data tegangan L-L dan L-N, dibawah merupakan grafik harmonik tegangan L-L dan L-N.

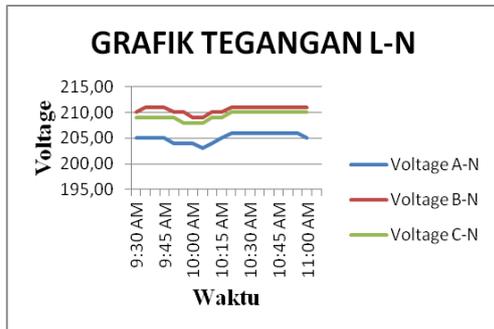
TABEL 3.3 THD QUANTITIES PADA POWERVIEW

Waktu	THD IA (%)	THD IB (%)	THD IC (%)	THD VA-N (%)	THD VB-N (%)	THD VC-N (%)
9:30 AM	69	18,9	21,4	3,6	2,8	3
9:35 AM	74,8	17,8	17,8	3,6	2,8	3
9:40 AM	70,7	17,8	13,2	3,6	3	3,1
9:45 AM	76,5	17,1	18,1	3,6	2,9	3,1
9:50 AM	79,8	16,4	16,7	3,6	2,9	3,1
9:55 AM	71,8	18,7	16,3	3,7	2,9	3,1



Gambar 8 Tampilan grafik tegangan line to line

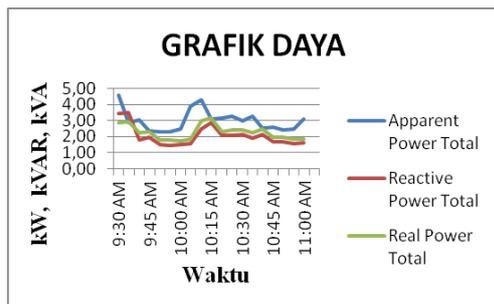
Dari grafik tegangan diatas dapat dilihat bahwa tegangan L-L pada laboratorium teknik sipil cenderung menurun kemudian kembali meningkat pada jam tertentu, ini dikarenakan pada jam-jam tersebut mulai adanya aktifitas kelistrikan di laboratorium sipil.



Gambar 9 Tampilan grafik tegangan line to netral

Sedangkan pada grafik tegangan L-N dapat dilihat bahwa tegangan harmonik L-N yang timbul, cenderung stabil. Ini disebabkan karena pemakaian beban (lampu), kipas angin, motor 1 phasa pada Laboratorium Teknik Sipil cenderung tetap serta tidak terjadi perubahan.

Pada tabel frekuensi dan faktor daya, rata rata faktor daya yang terbaca adalah sebesar 0,9 hal ini menunjukkan bahwa pada laboratorium teknik sipil mempunyai faktor daya yang cukup baik karena faktor daya yang baik adalah mendekati 1.



Gambar 10 Tampilan grafik daya

Dilihat dari grafik daya menunjukan bahwa pemakaian daya pada laboratorium teknik sipil tidak terlalu besar, Pemakaian daya meningkat hanya pada jam tertentu saja, Hal ini disebabkan pada saat pengambilan data bertepatan dengan libur semester sehingga daya yang terpakai tidak terlalu besar.

3.4 Analisis data Harmonik Arus dan Tegangan

Untuk menganalisis besarnya arus dan tegangan harmonis, menggunakan rumus :

$$I_h = \frac{\%THD \times I_s}{100} \tag{7}$$

$$V_h = \frac{\%THD \times V_s}{100} \tag{8}$$

Keterangan :

- $I_h$  = Arus harmonik
- $V_h$  = Tegangan harmonik
- $I_s$  = Arus sistem
- $V_s$  = Tegangan sistem
- $\%THD$  = % THD Arus
- $\%THD$  = % THD Tegangan

Sesuai dengan data yang ada pada tabel 4.2 tanggal 18 Agustus 2010 jam 11.00, Arus  $I_hA$  dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui bahwa  $\%THD = 85,1\%$  dan  $I_A = 1,47$  Ampere

Dengan menggunakan persamaan (7)  $I_h$  dapat dihitung :

$$I_h = \frac{\%I_h \times I_s}{100}$$

$$I_h = \frac{85,1 \times 1,47}{100}$$

$$I_h = 1,25 \text{ Ampere}$$

Untuk Arus  $I_c$

Diketahui : -  $\%THD = 17,1\%$

$$I_c = 7,93 \text{ Ampere}$$

Maka dengan cara yang sama dapat dicari nilai  $I_h$  sebagai berikut :

$$I_h = \frac{\%I_h \times I_s}{100}$$

$$I_h = \frac{17,1 \times 7,93}{100}$$

$$I_h = 1,35 \text{ Ampere}$$

Untuk perhitungan tegangan harmoniknya, dapatdihitung dengan persamaan (8).

Dari data pada tanggal 18 Agustus 2010 jam 11.00 diketahui :  $\%THD = 3,9$  dengan  $V_{A-N} = 205\text{Volt}$

Tegangan harmonik dapat dihitung sebagai berikut :

$$V_h = \frac{\%V_h \times V_s}{100}$$

$$V_h = \frac{3,9 \times 205}{100}$$

$$V_h = 7,99 \text{ Volt}$$

Untuk tegangan VC-N

Diketahui : - %THD = 3,20  
VA-N = 210 Volt

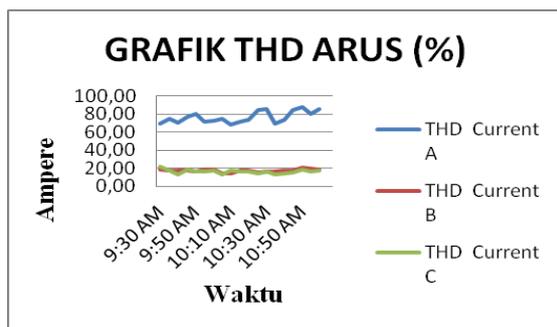
Dengan cara yang sama tegangan harmoniknya dapat dihitung sebagai berikut :

$$V_h = \frac{\%V_h \times V_s}{100}$$

$$V_h = \frac{3,20 \times 210}{100}$$

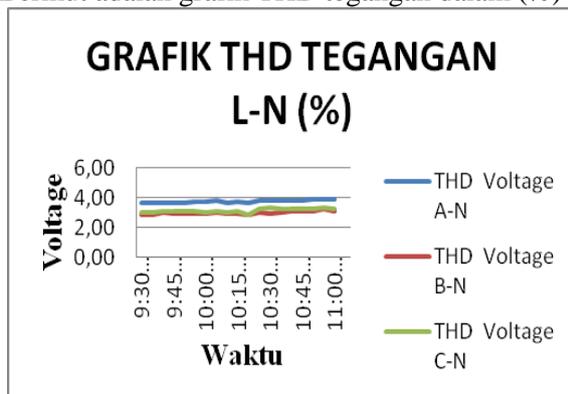
$$V_h = 6,72 \text{ Volt}$$

Berikut adalah grafik THD arus dalam (%)



Gambar 11 Tampilan grafik THD arus (%)

Berikut adalah grafik THD tegangan dalam (%)



Gambar 12 Tampilan grafik THD tegangan (%)

Setelah menganalisis data hasil pengamatan serta menghitung harmonik tegangan serta arus, dapat jelaskan bahwa semakin besar pemakaian beban, maka beban arus listrik akan bertambah. Kenaikan arus beban ini akan menyebabkan

semakin besar pula harmonik arus yang ditimbulkan.

Laboratorium Teknik Sipil pada umumnya mempunyai harmonik yang cenderung tetap namun di beberapa pengambilan data masih terdapat harmonik yang tinggi yaitu diatas 2%. Besarnya harmonik tersebut dimungkinkan diakibatkan adanya beban non linear seperti komputer, televisi, komputer, UPS dan lampu florescent yang menggunakan komponen ballast. Tingginya harmonik baik terhadap arus dan tegangan pada suatu sistem tenaga listrik akan menimbulkan kerusakan pada peralatan listrik misalnya, panasnya kabel penghantar, borosnya pemakaian energi juga dapat menimbulkan tambahan torsi pada kwh.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan penggunaan Alat ukur yang bersifat *real time* maka seluruh aktifitas kelistrikan yang ada di Politeknik Negeri Semarang khususnya pada Laboratorium Teknik Sipil dapat termonitor secara seksama dan mampu menggantikan penggunaan berbagai macam alat ukur yang masih analog.
2. Power Meter mempunyai kelebihan karena dapat membedakan beban yang dipakai antara beban resistif, kapasitif, dan induktif.
3. Power meter dapat menampilkan tegangan, arus, daya, dan faktor daya secara bersamaan dengan tampilan yang mudah dilihat pada suatu layar monitor komputer atau lainnya.
4. Pengambilan data dan pengujian alat dilakukan dengan memasang power meter pada panel penerangan dengan proses pengambilan data berdasarkan beban yang dikonsumsi.
5. Sistem transfer data dari *power meter* ke komputer untuk keperluan pembacaan dan analisis data memerlukan suatu software tambahan yaitu *Power Logic Power view*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryatmo,F. *Teknik Pengukuran Listrik dan Elektronika*. Jakarta:Bumi Aksara. 1997.
- [2] *Power Logic Power View* . Schneider.
- [3] Sapiie, Soedjana. Osamu Nishino.*Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik*. Jakarta : PT. Pradnyan

- Paramita.1975.
- [4] Sumardi. *Komponen Sistem Kontrol*. Bahan Kuliah : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
  - [5] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research* 2, 429 - 444. 1978.
  - [6] Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Zhu, Joe. *Data Envelopment Analysis : History, Models and Interpretations*, Kluwer's International Series, Boston. 2003.