

## ANALISA KONSUMSI ENERGI PADA BENGKEL LISTRIK POLITEKNIK NEGERI JAKARTA SECARA *REAL TIME* MENGUNAKAN *MOBILE KOMUNIKASI*

A.Damar Aji<sup>1)</sup>, Murie Dwiyanti dan Kendi Moro Nitisasmita  
Teknik Listrik Jurusan , Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta ,  
Jl.Prof Siwabessy ,Kampus UI Depok, 16425, Indonesia  
E-mail: adamaraji@gmail.com<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

*Analysis of energy consumption required for energy savings and searches damage electrical load. Analysis of energy consumption should be done in real time using a monitoring system that is directly connected to the main panel. This will make it easier to find the data that is abnormal phenomenon. So that a direct solution. Conditions abnormal data we found when testing the tool in the study last year indicates that the electrical system in the PNJ, especially in the workshop Electrical Engineering Department needs serious treatment. However, the data that we can not yet able to determine the electrical load anything abnormal, considering the age of electricity PNJ old (established in 1982). Therefore, activity monitoring energy consumption in real time and continue it's important. The results of this track record that will be analyzed to determine improvement and energy saving solutions in particular for electrical engineering workshop. The process of data monitoring is done by installing kWh meter module on the main panel and electrical workshop will look at the data-SCADA PC and smartphone.*

**Keywords:** *Kwh Meter, Monitoring, SCADA*

### ABSTRAK

*Analisa konsumsi energi diperlukan untuk penghematan energy dan penelusuran kerusakan beban listrik. Analisa konsumsi energi selayaknya dilakukan secara real time menggunakan sistem monitoring yang langsung terhubung dengan panel utama. Hal ini akan memudahkan dalam menemukan fenomena data yang abnormal. Sehingga langsung mendapatkan solusinya. Kondisi data abnormal yang kami temukan pada saat melakukan uji coba alat pada penelitian tahun lalu menandakan bahwa sistem kelistrikan di PNJ khususnya di bengkel Prodi Teknik Listrik perlu penanganan yang serius. Namun, data yang kami dapat belum bisa mengetahui beban listrik apa saja yang abnormal, mengingat usia kelistrikan PNJ yang sudah tua (berdiri tahun 1982). Oleh karena itu, pemantauan aktivitas konsumsi energy secara real time dan continue sangatlah penting. Hasil rekam jejak inilah yang akan dianalisa untuk menentukan solusi perbaikan dan penghematan energi khususnya untuk bengkel teknik listrik. Proses pemantauan data ini dilakukan dengan memasang modul kWh meter pada panel utama bengkel listrik dan datanya akan terlihat pada PC-SCADA dan smartphone.*

**Kata Kunci:** *Kwh Meter, Monitoring, SCADA*

### PENDAHULUAN

Penghematan energi menjadi isu yang semakin disuarakan di semua Negara. Terlebih akhir-akhir ini telah terjadi krisis energi di dunia. Energi yang berupa listrik dan bahan bakar minyak memang sangat memanjakan masyarakat. Bahkan kini manusia mulai tergantung terhadap listrik, sehingga merasa dirugikan ketika mendapati listrik *shut down* (mati). Pemadaman bergilir kerap terjadi dikarenakan *supply and demand* pasokan

energy listrik tidak seimbang. Kondisi ini kian diperparah oleh perilaku masyarakat sebagai konsumen yang berlaku boros dalam pemakaian energi. Survey yang dilakukan oleh PLN, menunjukkan jam beban puncak terjadi pada kisaran waktu 17.00 sd 22.00. Ketika itu hampir semua golongan konsumen baik domestik maupun industri memanfaatkan energi. Maka kita sebagai pengguna yang tidak tahu menahu tentang pembuatan atau proses dari terciptanya energi sehingga

siap pakai sangat penting untuk melakukan penghematan.

Salah satu cara untuk memulai penghematan adalah dengan melakukan studi atau analisa beban. Studi beban sangat penting dalam perencanaan pengembangan suatu sistem untuk masa yang akan datang karena pengoperasian yang baik dari sistem tersebut banyak tergantung pada diketahuinya efek interkoneksi dengan sistem tenaga yang lain, beban yang baru, sistem pembangkit baru serta saluran transmisi baru sebelum semuanya dipasang. Sehingga apa yang diprediksikan, kebutuhan energi antar *supply and demand* dapat seimbang.

Produk penelitian kami tahun kemarin, yaitu Prototype sistem pencatatan KWH meter otomatis berbasis ZigBee telah diuji cobakan menggunakan *supply* daya pada bengkel listrik. Sistem ini mampu memonitor konsumsi energi listrik di lokasi tersebut. Namun hasil pembacaannya terdapat data yang abnormal, dimana terjadinya ketidakseimbangan beban antar fasa, dan faktor daya yang tidak memenuhi kriteria kelayakan serta kadang terjadi *trip* pengaman beban lebih (MCB). Hal inilah yang mendasari motif utama kami melanjutkan penelitian guna menganalisa konsumsi energi di bengkel listrik. Hasil analisa ini akan digunakan untuk melakukan perbaikan dan penghematan energi.

Proses pengambilan data dan pemantauan konsumsi energi selayaknya dapat dilakukan secara *real time* dan di *support* oleh *device* komunikasi yang *mobile*. Agar analisa dapat berlangsung cepat dan segera ditemukan solusinya bila didapatkan fenomena data yang abnormal. Maka penelitian ini akan memasang Prototype Sistem pembacaan KWH Meter yang berbasis ZigBee (alat yang dibuat pada penelitian tahun sebelumnya) di Panel bengkel listrik untuk menganalisa aktivitas konsumsi energi secara *real time* dan *mobile*. Didukung dengan menggunakan perangkat lunak yang

ditanamkan ke perangkat *smartphone* (gadget). Diharapkan hasil analisa ini mampu menghasilkan solusi untuk penghematan energy.

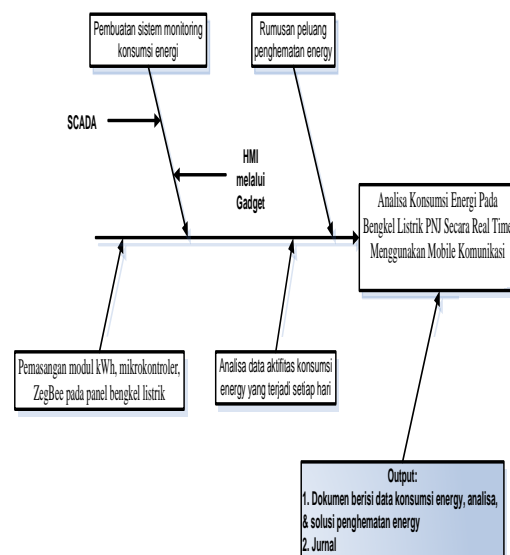
## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penerapan alat yang telah dibuat (penelitian tahun pertama) pada panel bengkel listrik prodi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro PNJ. Pemasangan alat ini digunakan untuk memonitor konsumsi energy listrik yang terjadi setiap hari.

### Bahan / alat penelitian

Alat penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

- Power Quality meter
- Modul alat kWh meter, mikrokontroler, ZegBee
- Konverter RS-485 to USB
- PC/laptop
- Gadget (HP android/tablet)
- Asecoris pelengkap (kabel, skun, dll)
- alat ukur seperti Amperemeter, voltmeter, dan Ohmmeter.



Gambar.1 Fishbond penelitian

### Tahapan penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dalam 4 (empat) tahap, YAITU;

#### a) Tahap pertama adalah

1. Merancang tampilan pada SCADA, berupa grafik, report, alarm dan input data, serta akses data. Tampilan ini harus dibuat menarik dan *user friendly*.
2. Merancang tampilan pada HMI gadget. Tampilannya harus serupa dengan tampilan SCADA.
3. Melakukan uji coba secara bertahap. Tahap pertama uji coba koneksi SCADA dengan modul kWh. Tahap kedua uji coba koneksi Gadget dengan modul kWh.

#### b) Tahap kedua

Adalah memasang Power Quality Meter pada panel utama yang terletak di bengkel listrik PNJ. Tahapan yang akan dikerjakan adalah:

1. Memasang 3 (tiga) buah CT (*current transformer*) untuk fasa R, S, T, pada kabel *incoming* dari PLN.
2. Menghubungkan keluaran CT (sisi sekunder) ke PQ meter untuk pengukuran arus
3. Menghubungkan tegangan ke PQ meter untuk pengukuran tegangan
4. Melakukan uji coba koneksi antara PQ meter dengan arus dan tegangan pada panel.

#### c) Tahap ketiga

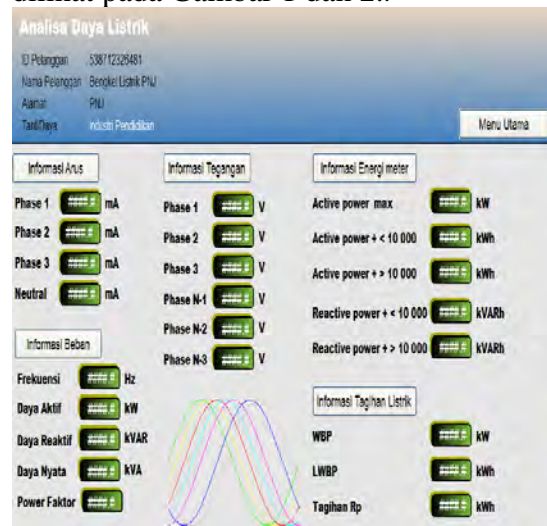
Adalah memasang sistem monitoring konsumsi energy berupa PC dan gadget.

#### d) Tahap keempat

Adalah memonitor konsumsi energi secara *real time* dan di rekam datanya untuk keperluan analisa penghematan energy.

data kWh. kWh yang digunakan adalah Power logic PM750 keluaran dari Schneider Electric. Power meter ini akan dipasang pada panel utama di bengkel listrik dan dihubungkan langsung ke PC (SCADA) melalui komunikasi Modbus RS-485. Data-data kWh yang ditampilkan dapat dilihat pada Tabel 1. (di halaman belakang)

Alamat register pada Tabel 1 merupakan Tagname untuk SCADA. Tampilan yang dirancang untuk penelitian ini adalah halaman utama yang berisi informasi sesuai Tabel 3.1, tampilan report data kWh yang bisa di print setiap saat sesuai kebutuhan, tampilan datalogging untuk merekam data yang dibuat dengan format excell, dan tampilan trend atau grafik. Rancangan tampilan pada SCADA dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2..



Gambar 1. Tampilan halaman utama pembacaan daya listrik

## HASIL dan PEMBAHASAN

Tahapan penelitian yang baru dilaksanakan adalah membuat rancangan tampilan SCADA untuk menampilkan

**Data kWh Report**

CURRENT STATUS

1	Arus Fase 1	#COM
2	Arus Fase 2	#COM
3	Arus Fase 3	#COM
4	Arus Neutral	#COM

TEGANGAN STATUS

1	Tegangan Fase 1	#COM
2	Tegangan Fase 2	#COM
3	Tegangan Fase 3	#COM
4	Neutral_L1	#COM
5	Neutral_L2	#COM
6	Neutral_L3	#COM

POWER STATUS

1	Reactive power	#COM
2	Active power	#COM
3	Apparent power	#COM
4	Power Faktor	#COM
5	Frekuensi	#COM

LOAD STATUS

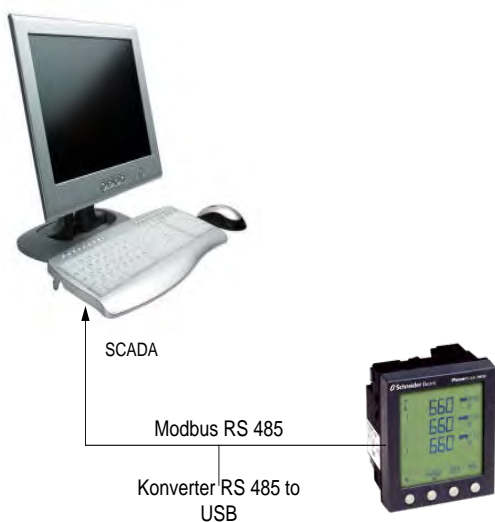
1	kWh1	#COM
2	kWh2	#COM
3	kVARh1	#COM
4	kVARh2	#COM

Gambar 2. Tampilan KWH

**Pemrograman Power Logic**

Setelah rancangan tampilan SCADA selesai, tahapan selanjutnya adalah uji coba SCADA ke power logic.

Gambar 3 berikut menunjukkan diagram Power Logic ke SCADA



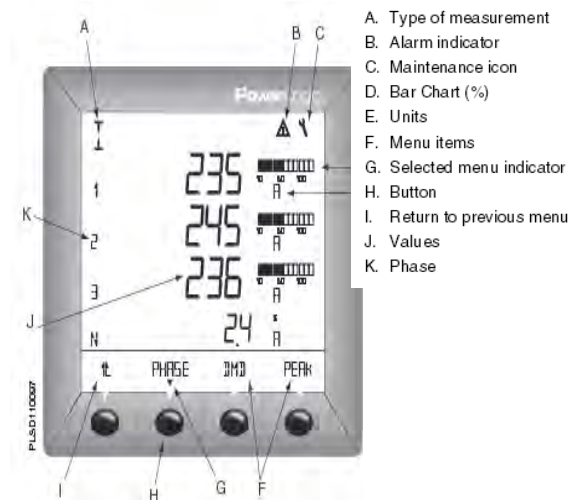
Gambar 3. Hubungan SCADA dengan Power Logic

Spesifikasi power logic dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Power Logic PM750

Input(s)	Specifications
<b>Voltage inputs</b>	
Nominal full scale (Un):	10 to 277 direct V ac line-to-neutral 10 to 480 V ac direct line-to-line Up to 1.6 MV with external VT/PT, start of measuring voltage depends on PT ratio
Metering over-range	1.2 Un (20%)
Input impedance	2 M Ω (Ph-Ph) / 1 M Ω (Ph-N)
Frequency range	45 to 65 Hz
<b>Current inputs</b>	
Nominal current	1 A or 5 A ac
Metering range	5 mA to 6 A ac
Withstand	10 A continuous, 50 A for 10 s per hour, 120 A for 1 s per hour
Load/burden	< 0.15 VA
Impedance	< 0.1 ohm
<b>Control power</b>	
Operating range	100 to 415 V ac ±10% 125 to 250 V dc ±20%
Load/burden	5 VA (ac) or 3 W (dc)
Ride through	100 ms at 120 V ac

Agar SCADA dan power logic dapat berkomunikasi, power logic harus diprogram. Pemrograman yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.4 – 3.10.



Gambar 4. Display power logic



1. In SETUP mode, press  $\rightarrow$  until METER is visible.
2. Press  $\rightarrow$  until F (system frequency) is visible.
3. Press F.
4. Select the frequency.
5. Press OK to return to the METER SETUP screen.
6. Press  $\leftarrow$  to return to the SETUP MODE screen.

Gambar 5. Setting frekuensi



1. In SETUP mode, press  $\rightarrow$  until METER is visible
2. Press METER
3. Press  $\rightarrow$  until SYS (system type) is visible.
4. Press SYS.
5. Select the SYS (system type): 10, 11, 12, 30, 31, 32, 40, 42, 44.
6. Press OK to return to the METER SETUP screen.
7. Press  $\leftarrow$  to return to the SETUP MODE screen.

Gambar 6. Setting tipe sistem instalasi



1. In SETUP mode, press  $\rightarrow$  until METER is visible.
2. Press METER.
3. Press CT.
4. Enter the PRIM (primary CT) number.
5. Press OK.
6. Enter the SEC. (secondary CT) number.
7. Press OK to return to the METER SETUP screen.
8. Press  $\leftarrow$  to return to the SETUP screen.

Gambar 7. Setting Nilai Current Transformer (CT)



1. In SETUP mode, press  $\rightarrow$  until METER is visible.
2. Press METER.
3. Press PT.
4. Enter the SCALE value: x1, x10, x100, NO PT (for direct connect).
5. Press OK.
6. Enter the PRIM (primary) value.
7. Press OK.
8. Enter the SEC. (secondary) value.
9. Press OK to return to the METER SETUP screen.
10. Press  $\leftarrow$  to return to the SETUP MODE screen.

Gambar 8. Setting Nilai Voltage Transformer (VT)



1. In SETUP mode, press  $\rightarrow$  until COM is visible.
2. Press COM.
3. Enter the ADDR (meter address): 1 to 247.
4. Press OK.
5. Select the BAUD (baud rate): 2400, 4800, 9600, or 19200.
6. Press OK.
7. Select the parity: EVEN, ODD, or NONE.
8. Press OK to return to the SETUP MODE screen.

NOTE: Default values are displayed.

Gambar 9. Setting komunikasi

### Pemasangan pada Panel

Power logic dipasang pada panel utama yang berlokasi di Bengkel Teknik Listrik. Panel utama dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan 3.11.



Gambar 10. Cover panel utama di bengkel listrik



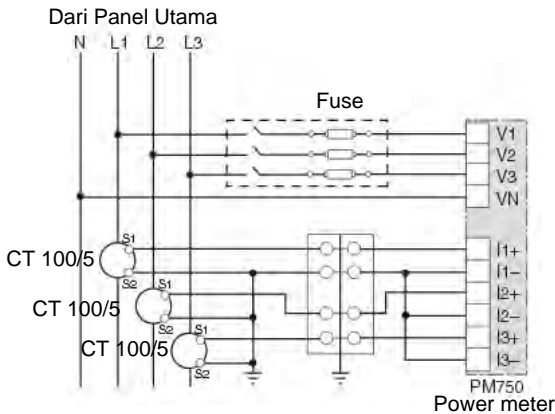
Gambar 11. Tampak dalam panel utama di bengkel listrik

Jika dilihat pada Gambar 10 tidak terdapat alat untuk pengukuran daya listrik. Sehingga untuk menganalisa daya listrik perlu alat bantu yang salah satunya adalah power meter. Power meter ini akan di pasang di sebelah panel. Gambar 3.12 menunjukkan kegiatan pembuatan rangka power meter. Diagram pengawatan power

meter ke panel utama dapat dilihat pada Gambar 13.



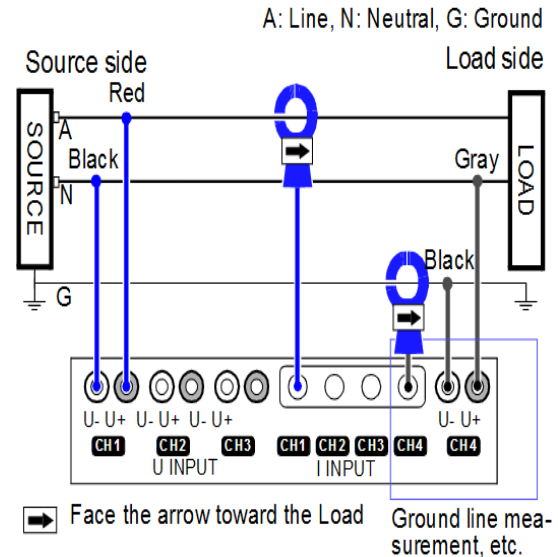
Gambar 12. Pembuatan rangka power meter



Gambar 13. Diagram Pengawatan power meter ke panel

**Perekaman data dan pemonitor daya.**

Perekaman dan pemantauan konsumsi daya listrik dilakukan pada panel utama bengkel listrik dan dilakukan pada pukul 12.00 – 15.30 WIB. Perekaman data hanya dilakukan untuk beban line R saja dengan metode 1P2W, wiring diagram terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Wiring diagram 1 fase 2 W

Tampilan wiring diagram dapat dilihat pada layar PC, seperti Gambar 3.15.



Gambar 15. Tampilan wiring diagram pada PC

Dari Gambar 15 dapat dilihat bahwa tegangan pada line R = 207.51 V, arus = 10.68 A, daya 3.05 kW. Hasil perekaman data tegangan dapat dilihat pada Gambar 3.16.

Agar dapat dimonitor melalui SCADA atau mobile device perlu dilakukan konfigurasi komunikasi. Konfigurasinya dapat dilihat pada Gambar 16.

IP address yang digunakan adalah 198.162.1.31.



Gambar 16. Konfigurasi komunikasi

Untuk mengetahui apakah koneksinya tersambung dapat menggunakan perintah **ping 192.168.1.31**. Jika tersambung akan terlihat tampilan seperti pada Gambar 17.

```
C:\Users\mrg>ping 192.168.1.31

Pinging 192.168.0.10 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time=11ms TTL=64
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time=9ms TTL=64

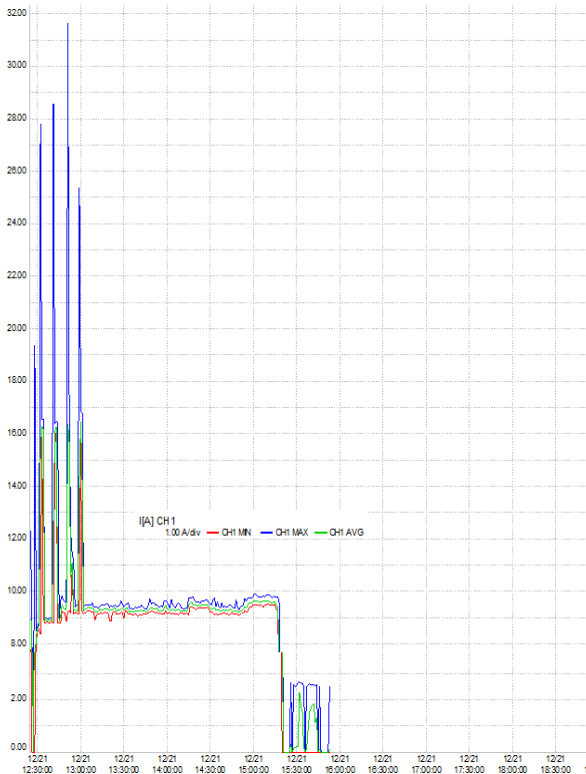
Ping statistics for 192.168.1.31:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 6ms, Maximum = 11ms, Average = 8ms
```

Gambar 17. Hasil pengecekan koneksi terhubung

Dari Gambar 17 dapat dilihat bahwa paket data yang dikirim adalah 4 dan diterima 4 sehingga tidak ada data yang hilang. Jika koneksi sudah tersambung maka dimulailah perekaman data. Hasil perekaman data dapat dilihat pada Gambar 18 sampai dengan Gambar 25.



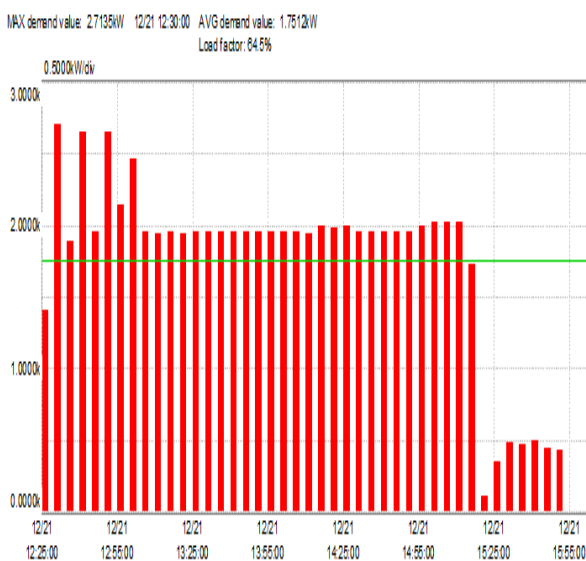
Gambar 18. Hasil perekaman data tegangan dari jam 12.30 – 15.30 WIB  
Dari Gambar 18 dapat dilihat bahwa tegangan maksimum 216 Volt dan tegangan minimum 207 Volt. Terjadi drop tegangan sekitar 3,8 % dari tegangan normalnya 220 Volt. Hal ini masih diperbolehkan. Sesuai PUIL drop tegangan maksimum adalah 5%. Untuk pengukuran arus, dapat dilihat pada Gambar 19. Arus maksimum 32 A tercapai pada jam 13.00 Wib dan arus minimum terjadi pada pukul 15.30 Wib. Arus minimum ini terjadi karena kegiatan perkuliahan sudah selesai sehingga semua beban Off.



Gambar 19. Hasil perekaman data arus dari jam 12.30 – 15.30 WIB

Hasil pengukuran untuk daya yang dipakai di bengkel listrik dapat dilihat pada Gambar 19. Sedangkan untuk pemakaian daya beban induktif dapat dilihat pada Gambar 20 dan pemakaian daya beban kapasitif pada Gambar 21.

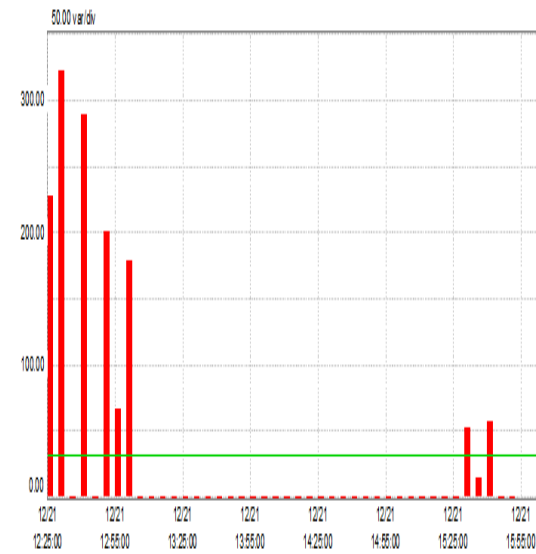
Pdem+[W]



Gambar 19. Konsumsi daya listrik dalam satuan Watt

Qdem LAG[var]

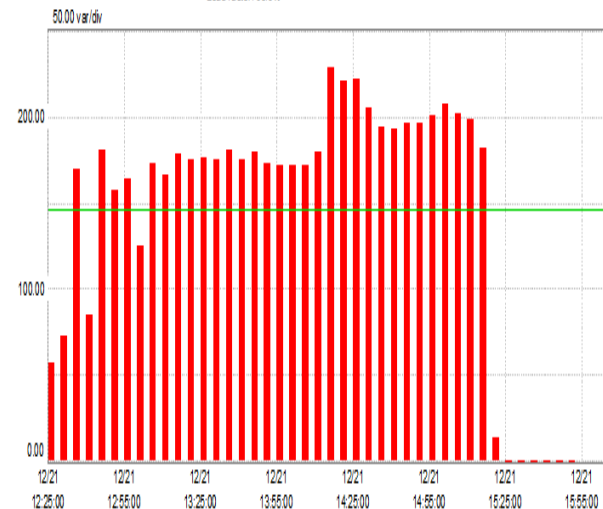
MAX demand value: 321.42 var 12/21 12:30:00 AVG demand value: 33.67 var  
Load factor: 10.4%



Gambar 20. Konsumsi daya listrik beban induktif

Qdem LEAD[var]

MAX demand value: 229.24 var 12/21 14:15:00 AVG demand value: 146.67 var  
Load factor: 63.5%

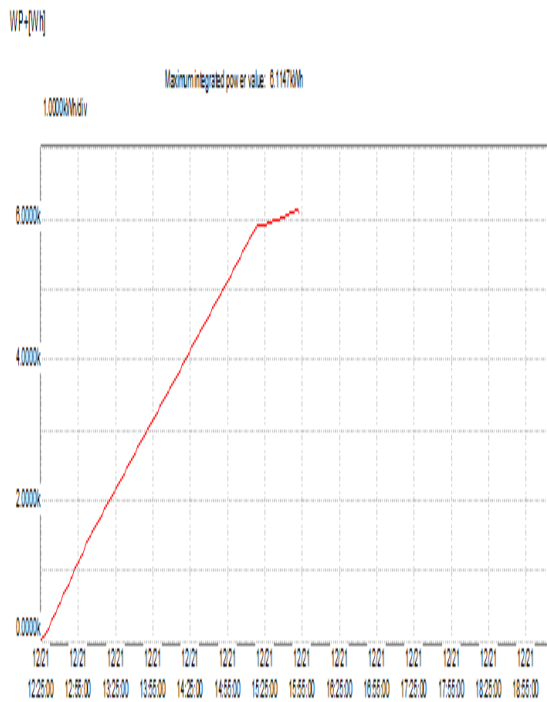


Gambar 21. Konsumsi daya listrik beban kapasitif

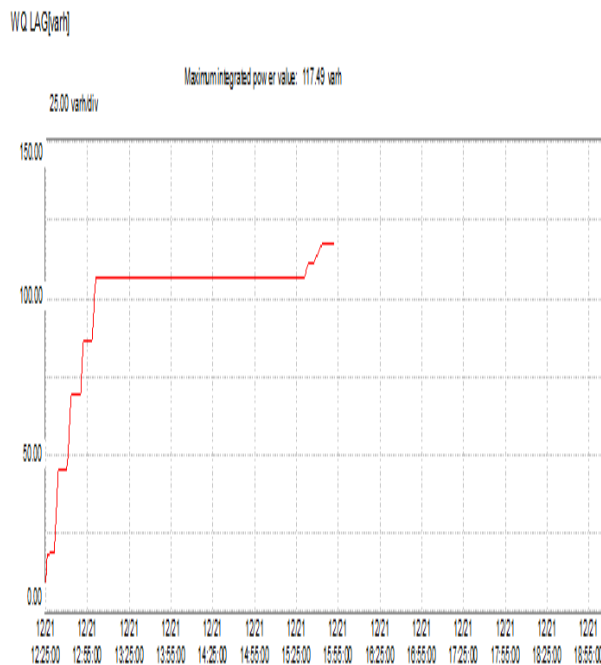
Dari Gambar 19 dapat dilihat bahwa daya rata-rata adalah 1,75 kW. Daya ini terserap oleh beban resistif, beban induktif dan kapasitif. Pemakaian terbesar dari beban resistif dan kapasitif. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 20 bahwa pemakaian beban induktif hanya 33 var sedangkan beban kapasitif 146 var (Gambar 21). Hal ini mengakibatkan faktor dayanya negatif.



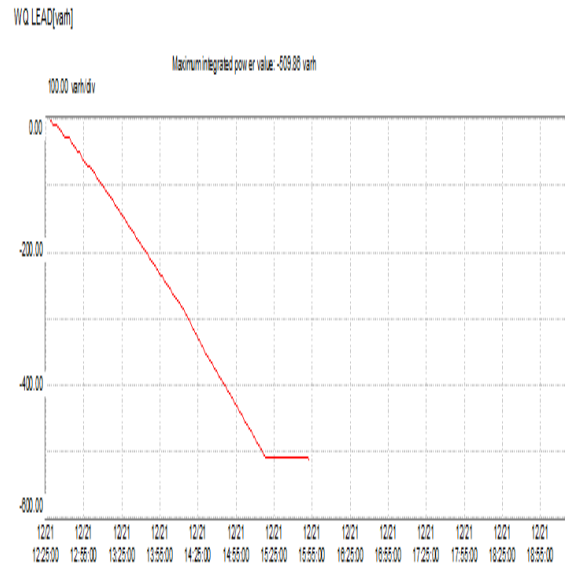
Sedangkan konsumsi energi per jam dapat dilihat pada Gambar 22 sampai dengan Gambar 24.



Gambar 22. Konsumsi daya per jam dalam satuan kWh

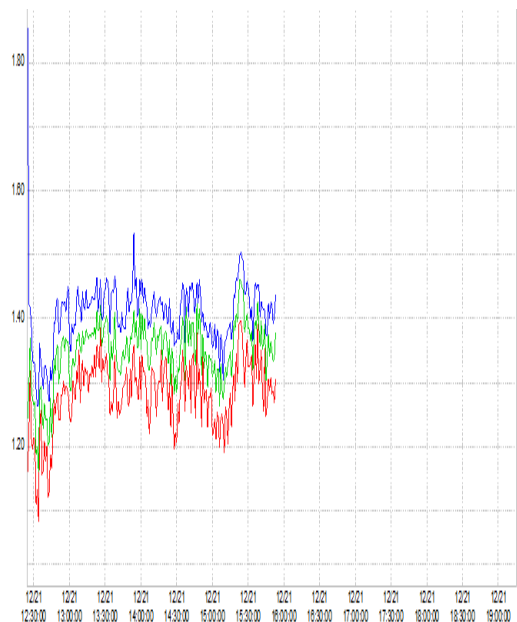


Gambar 23. Konsumsi daya per jam dalam satuan varh beban induktif



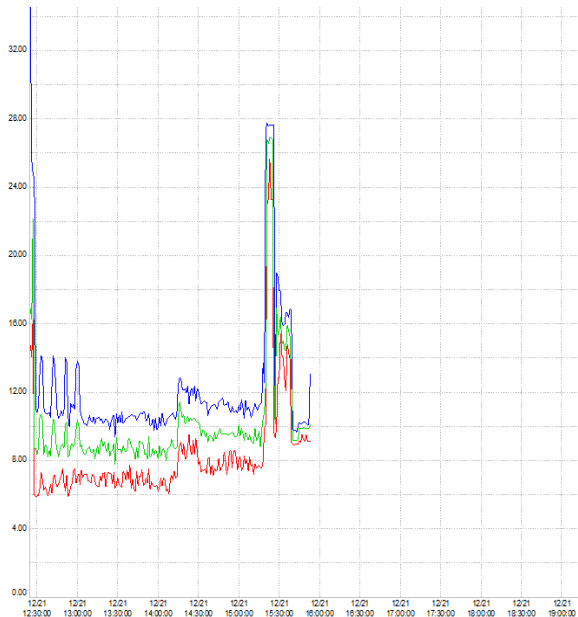
Gambar 24. Konsumsi daya per jam dalam satuan varh beban kapasitif

Dari Gambar 24 terlihat bahwa pemakaian beban kapasitif sangat banyak sehingga menyebabkan power faktornya negatif. Untuk harmonisa tegangan dapat dilihat pada Gambar 25. Rata-rata harmonisa tegangan adalah 1,3%.



Gambar 25. Hasil perekaman harmonisa tegangan

Sedangkan harmonisa arus sangat tinggi lebih dari 30% seperti terlihat pada Gambar 26.



Gambar 26 . Hasil perekaman harmonisa arus

## KESIMPULAN

Kegiatan penelitian tentang analisa konsumsi energi pada bengkel Listrik PNJ telah dilaksanakan. Dari hasil Penelitian dengan pengukuran didapatkan kesimpulan :

- 1) Terjadi fenomena pembebanan yang tidak seimbang dimana beban kapasitif sangat besar padahal tidak ada penggunaan beban kapasitif. Hampir 70% beban di bengkel listrik adalah beban induktif.
- 2) Arus harmonisa THD) sangat tinggi hingga mencapai 30%. Berdasarkan kesepakatan yang disepakati dunia internasional, THD yang diterima adalah apabila bernilai dibawah 5% dari tegangan atau arus fundamentalnya. Apabila diatas batas tersebut maka alat elektronik tersebut tidak boleh digunakan.
- 3) Karena THD di panel bengkel listrik sangat tinggi maka perlu diperbaiki instalasi listriknya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Antoni Miquel, dkk, 2013, A power consumption monitoring, displaying and evaluation system for home devices, Waves - 2013 - year 5/ISSN 1889-8297
- [2.] A.Damar Aji, 2000, Perbedaan Konsumsi Daya TL 10 Watt dengan Filamen dan TL 10 Watt dengan Balast, Laporan Penelitian DIPA PNJ
- [3.] A.Damar Aji, 2000, Analisa Pemakaian Daya Listrik pada Praktek Bengkel Listrik Semester 4, Laporan Penelitian DIPA PNJ
- [4.] A.Damar Aji, 2015, Prototipe sistem pencatatan kWh meter otomatis berbasis wireless ZigBee, Laporan Penelitian DIPA PNJ
- [5.] Kuang-Yow Lian , Sung-Jung Hsiao and Wen-Tsai Sung, 2013, Mobile Monitoring and Embedded Control System for Factory Environment , Sensors 2013, 13, 17379-17413; doi:10.3390/s131217379
- [6.] Murie Dwiyaniti, Kendi Moro N, 2014, Model Sistem SCADA Network Pada sistem Kontrol Pemanas Air, Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE) 2014
- [7.] Murie Dwiyaniti, Kendi Moro N, 2014, Prototype Remote Terminal Unit (RTU) berbasis ARM Cortex 32 Bit pada Sistem SCADA Proses Kontrol Distribusi Air, Seminar Internasional ASAIS 2015
- [8.] Rakesh Dwivedi, Design and Development of Energy Measurement System based on the Android Platform, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 108 – No. 1, December 2014.

**Tabel 1. Alamat register Tagname untuk SCADA**

Metered Data									
Reg	Name	Size	Type	Access	NV	Scale	Units	Range	Notes
1000	Real Energy, Total	2	Float	RO	Y	-	kWh	-	Signed Net Consumption
1002	Apparent Energy, Total	2	Float	RO	Y	-	kVAh	-	
1004	Reactive Energy, Total	2	Float	RO	Y	-	kVARh	-	Signed Net Consumption
1006	Real Power, Total	2	Float	RO	N	-	kW	-	Signed Net Power
1008	Apparent Power, Total	2	Float	RO	N	-	kVA	-	
1010	Reactive Power, Total	2	Float	RO	N	-	kVAR	-	Signed Net Power
1012	Power Factor, Total	2	Float	RO	N	-	-	0.0 - 1.0	
1014	Voltage, L-L, 3P Average	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1016	Voltage, L-N, 3P Average	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1018	Current, 3P Average	2	Float	RO	N	-	Amp	-	
1020	Frequency	2	Float	RO	N	-	Hz	45.0 - 65.0	Derived from Phase A
1034	Current, A	2	Float	RO	N	-	Amp	-	
1036	Current, B	2	Float	RO	N	-	Amp	-	
1038	Current, C	2	Float	RO	N	-	Amp	-	
1040	Current, N	2	Float	RO	N	-	Amp	-	
1054	Voltage, A-B	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1056	Voltage, B-C	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1058	Voltage, C-A	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1060	Voltage, A-N	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1062	Voltage, B-N	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1064	Voltage, C-N	2	Float	RO	N	-	Volt	-	
1066	Real Power, A	2	Float	RO	N	-	kW	-	Signed Net Power
1068	Real Power, B	2	Float	RO	N	-	kW	-	Signed Net Power
RO = Read Only R/W = Read/Write NV = Nonvolatile.									

