

PENGUKURAN DAYA PADA BEBAN PASIF DI GEDUNG XY SEMARANG

Muhammad Khosyi'in¹

1. Electrical Engineering Department, Faculty of Industrial Technology
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang
E-mail : chosyi.muhammad@gmail.com

Abstrak

Peralatan rumah tangga merupakan perangkat yang sudah pasti dibutuhkan oleh manusia, sebagian peralatan rumah tangga tersebut merupakan perangkat elektrik atau perangkat yang dalam bekerja membutuhkan energi listrik, dengan kata lain, kehidupan manusia tidak bisa terpisahkan dengan kebutuhan energi listrik. Semakin bertambahnya kebutuhan manusia akan energi listrik tidak didukung dengan peningkatan sumber energi listrik, bahkan cenderung terjadi penurunan sumber energi listrik. Meskipun telah muncul teknologi energi listrik alternatif tetapi hal tersebut tidak akan membantu banyak bila tidak didukung dengan perubahan sikap user energi listrik dalam hal kebijakan pemanfaatan dan penghematan penggunaan energi listrik.

Banyaknya perangkat elektrik yang digunakan user terkadang tidak memperhatikan konsumsi daya listrik yang dibutuhkan, mungkin tidak menjadi kendala ketika perangkat elektrik tersebut sedang digunakan karena user mendapat manfaat dari perangkat tersebut, tapi bagaimana dengan perangkat elektrik yang tidak aktif tetapi masih terhubung dengan sumber energi listrik. Pengukuran dan pengujian pada beberapa perangkat elektrik yang dalam keadaan tidak bekerja atau menjadi beban pasif menunjukkan adanya konsumsi arus listrik yang relatif sangat kecil, tapi bagaimana dengan konsumsi beban pasif ini bila dilakukan pengamatan dan pengukuran di gedung perkantoran atau perkuliahan yang memiliki banyak perangkat elektrik dengan berbagai macam tipe beban.

Pada pengukuran beban pasif yang dilakukan di gedung XY dengan menggunakan alat ukur tegangan, arus dan daya dalam rentang waktu di luar jam kerja dengan asumsi antara jam 16.00 WIB – 08.00 WIB serta asumsi 10 hari libur dalam satu bulan; menunjukkan konsumsi daya listrik sebesar 996,50 kWh dan bila diasumsikan tarif listrik per kWh adalah Rp. 532,35 maka biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk konsumsi beban pasif adalah sebesar Rp. 1.557.778.

Keywords : pengukuran daya listrik, beban pasif, perangkat elektrik, alat ukur

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Banyaknya penggunaan peralatan elektrik dalam sebuah rumah ataupun gedung sudah menjadi suatu kebutuhan yang tidak dapat dihindarkan, alat elektronik tersebut tidak akan dapat dimanfaatkan tanpa adanya *power supply* dalam hal ini listrik, dengan kata lain listrik telah menjadi hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Namun demikian banyak pengguna peralatan listrik tersebut yang tidak begitu memperhatikan kondisi peralatan listrik yang dalam keadaan tidak terpakai, misalnya peralatan listrik tersebut lupa dimatikan ketika ditinggalkan atau kejadian yang paling sering adalah penggunaan perangkat komputer, dimana pengguna selalu tidak mencabut *power supply* yang mencatu CPU, Monitor maupun printer yang sudah *dishutdown*. Memperhatikan hal tersebut maka muncul gagasan untuk mengukur daya yang diserap oleh perangkat elektronik yang dalam keadaan tidak terpakai namun masih mendapatkan catu dari jala-jala listrik, selain itu nantinya juga dimungkinkan untuk mengetahui seberapa besar pemakaian daya pada peralatan listrik di XY di luar jam kerja yang sebenarnya tidak perlu dilakukan akibat kelalaian mematikan beban / peralatan listrik tersebut.

Dalam sebuah Instalasi listrik biasanya ada pembagian beban yang ditujukan agar beban bisa seimbang, hal ini diperlukan lebih banyak pada instalasi listrik 3 Fasa (3Φ), bila beban listrik tidak seimbang maka akan berdampak pada pengguna peralatan listrik dalam gedung tersebut. pengguna akan merasa tidak nyaman dan terganggu dengan kondisi tersebut, apalagi bila ada

kondisi dimana hanya 1 Phasa saja yang mati, akibatnya semua perangkat elektronik tidak akan dapat dimanfaatkan dengan optimal.

1.2. Perumusan Masalah

Memperhatikan semua hal di atas, peneliti mencoba merumuskan beberapa masalah yang nantinya akan dibahas dan diuji dalam sebuah penelitian, yang antara lain :

- Bagaimana mengelompokkan peralatan-peralatan elektronik dalam hal spesifikasi jenis beban dan besarnya daya yang diserap beban tersebut ?
- Bagaimanakah mengukur Daya pada Beban tak terpakai peralatan-peralatan elektronik ?
- Berapakah besar Daya yang diserap oleh beban tak terpakai peralatan elektronik yang masih dicatu oleh jala-jala ?
- Seberapa besar pemakaian daya pada peralatan listrik di Gedung XY di luar jam kerja yang sebenarnya tidak perlu dilakukan akibat kelalaian mematikan beban / peralatan listrik tersebut ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang penggunaan beban listrik di luar jam kerja terutama beban listrik yang tidak seharusnya terpakai di gedung XY.

1.4. Kontribusi Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan beberapa kontribusi, antara lain :

- Mendapatkan data pengukuran daya yang terpakai dalam 1 hari di luar jam kerja, baik itu daya pada beban pasif (tak terpakai) maupun beban listrik yang tidak seharusnya terpakai, untuk kemudian dihitung dalam 1 bulan.
- Sebagai penelitian awal untuk mendapatkan solusi pengaturan beban listrik yang lebih optimal sesuai dengan kebutuhan dan kegunaannya.

2. Konsep Pengukuran Daya Listrik

Kehidupan modern salah satu cirinya adalah pemakaian energi listrik yang besar. Besarnya energi atau beban listrik yang dipakai ditentukan oleh reaktansi (R), induktansi (L) dan kapasitansi (C). Besarnya pemakaian energi listrik itu disebabkan karena banyak dan beraneka ragam peralatan (beban) listrik yang digunakan. Sedangkan beban listrik yang digunakan umumnya bersifat induktif dan kapasitif.

2.1. Konsep Daya Listrik

Dalam teori mengenai daya listrik terdapat tiga jenis daya listrik, yaitu ;

- Daya nyata atau daya aktif dalam satuan Watt, yang merupakan daya nyata yang digunakan dalam kerja, seperti putaran motor, penerangan, pemanas.
- Daya reaktif dalam satuan VAR, yang terdiri dari sifat induktif yang digunakan untuk membangkitkan medan magnet dan sifat kapasitif yang digunakan untuk membangkitkan medan listrik
- Daya semu dalam satuan VA, yang merupakan daya kompleks gabungan dari daya aktif dan reaktif. Daya kompleks ini merupakan daya listrik yang dijual oleh PLN kepada pelanggannya.

Sedangkan klasifikasi beban berdasarkan sifat beban listriknya, terdapat tiga macam sifat-sifat beban listrik yaitu resistif, induktif dan kapasitif. Beban-beban listrik yang bersifat resistif antara lain lampu pijar, pemanas listrik, kompor listrik, setrika listrik, dan lain sebagainya. Beban listrik yang bersifat resistif akan menyerap daya listrik berupa daya listrik nyata (P) dalam satuan Watt. Contoh beban listrik yang bersifat induktif antara lain transformator, motor induksi satu fasa maupun tiga fasa yang biasa digunakan untuk menggerakkan kipas angin, pompa air, lift, eskalator, kompresor, konveyor dan lain-lain. Sedangkan beban listrik yang bersifat kapasitif adalah kapasitor, dan kondensator sinkron. Beban listrik yang bersifat induktif dan kapasitif disebut juga

bersifat reaktansi, selain menyerap daya aktif Watt, juga yang menyerap daya listrik berbentuk daya reaktif (Q) dalam satuan VAR. (Modul Prakt. Perenc. dan Inst. Listrik – 2007)

Beban induktif (positif) membutuhkan daya reaktif seperti trafo pada rectifier, motor induksi (AC) dan lampu TL, sedang beban kapasitif (negatif) mengeluarkan daya reaktif. Daya reaktif itu merupakan daya tidak berguna sehingga tidak dapat dirubah menjadi tenaga akan tetapi diperlukan untuk proses transmisi energi listrik pada beban. Jadi yang menyebabkan pemborosan energi listrik adalah banyaknya peralatan yang bersifat induktif. Berarti dalam menggunakan energi listrik ternyata pelanggan tidak hanya dibebani oleh daya aktif (kW) saja tetapi juga daya reaktif (kVAR). Penjumlahan kedua daya itu akan menghasilkan daya nyata yang merupakan daya yang disuplai oleh PLN. Jika nilai daya itu diperbesar yang biasanya dilakukan oleh pelanggan industri maka rugi-rugi daya menjadi besar sedang daya aktif (kW) dan tegangan yang sampai ke konsumen berkurang

Apabila terdapat arus yang mengalir pada beban listrik sebesar I (A) dan besarnya tegangan adalah V (Volt), maka besarnya daya semu S (VA) yang dibutuhkan oleh beban listrik tersebut adalah :

$$S = VI \quad (1)$$

Sedangkan daya real P (Watt) yang digunakan, dirumuskan sebagai :

$$P = S \cos \varphi \quad (2)$$

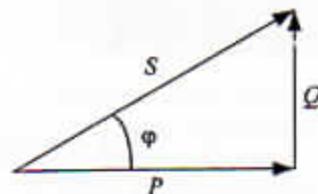
$$P = VI \cos \varphi \quad (3)$$

Dan besarnya daya reaktif Q (KVAR) adalah :

$$Q = S \sin \varphi \quad (4)$$

$$Q = VI \sin \varphi \quad (5)$$

di mana $\cos \varphi$ adalah faktor daya (*power factor*, pf). Untuk beban yang bersifat induktif, pf lagging di mana arusnya tertinggal dari tegangannya. Dan untuk beban yang bersifat kapasitif, pf leading di mana arusnya mendahului tegangannya. Hubungan daya beban listrik digambarkan sebagai segitiga daya sebagai berikut :



Gambar 1 Segitiga Daya

Tinjauan dasar dari persamaan daya sederhana menghasilkan kerugian faktor daya yang rendah, pernyataan $P = VI \cos \varphi$ tepat bila kita menghadapi teori transformator, - di sini kita memperlihatkan $\cos \varphi$, untuk tegangan yang tetap, penurunan faktor daya memerlukan arus yang lebih besar untuk daya yang diketahui yang pada gilirannya akan menyebabkan penurunan tegangan IR dan kerugian I^2R dalam transmisi bertambah besar. (Sahat Pakpahan Ir. 1999).

Dalam penggunaan energi listrik, diperlukan suatu kualitas daya listrik yang baik. Kualitas daya adalah suatu standar untuk tegangan dan peralatan listrik lainnya (arus, frekuensi, daya, dan lain-lainnya) yang ditentukan oleh unjuk kerja dan produktifitas yang menggunakan tenaga listrik. Tujuan memperhatikan kualitas daya adalah agar peralatan yang menggunakan energi listrik tersebut dapat bekerja dengan baik dan optimal, sehingga performa dan produktifitas peralatan tersebut menjadi lebih baik. Sehingga umur peralatan menjadi lebih lama, dan dapat menghemat biaya dari segi perawatan peralatan tersebut.

2.2 Pengukuran Daya AC

Dalam Pengukuran daya AC, faktor daya beban harus diperhitungkan. Pengukuran daya AC dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengukuran untuk 1 Fasa dan 3 Fasa.

2.2.1 Pengukuran Daya AC 1 Fasa

Ada beberapa metode yang dapat dipergunakan dalam pengukuran daya AC 1 fasa, antara lain:

- Metode Voltmeter, Amperemeter dan Cos Phi meter
- Metode Wattmeter 1 Fasa
- Metode 3 Voltmeter
- Metode 3 Amperemeter

2.2.2. Pengukuran Daya AC 3 Fasa

Seperti halnya pengukuran daya AC 1 fasa, dalam pengukuran daya AC 3 fasa, terdapat beberapa metode yang dapat dipergunakan, antara lain :

- Metode 1 Wattmeter 3 Fasa
- Pengukuran dengan Voltmeter, Amperemeter dan Cos Phi meter
- Pengukuran dengan 3 Wattmeter 1 Fasa
- Metode 2 Wattmeter 1 Fasa
- Metode 1 Wattmeter 1 Fasa

3. Metode Penelitian

3.1. Identifikasi

- Tahap pertama adalah identifikasi awal, tahap ini mencakup memilih dan merumuskan masalah yang akan diangkat dalam penelitian tersebut, kemudian menentukan tujuan penelitian yang akan dikerjakan. Tujuan penelitian tersebut harus konsisten dengan rumusan masalah yang hendak dicapai. Identifikasi selanjutnya adalah mengenai batasan penelitian yang akan dilakukan.
- Setelah tahapan awal selesai, maka selanjutnya pada penetapan sumber-sumber kepustakaan yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dipecahkan dan studi pendahuluan terhadap obyek yang akan diteliti.

3.2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan terbagi menjadi dua yaitu studi pustaka dan studi lapangan.

- Studi pustaka :
Ini merupakan usaha untuk memahami konsep dasar ilmu pengetahuan yang berhubungan dan dapat menunjang dalam penelitian ini. Pada dasarnya bobot atau nilai dari suatu penelitian salah satunya ditentukan pada seberapa dalam pemahaman peneliti terhadap konsep dasar tersebut. Penelitian ini selain berfokus pada landasan-landasan teori yang sudah ada, juga mempelajari jurnal-jurnal penelitian lain yang dapat menunjang dalam penelitian ini.
- Studi lapangan / Observasi :
Yaitu proses pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan, pengukuran dan pencatatan secara langsung terhadap obyek yang diteliti, seperti beban listrik di masing-masing ruangan di gedung XY.

3.3. Pengukuran

Melakukan pengukuran pada beban-baban listrik yang ada dalam pemetaan, baik pengukuran tegangan, arus maupun daya yang diserap oleh peralatan-peralatan listrik tersebut.

3.3.1. Data Pengukuran

Data penelitian yang diambil adalah nilai tegangan (Volt), arus listrik (A) dan daya nyata (Watt) dari beberapa beban listrik yang sering ditinggalkan dalam keadaan standby (beban pasif), yaitu :

1. Komputer
2. Printer jenis dot matriks
3. Printer jenis laser jet
4. Printer jenis tinta
5. Mesin photo copy
6. Kipas angin dinding
7. Kipas angin portabel
8. Kipas angin berdiri
9. Over Head Projector (OHP)
10. Sound system
11. Radio – Tape
12. Speaker Aktif
13. Air Conditioning (AC) 1,5 PK
14. Televisi 14 inchi
15. Kulkas
16. Freezer

3.3.2. Peralatan Yang Dipergunakan :

Beberapa jenis peralatan yang dipergunakan penulis untuk melakukan penelitian adalah :

1. Amperemeter yang dipergunakan untuk mengukur besarnya arus yang diserap oleh beban. Amperemeter yang digunakan disini selain bisa dipergunakan untuk mengukur arus juga bisa dipakai untuk mengukur tegangan antar fase serta faktor daya dari setiap fase. Merek yang digunakan adalah HIOKI 3266.



Gambar 2. Amperemeter

2. Voltmeter digunakan untuk mengukur beda potensial antara tegangan baik antar fase maupun fase dengan netral. Merek yang digunakan SANWA CD720E



Gambar 3. Voltmeter

3. Wattmeter digunakan untuk mengukur daya nyata yang diserap oleh beban listrik. Merek yang digunakan HIOKI 3183

3.3.3. Hasil Pengukuran dan Perhitungan

1. Hasil Pengukuran

Setelah dilakukan pengukuran tegangan, arus listrik terhadap berbagai jenis beban yang sering ditinggalkan dalam keadaan *standby* yang ada di gedung XY, diperoleh hasil seperti yang diperlihatkan pada tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengukuran beban listrik dalam keadaan *standby*

No.	Beban	V (Volt)	I (A)	P (Watt)
1	Komputer	216	0,098	10,40
2	Printer Dot Matriks	210	0,056	0,46
3	Printer Laser Jet	210	0,040	4,20
4	Printer Tinta	214	0,040	1,50
5	Mesin Photo Copy	220	0,316	54,50
6	Kipas Angin Dinding	212	0,000	0,00
7	Kipas Angin Portabel	217	0,000	0,00
8	Kipas Angin Berdiri	215	0,000	0,00
9	OHP	210	0,000	0,00
10	HAP Internet	207	0,020	0,51
11	Sound System	217	0,031	5,06
12	Radio - Tape	211	0,444	4,30
13	Speaker Aktif	219	0,045	4,30
14	AC 1,5 PK	213	0,019	1,48
15	Televisi 14 inchi	218	0,033	4,50
16	Kulkas	222	0,042	9,48
17	Dispenser	197	1,78	71,89
18	Freezer	211	0,036	4,63

Dari hasil pengukuran yang diperlihatkan pada tabel 1 di atas, dari ke-18 beban yang diukur ternyata beban jenis kipas angin tidak menyerap arus dan daya listrik pada saat keadaan *standby*, sedangkan beban jenis lain menyerap arus dan daya listrik. Apabila diperhatikan dari data di atas, terlihat bahwa yang menyerap daya listrik dalam keadaan *standby* sebegini besar adalah dari kelompok jenis beban elektronik.

Dari hasil pengukuran tersebut, apabila dilakukan perhitungan terhadap daya kompleks S (VA) dan faktor daya nya untuk beban yang menyerap daya, diperoleh sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil perhitungan daya kompleks dan faktor daya

No.	Jenis Beban	V (Volt)	I (A)	P (Watt)	$S = V.I$ (VA)	$pf = \cos \theta = \frac{P}{S}$
1	Komputer	216	0,098	10,40	21,17	0,491
2	Printer Dot Matriks	210	0,056	0,46	11,76	0,039
3	Printer Laser Jet	210	0,040	4,20	8,40	0,500
4	Printer Tinta	214	0,040	1,50	8,56	0,175
5	Mesin Photo Copy	220	0,316	54,50	69,52	0,784
6	HAP Internet	207	0,020	0,51	4,14	0,123
7	Sound System	217	0,031	5,06	6,75	0,750
8	Radio - Tape	211	0,444	4,30	9,37	0,459
9	Speaker Aktif	219	0,045	4,30	9,86	0,436
10	AC 1,5 PK	213	0,019	1,48	3,96	0,374

No.	Jenis Beban	V (Volt)	I (A)	P (Watt)	$S = V \cdot I$ (VA)	$pf = \cos \theta = \frac{P}{S}$
11	Televisi 14 inchi	218	0,033	4,50	7,19	0,626
12	Kulkas	222	0,042	9,48	9,32	1,000
13	Dispenser	197	1,78	71,89	350,66	0,205
14	Freezer	211	0,036	4,63	7,60	0,610

Di Gedung XY, beban yang ditinggalkan dalam keadaan standby, ada yang jumlahnya lebih dari satu buah. Tabel 3 berikut ini memperlihatkan perhitungan daya listrik yang diserap dengan memperhatikan jumlah barang yang ada di gedung XY, adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil perhitungan jumlah daya nyata dan daya kompleks

No.	Jenis Beban	Jumlah (buah)	P (Watt)	S (VA)	Jumlah P (Watt)	Jumlah S (VA)
1	Komputer	71	10,40	21,17	738,4	1502,928
2	Printer Dot Matriks	1	0,46	11,76	0,46	11,76
3	Printer Laser Jet	7	4,20	8,40	29,40	58,80
4	Printer Tinta	6	1,50	8,56	9,00	51,36
5	Mesin Photo Copy	2	54,50	69,52	109,00	139,04
6	HAP Internet	5	0,51	4,14	2,55	20,70
7	Sound System	6	5,06	6,75	30,36	40,49
8	Radio - Tape	3	4,30	9,37	12,90	28,11
9	Speaker Aktif	9	4,30	9,86	38,70	88,70
10	AC 1,5 PK	34	1,48	3,96	50,32	134,70
11	Televisi 14 inchi	1	4,50	7,19	4,50	7,19
12	Kulkas	2	9,48	9,32	18,96	18,65
13	Dispenser	7	71,89	350,66	503,23	2454,62
14	Freezer	2	4,63	7,60	9,26	15,19
Jumlah Daya Keseluruhan					1557,04	4572,24

2. Hasil Perhitungan

Dari tabel 3. tersebut, didapatkan jumlah daya total yang diserap oleh seluruh beban keadaan standby yang terdapat di Gedung XY, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Daya Nyata} &= 1557,04 \text{ Watt} \\ \text{Jumlah Daya Kompleks} &= 4572,24 \text{ VA} \\ \text{Faktor daya total} &= \frac{P}{S} = \frac{1557,04}{4572,24} = 0,341 \end{aligned}$$

Apabila diasumsikan bahwa waktu keadaan standby adalah bukan waktu kerja, yaitu antara pukul 16.00 sampai pukul 08.00 hari berikutnya, maka waktu standby adalah 16 jam sehari untuk 20 hari kerja dan 24 jam untuk 10 hari libur, maka total waktu standby dalam satu bulan (diasumsikan 1 bulan adalah 30 hari) adalah :

$$\text{Waktu standby satu bulan} = (16 \times 20) + (24 \times 10) = 640 \text{ jam}$$

Energi listrik yang diserap oleh seluruh beban listrik keadaan standby dalam angka waktu satu bulan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Energi Listrik} &= P \times t = 1557,04 \times 640 = 996505,60 \text{ Watt Jam} \\ &= 996,50560 \text{ KWH} \end{aligned}$$

Apabila harga energi listrik per KWH adalah Rp. 532,35 maka biaya pemakaian energi listrik setiap bulan yang diakibatkan oleh beban standby adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{pf} \times KWH \times 532,35 \\ &= \frac{1}{0,341} \times 996,50560 \times 532,35 \\ &= \text{Rp. 1.557.778,958} \end{aligned}$$

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari pembahasan mengenai penelitian ini, diperoleh beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Jenis beban elektronik menyerap arus listrik dan daya listrik saat keadaan standby
2. Energi listrik yang diserap oleh beban elektronik keadaan standby cukup besar
3. Beban biaya yang ditanggung akibat kelalaian dengan membiarkan beban listrik dalam keadaan stanby di Gedung XY cukup besar, yaitu lebih dari Rp. 1.000.000,- setiap bulannya

4.2. Saran

Besarnya energi yang diserap dan besarnya energi listrik biaya yang ditanggung akibat kelalaian dalam keadaan standby cukup besar, sehingga akan terjadi pemborosan dalam penggunaan energi listrik. Diperlukan suatu peraturan atau kebijakan untuk hemat energi listrik, dengan mencabut beban listrik dari sumbernya untuk waktu pulang kerja.

5. Daftar Pustaka

- Copper. W D, *Electronic Instrumentation and Measurement Techniques*, Printice-Hall, 2nd ed.
- Dugan, C, Roger, *Electrical Power System Quality*, Mc Graw Hill
- Laboratorium Teknik Elektro, 2007, *Modul Prakt. Perenc. dan Inst. Listrik*, Fakultas Teknologi Industri Unissula, Semarang.
- Lexi J. Moleong, Dr. M.A., 2004, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Michael Neidle, Alih Bahasa Ir. Sahat Pakpahan, 1999, *Teknologi Instalasi Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Muhammad Khosyi'in, 2005, *Diktat Pengukuran dan Alat Ukur Listrik*, Fakultas Teknologi Industri Unissula, Semarang.