

PENGUKURAN DAYA LISTRIK REAL TIME DENGAN MENGUNAKAN SENSOR ARUS ACS.712

Oleh: B G Melipurbowo

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang
Jln Prof Sudarto SH, Tembalang, Semarang 50275

Abstrak

Energi listrik merupakan penggerak bagi semua komponen listrik yang dipakai pada semua kegiatan di instansi maupun industri, harga energi listrik telah banyak mengalami kenaikan, sehingga diperlukan program penghematan energi listrik. Ada dua katagori dalam penggunaan energi listrik yaitu kebutuhan peralatan dan penerangan. Dengan melakukan pengukuran daya listrik bertujuan dapat mengetahui besarnya daya listrik yang sebenarnya, melakukan kajian terhadap sistem kelistrikan dan penggunaannya secara menyeluruh untuk tujuan memperoleh penghematan listrik. Pada tahun sebelumnya kami telah melakukan penelitian tentang system audit energy listrik yaitu seberapa jauh penggunaan energy listrik yang sebenarnya. Pengukuran daya listrik pada line dan atau pengaturan jadwal kerja beban. Dengan cara melakukan langkah pengukuran energi listrik pada line beban secara real time dan kemudian data pengukuran disimpan dalam database. Hal ini mengarahkan kepada semua pelaku pengguna energi listrik dan mereka memiliki keinginan untuk melakukan program penggunaan listrik yang benar. Dalam makalah ini pengukuran arus listrik dapat menggunakan sensor arus ACS-712, sedangkan kemampuan pengukuran arus tergantung pada spesifikasi type/jenis sensor. Dengan melakukan identifikasikan sumber dari energi pada suatu area, besarnya pasokan energi, lokasi dan penggunaan dari energi tersebut. Kemudian melakukan pengukuran dari line trafo hingga ke beban, berdasarkan langkah diatas, lalu menganalisis secara detail tentang penggunaan energi, penghemata yang bisa dilaksanakan. Guna memungkinkan adanya penghematan, merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan, untuk penghematan.

Kata Kunci : *Daya Listrik, Pengukuran real time*

1. Pendahuluan

Sumber energi listrik pada saat ini masih merupakan sumber penggerak bagi semua perangkat listrik yang dipakai pada semua kegiatan, disamping itu biaya energi listrik telah banyak mengalami kenaikan, hal ini dapat berakibat terhadap kenaikan biaya proses produksi.

Contoh dari hasil kajian dalam penelitian kami lakukan bahwa pemakaian energi listrik bagi seluruh komponen listrik, yaitu kebutuhan peralatan mencapai 60 % dan kebutuhan penerangan mencapai 40 %.

Kegiatan kajian kelistrikan dilakukan bertujuan memperoleh penghematan listrik sehingga dapat menurunkan biaya

pembayaran listrik. Orientasi kajian dari audit energi listrik ini meliputi : Sistem jaringan listrik, pengukuran daya listrik pada line instalasi, inventarisasi beban dan evaluasi pengaturan keseimbangan beban.

Dengan mengacu standar audit energi pada bangunan gedung, yakni SNI 03-6196-2000 tentang Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung (PAEBG). Kegiatan audit energi listrik secara praktis dapat memberikan dukungan perolehan penghematan energi listrik. Dengan cara melakukan langkah pengukuran daya listrik pada tiap titik line beban secara real time dan kemudian data pengukuran disimpan dalam database. Implementasi sistem

merupakan hasil program aplikasi yang dibuat sesuai dengan perancangan yang dibahas pada bab sebelumnya. Pengguna dapat melaksanakan pengukuran daya listrik dengan menggunakan Alat Ukur. Rangkaian fase tunggal : Penghantar netral suatu rangkaian utama konsumen, sirkit cabang atau sirkit akhir harus mempunyai Kemampuan Hantar Arus (KHA) tidak kurang dari KHA penghantar fase yang terkait, atau jika terdapat lebih dari satu penghantar fase sama dengan jumlah KHA penghantar fase tersebut. (PUIL-2000. Pasal. 4.2.2.2.3) Jika sirkit utama, sirkit cabang atau sirkit akhir fase banyak menyuplai beban yang bagian terbesar daripadanya tersambung antara penghantar aktif dan netral, maka KHA dari penghantar netral tidak boleh kurang dari aturan yang berlaku sesuai dengan jenis kabel yang digunakan (PUIL.200.Tabel : 7.3.1) Kabel instalasi inti tunggal berisolasi PVC yang dimaksud dalam Tabel 7.1-3 baris 1 sampai dengan baris 5, tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi (KHA) yang tercantum pada Tabel 7.3-1, untuk masing-masing luas penampang nominal serta jenis penghantar tembaga. Penghantar sirkit utama konsumen harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm untuk penghantar berisolasi dan berpenyangga (PUIL.2000, pasal.4.5.1.). Dari penjelasan peraturan PUIL-2000 yang dikeluarkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), maka dalam tesis ini untuk menentukan beban puncak berdasarkan Tabel.7.3.1, dengan diameter kabel 2,5 mm. Untuk menentukan batasan beban puncak, sehingga dari hasil pengukuran dalam merumuskan assessment sebesar 93 % dari beban puncak sesuai aturan PUIL-200 dengan penggunaan kabel yang digunakan dalam instalasinya (PUIL-2000, Tabel.7.3.1.). Artinya bila beban mencapai < 93 % maka keputusan beban normal, tetapi bila > 93 % (mencapai 93,2 %) maka keputusan alihkan ke beban rendah (beban nol).

2. Teknologi Energi Listrik.

2.1. Identifikasi Energi Listrik

Identifikasikan sumber energi listrik dan kebutuhan penggunaannya pada suatu industry atau instansi, diharapkan mampu menggunakan energi listrik yang benar. Dalam kenyataannya tidak bias mempunyai jejak rekam daya listrik yang diperlukan dalam suatu line instalasi. Pada tahun sebelumnya penulis pernah melakukan penelitian dengan judul *“Audit Energi Listrik di Gedung Jurusan Listrik”*. Adanya penghematan, merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan, dan memberikan petunjuk. Penghematan energi listrik meliputi seluruh line instalasi pada suatu bagian, dengan tenaga ahli/spesialis untuk mengatasi bagian tertentu pada suatu audit. Laporan data pengukuran dipakai menjadi acuan untuk pengambilan keputusan manajerial. Kendala yang kami hadapi adalah bagaimana cara mendapatkan data pengukuran yang presisi dan akurasi. Untuk itu penulis mencoba menulis penggunaan sensor arus yang digunakan untuk mengukur arus listrik type ACS-712.

Metode Distribution Requirament Planning (DRP) pada sistem distribusi tenaga listrik di transformator, yang dilakukan oleh : Julius Sentosa Setiadji¹, Tabrani Machmudsyah², Yanuar Isnanto, 2003, dengan judul *“Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi”* Peneliti dengan menganalisa adanya ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Sehingga setelah diventarisasi data pengukuran tentang arus, tegangan dan rugi-rugi daya yang tersimpan dalam database. Kemudian diambil langkah-langkah berikutnya, guna mendapatkan efisiensi distribusi energi listrik..

Dengan teknologi informasi memungkinkan perusahaan yang mengadopsinya memiliki

keunggulan kompetitif. Teknologi informasi memberikan peluang bagi perusahaan global untuk meningkatkan koordinasi dan pengendalian, atau dapat pula dimanfaatkan untuk mendapatkan keunggulan daya saing di pasar dunia (Johnston dan Carrico, 1998; Clemons dan Kimbrough, 1991; Mahmud dan Mann, 1993; Kettinger *et al.*, 1994; Mata *et al.*, 1995; Ross *et al.*, 1995).

2.2. Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas (seperti pada pemanas listrik), cahaya (seperti pada bola lampu), energi kinetik (motor listrik), dan suara (loudspeaker). Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpanan energi seperti baterai. Perkalian arus dan tegangan efektif dalam rangkaian AC dinyatakan dalam voltampere (VA) atau kilovoltampere (KVA). Satu KVA sama dengan 1.000 VA. Daya yang berguna atau daya nyata diukur dalam watt dan diperoleh jika voltampere dari rangkaian dikalikan dengan faktor yang disebut dengan faktor daya. Maka dalam rangkaian AC satu phase adalah :

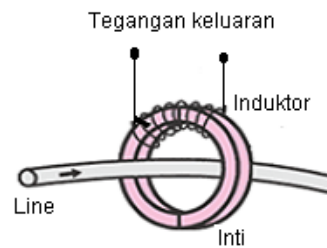
$$P \text{ (dalam watt)} = V \times I \times \text{faktor daya}$$

$$\text{Faktor daya} = P \text{ (watt)} / V \times I$$

2.3. Pengukuran arus dengan dasar fluksi

Induktor terbuat dari sebuah inti besi dengan bahan ferritmagnetik berbentuk lingkaran. Inti besi tersebut dililitkan kawat secara berulang-ulang kali. Di dalam lingkaran yang telah dililit kawat tersebut dilewati kabel yang akan diukur besarnya, karena pada kabel tersebut dialiri arus listrik AC, maka timbul

perubahan fluks medan magnet pada inti besi. Sehingga pada kawat tersebut timbul perbedaan tegangan. Hal ini sesuai dengan hukum faraday yang mengatakan bahwa perubahan fluks magnet dalam sebuah kumparan akan menimbulkan arus yang mengalir pada kumparan (Cutnell, 2001). Apabila jumlah lilitan semakin banyak, maka semakin besar pula arus yang dapat terukur di kedua ujung kumparan itu.



Gambar 1. : Dasar pengukuran arus listrik dengan fluksi

3. Pengukuran Daya Listrik

3.1. Sensor Arus ACS.712

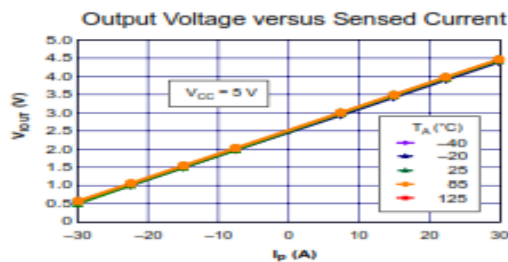
Teknologi efek ruang (*hall effect*) yang diterapkan oleh perusahaan Allegro menggantikan resistor pelangsir dan transformator arus menjadi sebuah sensor yang mampu mengukur arus. Istilah *Hall Effect* dikenal setelah Edwin H. Hall (1855-1938) menemukan bahwa jika arus listrik mengalir melalui penghantar yang ditempatkan pada garis lintang medan magnet yang kuat, akan menghasilkan beda potensial yang melewati penghantar pada kedua sudut penghantar itu. Sensor Efek Ruang (*Hall Effect Sensor*) adalah suatu transduser yang dapat mengubah besaran medan magnet menjadi besaran listrik yaitu berupa tegangan. Jenis sensor ini dalam pengoperasiaannya untuk mendeteksi kedekatan, keberadaan atau ketiadaan medan magnet dari objek..



Gambar 2 : Sensor arus type ACS-712.ELC-20A

Tabel : Deskripsi fungsi kaki ACS712ELC-20A

Pin	Nama	Keterangan
1,2	IP+	Masukan arus
3,4	IP-	Keluaran arus
5	GND	Ground
6	N.C.	Terminal untuk kapasitor di luar, untuk menentu kan luas bidang.
7	Vout	Keluaran tegangan analog
8	Vcc	Catu daya 5V



Gambar 3 : Karakteristik tegangan keluaran terhadap arus.

Energi listrik yang diukur dari sumber dalam hal ini sumber tegangan dari line trafo, yang menuju ke beban kita pasangkan Alat Ukur power meter diskrite yang sudah dilengkapi dengan interface data menuju ke komputer sebagai database, lihat gambar 1. Data pengukuran melalui clamp meter, kemudian diubah menjadi data diskrite melalui micrikontroller ATMega 16, lalu dikirim ke Netbook, melalui interface RS.232 yang bersifat data konektor USB.

Pada proses penelitian ini dengan melakukan :

- Pengukuran energy listrik yaitu arus listrik pada panel obyek penelitian dengan menggunakan Alat Ukur Clamp meter, berdasarkan alur blok diagram dan flow chart.
- Data pengukuran arus listrik tercatat pada lembar data berupa data pengukuran model excel. (lihat samling pengukuran dilampiran).
- Data pengukuran dimasukan ke database.
- Evaluasi data pengukuran.

Pada penelitian ada beberapa tahapan dalam langkah kegiatan yaitu :

- Menyiapkan line jaringan listrik dari trafo.
- Menyiapkan perangkat alat ukur seperti : clamp meter dan database yang ada di komputer .
- Melakukan pengukuran.
- Data dari clam meter tercatat langsung pada database (computer), berdasarkan pengukuran energy listrik dapat dilakukan diawali konsumsi enenrgi listrik yang standart. Perlu dilakukan dengan mengetahui profil penggunaan energi listrik pada beban, sehingga dapat diketahui peralatan penggunaan energi apa saja yang pemakaian energinya cukup besar.
- Membuat profil penggunaan energy listrik yang merupakan hasil penelitian yang dilakukan.

3.2. Energi Listrik.

Energi Listrik yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energy yang lain.

Satuan daya sama dengan 1 joule/sekon sering disebut sebagai watt dan satuan energy dinyatakan dalam watt, yaitu watt-jam atau Wh.

$$1 \text{ Wh} = 1 \text{ J/s} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J}$$

$$1 \text{ KWh} = 1000 \text{ Wh} = 3600 \text{ kJ}$$

Pengertian energi listrik adalah kemampuan untuk melakukan atau menghasilkan usaha listrik (kemampuan yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain), dilambangkan dengan W.

Salah satu alat ukur daya listrik adalah APP merupakan alat ukur yang merupakan bagian dari pekerjaan dan tanggung jawab pengusaha ketenagalistrikan (PLN), berupa alat ukur kwh meter dan sebagai pembatas arus. Adapun jenisnya diantaranya : 450

VA sampai dengan 4.400 VA untuk sistem satu fasa dan 4,9 kVA sampai dengan 630 kVA untuk sistem tiga fasa

3.3. MCB (Miniatur Circuit Breaker)

MCB adalah pengaman rangkaian yang dilengkapi dengan pengaman thermis (bimetal) sebagai pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relai elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat.

Keuntungan menggunakan MCB sebagai berikut : Dapat memutuskan rangkaian tiga phasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu phasanya, Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih dan Mempunyai tanggapan yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. Pengaman thermis pada MCB memiliki prinsip yang sama dengan thermal overload yaitu menggunakan dua buah logam yang digabungkan (bimetal), pengamanan secara thermis memiliki kelambatan, ini bergantung pada besarnya arus yang harus diamankan, sedangkan pengaman elektromagnetik menggunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah anker dari besi lunak.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengukuran

Data pengukuran konsumsi energi listrik adalah :

- a. Data hasil pengukuraaan daya listrik tersimpan dalam format berupa data excel.
- b. Data pengukuran meliputi data tegangan jala-jala (Volt ac) dan arus listrik.
- c. Interval waktu pengukuran daya listrik dapat diatur sesuai keperluan evaluasi.

- d. Hasil penelitian informasi data pengukuran energi dibuat profil penggunaan energi listrik pada suatu bangunan.

Data dan informasi akan saling berkesinambungan sehingga membentuk suatu siklus yang disebut information cycle (siklus informasi). Data ditangkap oleh indera kemudian menjadi inputan dalam sebuah model untuk diubah menjadi informasi bagi penerimanya yang nantinya akan membantu pengambilan keputusan dan menjadi sebuah hasil tindakan.

4.2. Pembahasan

Jika tegangan sistem terlalu tinggi/rendah dapat melawati batas-batas toleransi, sehingga dapat mengganggu dan atau merusak beban dalam hal ini peralatan yang ada di konsumen. Kondisi beban mempunyai variasi dan besarnya berubah-ubah, bila beban meningkat maka tegangan diujung penerimaan menurun dan sebaliknya bila beban berkurang maka tegangan di ujung penerimaan naik.

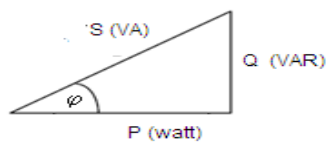
Faktor lain yang ikut mempengaruhi perubahan tegangan sistem (tegangan jatuh) adalah rugi daya yang disebabkan oleh adanya impedansi seri penghantar saluran. Perubahan tegangan pada dasarnya disebabkan oleh adanya hubungan antara tegangan dan daya reaktif. Jatuh tegangan dalam penghantar sebanding dengan daya reaktif yang mengalir dalam penghantar tersebut. Berdasarkan hubungan ini maka tegangan dapat diperbaiki dengan mengatur aliran daya reaktif.

Pada line jaringan ada 3 macam beban Listrik :

- a. Beban Resistif, misalnya lampu pijar,
- b. Beban induktif, misalnya transformator, motor listrik,
- c. Beban kapasitif, misalnya kapasitor.

Perbandingan antara besar daya aktif dengan daya semu disebut faktor daya ($\cos \phi$), sedangkan besarnya ϕ adalah sudut

yang dibentuk antara daya aktif dan daya semu. Faktor daya ini terjadi karena adanya pergeseran fasa yang disebabkan oleh adanya beban induktif/kumparan dan atau beban kapasitif. Dalam teori listrik arus bolak-balik penjumlahan daya dilakukan secara vektoris, yang dibentuk vektornya merupakan segitiga siku-siku, yang dikenal dengan segitiga daya. Sudut ϕ merupakan sudut pergeseran fasa, semakin besar sudutnya, semakin besar.



Gambar 4. Segi tiga daya. ($\cos \phi$)

Bila daya listrik mempunyai kondisi pada daya semu (S), dan daya reaktif (Q) semakin besar, sehingga faktor dayanya ($\cos \theta$) semakin kecil.

Daya reaktif adalah daya yang hilang, atau daya rugi-rugi sehingga semakin besar sudutnya atau semakin kecil faktor dayanya maka rugi-ruginya semakin besar.

4.3. Rekomendasi hasil Pengukuran

Setelah melakukan penelitian penghematan energi listrik, maka perlu adanya langkah kedepan untuk melaksanakan pengukuran daya listrik yaitu :

- Sebagai bahan pertimbangan penghematan energi listrik setelah dilakukan pengukuran daya listrik dapat menggunakan , misal sensor penerangan pada ruang, penggunaan ballast elektronik pada lampu TL.
- Melakukan pencatatan berkala besaran-besaran listrik pada peralatan produksi dan utilitas untuk kepentingan data historis dan evaluasi performansi peralatan dan sistem kelistrikan secara keseluruhan.
- Klasifikasikan sesuai fungsi dan area kerja, guna penetapan pendekatan besaran penggunaan energi pada peralatan-peralatan utama dan pendukung.

- Pembenahan dalam bidang pekerjaan troubleshooting, pengukuran besaran-besaran listrik dan perawatan perbaikan.

4.4. Analisa Energi Listrik :

Data hasil penelitian kami dilakukan dengan cara melakukan pengukuran arus dan tegangan listrik dari panel (dalam penelitian ini) untuk tiap line (ada 3 line) dengan menggunakan clamp meter.

Konsumsi Energi Listrik (KEL) dan penyusunan profil penggunaan ballas listrik. Besarnya KEL merupakan hasil perhitungan dibandingkan dengan konsumsi standar. Apabila hasilnya ternyata sama atau kurang dari target KE, maka kegiatan selanjutnya menindak lanjuti hasil perhitungan tersebut. Apabila peluang hemat ballas ini telah dikenali sebelumnya, maka perlu ditindak lanjuti dengan analisis peluang hemat ballas, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat ballas dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan ballas yang direkomendasikan. Penghematan ballas pada bangunan gedung tidak dapat diperoleh begitu saja dengan cara mengurangi kenyamanan penghuni ataupun produktivitas di lingkungan kerja.

4.5. Manfaat Pengukuran Daya.

Manfaat pengukuran daya listrik dengan sensor ACS-712 dapat diterapkan pada dunia industri kecil untuk memantau atau monitoring naik/turunnya tegangan dan faktor daya dan dengan adanya alat ini industri kecil dapat mengetahui dan mengurangi kerugian daya yang dikeluarkan dan dapat menghemat pemakaian energi. Tujuan lain adalah pengukuran dapat dilakukan dirumah-rumah dan di industri kecil yang berdaya 450 Watt sampai 2200 Watt atau bertegangan 1 fasa secara berkala dengan merancang sistem pengkabelan yang fleksibel agar pengukuran dapat dilakukan dimana saja dan praktis. Dan memonitoring kebutuhan energi dan faktor daya pada

suatu industri kecil dan rumah-rumah agar dapat mengetahui hasil pengukuran yang berkesinambungan.

5. Kesimpulan dan Saran.

5.1. Kesimpulan

Dari penulisan naskah ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Sensor arus ACS-712 lebih mudah pemasangannya dan membuat dalam rangkaiannya, terhubung dengan mikrokontroler.
- b. Pengukuran arus pada line instalasi dapat dilaksanakan dengan mudah, menghasilkan data pengukuran presisi.
- c. Sebagai tampilan di monitor dan server dari database menggunakan program visual basic.
- d. Pengukuran arus, tegangan dan daya mempunyai variable perubahan yang kecil karena sebagai sampling data beban.
- e. Perubahan arus dapat disebabkan oleh beban induktif maupun kapasitif.

5.2. Saran

Setelah selesai penulisan naaskah ini ada beberapa saran sebagai berikut :

- a. Sebagai kelengkapan pengukuran daya listrik dapat diperhatikan faktor beban, seperti beban daya reaktif dan daya aktif, sehingga dapat mengevaluasi perubahan arus beban.
- b. Dapat ditindak lanjuti penelitian tentang rancang bangun alat ukur arus listrik dengan menggunakan sensor arus.

DAFTAR PUSTAKA

- Benard M Oliver, John M Cage ; 1971 ; “*Electronics Measurement and Instrumentation*” Mc Graw – Hill Kogakusha , Tokyo
- James W Delly, William Friley ; 1993 ; “*Instrumentations for Engennering Measurement*”, John Wilay & Sons Inc, New York
- Manuel Mora, Guisseppi A Forgionne, Jatinder N D Gupta, 2003, “*Dicision Making Support Systems* :

Achievements, Trends and Challenges for the New Decade ” Edea Group Publishing, London.

Marius-Constantin Popescu and Nikos E. Mastorakis, 2009, “Monitoring System for Electrical Measurements, of Energy Distribution Stations”, *International Journal of Systems Application, Engeering & Development*, Issue 4, Volume 3,