

IMPLEMENTASI WIRELESS MONITORING ENERGI LISTRIK BERBASIS WEB DATABASE

Irwan Dinata, Wahri Sunanda

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Bangka Belitung

e-mail: irwandinata@ubb.ac.id

Abstrak - Implementasi *Wireless Monitoring* Energi Listrik Berbasis *Web Database* ini dirancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. Perangkat ini terdiri 4 (empat) bagian yaitu sensor, processor, display dan network. Bagian sensor terdiri dari Current Transformer dan AC to AC Power Adapter. Processor digunakan Arduino UNO yang akan mengolah hasil sensor, display menggunakan Liquid Crystal Display (LCD) tipe untuk menampilkan data keluaran real time. Dan bagian terakhir yaitu network terdiri dari Ethernet Shield, 3G Router, 3G Modem untuk komunikasi ke Database Server sebagai tempat penyimpanan tetap dan pengolahan data lebih lanjut. Pada pengujian dengan total beban nominal 120 watt menunjukkan bahwa nilai V_{rms} yang tampil di LCD *Wireless Energy Monitoring* sebesar 218 volt, nilai V_{rms} hasil pengukuran *Clamp Meter* sebesar 216 volt. Untuk nilai I_{rms} di LCD *Wireless Energy Monitoring* 0,44 ampere, nilai I_{rms} hasil pengukuran *Clamp Meter* 0,5 ampere. Nilai daya nyata di LCD *Wireless Energy Monitoring* 92 watt, nilai daya nyata hasil pengukuran *Clamp Meter* 84 watt. Sedangkan faktor daya di LCD *Wireless Energy Monitoring* 0,97 dan faktor daya hasil pengukuran *Clamp Meter* 0,99.

Kata kunci: wireless monitoring, real power, power factor.

Abstract – Web Database based wireless device for monitoring electricity consumption is designed to substitute manual and conventional measurement system. This device consists of sensor, processor, display and network. The sensor consists of current transformer and AC to AC Power Adapter. The processor is Arduino UNO which process sensor output. Liquid crystal device (LCD) is used to display real time output. The last part of the device is network composed of Ethernet Shield, 3G Modem for communication with Database Server as data further processing and storage. The testing with nominal total load 120 watt shows that V_{rms} value on LCD of the device is 218 volt, V_{rms} value measured with clamp meter is 216 volt. I_{rms} value on LCD of the device is 0,44 ampere, I_{rms} value measured with clamp meter 0,5 ampere. The real power value on LCD of the device is 92 watt, the real power value measured with clamp meter is 84 watt. The power factor value on LCD of the device is 0,97, the power factor value measured with clamp meter is 0,99.

Keywords: wireless monitoring, real power, power factor.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan energi listrik terus meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya kegiatan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Peningkatan pertumbuhan energi listrik tersebut tentunya akan menghabiskan sumber energi tak terbaharukan yang ada sekarang jika pemanfaatannya tidak efektif dan efisien. Dalam pemanfaatan energi listrik tersebut terkadang tidak diketahui berapa banyak energi yang telah terpakai sehingga cenderung terjadi pemborosan energi listrik. Oleh karena itu, untuk

mengetahui besarnya energi listrik yang sedang terpakai, perlu dilakukan pengukuran penggunaan energi listrik tersebut. Pengukuran penggunaan energi listrik ini merupakan proses sebuah manajemen energi listrik yang sangat penting sehingga dengan mudah proses penghematan dan efisiensi bisa diperoleh.

Implementasi *Wireless Monitoring* Energi Listrik Berbasis *Web Database* ini dirancang untuk mendapatkan informasi-informasi yang berhubungan dengan pengukuran energi listrik antara lain Real Power (Watt), Apparent Power (VA), Power Factor (%), Voltage RMS (V), dan Current RMS (A) secara real time yang dapat

diakses dari Jaringan Internet kapan saja. Pengukuran seperti diatas biasanya dilakukan dengan menggunakan alat ukur sederhana dan pencatatan masih manual sehingga data yang didapat tidak bisa dilakukan setiap saat dan hasilnya terlalu lama untuk didapatkan. Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung sehingga informasi yang disajikan dapat langsung diakses pada saat itu juga. Perangkat keras tidak dapat bekerja dengan efektif jika perangkat lunak tidak dirancang dengan benar. Perangkat ini dirancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional.

Perangkat ini terdiri 4 (empat) bagian yaitu sensor, processor, display dan network. Bagian sensor terdiri dari Current Transformer dan AC to AC Power Adapter. Processor digunakan Arduino UNO yang akan mengolah hasil sensor, display menggunakan Liquid Crystal Display (LCD) tipe untuk menampilkan data keluaran real time. Bagian terakhir yaitu network terdiri dari Ethernet Shield, 3G Router, 3G Modem untuk komunikasi ke Database Server sebagai tempat penyimpanan tetap dan pengolahan data lebih lanjut. Melalui perangkat ini kita dapat memantau penggunaan energi listrik setiap saat tanpa harus mendatangi lokasi titik pengukuran tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Arus Listrik

Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara kontinyu pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere. Satu ampere arus adalah mengalirnya elektron sebanyak 628×10^{16} atau sama dengan satu *coulomb per detik* meliwati suatu penampang konduktor.

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

Dimana:

- Q = Banyaknya muatan listrik dalam satuan coulomb
- i = Kuat Arus dalam satuan Amper.
- t = Waktu dalam satuan detik.

B. Tegangan Listrik

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:

$$v = \frac{dw}{dq} \quad [\text{volt}] \quad (2)$$

C. Daya Listrik

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

1. 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:

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

2. 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:

$$Q = V.I.\sin \theta \quad [kVA_r] \quad (4)$$

3. 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:

$$S = V.I \text{ [kVA]} \quad (5)$$

Daya aktif dan reaktif didefinisikan secara matematika sebagai berikut:

$$P + JQ = V_{srms}.I_{rms} = S \quad (6)$$

D. Faktor Daya

Faktor Daya bukan merupakan ukuran langsung dari efisiensi output-to-input, tetapi factor daya merupakan ukuran sebenarnya dari bagaimana kapasitas sistem 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:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Daya (pf)} &= \frac{kW}{kVA} \\ &= \frac{(V.I.\cos\theta)}{V.I} \\ &= \cos\theta \end{aligned}$$

E. Arduino

Arduino adalah sebuah mikrokontroler *single-board* yang bersifat *open-source* seperti pada Gambar 1. *Hardware* mikrokontroler Arduino diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman *wiring-based* yang berbasis *syntax* dan *library*. Pemrograman *wiring-based* ini tidak berbeda dengan C/C++, tetapi dengan beberapa penyederhanaan dan modifikasi. Untuk memudahkan dalam pengembangan aplikasinya, mikrokontroler Arduino juga menggunakan *Integrated Development Environment* (IDE) berbasis *processing*. Mikrokontroler Arduino dapat dipasangkan dengan bermacam-macam sensor dan aktuator lainnya. Adapun sensor dan aktuator yang dapat dipasangkan pada Arduino seperti sensor gerak, ultrasonik, panas, suara, *Ethernet Shield*, *LED Display* dan yang lainnya.



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino UNO

F. Sensor Tegangan

Sensor tegangan digunakan untuk mengambil data besaran tegangan terhadap ujung terminal yang terhubung dengan beban. Pada aplikasinya sensor tegangan berupa suatu alat yang dikenal dengan *AC to AC Power Adapter* merupakan penurun tegangan rendah dari tegangan AC yang biasanya kita kenal di 220 Volt. Untuk menghindari bekerja langsung pada tegangan tinggi yang bisa membahayakan, sehingga *AC to AC Power Adapter* akan membantu menurunkan tegangan menjadi sebesar 9-12 AC Volt. Keberadaan *AC to AC Power Adapter* sangat jarang terdapat dipasaran dikarenakan lebih cenderung *AC to DC Adapter*, hal tersebut dikarenakan hampir semua peralatan elektronik berdaya rendah menggunakan tegangan DC sebagai sumbernya. Sehingga untuk membuat *AC to AC Power Adapter* lebih mudah dibuat dari trafo biasa yang sering kita gunakan ketika membuat *DC Power Supply*.



Gambar 2. AC to AC Power Adapter

G. Sensor Arus

Teknologi sensor arus hampir sama dengan teknologi sensor tegangan yaitu dengan menggunakan trafo arus yang dikenal dengan *Current Trafo* (CT) dan dengan menggunakan teknologi efek *hall*. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik. Jenis sensor arus yang banyak dipakai adalah *The Yhdc current transformer* dikenal sebagai CT sensor merupakan inti dari sebuah pengukuran arus listrik bolak balik, sebuah *non-invasive* sensor yang dapat mendeteksi aliran arus yang melalui sebuah kawat penghantar.

Dalam proses induksi, arus listrik yang melalui kawat sisi primer akan menghasilkan sebuah medan magnet pada inti *ferrite* CT sensor. Kawat pada sisi sekunder yang mengelilingi inti tersebut menghasilkan arus listrik kecil yang proporsional. Selanjutnya CT

sensor dengan penambahan sebuah resistor kecil (*Burden Resistor*) akan menghasilkan keluaran berupa tegangan yang dapat diukur oleh Arduino.



Gambar 3. The Yhdc Current Transformer

H. Ethernet Shield

Ethernet Shield merupakan perangkat tambahan yang digunakan untuk menghubungkan Arduino ke dalam jaringan komputer atau internet. *Shield* ini memakai *WIZnet W5100 Ethernet Chip* yang dapat memberi kemudahan untuk membuat arduino dapat diakses secara *online*. Penggunaan *Shield* ini disertai *library* Arduino untuk menulis *sketch*. *Chip WIZnet W5100* Mendukung hingga empat koneksi soket secara simultan. Dalam menggunakan perangkat ini cukup dengan menancapkan *Shield* di atas Arduino Uno yang ada. Begitupun untuk pemrogramannya cukup menghubungkan Arduino dengan komputer via USB sebagaimana memprogram Arduino seperti biasa, serta menghubungkan *Ethernet Shield* dengan komputer atau hub atau *router*, dapat menggunakan kabel UTP Cat5 dengan konektor RJ45.



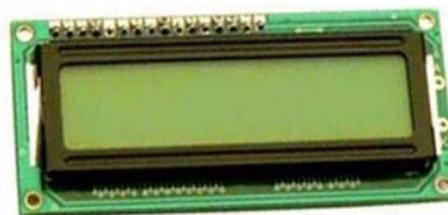
Gambar 4. Ethernet Shield

I. Liquid Crystal Display (LCD)

Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan menggunakan mikrokontroler, LCD dapat

berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Modul LCD matrix tersedia dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh baris *pixel*. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

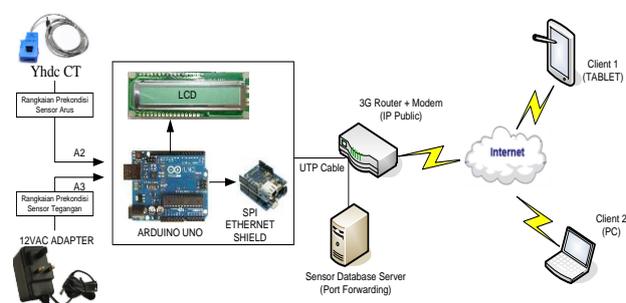
1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan *back light*



Gambar 5. LCD 2x16

III. METODOLOGI

Secara umum Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database ini dimulai dengan mengambil keluaran dari sensor tegangan dan sensor arus untuk kemudian diolah oleh Arduino dan ditampilkan sebagai keluaran berupa Real Power (Watt), Apparent Power (VA), Power Factor (%), Voltage RMS (V), dan Current RMS (A). Arsitektur sistem yang akan dibuat pada penelitian ini secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 6. Arsitektur Sistem

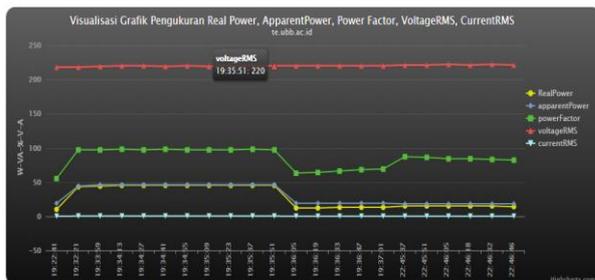
Sensor Arus YhDC CT dan sensor Tegangan 12 VAC Adapter akan membaca kondisi arus dan tegangan pada titik pengamatan. Nilai yang dikeluarkan sensor belum bisa dibaca dengan

baik oleh Arduino UNO untuk itu diperlukan sebuah rangkaian prekondisi yang bisa membatasi tegangan keluaran sensor tersebut sekitar 1 Volt, sehingga tidak akan merusak Pin Analog Arduino (A2 dan A3). Selanjutnya Arduino UNO akan mengolah dan melakukan perhitungan nilai pembacaan tersebut untuk ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke Sensor Database Server secara berkala. Data yang telah tersimpan di Database akan mudah dipanggil untuk ditampilkan dalam sebuah website aplikasi. Tentunya website ini dapat diakses via LAN maupun Internet.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat hasil tampilan aplikasi Website Energy Monitoring dari data hasil pengukuran yang telah tersimpan di-database. Data pengukuran akan dipanggil kembali dan ditampilkan dalam bentuk grafik serta proses otentikasi user sebagai pemilihan atas hak user dalam mengakses website tersebut.

A. Grafik Pengukuran Real Time



Gambar 7. Tampilan Grafik Pengukuran Real Time

Dari gambar diatas, ditampilkan sekaligus dalam bentuk visualisasi grafik semua data pengukuran yang tersimpan di database. Pada sumbu x, merupakan tanggal dan waktu pengambilan data, sedangkan pada sumbu y, satuan dari masing-masing besaran listrik yang telah diukur. Nilai tersebut akan berubah setiap saat dengan data sebanyak 40 plot per frame, dapat diketahui pemakaian listrik saat itu. Data yang telah ditampilkan tetap disimpan di database sehingga dapat diambil dan ditampilkan kembali.

B. Manajemen Laporan Pengukuran

Manajemen Laporan Pengukuran digunakan untuk membuat laporan hasil pengukuran berdasarkan masing-masing registrasi pengukuran. Gambar 8 memperlihatkan record data pada sebuah field database, yang berisi informasi pengukuran seperti time, date, realPower, apparentPower, powerFactor, voltageRMS, currentRMS. Pada tanggal 20-23 Agustus 2014, jam 19:22:41 s.d. 19:35:09 di tempat “Pengukuran A” pada seperti yang terlihat pada gambar 9, detail pengukuran Reg ID P001 yang berisi informasi pengambilan sampel data pengukuran dalam tampilan web. Dari data tersebut juga diperlihatkan nilai minimal, maksimal dan rata-rata.

id	date	time	realPower	apparentPower	powerFactor	voltageRMS	currentRMS
1	27.06.2014	23.30.24	99	149	66	235	0.63
2	27.06.2014	23.30.38	92	140	66	235	0.59
3	27.06.2014	23.30.52	97	146	66	235	0.62
4	27.06.2014	23.31.06	99	149	66	235	0.63
5	27.06.2014	23.31.20	90	138	65	235	0.59
6	27.06.2014	23.31.34	93	142	65	235	0.60
7	27.06.2014	23.31.48	91	139	66	235	0.59
8	27.06.2014	23.32.02	90	137	65	235	0.58
9	27.06.2014	23.32.16	89	137	65	235	0.58
10	27.06.2014	23.32.29	89	137	65	235	0.58
11	27.06.2014	23.32.43	89	136	65	235	0.58
12	27.06.2014	23.32.57	92	140	66	235	0.60
13	27.06.2014	23.33.11	89	136	65	235	0.58
14	27.06.2014	23.33.25	88	137	64	235	0.58
15	27.06.2014	23.33.39	94	143	65	235	0.61
16	27.06.2014	23.33.53	89	137	65	235	0.58
17	27.06.2014	23.34.07	90	139	65	235	0.59
18	27.06.2014	23.34.21	88	137	64	235	0.58
19	27.06.2014	23.34.35	90	139	65	235	0.59
20	27.06.2014	23.34.49	91	140	65	234	0.60

Gambar 8. Record Data Field Database

DETAIL PENGUKURAN

REG ID : P001
 Tempat Pengukuran : Pengukuran A
 Rentang Tanggal : 2014-08-20 s.d. 2014-08-23
 Rentang Waktu : 19:22:41 s.d. 19:35:09

No	REG ID	Date	Time	Real Power (Watt)	Apparent Power (VA)	Factor Power (%)	Voltage RMS (Volt)	Current RMS (Ampere)
1	P001	2014-08-20	19:34:27	45	46	97	220	0.21
2	P001	2014-08-20	19:34:41	45	46	98	219	0.21
3	P001	2014-08-20	19:34:55	45	46	97	220	0.21
4	P001	2014-08-20	19:35:09	45	46	97	219	0.21
5	P001	2014-08-21	19:22:41	10	19	55	218	0.09
6	P001	2014-08-22	19:32:21	43	44	97	218	0.20
7	P001	2014-08-22	19:33:59	44	46	97	219	0.21
8	P001	2014-08-23	19:34:13	45	46	98	220	0.21
Nilai Minimal				10	19	55	218	0.09
Nilai Maksimal				45	46	98	220	0.21
Nilai Rata-rata				40.25	42.38	92	219.13	0.19

Jumlah Data : 8
 Cetak Data : Halaman ke : 1
 Back to prev :

Gambar 9. Tampilan Detail Pengukuran Reg ID P001

V. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian dengan total beban nominal 120 watt menunjukkan bahwa nilai V_{rms} yang tampil di LCD *Wireless Energy Monitoring* sebesar 218 volt, nilai V_{rms} hasil pengukuran *Clamp Meter* sebesar 216 volt. Untuk nilai I_{rms} di LCD *Wireless Energy Monitoring* 0,44 ampere, nilai I_{rms} hasil pengukuran *Clamp Meter* 0,5 ampere. Nilai daya nyata di LCD *Wireless Energy Monitoring* 92 watt, nilai daya nyata hasil pengukuran *Clamp Meter* 84 watt. Sedangkan faktor daya di LCD *Wireless Energy Monitoring* 0,97 dan faktor daya hasil pengukuran *Clamp Meter* 0,99.
2. Pada website aplikasi *Wireless Energy Monitoring* yang telah dirancang, berhasil mengirimkan hasil pengukuran setiap saat ke *Database Server*.

Universitas Gadjah Mada tahun 2008 dan S2 pada tempat yang sama tahun 2010. Mulai tahun 2010 bekerja sebagai Dosen di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunanda, Wahri dan Irwan Dinata. "Penerapan Perangkat Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Arduino dan Internet". *Jurnal Amplifier*, ISSN: 2089-2020, Volume 04 Nomor 02, November 2014: 21-23.
- [2] Arduino Playground, <http://www.arduino.cc> [diakses pada 20 Oktober 2013].
- [3] Open Energy Monitor Project, <http://openenergymonitor.org> [diakses pada 20 Oktober 2013].
- [4] Premeaux, Emery dan Brian Evans. "Arduino Project to Save The World". Springer Science and Business Media. New York. Chapter 7. *Staying Current*. 2011.

Biodata Penulis

Irwan Dinata, S.T., M.T., Menamatkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Telekomunikasi STT Telkom Bandung tahun 2008 dan S2 Wireless Communication Institut Teknologi Telkom Bandung tahun 2010. Mulai tahun 2010 bekerja sebagai Dosen di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Wahri Sunanda, S.T., M.Eng., Menamatkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Elektro