Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik dan Kontrol Peralatan Elektronik Berbasis PC Server

Haryadi Amran Darwito, Akuwan Saleh

Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia
Kampus ITS Keputih Sukolilo, Surabaya 60111
Telp. +62 (31) 594 7280 Fax +62 (31) 594 6114
E-mail: amran@eepis-its.edu, akuwan@eepis-its.edu

ABSTRAK

Mengingat terbatasnya persediaan sumber energi listrik yang ada, efisiensi penggunaannya harus dilakukan. Selain itu, penggunaan energi listrik yang terkendali sangat menguntungkan karena beban biaya akan lebih rendah.

Sistem monitoring dan kontrol penggunaan energi listrik pada paper ini merupakan salah satu alternatif untuk melakukan penghematan energi listrik tersebut. Bagian hardware dari sistem ini adalah KWH Meter, sensor optocoupler, rangkaian kontrol menggunakan mikrokontroler, dan driver relay. Kenaikan beban daya dan lama penggunaan listrik dapat diketahui, karena piringan KWH Meter dipasang sensor optocoupler untuk menghitung jumlah putaran piringan KWH meter.

Pembuatan software menggunakan pemrograman Visual Basic 6.0 untuk mengetahui rincian perhitungan biaya yang dibebankan dan mengatur pemakaian daya listrik melalui komputer yang difungsikan sebagai server, dimana peralatan elektronik dapat di aktivasi (On/Off) secara manual atau otomatis menggunakan setting time.

Hasil yang telah diperoleh dari sistem ini berupa informasi penunjukan angka pada KWH Meter dengan beban daya minimal 140 watt, kondisi peralatan On/Off berdasarkan setting time untuk mengontrol pemakain daya listrik, informasi beban biaya melalui PC server maupun secara jarak jauh menggunakan Internet dan Handphone yang support GPRS.

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi saat ini banyak sekali dibuat peralatan elektronik yang mendukung kegiatan manusia sehari-hari. Akan tetapi *user* hanya mengerti cara menggunakannya tanpa mengetahui besar biaya pemakaian listrik yang digunakan pada peralatan - peralatan elektronik tersebut, bahkan *user* sering lupa untuk mematikan peralatan elektronik sehingga daya listrik menjadi besar, hal ini menimbulkan kerugian yang besar bila terjadi terus menerus, pemakaian listrik yang besar mengakibatkan beban biaya yang harus dikeluarkan juga semakin besar. Oleh karena itu perlu dibuat suatu sistem informasi yang dapat memudahkan dalam pencatatan KWH Meter, mengontrol (*On/Off*) peralatan-peralatan elektronik tersebut baik secara manual ataupun otomatis dan mengetahui beban biaya melalui komputer server maupun secara jarak jauh menggunakan *Internet* dan *Handphone* yang support GPRS.

Pembuatan pada sistem ini terdiri dari pembuatan *hardware* yaitu men-instalasi KWH Meter dengan jaringan listrik, pemasangan sensor optocoupler pada piringan KWH Meter, pembuatan rangkaian catu daya, pembuatan rangkaian mikrokontroler, pembuatan driver relay yang berfungsi sebagai pengaktif relay dan pembuatan rangkaian sensor optocoupler dengan tujuan agar kenaikan beban daya dan lama penggunaan listrik dapat diketahui, karena piringan KWH Meter telah terpasang sensor optocoupler untuk menghitung jumlah putaran piringan KWH meter. KWH meter yang digunakan golongan R1-1300 untuk daya 1300 watt termasuk TDL atau tarif daya listrik blok I (0-20 KWH) dengan tarif 385/KWH.

Pembuatan *software* menggunakan pemrograman Visual Basic 6.0 untuk mengetahui rincian perhitungan biaya yang dibebankan dan mengatur pemakaian daya listrik melalui komputer yang difungsikan sebagai server, dimana peralatan elektronik dapat di aktivasi (*On/Off*) secara manual atau otomatis menggunakan *setting time*. Peralatan yang dikontrol pada pengujian sistem ini hanya 8 peralatan elektronik. Komunikasi antara mikrokontroler sebagai media kontrol peralatan dengan komputer server menggunakan komunikasi serial. Dari pengujian dan implementasi sistem ini telah diperoleh hasil bahwa kontrol alat secara manual atau otomatis menyebabkan efisiensi listrik dan estimasi beban biaya terhadap penggunaan listrik

yang berlebihan. Dengan demikian sistem yang telah dibuat dapat membantu menghemat energi listrik sebagai estimasi beban biaya pemakaian daya listrik serta dapat memudahkan pengontrolan peralatan elektronik melalui PC server maupun secara jarak jauh menggunakan *Internet* dan *Handphone*.

2. LANDASAN TEORI

Pada bagian ini akan dijelaskan teori-teori yang berhubungan dengan peralatan yang telah dibuat dan terpakai pada sistem yang terdiri dari KWH meter, rangkaian sensor optocoupler, rangkaian driver relay, perhitungan beban daya dan biaya listrik berdasarkan TDL golongan RI-1300.

2.1 KWH Meter

KWH meter [1],[2] merupakan alat untuk mengukur dan menampilkan pemakaian daya listrik. Prinsip kerja KWH meter berdasarkan bekerjanya induksi magnetis oleh medan magnet. Berfungsi sebagai penghitung besarnya energi listrik yang terpakai ke dalam bentuk jumlah putaran, sehingga semakin banyak beban listrik yang dipakai maka semakin banyak pula jumlah putaran yang terjadi dalam selang waktu tertentu. KWH meter memiliki empat konektor, yang masing-masing konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda.

Langkah pertama dalam instalasi KWH Meter adalah harus mengetahui fungsi dari konektor - konektor yang ada dalam KWH meter. Dalam Gambar 2 diasumsikan keempat konektor itu adalah A,B,C, dan D. Jalur fasa dari PLN disambungkan pada konektor A, jalur nol dari PLN kita pasang pada konektor C. Untuk konektor B dan D digunakan sebagai *output* dari KWH Meter, dimana B sebagai fasa dan D sebagai nol (Ground).

Dalam pemasangannya seperti pada gambar 1 tidak boleh ada kesalahan, karena konektor-konektor tersebut tersambung dengan lilitan-lilitan yang terdapat dalam KWH meter yang berfungsi sebagai penginduksi lempengan, sehingga lempengan akan berputar kearah yang benar. Keluaran listrik AC dari KWH meter dilewatkan MCB (*Mini Circuit Breaker*) sebelum menuju ke beban. MCB tersebut berfungsi sebagai pemutus hubungan antara beban dan KWH meter bila terjadi hubungan pendek pada listrik, dengan demikian akan memperkecil terjadinya kebakaran yang disebabkan oleh hubungan pendek dari jaringan listrik yang telah dipasang.

Gambar 1. Blok Diagram Pemasangan KWH Meter

Gambar 2. Instalasi KWH Meter Satu Fasa

2.2 Rangkaian Sensor Optocoupler

Sensor ini terdiri atas LED infra merah dan fototransistor. Cara kerja sensor yaitu ketika cahaya infra merah tidak terhalang masuk ke fototransistor maka fototransistor akan aktif dan meneruskan arus dari *emitter* ke *collector*, begitu juga sebaliknya. Rangkaian sensor berfungsi sebagai penghitung putaran piringan KWH meter. Dalam rangkaian ini supaya dapat mengirimkan data ke komputer diperlukan sebuah alat koneksi antara keduanya. Pada rangkaian digunakan komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer [3],[4]. Dengan *software* yang telah dibuat, maka jumlah putaran tersebut dapat dikonversikan menjadi beban daya dan biaya, sehingga pemakaian daya listrik dapat termonitoring dari komputer.

Gambar 3. Rangkaian Sensor Optocoupler

2.3 Rangkaian Driver Relay

Rangkaian driver seperti ditunjukkan pada gambar 4 menggunakan transistor TIP41C yang fungsinya sama dengan transistor 2N3906 yaitu sebagai transistor *switching* [5], yang membedakan adalah transistor TIP41C ini bertipe NPN jadi arus akan diteruskan dari collector menuju emitter, dan transistor ini akan aktif bila pada kaki basisnya diberi *input* tegangan sebesar 5V yang berasal dari keluaran kaki collector transistor 2N3906 tipe PNP sebelumnya. Pada transistor TIP41C juga diberi *input* tegangan pada kaki *collector* sebesar 24V yang digunakan untuk mengaktifkan relay 24 volt. Jadi rangkaian akan aktif, bila pada kaki basis transistor TIP41C mendapat *input* 5V, sehingga tegangan 24V dari kaki collector dapat diteruskan menuju kaki *emitter* dan relay 24V akan aktif.

Gambar 4. Rangkaian Driver Relay

2.4 Perhitungan Beban Daya Dan Biaya Listrik

Setiap Tarif Dasar Listrik (TDL) dikelompokkan sesuai dengan golongannya [1]. KWH meter yang digunakan merupakan golongan R1-1300. TDL dari golongan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. TDL Golongan R1-1300

No	Item	Perhitungan
1	Bea beban	$(1300/1000) \times \text{Rp. } 30.100,-$
2	Blok I : 0-20 KWH	$20 \text{ KWH} \times \text{Rp. } 385,-$
3	Blok II : 21-60 KWH	$40 \text{ KWH} \times \text{Rp. } 445,-$
4	Blok III : > 60 KWH	$> 60 \text{ KWH} \times \text{Rp. } 495,-$

Perhitungan beban biaya dapat dilihat pada persamaan di bawah ini :

$$\text{Konsumsi listrik} = \frac{\text{Jumlah Putaran Piringan}}{\text{Karakteristik Tipe KWH}} \quad (1)$$

Karakteristik Tipe KWH = 2500 putaran

$$\text{Beban biaya} + \text{Bea beban} = (\text{konsumsi listrik} \times \text{TDL}) + \text{Rp. } 39130,- \quad (2)$$

3. METODOLOGI

Dalam pembuatan sistem dibutuhkan pembuatan *hardware* dan *software*. Penjelasan secara umum yaitu piringan KWH meter dimodifikasi dengan penambahan sensor optocoupler yang berfungsi sebagai pendeteksi jumlah putaran piringan. Mikrokontroler sebagai pusat pengolah data dan pengontrol alat.

Mikrokontroler dan interface DB9 merupakan alat koneksi untuk mengirimkan data ke PC sehingga diketahui beban daya dan biaya.

3.1 Perancangan Sistem

Pada gambar 5 merupakan blok diagram dan gambar 6 rancangan keseluruhan dari sistem monitoring dan kontrol peralatan elektronik yang telah dibuat.

Gambar 5. Blok Diagram Sistem

Gambar 6. Rancangan Keseluruhan Sistem

3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

Perancangan dan pembuatan *hardware* antara lain pembuatan rangkaian catu daya, mikrokontroler, driver relay, pemasangan sensor optocoupler pada piringan KWH Meter. *Hardware* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 7.

(a) Mikrokontroler dan Komunikasi Serial

(b) Rangkaian Kontrol Peralatan Elektronik

Gambar 7. Sistem Kontrol Peralatan Elektronik

3.3 Perancangan Dan Pembuatan Perangkat Lunak

Gambar 8. Flowchart Sistem Kontrol Peralatan Elektronik

Penjelasan dari flowchart pada gambar 8 adalah saat sistem dieksekusi, user akan menemui form login, pada form ini harus mengisi nama dan password yang telah terdaftar bila ingin masuk ke sistem kontrol dan monitoring. Setelah proses login berhasil, akan terlihat tampilan sistem dan terdapat dua pilihan kontrol manual atau otomatis. Untuk kontrol secara manual, langsung pilih alat yang ingin dikontrol. Untuk kontrol secara otomatis, set timer sesuai kebutuhan. Peralatan on maka KWH meter akan bekerja dan piringannya akan berputar. Jumlah putaran piringan tersebut akan dikonversi menjadi beban daya sehingga beban biaya dapat diketahui. Tampilan dari menu utama dapat dilihat pada Gambar 9. Pada menu utama terdapat dua menu yaitu monitoring dan kontrol, sehingga dapat dipantau antara lain kondisi sensor, status alat, jumlah putaran piringan KWH meter, beban daya dan beban biaya.

The screenshot shows the main interface of the system. At the top, it says 'SISTEM MONITORING PEMAKAIAN DAYA LISTRIK DAN KONTROL PERALATAN ELEKTRONIK BERBASIS PC SERVER'. Below this, there are several sections:

- STATUS:** A row of 8 status indicators (ON/OFF) for ALAT 1 through ALAT 8.
- MODE CONTROL:** Buttons for 'MANUAL' and 'AUTOMATIC'.
- SENSOR ON:** A section with 'SENSOR ON' and 'SENSOR OFF' buttons, and a 'Jumlah KWH' input field.
- DATA BASE:** A table showing data for 5 items, including 'PUTARAN', 'KWH', 'BIAYA', and 'TAMBAH'.
- PREVIEW:** A section with 'PREVIEW' and 'CLEAR' buttons, and a table showing data for 5 items, including 'KWH', 'BIAYA', and 'TAMBAH'.
- CONTROL MANUAL:** A section with 'ON' and 'OFF' buttons for each of the 8 devices.
- TIMER CONTROL AUTOMATIC:** A section with 'TIME' and 'TIME OFF' input fields for each of the 8 devices.

Gambar 9. Tampilan Menu Utama

Disamping menu utama terdapat pula menu penunjang terdiri dari beberapa form yaitu *form login*, *form tambah user*, *form hapus user* dan *form petunjuk*.

3.3.1 Pembuatan Database pada server

Pada PC server dilakukan pembuatan menu *Software database* yang digunakan adalah *database MySQL* yang telah terinstal bersama *apachetriad* [6],[7]. Untuk *database* pembuatan sistem ini diperlukan 3 tabel yaitu user, status peralatan, dan KWH Meter.

3.3.2 Pembuatan Web

Tahap awal yang dilakukan adalah membuat program menggunakan notepad [8], kemudian mendesain dan membuat web dengan menggunakan *software Dreamweaver MX dan Photoshop*.

3.3.3 Pembuatan Software Pada HP

Pembuatan program pada telepon genggam menggunakan bahasa pemrograman J2ME. Program ini akan dibuat dengan melihat emulator, dan di-download ke telepon genggam [9]. Untuk koneksi antara telepon genggam dengan server, digunakan bahasa pemrograman PHP. Program PHP script tersebut dipanggil oleh program J2ME dengan *syntax* sebagai berikut:

```
private String URL http://nama url/;
HttpConnection http = null;
http(HttpURLConnection)Connection.open(URL);
```

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian dilakukan untuk mengetahui performansi dari sistem yang dibuat. Ketepatan eksekusi antara *software* dengan *hardware* yang dibuat sangat diharapkan dalam proses ini. Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah *PC (Personal Computer)*, kabel penghubung (*serial port*), dan peralatan elektronik 8 buah (Kulkas, *Magic Com*, *Rice Cooker*, Hiasan Ruang Tamu (Air Terjun Mini), TV di Kamar, TV di Ruang Keluarga, Kipas Angin Kamar, dan Kipas Angin Ruang Keluarga.

4.1 Pengujian Instalasi KWH Meter

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari KWH meter. Cara pengujian yaitu diberikan beban daya bervariasi dan diamati putaran piringan harus diarah yang benar.

Tabel 2. Data Pengujian Instalasi KWH Meter

No	Beban (Watt)	Kondisi Piringan
1	40	Tidak bergerak
2	80	Tidak bergerak
3	100	Tidak bergerak
4	140	Berputar (Pelan)
5	300	Berputar (Cepat)

Pada tabel di atas terlihat piringan KWH Meter mulai berputar pelan dengan beban 140 watt. Piringan berputar karena mendapat cukup beban dan penunjukan angka pada KWH meter terus bertambah.

4.2 Pengujian Sistem Kontrol

Pengujian sistem kontrol secara manual maupun otomatis masing-masing dilakukan melalui PC dan internet seperti pada tabel 3 dan tabel 4. Pengujian koneksi antara *J2ME* pada *HP* yang menggunakan GPRS dan PHP pada Web dengan *hardware* sistem yang telah dibuat.

Tabel 3. Pengujian Kontrol Manual

No	Peralatan Elektronik	Perintah Dikirim Via Internet	Perintah Diterima PC	Status Alat
1	Alat 1	ON	ON	Nyala
2	Alat 2	OFF	OFF	Mati
3	Alat 3	OFF	OFF	Mati
4	Alat 4	ON	ON	Nyala
5	Alat 5	ON	ON	Nyala
6	Alat 6	OFF	OFF	Mati
7	Alat 7	OFF	OFF	Mati
8	Alat 8	ON	ON	Nyala

Tabel 4. Pengujian Kontrol Otomatis

No	Peralatan Elektronik	Waktu yang Dikirim	Perintah yang Dikirim	Perintah Diterima PC	Status Alat
1	Alat 1	0700	ON	ON	Nyala
2	Alat 1	(kosong)	OFF	ON	Nyala
3	Alat 1	07:00	OFF	ON	Nyala
4	Alat 2	0800	OFF	OFF	Mati
5	Alat 3	0900	OFF	OFF	Mati
6	Alat 4	1000	ON	ON	Nyala
7	Alat 5	1100	ON	ON	Nyala
8	Alat 6	1200	OFF	OFF	Mati
9	Alat 7	1300	OFF	OFF	Mati
10	Alat 8	1400	ON	ON	Nyala

Kontrol alat secara otomatis telah berhasil sesuai perencanaan. Dari tabel 4 (nomer 2 dan 3) dapat dilihat bahwa jika *user* tidak mengisi waktu, atau memasukkan waktu yang tidak sesuai format maka *system* tidak akan jalan. Alat elektronik dapat *on/off* sesuai dengan *timer* yang telah ditentukan. Berhasilnya kontrol alat secara manual atau otomatis menyebabkan efisiensi listrik dan estimasi beban biaya terhadap penggunaan listrik yang berlebihan.

4.3 Pengujian Kerja Sensor

Pengujian sensor dilakukan selama waktu tertentu. Dari hasil pengujian pada Tabel 5. dapat dianalisa bahwa piringan mulai berputar dengan beban minimal sebesar 140 watt. *Software* dapat menampilkan pembacaan data dari sensor berupa jumlah putaran piringan.

Tabel 5. Pengujian Kerja Sensor

No	Beban (Watt)	Waktu (s)	Jumlah Putaran Piringan	Biaya (Rp)
1	40	300	0	0
2	80	300	0	0
3	100	300	0	0
4	140	300	57	8,778
5	300	300	80	12,32

4.4 Pengujian Perhitungan Beban Daya Dan Biaya Listrik

Selanjutnya data putaran dari pembacaan sensor dikonversi melalui perhitungan sehingga didapatkan beban biaya listrik seperti ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Tampilan Pada Database

No	Putaran	KWH	Biaya + Bea Beban	Tanggal
1	21994	8,7976	42517,076	02-Jun-08
2	42557	17,0228	45683,778	03-Jun-08
3	63145	25,258	50369,81	04-Jun-08
4	84643	33,8572	54196,45	05-Jun-08
5	106267	42,5068	58045,53	06-Jun-08
6	128651	51,4604	62029,88	07-Jun-08
7	147932	59,1728	65461,90	08-Jun-08

Berdasarkan tabel 1. TDL Golongan R1-1300 dan persamaan (1), (2), dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi listrik} = \frac{21994}{2500} = 87976 \text{ KWH}$$

$$\text{Beban biaya + Bea beban} = (87979 \times \text{Rp. } 385) + \text{Rp. } 39130 = \text{Rp. } 42517,076$$

Dari pengujian yang telah dilakukan bila dibandingkan didapatkan hasil yang sama antara perhitungan secara manual dengan *database* pada *software* (tabel 6).

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian sistem kontrol peralatan secara otomatis dan manual dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Dari pengambilan data selama 7 hari diperoleh besar daya yang dipakai sebanding dengan jumlah putaran piringan KWH dan besar biaya listrik.
2. Sistem kontrol otomatis dengan pengaturan waktu (*setting time*) nyala peralatan elektronik dapat menghindari pemakaian alat yang berlebihan sehingga dapat menekan beban biaya listrik.
3. Pemakai dapat mengetahui informasi peralatan on/off, waktu aktif, beban biaya listrik setiap hari secara langsung pada PC server maupun dari jarak jauh.
4. Informasi penunjukan angka pada KWH Meter dengan beban daya minimal 140 watt, karena pada beban ini mendapat daya yang cukup untuk memutar piringan KWH meter.

6. REFERENSI

- [1]. Ichwannudin, M. (2007). *Pencatatan Meter PLN Menggunakan Image Processing*, Surabaya, Proyek Akhir Politeknik Elektronika Negeri ITS.
- [2]. Ton Sejati Utomo, *Artikel Alat Ukur Listrik KWH Meter*, Surabaya, 2007
- [3]. Budiharto, W. (2004). *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*, Jakarta, PT Elex Media Komputindo.
- [4]. Prasetya, R dan Widodo, CE. (2004). *Teori dan Praktek Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual basic 6.0*, Yogyakarta, ANDI Yogyakarta.
- [5]. Malvino, Albert paul. *Prinsip-prinsip elektronika*. Salemba teknika. Jakarta. 2003.
- [6]. Winemiller, Eric et al. (1998). *Visual Basic 6 Database How – To*, USA, Sams Publishing, Indianapolis.
- [7]. Zen Hadi, M. S, *Database MySQL*, 2008 5 April <http://lecturer.eepis-its.edu/~zenhadi/kuliah/internet>
- [8]. Zen Hadi, M. S, *WEB Programming: PHP(1)*, 2008 5 April <http://lecturer.eepis-its.edu/~zenhadi/kuliah/internet>
- [9]. Presented by developerWorks, your source for great tutorials, ibm.com/developerWorks. *J2ME: Step by step*. 2008 5 Mei [http://www.digilife.be/quickreferences/pt/j2me step by step.pdf](http://www.digilife.be/quickreferences/pt/j2me%20step%20by%20step.pdf).