

Pemantauan Penggunaan Listrik Peralatan Rumah Tangga Melalui Telepon Genggam Pengguna

F. Ishartomo dan A. Dharmawan

Abstract— Many people, either intentional or unintentional, did not know they left their electrical home appliances such as air conditioners, televisions, lights, etc. still in an active state when leaving their homes, so we need a system that can wirelessly monitor the electricity usage in their homes. In this study, it has been designed a system that can monitor the use of electrical equipment which used in the home. This system utilize the internet via mobile phone technology to monitor electric power usage at home and control their use by user's mobile phone. To process the data output from current and voltage sensor which used to measure the values of electric current and voltage, it use AT Mega 128 Microcontroller with 10-bit ADC inside. The results of this study is a package of both hardware and software for mobile phones and for home monitoring server.

Keywords— Mobile Phone, Monitoring, Microcontroller, Internet

1. PENDAHULUAN

Rumah (tempat tinggal) sebagai salah satu kebutuhan primer manusia, di masa sekarang ini tidak terlepas dari sumber daya baik itu sumber daya energi maupun sumber daya air. Sumber daya energi biasanya didapat dari listrik dengan cara berlangganan dengan PLN. Penggunaannya merupakan hak pelanggan dengan batasan-batasan daya dan tegangan serta mengakibatkan timbulnya kewajiban membayar atas penggunaan hak tersebut.

Sumber energi listrik, dengan batasan daya tersebut sewajarnya dipergunakan dengan tidak berlebihan. Pertama karena ada batasan daya tersebut, dan kedua karena adanya kewajiban yang timbul akibat penggunaannya. Batasan daya tersebut memaksa kita untuk bisa mendistribusikan seluruh daya untuk kebutuhan

bersama di dalam rumah, sehingga diperlukan adanya pemantauan pemakaian daya listrik.

Sistem pemantauan penggunaan daya listrik jarak jauh tidak hanya dapat melihat penggunaan listrik di rumah dan seberapa besar penggunaan daya listrik, tetapi juga dapat mematikan dan menghidupkan peralatan listrik dengan dukungan teknologi internet. Selain untuk mengurangi pemborosan listrik dan efek pemanasan global, sistem pemantauan ini juga dapat digunakan oleh orang tua yang meninggalkan rumahnya dengan jarak yang cukup jauh sehingga tidak dapat memantau kegiatan anaknya. Dengan sistem ini diharapkan orang tua dapat memonitor kegiatan di rumah dengan melihat peralatan listrik apa saja yang hidup dan mati.

Usuman dkk [1], telah merancang dan mengimplementasikan suatu sistem pemantauan rumah cerdas yang menitikberatkan pada rancang bangun sistem pemantauan rumah cerdas secara *real time* menggunakan layanan *Mobile Internet Broadband*.

Zoref dkk [2], telah merancang prototipe sebuah model universal untuk diimplementasikan pada rumah cerdas. Dalam model ini, komputer dan berbagai peralatan digital dirangkai membentuk suatu jaringan tunggal yang beroperasi pada tingkat kecerdasan tinggi untuk menyediakan dan mengatur berbagai layanan umum. Model universal ini mencakup sebuah kerangka standar yang memungkinkan pengembang perangkat keras dan lunak untuk membuat peralatan elektronik untuk konsumen yang dapat dihubungkan secara mudah pada sistem rumah cerdas.

Shahriyar dkk [3], telah memperkenalkan suatu mekanisme baru dengan memanfaatkan layanan *mobile phony* untuk mengendalikan peralatan rumah secara *remote* sehingga membuat rumah menjadi cerdas. Fitur layanan *mobile phony* yang digunakan disini adalah layanan SMS dan Bluetooth yang kemudian dihubungkan dengan protokol X10 yang digunakan untuk mengendalikan seluruh peralatan rumah.

Farid Ishartomo, Program Studi Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara PO BOX BLS 21 Yogyakarta 55281, email : faridishartomo@ugm.ac.id

Andi Dharmawan, Program Studi Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara PO BOX BLS 21 Yogyakarta 55281, email : andi_dh@mail.ugm.ac.id

Rahmad [4], telah melakukan penelitian dan perancangan *Watt-Hour Meter* digital yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras meliputi perancangan rangkaian catu daya, sensor tegangan, sensor arus, ADC, dan modul mikrokontroler AT89C51. *Watt-Hour Meter* digital ini dapat mengukur tegangan, arus, daya dan konsumsi tenaga listrik serta biaya pemakaian dari suatu beban terpasang.

2. METODE PENELITIAN

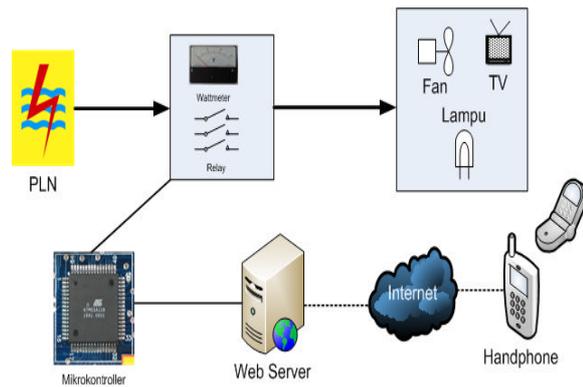
Penelitian mengenai pemantauan penggunaan peralatan listrik rumah tangga melalui telepon genggam pengguna ini terbagi menjadi beberapa sub yang terpisah namun saling terintegrasi guna mempermudah teknis penelitian. Peneliti membaginya menjadi lima bagian, yaitu: Analisis Sistem, Desain Arsitektur, Perancangan Basis Data, Perancangan Algoritma Pada Mikrokontroler, Perancangan Algoritma Pada Aplikasi Java Pada Telepon Genggam.

2.1. Analisis Sistem

Sistem pemantau ini diharapkan dapat memiliki kemampuan dalam hal: melakukan pemantauan penggunaan listrik dimana pengguna dapat melihat obyek mana saja yang dalam keadaan hidup atau mati dan daya yang digunakan oleh masing-masing obyek yang dipantau tersebut, melakukan pemantauan penggunaan listrik secara *wireless* dan *mobile* dimana pengguna dapat menggunakan telepon genggam dengan teknologi internet untuk melakukan pemantauan, dan melakukan aksi terhadap obyek yang dipantau dimana pengguna dapat menghidupkan dan mematikan obyek yang dipantau baik langsung dari *server* atau secara *mobile* melalui telepon genggam pengguna.

2.2. Desain Arsitektur

Sistem pemantau penggunaan listrik dibuat dengan menggunakan beberapa *hardware* yang berperan sebagai bagian pemantau (sensor dan transduser), pemroses data dan pengendali, serta aktuator. Secara umum sistem pemantau ini dapat digambarkan pada sebuah desain arsitektur seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Desain Arsitektur Sistem Pemantau Penggunaan Listrik Pada Peralatan Rumah Tangga Melalui Telepon Genggam Pengguna

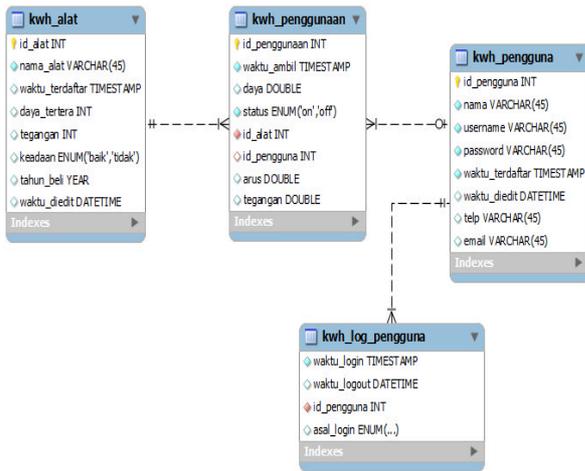
Bagian pemantau menggunakan sensor tegangan dan sensor arus yang dihubungkan pada obyek yang dipantau. Keluaran dari sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler yang mengolah data dan mengirimkannya ke *server* pemantau. *Server* pemantau dihubungkan dengan internet dengan memiliki IP Public sehingga dapat diakses oleh telepon genggam pengguna, sehingga pengguna dapat menggunakan telepon genggam mereka untuk melakukan pemantauan dan pengendalian obyek-obyek yang dipantau secara *mobile* dan *wireless*.

Pada bagian *server*, digunakan aplikasi Java yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Java berbasis J2SE sebagai tempat pengolah data lebih lanjut yang diterima dari mikrokontroler dan server tempat mengakses data bagi telepon genggam pengguna. Untuk penyimpanan data (*storage*) digunakan aplikasi MySQL.

Pada bagian telepon genggam digunakan aplikasi Java berbasis J2ME yang memungkinkan aplikasi tersebut dapat dipasang dan berjalan lancar pada hampir seluruh telepon genggam yang mendukung Java (minimal mendukung Java MIDP 2 dan CLDC 1.1).

2.3. Perancangan Basis Data

Rancang basisdata merupakan serangkaian pertanyaan spesifik yang relevan dengan berbagai pemrosesan data, misalnya objek data yang akan diproses oleh sistem, komposisi masing-masing objek data dan atribut yang menggambarkannya serta bagaimana hubungan antara masing-masing objek data tersebut. Pada Gambar 2 ditunjukkan desain *Entity Relationship Diagram* dari database sistem pemantauan penggunaan listrik.



Gambar 2 Desain Entity Relationship Diagram Basis Data Sistem Pemantau Penggunaan Listrik Pada Peralatan Rumah Tangga

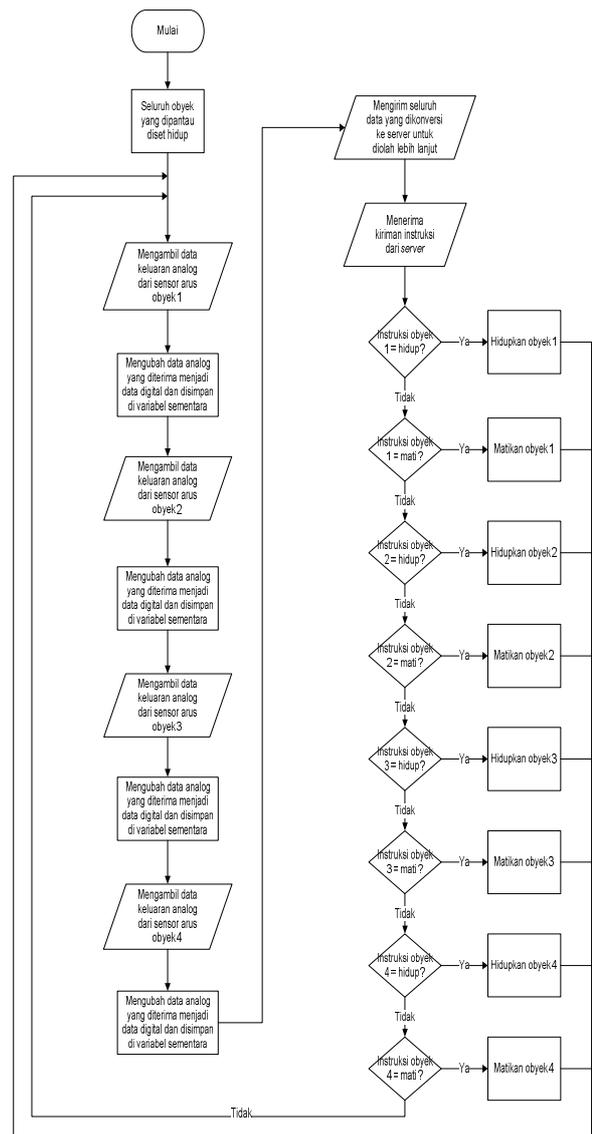
Beberapa aturan bisnis (*business rules*) mengenai relasi antar entitas dalam rancangan basis data sistem pemantau penggunaan listrik ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Setiap alat atau obyek yang dipantau yang telah dimasukkan ke tabel *kwh_alat* menjadi anggota dari tabel *kwh_penggunaan*. Kardinalitas yang terjadi adalah (1:M). Asumsi bahwa sebuah alat atau obyek yang dipantau dapat digunakan berkali-kali.
2. Setiap pengguna yang memantau dan mengendalikan alat atau obyek yang dipantau yang telah terdaftar pada tabel *kwh_pengguna* menjadi anggota tabel *kwh_penggunaan*. Kardinalitas yang terjadi adalah (1:M). Asumsi bahwa pengguna dapat memantau dan mengendalikan alat dan obyek yang dipantau berkali-kali.
3. Setiap pengguna yang memantau dan mengendalikan alat atau obyek yang dipantau yang telah terdaftar pada tabel *kwh_log_pengguna* menjadi anggota tabel *kwh_log_pengguna*. Kardinalitas yang terjadi adalah (1:M). Asumsi bahwa pengguna dapat melakukan *log in* dan *log out* berkali-kali.

2.4. Perancangan Algoritma Pada Mikrokontroler

Mikrokontroler digunakan sebagai pengkonversi data keluaran dari sensor arus yang berupa data analog dan kemudian dikonversi menjadi data digital. Hasil konversi data tersebut

dikirim kembali ke *server* untuk diolah lebih lanjut. Selain itu mikrokontroler juga berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan *relay* yang terhubung ke obyek pemantau. Instruksi untuk mematikan dan menghidupkan tersebut diterima dari *server*. Dari analisis tersebut kemudian dirancang sebuah algoritma yang dituangkan pada *flowchart* atau diagram alir. Gambar 3 menunjukkan diagram alir program pada mikrokontroler.



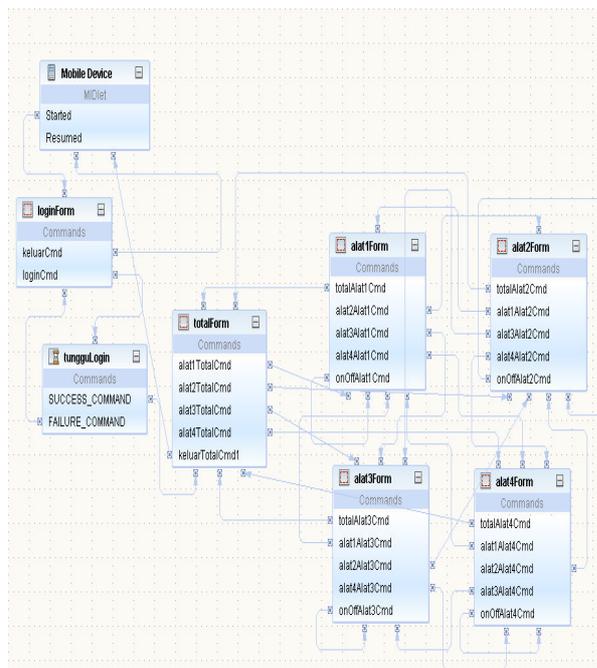
Gambar 3 Diagram Alir Algoritma Mikrokontroler Sistem

2.5. Perancangan Algoritma Pada Aplikasi Java Pada Telepon Genggam

Aplikasi pada telepon genggam didesain agar pengguna dapat melakukan pemantauan dan pengendalian pada obyek yang dipantau secara *mobile*. Untuk keamanan, pengguna diwajibkan

melakukan *login* terlebih dahulu. Setelah *login*, pengguna akan mendapatkan informasi dari seluruh data penggunaan listrik. Pengguna dapat memilih obyek yang dipantau, obyek yang ingin dilihat secara detail, maupun obyek yang ingin dikendalikan penggunaannya.

Untuk mendukung fitur di atas, aplikasi Java pada telepon genggam memiliki akses ke *server* pemantauan untuk melakukan hal tersebut. Data hasil pemantauan yang berada di *server* dikirim secara *real time* ke aplikasi pada telepon genggam ketika ada permintaan dari aplikasi tersebut. Begitu pula sebaliknya, instruksi pengendalian obyek yang dipantau juga dikirim kembali ke *server* oleh aplikasi pada telepon genggam secara *real time*. Algoritma yang digunakan untuk menampung analisis tersebut ditampilkan pada suatu diagram. Gambar 4 menunjukkan gambar aliran tampilan dari aplikasi Java pada telepon genggam.



Gambar 4 Diagram Alir Aplikasi Java Pada Telepon Genggam

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

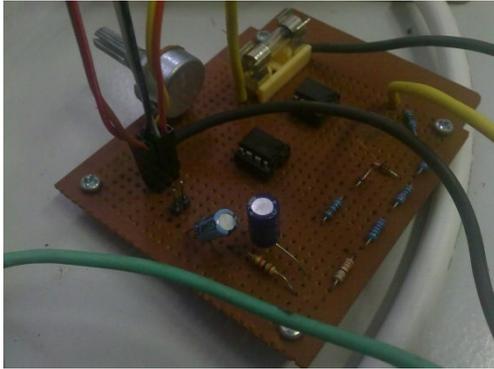
Hasil dari penelitian pemantauan penggunaan listrik pada peralatan rumah tangga dengan teknologi internet pada telepon genggam terbagi menjadi 4 bagian yang terdiri dari bagian pemantau, bagian aplikasi pengolah data keluaran dari pemantau dan pemberi instruksi ke aktuator, bagian aplikasi pada *server*, dan bagian aplikasi pada telepon genggam pengguna.

3.1. Aplikasi Pemantau

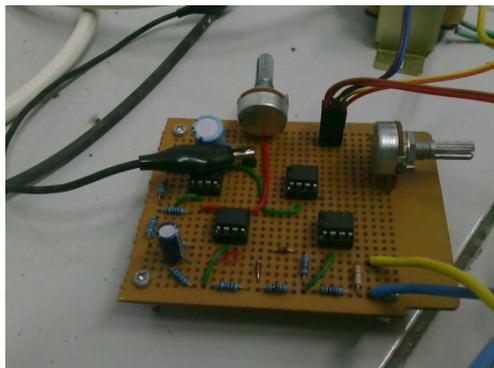
Aplikasi pemantau terdiri dari sensor tegangan dan sensor arus. Rangkaian sensor tegangan terdiri dari transformator 0.5A dengan terminal masukan 0V dan 240V yang dihubungkan dengan tegangan listrik dari PLN. Tegangan yang terkoneksi dengan beban secara ideal dapat dikonversi oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) mikrokontroler menjadi data digital antara 0-255 Volt. Tegangan keluaran di lilitan sekunder trafo disearahkan oleh penyearah gelombang penuh presisi dengan menggunakan IC OpAmp LM741, dioda, dan resistor yang nilainya sama dengan resistansi masukan 10K ohm. Keluaran dari OpAmp dipasang resistor dan filter yang paralel dengan tahanan beban untuk mempercepat perubahan tegangan bila terjadi perubahan dari beban yang diukur sehingga besar tegangan setiap saat terdeteksi. Besar tegangan keluaran ditentukan oleh potensio 100K ohm yang dapat diatur besarnya agar memberikan nilai tegangan semestinya. Tegangan keluaran dari sensor tegangan ini masuk ke mikrokontroler untuk diolah menjadi data digital.

Perancangan sensor arus menggunakan trafo 1A yang bagian sekundernya dihubungkan seri ke beban. Tegangan keluaran dari trafo dihubungkan ke instrumen penyearah gelombang penuh presisi menggunakan IC OpAmp LM741. Penguatan positif dari OpAmp dapat diatur menggunakan potensio 100K ohm. Keluaran dari OpAmp dihubungkan dengan tegangan zener 5,1 V guna membatasi tegangan keluaran sama dengan tegangan zener sebagai pengaman ADC. Piranti pengaman sensor arus juga dipasang sekering 2A secara seri dengan beban. Keluaran dari sensor arus dihubungkan ke mikrokontroler untuk dikonversi menjadi data digital.

Kedua sensor tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan PLN dan beban untuk mendapatkan nilai tegangan dan nilai arus dari beban terpasang. Data hasil pemantauan dikirimkan ke mikrokontroler sebagai pengolah. Gambar 5 menunjukkan sensor tegangan dan Gambar 6 menunjukkan sensor arus yang dipakai dalam rangkaian pemantau.



Gambar 5 Rangkaian Sensor Tegangan



Gambar 6 Rangkaian Sensor Arus

3.2. Aplikasi Pada Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem pemantau ini adalah mikrokontroler Atmel AVR ATmega 128 yang memiliki 8 saluran ADC (*Analog to Digital Converter*) dengan masing-masing saluran memiliki hasil konversi dengan lebar data sebesar 10 bit, dimana makin besar lebar datanya, maka makin presisi juga hasil konversinya. Dengan memanfaatkan ADC tersebut, maka data analog keluaran dari sensor-sensor dikonversi menjadi data digital. Seluruh data digital hasil konversi ini kemudian dikirim ke *server* dengan memanfaatkan komunikasi serial.

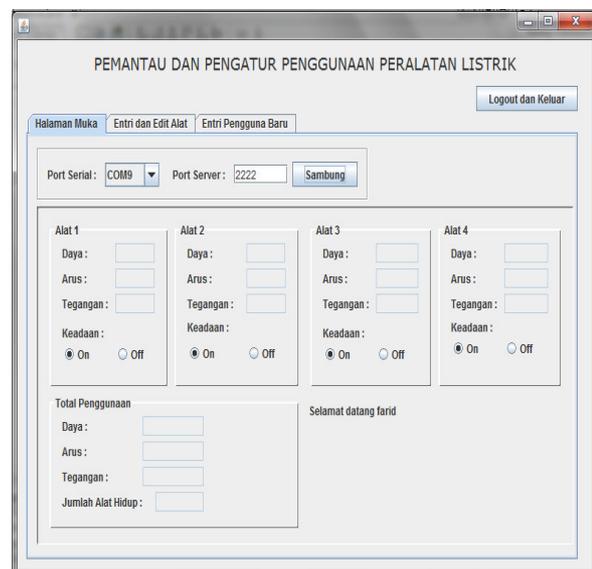
3.3. Aplikasi pada Server

Aplikasi pada server berfungsi untuk mengelola data hasil konversi yang diterima oleh mikrokontroler. Data hasil konversi diterima melalui jalur komunikasi serial dengan memanfaatkan *library* `rxtxcomm` yang didownload dari website `www.rxtx.org` yang kompatibel dengan bahasa pemrograman pada Java. RXTX merupakan *native library* yang menyediakan komunikasi serial dan paralel untuk

Java Development Toolkit (JDK) dan berada di bawah lisensi GNU LGPL.

Data hasil konversi tersebut kemudian diolah menjadi data arus dan daya. Data-data tersebut kemudian disimpan pada variabel sementara untuk ditampilkan pada *user interface* aplikasi *server*. Data-data tersebut selalu berubah karena selalu diperbarui oleh mikrokontroler setiap detiknya. Kemudian aplikasi akan menyimpan ke *database* setiap satu menit sejak aplikasi tersambung dengan aplikasi mikrokontroler. Data yang disimpan adalah data yang berada di variabel sementara yang selalu berubah setiap 1 detik. Setiap masukan data yang masuk per detik ini disimpan ke dalam basis data, sehingga dalam satu menit ada 60 data.

Agar aplikasi pada *server* dapat terkoneksi dengan aplikasi yang dibuat pada telepon genggam, Peneliti menggunakan teknologi *socket* yang alamat *port*-nya diberikan oleh pengguna pada kolom yang tersedia pada *user interface*. Untuk menangani banyak proses secara *multitasking*, digunakanlah teknologi *thread* sehingga program menjadi lebih efisien dalam hal kecepatan maupun penggunaan sumber daya. Gambar 7 menunjukkan tampilan aplikasi *server*.

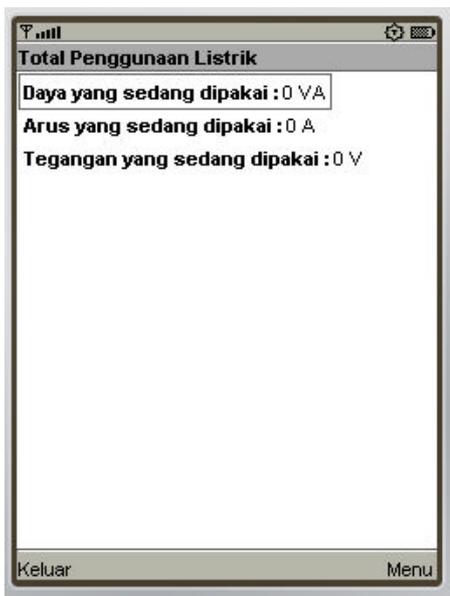


Gambar 7 Tampilan Aplikasi Pada Server

3.4. Aplikasi Pada Telepon Genggam

Aplikasi pada J2ME pada telepon genggam berfungsi untuk mendukung pemantauan dan pengendalian obyek yang dipantau secara *mobile*. Pemantauan dan pengendalian tersebut dilakukan dengan cara mengakses aplikasi di *server* dengan bantuan koneksi *socket*.

Seluruh proses pengiriman dan penerimaan (transfer) data antara aplikasi pada *server* dan aplikasi pada telepon genggam berlangsung secara *realtime*. Aplikasi ini meminta data terbaru dari *server* 10 detik sekali sejak proses login pengguna selesai. Untuk menyetel agar aplikasi meminta data terbaru 10 detik sekali, maka digunakan pemanggilan method *thread sleep*. Method *thread sleep* mengatur *thread* untuk menghentikan prosesnya sejenak dan memberi kesempatan pada *thread* atau proses lain. Gambar 8 menunjukkan aplikasi pada telepon genggam pengguna.



Gambar 8 Tampilan Pada Telepon Genggam Pengguna

4. KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat sebuah alat untuk pemantauan penggunaan peralatan listrik pada peralatan rumah tangga melalui telepon genggam pengguna, sehingga dapat ditarik konklusi bahwa:

- a. Pemanfaatan teknologi wireless pada sistem pemantauan penggunaan listrik dapat membantu pengguna untuk memantau dan mengendalikan penggunaan peralatan listrik di rumah atau di tempat lain secara *mobile*.
- b. Dengan menggunakan teknologi wireless yang didukung oleh handphone seperti GPRS, 3G dan proses transfer data antara aplikasi handphone dan aplikasi *server* dapat diandalkan karena bersifat *real time*.
- c. Pemanfaatan teknologi Java pada pengembangan aplikasi *handphone*

memudahkan aplikasi untuk dipasang pada hampir seluruh jenis *handphone* yang didukung teknologi Java dengan MIDP 2.0 dan CLDC 1.1.

5. SARAN

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan mengganti sensor arus dan sensor tegangan dengan modul sensor yang lebih presisi dan meminimalkan *noise*. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat diaplikasikan dalam sebuah sistem *smart environment* untuk melakukan monitoring secara *wireless* dan *mobile* tanpa harus berada pada lokasi yang sama dengan obyek yang sedang dipantau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usuman, I., Widodo, T. W., Dharmawan, A., dan Ishartomo, F., 2009, Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Rumah Cerdas secara Real Time Menggunakan Layanan Mobile Internet Broadband, *Laporan Penelitian Hibah Riset Unggulan Strategis Nasional*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [2] Zoref, L., Bregman, D., and Dori, D., 2009, Networking Mobile Devices and Computers in an Intelligent Home, *International Journal of Smart Home* October 2009, No.4, Vol.3, Science and Engineering Support Society, South Korea.
- [3] Shahriyar, R., Hoque, E., Sohan, S.M., Naim, I., Akbar, M.M., and Kahn, M.K., 2008, Remote Controlling of Home Appliances using Mobile Telephony, *International Journal of Smart Home* July 2008, No. 3, Vol. 2, Science and Engineering Support Society, South Korea.
- [4] Rahmad, M., 2003, Perancangan Watt-Hour Meter Digital Berbasis Mikrokontroler AT89C51 Dalam DT51, *Tesis*, Program Pascasarjana Ilmu Fisika, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.