SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS WEB

Hestry Angraini[1], Yeffry Handoko Putra[2]
[1,2]Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1]hestrykuliah@yahoo.com, [2]yeffry.handoko@gmail.com

ABSTRAK

Monitoring energi listrik secara otomatisasi bermanfaat bagi pengguna listrik untuk mempermudah dan meningkatkan keamanan dalam mengendalikan energi listrik pada suatu rumah. PLN hanya memberikan satu buah kWh meter saja untuk tiap rumah. Agar lebih efisien dalam monitoring maka dengan mikrokontroler (ProMini) dan sensor arus (Current Transformer Non-Invasive) sebagai pengolahan data, dirancang sistem untuk monitoring pemakaian listrik tiap-tiap ruangan/kamar dengan alat kWh meter. Alat kWh meter tersebut digunakan sebagai client, dan pada perancangan sistem ini menggunakan wireless router TP-Link MR3020 berbasis Linux OpenWrt sebagai server. Sensor arus yang dialiri beban listrik akan diukur kuat arusnya dan dikirimkan ke mikrokontroler untuk pengolahan data, kemudian data yang sudah diolah akan dikirimkan ke server agar bisa ditampilkan di Website. Sistem monitoring energi listrik ini berbasis Web sebagai user interface, berfungsi untuk memudahkan monitoring dan mengendalikan pemakaian energi listrik tiap ruangan pada suatu rumah melalui jaringan Internet. Halaman Website menampilkan jumlah daya dan energi listrik yang telah digunakan, daya maksimal, dan sisa daya yang masih bisa digunakan, serta tersedia perintah ON dan OFF untuk mengendalikan beban listrik secara manual.

Kata kunci: Monitoring energi listrik, kWh meter, Mikrokontroler, Berbasis Web

1. PENDAHULUAN

Energi listrik telah menjadi salah satu kebutuhan utama masyarakat karena bagi pemilik rumah perangkat-perangkat yang terhubung listrik tentunya penting untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Tapi dengan tidak adanya sistem yang terpusat untuk mengendalikannya, sering kali pemilik rumah khawatir dengan penggunaan listrik saat berpergian meninggalkan rumah apalagi dengan waktu yang relatif lama. Maka dari itu untuk meningkatkan keamanan dalam mengendalikan energi listrik dalam satu rumah, perlu dilakukan monitoring energi listrik dengan sistem otomatisasi. Namun dengan sistem listrik yang pada saat ini menggunakan kWh meter prabayar yang mengharuskan sebuah rumah hanya memakai satu kWh meter saja, tidak efisien jika sebuah rumah memerlukan pendataan pemakaian listrik tiap-tiap ruangan atau tiap-tiap kamar seperti halnya rumah kontrakan/kost. Oleh karena itu, dibuat sebuah sistem untuk monitoring pemakaian listrik tiap-tiap ruangan/kamar dengan sebuah alat yang dapat melakukan pemantauan energi listrik pada suatu ruangan/kamar melalui jaringan Internet.

Juga bagi pengguna yang tidak menempati rumah tersebut tidak perlu lagi datang ke rumah tersebut hanya sekedar untuk melihat jumlah pemakaian listrik, karena sistem monitoring ini terhubung jaringan Internet yang memudahkan pemilik rumah/kost dapat mengendalikan dan memonitor pemakaian listrik dari mana saja.

Pada sistem yang cocok digunakan untuk pemilik kost ini, sistem menggunakan *router* TP-Link MR3020 sebagai *server* berbasis sistem operasi Linux OpenWrt. Aplikasi monitoring energi listrik hanya dapat diakses menggunakan aplikasi berbasis Web. Yang mana di halaman Web menampilkan jumlah kWh yang telah digunakan secara otomatis dan maksimal daya yang bisa digunakan, serta menampilkan *option* untuk mematikan atau menghidupkan listrik secara manual. Dalam penyelesaian penelitian ini penulis menggunakan metode studi pustaka, observasi

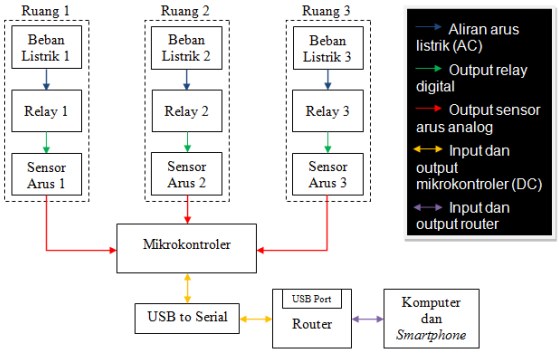
lapangan, perancangan sistem, pengujian dan analisis.

2. PERANCANGAN

Perancangan yang dilakukan pada sistem ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras yaitu perancangan sistem menggunakan komponen-komponen yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Perangkat Keras

Router berfungsi sebagai *server* dan pembagi koneksi ke beberapa *device* yang memiliki penangkap sinyal *wifi*. Pada sistem monitoring energi listrik ini *router* juga sebagai *server* untuk data sensor dan perintah untuk memonitoring perangkat listrik di rumah, serta menghubungkan antara mikrokontroler dengan sistem yang terhubung ke Website.



Gambar 2. Router TP-Link MR3020

Mikrokontroler befungsi sebagai pengatur dan pengolahan data hasil dari pengukuran sensor. Pada sistem ini mikrokontroler juga digunakan untuk menghubungkan sensor arus ke *router*.



Gambar 3. Arduino ProMini

Sensor arus merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir kemudian mengirimkan hasilnya ke mikrokontroler untuk pengolahan data. Pada sistem ini sensor arus yang digunakan jenis *Current Transformer non-invasive* yang merupakan *output* analog dan diubah ke dalam digital menggunakan ADC.



Gambar 4. Sensor Arus

Relay berfungsi sebagai saklar yang menghubungkan beban listrik ke sensor arus. Relay akan bekerja jika relay tersebut dialiri listrik, ketika kapasitas yang bisa ditampung relay tersebut terlampaui maka relay itu akan memutus atau menyambungkan arus listrik.



Gambar 5. Relay

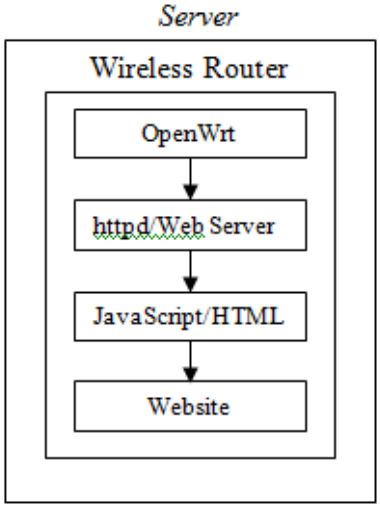
USB to Serial digunakan untuk mengubah data dari data paralel yang berada pada *router* menjadi data serial. Tujuan dari perubahan ini karena data serial lebih mudah diproses oleh mikrokontroler dan komunikasi serial lebih sedikit dalam pengkabelan.



Gambar 6. USB to Serial

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak juga dibutuhkan dalam pembuatan sistem ini sebagai pendukung untuk mempermudah penyimpanan data, komunikasi dan memfungsikan sistem agar lebih efisien. Gambar 7 merupakan diagram blok dari perangkat lunak pada *router* yang memiliki sistem operasi OpenWrt. Pada sistem ini *router* digunakan sebagai *server* untuk menjalankan berbagai fungsi dari Website. Untuk membuat sebuah Website yang mana pada sistem ini berfungsi sebagai halaman informasi dan mengefisiensi komunikasi, juga dibutuhkan komponen HTML dan Javascript.

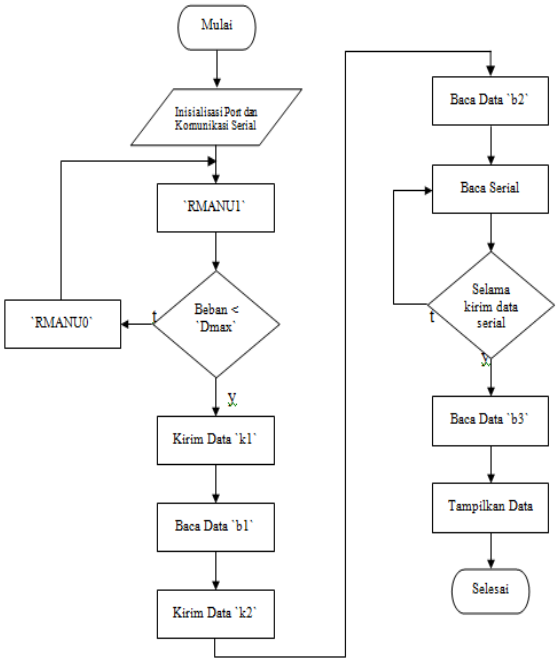


Gambar 7. Blok Diagaram Perangkat Lunak

Pada sistem ini dilakukan perancangan algoritma untuk menjelaskan prosedur dari pembacaan data sampai menampilkan data melalui Website. Gambar 8 di bawah ini merupakan diagram alir dari prosedur sistem beserta tabel data karakternya :

Tabel 1. Data Karakter Diagram Alir

No	Data Karakter	Kondisi
1	RMANU1	Relay ON
2	RMANU0	Relay OFF
3	Dmax	Daya Maksimum
4	k1	Kirim data beban ke sensor
5	b1	Baca data dan pengolahan di sensor
6	k3	Kirim data sensor ke mikrokontroler
7	b2	Baca data dan pengolahan di mikrokontroler
8	b3	Baca data serial dari mikrokontroler



Gambar 8. Diagram Alir Sistem

Gambar 8 di atas menjelaskan algoritma dari sistem monitoring energi listrik. Pertama pengecekan dari sensor dan modul yang digunakan, program utamanya sendiri terdiri dari program pembacaan sensor, program seleksi, dan program pengiriman. Program pembacaan sensor arus merupakan program looping yang akan terus menerus bekerja untuk mengambil data dari beban listrik melalui relay. Program seleksi merupakan program untuk memonitoring apakah ada arus yang masuk

melalui sensor arus atau tidak jika iya akan dikirimkan ke mikrokontroler untuk proses pengolahan data dan terakhir data tersebut dikirimkan ke *server* agar bisa ditampilkan ke Website.

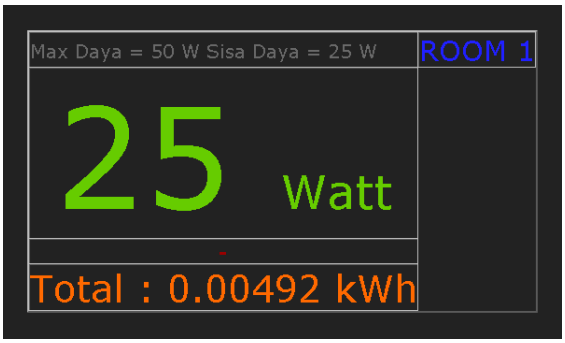
3. HASIL PENGUJIAN

Pengujian yang telah dilakukan meliputi pengujian tentang monitoring energi listrik berbasis Web, pengujian pengendalian beban listrik, dan pengujian perhitungan total energi listrik.

Pengujian Monitoring Energi Listrik

Tujuan dari tahap pengujian ini adalah untuk mengetahui dan mengukur apakah alat berfungsi dengan baik, untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang telah dibuat, dan untuk mengetahui kinerja *router* yang pada sistem ini juga berfungsi sebagai *server* dalam memonitoring energi listrik tiap-tiap ruangan berbasis Web.

Hasil monitoring dapat dilihat pada halaman Website seperti pada Gambar 9 yang mana ditampilkan dalam bentuk angka satuan Watt untuk daya dan kWh untuk energi listrik.



Gambar 9. Tampilan Halaman Monitoring Energi Listrik

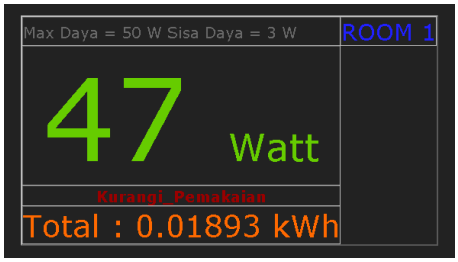
Pada halaman Website ini *user* dapat melihat maksimum daya yang bisa digunakan, yang telah di*setting* terlebih dahulu oleh admin. Selain itu, *user* juga bisa melihat jumlah daya yang telah terpakai dan sisa daya yang masih bisa dipakai. Tujuannya untuk mengantisipasi menghindari terjadinya kelebihan daya. Untuk memonitoring banyaknya pemakaian per ruangan dan mempermudah perhitungan akurasi pembayaran tagihan listrik maka ditampilkan juga total kWh yang telah digunakan. Data hasil pembacaan sensor arus ditampilkan dalam jarak waktu 2 detik.

Tabel 2 berikut merupakan tabel hasil dari pengujian monitoring energi listrik selama 20 detik dengan interval waktu 2 detik. Percobaan dilakukan menggunakan beban listrik lampu 25 Watt. Untuk daya terjadi naik turun karena pengaruh tegangan listrik yang naik turun, sedangkan untuk total nilai energi listriknya mengalami peningkatan secara stabil yang ditampilkan dalam satuan kWh.

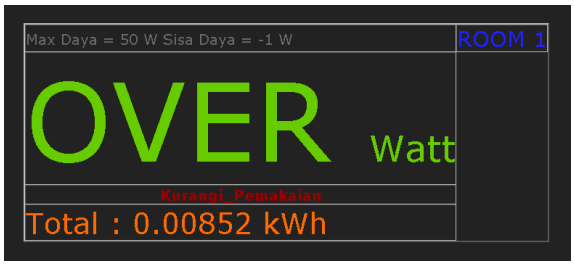
Tabel 2. Hasil Monitoring Energi Listrik

No	Interval Waktu (detik)	Daya yang Ditampilkan (Watt)	Energi yang Ditampilkan (kWh)
1	2	27	0.00057
2	4	24	0.00057
3	6	25	0.00057
4	8	24	0.00057
5	10	28	0.00057
6	12	25	0.00057
7	14	24	0.00057
8	16	26	0.00093
9	18	26	0.00093
10	20	26	0.00093

Pada tahap pengujian energi listrik juga terjadi *over* daya listrik yang mengakibatkan relay memutuskan arus listrik secara otomatis. Pada halaman monitoring energi listrik terdapat sisa daya yang masih bisa digunakan, jika sisa daya mendekati *limit* maka akan muncul peringatan untuk *user* pada halaman Website dengan tulisan "Kurangi_Pemakaian" seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Namun jika peringatan itu diabaikan dan pemakaian listrik melebihi daya yang telah ditentukan maka secara otomatis listrik akan mati. Tampilan Website untuk kelebihan daya listrik bisa dilihat pada Gambar 11.



Gambar 10. Tampilan Halaman Peringatan Limit Daya



Gambar 11. Tampilan Halaman Over Daya Listrik

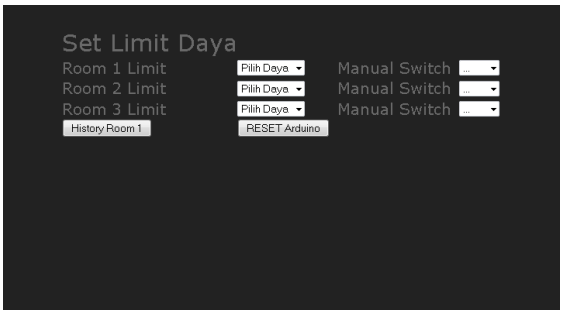
Tabel 3 berikut merupakan hasil pengujian untuk kelebihan daya maksimum. Pengujian dilakukan menggunakan 3 jenis beban listrik yaitu lampu 25 Watt, lampu 20 Watt dan *charger handphone* 8 Watt dengan daya maksimum diatur sebesar 50 Watt. Percobaan dilakukan dengan interval waktu 2 detik, namun beban listrik dinyalakan secara berurutan. Beban listrik yang digunakan pertama yaitu lampu 25 Watt kemudian pada detik ke-14 beban listrik ditambah dengan lampu 20 Watt. Dari hasil percobaan listrik mati karena *over* daya pada detik ke-20 karena beban ditambah dengan *charger handphone* sebesar 8 Watt.

Tabel 3. Hasil Pengujian Over Daya Listrik

No	Interval Waktu (detik)	Daya Terpakai (Watt)	Daya Sisa (Watt)	Keterangan
1	2	24	26	Listrik Menyala
2	4	26	24	Listrik Menyala
3	6	23	27	Listrik Menyala
4	8	26	24	Listrik Menyala
5	10	24	26	Listrik Menyala
6	12	26	24	Listrik Menyala
7	14	48	2	Listrik Menyala
8	16	47	3	Listrik Menyala
9	18	47	3	Listrik Menyala
10	20	*over*	-1	Listrik Mati

Pengujian Pengendalian Beban Listrik

Tahap pengujian ini bertujuan untuk mengendalikan beban listrik secara otomatis maupun manual yang dilakukan oleh admin. Gambar 12 merupakan tampilan halaman Website untuk admin.



Gambar 12. Tampilan Halaman Admin

Adminlah yang mengatur jumlah daya yang bisa dipakai pada tiap-tiap ruangan atau kamar. Serta terdapat pilihan untuk mengendalikan beban listrik secara manual, berfungsi jika suatu ketika admin hendak mematikan atau menyalakan listrik pada ruangan tersebut. Jika pada suatu ruangan daya listrik yang digunakan melebihi daya maksimum yang sebelumnya telah diatur oleh admin, maka secara otomatis sambungan relay akan terputus yang mengakibatkan listrik pada ruangan tersebut akan mati.

Hasil pengujian untuk mengetahui perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk menyalakan listrik dari Website secara manual dapat dilihat pada tabel 4. Perhitungan dimulai ketika *user* menekan tombol ON pada *manual switch* hingga listrik menyala. Dari 10 kali hasil pengujian yang telah dilakukan, berhasil 10 kali untuk menyalakan listrik dengan waktu rata-rata sebesar 2.76 detik.

Tabel 4. Hasil Pengujian Listrik ON Manual

No	Waktu (detik)	Keterangan
1	2.7	Listrik Nyala
2	2.7	Listrik Nyala
3	2.9	Listrik Nyala
4	2.8	Listrik Nyala
5	2.8	Listrik Nyala
6	2.8	Listrik Nyala
7	2.7	Listrik Nyala
8	2.7	Listrik Nyala
9	2.7	Listrik Nyala
10	2.8	Listrik Nyala
Rata-rata	2.76	-

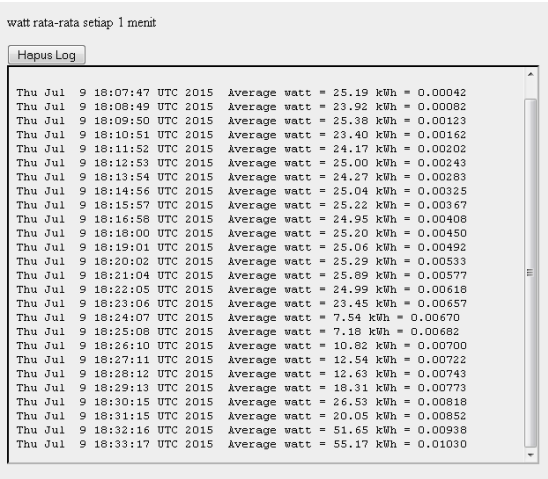
Hasil pengujian untuk mengetahui perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan listrik dari Website secara manual dapat dilihat pada tabel 5. Perhitungan dimulai ketika *user* menekan tombol OFF pada *manual switch* hingga listrik mati. Dari 10 kali hasil pengujian yang telah dilakukan, berhasil 10 kali untuk mematikan listrik dengan waktu rata-rata sebesar 2.59 detik.

Tabel 5. Hasil Pengujian Listrik OFF Manual

No	Waktu (detik)	Keterangan
1	2.6	Listrik Mati
2	2.6	Listrik Mati
3	2.5	Listrik Mati
4	2.7	Listrik Mati
5	2.5	Listrik Mati
6	2.5	Listrik Mati
7	2.5	Listrik Mati
8	2.7	Listrik Mati
9	2.6	Listrik Mati
10	2.7	Listrik Mati
Rata-rata	2.59	-

Pengujian Perhitungan Total Energi Listrik

Pada halaman Website untuk admin terdapat halaman *history* yang berfungsi sebagai penyimpanan perhitungan total dari daya dan energi listrik yang telah digunakan. Gambar 13 merupakan contoh dari hasil pengujian perhitungan total energi listrik yang telah digunakan dalam beberapa menit.



Gambar 13. Tampilan Halaman History

Data yang ditampilkan pada Gambar 13 di atas merupakan data rata-rata daya yang dikirimkan mikrokontroler ke *router* setiap 1 menit dari hasil pengujian daya listrik pada halaman monitoring. Pada halaman *history* ini juga ditampilkan data total rata-rata energi listrik yang telah digunakan dalam satun kWh. Selain itu pada halaman *history* ini juga terdapat penjadwalan hari, tanggal, bulan, tahun, dan jam guna untuk melihat *detail* waktu kapan listrik digunakan.

Analisa

Setelah melakukan percobaan terdapat beberapa kondisi yang terjadi pada sistem yaitu:

1. Data yang didapatkan dari mikrokontroler akan disimpan pada media penyimpanan data, kecuali pada saat sistem dimatikan. Pada saat sistem dinyalakan walaupun tidak ada arus yang mengalir melalui relay, sensor tetap mengirimkan data ke mikrokontroler dan disimpan di memori karena pengiriman data dikirimkan secara terus menerus.
2. Sistem mempunyai nilai daya yang bersifat linier, maka dari itu jika tegangan naik turun maka daya juga otomatis naik turun dan akan terjadi *error* 0-5 Watt pada sistem.
3. Karena jenis beban listrik berbeda-beda, maka daya akan lebih cepat mendekati *limit* apabila beban listrik yang mempunyai daya yang besar digunakan dalam waktu yang bersamaan. Sisa daya yang ditampilkan pada halaman Website bernilai *real* karena tidak ada toleransi daya. Maka dari itu jika arus yang mengalir mendekati beban maksimum yang telah diatur terlebih dahulu oleh admin, secara otomatis akan muncul pemberitahuan di halaman Website agar *user* mengurangi pemakaian listrik untuk menghindari pemutusan arus listrik. Namun jika pemberitahuan itu diabaikan dan arus yang mengalir melebihi beban maksimum maka relay secara otomatis memutuskan arus antara beban dengan sensor arus.
4. Kondisi dimana memberikan perintah kepada relay untuk memutuskan arus listrik pada sebuah ruangan, bisa dilakukan dengan memilih tombol OFF pada *manual switch* maka dalam waktu rata-rata 2,59 detik arus akan terputus. Dan untuk menyambungkan kembali

dilakukan dengan memilih tombol ON pada *manual switch.*

5. Untuk data yang disimpan pada halaman *history*, satu data didapatkan dari hasil rata-rata daya yang digunakan yaitu sebanyak 30 data karena data ditampilkan pada Website dengan interval waktu 2 detik, yang kemudian satu data tersebut dikirimkan dan disimpan ke halaman *history* setiap 1 menit. Data yang telah disimpan di *history* dikonversikan ke dalam satuan kWh yang merupakan akumulasi total energi listrik yang telah digunakan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, diantaranya:

1. Sistem yang cocok untuk digunakan bagi pemilik kost ini dapat memonitoring maksimal 7 ruangan dalam satu rumah dengan menggunakan 1 mikrokontroler.
2. Tingkat keberhasilan menghitung daya dan energi listrik pada sistem ini berjalan baik walaupun masih terdapat *error* sekitar 5 Watt. Hal ini ditunjukkan pada saat melakukan pengujian monitoring sebuah ruangan yang terdapat beberapa perangkat listrik seperti setrika, *charger handphone*, lampu, dan lain sebagainya.
3. *Option* tombol ON dan OFF berhasil digunakan dengan baik melalui Website. Dengan sistem berbasis Web maka mempermudah untuk memusatkan pengendalian beban listrik secara otomatis maupun manual dan monitoring energi listrik dari jarak jauh melalui jaringan Internet.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Thoyib, Muhammad. 2011, Perancangan Monitoring Daya Listrik *Real Time* Dengan IC ADE 7752 Berbasis ATmega16. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

[2] Iqbal, Muhammad. 2013, Sistem Monitoring Beban Energi Listrik Berbasis Mikrokontropoler Arduino. Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.

[3] Rusti, Dayita Andyan. 2013, Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler. Politeknik Elektronika Negeri ITS Surabaya.

[4] Ariyani, Heri Saffarudin. 2014, Perancangan Sistem *Home Automation* Dengan Menggunakan Mini Router Berbasis OpenWrt. Universitas Komputer Indonesia Bandung

[5] *Datasheet* Arduino ProMini. Diakses pada tanggal 7 Maret 2015, dari *world wide web*: https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini

[6] *Datasheet* Sensor Arus. Diakses pada tanggal 7 Maret 2015, dari *world wide web*: http://www.openenergymonitor.org/emon/buildingblocks/ct-sensors-introduction

[7] Prinsip Kerja Relay. Diakses pada tanggal 16 Maret 2015, dari *world wide web* : http://www.produksielektronik.com/2013/10/cara-prinsip-kerja-relay-fungsi-simbol-relay/

[8] Prinsip Kerja Relay. Diakses pada tanggal 30 Maret 2015, dari *world wide web* : http://www.vcc2gnd.com/2014/05/sensor-arus-acs712-5a-hall-effect.html