

PROTOTYPE ALAT PEMBATAS DAN PEMUTUS ARUS LISTRIK PASCABAYAR PADA RUMAH TANGGA BERBASIS *SMARTPHONE*

RAHMA FARAH NINGRUM, HERMAN BEDI AGTRIADI,
& NOVITA ROSE MARISI PARDEDE

Jurusan Teknik Informatika STT-PLN Jakarta
Jl.Lingkar Luar, Duri, Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat 11750
Email: rahmafarah@sttpln.ac.id

ABSTRACT

Electricity consumption in the household sector is 37.5% of total energy consumption. In 2017 Basic Electricity Fare (BEF) has increased 4 times. To suppress the high price that must be paid every month from the use of electrical energy and to anticipate the occurrence of energy crisis required a system that can limit the use of electrical energy. Therefore, a system that can control and limit the use of electrical energy. The system uses the arduino as the control center of the model circuit component, then connected to the current-breaker application on the user's smartphone. So with this system people can control and limit the usage of electric current with ease, therefore the savings on electrical energy can be done and also is one way to anticipate the occurrence of energy crisis in the future.

Keywords: *Electrical Energy, Basic Electricity Fare (BEF), Electric Current Limitation, Application, Arduino, Smartphone.*

ABSTRAK

Pemakaian energi listrik pada sektor rumah tangga mencapai 37,5% dari total pemakaian energi secara keseluruhan. Tahun 2017 Tarif Dasar Listrik (TDL) mengalami kenaikan sebanyak 3 kali. Untuk menekan tingginya harga yang harus dibayarkan setiap bulannya dari pemakaian energi listrik dan untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi dibutuhkan sebuah sistem yang dapat membatasi pemakaian energi listrik tersebut. Oleh karena itu dibuatlah sistem yang dapat mengontrol dan membatasi pemakaian energi listrik. Sistem ini menggunakan arduino sebagai pusat kontrol dari komponen rangkaian model, kemudian dihubungkan dengan aplikasi pemutus arus pada smartphone pengguna. Sehingga dengan sistem ini masyarakat dapat mengontrol dan membatasi pemakaian arus listrik dengan mudah, maka dari itu penghematan akan energi listrik dapat dilakukan dan juga merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi dimasa yang akan datang.

Kata kunci: *Energi listrik, Tarif Dasar Listrik (TDL), pembatasan arus listrik, Aplikasi, Arduino, Smartphone.*

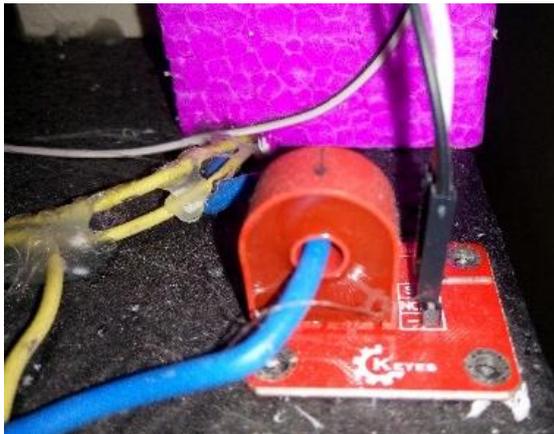
1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik nasional rata-rata tumbuh sekitar 8 – 9 % per tahun. Angka ini berarti bahwa setiap tahun harus ada tambahan sekitar 5.700 MW kapasitas pembangkit baru. Hal ini menjadi tantangan besar bagi Pemerintah dalam penyediaan listrik karena dibutuhkan dana yang begitu besar dalam investasi infra-

struktur ketenagalistrikan, mulai dari pembangunan pembangkit-pembangkit baru, jaringan transmisi, ketersediaan SDM (sumber daya alam) yang menjadi komponen utama penghasil energi listrik, hingga jaringan distribusi agar listrik dapat disalurkan hingga ke konsumen. Konsumsi energi listrik cukup banyak terdapat pada sektor rumah tangga. Pada tahun

2011, konsumsi energi pada sektor rumah tangga di Indonesia dari total konsumsi energi final adalah kedua terbesar setelah sektor industri, yaitu mencapai 319.280.000 SBM atau 37,5% dari total konsumsi energi final, maka dari itu perlunya sebuah sistem yang dapat melakukan penghematan dan pembatasan serta Pengendalian akan penggunaan energi listrik sebagai langkah awal yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi dimasa yang akan datang dan untuk menekan tingginya harga yang harus dibayarkan perbulannya dari setiap pemakaian energi listrik. Untuk bisa mengatur penggunaan listrik sesuai dengan kebutuhan dalam pemakaian sektor rumah tangga, dibutuhkan sebuah sistem yang mampu membatasi pemakaian arus listrik sesuai dengan batasan yang diinputkan dalam sistem, hal ini sangat memudahkan bagi masyarakat yang ingin menghemat penggunaan listrik dan pengontrolan pemakaian arus listrik.

a. Sensor Arus



Gambar 1 Sensor Arus TA12-200.

Pada gambar 1 merupakan sensor arus tipe TA12-200 yang digunakan pada rangkaian alat pembatas dan pemutus arus listrik pada rumah tangga. Sensor arus digunakan untuk mendeteksi jumlah arus yang mengalir pada rangkaian maket rumah sederhana, sensor arus memiliki 3 pin namun yang terpakai pada pembuatan ini hanya 2 pin yaitu pada sensor arus A pin S yang tersambung pin A0 pada arduino pada dan pin (-) yang tersambung pin Gnd pada arduino sedangkan pada sensor arus B pin S yang tersambung pin A2 pada arduino pada dan pin (-) yang tersambung pin Gnd pada arduino.

b. Sensor Tegangan



Gambar 1 Sensor Tegangan.

Pada gambar 2 merupakan sensor tegangan (Voltage) tipe ZMPT101B Ultra Micro Voltage Transformer yang digunakan pada rangkaian alat pembatas dan pemutus arus listrik pada rumah tangga. Berfungsi mendeteksi tegangan pada rangkaian maket rumah sederhana. Sensor tegangan memiliki 4 kaki dan digunakan hanya 3 pin yang terhubung pada arduino yaitu pin (+) yang tersambung pada pin 5V arduino, pin Gnd yang tersambung pada pin Gnd Arduino, Pin terhubung pada pin A1 arduino

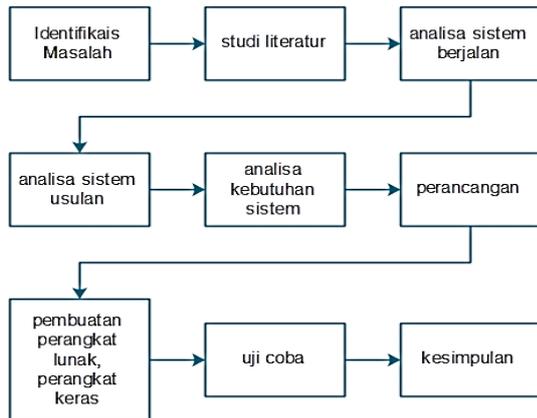
c. Smartphone

Menurut Williams & Sawyer (2011), *smartphone* adalah telepon selular dengan mikroprosesor, memori, layar dan modem bawaan. *Smartphone* merupakan ponsel multimedia yang menggabungkan fungsionalitas PC dan *handset* sehingga menghasilkan gadget yang mewah, di mana terdapat pesan teks, kamera, pemutar musik, video, game, akses *email*, tv digital, *search engine*, pengelola informasi pribadi, fitur GPS, jasa telepon internet dan bahkan terdapat telepon yang juga berfungsi sebagai kartu kredit. *Smartphone* atau bisa disebut dengan telepon pintar/cerdas sudah menjadi sebuah kebutuhan bagi sekian orang di dunia ini sebagai penunjang aktivitas kerja maupun sekedar *lifestyle* atau gaya hidup. Telepon cerdas (*smartphone*) adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan tingkat tinggi, kadang-kadang dengan fungsi yang menyerupai komputer.

2. METODE PENELITIAN

a. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3 dibawah ini menunjukkan diagram alir langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penelitian ini. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Blok Diagram Alir Penelitian

1) Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis merumuskan permasalahan yang ditemukan:

- Sistem pemutus arus listrik saat ini atau yang lebih dikenal dengan *Mini Circuit Breakers* (MCB) akan trip(turun) pada saat beban arus yang digunakan sudah melewati kapasitas arus yang telah disediakan. Sistem yang ada saat ini belum bisa memberikan pemberitahuan atau peringatan tentang adanya beban arus berlebih.
- Pembatasan penggunaan arus listrik dibutuhkan agar dapat mengontrol penggunaan arus listrik rumah tangga
- Akses *on* dan *off* perangkat elektronik dibutuhkan agar dapat memilih perangkat elektronik mana yang akan di mati/hidupkan jika peringatan arus lebih menyala.

2) Study Literatur

Studi literatur pustaka yang berkaitan dengan masalah pembuatan rancang bangun alat pembatas dan pemutus arus, dimulai dari sensor arus, sensor tegangan, relay, pemrograman Arduino, App Inventor, MySQL, beserta komponen pendukung lainnya. Penulis juga melakukan pembedahan buku dan mempelajari unsur dari objek yang diteliti serta mempelajari buku petunjuk dari masing-masing komponen dan mencari berita dari internet mengenai seputar topik permasalahan yang diambil.

3) Analisa Sistem Berjalan

Penulis melakukan analisa terhadap sistem yang sudah ada dan sedang berjalan pada saat ini, bagaimana cara kerja sistem tersebut.

4) Analisa Sistem Usulan

Setelah melakukan analisa pada sistem yang sedang berjalan maka penulis menyusun sistem usulan yang akan di bangun pada penelitian ini.

5) Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan yaitu, menganalisa tentang perangkat keras dan perangkat lunak apa saja yang dibutuhkan pada sistem usulan penelitian yang dilakukan penulis.

6) Perancangan

Setelah melakukan tahap analisa, tahap selanjutnya yaitu perancangan. Pada tahap ini penulis membuat perancangan untuk perangkat keras (*hardware*) yang akan dirangkai, perancangan perangkat lunak (*software*) dan interface sebagai media penghubung kepada pengguna (*user*).

7) Pembuatan Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

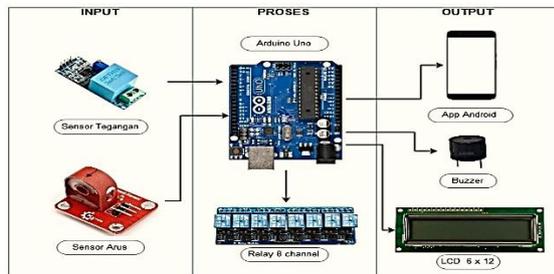
Dalam pembuatan perangkat lunak (*software*) hal yang dilakukan adalah pengkodean yang menghubungkan sensor agar dapat terhubung dengan arduino untuk dapat membaca data nilai arus yang mengalir pada rangkaian dan menyimpan data yang dikirimkan tersebut kedalam database, lalu dapat ditampilkan pada aplikasi, serta membuat aplikasi dapat memati hidupkan perangkat elektronik dan pusat arus yang sudah didaftarkan. Sedangkan untuk pembuatan interface hal yang dilakukan yaitu pengkodean untuk membuat sebuah aplikasi yang menarik digunakan dan mudah untuk dipahami untuk pengguna (*user*). Dari hasil rancangan alat kemudian dibuatlah rancang bangun alat pembatas dan pemutus arus listrik yang berguna sebagai pengontrol pemakaian arus listrik pada rumah tangga. Perangkat keras terdiri dari sensor arus, sensor tegangan, *relay*, *buzzer*, papan *breadboard* yang dihubungkan pada arduino uno.

8) Uji Coba

Setelah aplikasi sistem pembatas dan pemutus ini selesai dirancang, kemudian dilakukan uji coba sistem yang telah dibuat, apakah telah sesuai dengan yang dibutuhkan atau tidak. Apabila belum sesuai, dilakukan kembali perancangan sistem untuk memperbaiki kesalahan sehingga sistem yang dibuat sesuai dengan yang diinginkan.

b. Perancangan perangkat keras

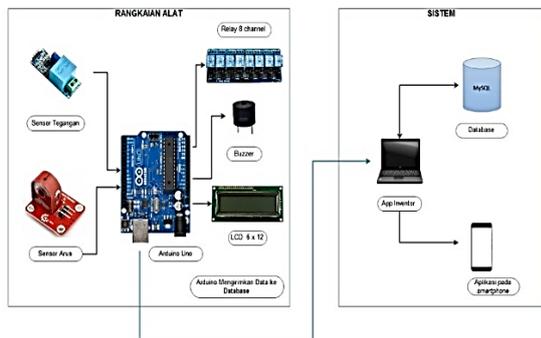
Pada gambar 4 dibawah ini adalah gambar rangkaian perangkat keras alat pembatas dan pemutus arus listrik pada rumah tangga, dibagi menjadi tiga komponen yaitu input, proses dan output.



Gambar 2 Perancangan Perangkat Keras.

c. Perancangan Perangkat Lunak

Pada gambar 5 dibawah ini menggambarkan perancangan perangkat lunak, dimana menjelaskan tentang proses bagaimana jumlah arus listrik terpakai yang terdeteksi pada sensor arus dapat ditampilkan dan dilihat oleh pengguna (*user*). Proses dimulai dari Rangkaian rancang bangun alat pembatas dan pemutus arus yang telah terhubung dengan arduino sebagai media kontrol dari alat-alat yang terhubung satu sama lainnya. Setelah data jumlah arus yang terpakai terdeteksi arduino akan mengirimkan data pada laptop dimana webserver berada melalui serial usb dan kemudian disimpan dalam database *pemutus_arus.sql*. Data yang telah tersimpan kemudian akan dipanggil dan ditampilkan pada aplikasi pemutus arus pada *smartphone* pengguna (*user*) dan pada layar LCD pada rangkaian model rumah sederhana.

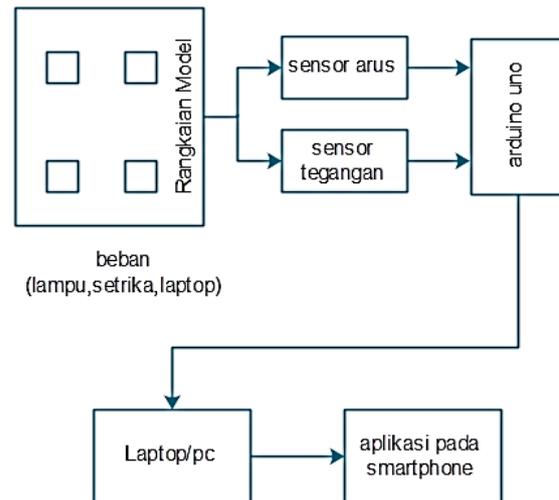


Gambar 5 Perancangan Perangkat Lunak.

d. Prinsip Kerja Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Sensor arus pada rangkaian model akan mendeteksi jumlah pemakaian arus listrik terpakai pada rangkaian model begitu juga dengan nilai tegangan yang mengalir. Data nilai

arus dan tegangan akan di kirim terbaca pada serial arduino, kemudian dikirimkan kedalam database pada laptop/pc dengan menggunakan serial usb. Prinsip kerja pada rancang bangun alat pembatas dan pemutus arus listrik pasca-bayar pada rumah tangga berbasis *smartphone* ini dapat di lihat pada gambar 6 dibawah ini.

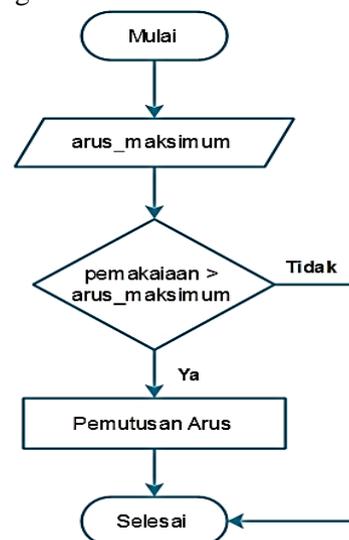


Gambar 3 Rancangan Rangkaian Alat.

e. Perancangan Alur Kerja Program

1) Flowchart Logika Pembatas Arus

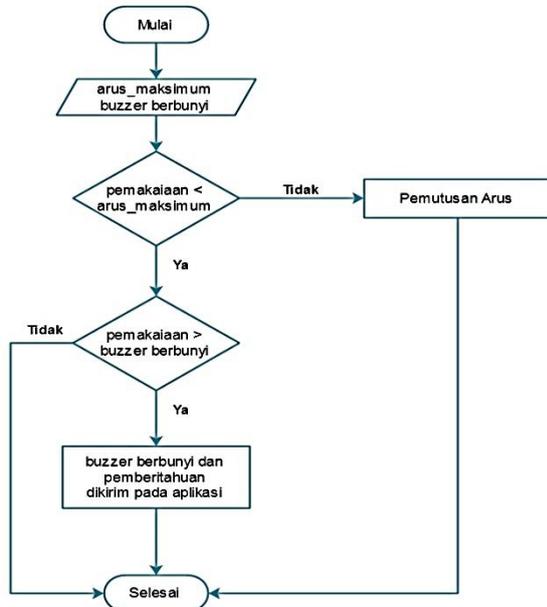
Pada gambar 7 dibawah ini menjelaskan bagaimana pemutusan arus dapat terjadi, Masukkan nilai batas *arus_maksimum* atau nilai batas pemakaian arus listrik diinputkan pada kode program arduino, misalkan *arus_maksimum = 5* berarti jika nilai pemakaian arus listrik >5 maka pemutusan arus listrik akan terjadi. Nilai pemakaian arus listrik didapat dari beban (lampu/perangkat elektronik) arus listrik yang dihubungkan pada *stop* kontak pada rangkaian model.



Gambar 7 Flowchart Pemutus Arus.

2) *Flowchart Logika Pemberitahuan (Notifikasi)*

Flowchart gambar. 8 dibawah ini merupakan alur kerja bagaimana sebuah pemberitahuan dapat dikirimkan pada aplikasi pada *smartphone* pengguna, dna *buzzer* pada rangkaian model berbunyi.

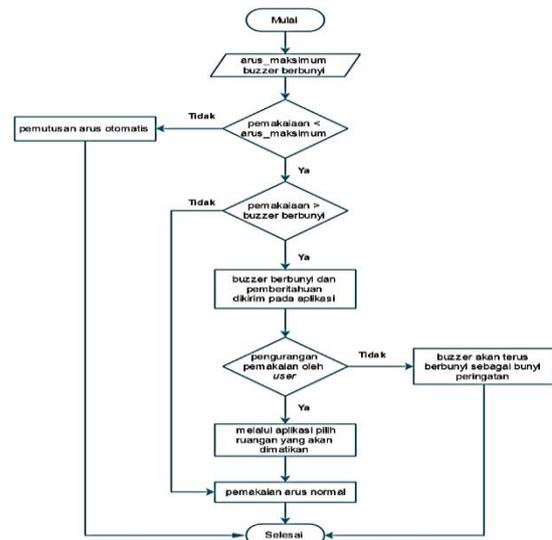


Gambar 8 Flowchart Pemberitahuan

3) *Flowchart Logika Pemutusan Arus Otomatis*

Pada *flowchart* gambar 9 menjelaskan bagaimana proses pemutus arus otomatis akan terjadi pada sistem yang akan dibangun. Hal yang pertama yaitu masukkan nilai batas pemakaian arus maksimum pada inialisasi arus_maksimum didalam kode program arduino. Dimisalkan dengan angka 5, arus_maksimum=5. Setelah itu masukkan nilai batas pemakaian arus untuk *buzzer* berbunyi pada inialisasi bunyi buzzer didalam kode program arduino. Dimisalkan dengan angka, buzzer_berbunyi > 3. Jika kondisi nilai pemakaian arus listrik kecil dari nilai batas yang telah diinputkan (pemakaian < arus_maksimum), maka tahap selanjutnya yaitu periksa kondisi pemakaian arus apakah lebih besar dari nilai batas arus pada buzzer berbunyi (pemakaian > buzzer berbunyi), jika iya buzzer akan berbunyi sebagai warning alarm, jika tidak kondisi pemakaian arus listrik dianggap dalam keadaan normal. Jika pemakaian arus besar dari nilai arus_maksimum (pemakaian > arus_maksimum) maka pemutusan arus otomatis dari sistem akan dilakukan. Setelah buzzer berbunyi dan pemberitahuan ditampilkan

kan pada aplikasi, sistem akan menunggu pengurangan pemakaian arus listrik dari pengguna baik melalui aplikasi pemutus arus maupun secara manual. *Buzzer* akan terus berbunyi sebagai bunyi peringatan sampai nilai pemakaian arus listrik kembali pada kondisi normal. Jika pemakaian arus lebih besar dari nilai batas arus_maksimum, maka pemutusan otomatis dari sistem akan dilakukan. Nilai pemakaian arus listrik didapat dari beban (lampu/perangkat elektronik) arus listrik yang dihubungkan pada stop kontak pada rangkaian model.



Gambar 9 Flowchart Pemutusan Arus Otomatis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. *Tampilan Rangkaian Alat Keseluruhan*

Pada gambar 10 merupakan hasil rangkaian alat keseluruhan dan maket rumah sederhana, maket rumah rumah sederhana tersebut dibagi menjadi 5 ruang yaitu; teras rumah, kamar tidur, ruang tamu, dapur, dan kamar mandi. Rangkaian rumah sederhana ini dibuat dengan menggunakan *stereofom*, terdapat 4 buah stop kontak yang akan digunakan sebagai simulasi pemasangan perangkat elektronik yang arus listrik terpakainya akan dibaca oleh sensor arus.



Gambar 10 Rangkaian Model Rumah Sederhana.

b. Hasil Perancangan Aplikasi

1) Halaman Koneksi

Gambar 11 dibawah ini adalah proses menginputkan ip jaringan dimana webserver berada. Aplikasi pada smartphone diharuskan masuk dalam satu jaringan yang sama dengan jaringan dimana *webserver* berada. Dalam hal ini penulis menggunakan modem yang dikoneksikan pada laptop dimana *web server* berada, selanjutnya IP pada laptop tersebut yang akan di inputkan pada halaman dibawah ini.



Gambar 11 Halaman Koneksi.

2) Halaman Home

Pada gambar 12 dibawah ini adalah halaman utama dari aplikasi pemutus arus terdapat 6 tombol pilihan yaitu; arus kanan, kamar tidur, dapur, arus kiri, ruang tamu, dan kamar mandi. Jika salah satu tombol di tekan, maka halaman dari tombol yang di tekan akan muncul. Contoh; jika kita menekan tombol arus kanan maka kita akan masuk pada halaman arus kanan. Pada setiap halaman dari tombol-tombol diatas terdapat tombol *hidup/on* dan *mati/off*.



Gambar 12 Halaman Home.

3) Tampilan Halaman Arus Kanan

Pada gambar 13, hasil halaman arus kanan dari aplikasi pemutus arus diatas terdapat tombol *on* dan *off* yang berfungsi untuk memberi perintah pada sistem pemutus arus, dimana jika tombol *on* di tekan maka, arus listrik yang berpusat pada sensor bagian kanan rumah akan menyala dan jika tombol *off* ditekan maka, arus listrik yang berpusat pada bagian kanan rumah akan mati. Terdapat dua ruangan yaitu kamar tidur dan dapur yang berpusat pada sensor arus bagian arus kanan.



Gambar 17 Halaman Arus Kanan.

4) Tampilan Halaman Pemberitahuan

Pada gambar 14 merupakan pemberitahuan akan adanya pemakaian arus listrik berlebih yang terdeteksi pada kamar tidur dan dapur yang berpusat pada sensor arus bagian kanan. Tampilan pemberitahuan ini dikirimkan bersamaan dengan bunyi *buzzer* pada maket rumah sederhana.

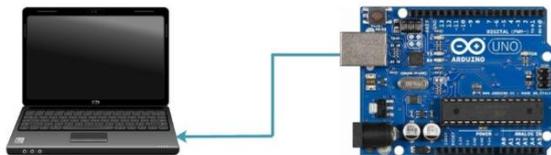


Gambar 14 Halaman Pemberitahuan.

c. Cara Kerja Sensor Arus

1) Proses Pengiriman Data

Pada rangkaian model sensor arus berfungsi untuk membaca nilai jumlah arus terpakai pada rangkaian model. Pemakaian arus pada rangkaian model dibagi menjadi dua bagian yaitu, arus_kiri dan arus_kanan, jumlah nilai pemakaian arus didaftarkan dari beban (lampu/perangkat elektronik) arus listrik yang dihubungkan pada stop kontak pada rangkaian model.



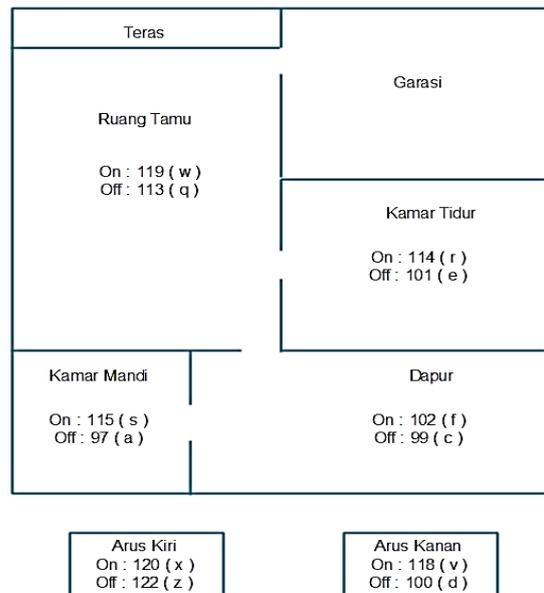
Gambar 15 Proses Pengiriman Data.

Proses pengiriman data dari arduino pada *webserver* yang terdapat pada laptop adalah sebagai berikut:

- 1) *Serial usb* dari arduino dihubungkan pada *port usb* yang terdapat pada laptop
- 2) *Serial usb* dari arduino dihubungkan pada *port usb* yang terdapat pada laptop
- 3) *Serial usb* dari arduino uno akan mengirimkan data jumlah arus_kiri (*i_kiri*), arus_kanan (*i_kanan*) dan tegangan (*v*) pada laptop dimana *webserver* berada yang sudah terinstall Visual Studio 2008
- 4) Visual Studio 2008 dibantu *MySQL_connector* untuk melakukan penyimpanan data kedalam database *pemutus_arus.sql*, setelah data tersimpan pada database maka *webserver* dapat membaca nilai dari

jumlah arus_kiri (*i_kiri*), arus_kanan (*i_kanan*) dan tegangan (*v*)

- 5) Visual studio 2008 digunakan sebagai jalan untuk arduino dapat mengirimkan jumlah data pemakaian yang terdeteksi pada rangkaian model dan sebagai jalan untuk *webserver* ketika memerintahkan proses on dan off pada ruangan melalui aplikasi.
- 2) *Proses Pengontrolan, Pembatas, dan Pemutusan Otomatis*

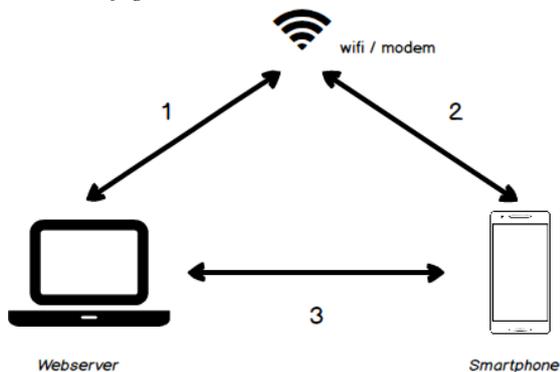


Gambar 16 inialisasi ruangan.

Proses pengontrolan pada setiap ruangan yang akan dimatikan dan dihidupkan kembali adalah sebagai berikut:

- 1) *Serial usb* terhubung pada laptop dimana *webserver* berada, yang mana laptop tersebut sudah terinstall visual studio 2008, visual studio 2008 berfungsi untuk membantu agar arduino dan *webserver* dapat saling berkomunikasi.
- 2) Inialisasi yang digunakan sebagai perintah untuk proses on dan off arus listrik terdapat pada gambar 4.18 , inialisasi menggunakan kode ASCII yang mana pada kode program arduino menggunakan angka (119,113,115,97,114, 101,102,dan 100) untuk ruangan dengan huruf (w,q,s,a,r,e,f, dan d) sedangkan untuk inialisasi pada proses on dan off di pusat arus kiri menggunakan angka (120,dan 122) huruf (x dan z), pada pusat arus kanan menggunakan angka (118, dan 99) huruf (v dan c).

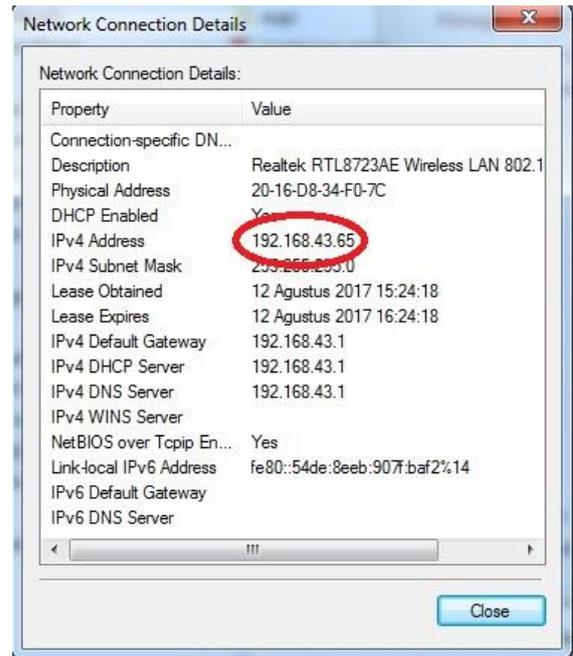
- 3) Ketika pengguna melakukan pengurangan arus di salah satu ruangan, misalkan pada ruang tamu saat tombol on pada halaman ruang tamu di aplikasi berubah menjadi tombol *off* maka sinyal yang dikirimkan visual studio 2008 kepada *interface* arduino yaitu angka 113 (q) dengan begitu arduino akan melakukan pemutusan arus listrik pada inisialisasi ruang tamu tersebut begitu juga untuk ruangan yang lainnya.
 - 4) Ketika pemutusan otomatis terjadi, ruangan yang akan dimatikan harus didaftarkan terlebih dahulu pada sistem. Ruangan tersebut akan mati ketika pemakaian arus listrik telah melebihi dari nilai batas pemakaian dan tidak ada tindakan pengurangan yang dilakukan oleh pengguna (*user*).
- 3) Konfigurasi IP



Gambar 17 Koneksi Jaringan.

Pada gambar 17 diatas merupakan skema tentang bagaimana aplikasi pada smartphone dapat diakses dan akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Laptop dimana *webservice* berada dihubungkan dengan modem ataupun *wifi*.
- 2) Smartphone dimana aplikasi berada dihubungkan dengan modem ataupun *wifi* yang sama dengan laptop
- 3) Setelah laptop dan *smartphone* berada pada jaringan yang sama maka aplikasi pemutus arus dapat diakses. Hal pertama yang dilakukan yaitu lihat *Ip Address* pada laptop dimana *webservice* berada.



Gambar 18 IP address.

Setelah mengetahui alamat Ip Address dimana *webservice* berada ketikan *Ipv4* 192.168.43.65 tersebut pada kolom ip di halaman aplikasi pemutus arus.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dari tahap identifikasi masalah hingga proses pengujian rancang bangun alat pembatas dan pemutus arus listrik pada rumah tangga dan aplikasi pemutus arus, maka dengan adanya aplikasi tersebut dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Prinsip kerja dasar dari sensor arus yaitu dengan prinsip elektromagnetik dimana sensor membaca medan magnet yang ada disekitarnya. Sedangkan dalam penelitian ini sensor arus membaca nilai jumlah arus terpakai pada rangkaian model dengan cara menghubungkan stop kontak pada rangkaian model dengan sebuah lampu ataupun perangkat elektronik kemudian jumlah arus terpakai akan dideteksi oleh sensor.
- 2) Informasi pemakaian arus listrik yang terpakai ditampilkan pada LCD dan dikirimkan pada aplikasi pengguna dengan menghubungkan arduino pada laptop dimana *webservice* berada dengan serial usb, data akan disimpan kedalam database pemutus arus kemudian dapat ditampilkan pada aplikasi pemutus arus pada *smartphone* pengguna.

- 3) Proses *on* dan *off* pada aplikasi dapat dilakukan dengan menginisialisasikan setiap *relay* yang terhubung pada stop kontak dirangkaian model dengan menggunakan kode *ascii* pada kode program *arduino*.
- 4) Pemberitahuan akan dikirimkan pada aplikasi apabila pemakaian arus listrik telah melebihi nilai batas pemakaian arus listrik yang diatur pada sistem, begitu juga dengan bunyi *buzzer*.
- 5) Pemutusan otomatis pada sistem dilakukan dengan mendaftarkan terlebih dahulu ruang mana yang akan dimatikan arusnya ketika pemakaian arus listrik telah melebihi nilai batas pemakaian dan tidak ada tindakan pengurangan pemakaian oleh pengguna (*user*).
- 6) Aplikasi dapat diakses oleh pengguna ketika *smartphone* dan *webserver* berada pada jaringan yang sama.
- 7) Dengan adanya sistem pengontrol, pembatas dan pemutus arus ini maka diharapkan dapat membantu pengguna dalam mengontrol dan membatasi pemakaian energi listrik, serta penghematan energi listrik dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] (t.thn.). Dipetik Juli 27, 2017, dari library.binus.ac.id:
<http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2012-1-01410-IF%20Bab2001.pdf>
- [2] Ardi, B. K., & Subchan. (t.thn.). *Peranan Perkembangan Aplikasi Smartphone Terhadap Pelayanan Perbangkian di Indonesia*. Diambil kembali dari ejurnal.stiedhar.maputra-smg.ac.id/index.php/JEMA/article/download/208/178
- [3] Fitriandi, A., Komalasari, E., & Gusmedi, H. (Volume 10, No. 2 Mei 2016). *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler Dengan SMS Gateway*. *ELECTRICIAN-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*.
- [4] Hani, S. (2009, Desember). *Proteksi Arus Lebih dengan Menggunakan Sensor ACS 706ELC*. *Jurnal Teknologi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institusi Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*, 167-175.
- [5] Harianto, Fransiscus, & Rasmana, S. T. (2016). *Rancang Bangun Alat Pembatas Arus Listrik dan Monitoring Pemakaian Daya Pada Rumah Sewa Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. *Journal Of Control and Network System (JCONES Vol.5 No.1 Stikom Surabaya)*.
- [6] Hoffer, J. A. (1996). *State Transition Diagram*. Dipetik Juli 25, 2017, dari <http://1304309.blog.upi.edu/2015/03/01/state-transition-diagram-2/>
- [7] Kho, D. (t.thn.). *Pengertian MCB (Miniature Circuit Breaker) dan Prinsip kerja*. Dipetik Juli 26, 2017, dari teknikelektronika.com/pengertian-mcb-miniature-circuit-breaker-prinsip-kerja-mcb/
- [8] Lengkong, Hendra Nugraha; ST.,MT, Alicia A.E. Sinsuw; ST.,MT, Arie S.M Lumenta;. (2015). *Perancangan Penunjuk Rute Pada Kendaraan Pribadi Menggunakan Aplikasi Mobile GIS Berbasis Android yang Terintegrasi pada Google Maps*. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*.
- [9] LIPI, T. (2004, Desember 22). *Artikel-artikel populer*. Dipetik April 10, 2017, dari www.energi.lipi.go.id:
<http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1101089425&9>
- [10] Nasruddin, Ariantara, B., Kusuma, H., Amin, M., Winata, A., Novianto, S., Anggora, T. (2016). *CLEAN ENERGY. Kapita Selekta Teknik Mesin 2016*. Dipetik April 2017, 11
- [11] Perdana, S. P., Syahrial, & Saodah, S. (2014, Januari). *Rancang Bangun Model Pembatas Arus Listrik Berbasis Mikrokontroler ATmega328 dengan Modul Arduino Uno*. *Jurnal Reka Elektronika*, 2 No.1.
- [12] Prasetyo, A. F. (t.thn.). *App Inventor Untuk Pemula*. Surya University, 1-91.
- [13] Rangkuti, S. (2016). *Arduino dan Proteus*. Bandung: Informatika Bandung.
- [14] Sakti, S. P. (Januari-Juni 2016). *Rancang bangun Sistem Pembatas Arus daya Kecil Tegangan 220VAC Berbasis Mikrokontroler*. *Teknologi Elektro Vol.5 No.1*.

- [15] Sulistyowati, R., & Febriantoro, D. D. (mei 2012). *Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal IPTEK vol.16 No.1.
- [16] Supriyanto, E., Setyantoko, A. W., & Silaturokhim, M. Z. (2016, Oktober). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini untuk Drop Tegangan Berbasis SMS Gateway. JURNAL TELE, 13 No.2.
- [17] Suryaningsih, S., Hidayat, S., & Abid, F. (2016, Oktober). *Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet*. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal), V.
- [18] Taufik, M. (2011, Juli). *Rancang Bangun Rangkaian Pembatas Arus Untuk Sistem Sel Surya Dengan Opsi Dual Output Voltage Baterai*. SKRIPSI, Fakultas Teknik Departement Teknik Elektro Universitas Indonesia .
- [19] Werdaya, N. M. (2012). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Video untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Peserta Didik Pada Standar Kompetensi Memelihara Transmisi Di SMK Negeri 8 Bandung*. repository.upi.edu, 37.