

# Load Shedding Controller Pada Beban Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Ahmad Surkani <sup>#1</sup>, Ira Devi Sara <sup>#2</sup>, Mansur Gapy <sup>#3</sup>

*Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala  
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh, 23111, Aceh, Indonesia*

<sup>1</sup>ahmad.surkani@gmail.com

<sup>2</sup>i.d.sara@unsyiah.ac.id

<sup>3</sup>mansur.gapy@yahoo.com

**Abstrak**—Pemutus beban lebih yang digunakan pada instalasi listrik pada umumnya menggunakan Miniature Circuit Breaker (MCB). Apabila terjadi beban lebih, bimetal pada MCB akan melengkung karena adanya panas (thermal) yang disebabkan oleh kelebihan beban sehingga bimetal menarik komponen trip dan memutus seluruh beban pada MCB. Penelitian ini membahas tentang pemutusan beban lebih dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dengan membagi beban menjadi beban prioritas dan beban non-prioritas, sensor arus YHDC SCT – 013 – 000 sebagai perangkat input dimana sensor ini berfungsi untuk mengukur besar arus pada beban serta relai sebagai perangkat output yang berfungsi sebagai pemutus beban lebih. Prinsip kerja pemutus beban lebih ini adalah jika nilai arus yang terukur pada sensor arus telah melebihi batas arus yang ditentukan, maka Arduino Uno akan memberikan sinyal masukan ke relai untuk memutus beban – beban non-prioritas sehingga tidak terjadi trip pada MCB.

**Kata Kunci**—MCB, Arduino Uno, Sensor Arus YHDC SCT-013-000, Relai, Load Shedding.

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan listrik pada perumahan sederhana tidak terbatas untuk penerangan saja, karena peralatan rumah tangga seperti pendingin ruangan, pompa air, kulkas, pemanas listrik, televisi, serta berbagai peralatan – peralatan elektronik lainnya menggunakan energi listrik. Pada rumah – rumah sederhana umumnya memiliki kapasitas daya listrik terpasang yang bervariasi, tergantung kepada kemampuan konsumen dalam membayar tagihan listrik.

Pada sebagian perumahan sederhana kapasitas daya listrik yang terpasang hanya sebesar 450VA, namun beban yang digunakan terkadang melebihi kapasitas daya listrik yang terpasang sehingga terjadi trip pada MCB. Kondisi trip pada MCB menyebabkan seluruh beban akan terputus dan untuk menghubungkan kembali beban tersebut, MCB harus di reset ulang. Kondisi ini tentu tidak diharapkan karena ada beban – beban tertentu yang diharapkan tetap beroperasi terus walaupun terjadi kelebihan beban. Untuk mencegah terjadinya trip MCB pada perumahan sederhana yang mempunyai daya terbatas, dapat dilakukan dengan cara manual yaitu melepas beban – beban listrik yang bukan prioritas, namun hal tersebut membutuhkan waktu dan

tenaga manusia maka diperlukan sebuah alat yang dapat melepas sebagian beban yang disebut dengan load shedding controller.

## II. DASAR TEORI

### A. Load Shedding (Pelepasan Beban)

Pada sistem pembangkitan kelistrikan yang besar seperti PLN, pemutusan beban lebih sering dilakukan secara otomatis ataupun secara manual yang berfungsi untuk mengamankan pembangkit – pembangkit yang sedang beroperasi dari kemungkinan terjadinya Blackout akibat kelebihan beban. Load shedding adalah sebuah tindakan melepaskan beban lain dengan tujuan mengamankan kesinambungan tersedianya listrik. Pelepasan beban dilakukan secara otomatis dengan melihat kondisi sumber daya pembangkit yang beroperasi tidak mencukupi kebutuhannya (kemampuan pembangkitan lebih kecil dari pada kebutuhan listrik) [1]. Adapun pembagian jenis beban dibagi menjadi beban prioritas dan beban non-prioritas.

1) *Essential Load*: Essential Load atau beban prioritas adalah beban yang dianggap penting ataupun beban yang menjadi penunjang tetap demi kenyamanan konsumen, dimana apabila terjadi pemutusan atau gangguan akan menyebabkan konsumen menjadi tidak nyaman dan mengganggu aktifitas konsumen [2].

2) *Non-Essential Load*: Non-Essential Load atau beban yang dianggap bukan sebagai prioritas, dimana apabila terjadi pemutusan atau gangguan pada beban tersebut, maka tidak akan mempengaruhi aktifitas konsumen dan tidak akan mengganggu kenyamanan konsumen [2].

### B. Pembatas Daya Listrik

Pembatas daya listrik yang umum digunakan pada rumah hunian adalah MCB (Miniatur Circuit Breaker). MCB adalah salah satu jenis peralatan proteksi yang berfungsi untuk melindungi peralatan listrik dari arus lebih yang disebabkan oleh beban lebih atau karena adanya hubung singkat. Berdasarkan konstruksinya, prinsip kerja MCB memiliki dua cara pemutusan, yaitu pemutusan secara thermal apabila terjadi beban lebih dan pemutusan secara elektromagnet apabila terjadi hubung singkat [3].

C. Sensor Arus YHDC SCT-013-000

YHDC SCT-013-000 adalah sebuah sensor arus yang berfungsi untuk mengukur arus bolak – balik (AC). Sensor ini sangat cocok untuk digunakan dalam pengukuran atau memantau pemakaian konsumsi energi listrik. Prinsip kerja dari sensor ini adalah pada saat arus AC yang mengalir melalui kabel yang telah dipasang sensor tersebut, maka belitan sekunder akan menginduksikan arus dan menghasilkan medan magnet pada inti magnetik. Besarnya induksi arus pada belitan sekunder sebanding dengan induksi arus yang mengalir pada belitan primer [4].



Gambar 1 Sensor arus YHDC SCT-013-000

D. Arduino Uno R3

Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik open source berbasis Rangkaian input atau output sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa Processing. Arduino Uno merupakan board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan obyek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer. Rangkaiannya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli di pasaran. IDE (Integrated Development Environment) dan Arduino bersifat open source [6].

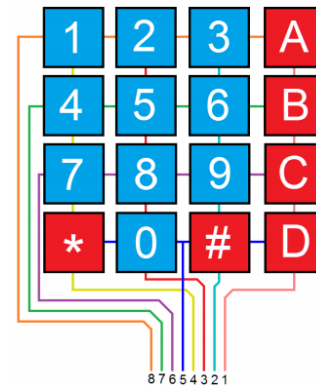


Gambar 2 Arduino Uno R3

E. Keypad

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad merupakan jenis perangkat input yang berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan

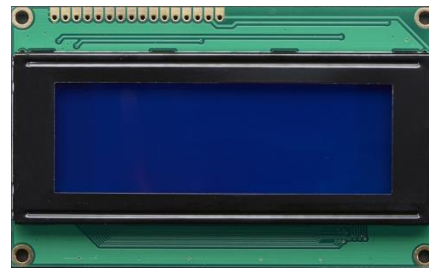
manusia atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface). Masukan perangkat ini akan dibaca oleh mikrokontroler dengan membedakan byte yang terdiri dari bit-bit yang beragam untuk jenis tombol-tombol yang ada [8].



Gambar 3 Keypad 4x4 [9]

F. LCD

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah peralatan elektronik yang banyak sekali digunakan dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Modul LCD matrix yang akan digunakan pada penelitian ini adalah dengan konfigurasi 20 karakter dan 4 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh baris pixel [10].



Gambar 4 LCD 20x4 [11]

G. Relai

Relai adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya medan magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka [12].



Gambar 5 Relai 4 channel [13]

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian

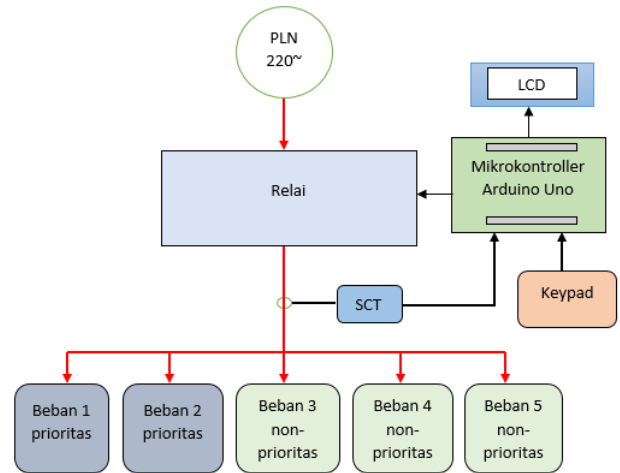
Adapun tahapan – tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Mempelajari literatur – literatur yang berhubungan dengan pelepasan beban (load shedding).
- Merancang prototipe load shedding dengan menggunakan software Fritzing
- Membuat logika pemrograman pada mikrokontroler Arduino Uno, dimana beban dibagi menjadi beban prioritas dan non-prioritas. Besaran arus yang diperbolehkan mengalir ke beban dibatasi pada 2.00 A sesuai dengan kapasitas daya yang terpasang pada perumahan sederhana. Jika besaran arus tersebut telah melewati batasannya dalam 3 detik, mikrokontroler akan memutuskan beban non-prioritas.
- Pengujian yang dilakukan dengan memberikan beban – beban listrik hingga melebihi batas 2.00 A. Jika mikrokontroler melepas beban non-prioritas maka pengujian tersebut berhasil
- Setelah pengujian prototipe berhasil kemudian dilakukan penulisan laporan

B. Skema Pelepasan Beban (Load Shedding)

Adapun skema pelepasan beban adalah sebagai berikut:

- Batas Arus pada mikrokontroler Arduino Uno diatur pada range 2.00 A.
- Jika nilai arus telah melewati batas arus selama 3 detik, beban 3 (non-prioritas) akan dilepas.
- Jika nilai arus masih melewati batas arus, maka dalam waktu 3 detik beban 4 dan beban 5 (non-prioritas) akan dilepas.
- Apabila nilai arus melewati batas arus selama kurang dari 3 detik, maka beban non-prioritas tidak akan dilepas.



Gambar 6 Skema pelepasan beban

C. Kebutuhan Sistem

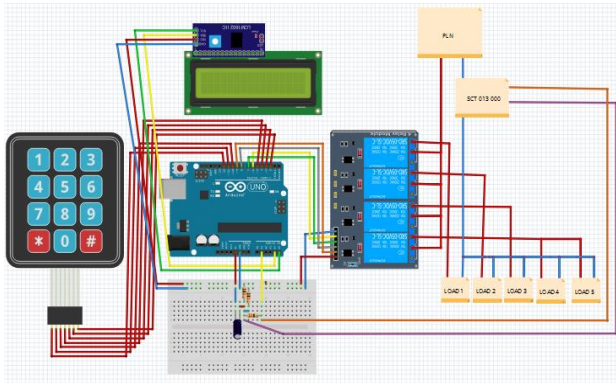
Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam perancangan load shedding controller dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL I  
ALAT DAN BAHAN

Nama Barang	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan
MCB	C4 230V/400V	2	Unit
Arduino Uno R3 + Kabel USB	5VDC / 3.3VDC	1	Set
Sensor YHDC SCT 013-000	100A	1	Unit
LCD 20x4	5VDC / 2.5 mA	1	Unit
Relai 4 Channel	250VAC / 10A	1	Unit
Keypad Membran	4x4 / 5VDC	1	Unit
Jumper Male to Male	25VDC / 15 cm	2	Set
Jumper Male to Female	25VDC / 15 cm	2	Set
Project Board	2.5A – 3A	1	Unit
Resistor	10 KΩ, 33Ω	2	Unit
Kapasitor	10 μF	1	Unit
Audio Jack Female	2.5 mm	1	Unit
Kabel NYAF	1.5mm/(10A/220V)	1	Set
Skun Kabel	Tipe U	1	Set
Terminal	16A / 400 V	1	Unit
Stop Kontak	16A / 250VAC	5	Unit
Arduino IDE	Versi 1.8.1	1	Set
Fritzing	Versi 0.9.2b	1	Set

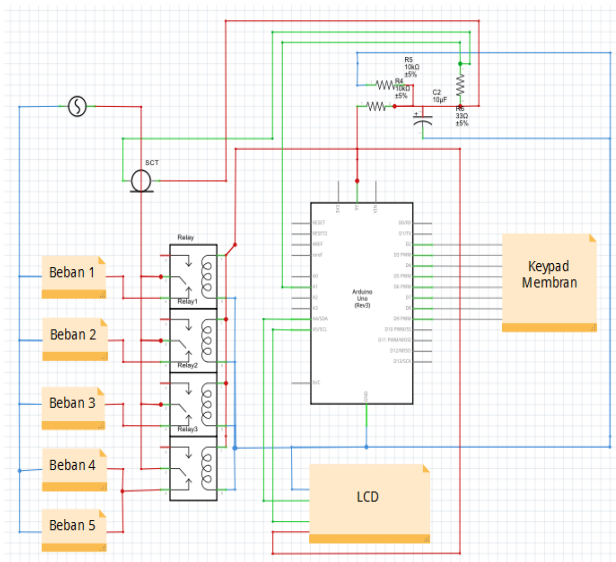
D. Perancangan Load Shedding Controller

Pada perancangan perangkat lunak (software) dilakukan dengan menggunakan *software* fritzing. Komponen utama yang diperlukan pada perancangan ini adalah mikrokontroler Arduino Uno, Sensor arus YHDC SCT – 013 – 000, Relai, LCD, dan Keypad. Perancangan alat dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Perancangan Load Shedding

Adapun diagram skematik dari perancangan *load shedding controller* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Diagram skematik load shedding controller

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Load Shedding Controller (Pelepasan Beban)

Berikut ini adalah hasil pengujian *load shedding controller* yang telah dilakukan di laboratorium, dimana beban 1 adalah beban prioritas (kipas angin / 0.20), beban 2 adalah beban prioritas (dispenser / 1.47 A), beban 3 adalah beban non-prioritas (lampu pijar / 0.25 A), beban 4 adalah beban non-prioritas (lampu pijar / 0.19 A) dan beban 5 adalah beban non-prioritas (lampu pijar / 0.25 A).

1) *Pengujian Load Shedding Controller I* : Data pengujian pertama *load shedding controller* dapat dilihat

pada tabel II, dari data tersebut pada saat beban 1 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 0.20 A, pada saat beban 2 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1.64 A, beban 3 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1.88 A dan pada saat beban 4 ON arus yang terukur adalah sebesar 2.04 A. kondisi ini telah melewati batas arus yang telah diatur pada mikrokontroler sehingga dalam waktu 3 detik beban 3 (non-prioritas) diputus.

2) *Pengujian Load Shedding Controller II* : Data pengujian kedua *load shedding controller* dapat dilihat pada tabel III, dari data tersebut arus yang terukur pada saat beban 1, beban 2 dan beban 4 dalam kondisi ON adalah sebesar 1.81 A. sedangkan beban 3 masih dalam keadaan terputus. Pada saat beban 5 dalam kondisi ON, arus yang terukur adalah sebesar 2.05 A dan dalam selang waktu 3 detik beban 4 dan beban 5 (non-prioritas) diputus.

3) *Pengujian Load Shedding Controller III*: Data dari pengujian ketiga *load shedding controller* dapat dilihat pada tabel IV, dari data tersebut saat beban 1 dan beban 2 pada kondisi ON dan beban 3, 4, dan 5 terputus, arus yang terukur sebesar 1.65 A. Pada saat beban 2 dilepas, dalam rentang waktu 2 detik, beban 3, 4, dan 5 kembali pada posisi ON dan arus yang terukur adalah sebesar 0.83 A.

4) *Pengujian Load Shedding Controller IV*: Data pengujian *load shedding controller* keempat dapat dilihat pada tabel V, dimana pada saat beban 2 dilepas, beban 3, 4 dan 5 dalam kondisi ON dan arus yang terukur adalah 0.83 A. Pada saat beban 2 dihubungkan kembali, arus yang terukur sebesar 2.29 A. Kondisi ini telah melewati batas arus yang telah ditentukan sehingga dalam rentang waktu 3 detik beban 3 (non-prioritas) diputus. Setelah itu mikrokontroler Arduino Uno akan *menyampling* kembali arus beban dan arus yang terukur adalah sebesar 2.05 A sehingga dalam rentang waktu 3 detik beban 4 dan beban 5 (non-prioritas) diputus. Kondisi tersebut sesuai dengan skema pelepasan beban (*load shedding*) yang telah dirancang.

V. KESIMPULAN

Pada saat tidak ada beban, terjadi sedikit kesalahan pada pengukuran sensor arus yang mana nilainya tidak terlalu besar, sehingga kesalahan pengukuran tersebut dapat diabaikan. Kesalahan pembacaan sensor arus tersebut terjadi karena ketidaksempurnaan pada saat konversi dari analog ke digital pada mikrokontroler Arduino Uno.

Pada saat terjadi beban lebih, pemutusan beban non-prioritas membutuhkan waktu *delay* selama 3 detik. Apabila beban lebih terjadi dalam rentang waktu dibawah 3 detik, maka Arduino Uno tidak akan memutus beban non-prioritas.

TABEL II

No	BATAS ARUS (A)	KONDISI AWAL PEMAKAIAN BEBAN					DELAI (DETIK)	KONDISI AKHIR SETELAH PEMAKAIAN BEBAN					KETERANGAN		
		ARUS TOTAL (A)	BEBAN					ARUS TOTAL (A)	BEBAN						
			1	2	3	4			5	1	2	3		4	5
1	2.00	0.00	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	Tidak ada beban	
2	2.00	0.20	O N	-	-	-	-	0.20	O N	-	-	-	-	Beban 1 terhubung	
3	2.00	1.64	O N	O N	-	-	-	1.64	O N	O N	-	-	-	Beban 1, 2 terhubung	
4	2.00	1.88	O N	O N	O N	-	-	1.88	O N	O N	O N	-	-	Beban 1, 2, 3, terhubung	
5	2.00	2.04	O N	O N	O N	O N	-	3	1.81	O N	O N	O F F	O N	-	Beban 1, 2, 3, 4, terhubung, dalam waktu 3 detik beban 3 terputus

PENGUJIAN LOAD SHEDDING CONTROLLER I

TABEL III

No	BATAS ARUS (A)	KONDISI AWAL PEMAKAIAN BEBAN					DELAI (DETIK)	KONDISI AKHIR SETELAH PEMAKAIAN BEBAN					KETERANGAN		
		ARUS TOTAL (A)	BEBAN					ARUS TOTAL (A)	BEBAN						
			1	2	3	4			5	1	2	3		4	5
1	2.00	0.83	O N	O N	O F F	O N	-	-	0.83	O N	O N	O F F	O N	-	Beban 1, 2, 4 terhubung, beban 3 terputus
2	2.00	2.05	O N	O N	O F F	O N	O N	3	1.65	O N	O N	O F F	O F F	O F F	Beban 1, 2, 4, 5 terhubung dan dalam waktu 3 detik beban 4 dan 5 terputus

PENGUJIAN LOAD SHEDDING CONTROLLER II

TABEL IV  
PENGUJIAN LOAD SHEDDING CONTROLLER III

No	BATAS ARUS (A)	KONDISI AWAL PEMAKAIAN BEBAN					DELAI (DETIK)	KONDISI AKHIR SETELAH PEMAKAIAN BEBAN					KETERANGAN		
		ARUS TOTAL (A)	BEBAN					ARUS TOTAL (A)	BEBAN						
			1	2	3	4			5	1	2	3		4	5
1	2.00	1.65	O N	O N	O F F	O F F	O F F	-	1.65	O N	O N	O F F	O F F	O F F	Beban 1, 2 terhubung, beban 3, 4, 5 terputus
2	2.00	0.20	O N	-	O F F	O F F	O F F	3	0.83	O N	-	O N	O N	O N	Beban 1 terhubung, beban 2 dilepas dan dalam waktu 3 detik beban 3, 4, 5 menjadi terhubung

TABEL V  
PENGUJIAN LOAD SHEDDING CONTROLLER IV

No	BATAS ARUS (A)	KONDISI AWAL PEMAKAIAN BEBAN					DELAI (DETIK)	KONDISI AKHIR SETELAH PEMAKAIAN BEBAN					KETERANGAN		
		ARUS TOTAL (A)	BEBAN					ARUS TOTAL (A)	BEBAN						
			1	2	3	4			5	1	2	3		4	5
1	2.00	0.83	O N	-	O N	O N	O N	-	0.83	O N	-	O N	O N	O N	Beban 1, 3, 4, 5 terhubung, beban 2 dilepas
2	2.00	2.29	O N	O N	O N	O N	O N	3	2.05	O N	O N	O F	O N	O N	Beban 2 dihubung kembali dan dalam waktu 3 detik beban 3 terputus
3	2.00	2.05	O N	O N	O F	O N	O N	3	1.65	O N	O N	O F	O F	O F	Arus masih melewati batasannya dan dalam waktu 3 detik, beban 4 dan 5 terputus

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya karya Ilmiah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada: Orang tua (Alm. Syamsir dan Mawarni) dan keluarga yang telah banyak memberikan bantuan, materi, motivasi, do'a, semangat dan dukungan selama ini. Ibu Dr. Ira Devi Sara, S.T., M.Eng.Sc. dan Bapak Ir. Mansur Gapy, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, masukan, saran, waktu dan pikirannya. Bapak Ir. Syahrizal, M.T. selaku Ketua Sidang. Bapak Ramdhan Halid Siregar, S.T., M.Sc. dan Bapak Dr. Rakhmad Safutra Lubis, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II.

Bapak Dr. Rusdha Muharar, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik, Bapak Dr. Nasaruddin, ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Bapak Dr. Ir. Mirza Irwansyah, MBA., MLA., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro dan Komputer, khususnya angkatan 2011. Semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan karya ilmiah ini.

## REFERENSI

- [1] W. K. Raharja, A. K. Yapie dan F. O. Utama, "Alat Kontrol Kesenambungan Daya Otomatis Akibat Adanya Beban Lebih," in *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, Yogyakarta, Indonesia, Nov. 2014.
- [2] M. G. Prahana "Studi Skenario Pelepasan Beban Saat Terjadi Pemutusan Aliran Daya Pada Gedung Bertingkat," *Jurnal, FTI-ISTN, Jakarta Selatan, Indonesia.*
- [3] I. Hambali, "Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Unjuk Kerja Miniature Circuit Breaker (MCB) 2A dan 4A," Skripsi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 2010.
- [4] CT Sensors. "An Introduction" - [Online]. Available: <https://learn.openenergymonitor.org/electricity-monitoring/ct-sensors/introduction>.
- [5] Split Core Current Transformer YHDC SCT-013 Manual. - [Online]. Available: <http://vctec.co.kr/web/product/yhdc/pdf/SCT013.pdf>.
- [6] S. J. Sokop, D. J. Mamahit dan S. R.U.A. Sompie, "Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, vol.5, No.3, ISSN: 2301-8402, 2016.
- [7] Arduino Uno Rev3 - [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
- [8] F. Supegina dan A. Munandar, "Rancang Bangun Miniatur Mesin Otomatis Minuman Kaleng Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Elektro*, vol.5, No.3, ISSN:2086-9476, Sep. 2014.
- [9] Parallax Manual, "4x4 Matrix Membrane Keypad (#27899)," - [Online]. Available : <https://www.parallax.com/>
- [10] I. Dinata dan W. Sunanda, "Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol.4, No.1, ISSN: 2302-2949, Mar. 2015.
- [11] Anonim, "Standard LCD 20x4 - White On Blue", - [Online]. Available : <https://www.adafruit.com/product/198>
- [12] D. A. O. Turang, "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile," in *Prosiding Seminar Nasional Informatika*, Yogyakarta, Indonesia, Nov.2015
- [13] Anonim, "Diagram Skematik Relai 4 Channel," - [Online]. Available : [http://www.yourduino.com/sunshop/index.php?l=product\\_detail&p=155](http://www.yourduino.com/sunshop/index.php?l=product_detail&p=155)