

**SISTEM PENGENDALI BEBAN ARUS LISTRIK  
BERBASIS ARDUINO**



**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar  
Sarjana Komputer pada Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

**M Syukur Budiawan H**

**NIM: 60200113075**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN ALAUDDIN MAKASSAR  
2017**

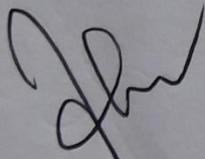
## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Pembimbing penulisan skripsi saudara **M Syukur Budiawan H : 60200113075**, mahasiswa Jurusan Teknik Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, setelah dengan seksama meneliti dan mengoreksi skripsi yang bersangkutan dengan judul, “ **Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino** ”, memandang bahwa skripsi tersebut telah memenuhi syarat-syarat ilmiah dan dapat disetujui untuk diajukan ke sidang Munaqasyah.

Demikian persetujuan ini diberikan untuk proses selanjutnya.

Makassar, 20 November 2017

**Pembimbing I**



**Faisal. S.T., M.T.**

**NIP. 19726721201101 1 001**

**Pembimbing II**



**Nur Afif, S.T, M.T**

**NIP. 1981124200912 1 003**

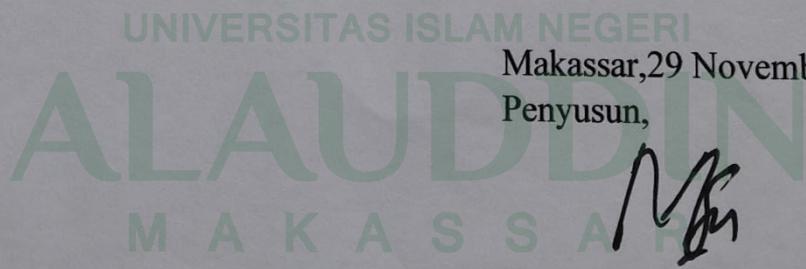
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

- Nama : M. Syukur Budiawan H
- NIM : 60200113075
- Tempat/Tgl. Lahir : Sungguminasa, 28 April 1995
- Jurusan : Teknik Informatika
- Fakultas/Program : Sains dan Teknologi
- Judul : Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ini merupakan duplikasi, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.



Makassar, 29 November 2017  
Penyusun,

M Syukur Budiawan Hamid  
NIM: 60200113075

## PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino” yang disusun oleh M Syukur Budiawan H, NIM 60200113075, mahasiswa Jurusan Teknik Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada Hari Selasa Tanggal 28 November 2017 M, bertepatan dengan 9 Rabiul Awal 1439 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika.

Makassar, 28 November 2017 M.

9 Rabiul Awal 1439 H.

### DEWAN PENGUJI:

Ketua	: Dr. Ir. A. Suarda, M.Si.	(.....)
Sekretaris	: A. Muhammad Syafar, S.T., M.T.	(.....)
Munaqisy I	: Faisal Akib, S.Kom., M.Kom.	(.....)
Munaqisy II	: Dr. Hamzah Hasan, M.HI.	(.....)
Pembimbing I	: Faisal, S.T., M.T.	(.....)
Pembimbing II	: Nur Afif, S.T., M.T.	(.....)

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar,



**Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.**

NIP. 19691205 199303 1 001

## ABSTRAK

**Nama** : M Syukur Budiawan H  
**NIM** : 60200113075  
**Jurusan** : Teknik Informatika  
**Judul** : Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino  
**Pembimbing I** : Faisal, S.T.,M.T  
**Pembimbing II** : Nur Afif, S.T.,M.T

---

Sistem pengendali beban listrik adalah alat yang dirancang untuk mengatur dan mengontrol pemakaian listrik. Proses pembacaan arus listrik menggunakan *sensor arus ACS712* sedangkan dalam proses menahan beban arus listrik saat pemakaian yang telah diatur melebihi pemakaian menggunakan *relay*. *Lcd* digunakan untuk menampilkan pemakaian listrik dan *keypad* digunakan untuk menginput, Mikrokontroler yang digunakan adalah Mikrokontroler *Arduino Mega* sebagai kontrol utama sistem.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif yang dilakukan adalah metode penelitian eksperimental. Dengan melakukan eksperimen terhadap variabel-variabel kontrol (*input*) untuk menganalisis *output* yang dihasilkan. *Output* yang dihasilkan akan dibandingkan dengan *output* tanpa adanya pengontrolan variabel.

Hasil penelitian ini adalah sebuah sistem pengendali beban arus listrik yang dapat mengatur dan mengontrol pemakaian listrik agar dapat meminimalisir pemakaian listrik.

Dengan diadakannya penelitian ini, peneliti berharap dapat mengurangi permasalahan-permasalahan yang berhubungan dengan pembayaran, mengukur bagaimana cara memonitoring serta menghitung biaya listrik pada tempat tinggal.

**Kata kunci** : **Sistem Pengendali Beban Arus Listrik, ACS712, Relay, Arduino Mega.**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Tiada kata yang pantas penulis ucapkan selain puji syukur kehadiran Allah swt. atas berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam tak lupa penulis kirimkan kepada Baginda Rasulullah saw. yang telah membimbing kita semua. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat keserjanaan di UIN Alauddin Makassar Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi.

Pada kesempatan ini pula penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ayahanda Abd Hamid dan ibunda Rukmini tercinta dengan ikhlas memberikan dukungan, baik materi maupun moril sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Bantuan dari berbagai pihak yang dengan senang hati meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan dukungan baik secara moril maupun materil yang tak henti-hentinya kepada penulis juga menjadi semangat positif untuk menyelesaikan skripsi ini.

Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Prof. Dr. H. Musafir Pababbari, M.S

2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Prof. Arifuddin Ahmad, M.Ag.
3. Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Sekretaris Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Faisal, S.T., M.T. dan A. Muhammad Syafar,, S.T., M.T.
4. Pembimbing I Faisal, S.T., M.T., Pembimbing II Nur Afif, S.T., M.T yang telah membimbing penulis dengan baik.
5. Penguji I Faisal, S.Kom., M.Kom., Penguji II Dr. Hamzah Hasan,M.Hi yang telah menyumbangkan banyak ide dan saran yang membangun.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang telah banyak memberikan sumbangsi baik tenaga maupun pikiran.
7. Pembimbing Komunitas Robotika Justiadhi Hatta S.T., serta teman-teman komunitas Robotika yang telah memberikan sumbangsi baik tenaga maupun pikiran.
8. Teman-teman seangkatan Teknik Informatika 2013(BINER) yang selalu memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis.

Penulis sadar bahwa tentunya dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu saran dan kritik dari pembaca yang sifatnya membangun sangat diharapkan, demi pengembangan kemampuan penulis ke depan.

Akhir kata, hanya kepada Allah SWT, penulis memohon ridho dan magfirah-Nya, semoga keikhlasan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dapat bernilai pahala disisi-Nya. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat kepada mereka yang membutuhkan, semoga Allah SWT, melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua. Aamiin.

Makassar, November 2017

M SYUKUR BUDIAWAN H

NIM : 60200113075



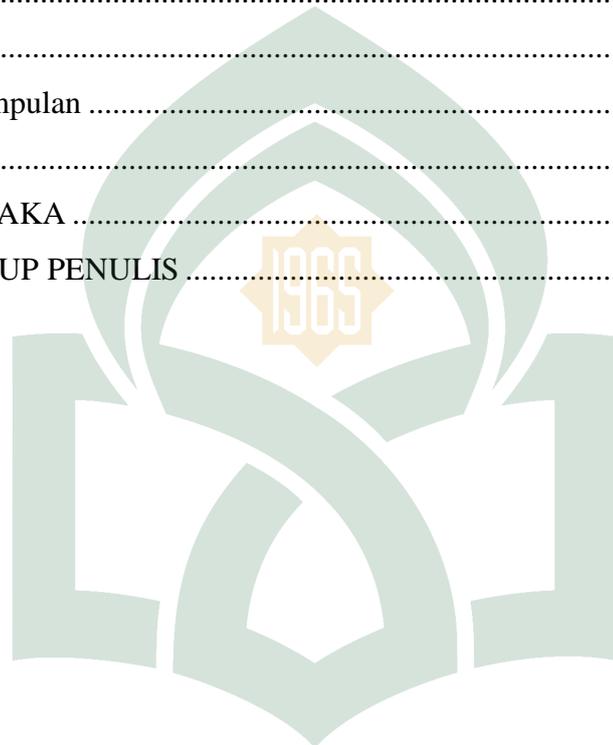
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## DAFTAR ISI

	Halaman
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Fokus Penelitian dan Deskripsi Fokus.....	4
D. Kajian Pustaka.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Kegunaan Penelitian.....	8
1. Teoritis.....	9
2. Praktis.....	9
BAB II.....	10
TINJAUAN TEORITIS.....	10
A. Sistem.....	10
B. Beban Listrik.....	13
C. Mikrokontroler.....	14
D. Arduino.....	15
E. Sensor.....	23
F. Relay.....	27
G. Lcd 16x4.....	30

H. Keypad 4x4 Matrix .....	32
BAB III .....	35
METODOLOGI PENELITIAN.....	35
A. Jenis dan Lokasi Penelitian.....	35
B. Pendekatan Penelitian .....	35
C. Sumber Data.....	35
D. Metode Pengumpulan Data.....	35
1. Observasi .....	35
2. Wawancara.....	36
3. Studi Literatur .....	36
E. Instrumen Penelitian.....	36
1. Perangkat Keras .....	36
2. Perangkat Lunak .....	37
F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data .....	37
1. Pengolahan Data.....	37
2. Analisis Data.....	37
3. Teknik Pengujian Sistem .....	38
G. Teknik Pengujian .....	36
BAB IV .....	40
PEMBAHASAN PERANCANGAN SISTEM.....	40
A. Rancangan Diagram Blok Diagram .....	40
B. Perancangan alat.....	41
C. Perancangan keseluruhan Alat .....	42
D. Perancangan Perangkat Keras .....	43
1. Sensor Arus .....	44
2. Relay .....	43
3. Rangkaian Power Supply.....	45
E. Perancangan Perangkat Lunak .....	46
BAB V.....	50
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM .....	50
A. Implementasi .....	50

1. Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	51
B. Pengujian Sistem.....	51
1. Pengujian Sensor Arus.....	53
2. Pengujian Sistem Kontrol Secara Keseluruhan .....	55
3. Pengujian Rancangan Secara Keseluruhan.....	56
BAB VI.....	63
PENUTUP.....	63
A. Kesimpulan .....	63
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA .....	65
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	68



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Karakteristik Sistem (Mustakini, 2009).....	13
Gambar II.2 Beban Arus Bolak-Balik.....	14
Gambar II.3 Arduino Mega 2560 (Datasheet, 2013) .....	18
Gambar II.4 Sensor Arus ACS712 (Datasheet, 2013) .....	20
Gambar II.5 Konfigurasi pin dari IC ACS712 .....	23
Gambar II. 6 Rangkaian Sensor Arus yang telah disearahkan.....	26
Gambar II. 7 Blok Diagram Penyearah Gelombang .....	27
Gambar II. 8 Sinya Penyearah Gelombang.....	27
Gambar II.9 Struktur sederhana relay (Datasheet,2013).....	29
Gambar II.10 Bentuk fisik relay (Google,2016) .....	30
Gambar II.11 LCD 16x4 (Sumber : google.com) .....	32
Gambar II.12 Fisik Keypad 4x4 (Sumber:google.com).....	38
Gambar II.13 Rangkaian Dasar Keypad 4x4 (Datasheet, 2013) .....	40
Gambar IV.1 Diagram Blok Sistem Alat .....	41
Gambar IV.2 Perancangan Alat .....	42
Gambar IV.3 Rancangan desain keseluruhan alat.....	43
Gambar IV.4 Rancangan Sensor Arus .....	44
Gambar IV.5 Rancangan Relay.....	44
Gambar IV.6 Rangkaian Power Supply .....	46
Gambar IV.7 Flowchart pengaturan biaya .....	49
Gambar IV.8 Flowchart lihat pemakaian .....	50
Gambar V.1 Hasil rancangan alat pengendali beban arus listrik .....	54
Gambar V.2 Hasil rancangan sistem alat pengendali beban arus listrik .....	55
Gambar V.3 Langkah Pengujian Sistem .....	55
Gambar V.4 Hasil Pengujian Sensor.....	55
Gambar V.5 Cara Penggunaan Keypad pada menu utama .....	55
Gambar V.6 Pengaturan Tarif .....	55
Gambar V.7 Pengisian Beban Arus dengan pengaturan Biaya.....	55
Gambar V.8 Tampilan Pengisian Biaya.....	55

Gambar V.9 Lihat Pemakaian Arus Listrik .....55

Gambar V.10 Pemakaian Arus Listrik .....55



**DAFTAR TABEL**

Tabel II.1 Spesifikasi Arduino Mega .....	16
Tabel II.2 Operasi Dasar LCD .....	19
Tabel V. 1 Hasil Pengujian <i>Sensor Arus</i> .....	51
Tabel V.2 Hasil Pengujian sistem secara keseluruhan.....	56



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

# BAB I

## PENDAHULUAN

### *A. Latar Belakang*

Pada saat ini dunia teknologi berkembang dengan pesat disegala bidang. Dengan semakin majunya ilmu pengetahuan dan ilmu teknologi saat ini ditandai dengan bermunculannya alat-alat yang menggunakan sistem kontrol digital dan otomatis. Teknologi menjadi hal yang sangat berguna bagi kehidupan manusia, mulai dari teknologi mekanik, listrik, dan tentunya teknologi telekomunikasi. Di era globalisasi seperti sekarang ini, teknologi sangat membantu aktivitas manusia agar lebih mudah dan lebih efisien. Teknologi alat elektronika adalah salah satu teknologi yang tentunya akan sangat membantu manusia dalam melakukan berbagai hal terutama dalam mengontrol pemakaian listrik.

Listrik adalah salah satu kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Di Indonesia terdapat badan usaha milik negara, yaitu PT Perusahaan Listrik Negara (Persero), yang menjadi satu-satunya produsen listrik yang menaungi seluruh wilayah Indonesia.

Terdapat dua layanan yang ditawarkan PLN kepada konsumen di Indonesia, yaitu listrik Prabayar dan Pascabayar. Listrik Prabayar seperti halnya pulsa isi ulang pada telepon seluler, pelanggan terlebih dahulu membeli pulsa (*voucher* listrik isi ulang) yang bisa diperoleh melalui gerai ATM sejumlah bank atau melalui loket - loket pembayaran tagihan listrik *online*. Sedangkan listrik pascabayar, para pelanggan membayar biaya

tagihan setiap bulan. Petugas PLN secara teratur mengecek pemakaian listrik di pelanggan yang menggunakan sistem listrik pascabayar.

Mengutip dari situs [pln.co.id](http://pln.co.id), beberapa kelebihan listrik Prabayar yang tidak dimiliki oleh pascabayar diantaranya:

1. Pelanggan lebih mudah mengendalikan pemakaian listrik. Melalui meter elektronik Prabayar pelanggan dapat memantau pemakaian listrik sehari-hari dan setiap saat. Pada alat tersebut tertera angka sisa pemakaian KWH terakhir. Bila dirasa boros, pelanggan dapat mengurangi pemakaian listriknya.
2. Pemakaian listrik dapat disesuaikan dengan anggaran belanja. Dengan nilai Pulsa Listrik (*voucher*) bervariasi mulai Rp 20.000,00 s.d. Rp 1.000.000, memberikan keleluasaan bagi pelanggan dalam membeli listrik sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan (lebih terkontrol dalam mengatur anggaran belanja keluarga).
3. Untuk pelanggan yang menginginkan kenyamanan lebih, dengan menggunakan Listrik Prabayar tidak perlu menunggu dan membukakan pintu untuk petugas pencatatan meter karena meter Prabayar secara otomatis mencatat pemakaian listrik (akurat dan tidak ada kesalahan pencatatan meter). Meskipun banyak keuntungan memakai listrik Prabayar, masih banyak pengguna yang menggunakan listrik pascabayar.

Masih dari situs [pln.co.id](http://pln.co.id), tercatat jumlah pengguna listrik Prabayar tahun 2013 golongan Rumah Tangga baru 24% dari total 42,5 juta pelanggan

Rumah Tangga, setara 87% pengguna listrik bertahan menggunakan listrik pascabayar karena dianggap lebih mudah dimana pengguna tidak perlu melakukan pengisian pulsa berulang kali. Namun demikian, pada listrik pascabayar dapat terjadi pembengkakan pembayaran biaya listrik bulanan karena tidak memiliki fitur kontrol monitoring yang dimiliki oleh listrik prabayar.(pln.co.id)

Dampak dari pemborosan energi listrik, umumnya bersifat negatif serta akan memberikan kerugian di masa yang akan datang. Di tengah masih banyaknya masyarakat yang belum menikmati listrik, suatu fakta yang ironis bahwa sebagian masyarakat yang lain belum menunjukkan kepedulian yang maksimal akan arti penting listrik dan arti penting menjaga keberlanjutan pasokannya. Salah satu di antaranya tercermin dari sikap hidup boros dalam menggunakan energi listrik. Ketidakefisienan ini pula yang antara lain ikut mendorong terjadinya pemadaman listrik.

Hidup boros itu bertentangan dengan firman Allah dalam Q.S Al-Isra/17: 27

إِنَّا لَمُبَدِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ط وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا ٢٧

Terjemahnya :

“Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar kepada Tuhannya.”(Departemen Agama RI, 2010).

Menurut al-Hafidz Ibnu Katsir dalam tafsirnya Q.SAl-Isra/17: 27 Allah berfirman, “Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara – saudara syaitan”. Yakni, saudara dalam keborosan, kebodohan, pengabaian terhadap ketaatan, dan kemaksiatan kepada Allah. Dalam hal itu, mereka menjadi orang yang serupa dengan syaitan. Oleh karena itu, Allah berfirman, “Dan syaitan itu

adalah sangat ingkar kepada Tuhannya”, maksudnya, benar- benar ingkar, karena syaitan itu telah mengingkari nikmat Allah yang diberikan kepadanya dan sama sekali tidak mau berbuat taat kepada-Nya, bahkan ia cenderung durhaka kepada-Nya dan menyalahi-Nya.(Tafsir Ibnu Katsir,2003).

Perilaku sebagian masyarakat penggunaan listrik pascabayar yang terkadang tidak mengontrol penggunaan listriknya, justru merugikan pengguna listrik itu sendiri. Terkadang mereka mengeluh dengan pembayaran listrik yang membengkak dan berdampak terhadap pengeluaran biaya – biaya lainnya.

Terkait kekurangan pada listrik pascabayar yang dikeluhkan pada studi kasus tersebut, maka diperlukan sebuah sistem yang dapat melakukan monitoring penggunaan listrik pada sebuah tempat tinggal. Hal ini dapat disiasati dengan sebuah sistem yang terdiri dari *microcontroller* yang dapat mengendalikan penggunaan arus listrik.. Oleh karna itu penulis tertarik untuk membuat skripsi dengan judul “*Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino*”.

### **B. Rumusan Masalah**

Dengan mengacu pada latar belakang masalah di atas maka disusun rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah “Bagaimana merancang dan membuat Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino?”

### **C. Fokus Penelitian dan Deskripsi Fokus**

Agar dalam pengerjaan tugas akhir ini lebih terarah, maka penelitian ini difokuskan pada pembahasan sebagai berikut :

1. Sistem ini bekerja ketika mendapat aliran listrik.
2. Alat ini hanya dapat mendeteksi penggunaan arus listrik dan mengendalikan beban arus listrik.
3. Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega.
4. Target pengguna alat ini adalah pengguna listrik rumah tangga.

Untuk mempermudah pemahaman dan memberikan gambaran serta menyamakan persepsi antara penulis dan pembaca, maka dikemukakan penjelasan yang sesuai dengan deskripsi fokus dalam penelitian ini. Adapun deskripsi fokus dalam penelitian ini adalah :

1. Alat ini memiliki sistem menghitung dan mengendalikan beban arus listrik.
2. Alat ini memonitoring penggunaan arus listrik dan mengendalikan beban arus listrik.
3. Alat ini menggunakan sensor arus untuk menghitung penggunaan arus listrik dan menggunakan Relay untuk mengontrol penggunaan arus.

#### ***D. Kajian Pustaka***

Kajian pustaka ini digunakan sebagai pembanding antara penelitian yang sudah dilakukan dan yang akan dilakukan peneliti. Penelitian tersebut diantaranya sebagai berikut:

Lilik (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Listrik Berbasis Web Menggunakan Server Online Mini Pc Raspberry PI”. Dimana pada Mini PC Raspberry Pi tersebut dibuat web server dan sebuah program dibuat untuk memberikan input untuk relay

melalui fitur GPIO pada Raspberry. Relay sebagai switch yang dapat melakukan kontrol listrik melalui Laptop, PC, Handphone atau perangkat elektronik lain yang berbasis Android dengan perantara Jaringan LAN atau Internet untuk mengakses web server yang dibuat pada Raspberry Pi untuk mengontrol relay yang tersambung dengan perangkat kelistrikan darimana dan kapan saja secara mudah dan praktis. Yang menjadi persamaan dari penelitian sebelumnya sama sama mengontrol listrik namun pada penelitian yang akan dibuat mampu menghitung beban arus listrik yang terpakai secara otomatis, adapun perbedaan dari segi pengontrolannya yaitu penelitian sebelumnya menggunakan mini pc raspberry sedangkan penelitian yang akan dibuat menggunakan pc dan lcd untuk media pengontrolannya.

Haris (2007) dalam skripsinya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Energi Listrik Terpakai Berbasis Mikrokontroler Pic 16f877”. Dimana alat penghitung biaya energi listrik terpakai merupakan sebuah alat ukur energi listrik kWh yang dikonversikan dalam harga rupiah. Instrumen ini menggunakan metode pengukuran volt-ampere untuk menentukan daya kWh, perubahan tampilan harga dalam setiap jam dapat memonitoring harga pemakaian listrik. Yang menjadi persamaan dari penelitian sebelumnya sama-sama menghitung biaya arus listrik, sedangkan penelitian yang akan dibuat selain menghitung mampu mengendalikan beban arus listrik, adapun perbedaan dari segi penggunaan mikrokontroler yaitu penelitian sebelumnya menggunakan mikrokontroler

pic 16f877 sedangkan penelitian yang akan dibuat menggunakan mikrokontroler arduino mega.

Zamroni (2009) dalam skripsi yang berjudul “Alat Ukur Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler dengan IC MCP3909”. Daya merupakan perkalian antara arus yang mengalir dengan tegangan yang digunakan. Dengan menggunakan *current transformer* untuk mengukur arus yang mengalir dan resistor pembagi tegangan untuk mengukur dan memperkecil tegangan beban, sistem dapat dengan mudah mengukur daya tampak dan energi tampak yang digunakan oleh beban tersebut dari informasi frekuensi pulsa digital IC MCP3909. Yang menjadi persamaan dalam penelitian sebelumnya sama-sama mengukur energi listrik sedangkan penelitian yang akan dibuat selain dapat mengukur energi listrik mampu menghitung biaya dan mengendalikan beban arus listrik. Adapun perbedaan dari segi penggunaan mikrokontroler yaitu penelitian sebelumnya menggunakan mikrokontroler ic mcp3909 sedangkan penelitian yang akan dibuat menggunakan mikrokontroler arduino mega.

Machrizandi (2014) dalam skripsi yang berjudul “Kendali Perangkat Listrik dan Monitoring Daya Berbasis TCP/IP”. Pada penelitian ini perangkat listrik dapat dikendalikan dengan jarak jauh dengan bantuan TCP/IP. Yang menjadi persamaan dalam penelitian sebelumnya sama-sama mengendalikan daya arus listrik namun penelitian sebelumnya hanya mengendalikan perangkat listriknya untuk mematikan alat listrik dari jauh sedangkan penelitian yang akan dilakukan dapat mengontrol pemakaian

daya yang membuat listrik melonjak dan berfungsi mematikan listrik secara otomatis sesuai kebutuhan. Adapun perbedaan dari segi koneksi pengontrolannya yaitu penelitian sebelumnya menggunakan TCP/IP untuk mengendalikan perangkat listrik dari jarak jauh sedangkan penelitian yang akan dibuat menggunakan module bluetooth Arduino untuk mengontrol melalui PC.

Suandi (2016) dalam skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Indikator Beban Listrik 3 Fasa Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”. Menentukan beban puncak dari pemakaian pelanggan serta informasi penyambungan pada pemakaian fasa rendah yang diberi nama Indikator Beban Listrik 3 Fasa. Pada Sistem Listrik 3 fasa yang dimana mampu berfungsi untuk menstabilkan peningkatan arus listrik yang biasanya terjadi karna kelebihan beban agar dapat mencegah drop voltage sehingga alat-alat rumah tangga khususnya yang menggunakan arus listrik dapat berfungsi dengan baik dan terhindar dari kerusakan yang di akibatkan tegangan tidak stabil serta memberikan informasi jumlah beban yang digunakan. Yang menjadi persamaan pada penelitian sebelumnya sama sama mengendalikan beban arus dengan menggunakan sensor arus ACS 712 sebagai pembaca arusnya. Adapun perbedaan dari segi mikrokontrolernya penelitian sebelumnya menggunakan Arduino uno karena komponen yang digunakan tidak terlalu banyak sehingga membutuhkan port yang tidak terlalu banyak sedangkan penelitian yang

akan dilakukan menggunakan arudion mega karena komponen yang digunakan membutuhkan port yang lebih banyak.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan sistem pengendalian beban arus Listrik berbasis Arduino yang dapat membantu pemakaian listrik dalam rumah tangga.

#### **F. Kegunaan Penelitian**

Diharapkan dengan penelitian ini dapat diambil beberapa manfaat yang mencakup 2 hal pokok berikut:

##### **1. Teoritis**

Secara teoritis, hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi bagi perkembangan teknologi informasi dan menambah kajian teknologi informasi.

##### **2. Praktis**

###### **a. Bagi Pengguna**

Hasil dari penelitian ini secara praktis diharapkan dapat memberi manfaat bagi para pengguna listrik rumah tangga sehingga dapat mengefesienkan pemakaian listrik.

###### **b. Bagi Penulis**

Untuk memperoleh gelar sarjana serta menambah pengetahuan dan wawasan serta mengembangkan daya nalar dalam pengembangan teknologi elektronika dan mikrokontroler.

## **BAB II**

### **TINJAUAN TEORITIS**

#### **A. *Sistem***

Sistem adalah setiap sesuatu yang terdiri dari objek-objek, atau komponen-komponen yang berkaitan, tertata dan saling berhubungan satu sama lain sedemikian rupa sehingga unsur-unsur tersebut menjadi satu kesatuan dari pemrosesan atau pengolahan data tertentu.

Menurut Lukas dalam buku Sistem Informasi Manajemen menyatakan bahwa: “Sistem adalah kumpulan atau himpunan dari unsur, komponen, atau variabel-variabel yang terorganisir, saling berinteraksi, saling tergantung satu sama lain dan terpadu” (Wahyudi dan Subandu, 2001).

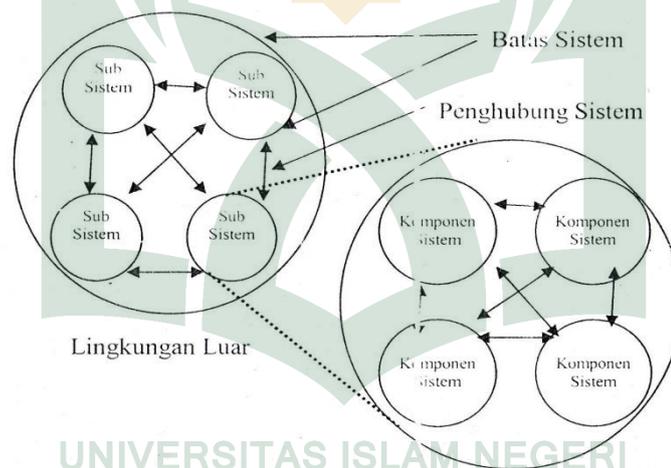
Sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran yang tertentu (Jogiyanto, 2001).

Suatu sistem adalah jaringan daripada elemen-elemen yang saling berhubungan, membentuk satu kesatuan yang untuk melaksanakan suatu tujuan pokok dari sistem tersebut.” (Mustakini, 2007)

Sistem adalah sebuah tatanan yang terdiri atas sejumlah komponen fungsional (dengan tugas/fungsi khusus) yang saling berhubungan dan secara bersama-sama bertujuan untuk memenuhi suatu proses/pekerjaan tertentu” (Kusrini, 2008)

Berdasarkan definisi-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem merupakan jaringan daripada elemen-elemen yang terdiri atas sejumlah komponen fungsional (dengan tugas/fungsi khusus) yang saling berhubungan serta membentuk satu kesatuan dan melaksanakan suatu tujuan pokok secara bersama-sama sehingga dapat memenuhi suatu proses atau pekerjaan tertentu dari sistem tersebut.

Suatu sistem mempunyai karakteristik. Karakteristik sistem adalah sebagai berikut ini



**Gambar II.1.** Karakteristik Sistem (Mustakini 2009)

- a. Suatu sistem mempunyai komponen-komponen sistem (*components*) atau subsistem-subsistem.

Suatu sistem terdiri dari sejumlah komponen-komponen yang saling berinteraksi, yang artinya saling bekerja sama dalam membentuk suatu kesatuan. Komponen sistem tersebut dapat berupa suatu bentuk sub-sistem.

- b. Suatu sistem mempunyai batas sistem (*boundary*).

Batasan sistem membatasi antara sistem yang satu dengan yang lainnya atau sistem dengan lingkungan luarnya.

- c. Suatu sistem mempunyai lingkungan luar (*environment*). Lingkungan luar sistem adalah suatu bentuk apapun yang ada diluar ruang lingkup atau batasan sistem yang mempengaruhi operasi sistem tersebut.

- d. Suatu sistem mempunyai penghubung (*interface*).

Penghubung sistem merupakan media yang menghubungkan sistem dengan sub-sistem yang lain, dengan demikian dapat terjadi suatu integrasi sistem yang membentuk suatu kesatuan. Suatu

- e. sistem mempunyai tujuan (*goal*).

Suatu sistem pasti mempunyai tujuan (*goals*) atau sasaran sistem (*objective*). Sebuah sistem dikatakan berhasil apabila mengenai sasaran atau tujuannya, jika suatu sistem tidak mempunyai tujuan maka operasi sistem tidak akan ada gunanya.

Terdapat dua kelompok pendekatan didalam mendefinisikan sistem yang menekankan pada prosedurnya dan yang menekankan pada komponen atau elemennya, yaitu:

- 1) Pendekatan sistem yang lebih menekankan pada prosedur.

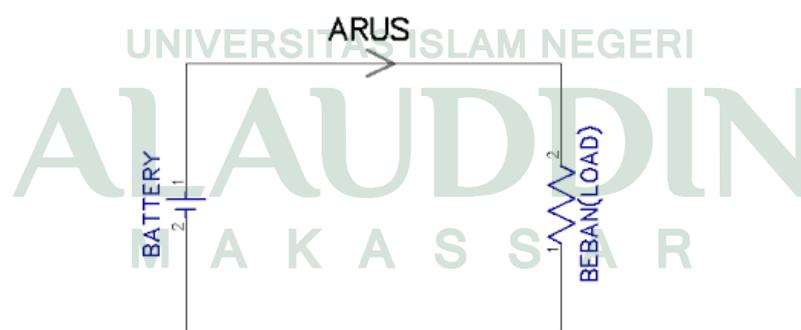
Mendefinisikan sistem sebagai suatu jaringan kerja yang dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran yang tertentu.

- 2) Pendekatan sistem yang lebih menekankan pada elemen atau komponennya. Mendefinisikan sistem sebagai suatu kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu.(Jogiyanto, 2001)

### **B. Beban Listrik**

Beban Listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Dalam kehidupan sehari-hari contoh beban listrik adalah setrika listrik, lampu listrik, Television, Kompor listrik.

Pada keseluruhan system, total daya jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energy listrik. Jadi dalam penggunaan rumah tangga, total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik tersebut yang aktif, karena dalam kondisi mati peralatan tertentu tidak menggunakan daya listrik.



**Gambar II.2.** Beban Arus bolak-balik

Beban listrik dikatakan juga sebagai hambatan/resistan(Resistance) dalam ilmu listrik dimana dapat dirumuskan pada hukum ohm :  $V = I R$

Dimana :  $I$  : Arus listrik dengan satuan *Ampere*  
 $R$  : Hambatan Listrik dengan satuan *Ohm*  
 $V$  : Tegangan listrik dengan satuan *Volt*

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya.

Ada 2 jenis beban listrik berdasarkan sumbernya:

1. Beban Listrik Tegangan Searah : Pada tegangan searah, semua beban adalah resistif (tidak ada pergeseran fase atau sudut) maka rumus yang digunakan adalah rumus pada hukum Ohm
2. Beban Listrik Tegangan bolak-balik. (Purnomo, 2015)

### C. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem *microprocessor* dimana didalamnya sudah terdapat *CPU, ROM, RAM, I/O, Clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terintegrasi (teralamatasi) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi *ROM* sesuai aturan penggunaan oleh pabrik pembuatnya (Winoto, 2008:h.3).

Bila dibandingkan dengan mikroprosesor, mikrokontroler lebih unggul. Alasannya sebagai berikut :

- a. Tersedia *I/O*. *I/O* dalam mikrokontrolernya sudah tersedia, sementara pada mikroprosesor didalam *IC* tambahan untuk *I/O* tersebut.
- b. Memori Internal, memori merupakan media untuk menyimpan program dan data sehingga mutlak harus ada. Mikroprosesor belum memiliki memori internal sehingga memerlukan *IC memory eksternal* (Tim Lab. Mikroprosesor, 2006: h.1).

Sebagai contoh, salah satu produk yang dibuat dari mikrokontroler adalah robot. Robot adalah sebuah sistem cerdas yang dikembangkan dengan menggunakan mikrokontroler. Pada robot mikrokontroler bertindak sebagai otak dari robot karena mikrokontroler dapat mengolah data dari tiap sensor dan mampu mengendalikan motor penggerak sesuai dengan *feedback* (umpan balik) dari tiap sensor. Hal ini dapat dilakukan karena mikrokontroler memiliki *ALU (Arithmetic Logic Unit)* yang bertugas mengeksekusi (eksekutor) kode program yang ditunjuk oleh program *counter* (Winoto, 2008: 5).

Meskipun memiliki perbedaan namun pada dasarnya sistem kerja mikrokontroler pada intinya sama dengan mikroprosesor yaitu sebagai pengendali. Apabila telah memahami konsep mikroprosesor maka akan lebih mudah untuk memahami mikrokontroler, begitupun sebaliknya.

#### **D. Arduino**

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor

dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya. ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

Tabel II.I Spesifikasi Arduino Mega

Mikrokontroller	Atmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7- 12 V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6 - 20 V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8kb
EEPROM	4kb
Clock speed	16 Mhz
16 Mhz	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

Dari pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah kit atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut

dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses, dan output sebuah rangkaian elektronik.



**Gambar II.3.** Arduino mega 2560 ( Datasheet, 2013)

Mikrokontroler terdapat pada perangkat elektronik sekelilingnya, misalnya *Handphone*, *MP3 Player*, *DVD*, *Televisi*, *AC*, dan lain-lain. Mikrokontroler juga dapat mengendalikan robot, baik robot mainan maupun industri. Karena komponen utama arduino adalah mikrokontroler, maka arduino dapat diprogram menggunakan komputer sesuai kebutuhan.

Arduino dikembangkan oleh sebuah tim yang beranggotakan orang-orang dari berbagai belahan dunia. Anggota inti dari tim ini adalah Massimo Banzi Milano, Italia, David Cuartielles Malmoe, Swedia, Tom Igoe, USA, Gianluca Martino Torino, Italia dan David A. Mellis, USA.

Kelebihan Arduino, antara lain:

- a. Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer.

- b. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
- c. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. Contohnya *shield* GPS, *Ethernet*, dan lain-lain.

## 1. Soket USB

Soket USB adalah soket kabel USB yang disambungkan ke komputer atau laptop, yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai *port* komunikasi serial. Input / Output Digital dan Input Analog Input/output digital atau digital pin adalah pin-pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital, contohnya, jika ingin membuat LED berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin input atau output digital dan *ground* komponen lain yang menghasilkan output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin ini.

Input analog atau analog pin adalah pin-pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog, contohnya; potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dan lain-lain.

## 2. Catu daya

Pin catu daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan arduino. Pada bagian catu daya ini pin Vinput dan Reset. Vinput digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, sedangkan Reset adalah pin untuk memberikan sinyal reset melalui tombol atau rangkaian eksternal.

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- a. **VIN** : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- b. **5V** : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal

dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.

- c. **3V3** : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. **GND** : Pin Ground atau Massa.
- e. **IOREF** : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()` , `digitalWrite()` , dan `digitalRead()`. Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- a. **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX); **Serial 1** : 19 (RX) dan 18 (TX); **Serial 2** : 17 (RX) dan 16 (TX); **Serial 3** : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.

- b. **Eksternal Interupsi** : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau berubah nilai.
- c. **SPI** : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
- d. **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino ATmega2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).
- e. **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai analog input, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`.

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain:

- a. **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- b. **RESET** : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino. Arduino Mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan *microcontroller* lainnya. Arduino ATmega 328 menyediakan 4 *hardware* komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah *chip* ATmega 16U2 (ATmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual* (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file `inf`, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai *port* COM secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui *chip* USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1). Sebuah *Software Serial library* memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega 2560. ATmega 2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino

termasuk *Wirelibrary* digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan *SPI library*.

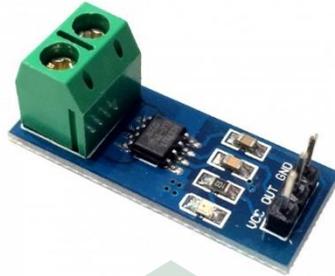
### ***E. Sensor***

Sensor arus *ACS-712* adalah solusi untuk pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan *Bi CMOS Hall IC* yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik. Dimana titik tengah output sensor sebesar ( $>VCC/2$ ) saat peningkatan arus pada penghantar arus yang digunakan untuk pendeteksian. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar  $1,5m\Omega$  dengan daya yang rendah. Ketebalan penghantar arus didalam sensor sebesar 3x kondisi *overcurrent*. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik.

Menurut William D.C (1993) Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik. Contoh; Camera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*light dependent resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

Adapun Spesifikasi dari sensor yang digunakan adalah:

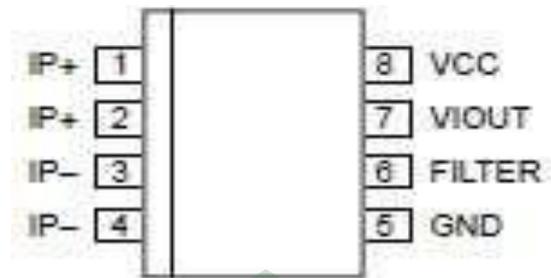
- a. Berbasis ACS712 dengan fitur:
  - Rise time* output = 5  $\mu$ s.
  - Bandwidth* sampai dengan 80 kHz.
  - Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .
  - Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
  - Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
  - Sensitivitas output 185 mV/A.
  - Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
  - Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
- b. Tegangan kerja 5 VDC.
- c. Dilengkapi dengan OpAmp untuk menambah sensitivitas output (untuk tipe With OpAmp).



**Gambar II.4.** Sensor arus ACS 712 ( Datasheet, 2013)

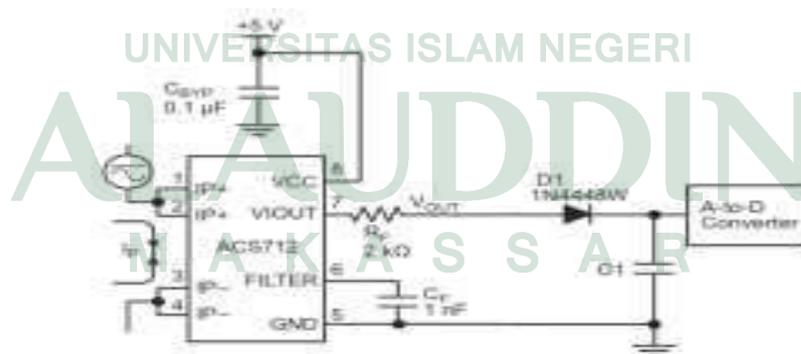
Untuk sistem kontrol si pembuat harus memastikan parameter apa yang dibutuhkan untuk dimonitor sebagai contoh : posisi, temperatur, dan tekanan. Kemudian tentukan sensor dan rangkaian data interface untuk melakukan pekerjaan ini. Sebagai contoh : misalnya ingin mendeteksi suatu letak api berdasarkan prinsip pengukuran suhu radiasi inframerah. Kebanyakan sensor bekerja dengan mengubah beberapa parameter fisik seperti suhu temperatur ke dalam sinyal listrik. Ini sebabnya mengapa sensor juga dikenal sebagai transduser yaitu suatu peralatan yang mengubah energi dari suatu bentuk ke bentuk yang lain.

Adapun sensor yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sensor arus ACS712. ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect allegro* ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih.



**Gambar II.5.** Konfigurasi pin dari IC ACS712

Selain itu sensor ini juga dapat di tambahkan filter eksternal dengan menambahkan kapasitor 1nf (sesuai *datasheet*). Untuk Vout dapat dihubungkan langsung ke pin I/O pada mikrokontroler. Karena perancangan ini yang akan diukur adalah berupa arus AC maka keluaran dari sensor arus masih berupa tegangan AC yang mempunyai komponen DC sebesar 2,5V. Agar dapat diolah dan di masukkan ke ADC internal mikrokontroler maka keluaran dari sensor arus harus dirubah ke sinyal DC seperti gambar dibawah ini.



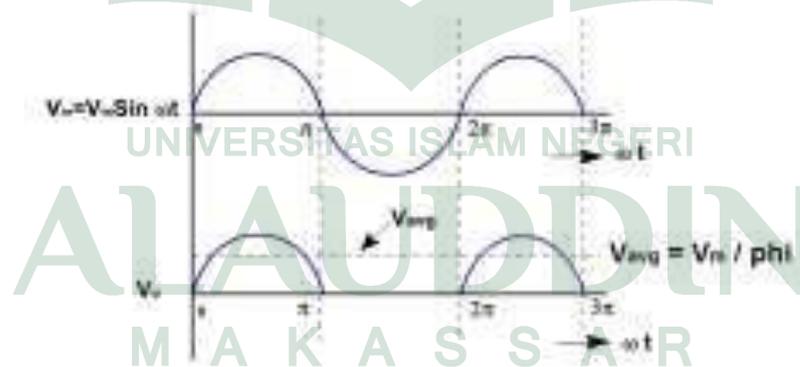
**Gambar II.6.** Rangkaian sensor arus yang telah disearahkan.

Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah diode yang dikonfigurasi kan secara *forward* bias seperti yang digambarkan dalam blok diagram berikut.



**Gambar II.7.** Blok Diagram Penyearah Gelombang.

Prinsip kerja dari penyearah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari sensor arus. Pada saat sensor arus memberikan output sisi positif dari gelombang AC maka diode dalam keadaan *forward* bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat sensor arus memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka diode dalam posisi *reverse* bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar sinyal output penyearah gelombang berikut. . (William D.C, 1993).



**Gambar II.8.** Sinyal Penyearah Gelombang

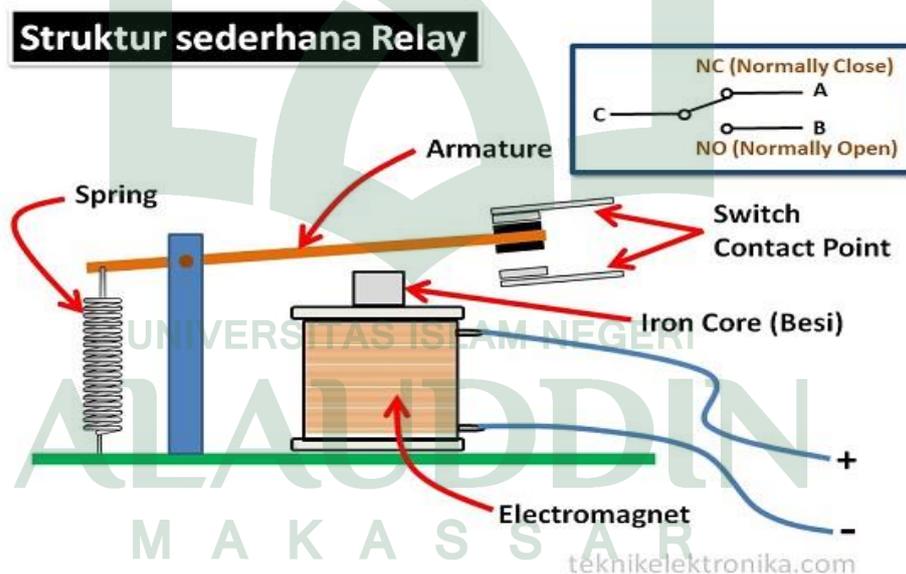
#### **F. Relay**

Menurut Owen Bishop, (2004 H 55).Relay adalah sebuah saklar yang di kendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti dan arus nominal yang harus dipenuhi output

rangkaian pendriver atau pengemudinya. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC. Relay adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



**Gambar II.9.** Struktur sederhana relay (Datasheet, 2013)

Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (*normally close* dan *normally open*).

- a) *Normally close* (NC) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay tidakaktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.

- b) *Normally open* (NO) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.

Berdasarkan pada prinsip dasar cara kerjanya, relay dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO. Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC. Relay yang digunakan pada rangkaian ini memiliki spesifikasi SRU 12 VDC-SL-C. Jumlah pin pada relay ada 5 dan bertegangan kerja 12 VDC. Kemampuan arus yang dapat dilewatkan kontaktor adalah 10A pada tegangan 250VAC, 15A pada tegangan 120VAC, dan 10A pada tegangan 30VDC. (Nugroho, 2012).



**Gambar II.10.** Bentuk Fisik Relay (Google,2016)

Karena *Relay* merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah Pole dan Throw yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw :

- a. *Pole* : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay
- b. *Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*)

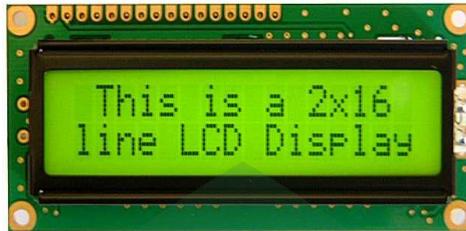
Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

- a. *Single Pole Double Throw (SPDT)* : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- b. *Double Pole Single Throw (DPST)* : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
- c. *Double Pole Double Throw (DPDT)* : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

#### **G. LCD 16x4**

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom(hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.

Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, dan tampilan yang bagus.



**Gambar II.11.** LCD 16 X 4 (Sumber : google.com)

LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk Kristal cair sebagai pemender cahaya. Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah dibawah terang sinar matahari. Dibawah sinar matahari yang remang-remang atau dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa led) harus dipasang dibelakan layar tampilan. (Izar, 2012)

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data yang dapat dilihat pada tabel II.1 berikut.

Tabel II.2 Operasi Dasar LCD

RS	R/W	Operasi
0	0	Input Interuksi ke LCD
0	1	Membaca status flag (DB7) dan alamat counter (DB0 ke DB6)
1	0	Menulis data
1	1	Membaca data

### H. Keypad 4X4 Matrix

*Keypad* adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. *Keypad* berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*).

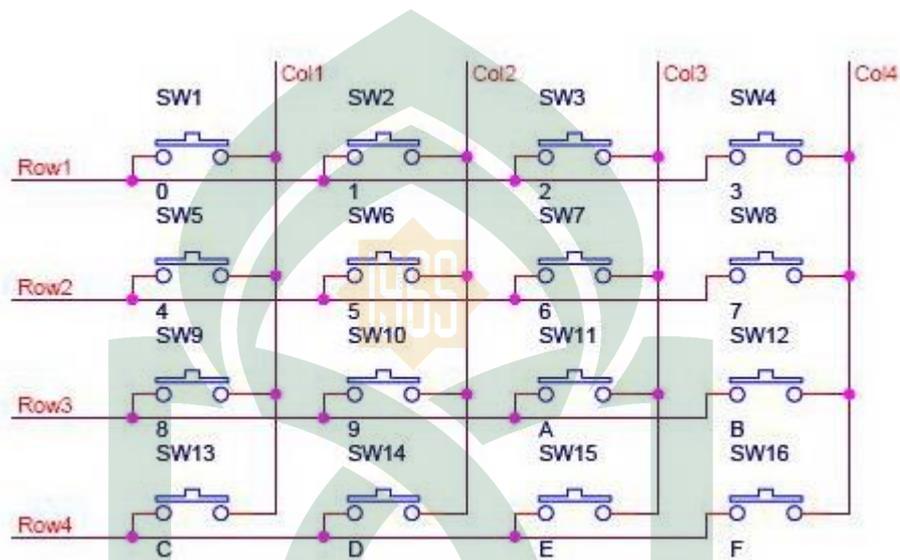
*Keypad Matriks* adalah tombol-tombol yang disusun secara *maktriks* (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input. Sebagai contoh, *Keypad Matriks* 4×4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol. Hal tersebut dimungkinkan karena rangkaian tombol disusun secara horizontal membentuk baris dan secara vertikal membentuk kolom.



**Gambar II.12.** Fisik Keypad 4x4 (Sumber : google.com)

*Matrix keypad* 4×4 memiliki konstruksi atau susunan yang simple dan hemat dalam penggunaan port mikrokontroler. Konfigurasi keypad dengan

susunan bentuk matrix ini bertujuan untuk penghematan port mikrokontroler karena jumlah key (tombol) yang dibutuhkan banyak pada suatu sistem dengan mikrokontroler. Konstruksi matrix keypad 4×4 untuk mikrokontroler dapat dibuat seperti pada gambar berikut.



**Gambar II.13.** Rangkaian Dasar Keypad 4x4 (Datasheet, 2013)

Proses scanning untuk membaca penekanan tombol pada matrix keypad 4×4 di mikrokontroler dilakukan secara bertahap kolom demi kolom. Program untuk scanning matrix keypad 4×4 dapat bermacam-macam, tapi dasarnya. Misal kita asumsikan keypad aktif LOW (semua line kolom dan baris dipasang resistor pull-up) dan dihubungkan ke port mikrokontroler dengan jalur kolom adalah jalur input dan jalur baris adalah jalur output.

Mengirimkan logika Low untuk kolom 2 (Col2) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol 2 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol 5 maka data

pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol 8 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol 0 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111. (Febri, 2015)



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### ***A. Jenis dan Lokasi Penelitian***

##### **1. Jenis Penelitian**

Dalam melakukan penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memahami fenomena-fenomena sosial. Metode penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi adalah metode studi pustaka, yaitu pengumpulan data dan informasi dengan cara membaca buku-buku referensi, *e-book* dan *website*.

##### **2. Lokasi Penelitian**

Adapun lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikroprocessor dan Elektronika Teknik Informatika UIN Alauddin Makassar.

#### ***B. Pendekatan Penelitian***

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian saintifik yaitu pendekatan berdasarkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

#### ***C. Sumber Data***

Sumber data pada penelitian ini adalah dengan cara memperoleh dari buku artikel, *e-book*, *website* dan masalah-masalah yang terjadi pada masyarakat.

#### ***D. Metode Pengumpulan Data***

##### **1. Observasi**

Studi lapangan (observasi) merupakan teknik pengumpulan data dengan langsung terjun ke lapangan untuk mengamati permasalahan yang terjadi

secara langsung di tempat kejadian secara sistematis kejadian-kejadian, perilaku, objek-objek yang dilihat dan hal-hal lain yang diperlukan dalam mendukung penelitian yang sedang berlangsung. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengamatan langsung ke rumah warga yang sering mengalami melonjaknya pemakaian listrik yang dianggap penting dan berhubungan dengan penelitian ini.

## 2. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara pengumpul data terhadap narasumber/sumber data. Adapun sumber data peneliti yaitu pakar-pakar yang sudah lama berkecimpung dan ahli dalam bidang kelistrikan, elektronika dan mikrokontroler.

## 3. Studi Literatur

Pengumpulan data dengan cara mengumpulkan literatur, jurnal, *paper* yang berkaitan dengan masalah-masalah kelistrikan dan teknologi Arduino.

### ***E. Instrumen Penelitian***

Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu :

#### a. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan dan mengumpulkan data pada aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Laptop ASUS S455L Core i7 Ram 4GB.
- 2) Arduino Mega.
- 3) Sensor Arus ACS712

- 4) Relay
- 5) Battery Li-Ioon 3S 1500 mAh.
- 6) LCD 16 x 2

b. Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Arduino (Software programing Module Arduino).
- 2) Proteus (Software simulasi sekaligus perancangan *prototype*).
- 3) DipTrace (Software desain papan PCB).

**F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data**

**1. Pengolahan Data**

Pengolahan data diartikan sebagai proses mengartikan data-data lapangan yang sesuai dengan tujuan, rancangan, dan sifat penelitian. Metode pengolahan data dalam penelitian ini yaitu:

- a. Reduksi Data adalah mengurangi atau memilah-milah data yang sesuai dengan topik dimana data tersebut dihasilkan dari kajian pustaka.
- b. Koding data adalah penyusuaian data diperoleh dalam melakukan penelitian kepustakaan dengan pokok pada permasalahan dengan cara memberi kode-kode tertentu pada setiap data tersebut.

**2. Analisis Data**

Teknik analisis data bertujuan menguraikan dan memecahkan masalah yang berdasarkan data yang diperoleh. Analisis yang digunakan adalah analisis data kualitatif. Analisis data kualitatif adalah upaya yang

dilakukan dengan jalan mengumpulkan, memilah - milah, mengklasifikasikan, dan mencatat yang diperoleh dari sumber serta memberikan kode agar sumber datanya tetap dapat ditelusuri.

### 3. Teknik Pengujian Sistem

Untuk memastikan bahwa sistem ini berjalan sesuai yang direncanakan maka perlu dilakukan pengujian alat, meliputi perangkat keras (hardware) baik perblok maupun keseluruhan sistem.

#### a. Pengujian Tiap Blok

Pengujian perblok dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan nilai masukan dan nilai keluaran tiap-tiap blok sesuai dengan perancangan yang dilakukan sebelumnya.

#### b. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan bersama.

### G. Teknik Pengujian

Metode pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengujian langsung yaitu dengan menggunakan pengujian *Black Box* yang digunakan untuk menguji fungsi-fungsi khusus dari perangkat lunak yang dirancang. Kebenaran perangkat lunak yang diuji hanya dilihat berdasarkan keluaran yang dihasilkan dari data atau kondisi masukan yang diberikan untuk fungsi yang ada tanpa melihat bagaimana proses untuk mendapatkan keluaran tersebut. Dari keluaran yang dihasilkan, kemampuan program

dalam memenuhi kebutuhan pemakai dapat diukur sekaligus dapat diketahui kesalahan-kesalahannya.



## BAB IV

### PEMBAHASAN PERANCANGAN SISTEM

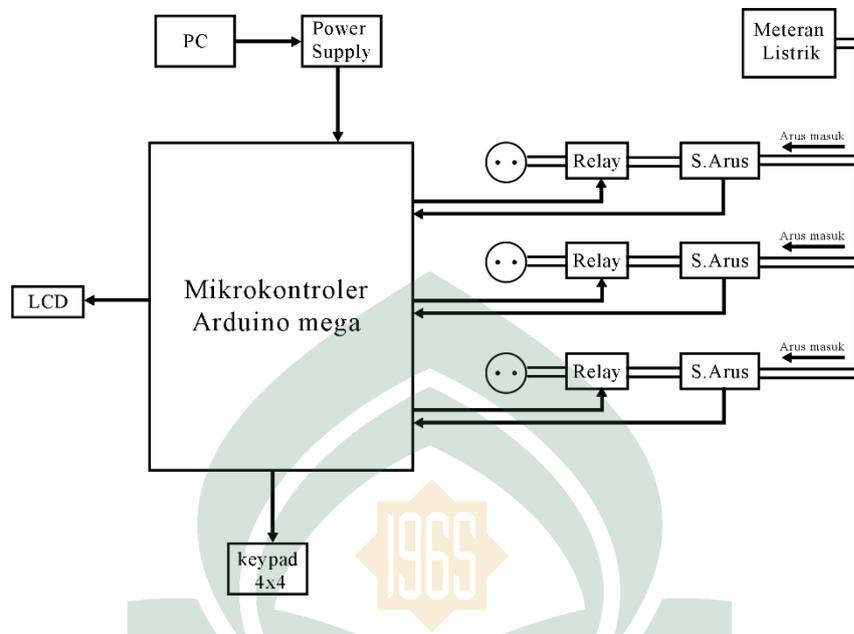
#### A. Rancangan Diagram Blok Rangkaian

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega sebagai *chip* utama. Masukan dari alat yang dibangun berasal dari masukan Sensor Arus ACS712 sebagai pendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal dan sinyal arus ini dapat dibaca melalui analog IO port Arduino.

Adapun keluaran dari sistem ini berupa informasi pengaturan beban dan informasi arus yang melonjak melalui aplikasi pada komputer, serta *Relay* untuk mengontrol penggunaan beban arus yang telah ditentukan apabila telah melewati pemakaian akan secara otomatis menahan arus listrik yang mengalir.

Sistem kontrol alat ini menggunakan sumber daya berupa arus dari PC dengan tegangan 12 Volt yang merupakan sumber daya utama yang digunakan di keseluruhan sistem. Sumber daya kemudian diteruskan ke rangkaian *Power Supply* dan selanjutnya disebarkan ke seluruh sistem rangkaian baik itu masukan maupun keluaran.

Adapun rancangan blok diagram sistem kontrol pengendali beban arus yang akan dibuat adalah sebagai berikut pada gambar IV.1.



**Gambar IV.1.**Diagram Blok Sistem Alat

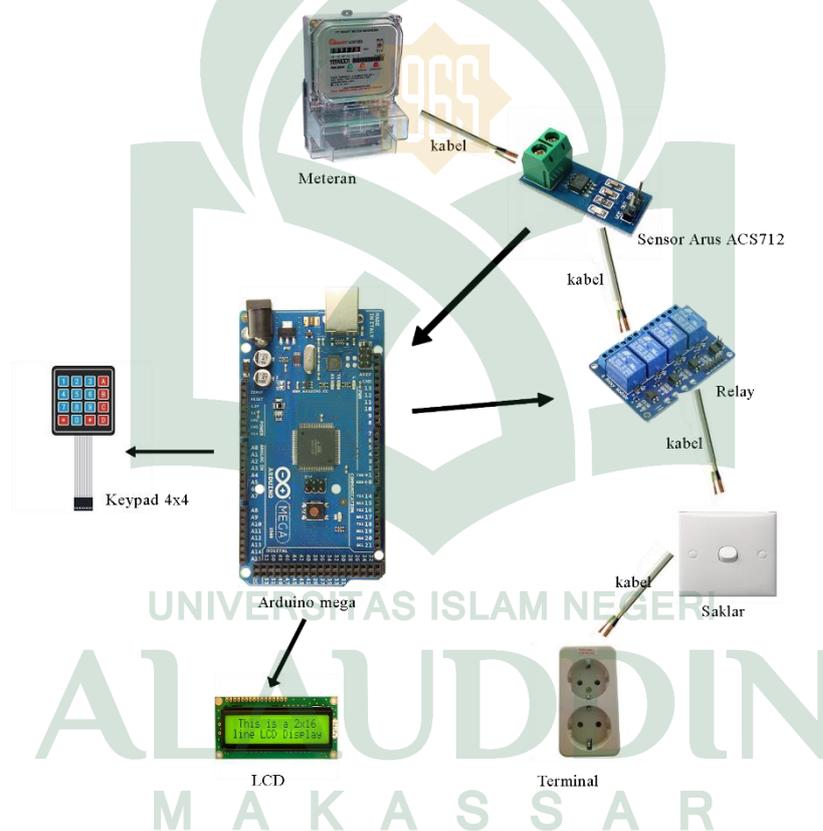
Keterangan Diagram :

Dari gambar diatas, diketahui bahwa secara keseluruhan sistem kendali beban arus listrik terdiri dari beberapa masukan dan keluaran. Adapun sumber daya utama yang digunakan melalui *Power Supply* dengan tegangan 12 Volt dengan *power* sebagai sumber daya seluruh sistem yang ada. mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino mega sebagai mikro utama. mikrokontroler ini yang akan mengolah data masukan dan memberikan keluaran kepada aktuator.

### B. *Perancangan Alat*

Perancangan alat juga merupakan bagian penting dalam perancangan sistem alat ini, mikrokontroler pada sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino mega, *Sensor arus ACS712* sebagai masukan arduino untuk

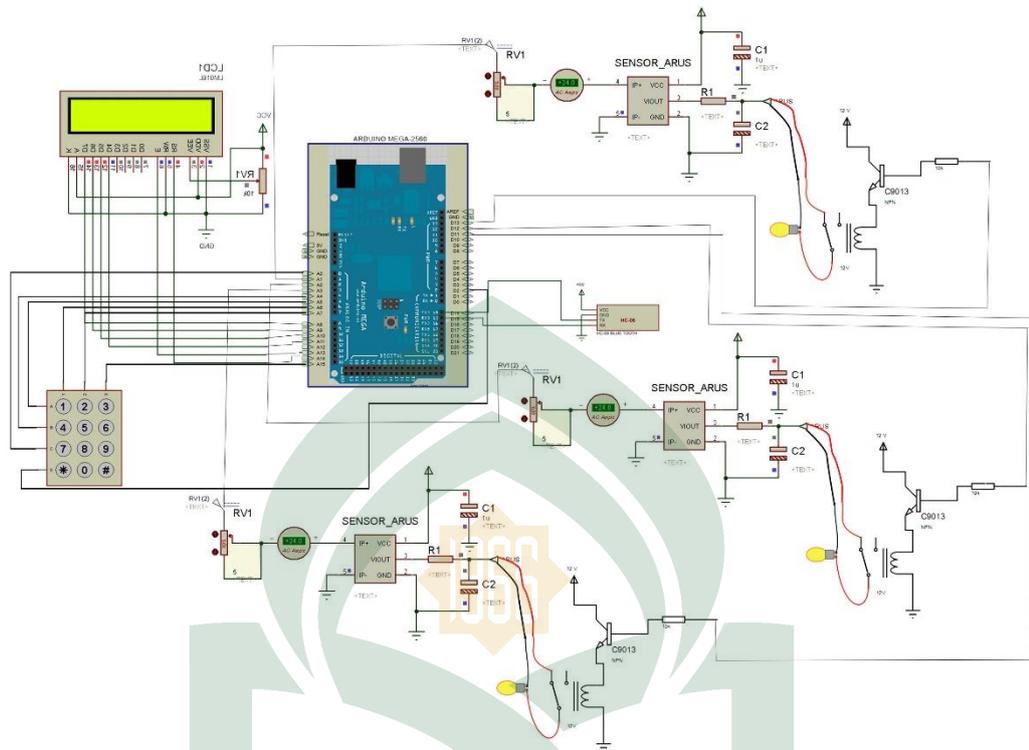
informasi pemakaian arus yang akan ditampilkan melalui *LCD*, *LCD* menampilkan menu untuk mengatur pemakaian beban arus jika arus sudah melebihi pemakaian maka arduino akan memerintahkan relay untuk menahan arus listrik yang mengalir melalui saklar, maka arus listrik pada terminal akan berhenti, selanjutnya *LCD* ini hanya sebagai indikator alat. Adapun susunan rangkaian alat yang telah disusun.



**Gambar IV.2.** Perancangan Alat

### C. Perancangan Keseluruhan Alat

Perancangan keseluruhan merupakan gambaran secara utuh tentang alat yang akan dibuat. Adapun perancangan dari keseluruhan sebagai berikut



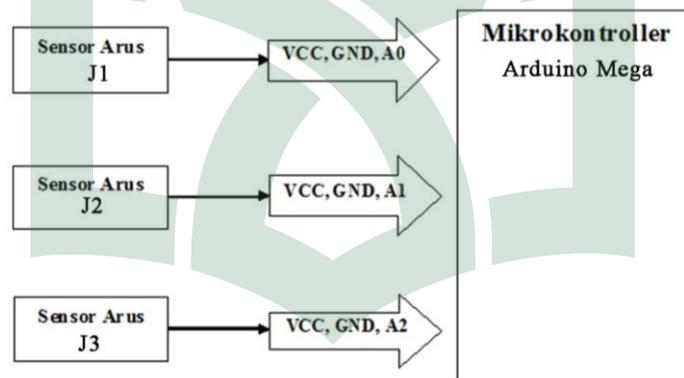
**Gambar IV.3** Rancangan desain keseluruhan alat

Pada gambar IV.3 merupakan rancangan keseluruhan alat yang dimana terdiri dari *LCD* 16x4 yang terhubung ke port 11,12,5,4,3,2 Arduino Mega sebagai tampilan sistem pada alat, 3 sensor arus yang terhubung pada port A0, A1, A2 Arduino Mega sebagai pembaca arus, dan 3 *relay* yang terhubung pada port, A3, A4, A5 Arduino mega sebagai saklar otomatis. Alat ini dikontrol melalui *keypad* 4x4 yang terhubung pada port A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13. Pada layar *LCD* kita dapat melihat menu-menu yang ditampilkan pada alat ini.

## D. Perancangan Perangkat Keras

### 1. Sensor Arus

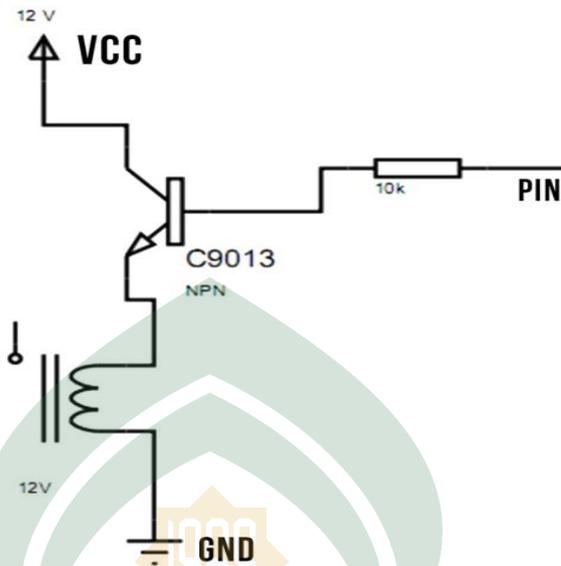
Dalam penelitian ini digunakan 1 jenis sensor yaitu *sensor arus ACS712* untuk menghitung arus . Sensor arus yang digunakan sebanyak 3 buah yang dihubungkan ke port *VCC(5V)*, *GND(ground)* dan port *A0, A1, A2* yang merupakan port I/O. Untuk *sensor arus J1* dihubungkan ke *VCC, GND* dan *A0*, *sensor arus J2* dihubungkan ke *VCC, GND* dan *A1*, *sensor arus 2* atau *J3* dihubungkan ke *VCC, GND* dan *A2*. Adapun rangkaian sensor arus ditampilkan pada gambar IV.4



Gambar IV.4 Rancangan Sensor Arus

### 2. Relay

Dalam penelitian ini digunakan *relay* sebagai saklar otomatis dimana *relay* akan memutuskan arus listrik secara otomatis, *relay* yang digunakan sebanyak 3 buah yang dihubungkan ke vcc sensor arus dan port 13,12,11 Adapun rangkaian relay ditampilkan pada gambar IV.5



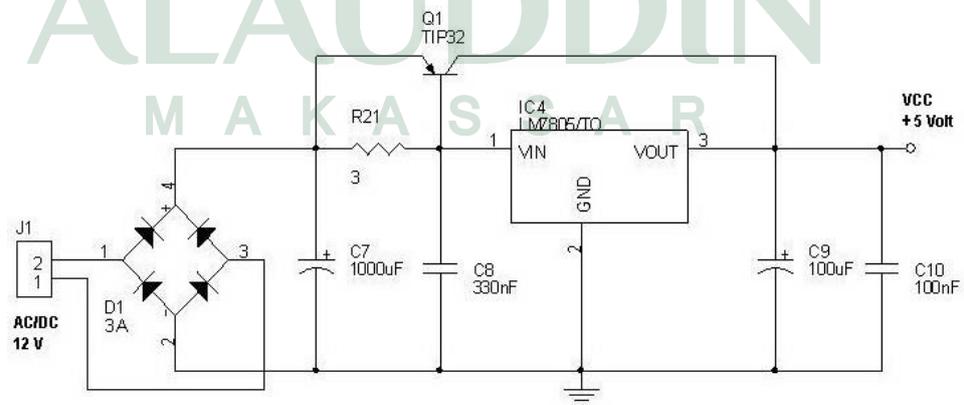
**Gambar IV.5.** Rancangan Relay

### 3. Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian ini merupakan rangkaian utama dalam sistem kontrol indikator beban listrik yang menghubungkan sumber daya dengan keseluruhan rangkaian dalam indikator. Sumber daya yang digunakan berasal dari arus listrik dengan tegangan 12 V.

Adapun rangkaian *power supply* ditampilkan pada gambar

IV.6



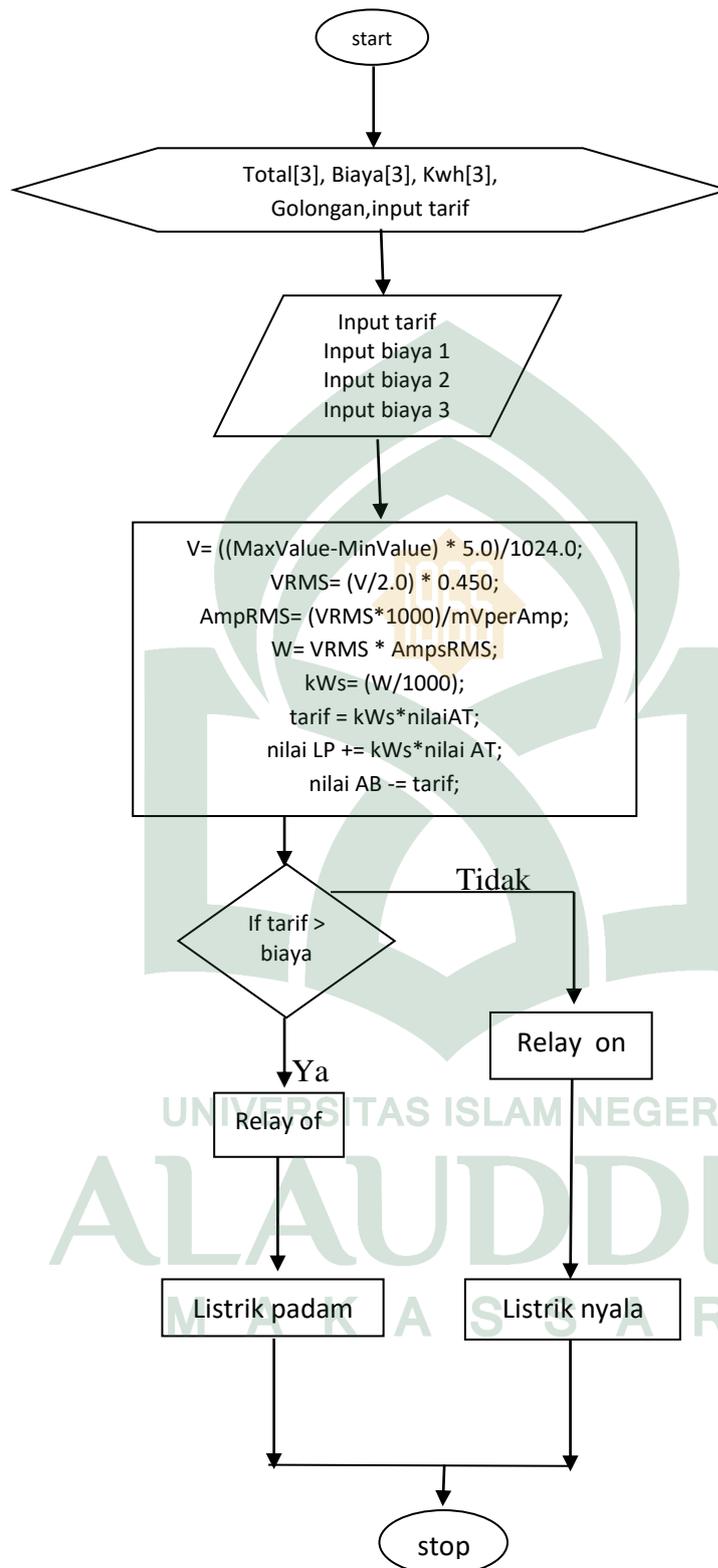
**Gambar IV.6.** Rangkaian *Power Supply*

### **E. Perancangan Perangkat Lunak**

Dalam perancangan perangkat lunak, arduino menggunakan perangkat lunak sendiri yang sudah disediakan di *website* resmi arduino. Bahasa yang digunakan dalam perancangan lunak adalah bahasa C/C++ untuk perancangan sistem pengendali beban arus listrik ini.

Untuk memperjelas, berikut ditampilkan *flowchart* perancangan sistem secara umum bagaimana sistem pengendali beban arus listrik ini dapat mengatur dan menampilkan arus beban listrik.





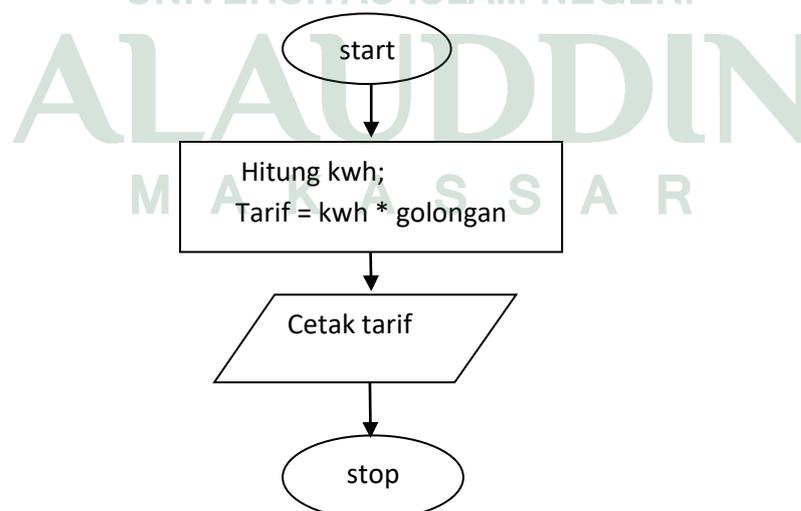
**Gambar IV.7** Flowcart pengaturan biaya

Keterangan Flowcart:

Pada saat alat ini dinyalakan, maka alat ini akan menampilkan 2 menu yaitu atur biaya dan lihat pemakaian yang ditampilkan pada layar *LCD* 16x4, pada gambar diatas adalah flowcart untuk mengatur tarif dan biaya dimana pada saat menu atur tarif akan muncul tampilan pengisian tarif/kWh, dan pada saat atur biaya akan muncul pilihan jalur A, jalur B dan jalur C. ketika biaya masing-masing jalur telah ditentukan maka secara otomatis sensor langsung menghitung biaya pemakaian.

Ketika alat ini diberikan beban maka sensor arus akan membaca jumlah arus yang masuk dari tiap dari tiap jalurnya kemudian dikonversi ketegangan dalam satuan volt menjadi harga MV. Selanjutnya yaitu arduino mega membaca tegangan masuk yang dikirimkan oleh sensor arus dalam bentuk gelombang dan memprosesnya menjadi harga.

Pada saat pemakaian telah mencapai biaya yang telah ditentukan maka secara otomatis *relay* akan memutuskan arus yang lewat.



**Gambar IV.8.** Flowcart lihat pemakaian

Keterangan flowchart:

Pada gambar diatas adalah flowchart yang ada pada menu kedua pada tampilan awal *LCD* yaitu lihat pemakaian yang dimana berfungsi untuk mengecek pemakaian listrik, pada fungsi ini tidak jauh berbeda dengan menu atur biaya hanya saja pada menu lihat pemakaian ini hanya menghitung biaya pemakaian listrik keseluruhannya pada setiap jalur.



## BAB V

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

#### A. Implementasi

##### 1. Hasil Perancangan Alat

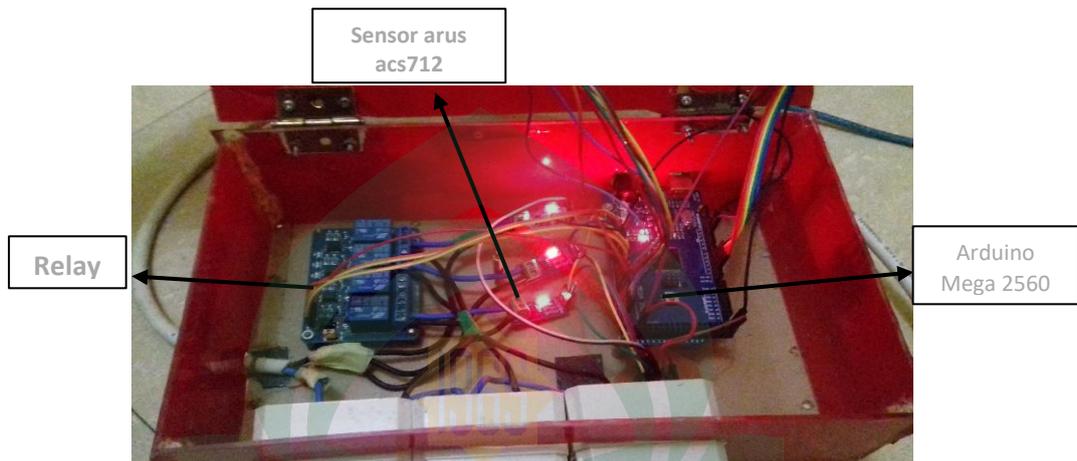
Berikut ditampilkan hasil rancangan perangkat keras berupa alat pengendali beban arus :



**Gambar V.1** Hasil Rancangan Alat Pengendali Beban Arus Listrik

Dari gambar V.1 terlihat bentuk fisik hasil rancangan pengendali beban arus listrik tampak dari luar. Peneliti menggunakan 1 buah *keypad* yang berada pada bagian atas alat, untuk memudahkan saat mengontrol alat tersebut, kemudian peneliti juga menggunakan 1 buah *LCD* 16 x 4 yang berada pada bagian depan alat dimaksudkan agar dapat memudahkan dalam pembacaan yang ditampilkan oleh *LCD* dan peneliti juga menggunakan 3 buah stop kontak yang berada disamping alat agar

memudahkan pengguna ketika barang elektronik ingin dicolokkan pada alat.



**Gambar V.2.** Hasil Rancangan Sistem Alat Pengendali Beban Arus Listrik

Dari gambar V.2 terlihat bentuk fisik hasil rancangan Sistem alat pengendali beban arus listrik tampak dari dalam. Peneliti menggunakan 3 *sensor arus* sebagai penghitung arus beban listrik, peneliti juga menggunakan 3 buah *relay* sebagai saklar otomatis dan peneliti menggunakan 1 buah Arduino mega sebagai papan mikrokontroler atau sebagai pengendali alat.

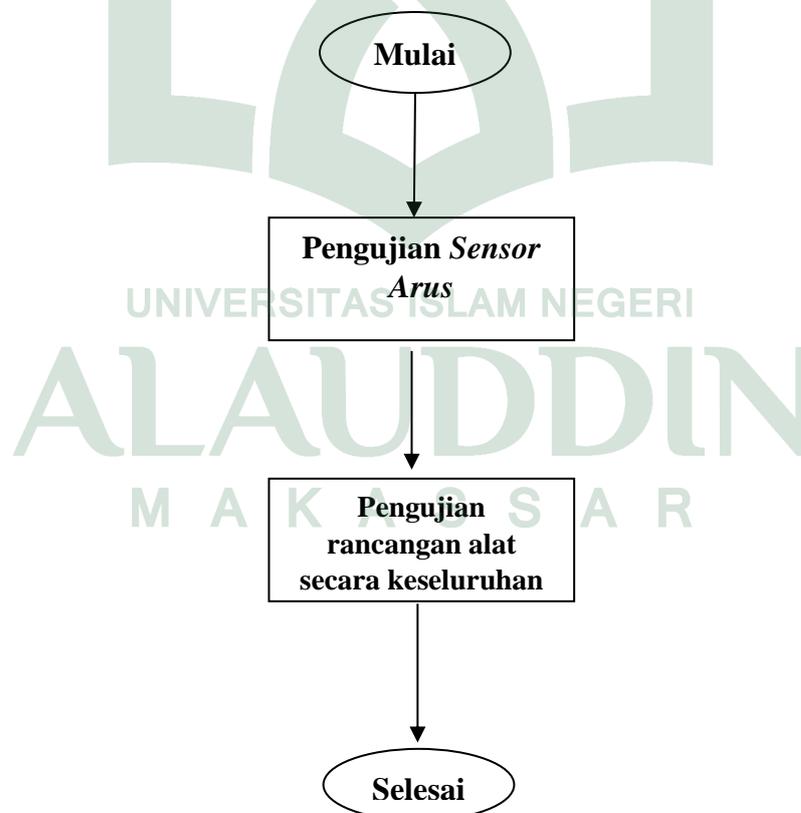
### **B. Pengujian Sistem**

Pengujian sistem merupakan proses pengekseskusan sistem perangkat keras dan lunak untuk menentukan apakah sistem tersebut cocok dan sesuai dengan yang diinginkan peneliti. Pengujian dilakukan dengan melakukan percobaan untuk melihat kemungkinan kesalahan yang terjadi dari setiap proses.

Adapun pengujian sistem yang digunakan adalah *Black Box*. *Pengujian Black Box* yaitu menguji perangkat dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dan keluaran sudah berjalan sesuai dengan keinginan.

Dalam melakukan pengujian, tahapan-tahapan yang dilakukan pertama kali adalah melakukan pengujian terhadap perangkat-perangkat inputan yaitu pengujian terhadap sensor-sensor, kemudian melakukan pengujian secara keseluruhan sistem kontrol alat.

Adapun tahapan-tahapan dalam pengujian sistem kontrol indikator ini adalah sebagai berikut.



**Gambar V.3** Langkah Pengujian Sistem

## 1. Pengujian Sensor Arus

Untuk pengujian *sensor arus* dilakukan dengan menguji respon dengan memberikan beban listrik pada tiap-tiap *sensor arus*. Pengujian dilakukan dengan menghitung berapa jumlah arus yang terdeteksi pada indikator dari beban sebenarnya. Seperti tampak pada gambar V.4, pengujian *sensor arus* dilakukan dengan memberikan beberapa alat listrik rumah tangga untuk melihat seberapa baik dalam membaca gelombang terhadap indikator. Tipe *sensor arus* yang digunakan peneliti yaitu *sensor arus* dengan tipe ACS 712.

Dalam pengujian *sensor arus* peneliti menggunakan stop kontak dengan 3 *outlet socket*. *Stop kontak* 1 yang mewakili jalur A, *stop kontak* 2 mewakili jalur B dan *stop kontak* 3 mewakili jalur C untuk mengukur beban yang terpakai seperti pada gambar V.4. Alat elektronik yang digunakan sebagai beban yang akan diukur adalah , Lampu, Rice cooker dan Charge laptop.

Adapun beban yang tertera pada masing-masing alat elektronik kemudian dikonversi dalam satuan *ampere*. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pengukuran dan penghitungan beban. Beban yang tertera pada alat elektronik adalah Lampu 35 *watt*, Rice cooker 350 *watt* dan Charge laptop 65 *watt*. Selanjutnya beban pada alat elektronik tersebut

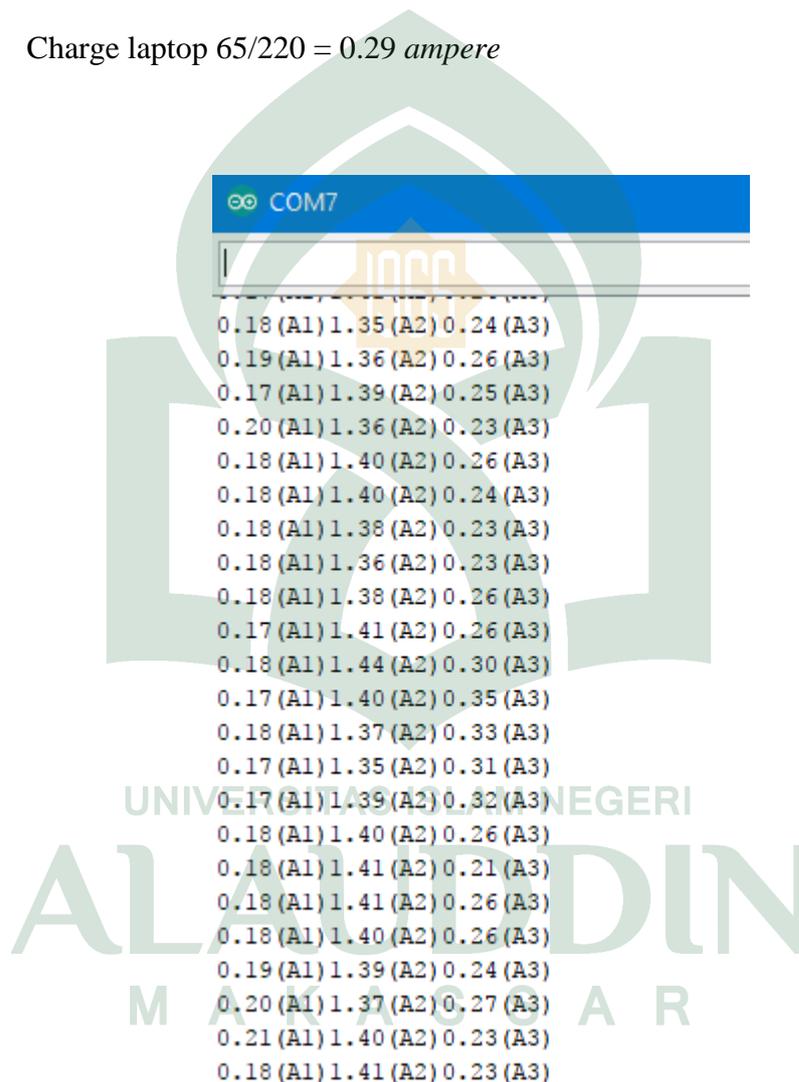
diubah ke dalam satuan *ampere* dengan menggunakan persamaan :  $I = \frac{P}{V}$

Dimana :

- I : Arus listrik dengan satuan *Ampere* (A)
- P : Daya listrik dengan satuan *Watt* (W)
- V : Tegangan listrik dengan satuan *Volt* (V)

Dari hasil konversi ke satuan *ampere*, maka diperoleh beban alat elektronik tersebut sebagai berikut :

- a. Lampu  $35/220 = 0.15$  *ampere*
- b. Rice cooker  $350/220 = 1.59$  *ampere*
- c. Charge laptop  $65/220 = 0.29$  *ampere*



**Gambar V.4** Hasil Pengujian Sensor

Pada gambar V.4 terlihat beban Ampere pada serial monitor setiap jalur dimana (A1) adalah jalur A yang penggunaan alat elektroniknya lampu dengan daya 35 *watt*, (A2) adalah jalur B yang penggunaan alat

elektroniknya Rice Cooker 350 watt dan (A3) adalah jalur C yang penggunaan alat elektroniknya Charge laptop 65 watt. Untuk melihat hasil pengujian *sensor arus* dapat dilihat pada tabel V.1

Tabel V.1 Pengujian *Sensor Arus*

Jenis Beban	Beban Pada Alat (Ampere)	Beban Terdeteksi (Ampere)
Lampu	0.15	0.21
Rice Cooker	1.59	1.41
Charge Laptop	0.29	0.35

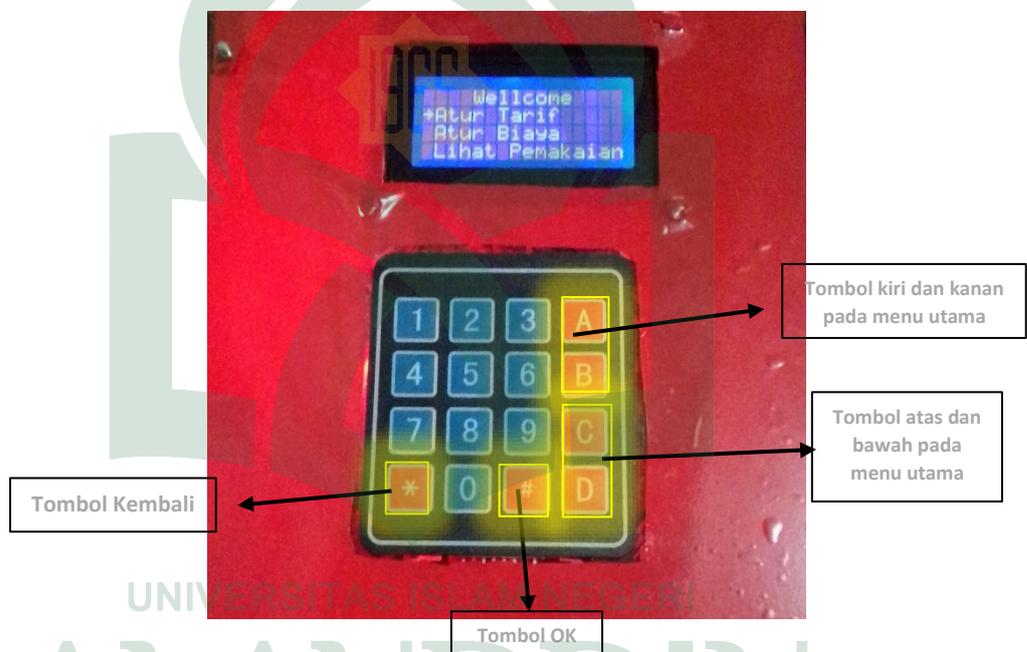
Dari tabel V.1 dapat dilihat bahwa *sensor arus* pada alat dapat membaca arus yang terpakai dari tiap jalur. Dalam pembacaan *sensor arus*, terdapat beberapa hasil pengukuran dan selisih arus antara hasil pengukuran dan arus yang tertera pada alat elektronik yang diukur. Perbedaan pembacaan *sensor arus* dapat diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain tipe sensor yang digunakan, penggunaan arus awal yang tinggi dan alat elektronik semakin bekerja maka penggunaan listrik semakin banyak. Begitu pun sebaliknya arus terukur rendah ketika alat elektronik tidak bekerja seperti pada awal pengukuran.

## 2. Pengujian Sistem Kontrol Alat Secara Keseluruhan

Pengujian sistem kontrol alat dilakukan untuk melihat proses keseluruhan dari sistem kontrol alat mulai dari pembacaan penginputan tarif dan biaya sampai dengan melihat pemakaian pada alat. Pada pengujian secara keseluruhan digunakan alat elektronik pada jalur A

digunakan Lampu dengan daya 35 watt pada jalur B digunakan Rice cooker dengan daya 350 watt dan jalur C digunakan Charge Laptop dengan daya 65 watt.

Pada pengujian alat keseluruhan telah disiapkan keypad dimana keypad ini dapat mengatur sistem yang berjalan pada alat. Disamping itu keypad juga digunakan untuk memasukkan data berikut cara penggunaan keypad.



**Gambar V.5** Cara Penggunaan Keypad pada menu utama

Pada Gambar V.5 merupakan cara menggunakan keypad dimana tombol C untuk mengarahkan menu keatas dan D untuk mengarahkan menu ke bawah, tombol A untuk mengarahkan ke kiri dan tombol B untuk mengarahkan kekanan pada menu, adapun tombol # untuk OK dan \* untuk kembali.

Setelah pengguna mengetahui cara penggunaan tombol, pengguna akan mengisi tarif/kwh pada menu “Atur tarif” sesuai dengan gambar V.6



**Gambar V.6** Pengaturan tarif

Pada gambar V.6 dapat dilihat pada tampilan *LCD* gambar diatas dimana untuk mengatur tarif/kWh, tarif yang dimasukkan sesuai dengan kapasitas daya listrik. Jadi apabila dikemudian hari adanya perubahan tarif akan lebih memudahkan karena jumlah tarifnya dapat ditentukan secara manual, pada pengujian ini diinput tarif 1300/kWh Sebagai sampel pengujian alat. Setelah pengguna mengetahui cara pengisian tarif, pengguna akan mengisi biaya pada menu "Atur Biaya" sesuai dengan gambar V.7



**Gambar V.7** Pengisian beban arus dengan pengaturan biaya

Pada gambar V.7 terlihat menu pengisian beban arus dengan pengaturan biaya. Pengguna akan menginput nilai nominal rupiah dari biaya yang akan digunakan untuk setiap jalurnya, dalam pengujian alat ini nominal biaya yang diinput adalah Rp.1000 untuk masing-masing jalur A, B, dan C, daya pengaturan waktu pemakaian adalah 10 menit. Setelah pengisian selesai akan tampil sesuai gambar V.8.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R



**Gambar V.8** Tampilan Pengisian Biaya

Setelah pengisian dengan Rp.1.000 sebagai sampel pengujian alat, pengguna dapat melihat pemakaian dengan menekan tombol \* untuk kembali dan pilih menu ketiga yang ada pada menu utama “Lihat Pemakaian” dapat dilihat pada gambar V.9



**Gambar V.9** Lihat Pemakaian Arus Listrik

Pada gambar V.9 silahkan pilih menu “Lihat Pemakaian” untuk menampilkan penggunaan listrik setiap jalur yang telah ditentukan biayanya melalui menu atur biaya. Dapat dilihat pemakaian biaya pemakaian setiap jalur pada gambar V.10



**Gambar V.10** Pemakaian Arus Listrik

Selanjutnya pengujian dengan menggunakan rumus menghitung pemakaian listrik berdasarkan Permen ESDM No.28 Tahun 2016 dengan persamaan :

$$\frac{\text{Watt}}{1000} \times \frac{\text{Menit Pemakaian}}{60 \text{ menit}} \times \text{Tarif Pemakaian}$$

Dimana :

**Watt/1000** : Beban pada alat elektronik dibagi dengan nilai daya listrik total dalam satuan KW untuk mendapatkan nilai KWH.

**Menit Pemakaian/60 menit** : Menit pemakaian dibagi dengan waktu perjam untuk mendapatkan waktu pemakaian.

**Tarif Pemakaian** : Tarif dasar listrik/kWh. (Pln.co.id)

Dengan lampu penerangan dengan daya 35 watt – 220 volt yang dinyalakan dengan waktu 10 menit :

$$\begin{aligned} &= ((35 \text{ watt}/1000) \times (10 \text{ menit}/60 \text{ menit})) \times \text{Rp}1300 \\ &= (0.035 \text{ kWh} \times 0.166) \times \text{Rp}.1300 \\ &= 0.00581 \text{ kWh} \times \text{Rp}.1300 \\ &= \text{Rp}.7.55 \end{aligned}$$

Kemudian perhitungan pada alat Rice cooker dengan daya 350 watt – 220 volt dengan waktu 10 menit :

$$\begin{aligned} &= ((350 \text{ watt}/1000) \times (10 \text{ menit}/60 \text{ menit})) \times \text{Rp}1300 \\ &= (0.35 \text{ kWh} \times 0.166) \times \text{Rp}.1300 \\ &= 0.0581 \text{ kWh} \times \text{Rp}.1300 \\ &= \text{Rp}.75.53 \end{aligned}$$

Dan perhitungan pada Charge Laptop dengan daya 65 watt – 220 volt dengan waktu 10 menit :

$$\begin{aligned} &= ((65 \text{ watt}/1000) \times (10 \text{ menit}/60 \text{ menit})) \times \text{Rp}1300 \\ &= (0.065 \text{ kWh} \times 0.166) \times \text{Rp}.1300 \\ &= 0.01079 \text{ kWh} \times \text{Rp}.1300 \\ &= \text{Rp}.14.02 \end{aligned}$$

Adapun hasil pengujian alat secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel V.2.

Tabel V.2 Hasil Pengujian sistem secara keseluruhan

Jenis Jalur	Beban yang digunakan	Biaya yang terdeteksi	Biaya secara perhitungan
Jalur A	Lampu	Rp.7.08	Rp.7.55
Jalur B	Rice Cooker	Rp.83.41	Rp.75.53
Jalur C	Charge laptop	Rp.15.64	Rp.14.02

Hasil pengujian secara keseluruhan menunjukkan bahwa alat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dapat mengatur biaya pemakaian dan melihat pemakaian yang digunakan sehingga memudahkan dalam hal mengatur biaya dan mengontrol pemakaian listrik. Dari hasil pengujian alat secara keseluruhan dapat dilihat perbedaan antara biaya yang terdeteksi oleh alat dan biaya secara perhitungan. Pada jalur A terdapat selisih Rp.0.47, pada jalur B dengan selisih Rp.7.88 dan pada jalur C dengan selisih Rp.1.11, jadi selisih dari perbandingan antara biaya yang terdeteksi dan biaya secara keseluruhan pada jalur A dengan selisih 6%, pada jalur B dengan selisih 9% dan pada jalur C dengan selisih 11%. Dari pengujian yang dilakukan oleh alat terdapat beberapa hasil dan selisih. Hal ini diakibatkan karena alat elektronik yang digunakan tidak konsisten dalam menggunakan arus listrik. Alat elektronik semakin banyak menggunakan arus listrik ketika bekerja.

## BAB VI

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Alat pengendali beban arus listrik ini telah berhasil dirancang dan dibuat dengan menggunakan mikrokontroler *Arduino Mega* serta menggunakan 3 buah *sensor arus*. Alat juga menggunakan *relay* yang berfungsi sebagai saklar otomatis.
- 2 Alat dibuat untuk mengatur dan mengontrol pemakaian listrik pada setiap jalurnya.
- 3 Dalam pengujian, alat akan menampilkan beban yang menggunakan pemakaian beban yang terlalu tinggi. Hal ini dikarenakan peralatan listrik rumah tangga juga tidak konstan menggunakan listrik seperti *rice cooker*, alat ini akan menggunakan banyak arus pada saat memasak sementara sebaliknya penggunaan arus rendah ketika hanya memanaskan.
- 4 Relay sebagai saklar otomatis yang menahan arus ketika jumlah yang telah ditentukan telah melebihi

## B. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan peneliti sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pemakaian yang terpakai sebaiknya menambahkan penyimpanan data atau shield mikro SD pada alat.
2. Untuk pembacaan sensor arus yang lebih baik sebaiknya digunakan jenis sensor arus yang lebih baik dalam pembacaan beban yang otomatis berdampak dengan harga dari jenis sensor tersebut.
3. Mengefisienkan ukuran indikator agar tidak mengganggu alat-alat yang ada dalam panel listrik jika dipasang.



## DAFTAR PUSTAKA

- “Arduino Mega 2560”. *Situs Resmi Arduino*. <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoard2560> (Diakses pada tanggal 20 Februari 2017).
- Andrianto, Heri. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16*. Bandung. 2008
- Alf, dkk, 2010. *8-bit AVR Microcontroller With 4/8/16/32k Bytes In-System Programmable Flash*. Amerika : Atmel.
- Allegro, 2010, *ACS712 datasheet*, [www.allegromicro.com/en/Products/Part-Numbers/0712/0712.pdf](http://www.allegromicro.com/en/Products/Part-Numbers/0712/0712.pdf). (diakses 20 Juni 2017).
- Craft, Brock. *Arduino Project for Dummies*. England: John Wiley & Sons, Ltd. 2013.
- Departemen Agama R.I., 2010. *Al-Qur'an Tajwid Warna dan Terjemahnya*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Drs. Daryanto. *Pengetahuan teknik elektronika* Jakarta. Bumi Aksara. 2000.
- Dinata, Yuwono Marta. 2015. *Arduino Itu Mudah*. Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.
- Dwi Nugroho, Ichsan. 2012. *Alat Pengatur Lampu Dan Pembalik Telur Otomatis Pada Bok Penetasan Telur Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Dilengkapi Uninterruptible Power Supply*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Depok Instruments. (2011, Juli 27). *Keypad Matriks, Komponen Pasif, Teori Elektronika Dasar*. <http://depokinstruments.com/2011/07/27/teori-keypad-matriks-4x4-dan-cara-penggunaannya>. (Diakses pada 20 juni 2017)
- Febripurianta, *Keypad 3x4 4x4*. [www.febripurianta.com/blog/post/key-pad-3x4x4](http://www.febripurianta.com/blog/post/key-pad-3x4x4) (Diakses pada tanggal 15 juni 2017).
- Hendriono. *Mengenal Arduino Mega 2560*. [www.hendriono.com/blog/post/mengenal-arduino-mega2560](http://www.hendriono.com/blog/post/mengenal-arduino-mega2560) (Diakses pada tanggal 20 Februari 2017).
- Husein, H. Mochtar, 2007 . *Hemat Energi Dalam Islam*. <http://sibocahkalem.blogspot.co.id/2007/11/hemat-energi-dalam-islam.html> (Diakses 20 Januari 2017).

- Haris , Abdul, 2007. *Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Energi Listrik Terpakai Berbasis Mikrokontroler Pic 16f877*. Lampung: Universitas Lampung.
- Istiyanto, Jazi Eko, *Pengantar Elektronika Dan Instrumentasi : Pendekatan Project Arduino Dan Android*, Yogyakarta: Andi, 2014.
- Jogiyanto, 2001. *Analisis & Desain Sistem Informasi : pendekatan terstruktur teori dan praktek aplikasi bisnis*. Yogyakarta: Andi Publisher. 2008.
- Machrizandi, 2014. *Kendali Perangkat Listrik dan Monitoring Daya Berbasis TCP/IP*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Narbuko, Cholid dan Abu Achmadi. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara, 1999.
- Ode, Amir, 2015. *Cara menghitung tagihan listrik*. <http://www.naskah.net/2015/01/cara-menghitung-tagihan-listrik-2015.html> (Diakses 29 Oktober 2017).
- Purwanto, Eko Budi. 2008. *Perancangan & Analisis Algoritma*, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- PT-PLN. "Tarif Tenaga Listrik". <http://www.pln.co.id/> (Diakses 20 Januari 2017).
- Sutabri, 2004. *Analisa Sistem Informasi*. Edisi. Pertama. Yogyakarta: Andi.
- Suandi, 2016. *Rancang Bangun Indikator Beban Listrik 3 Fasa Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. *PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH: Makalah, Skripsi, Disertasi dan Laporan Penelitian*. Makassar: UIN Alauddin, 2014.
- Wahyudi. Kumorotomo, dan Subandu Agus, 2011. *Sistem informasi manajemen dalam organisasi-organisasi public*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- William, D.C, 1993, *Instrumentasi Elektronik dan Tehnik Pengukuran*, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Zulpa , Ariefman, 2015. *Prototype monitoring pengukuran beban dan biaya arus listrik dengan mikrokontroler arduino pada pelanggan pascabayar berbasis web*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.

Zamroni, 2009. *Alat Ukur Energi Listrik Berbasi Mikrokontroler dengan IC MCP3909*. Depok: Universitas Indonesia.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## RIWAYAT HIDUP



M Syukur Budiawan H merupakan anak ke-3 dari 5 bersaudara, hasil buah cinta kasih dari pasangan Abd Hamid dan Rukmini. Penulis lahir pada hari Jumat tanggal 28 April 1995 tempat lahir Sungguminasa dan memulai jenjang pendidikan di SDN 7 Batangkaluku. penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 4 Sungguminasa tahun 2007 dan menyelesaikan pendidikan tahun 2010, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Sungguminasa pada tahun 2010 dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2013. Setelah menyelesaikan pendidikan di tingkat SMA, penulis merasa akan pentingnya pendidikan untuk masa depan, maka penulis melanjutkan pendidikannya di UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR dengan berfokus pada jurusan Sistem Teknik Informatika yang di anggap mampu menunjang karirnya dimasa depan. Saat memasuki dunia kampus, penulis tidak hanya mengikuti proses perkuliahan saja tapi juga mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Teknik Informatika selama 1 periode, penulis juga pernah aktif di sebuah komunitas Robotik yang ada dikampus, dan penulis juga pernah menjadi ketua di organisasi eksternal Study Club Inready Workgroup yang ada di jurusan Teknik Informatika.