



**RANCANG BANGUN ALAT PROTEKSI PEMINDAHAN DARI
CATU DAYA UTAMA (PLN) KE CATU DAYA CADANGAN
(GENSET) SECARA OTOMATIS BERBASIS
ARDUINO MEGA**

**Disusun dan Diajukan Sebagai Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH :

NAMA : ANIF ABDILLAH
NPM : 1624210106
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

RANCANG BANGUN ALAT PROTEKSI PEMINDAHAN DARI CATU DAYA UTAMA (PLN) KE CATU DAYA CADANGAN (GENSET) SECARA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO MEGA

Anif Abdillah*

Hariyanto,S.T.**

Zuraidah Tharo,S.T.,M.T.**

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Pada dasarnya energi listrik dari PLN tidak selalu berkelanjutan dalam penyalurannya. Suatu saat pasti terjadi pemadaman dan penurunan tegangan dari PLN, Sedangkan suplai energi listrik sangat diperlukan pada pusat perdagangan, perhotelan, perbankan, rumah sakit, industri sampai dengan rumah tangga untuk menjalankan aktivitasnya. Sehingga jika PLN padam atau mengalami penurunan tegangan, maka suplai energi listrik pun berhenti, di sisi lain turunnya tegangan dapat merusak sejumlah alat elektronik rumah tangga. Berdasarkan hal tersebut, agar tidak terjadi pemadaman total dan penurunan tegangan pada penerangan ruangan maupun daerah penting yang harus mendapat suplai energi listrik secara terus-menerus, maka dibutuhkan catu daya cadangan (genset) sebagai back-up catu daya utama (PLN). Seperti yang kita ketahui, bahwa pengoperasian sebuah generator set sebagai sumber tenaga listrik cadangan, pada umumnya dilakukan secara manual. Dalam hal ini seorang operator harus memastikan bahwa switch catu daya utama (PLN) ke beban benar – benar terbuka, barulah kemudian tenaga listrik yang dibangkitkan dari genset dapat di suplai ke sistem dan dibebani, demikian pula sebaliknya apabila catu daya utama (PLN) telah memberikan daya kembali ke pelanggan. Sistem manual tergantung pada faktor manusia dan faktor kesalahan yang akan terjadi sangatlah besar karena apabila seorang operator tidak bekerja dengan teliti maka perpindahan sumber energi listrik antara catu daya utama (PLN) dengan catu daya cadangan (genset) akan berakibat buruk, jika seorang operator lupa untuk membuka switch PLN yang terhubung ke beban maka genset akan menyuplai listrik tidak hanya kepada beban yang dipakainya saja melainkan genset akan menyuplai listrik ke pengguna listrik PLN lainnya. Apabila hal ini terjadi maka kerusakan pada genset akan terjadi disebabkan karena kelebihan beban, sehingga menyebabkan panas (terbakar) pada generatornya.

Kata kunci : Arduino Mega 2560, Sensor Arus, *Generator Set* dan Modul SIM 800L.

*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : *anifabdillahios@gmail.com*

**Dosen Program Studi Teknik Elektro

ABSTRACT

Basically, electrical energy from PLN is not always sustainable in its distribution. One time there must be a blackout and a decrease in voltage from the PLN, While the supply of electrical energy is needed at the center of trade, hospitality, banking, hospitals, industry to households to carry out its activities. So that if PLN goes out or experiences a voltage drop, the electricity supply will stop, on the other hand the voltage drop can damage a number of household electronic devices. Based on this, in order to avoid total blackouts and voltage drops in lighting the room and important areas that must receive a continuous supply of electrical energy, then a backup power supply (generator) is needed as a back-up of the main power supply (PLN). As we know, the operation of a generator set as a backup power source is generally done manually. In this case an operator must ensure that the main power supply (PLN) switch to the load is really open, only then the electricity generated from the generator can be supplied to the system and loaded, and vice versa if the main power supply (PLN) has provided power back to the customer. The manual system depends on human factors and the error factor that will occur is very large because if an operator does not work carefully then the transfer of electrical energy sources between the main power supply (PLN) with a backup power supply (generator set) will have bad consequences, if an operator forgets to open the PLN switch that is connected to the load, the generator will supply electricity not only to the load it uses, but the generator will supply electricity to other PLN electricity users. If this happens the damage to the generator set will occur due to overload, causing heat (burning) to the generator.

From these problems, the author was inspired to design an automatic control program that can be used to control the transfer of the main power supply (PLN) to a backup power supply (generator) based on Arduino Mega 2560.

Keywords: Arduino Mega 2560, Current Sensor, Generator Set and SIM 800L Module.

* Student of Electrical Engineering Study Program: anifabdillahios@gmail.com

** Lecturer of Electrical Engineering Program

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Metodologi Penulisan dan Perancangan	4
1.7 Cara Kerja Rangkaian	4
1.8 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	7
2.1.1 <i>Switch-Mode Power Supply</i>	7
2.1.2 Pengatur Tegangan Tetap(<i>Fixed Voltage Regulator</i>).....	8
2.1.3 Modul LM 2596	10
2.1.4 Generator Set	11
2.2 Arduino Mega 2560	13
2.2.1 <i>Software</i> Arduino	15
2.2.2 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560	16
2.3 Modul Sensor Arus SCT 013-000 (<i>Non-Invasive</i>)	20
2.4 Relay	22

2.5	Kontaktor.....	25
2.5.1	Transistor Sebagai Saklar	27
2.6	Kapasitor	30
2.6.1	JenisKapasitor Elektrolit.....	30
2.6.2	Nilai Kapasitor Elektrolit dan Toleransinya	31
 BAB III RANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM		33
3.1	SpesifikasAlat	33
3.2	Rancangan Blok Diagram	34
3.2.1	Fungsi Tiap-Tiap Blok Diagram.....	36
3.3	Cara Kerja Rangkaian Secara Keseluruhan.....	37
3.4	Rancangan Rangkaian Arduino Mega 2560.....	38
3.5	Rancangan Rangkaian <i>Keypad</i>	41
3.6	Rancangan Rangkaian LCD	42
3.7	Rancangan Rangkaian Modul SIM 800L.....	45
3.8	Rancangan Rangkaian Modul Sensor SCT 000-013	47
3.9	Rancangan Blok PCB (<i>Printed Circuit Board</i>)	49
3.10	<i>Layout</i> PCB dan Komponen	51
3.11	<i>Software</i> Pendukung.....	52
3.11.1	Bahasa Pemograman C.....	52
3.11.2	Arduino IDE (<i>Integrated Development Program</i>)	53
3.12	<i>Flowchart</i> Program	54
 BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		55
4.1	PengujianPerangkatKeras (<i>Hardware</i>)	55
4.1.1	Tabel Pengujian dan Analisis <i>Power Supply Switching 12 Volt</i>	55
4.1.1	Tabel Pengujian dan Analisis Modul Sensor SCT 000-013	57
4.1.1	Tabel Pengujian dan Analisis Modul LM 2596.....	58
4.1.1	Tabel Pengujian dan Analisis <i>Keypad</i>	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64
 DAFTAR PUSTAKA	66
 LAMPIRAN.....	

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Laporan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar strata satu (S1) di program studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.

Adapun judul laporan tugas akhir ini adalah **“RANCANG BANGUN ALAT PROTEKSI PEMINDAHAN DARI CATU DAYA UTAMA (PLN) KE CATU DAYA CADANGAN (GENSET) SECARA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO MEGA”**. Dalam hal ini masih adanya keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang terbatas dalam penulisan laporan. Untuk itu diharapkan kritik saran nantinya dapat membangun dan menyempurnakan isi dari laporan tugas akhir ini.

Selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini dengan hati yang tulus dan ikhlas menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR. H.M Isa Indrawan, SE,MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindi Indira, ST.,M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Sains Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Hamdani, ST.,MT selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.

4. Ibu Zuraidah Tharo, ST.,MT selaku dosen Pembimbing I (satu) yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Hariyanto, S.T selaku dosen Pembimbing II (dua) yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak dan Ibu Dosen, selaku staff pengajar pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
7. Keluarga Besar dan Kerabat-Kerabat terdekat saya yang selalu memberikan bantuan semangat baik moral dan material sehingga selesainya skripsi ini. Dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca khususnya pada mahasiswa teknik elektro.

Medan, Juli 2019

AnifAbdillah
1624210106

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dasarnya energi listrik dari PLN tidak selalu berkelanjutan dalam penyalurannya. Suatu saat pasti terjadi pemadaman dan penurunan tegangan dari PLN, Sedangkan suplai energi listrik sangat diperlukan pada pusat perdagangan, perhotelan, perbankan, rumah sakit, industri sampai dengan rumah tangga untuk menjalankan aktivitasnya. Sehingga jika PLN padam atau mengalami penurunan tegangan, maka suplai energi listrik pun berhenti, di sisi lain turunnya tegangan dapat merusak sejumlah alat elektronik rumah tangga. Berdasarkan hal tersebut, agar tidak terjadi pemadaman total dan penurunan tegangan pada penerangan ruangan maupun daerah penting yang harus mendapat suplai energi listrik secara terus-menerus, maka dibutuhkan catu daya cadangan (genset) sebagai *back-up* catu daya utama (PLN).

Seperti yang kita ketahui, bahwa pengoperasian sebuah generator set sebagai sumber tenaga listrik cadangan, pada umumnya dilakukan secara manual. Dalam hal ini seorang operator harus memastikan bahwa *switch* catu daya utama (PLN) ke beban benar – benar terbuka, barulah kemudian tenaga listrik yang dibangkitkan dari genset dapat di suplai ke sistem dan dibebani, demikian pula sebaliknya apabila catu daya utama (PLN) telah memberikan daya kembali ke pelanggan. Sistem manual tergantung pada faktor manusia dan faktor kesalahan yang akan terjadi sangatlah

besar karena apabila seorang operator tidak bekerja dengan teliti maka perpindahan sumber energi listrik antara catu daya utama (PLN) dengan catu daya cadangan (genset) akan berakibat buruk, jika seorang operator lupa untuk membuka *switch* PLN yang terhubung ke beban maka genset akan menyuplai listrik tidak hanya kepada beban yang dipakainya saja melainkan genset akan menyuplai listrik ke pengguna listrik PLN lainnya. Apabila hal ini terjadi maka kerusakan pada genset akan terjadi disebabkan karena kelebihan beban, sehingga menyebabkan panas (terbakar) pada generatornya.

Dari permasalahan tersebut, penulis berinspirasi untuk merancang sebuah program kontrol otomatis yang dapat digunakan untuk mengontrol pemindahan catu daya utama (PLN) ke catu daya cadangan (genset) yang berbasis Arduino Mega 2560.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat keakuratan nilai beban pada alat tersebut?
2. Apa hal yang dilakukan jika alat mengalami *error*?
3. Apakah jenis mikroprosSesor yang ada pada alat tersebut?
4. Berapa nilai batas yang diatur pada alat tersebut?
5. Apakah alat membahas tentang pindahnya tegangan dari PLN ke genset?
6. Apakah alat yang digunakan dapat mengukur hambatan maupun tegangan?
7. Apa jenis genset yang digunakan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan skripsi ini diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Dengan membuat nilai toleransi sebesar 0,2 sesuai standar yang diperkenankan untuk alat ukur.
2. Dengan memeriksa dan menganalisa faktor-faktor penyebab alat *error* seperti kesalahan sistem/pengguna.
3. Alat dirancang menggunakan Arduino 2560 sebagai Mikroprosesor.
4. Nilai Batas alat ukur yang diperkenankan berkisar 1 - 20 Ampere.
5. Tidak membahas otomatisasi genset ke PLN melalui kontaktor.
6. Hanya membahas pengukuran arus.
7. Genset yang digunakan adalah 1 phasa 220V/ 50 Hz dan power 2500

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah :

1. Menjaga kestabilan beban rumah tangga ataupun pabrik serta membuat alat-alat elektronik lebih awet usia penggunaannya.
2. Membuat alat sistem kontrol arus tegangan otomatis menggunakan Arduino Mega 2560.
3. Fleksibel dan dinamis saat menggunakannya.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat perancangan dan pembuatan skripsi ini adalah :

1. Mengantisipasi kemungkinan terjadinya gangguan yang mengakibatkan arus listrik dari PLN terputus.
2. Meningkatkan efisiensi kerja dan mempersingkat waktu dalam hal pemasokan energi listrik.
3. Mobilitas yang tinggi bagi seseorang sehingga memberikan keleluasaan dalam beraktifitas dan dapat melakukan pekerjaan yang lain secara bersamaan.

1.6 Metodologi Penulisan dan Perancangan

Dalam perancangan dan pembuatan skripsi ini, dilakukan metode – metode pengerjaan sebagai berikut :

1. Secara teoritis, yaitu mengadakan studi literatur (ke perpustakaan) yang meliputi :
 - Mencari dari buku – buku maupun informasi yang mendukung ataupun yang ada hubungannya dengan topik yang dibahas.
 - Mempelajari buku – buku yang menyangkut teori – teori tentang rangkaian dan sistem mekanik yang digunakan.
 - Mencari data – data yang berhubungan dengan rancangan di internet.
2. Secara praktis, yaitu dengan berdiskusi dengan dosen pembimbing dan rekan mahasiswa, ataupun arahan dari orang – orang yang mengetahui tentang pembuatan skripsi ini.

1.7 Cara Kerja Rangkaian

Pertama, sambungkan alat ke *power daya*. Setelah alat berfungsi, setting beban yang ingin dideteksi pada alat. Setelah itu, kontaktor secara otomatis akan berbunyi dan men-*switch* jika ada beban belum terhitung. Lalu *display* akan menampilkan apakah beban terukur atau tidak. Hubungan alat dengan genset. Jika beban yang terukur dalam wilayah aman Modul SIM tidak aktif dan alat akan bekerja seperti biasa atau jika beban yang terdeteksi lebih dari yang terukur maka SIM modul aktif dan langsung memberi perintah untuk mematikan genset jika beban yang diterima lebih dari yang dideteksi.

1.8 Sistematika Penulisan

Adapun yang akan menjadi sistematika penulisan yang akan digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, tujuan, batasan masalah, manfaat, metodologi penulisan dan perancangan dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini dibahas mengenai dasar teori dan teori terapan dari komponen yang digunakan dalam rangkaian keseluruhan sistem elektronik. Literatur – literatur yang mendukung akan disertakan untuk pemahaman yang baik.

BAB III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Pada bab ini dibahas mengenai langkah – langkah perancangan sistem elektro dan mekanik berdasarkan sistematika blok diagram yang telah disertakan.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai pengujian dari komponen sistem yang ada berdasarkan spesifikasi komponen. Pengujian sensor terhadap variabel objek dan besaran yang berbeda untuk mendapatkan data. Data yang telah didapatkan akan diolah menjadi berbentuk kesimpulan dan sistematis.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas tentang inti kesimpulan dari hasil pengujian sistem dan data hasil pengujian, saran yang datang setelah realisasi rancangan dan pembuatan ini selesai.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Catu Daya (*Power Supply*)

Catu daya (*Power Supply*) adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *Power Supply* atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya.

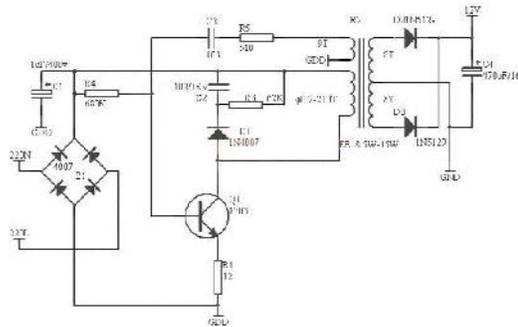
Oleh karena itu, *Power Supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *Electric Power Converter*. Maka didalam alat yang saya gunakan terdapat 2 elemen *power supply* yang berbeda fungsi, yakni sebagai berikut :

2.1.1 *Switch-Mode Power Supply*

Switch-Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis *Power Supply* yang langsung menyearahkan (*rectrify*) dan menyaring (*filter*) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di-*switch ON* dan *OFF* pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati *Transformator* Frekuensi Tinggi. Bisa kita lihat bentuk fisik daripada *Power Supply Switching* pada gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 Power Supply Switching
 (<https://teknikelektronika.com>) terakhir diakses pada tanggal 27 Agustus 2018



Gambar 2.1.1 Rangkaian Power Supply Switching
 (<https://teknikelektronika.com>) terakhir diakses pada tanggal 27 Agustus 2018

2.1.2 Pengatur Tegangan Tetap (*Fixed Voltage Regulator*)

IC jenis Pengatur Tegangan Tetap (*Fixed Voltage Regulator*) ini memiliki nilai tetap yang tidak dapat disetel (*di-adjust*) sesuai dengan keinginan Rangkaiannya. Tegangannya telah ditetapkan oleh produsen IC sehingga Tegangan DC yang diatur juga Tetap sesuai dengan spesifikasi IC-nya.

Misalnya IC *Voltage Regulator 7805*, maka *Output* Tegangan DC-nya juga hanya 5 Volt DC. Terdapat 2 jenis Pengatur Tegangan Tetap yaitu *Positive Voltage Regulator* dan *Negative Voltage Regulator*. Jenis IC *Voltage Regulator* yang paling sering ditemukan di Pasaran adalah tipe 78XX.

Tanda XX dibelakangnya adalah Kode Angka yang menunjukkan Tegangan *Output* DC pada IC *Voltage Regulator* tersebut. Contohnya 7805, 7809, 7812 dan lain sebagainya. IC 78XX merupakan IC jenis *Positive Voltage Regulator*.

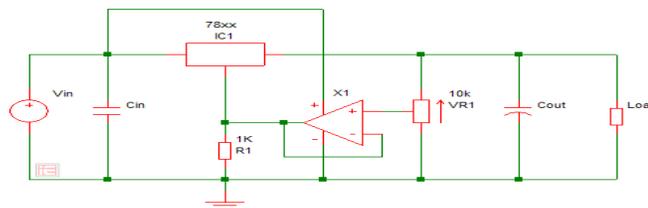
IC yang berjenis *Negative Voltage Regulator* memiliki desain, konstruksi dan cara kerja yang sama dengan jenis *Positive Voltage Regulator*, yang membedakannya hanya polaritas pada Tegangan *Output*nya. Contoh IC jenis *Negative Voltage Regulator* diantaranya adalah 7905, 7912 atau IC *Voltage Regulator* berawalan kode 79XX.

IC *Fixed Voltage Regulator* juga dikategorikan sebagai IC *Linear Voltage Regulator*. Tabel spesifikasi IC Regulator LM78XX dapat dilihat pada tabel 2.1.2

Tabel 2.1.2 Spesifikasi IC Regulator LM78XX
(<https://elektronika-dasar.web.id>)

Type	V Out (V)	I Out (A)			V in (V)	
		78xxC	78Lxx	78Mxx	Min	Max
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,7	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

Rangkaian *Fixed Voltage Regulator Power Supply* pada gambar 2.1.2



Gambar 2.1.2 Rangkaian *Fixed Voltage Regulator*
(<https://teknikelektronika.com>) terakhir diakses pada tanggal 27 Agustus 2018

2.1.3 Modul LM 2596

Modul konverter DC ke DC (*DC-DC Converter*) ini menggunakan IC LM2596S yang merupakan *Integrated Circuit* (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (*voltage level*) arus searah / *Direct Current* (DC) menjadi lebih rendah dibanding tegangan masukannya.

Tegangan masukan (*input voltage*) dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. Besar arus berkelanjutan (*continuous current*) yang dapat ditangani modul elektronika ini sebesar $\pm 1,5A$ dengan arus puncak / *momentary peak current* 3A (catatan: 3A hanya untuk waktu yang sangat singkat, nilai 3A ini jangan dijadikan acuan).

Tegangan keluaran yang diinginkan dapat disetel dengan memutar sekrup pada potensiometer (sekrup kuningan pada komponen elektro yang berwarna biru), dengan catatan perbedaan tegangan antara tegangan masukan dengan tegangan keluaran minimal 1,5 Volt (contoh: dari 12V bisa ke tegangan berapapun antara 1,5 Volt hingga 10,5 Volt). IC LM2596S ini dirangkaikan dengan komponen-komponen elektronika dengan kualitas terbaik seperti kapasitor menggunakan SMD *Solid Capacitor* merk Sanyo yang terkenal dengan kualitasnya yang prima, induktor berintikan *ferrite-drum* induktansi tinggi (*high-Q inductance*) dengan pelindung magnetik, *multi-turn potentiometer* dengan resolusi dan akurasi hambatan yang tinggi (bukan potensiometer biasa yang resolusinya rendah), dan dioda SMD tipe Schottky SS54 yang bersifat *low dropout* (LDO) voltage. Maka dapat dilihat pada gambar

2.1.3 modul LM 2596 adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1.3 Modul LM 2596 (<https://elektronika-dasar.web.id>) terakhir diakses pada tanggal 27 Agustus 2018

2.1.4 Generator Set (Genset)

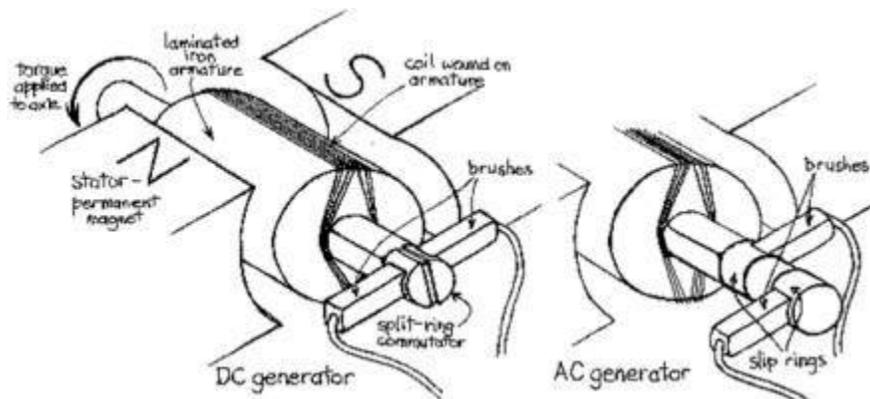
Genset (*Generator set*) adalah perangkat kombinasi antara pembangkit listrik (*generator*) dan mesin penggerak yang digabung dalam satu set unit untuk menghasilkan tenaga listrik. Mesin penggerak pada genset umumnya merupakan mesin pembakaran internal berupa motor / mesin diesel dengan bahan bakar solar dan mesin dengan bahan bakar bensin. Sedangkan *generator* adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Prinsip kerja *generator* menggunakan prinsip percobaannya *faraday* yaitu memutar magnet dalam kumparan atau sebaliknya, ketika magnet digerakkan dalam kumparan maka akan terjadi perubahan fluks gaya magnet (perubahan arah penyebaran medan magnet) di dalam kumparan dan menembus tegak lurus terhadap kumparan sehingga menyebabkan beda potensial antara ujung-ujung kumparan (yang menimbulkan listrik).

- Prinsip Kerja Genset

Prinsip kerja genset adalah sebuah mesin pembakaran (mesin diesel atau mesin bensin) akan mengubah energi bahan bakar menjadi energi mekanik, kemudian energi mekanik tersebut diubah atau dikonversi oleh generator sehingga menghasilkan daya listrik. *Generator* memiliki dua tipe, yaitu generator AC atau yang biasa disebut

alternator dan *generator DC*. *Generator AC (alternator)* adalah *generator* yang menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC), sedangkan *generator DC* adalah *generator* yang menghasilkan arus listrik searah (DC).

Sebenarnya *generator AC* memiliki sistem kerja yang sama dengan *generator DC*, yaitu menghasilkan listrik dari induksi elektromagnetik, selain itu baik *generator AC* maupun *generator DC* sebenarnya pada dasarnya sama-sama menghasilkan arus listrik bolak-balik. Namun *generator AC* dan *generator DC* memiliki perbedaan pada desain konstruksinya. *Generator DC* menggunakan sebuah cincin belah (*split ring*) atau yang biasa disebut komutator yang bertindak sebagai penyearah (*rectifier*), sehingga arus yang dihasilkan *generator DC* adalah arus searah (DC). Sedangkan pada *generator AC (alternator)* menggunakan dua cincin seret (*slip ring*) untuk menghasilkan arus bolak-balik. Dapat dilihat pada gambar 2.1.4 dibawah ini :



Gambar 2.1.4 Dinamo AC dan DC Generator Set (www.mikroavr.com) diakses terakhir pada tanggal 27 Agustus 2018

- Fungsi genset

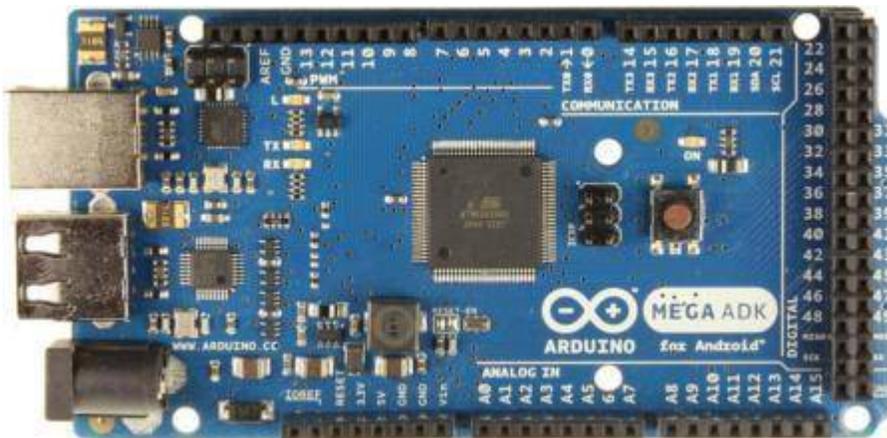
Genset (*generator set*) biasa digunakan untuk menghasilkan daya listrik alternatif, seperti ketika suplai pasokan daya listrik dari industri pembangkit listrik padam/*off*, atau keadaan dimana tidak ada pasokan jaringan listrik di daerah tersebut, atau juga biasa digunakan ketika diperlukan daya listrik tambahan.



Gambar 2.1.4 Generator Set (<https://lazada.co.id>) terakhir diakses pada tanggal 28

Agustus 2018

2.2 Arduino Mega 2560



Gambar 2.2 Arduino Mega 2560

(https://www.arduino.cc/en/uploads/main/arduinoadk_r3_front.jpg) terakhir diakses pada tanggal 28 Agustus 2018

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler yang menggunakan ATmega2560. Modul ini memiliki 54 digital *input* atau *output*. Dimana 14 pin digunakan untuk PWM *output* dan 16 pin digunakan sebagai *analog input*, 4 pin untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *power jack ICSP header*, dan tombol *reset*.

Modul ini memiliki segala yang dibutuhkan untuk memprogram mikrokontroler seperti kabel USB dan catu daya melalui adaptor atau baterai. Semua ini diberikan untuk mendukung pemakaian mikrokontroler Arduino, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau listrik dengan adaptor dari AC ke DC atau baterai untuk memulai pemakaian. Arduino Mega kompatibel dengan *shiled* yang dirancang untuk Arduino Duemilanove, Decimila maupun UNO. Spesifikasi Arduino Mega 2560 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	ATmega 2560
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (dianjurkan via Jack DC)	7-12V
Input Voltage (batas via Jack DC)	6-20V
Digital I / O Pins	54 (15 <i>output</i> PWM)
<i>Analog Input</i> Pin	16
DC Current per I / O Pin	20 mA
DC saat ini untuk 3.3V Pin	50 mA
<i>Memory flash</i>	256 KB (8 KB digunakan <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock speed</i>	16 MHz
Dimensi	101,52 x 53,4 mm
Berat	37 gram

2.2.1 Software Arduino

Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini *software* Arduino yang akan digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri atas :

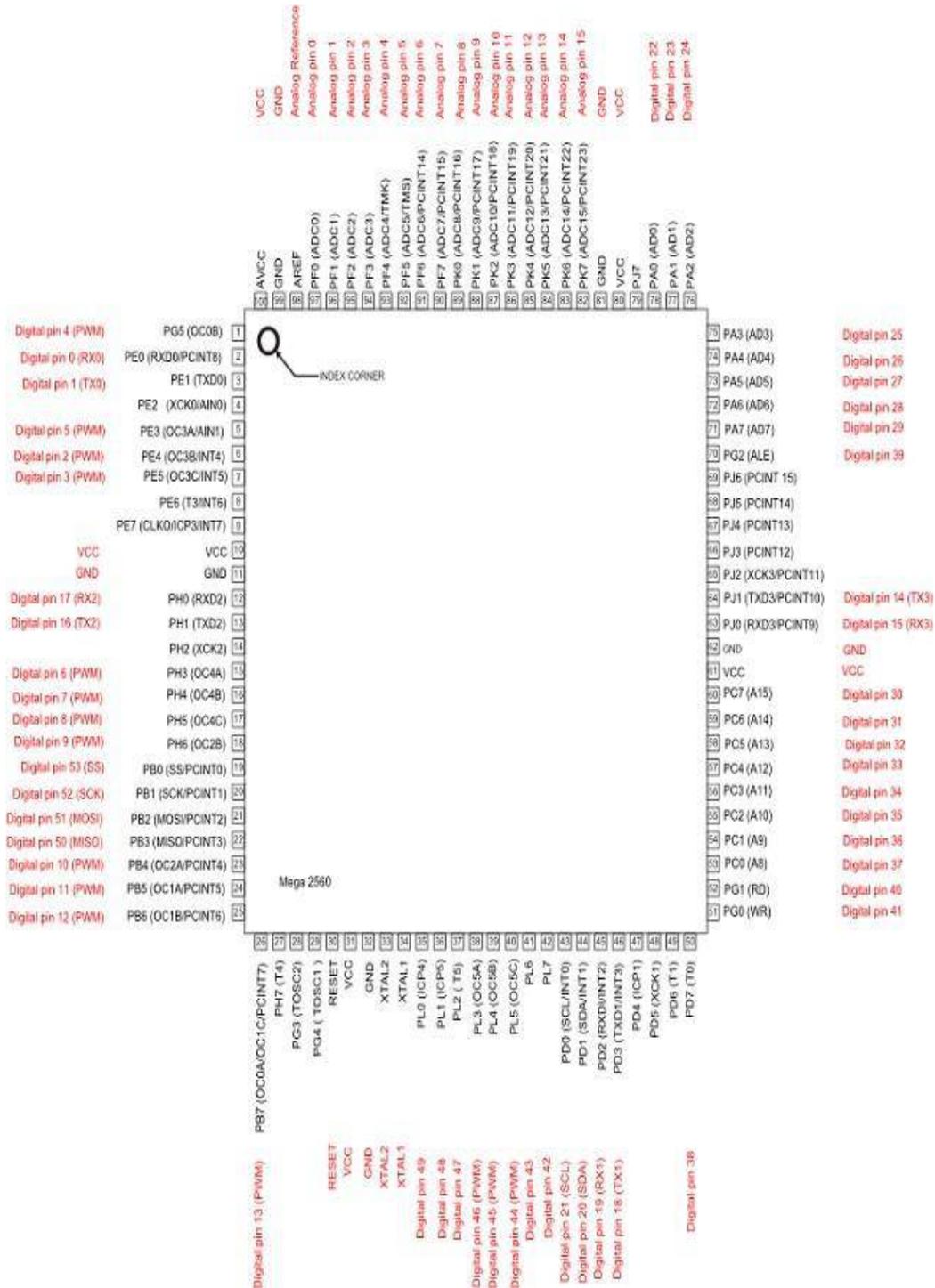
- *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Kode yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.

Sebuah kode program arduino umumnya disebut istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” yang keduanya memiliki arti yang sama. Berikut ini adalah contoh tampilan IDE Arduino dengan sebuah *sketch* yang sedang diedit.

Berikut langkah-langkah untuk menginstal IDE Arduino :

- Mendapatkan *software* Arduino,
- Menginstall *driver* arduino dan
- Menguji koneksi komputer dan papan Arduino.

2.2.2 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560



Gambar 2.2.2 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560

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 kilo ohms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- Serial yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL.

Tabel Pin Serial RX dan TX

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
2	PE0 (RXD0/PCINT8)	<i>Digital pin 0 (RX0)</i>
3	PE1 (TXD0)	<i>Digital pin 1 (TX0)</i>
12	PH0 (RXD2)	<i>Digital pin 17 (RX2)</i>
13	PH1 (TXD2)	<i>Digital pin 16 (TX2)</i>
45	PD2 (RXDI/INT2)	<i>Digital pin 19 (RX1)</i>

46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)
63	PJ0 (RXD3/PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3/PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)

- Eksternal Interupsi: Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah *interupsi* pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubah nilai.

Tabel Pin Eksternal Interupsi

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
6	PE4 (OC3B/INT4)	Digital pin 2 (PWM)
7	PE5 (OC3C/INT5)	Digital pin 3 (PWM)
43	PD0 (SCL/INT0)	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital pin 20 (SDA)

45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)

- *SPI*: Pin ini mendukung komunikasi *SPI* menggunakan *SPI library*. Pin *SPI* juga terhubung dengan *header ICSP*, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.

Tabel Pin *SPI*

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK/PCINT1)	Digital pin 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI/PCINT2)	Digital pin 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO/PCINT3)	Digital pin 50 (MISO)

- LED: Pin 13. Tersedia secara *built-in* pada papan Arduino ATmega 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*).

- TWI: Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan *Wirelibrary*. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 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 *Analog Reference()*.

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain:

- AREF: Referensi tegangan untuk *input* Digunakan dengan fungsi *Analog Reference()*.
- RESET: Jalur LOW ini digunakan untuk *me-reset* (menghidupkan ulang) *microcontroller*. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.

2.3 Modul Sensor Arus SCT 013-000 (CT *Non Invasive*)

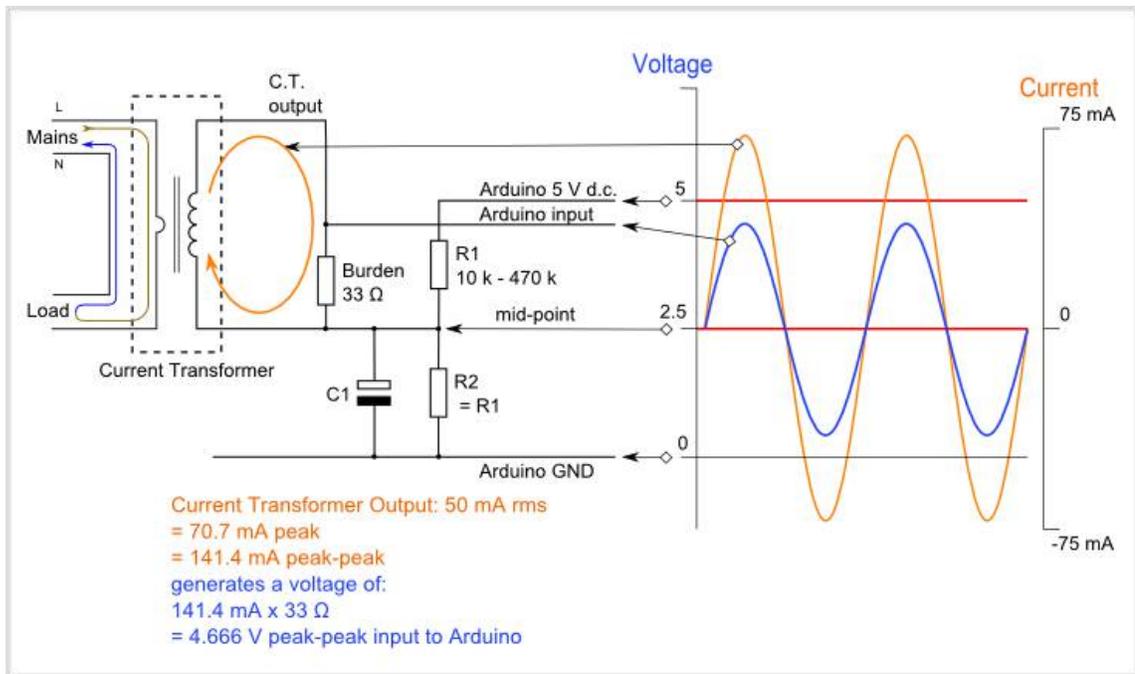
Modul sensor arus CT *Non Invasive* merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arus AC. Manfaat pengukuran dengan menggunakan Sensor arus CT *Non Invasive* dapat diterapkan pada kantor-kantor, rumah-rumah, kampus ataupun gedung-gedung yang ber AC untuk memantau atau monitoring naik/turunnya arus yang mengalir pada arus AC. Selain itu, Sensor Pengukur arus AC ini juga dapat digunakan untuk mengukur seluruh arus listrik pada sebuah bangunan. Dengan adanya Sensor ukur arus AC ini gedung-gedung perkantoran ataupun perumahan-perumahan

yang menggunakan arus AC dapat mengetahui dan mengurangi kerugian daya yang dikeluarkan dan dapat menghemat pemakaian energi dan memonitoring kebutuhan energi dan faktor daya pada rumah-rumah agar dapat mengetahui hasil pengukuran yang berkesinambungan.



Gambar 2.3 Modul Sensor Arus SCT 013-000
(www.mikroavr.com) terakhir diakses pada tanggal 28 Agustus 2018

Sensor ini biasanya terdiri dari sebuah lilitan pada inti besi. lilitan ini lah yang akan menghasilkan sinyal ketika terkena kabel yang memiliki muatan listrik. sinyal ini akan di olah sehingga menghasilkan tegangan analog. Untuk gambar rangkaian sensor ini bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



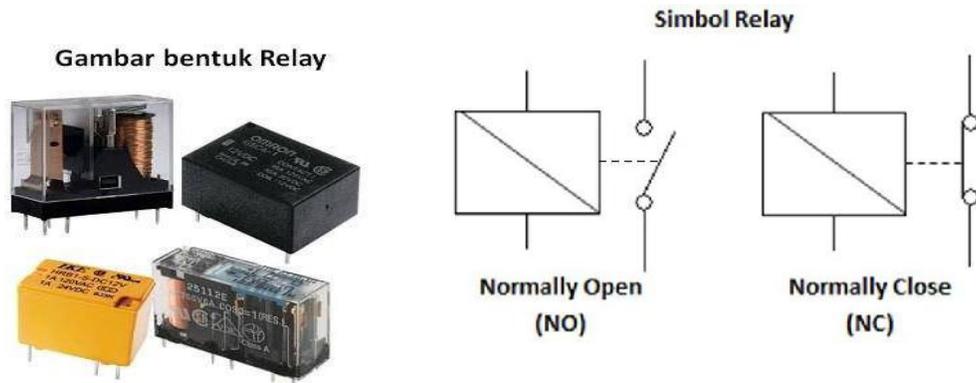
Rangkaian CT current sensor(<https://www.komponenteknikelektro.com/>) diakses pada tanggal 28 Agustus 2018

Sensor CT current ini tersedia dari berbagai ukuran dan spesifikasi. Biasanya sensor ini lebih dominan di gunakan di industri, hal ini karena sensor bisa sampai 300A bahkan lebih dalam pengukuran nya.

2.4 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar / *Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay

yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Bentuk *Relay* dan Simbol *Relay* yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika dapat dilihat pada gambar 2.5 :

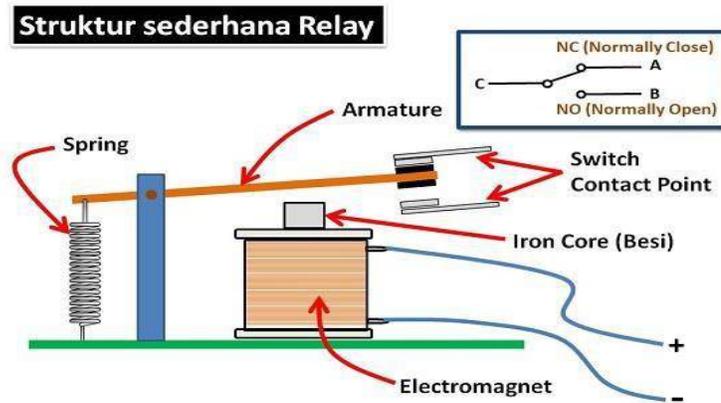


Gambar 2.4 Bentuk dan Simbol *Relay* (www.komponenelektronika.com) terakhir diakses 10 September 2018

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* dibawah ini :



Gambar 2.4 Bagian – bagian *Relay* (<https://teknikelektronika.com>) diakses terakhir pada tanggal 11 September 2018

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

Berdasarkan gambar 2.4 sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *Coil* yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan *Coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *OPEN* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature*

akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh *Relay* untuk menarik *Contact Poin* ke Posisi *Close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.5 Kontaktor

Kontaktor adalah jenis saklar yang bekerja secara magnetik yaitu kontak bekerja apabila kumparan diberi energi. *The National Manufacturing Assosiation* (NEMA) mendefinisikan kontaktor magnetik sebagai alat yang digerakkan secara magnetis untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik.

Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak *Normally Open* (*NO*) dan beberapa kontak *Normally Close* (*NC*). Pada saat satu kontaktor normal, *NO* akan membuka dan pada saat kontaktor bekerja kontak *NO* akan menutup. Sedangkan kontak *NC* sebaliknya, yaitu ketika dalam keadaan normal kontak *NC* akan menutup dan dalam keadaan bekerja kontak *NC* akan membuka. Koil adalah lilitan yang apabila diberi tegangan akan terjadi magnetisasi dan menarik kontak – kontakannya sehingga terjadi perubahan atau bekerja. Kontaktor yang dioperasikan secara elektromagnetis adalah salah satu mekanisme yang paling bermanfaat yang pernah dirancang untuk penutupan dan pembukaan rangkaian listrik.

Spesifikasi kontaktor magnet yang harus diperhatikan adalah kemampuan daya kontaktor ditulis dalam ukuran *Watt / KW*, yang disesuaikan dengan beban yang dipikul, kemampuan menghantarkan arus dari kontak – kontakannya, ditulis dalam satuan Ampere (*A*), kemampuan tegangan dari kumparan magnet, apakah untuk tegangan *127 Volt* atau *220 Volt*, begitupun frekuensinya. Tegangan minimum yang

bisa mengoperasikan kontaktor adalah 80 % dan maksimum 100 %. Hal ini berguna untuk kelangsungan kelamaan pemakaian kontaktor tersebut. Untuk beban 1ϕ berlaku hubungan :

$$P = V \times I_L \times \cos \varphi \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Maka, } I_L = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \dots\dots\dots(2.2)$$

Setelah diperoleh nilai arus nominal I, maka untuk mencari nilai *rating* kontaktor :

$$I_{\text{Kontaktor}} = I_L \times k$$

Dimana : $P = \text{daya}$

$V = \text{tegangan jala - jala}$

$I_L = \text{arus jala - jala}$

$k = \text{konstanta kontaktor (1,15 - 1,25)}$

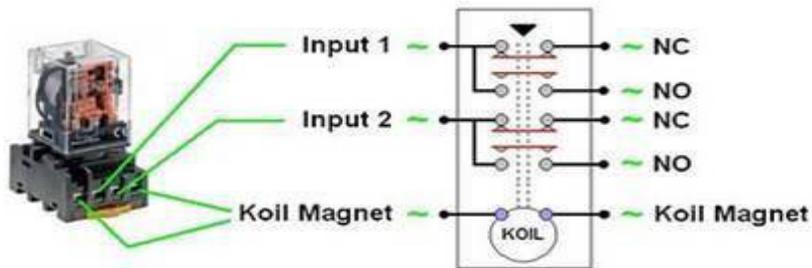
Komponen terpenting pada kontaktor magnet terdiri dari :

- 1) Kumparan magnet (*coil*) dengan simbol A1 – A2 yang akan bekerja bila mendapat sumber tegangan listrik.
- 2) Kontak utama terdiri dari simbol angka : 1, 2, 3, 4, 5 dan 6.
- 3) Kontak bantu biasanya terdiri dari simbol angka : 11, 12, 13, 14 ataupun angka : 21, 22, 23, 24 dan juga angka depan seterusnya tetapi angka belakang tetap dari 1 sampai 4.

Jenis kontaktor magnet ada 3 macam :

- Kontaktor magnet utama
- Kontaktor magnet bantu
- Kontaktor magnet kombinasi

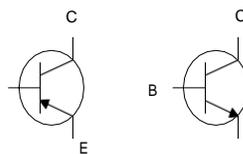
Simbol Kontaktor dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5 Kontak – kontak Kontaktor (<https://teknikelektronika.com>) diakses terakhir pada tanggal 23 September 2018

2.5.1 Transistor Sebagai Saklar

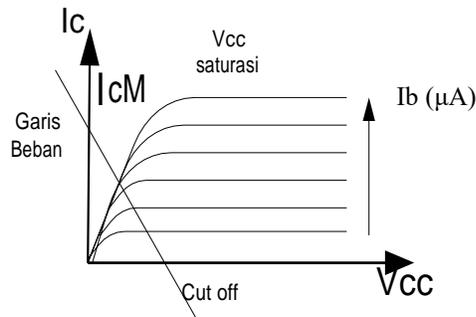
Transistor adalah suatu semikonduktor monokristal dimana terjadi dua pertemuan P dan N. Transistor terbagi dua jenis yaitu jenis PNP dan NPN, seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.5.1 Transistor PNP dan transistor NPN (www.komponenelektronika.com) diakses pada tanggal 01 Oktober 2018

Saat beroperasi transistor bekerja pada tiga keadaan yaitu : keadaan terpancung (*Cut-Off*), keadaan aktif dan keadaan jenuh (*Saturation*). Ketiga keadaan operasi transistor inilah yang dimanfaatkan sebagai saklar elektronik.

Adapun karakteristik dari transistor dengan daerah saturasi, aktif dan daerah *cut-off* ditunjukkan pada gambar dibawah ini, :



Gambar 2.5.1 Karakteristik Transistor (www.komponenelektronika.com) diakses pada tanggal 01 Oktober 2018

Pada saat transistor mendapat tegangan bias mundur pada pertemuan basis kolektor berarti tegangan V_{BE} mendekati nol atau lebih kecil dari 0,7 Volt dengan arus I_B sangat kecil sekali sehingga bias diabaikan atau dianggap nol, sehingga arus yang mengalir pada kolektor (I_C) dapat dianggap nol. Akibatnya transistor seolah-olah terputus pada kolektor dan emitter. Hal ini diibaratkan sebagai sebuah saklar terbuka dimana $V_{CE} = V_{CC}$. Transistor yang beroperasi pada keadaan ini disebut keadaan terpancung atau *cut-off*.

Saat transistor diberi bias maju, besar arus yang mengalir pada I_B adalah :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BC}}{R_B} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dalam keadaan ini arus I_C mengalir sebesar :

$$I_C = h_{FE} \cdot I_B \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana h_{FE} menyatakan besarnya penguatan DC atau transistor. Jadi dengan adanya bias maju pada masukan transistor menyebabkan mengalirnya arus I_C dimana semakin besar tegangan V_{BE} maka semakin besar pula arus yang mengalir, sehingga terjadi *drop* tegangan pada terminal kolektor dan emitter yaitu

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C \dots\dots\dots (2.5)$$

Pada keadaan ini antara kutub kolektor dan emitter seolah-olah memiliki suatu nilai tahanan tertentu untuk menghalangi arus I_C mengalir ke emitter. Transistor yang beroperasi dalam keadaan ini disebut sebagai keadaan aktif.

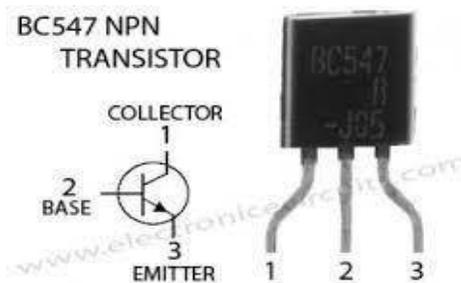
Jika tegangan V_{BE} atau arus I_B terus menerus dinaikkan hingga suatu saat arus I_C tidak dapat lagi ditingkatkan, pada keadaan inilah arus I_C disebut telah mengalami kejenuhan atau saturasi. Artinya dikarenakan keterbatasan satu daya yang diberikan pada V_{CC} , arus I_C tidak dapat meningkat, sehingga tegangan V_{CE} semakin menurun. Tegangan V_{CE} akan turun hingga mencapai 0,3 Volt, tegangan ini dinamakan V_{CE} jenuh. Besarnya arus I_C jenuh dapat dihitung dengan rumus :

$$I_C(jenuh) = \frac{V_{CC} - V_{CE}(jenuh)}{R_C} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keadaan ini dapat dibayangkan seolah-olah terjadi hubungan antara kolektor dan emitter. Akibatnya arus dapat mengalir dari kolektor menuju emitter, hal ini

diibaratkan sebagai sebuah saklar yang tertutup. Transistor yang beroperasi dalam keadaan ini disebut sebagai keadaan jenuh atau saturasi.

Pada perancangan ini, transistor yang digunakan adalah transistor NPN BC547. Bentuk fisik dari transistor NPN BC547 dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.5.3. Bentuk Fisik Transistor NPN BC547 (<https://elektronika-dasar.web.id>) diakses terakhir pada tanggal 01 Oktober 2018

2.6 Kapasitor

Kapasitor sering disebut kondensator ini merupakan jenis kapasitor yang menggunakan cairan elektrolit sebagai media untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan yang lebih besar. Kelebihan kapasitor elektrolit adalah lebih mudah mendapatkan nilai kapasitor yang lebih besar dengan *volume* yang lebih kecil.

2.6.1 Jenis Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit dapat dibedakan menjadi 2 macam menurut polaritasnya yaitu:

- Jenis kapasitor Elektrolit Polar. Jenis kapasitor ini memerlukan perhatian saat pemasangan. Kesalahan pemasangan dapat menyebabkan kerusakan pada kapasitor elektrolit atau *elco*.

- Jenis Kapasitor Non Polar. Berbeda dengan kapasitor polar, kapasitor *non* polar tidak memiliki polaritas, sehingga cara memasangnya lebih mudah dan tidak menyebabkan kerusakan.

2.6.2 Nilai Kapasitor Elektrolit dan Toleransinya

Jenis Kapasitor ini memiliki nilai mulai dari 0,1 μF hingga 33.000 μF tergantung tipe dan ukurannya. Nilai dari kapasitor memiliki toleransi dari nilai yang tertulis.

Terdapat 2 hal yang biasanya menjadi spesifikasi dari kapasitor elektrolit yaitu :

- Toleransi nilai kapasitor. Umumnya kapasitor elektrolit memiliki toleransi antara 10% hingga 20%. Umumnya juga yang banyak ditemukan dipasaran adalah kapasitor dengan toleransi $\pm 20\%$. Jenis yang memiliki
- toleransi 20% ditandai dengan M, sedangkan yang memiliki toleransi 10% ditandai dengan K.
- Toleransi terhadap temperature. Kapasitor elektrolit umumnya mempunyai kemampuan tahan terhadap suhu kisaran 85°C - 125 °C

Jenis dan fungsi kapasitor elektrolit atau *elco* harus diaplikasikan sesuai voltase masing-masing. Kesalahan pemilihan kapasitor dapat merusak alat dan peralatan itu sendiri. Gambar kapasitor *elco*/elektrolit dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.6.2 Kapasitor *Elco*/Elektrolit (<https://duniaelektronika.com>) diakses terakhir pada tanggal 12 Oktober 2018

BAB III

RANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

3.1 Spesifikasi Alat

Dalam perancangan hardware ini, untuk memudahkan penganalisaan rangkaian, maka akan dibagi menjadi beberapa bagian dari total keseluruhan rangkaian sistem yang akan dirancang.

Adapun spesifikasi rancangan ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1.1. Spesifikasi Mekanik

No.	Paramater	Keterangan	Satuan
1.	Alas Mekanik Sistem	Dimensi	Panjang = 31,5 cm Lebar = 12,5 cm
2.	Bahan Dasar Mekanik Sistem	Akrilik	

Sedangkan secara keseluruhan adalah sebagai berikut ini :

Tabel 3.1.2. Spesifikasi Sistem Keseluruhan

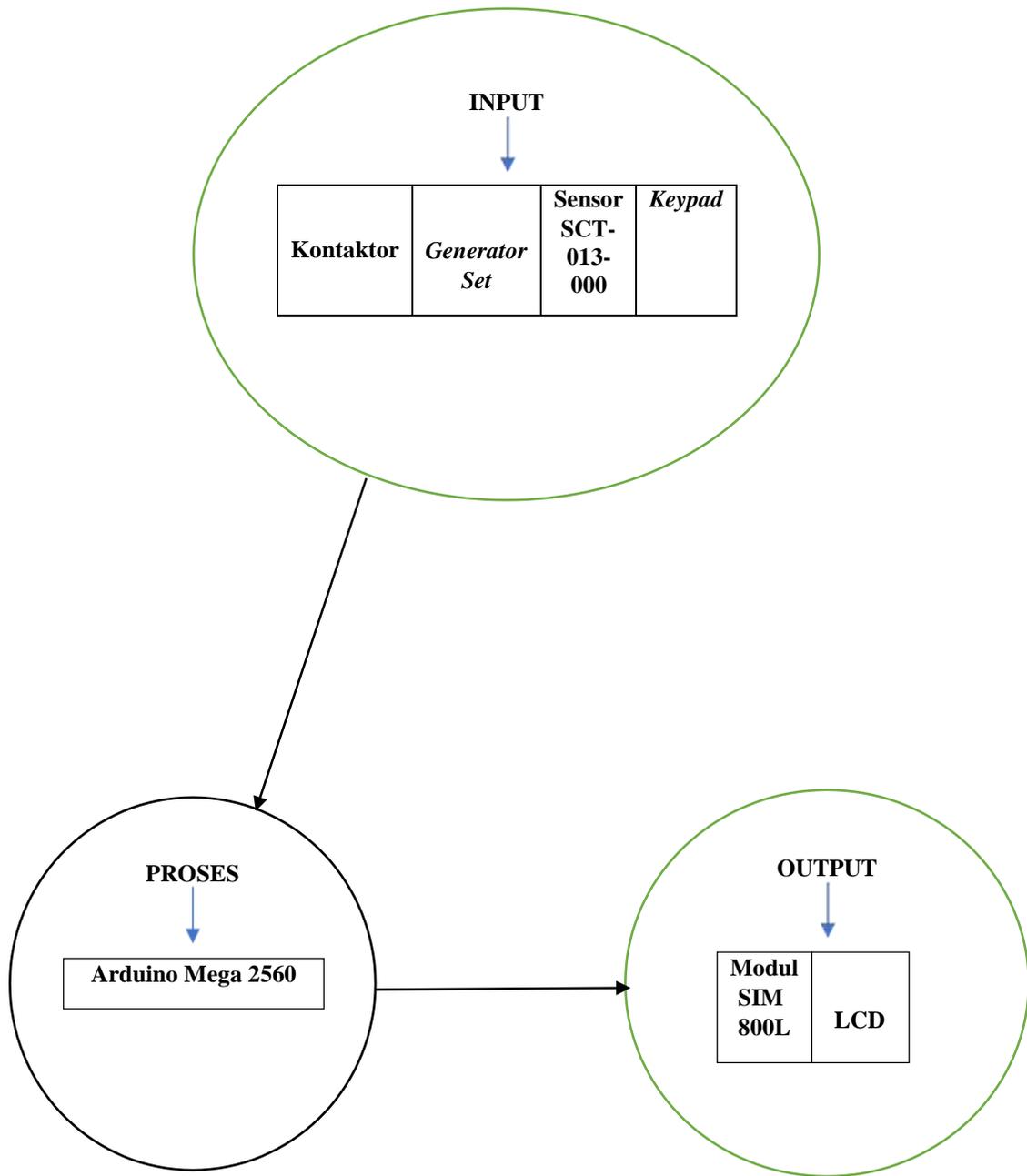
No.	Parameter	Keterangan	Satuan
1.	Sistem Kendali	Arduino Mega 2560	<i>Memory</i> sebesar 256 <i>kilobyte</i>
2.	Otomatisasi	Kontaktor	<i>Watt/ KiloWatt</i>
2.	Sensor	Modul SCT-013-000	0-100 Ampere deteksi maksimum

3.	<i>Display</i>	LCD	4 x 16
4.	<i>Power Supply</i>	<i>Power Supply Switching</i>	+12 Volt
		Modul LM2596	+5 Volt
5.	<i>Software</i>	Arduino IDE	Pemograman Bahasa JAVA
6.	<i>Output</i>	Modul SIM 800L	GPRS
7.	<i>Pin Input</i>	<i>Keypad</i>	4 x 4

3.2 Rancangan Blok Diagram

Dalam rancangan suatu sistem, terlebih dahulu sistem tersebut direncanakan mulai dari blok diagram hingga skema rangkaian sistem keseluruhan. Blok diagram menyatakan hubungan secara berurutan satu atau lebih komponen yang memiliki kesatuan kerja tersendiri.

Dengan blok diagram, kita menganalisa cara kerja rangkaian dan merancang hardware yang dibuat secara umum. Blok memiliki arti khusus dengan memberikan keterangan didalamnya. Untuk setiap blok dihubungkan dengan satu garis yang menunjukkan arah kerja setiap blok yang bersangkutan. Blok diagram secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut.



3.2.1 Fungsi Tiap-Tiap Blok Diagram

Adapun fungsi tiap-tiap blok diagram adalah sebagai berikut :

Blok Sensor / Modul SCT-013-000 : Blok ini berfungsi sebagai pendeteksi beban dimana sensor ini memiliki nilai maksimum 100 A dalam mendeteksi beban.

Blok Kontaktor : Blok ini berfungsi sebagai saklar sekaligus mengubah arah pindahnya hantaran arus listrik dan beban dari PLN ke genset

Blok *Keypad* : Blok ini berfungsi sebagai *input* nilai beban yang ingin di set pada Arduino Mega 2560.

Blok Arduino Mega 2560 : Blok ini adalah sebagai pengendali dari seluruh rangkaian sistem. Sehingga tiap-tiap rangkaian dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Blok *Power Supply Switch* : Blok ini berfungsi sebagai pengubah dan mengkonversi tegangan AC yang awalnya 220 V menjadi tegangan DC sebesar 12 V.

Blok Modul LM 2596 : Blok ini berfungsi sebagai pengatur voltase keluaran *Power Supply Switch* dari 12 V menjadi 5 V.

Blok Modul SIM 800L : Blok ini berfungsi sebagai notifikasi/pemberitahuan kata pengantar alat serta beban terdeteksi melebihi beban maksimum yang di atur pada alat.

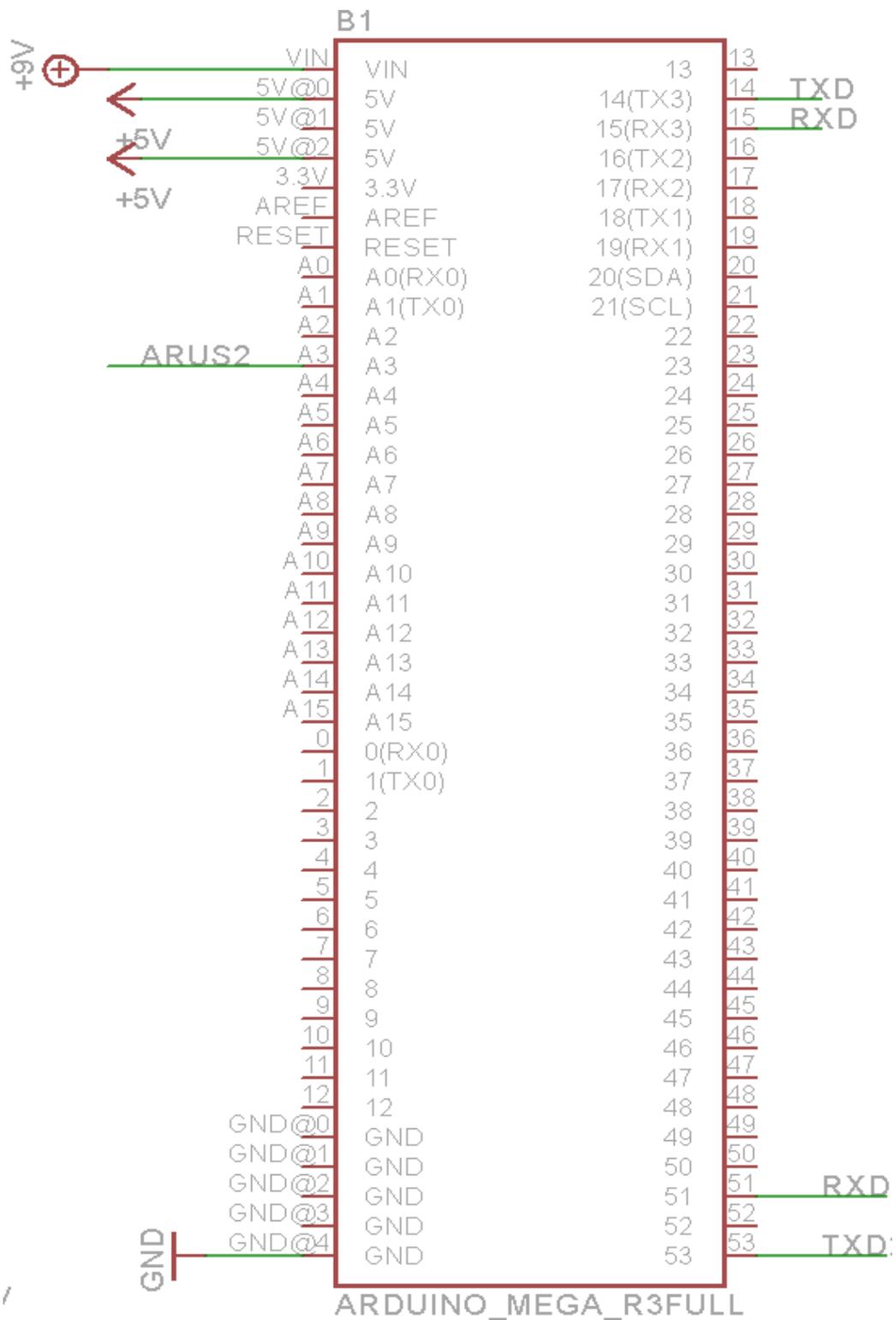
Blok LCD : Blok ini berfungsi untuk menampilkan informasi mengenai nilai beban maksimum yang di atur, serta tampilan konfirmasi SMS melalui Modul SIM 800L.

3.3 Cara Kerja Rangkaian Secara Keseluruhan

Cara kerja alat ini adalah dengan mendeteksi dan menghitung beban dari PLN ke genset. Alat ini berbasis sensor arus SCT-013-000, *Keypad*, Arduino Mega 2560 yang dilengkapi dengan tampilan LCD dan modul SIM 800L. Secara prinsip, sensor SCT-013-000 akan mendeteksi beban terukur melalui keypad sebagai pin input pengaturan beban yang ingin dibatasi nilainya. Nah, pada tahap selanjutnya keluaran tegangan dari Sensor SCT 013-000 tadi dikonversikan melalui ADC (*Analog to Digital Converter*) ke Arduino mega 2560 dalam format 10 bit. Lalu data digital ini diproses di Arduino mega 2560. Kemudian data tadi merespon ke modul SIM 800L untuk dikirm ke user sebagai notifikasi.

3.4 Rancangan Rangkaian Arduino Mega 2560

Board Arduino Mega 2560 adalah sebuah *Board* Arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler ATmega 2560. *Board* ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 *digital Input / Output*, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai *output* PWM, 16 buah analog *Input*, 4 UART. Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan *power* dari USB ke PC / *Laptop* atau melalui *Jack* DC pakai *adaptor* 7-12 V DC.

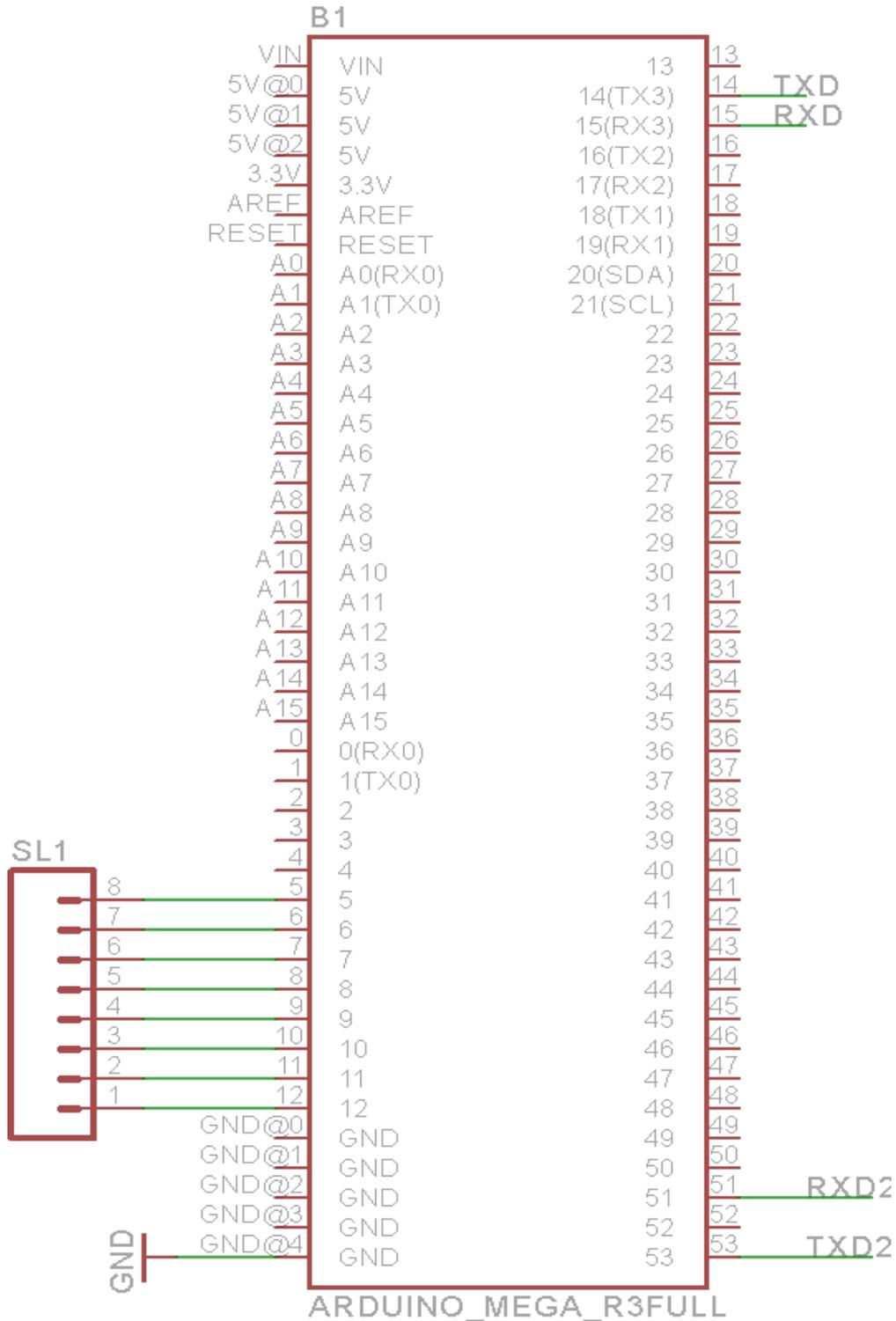


Gambar 3.4 Rangkaian Arduino Mega 2560

Pin digital Arduino Mega 2560 ada 54 Pin yang dapat di gunakan sebagai *Input* atau *Output* dan 16 Pin Analog berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC, setiap Pin Analog memiliki resolusi sebesar 10 bit.Arduino Mega 2560 di lengkapi dengan pin dengan fungsi khusus,sebagai berikut :

- **Serial 4 buah** : *Port Serial* : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) ;*Port Serial 1* : Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); *Port Serial 2* : Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); *Port Serial 3* : Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX).Pin Rx di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL
- **External Interrupts 6 buah** : 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*)
- **PWM 15 buah** : 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai *Output* PWM 8 bit
- **SPI** : Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS) ,Di gunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library
- **I2C** : Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan *wire library*
- **LED** : 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin *Digital 13*

3.5 Rancangan Rangkaian Keypad



Gambar 3.5 Rancangan Rangkaian Keypad

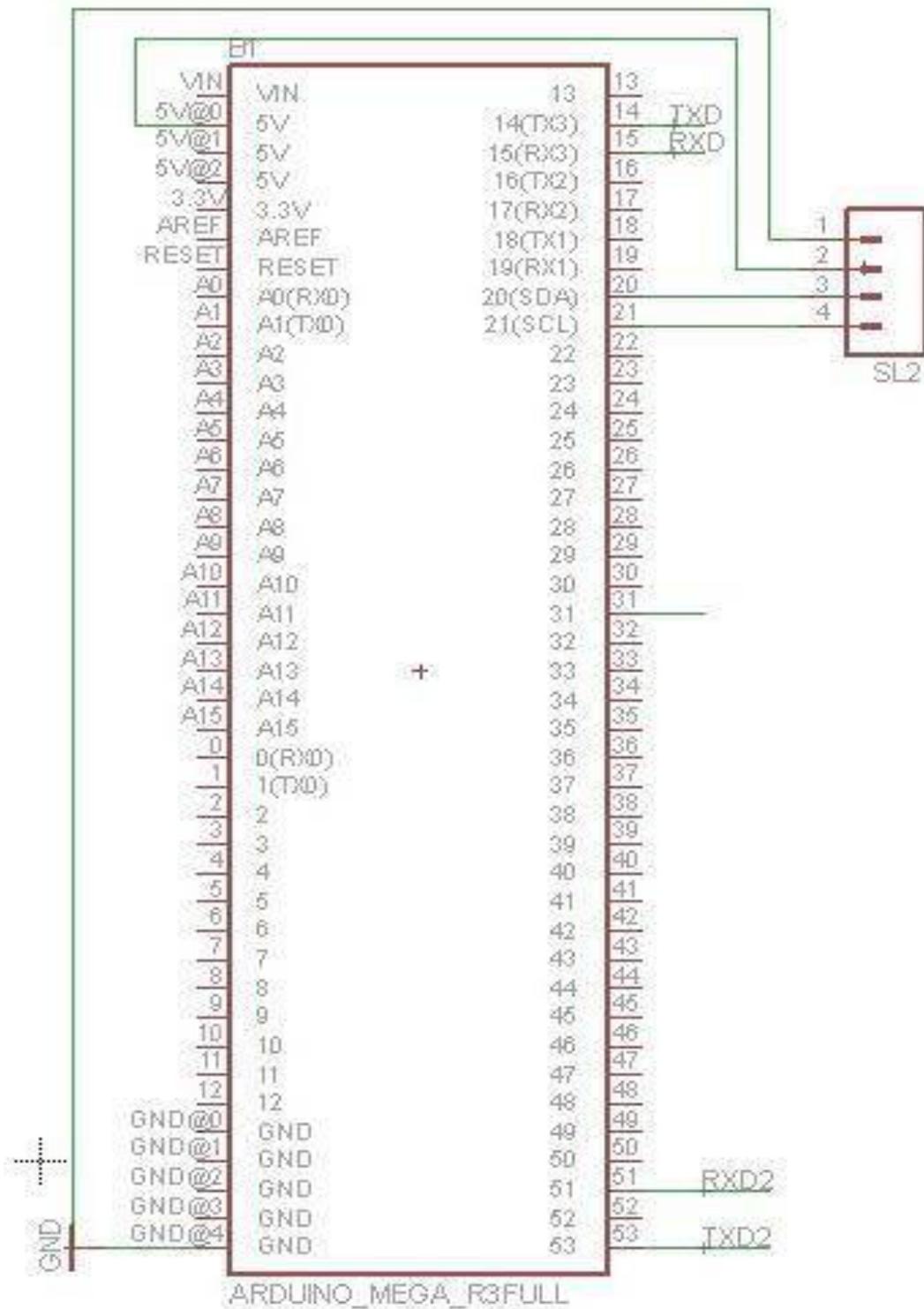
Rangkaian *keypad* berfungsi untuk mengatur nilai beban pada alat, alat tersebut dapat mendeteksi sesuai keinginan kita berapa pun nilai nya hingga batas maksimum yang ditentukan oleh kita sendiri sebagai pengguna (*user*).

Pada rangkaian diatas, terhubung melalui kaki Arduino 5 sedangkan pada keypad 8. Pada kaki Arduino 6 pada kaki keypad 7. Pada kaki Arduino 7 pada keypad 8 dan seterusnya.

3.6 Rancangan Rangkaian LCD

Rangkaian LCD berfungsi untuk menampilkan informasi mengenai nilai beban terdeteksi dalam suatu mekanisme listrik. LCD terdiri dari beberapa memori yang digunakan untuk *display*. Semua teks maupun angka dituliskan ke LCD lalu disimpan didalam memori LCD secara berurutan membaca untuk menampilkan teks maupun angka ke LCD tersebut. LCD ini didesain dengan tampilan bentuk digital. LCD ini lebih hemat energi di bandingkan dengan model CRT. Konsumsi daya listrik yang rendah ini membuat baterai akan lebih tahan lama. Biasanya LCD ini di gunakan untuk monitor komputer, televisi, panel instrumen, menampilkan pesawat kokpit, signage, dll. Misalkan layar kecil pada kalkulator, jam tangan digital, dan panel layar kecil yang ada di tape recorder atau CD,VCD,DVD player. Dengan LCD ini tampilan gambar akan kelihatan halus dan luas di banding dengan model CRT karena tidak menggunakan fosfor dan tidak terjadi gambar *burn in*. Setiap pixel dari sebuah LCD biasanya terdiri dari lapisan molekul selaras antara dua elektroda transparan, dan dua filter polarisasi. Dari awal sampai akhir LCD telah

banyak mengalami perkembangan dan terbagi menjadi beberapa jenis, misalkan LCD yang terdapat di hape jadul atau hp layar *monochrome*, *game box* tetris.



Gambar 3.6 Rancangan Rangkaian LCD

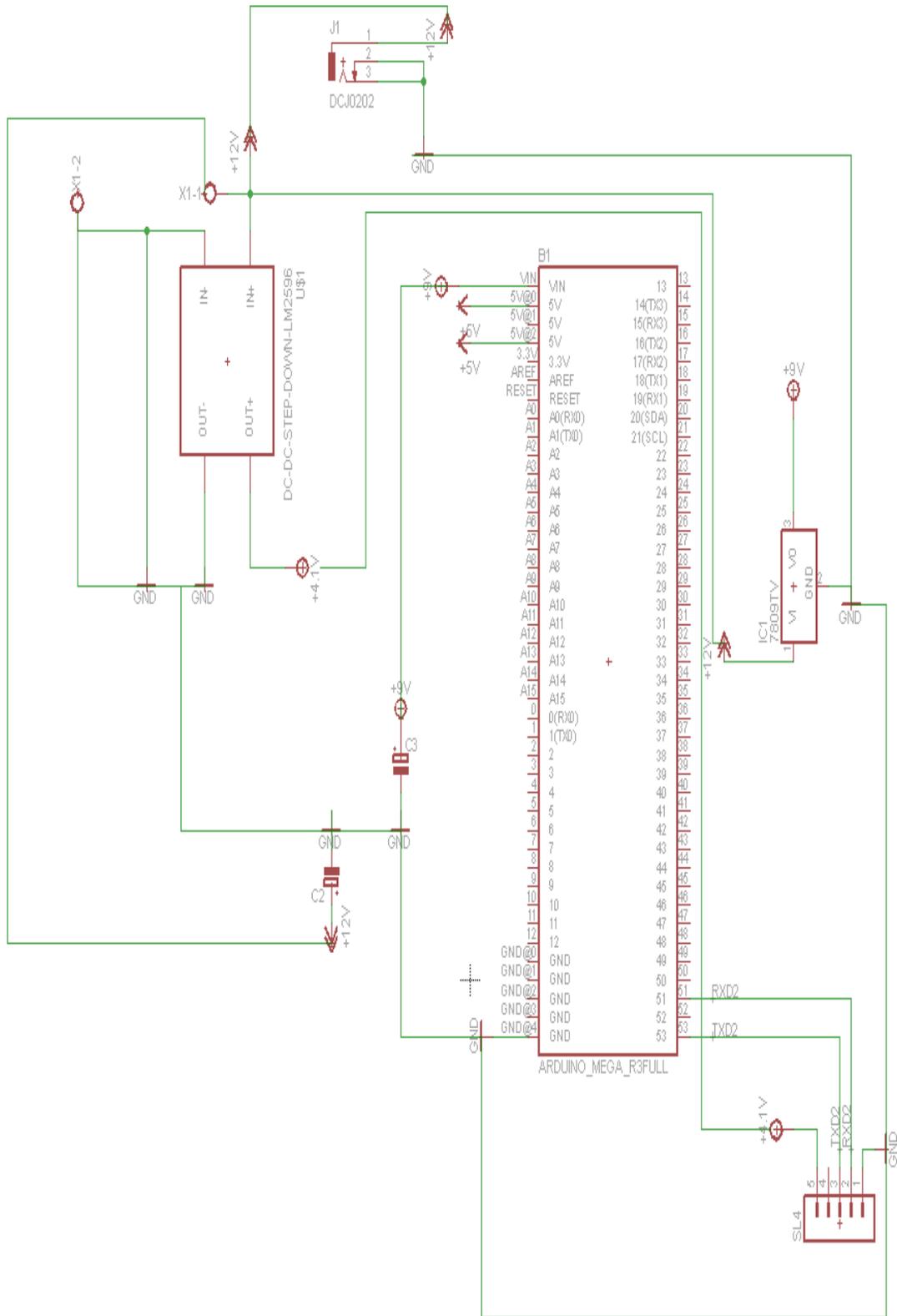
Pada rancangan rangkaian LCD diatas, kaki LCD 1 yaitu *output* terhubung pada ground diarduino. Sedangkan kaki 2 LCD atau input terhubung pada Vin 5 volt Arduino.

3.7 Rancangan Modul SIM 800L

Rancangan modul SIM 800L bertujuan sebagai *feedback* untuk kerja seluruh alat. Feedback disini ialah berupa SMS (*Short Message Service*) dari nomor yang terpasang pada modul SIM 800L kepada nomor tujuan yang sudah ditentukan. Pada rancangan dibawah ini jalur yang terhubung dengan Arduino mega ada sebagai berikut :

- Pin VCC SIM800L ==> Power Positif 3,7V – 4V, dengan arus sekitar 2A (Bisa dari *Step Down Converter* atau yang lain)
- Pin GND SIM800L ==> *Negatif power supply / Step Down Converter* dan GND Arduino
- Pin RX SIM800L ==> Pin 8 Arduino
- Pin TX SIM800L ==> Pin 7 Arduino
- Pin NET SIM800L ==> Antena

Modul Sim 800L ini bersifat fleksibel, namun sering mengalami *render* untuk mengirim maupun menerima SMS. Sehingga tidak serta merta instan dalam prosesnya, membutuhkan waktu sekitar 30-60 detik tergantung frekuensi dan sinyal saat menerima maupun mengirimkan SMS.

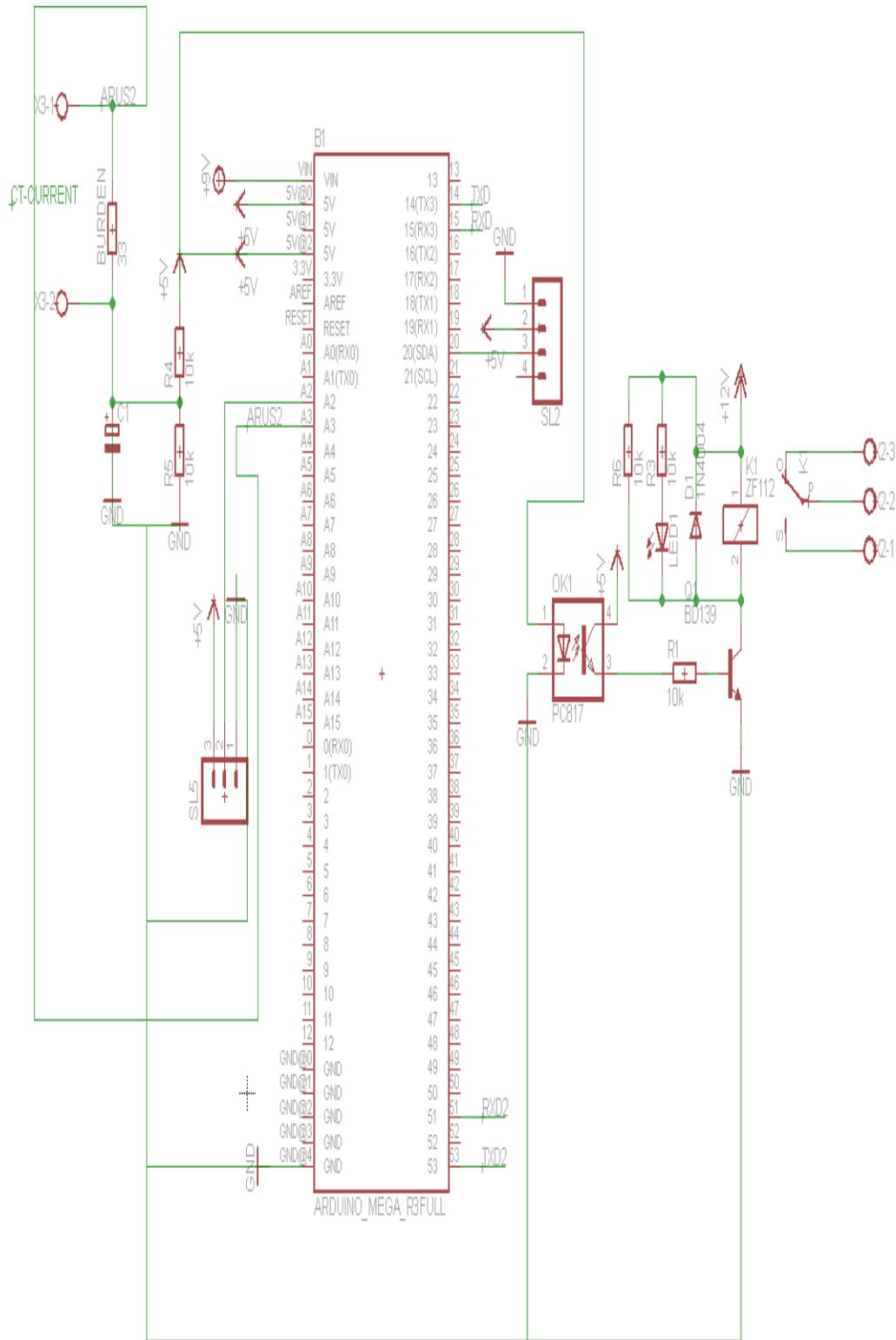


Gambar 3.7 Rancangan Modul SIM 800L

3.8 Rancangan Modul Sensor SCT 013-000

Rancangan modul sensor SCT 013-000 bertujuan sebagai pengukur beban/arus pada alat. Dimana pengukur ini terdiri dari kumparan dan magnet yang dapat mendeteksi adanya beban pada percobaan uji arus sehingga lebih cepat dan efisien dalam pengukuran. Pada rancangan dibawah ini, *input* pada kaki sensor arus masuk di *input* arduino mega, sedangkan *outputnya* masuk dan terhubung ke *ground* pada arduino mega.

Secara fungsi Modul sensor SCT 013-000 ini bernilai maksimal 100 A : 50 A namun disini yang menggunakan nilai maksimal penggunaan sebesar 20 A saja. Dikarenakan penggunaannya hanya sebatas pemakaian rumah tangga seperti setrika, lampu pijar, dan maksimal penggunaan genset.



Gambar 3.8 Rancangan Modul SCT 013-000

3.9 Rancangan Blok PCB (*Printed Circuit Board*)

Rancangan PCB (*Printed Circuit Board*) dilakukan Bersama dengan tata letak komponen. Pada proses ini sangat erat kaitannya dengan pola PCB. Rancangan PCB menggunakan *software* EAGLE 7.1.0. *Software* ini merupakan *software* berbasis *Windows* yang difungsikan untuk rancangan PCB dan menggambar skematik rangkaian.

Untuk menyelesaikan rancangan *layout* PCB tersebut, maka hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Letak komponen-komponen elektronik yang tersusun rapi dan sistematis.
2. Hubungan pengawatan yang jelas dan pendek.
3. Hindari sudut pengawatan yang tajam seperti sudut : (30°,60°, dan 90°)
4. Ukuran PCB yang seminimalis mungkin sehingga terlihat rapi.
5. Melarutkan PCB dengan cairan FeCl₃ (*Ferric Chlorida*)
6. Menggosok PCB hingga tersisa *layout* yang terancang

Adapun bahan utama yang dibutuhkan untuk mencetak *layout* ke PCB adalah sebagai berikut :

- PCB polos
- Kertas berisi *layout* rangkaian
- Setrika listrik
- Larutan FeCl₃

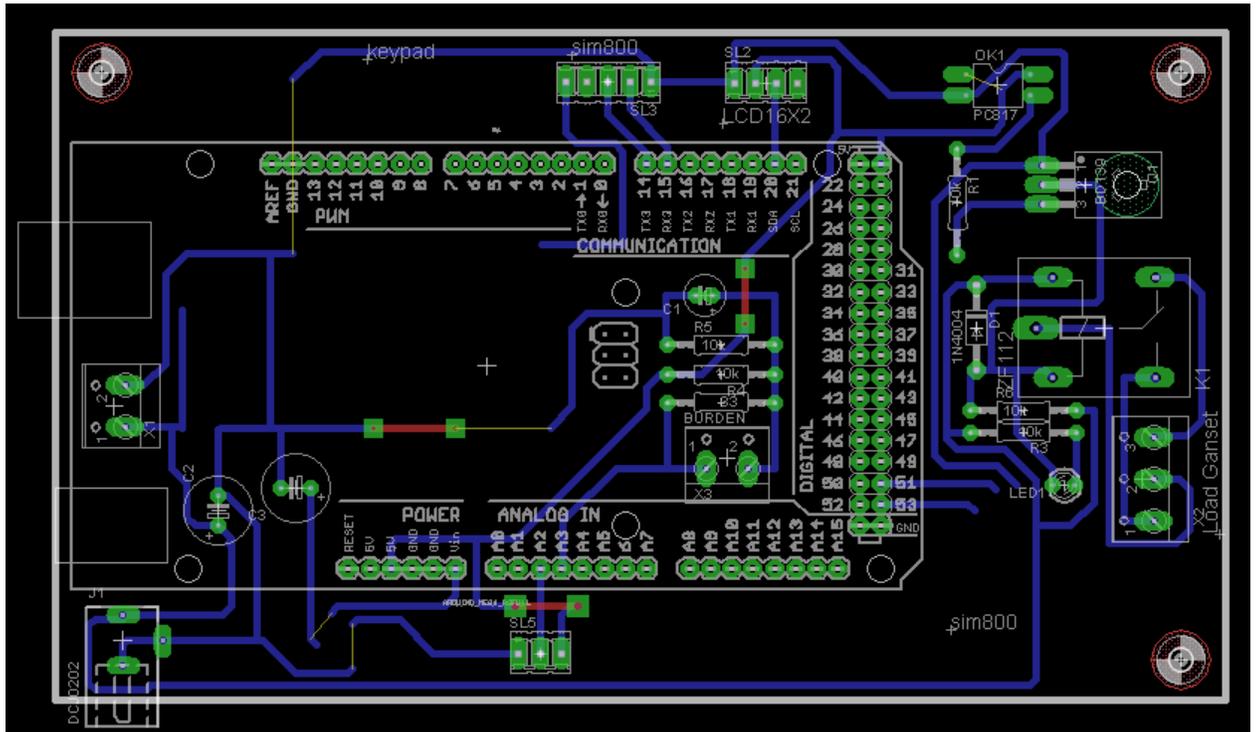
- Kipas Angin
- Wadah Plastik
- *Thinner*
- Bor Tangan

Setelah bahan utama tersedia, maka langkah-langkah yang diambil dalam mencetak layout ke PCB adalah sebagai berikut :

1. Bersihkan permukaan PCB yang ingin dicetak *layout*.
2. Keringkan PCB menggunakan kipas angin untuk menghemat waktu pengerjaan.
3. Letakkan kertas berisi *layout* diatas permukaan PCB, lalu gosok menggunakan setrika.
4. Setelah kertas menempel dengan baik pada PCB, bersihkan kertas *layout* jika *layout* sudah tercetak pada PCB.
5. Kemudian larutkan PCB pada larutan FeCl_3 , masukkan PCB yang terlarut kedalam wadah plastik yang disediakan.
6. Setelah *layout* terlarut dengan baik, bersihkan sisa larutan yang masih menempel pada layout menggunakan *thinner*.
7. Setelah semua tahap mencetak PCB selesai, Bor setiap lubang pada *layout*, lalu tempatkan komponen-komponen pada lubang yang telah di bor pada PCB.

3.10 *Layout PCB dan Komponen*

Layout PCB dan komponen memegang peranan penting karena akan dijadikan film yang akan dicetak di PCB. Rancangan *layout* PCB dan komponen didasari pada beberapa pertimbangan yang menyangkut keamanan dan efisiensi PCB serta tata letak komponen pada papan PCB.

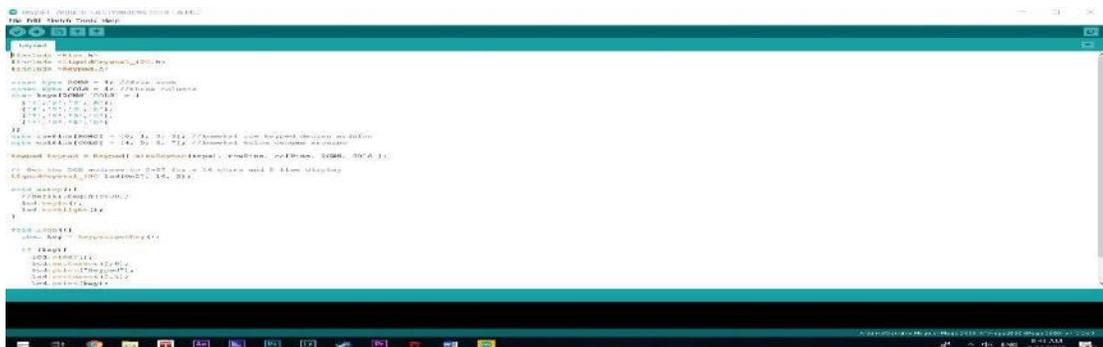


Gambar 3.10 *Layout* PCB dan Komponen

Pada gambar rangkaian diatas, dapat kita lihat jalur rangkaian secara jelas. Rangkaian tersebut didesain sebagai perencanaan yang nantinya akan dicetak pada papan PCB (*Printed Circuit Board*) nantinya.

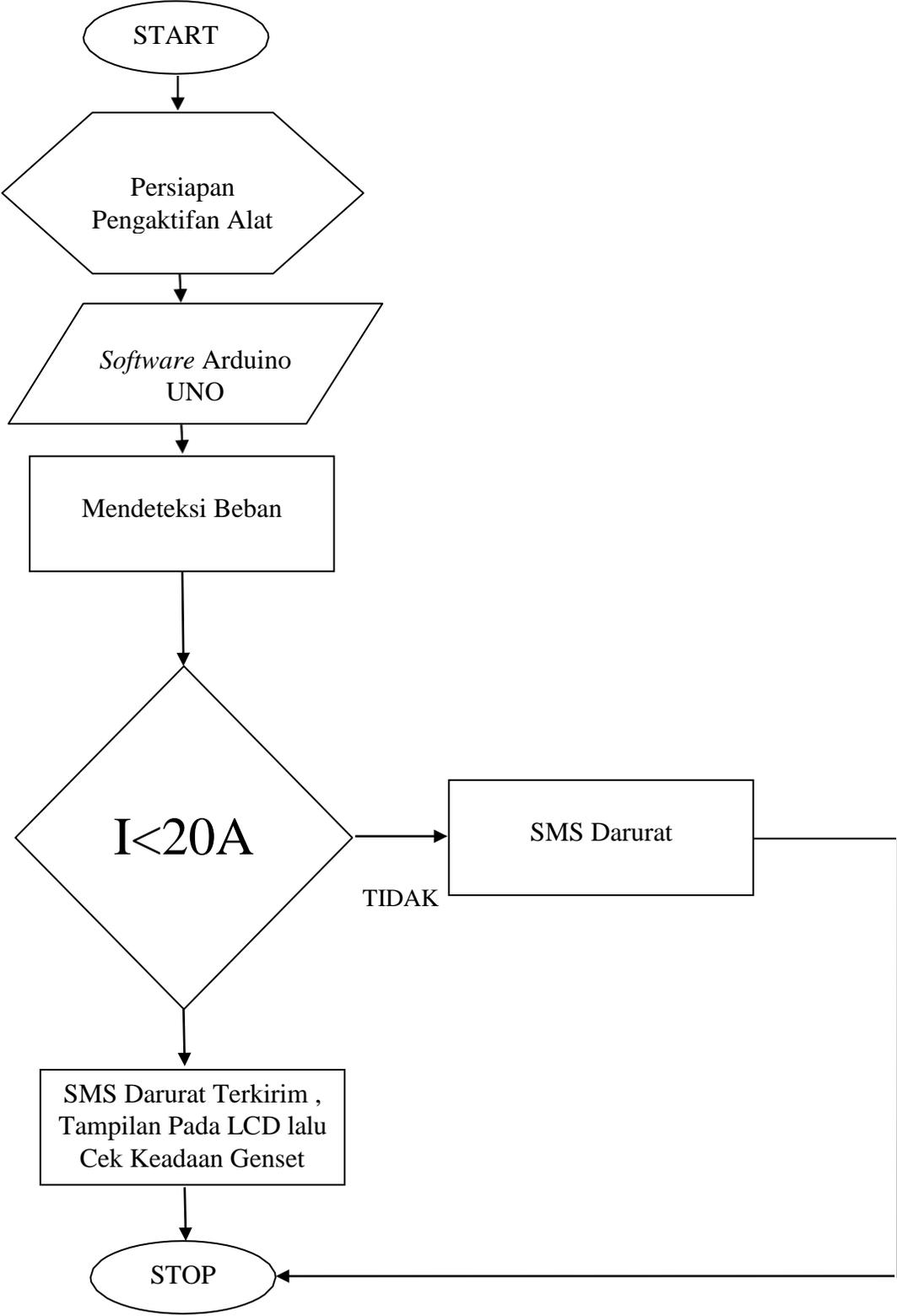
3.11.2 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino IDE itu merupakan kependekan dari (*Integrated Development Environment*), atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang merupakan bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *wiring*. Yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. Adapun gambar dari *Software* Arduino IDE adalah sebagai berikut.



Gambar 3.11.2 Arduino IDE (*Arduino IDE*)

3.12 Flowchart Program



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras yang telah terancang dapat bekerja dengan baik sebagaimana yang diinginkan. Pengujian yang dilakukan terhadap perangkat keras meliputi beberapa blok-blok rangkaian dan gabungan diantara beberapa blok-blok.

4.1.1 Tabel Pengujian dan Analisis Rangkaian *Power Supply Switching 12 Volt*

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *multimeter digital* dan dihubungkan dengan kaki *input* untuk mengukur *input* tegangan dan kaki *output* tegangan dari *power supply switching 12 volt*. Pengujian pada rangkaian ini menggunakan metode terbeban (terhubung) dengan beban dan beban terbuka. Berikut hasil pengujian *power supply switching* tanpa beban dan dengan beban. Berikut hasil pengujian *power supply* tanpa beban dan dengan beban.

Tabel 4.1.1 Tabel Pengujian Rangkaian *Power Supply Switching 12 volt*

Power Supply Switching 12 Volt	Kondisi	V _{in} (Volt)	V _{out} (Volt)
	Tanpa Beban	11,68	11,68
	Dengan Beban	11,68	11,65

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan *power supply switching* tidak mengalami *drop* saat semua sedang bekerja karena nilai yang dihasilkan stabil yaitu Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan *power supply switching* tidak mengalami *drop* saat semua sedang bekerja

Gambar dibawah ini kondisi tanpa beban yang dihitung menggunakan multimeter pada acuan nilai tegangan (Volt):



Sedangkan di bawah ini adalah gambar nilai dengan beban yang dihitung menggunakan multimeter pada acuan nilai tegangan (Volt) adalah sebesar 12 volt.



4.1.2 Tabel Pengujian dan Analisa Rangkaian Sensor Modul SCT-013-000

Pada pengujian ini, dilakukan penghitungan nilai tegangan beban untuk mengetahui sensor mendeteksi adanya arus pada catu daya utama (PLN) yang berpindah ke catu daya cadangan (Genset). Sensor modul SCT-013-000 ini dilakukan pengukuran keluaran tegangan *output* melalui *input* yang masuk dari Arduino ke sensor modul SCT-013-000.

Adapun nilai tegangan output pada sensor adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1.2 Tabel Pengujian Sensor SCT-013-000

Modul sensor SCT 013-000	Parameter	Vin (Volt)	Vout (Volt)
	Saat mengukur arus	5,05	0,05
	Saat tidak mengukur arus	5,05	5,05

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan saat tegangan masuk nilai yang dihasilkan nya sama. Namun, saat perhitungan nilai keluaran dapat berbeda saat menghitung arus melalui sensor SCT 000-013.



Pada pengujian diatas dapat dilihat bahwa nilai *input* mengalami *drop* sehingga dapat menyebabkan pengukuran mengalami ketidak maksimalan berarti. Oleh karena itu nilai arus terukur menjadi tidak tetap.

4.1.3 Pengujian dan Analisa Converter Regulator Modul LM 2596

Pada pengujian ini, dilakukan untuk mengetahui nilai *output* pada modul LM 2596 yang bernilai *volt*. Pengukuran tegangan *output* pada modul LM 2596 dilakukan melalui *input* tegangan masuk ke modul LM 2596 melalui arduino. Adapun nilai tegangan *output* pada modul LM 2596 ada sebagai berikut :

Tabel 4.1.3 Pengujian Modul LM 2596

	Parameter	Vin (Volt)	Vout (mVolt)
Modul LM 2596	Saat mengukur arus	1,58	036,4
	Saat tidak mengukur arus	1,59	128,6





Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan saat modul bekerja untuk menurunkan tegangan yang masuk pada dasarnya sama / stabil. Akan tetapi *output* yang dihasilkan berbeda dan dalam satuan *mVolt*.

4.1.4 Pengujian dan Analisa Keypad

Pengujian ini dilakukan pada *keypad* yang fungsinya sebagai *input* nilai pada sistem kerja alat secara keseluruhan yang bernilai riil. Pengujian ini untuk mengukur tegangan *output* pada keypad yang *inputnya* melalui Arduino. Adapun nilai tegangan keluaran *output keypad* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1.4 Tabel pengujian Keypad

	Parameter	Vin (Volt)	Vout (Volt)
Keypad	Saat mengukur arus	11,02	11,21
	Saat tidak mengukur arus	11,02	11,12

Pada pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa, tegangan yang diterima *keypad* itu tetap/stabil sehingga tidak mempengaruhi kinerja rangkaian. *Keypad* disini difungsikan sebagai *input* nilai untuk sistem kerja rangkaian. Tabel dibawah ini ialah pengujian instruksi yang dilakukan pada *keypad* fungsinya sebagai *input* nilai pada sistem kerja alat secara keseluruhan yang bernilai riil. Pengujian ini untuk mengukur tegangan *output* pada *keypad* yang inputnya melalui Arduino. Adapun nilai tegangan keluaran *output keypad* adalah sebagai berikut :

Tabel Instruksi pada pengujian *Keypad*

No.	Penekanan Pada Keypad	Karakter yang muncul pada LCD/Instruksi di mikrokontroler
1.	Tekan 0	“0”
2.	Tekan 1	“1”
3.	Tekan 2	“2”
4.	Tekan 3	“3”
5.	Tekan 4	“4”
6.	Tekan 5	“5”
7.	Tekan 6	“6”
8.	Tekan 7	“7”
9.	Tekan 8	“8”
10.	Tekan 9	“9”
11.	Tekan A	-
12.	Tekan B	-
13.	Tekan C	-
14.	Tekan D	-
15.	Tekan *	<i>Reset</i>
16.	Tekan #	Perintah menerima nilai tegangan

Dari tabel diatas disimpulkan bahwa fungsi *keypad* pada setiap alat sama, hanya untuk *keypad* tertentu seperti, A,B,C,D,*, dan #. Dapat berbeda secara fungsi tergantung kemauan pengguna. Namun dalam pemakaian tersebut, saya tidak menggunakan *keypad* A,B,C,D.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Untuk nilai yang dapat dibaca pada modul sensor SCT-013-000 sebesar 0 – 100 A dengan nilai *output* arus sebesar 0 – 50 mA. Arus yang dapat terbaca yaitu sebesar 100 *ampere* maksimal dengan keluaran nilai output maksimal 50 *mili ampere*. Untuk nilai tegangan yang dapat diterima modul SIM 800L 3,7 – 4,7 V dengan *broadband* GSM 850/950/1800/1900 namun dalam jaringan frekuensi *broadband* tersebut hanya dapat digunakan jaringan GSM bukan CDMA. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, nilai arus yang dihitung mulai dari 0 – 20 A. karena alat yang saya rancang hanya sebatas penggunaan maksimal 20 *ampere*.

5.2.1 Saran

1. Untuk penyempurnaan alat ini sebaiknya menggunakan sensor pendeteksi arus yang lebih presisi seperti sensor arus ACS712 dengan nilai batas kesenjangan antara 0 – 10 A dan dalam pengaturan per desimal 0,1 untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Mengapa sarankan seperti itu? Karena nilai yang saya ambil ketika membuat sistem rangkaian tersebut *range* nya terlalu besar menyebabkan hasil yang diterima tidaklah maksimal. Sistem alat ini diuji untuk penggunaan rumah tangga yang tidak banyak mengkonsumsi daya besar.
2. Ada baiknya menggunakan aplikasi android dikarenakan delay yang dihasilkan tidak terlalu lama dibandingkan dengan menggunakan modul SIM yang membutuhkan waktu 2-3 menit untuk menerima SMS darurat tersebut. Dikarenakan SMS menggunakan frekuensi terbatas dan pada waktu-waktu sibuk, SMS dapat ditolak oleh provider. Hal ini menyebabkan pilihan untuk mengirim pesan terkesan lambat, terbukti saat melakukan beberapa pengujian alat yang terjadi adalah kecepatan pengiriman internet jauh lebih efisien dibandingkan kecepatan SMS dan tidak adanya *waiting list*. Gangguan pada SIM 800L sering kerap terjadi pada waktu-waktu tertentu missal pada jam kantor saat siang hari. Arus yang dideteksi pada sensor arus SCT 013-000 sering tidak terbaca dengan baik, dikarenakan arus yang diterima pada

sistem/alat terlalu kecil. Alat lebih baik digunakan untuk menghitung beban arus pada meteran listrik PLN dibandingkan perangkat listrik. Mengapa saya sarankan begitu? Karena meteran listrik itu memiliki tegangan dan arus yang lebih besar dibandingkan alat-alat rumah tangga, dan memang spesifikasi sensor arus yang saya gunakan cukup baik dalam menghitung arus tegangan tinggi. lebih baik menggunakan sensor tegangan dibandingkan arus karena selain gampang, sensor tegangan lebih mudah untuk pengujian dan menentukan nilai besarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert Paul Malvino. 1992. Prinsip-Prinsip Elektronika. Edisi Ketiga Jilid 1
terjemahan Prof. M. Barmawi, Ph.D. Jakarta: Erlangga
- Agus Purnama. 2013. Satelit di <https://www.komponenelektronika.com> (diakses pada
10 September 2018)
- Dickson Kho. 2014. Pengertian dan Fungsi Induktor beserta Jenis-jenis Induktor,
<http://teknikelektronika.com/pengertian-dan-fungsi-induktor-beserta-jenis-jenis-induktor/> Diakses pada 29 April 2015.
- Hesti, Emilia. 2013. Bahan Ajar Praktek Rancangan Rangkaian Elektronika.
Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya
- J. Bambang Murdaka dan P. Tri Kuntoro, 2010, Fisika Dasar Listrik-Magnet, Optika,
Fisika Modern. Yogyakarta : C.V Andi Offset
- Jimmy Kardon Sitepu. 2014. Satelit di <https://www.mikroavr.com> (diakses pada 29
Agustus 2018)
- Kautsar, Helmy, 2010, Analisa dan Rancang Bangun Rangkaian Transmitter pada
Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel. Depok : Universitas Indonesia
- Kawolu, Fajar. 2013. Analisa Pengaruh Antena Terhadap Frekuensi dan Daya
Transmitter pada Catu Daya Listrik Nirkabel. Depok : Universitas Indonesia
- Nugroho, Sapto. 2013. Rancang Bangun Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel.
Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya
- Rahmat Santoso. 2011. Satelit di <https://www.jogjarobotik.com> (diakses pada 10
Oktober 2018).
- Shrader, Robert L. 1991. Komunikasi Elektronika. Jakarta : Erlangga
- Salim Hadi. 2011. Satelit di <http://www.elektronika-dasar.web.id> (diakses pada 28

November 2018

Wijaya, Sastra Kusuma. Diktat Elektronika I. Jakarta : FMIPA Universitas Indonesia

Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.

Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.

Tarigan, A. D. (2018, October). A Novelty Method Subjectif of Electrical Power Cable Retirement Policy. In International Conference of ASEAN Prespective and Policy (ICAP) (Vol. 1, No. 1, pp. 183-186).

Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.

Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty of Data Mining for Promoting Education based on FP-Growth Algorithm.

Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service of QFC And SPC Methods in the Process Performance Potential Gain and Customers Value in a Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, 9(6), 820-829.

Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.

Erika, Winda, Heni Rachmawati, and Ibnu Surya. "Enkripsi Teks Surat Elektronik (E-Mail) Berbasis Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA)." *Jurnal Aksara Komputer Terapan* 1.2 (2012).

Perwitasari, I. D. (2018). Teknik Marker Based Tracking Augmented Reality untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 8-18.

Ramadhani, S., Suherman, S., Melvasari, M., & Herdianto, H. (2018). Perancangan Teks Berjalan Online Sebagai Media Informasi Nelayan. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community*

Research Information Technology, 6(2).