



Rancang bangun alat Smart Socket dalam mengatasi over current menggunakan relay dan mikrokontroler

Proyek Akhir

Oleh:

Mega Novitasari Siahaan

3232101019

**Program Studi Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2024**

Pernyataan Keaslian Proyek Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Proyek Akhir saya yang berjudul : “Rancang bangun alat Smart Socket dalam mengatasi over current menggunakan relay dan mikrokontroler” adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 25 Januari 2024



Mega Novitsari Siahan
NIM: 3232101019

Lembar Pengesahan

Proyek Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik (AMd.T.)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Mega Novitasari Siahaan (3232101019)

Tanggal Sidang: 10 Januari 2024

Disetujui oleh :

Penguji I



Ir. Muhammad Syafei Gozali, S.T., M.T.
NIK: 107050

Penguji II



Dessy Oktani, S.T., M.T
NIK: 110075

Pembimbing



Hasnira, S.ST., M.Tr.T.
NIK: 113112

Rancang bangun alat Smart Socket dalam mengatasi over current menggunakan relay dan mikrokontroler

Abstrak

Stop kontak yang sering digunakan masyarakat biasanya memiliki masalah yaitu pemakaian stop kontak yang selalu dalam keadaan *ON* yang tersambung dengan sumber listrik pada semua alat listrik yang terhubung sehingga masih terus beroperasi yang mengakibatkan pemborosan pada arus listrik yang dipakai. Maka dari rumusan masalah tersebut akan dirancang sebuah proyek stop kontak yang berdaya guna lebih, dan memberi kemudahan dalam pengoperasiannya yaitu "*Smart Socket*" yang dapat mengetahui arus yang telah digunakan dan dapat membatasi arus. Metode yang digunakan pada sistem monitoring dan proteksi *smart socket* dengan menambahkan komponen dan software yang dapat mendeteksi arus beban listrik serta memutus arus pada terminal stop kontak. Proyek ini dirancang menggunakan sensor ACS712 sebagai pendeteksi arus serta menggunakan relay sebagai saklar. dan pemutus arus. Alat ini juga memiliki tombol *button* yang dapat mengatur batas arus, kemudian data ditampilkan pada *Liquid Crystal Display (LCD)*, *Smart socket* memberi kemudahan dimana pengguna dapat mengetahui informasi mengenai jumlah arus listrik yang digunakan serta memutus arus apabila melebihi batas yang telah diatur.

Kata kunci: Sensor ACS712, Relay, Arduino nano, LCD dan Switch Button

Design a Smart Socket tool to overcome over current using relays and microcontrollers

Abstract

The sockets that people often use usually have a problem, namely the use of sockets that are always ON (connected to the electricity source) on all connected electrical devices so that they continue to operate, which results in wastage of the electric current used. So, from the problem formulation, a socket project will be designed that is more efficient and provides convenience in operation, namely "Smart Socket" which can determine the current that has been used and can limit the current. The method used in the smart socket monitoring and protection system is by adding components and software that can detect electrical load currents and cut off the current at the stop terminal contacts. The main device in the electronic system uses an ACS712 sensor as a current detector and uses a relay as a switch and circuit breaker. This tool also has a button that can set the current limit, then the data is displayed on the Liquid Crystal Display (LCD), Smart socket can provide information to the user in the form of the amount of electric current used and cutting off currents that exceed preset limits.

Keywords: ACS712 Sensor, Relay, Arduino nano, LCD 16X2 with I2C, Switch Button

Kata Pengantar

Puji dan Syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan karunianya sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “Rancang bangun alat *Smart Socket* dalam mengatasi *over current* menggunakan relay dan mikrokontroler” guna untuk memenuhi persyaratan untuk memenuhi gelar Ahli Madya Teknik (Amd.T) di Politeknik Negeri Batam.

Dalam kata pengantar ini, saya dengan rendah hati ingin mengungkapkan rasa terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan proyek akhir ini. Proyek akhir ini merupakan salah satu tonggak penting dalam perjalanan pendidikan saya, dan tidak akan mungkin terwujud tanpa dukungan dan bantuan dari banyak individu yang luar biasa. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada:

1. Berterima kasih kepada dosen pembimbing saya, Ibu Hasnira, S.ST., M.Tr.T, atas bimbingan, nasihat, dan pengetahuan yang tak ternilai selama proses pengerjaan proyek akhir dan penulisan buku proyek akhir ini.
2. Saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada keluarga terutama kedua orang tua saya dan juga teman-teman saya yang telah memberikan dukungan moral dan semangat selama perjalanan panjang ini. Terima kasih atas kesabaran, pengertian, dan motivasi yang selalu mereka berikan.
3. Tidak kalah pentingnya, saya ingin berterima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, kasih sayang, dan petunjuk-Nya yang senantiasa melindungi dan membimbing saya selama proses ini.

Dengan rendah hati, saya menyadari bahwa proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, saya berharap bahwa hasil penelitian dan temuan yang terdapat dalam proyek akhir ini dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat bagi perkembangan bidang yang saya teliti serta membuka jalan bagi penelitian lebih lanjut di masa depan.

Akhir kata, saya berharap bahwa proyek akhir ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi siapa pun yang membacanya. Semoga karya ini menjadi jejak yang bermanfaat dalam perjalanan ilmiah dan profesional saya.

Batam, 25 Januari 2024



Mega Novitasari Siahaan

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Proyek Akhir	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	viii
Lampiran	viii
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan	2
1.6 Struktur Pembagian Kerja	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka	4
2.1 Pembacaan Arus	4
2.2 Pembatas Arus	7
Bab 3. Metode Penelitian	9
3.1 Perancangan atau Penyusunan Desain Produk	9
3.2 Perancangan Software	11
3.3 Alat dan Bahan	12
3.4 Pengujian	13
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	14
4.1 Pengujian Pengukuran Arus	14
4.2 Pengujian Pembatas Arus	16
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	18
Daftar Pustaka	19

Biodata	21
Lampiran	22

Daftar Gambar

Gambar 1 Arduino Nano	5
Gambar 2 Pin ACS712	7
Gambar 3 LCD 16x2	8
Gambar 4 Blok Diagram Sistem	9
Gambar 5 Desain Elektrikal	9
Gambar 6 Desain Mekanikal	10
Gambar 7 Flowchart Program	11
Gambar 8 Grafik Perbandingan Resistor dengan Arus	15
Gambar 9 Grafik Perbandingan resistor dengan tegangan	16

Daftar Tabel

Tabel 1 Struktur Pembagian Kerja	2
Tabel 2 Keterangan Pin ACS712	6
Tabel 3 Spesifikasi Relay 1 Chanel	7
Tabel 4 Tabel Pin Elektrikal.....	10
Tabel 5 Alat dan bahan.....	12
Tabel 6 Pegujian Pengukuran Arus.....	14
Tabel 7 Pengujian Batas Arus 1 A	16
Tabel 8 Pengujian Batas Arus 2 A	17

Lampiran

Lampiran 1 Detail Desain Mekanikal	22
Lampiran 2 Hasil Mekanikal.....	23
Lampiran 3 Hasil Elektrikal	23

Bab 1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Stop contact merupakan peralatan listrik yang berada pada bagian akhir dalam suatu instalasi listrik yang berfungsi untuk menghubungkan sumber listrik dengan peralatan-peralatan pemakai listrik. *Stop contact* yang tersedia saat ini, umumnya tidak dilengkapi pembatas arus, hal ini dapat mengakibatkan pemakaian arus listrik yang melalui *stop contact* dapat melebihi batas kemampuannya, sehingga *stop contact* dapat mengalami kerusakan akibat panas bahkan dapat terjadi percikan api yang dapat mengakibatkan kebakaran. Melihat kondisi tersebut maka diperlukan *stop contact* yang memiliki kemampuan untuk membatasi arus dengan rentang arus sampai batas maksimal kemampuan *contact*, perangkat ini dapat juga dikatakan sebagai *smart socket*.

Pada tahun 2012, Yun dkk membuat *Monitoring and Control of Energy Consumption Using Smart Sockets and Smartphones* yang dapat memantau dan mengendalikan konsumsi energi elektronik dan perangkat menggunakan *smart socket* dan telepon pintar, serta penggunaan energi perangkat dan elektronik dapat dikontrol dengan menyalakan dan mematikan relay yang disematkan pada *smart socket*.

Power Saving Smart Socket with Wireless Sensor Network (Singaravelan A., & Kowsalya, M, 2016). Dapat mengurangi daya siaga alat rumah tangga listrik dan smart meter berbasis *ZigBee* untuk aplikasi *smart grid* serta mampu mematikan daya listrik dan mengurangi daya siaga menjadi nol saat pengguna mematakannya, sayangnya catu daya tidak dapat dikontrol secara otomatis atau jarak jauh.

Residence Energy Control System Based on Wireless Smart Socket and IoT (Tsai, K. 2016). Dapat menemukan solusi komprehensif untuk mengurangi energi peralatan secara efektif konsumsi dalam sebuah rumah, serta dapat mengatur meningkatkan kebijakan manajemen untuk mengontrol konsumsi energi rumah berdasarkan waktu dalam sehari

An Electricity Price-Aware Open-Source Smart Socket for the Internet of Energy (Blanco-Novoa, Ó. 2017). Mampu mengukur arus peralatan yang terhubung dan mengirim data yang dikumpulkan. Secara otomatis dapat mematikan daya setiap *Smart socket* yang terhubung ke IoT saat peralatan listrik tidak digunakan, bahkan sistem *smart plug* memungkinkan peralatan tertentu yang membutuhkan energi untuk menghemat hampir 70 € per tahun.

Maka pada proyek akhir ini akan dirancang produk yang berjudul "*smart socket*" yang dimana mampu membaca arus membatasi arus dan apabila arus yang digunakan melebihi dari batas arus yang telah ditentukan maka aliran listrik pada *socket* akan terputus.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam perancangan produk *smart socket* ini, mencakup beberapa hal diantaranya :

1. Bagaimana cara menampilkan data informasi arus pada produk *smart socket*?
2. Bagaimana cara membaca arus yang mengalir pada *smart socket*?
3. Bagaimana cara membatasi arus dalam *smart socket*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang disusun adapun tujuan yang diharapkan pada proyek akhir ini ialah :

1. *Smart socket* yang dapat memberikan informasi data arus kepada pengguna melalui tampilan LCD.
2. Menggunakan sensor ACS712 untuk perangkat pembacaan nilai arus.
3. Membuat sistem pembatasan arus dengan menggunakan mikrokontroler dan relay pada *smart socket*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang di harapkan pada proyek akhir pembuatan alat ini antara lain:

1. *Smart Socket* dapat memberi informasi jumlah pemakaian arus yang digunakan
2. Dapat memutus apabila terjadi kelebihan arus demi mencegah rusaknya perangkat.

1.5 Batasan

Dalam penulisan laporan proyek ini batasan permasalahan yang ada sebagai berikut :

1. Kemampuan sensor arus ACS712 yang digunakan hanya dapat membaca arus sebesar 5A.
2. Pengujian pada alat *smart socket* tidak lebih dari 3 ampere.

1.6 Struktur Pembagian Kerja

Pengerjaan proyek akhir ini dilakukan secara berkelompok yang dimana terdapat pembagian tugas dan tanggung jawab masing anggota kelompok. Tugas dan tanggung jawab dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Struktur Pembagian Kerja

No	Nama	Tugas dan Tanggung Jawab
1	Mega Novitasari Siahaan	<ol style="list-style-type: none">1. Ketua : Memastikan proyek yang di kerjakan terjalankan sesuai dengan yang akan di lakukan.2. Mekanikal : Merancang proses mekanikal sampai pada tahap proses <i>3D Printing</i>.

		3. Akusisi Data : mengakusisi data pengujian yang telah di lakukan
2	Muhammad Rizuwanda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoring : memonitoring data arus pada <i>smart socket</i>. 2. Program : membuat dan mengatur program arduino Ide 3. Elektrikal : Merancang bagian elektrikal pada alat <i>smart socket</i>.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

Arus listrik atau dalam bahasa Inggris sering disebut dengan *Electric Current* adalah muatan listrik yang mengalir melalui media konduktor dalam tiap satuan waktu. Muatan listrik pada dasarnya dibawa oleh Elektron dan Proton di dalam sebuah atom. Proton memiliki muatan positif, sedangkan Elektron memiliki muatan negatif. Arus listrik atau *Electric Current* biasanya dilambangkan dengan huruf "I" yang artinya "intensity (intensitas)". Sedangkan satuan Arus Listrik adalah Ampere yang biasa disingkat dengan huruf "A" atau "Amp". 1 Ampere arus listrik dapat didefinisikan sebagai jumlah elektron atau muatan (Q atau Coulombs) yang melewati titik tertentu dalam 1 detik ($I = Q/t$).

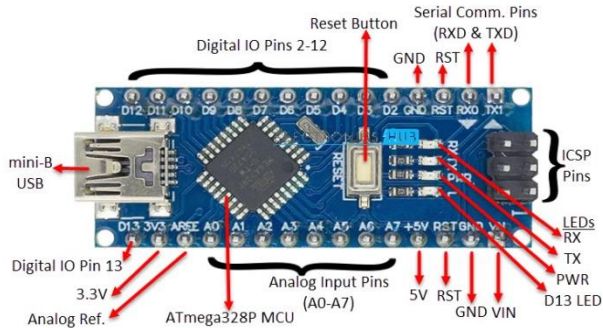
Arus bolak-balik (*Alternating Current*) adalah arus listrik yang memiliki arah arus yang berubah-ubah secara bolak-balik. Sifat arus bolak-balik berbeda dengan arus searah yang arah arusnya tidak berubah-ubah terhadap waktu. Bentuk gelombang dari arus bolak-balik biasanya berbentuk gelombang sinusoida sehingga memungkinkan pengaliran energi secara efisien. Arus bolak-balik juga dapat mengalir dalam bentuk gelombang segitiga atau bentuk gelombang segi empat.

2.1 Pembacaan Arus

Padat tahun. 2021 Al Fatoni dkk melakukan penelitian yang berjudul "Rancang Bangun *Smart Socket* Menggunakan Arduino Berbasis *Internet Of Things*". Yang dapat memantau penggunaan arus, tegangan, suhu dan mengatur nyala atau mati *smart socket* dengan smartphone yang dapat mengurangi resiko kerusakan alat akibat *over charging*, terbakarnya stop kontak karena *over temperature*, dan dapat dikontrol serta dipantau jarak jauh. Penelitian ini mempunyai beberapa alat atau komponen yang digunakan yang akan dijelaskan diantaranya :

1. Mikrokontroler

Arduino Nano adalah salah satu board mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau Atmega 16 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino *Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Terdapat bagian dan fungsi pada arduino nano seperti gambar 1 berikut ini penjelasan bagian dan fungsi pada Arduino:



Gambar 1 Arduino Nano

1. **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX). : Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari *chip FTDI USB-to-TTL Serial*.
 2. **External Interrupt** (Interupsi Eksternal) : Pin 2 dan pin 3 ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
 3. **PWM** : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. : Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`. Jika pada jenis papan berukuran lebih besar (misal: Arduino Uno), pin PWM ini diberi simbol tilde atau “~” sedangkan pada Arduino Nano diberi tanda titik atau strip.
 4. **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI. Sebenarnya komunikasi SPI ini tersedia pada *hardware*, tapi untuk saat belum didukung dalam bahasa Arduino.
 5. **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano. *LED* terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai *HIGH*, maka *LED* menyala, dan ketika pin diset bernilai *LOW*, maka *LED* padam.
 6. **I2C** : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL). Yang mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan *Wire*.
 7. **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. 13 Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
 8. **RESET** : Jalur *LOW* Digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.
2. Sensor
- Sensor ACS712 adalah sensor yang digunakan sebagai sensor untuk membaca aliran arus listrik maupun sebagai proteksi dari beban berlebih. 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 (Yonanda, Y. B. 2017).

Prinsip kerja sensor ACS712 didasarkan pada *efek Hall*, yaitu perubahan medan magnet sebanding dengan arus yang mengalir melalui konduktor. Sensor ini menggunakan konduktor tembaga dengan pusat yang berlapis logam yang sensitif terhadap medan magnet yang melalui konduktor tersebut. Ketika arus melalui konduktor, medan magnet dihasilkan, dan sensor ACS712 mengukur perubahan medan magnet tersebut untuk menghasilkan tegangan *output* yang sebanding dengan arus yang diukur. Sensor ini memiliki tiga pin utama: VCC (*supply voltage*), GND (*ground*), dan OUT (*output*). ACS712 mengeluarkan sinyal analog, VOUT yang bervariasi secara linear dengan AC atau DC, IP dalam rentang yang ditentukan CF direkomendasikan untuk manajemen kebisingan, dengan nilai-nilai yang tergantung pada aplikasi arus penginderaan primer.

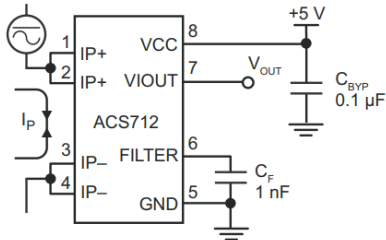
Sensor Arus ACS712 memiliki karakteristik yaitu :

1. Memiliki sinyal analog dengan *low-noise* atau gangguan rendah
2. *Bandwidth* 80 kHz
3. Untuk output memiliki error 1.5% pada Ta = 25 °C
4. Range sensitivitas antara 66 – 185 mV/A
5. Memiliki resistansi sebesar 1.2 mΩ
6. Tegangan kerja pada 5.0 V
7. Tegangan offset keluaran yang sangat stabil
8. Hysteresis yang diakibatkan oleh medan magnet mendekati nol
9. Perbandingan rasio keluaran sesuai tegangan sumber

Pada gambar 2 merupakan gambaran mengenai pin pada sensor ACS712 dan Pada tabel 2 menjelaskan keterangan dari setiap pin yang terdapat pada sensor ACS712

Tabel 2 Keterangan Pin ACS712

Nomor	Nama	Keterangan
1 dan 2	IP+	Pin mendeteksi arus
3 dan 4	IP-	Pin mendeteksi arus
5	GND	Pin Ground
6	Filter	Pin Untuk kapasitor eksternal yang digunakan menentukan <i>bandwidth</i>
7	Vout	Arus keluaran yang dihitung
8	VCC	Tegangan <i>Power Supply</i> 5V



Gambar 2 Pin ACS712

2.2 Pembatas Arus

Berdasarkan Proyek Akhir Edry Irawan pada tahun 2020 yang berjudul “SPOTS (Smart Power Terminal Socket)”. Mampu menunda pengaktifan beban dari daya terkecil sampai dengan terbesar untuk meminimalisir adanya akumulasi *inrush current* yang berpotensi merusak komponen elektronik. Berdasarkan Tugas Akhir ini memiliki beberapa komponen diantaranya :

1. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari dua bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan seperangkat kontak saklar. Secara umum kondisi atau posisi pada relay terbagi menjadi dua, yaitu: NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*). Jumlah pin pada relay tersedia 3 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 (Saputra, A, 2013).

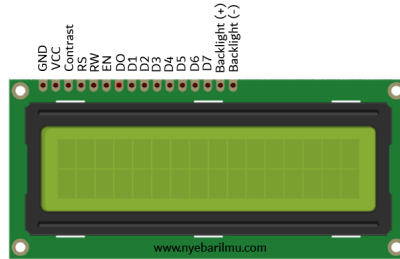
Prinsip kerja relay didasarkan pada adanya gulungan kumparan yang membentuk medan magnet ketika arus dialirkan melaluinya. Medan magnet ini kemudian menarik atau melepaskan kontak elektromagnetik yang terhubung dengannya, menghasilkan koneksi atau pemutusan pada sirkuit listrik utama. Tabel 3 menjelaskan spesifikasi relay . dan pada Gambar merupakan bagian yang ada pada relay.

Tabel 3 Spesifikasi Relay 1 Chanel

No	Keterangan
1	Tegangan Operasi: 5V
2	Kontrol sinyal: Tingkat TTL
3	Tegangan Sakelar Maksimum : 250 VAC 30 VDC
4	Waktu tindakan kontak: <10 ms
5	Lampu indikator
6	Sisi kontrol 30-60 cm
7	Dilengkapi dengan proteksi arus kickback

2. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu penampil yang digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan LCD ini dapat melihat atau memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Modul LCD matriks tersedia dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh baris pixel. Terdapat pin pada LCD seperti gambar 3, berikut ini penjelasan bagian dan fungsi pada Arduino:

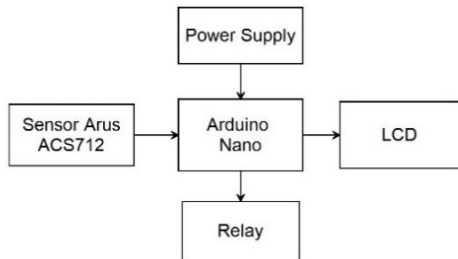


Gambar 3 LCD 16x2

1. VSS : merupakan Ground atau GND (-).
2. VDD : merupakan Tegangan Suplay atau VCC (+5V).
3. VO atau VEE : digunakan untuk mengatur kontras teks yang ditampilkan
4. RS (*Register Select*) : digunakan oleh Arduino untuk memilih lokasi memori saat penulisan data.
5. RW (*Read/Write*) : digunakan untuk menentukan mode LCD, mode read atau mode write.
6. E (*Enable*) : digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan mode penulisan karakter.
7. D0, data untuk bit ke-8
8. D1, data untuk bit ke-7
9. D2, data untuk bit ke-6
10. D3, data untuk bit ke-5
11. D4, data untuk bit ke-4
12. D5, data untuk bit ke-3
13. D6, data untuk bit ke-2
14. D7, data untuk bit ke-1
15. A, terhubung ke kaki anoda LED latar mendapat tegangan positif.
16. K, terhubung ke kaki katoda LED latar, mendapat tegangan negatif.. Pin A dan K digunakan untuk menyalakan LED supaya teks yang ditampilkan dapat terlihat dalam kegelapan.

Bab 3. Metode Penelitian

Pembuatan proyek akhir *smart socket* terdiri dari beberapa langkah yang harus dilakukan pertama ialah perancangan atau penyusunan desain produk mulai dari desain elektrikal, desain mekanikal, dan juga perancangan program software Arduino Ide. Blok diagram sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4. Terdiri dari sensor ACS712 sebagai perangkat pembaca data arus listrik, arduino nano sebagai perangkat pengolahan data hasil pembacaan sensor ACS712, dimana hasil pengolahan data ditampilkan pada tampilan LCD, Hasil pengolahan dari arduino memberikan perintah kepada relay untuk memutuskan sistem. Sumber belajar dengan menggunakan sumber tegangan sebesar 220V.

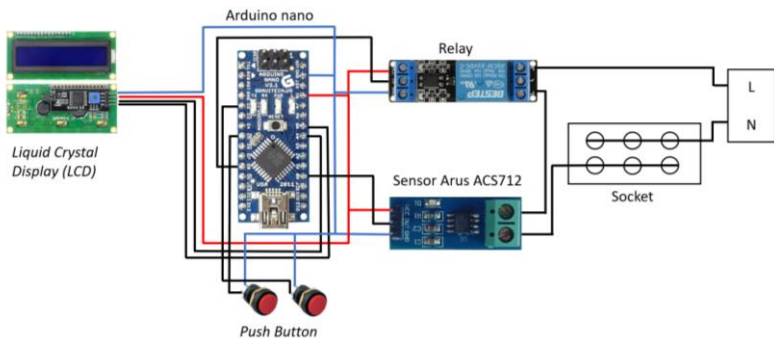


Gambar 4 Blok Diagram Sistem

3.1 Perancangan atau Penyusunan Desain Produk

Perancangan desain produk *smart socket* yang akan dilakukan terdiri dari perancangan desain elektrikal dan perancangan desain mekanikal.

1. Perancangan Desain Elektrikal



Gambar 5 Desain Elektrikal

Pada perancangan elektrikal menggunakan arduino nano sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk mengendalikan dan memproses data yang masuk. Mikrokontroler ini menyimpan data data yang masuk melalui sensor arus ACS712 dan relay kemudian menjalankan program dan memunculkan hasil pada *Liquid Crystal Display (LCD)*. Desain elektrikal dapat dilihat pada gambar 5.

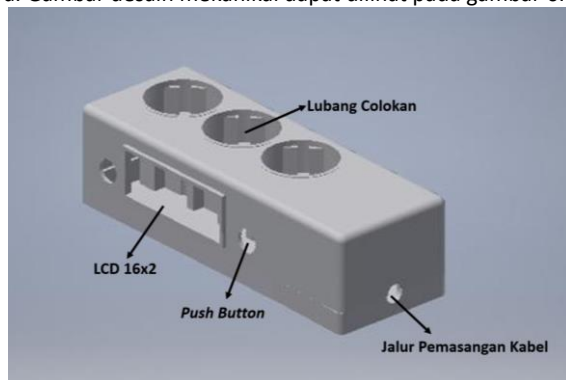
Pada tabel 4 merupakan tabel pin elektrikal, dibuat guna untuk menyediakan panduan yang jelas akan pengaturan kabel dan konektor. Hal ini membantu memastikan bahwa setiap kabel terhubung dengan benar, dan dapat meminimalisir kesalahan dalam pemasangan rangkaian, serta memungkinkan untuk mempermudah dalam perbaikan.

Tabel 4 Tabel Pin Elektrikal

Arduino nano	ACS712	Relay	LCD
VCC	VCC	VCC	VCC
GND	GND	GND	GND
A0	OUT	-	-
D8	-	IN	-
A4	-	-	SDA
A5	-	-	SCL

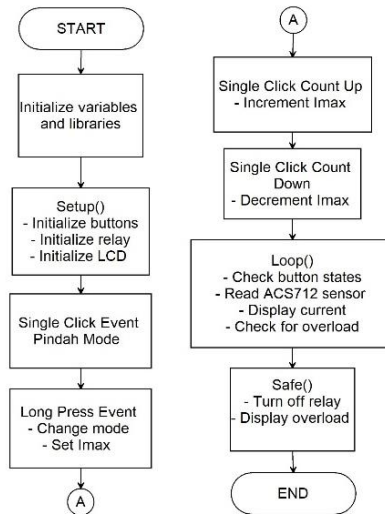
2. Perancangan Desain Mekanikal

Dalam perancangan mekanikal alat, *socket* memiliki tiga colokan dengan dua lubang, dan pada socket ini juga tempat untuk meletakkan semua komponen yang digunakan, seperti sensor arus, relay, arduino nano, LCD dan lain sebagainya. Gambar desain mekanikal dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Desain Mekanikal

3.2 Perancangan Software



Gambar 7 Flowchart Program

Pada perancangan software dituangkan dalam bentuk diagram alir atau flowchart dapat dilihat pada gambar 7 Proses yang pertama kali dilakukan ialah Inisialisasi variabel dan pustaka yang diperlukan seperti LCD, ACS712, termasuk menghubungkan fungsi ke tombol dan mengatur pin relay, lalu program memasuki *loop* utama. tombol dibaca, *single click event*: dijalankan saat tombol kanan diklik satu kali. untuk mengubah mode, *long press event*: dijalankan saat tombol kanan ditekan dalam waktu lama. untuk mengubah mode atau menyesuaikan nilai imax (arus maksimum), *single click count up*: dijalankan saat tombol kanan diklik satu kali (hanya jika dalam mode tertentu). untuk menaikkan nilai imax (arus maksimum) yang ditampilkan di lcd, *single click count down*: dijalankan saat tombol tengah diklik satu kali (hanya jika dalam mode tertentu). menurunkan nilai imax (arus maksimum) yang ditampilkan di lcd. Kemudian Sensor ACS712 dibaca untuk mengukur arus masuk, Nilai arus ditampilkan di LCD, Program memeriksa apakah arus melebihi batas yang diatur (set point beban), Jika ya, maka program memanggil fungsi *Safe()* untuk mematikan relay dan menampilkan pesan *overload*, kemudian Ketika *overload* terdeteksi, relay dimatikan dan pesan *overload* ditampilkan di LCD.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan produk PBL *Smart Socket* sebagai berikut :

Tabel 5 Alat dan bahan

NO	Nama Barang	Jumlah	Fungsi
1	Sensor Arus ACS712	1 (Satu)	Sebagai Pendeteksi Arus
2	Arduino Nano	1 (Satu)	Untuk menyimpan data yang memungkinkan terjadinya komunikasi serial pada arduino
3	Relay	1 (Satu)	Untuk mengendalikan dan mengalirkan arus. Atau bisa dibilang untuk memutus arus jika berlebih.
4	LCD 16 x 2	1 (Satu)	Sebagai interface antara mikrokontroler atau untuk menampilkan hasil data
5	Switch Button	2 (Dua)	Sebagai saklar atau tombol untuk mengatur arus dan menggantikan mode pada LCD
6	Software Arduino IDE	1 (Satu)	Sebagai software untuk sketch memprogram/sebagai media untuk pemograman
7	PC/Labtop	1 (Satu)	Sebagai alat yang digunakan untuk memprogram, mengetik, mendesain dll.
8	Socket	1 (Satu)	Sebagai tempat disusunya semua komponen yang ada, hasil akhir suatu produk
9	Kabel AWG	2 Meter	Sebagai alat untuk menyambungkan satu alat ke alat yang lain
10	Kabel Jumper	15 Pcs	Sebagai alat untuk menghubungkan pin pin yang ada pada komponen
11	Solder	1 (Satu)	Sebagai alat pemanas timah untuk menyatukan beberapa komponen elektronika
12	PCB	1 (Satu)	Sebagai tempat menyatukan komponen agar lebih efisien

13	Step Down	1 (Satu)	step down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik.
14	Tang ampere meter	1 (Satu)	Tang ampere digunakan untuk mengukur tegangan listrik. Atau sebagai alat ukur pembandingan.

3.4 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban resistif yang bervariasi. Tegangan sumber yang digunakan sebesar 220V. Data pengukuran yang diambil adalah data arus yang tampil pada LCD *smart socket* serta pengukuran arus dengan menggunakan amperemeter. Pengujian lain yang dilakukan yaitu pengujian kinerja pemutus terhadap batas arus yang dimasukkan pada sistem *smart socket*.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

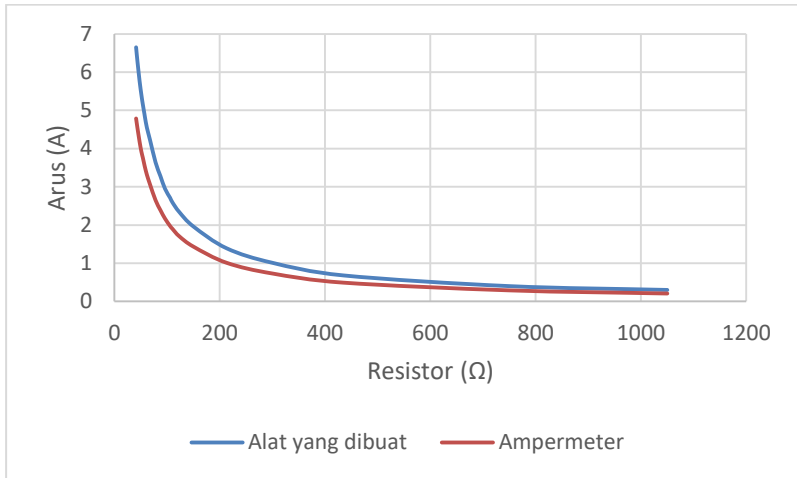
4.1 Pengujian Pengukuran Arus

Pengujian pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan beban resistif dengan 8 variasi, sebanyak 3 grup yang masing-masing terpasang pada setiap socket yang tersedia. Tegangan awal yang diberikan sebesar 220V. dari hasil pengujian pada saat tanpa beban arus pada LCD sudah tampil sebesar 0.1 A sedangkan pada alat ukur hanya tertera sebesar 0.009 A. Selain itu terjadi penurunan tegangan sumber pada saat sistem dinyalakan dan setiap penambahan beban. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai resistor maka nilai arus semakin besar Hasil pengujian pengukuran arus disajikan pada tabel 6

Tabel 6 Pegujian Pengukuran Arus

Resistor (Ω)	Arus terbaca pada LCD (A)	Amperemeter (A)	Tegangan (V)	Persentase Error (%)
∞	0.1	0.009	218.381	∞
1050	0.3	0.207	218.16	44.928
750	0.4	0.289	217.923	38.408
435	0.68	0.491	217.588	38.493
300	1.01	0.73	217.097	38.356
213	1.39	1.01	216.61	37.624
150	1.96	1.433	215.796	36.776
123	2.34	1.705	215.124	37.243
110.1	2.59	1.899	214.169	36.388
105.67	2.71	1.972	214.663	37.424
95.89	2.95	2.169	214.165	36.007
87.23	3.28	2.388	213.737	37.353
77.97	3.64	2.649	213.197	37.410
67.58	4.22	3.057	212.37	38.044
61.5	4.55	3.317	211.922	37.172
58.1	4.8	3.498	211.437	37.221
56.84	4.91	3.572	211.257	37.458

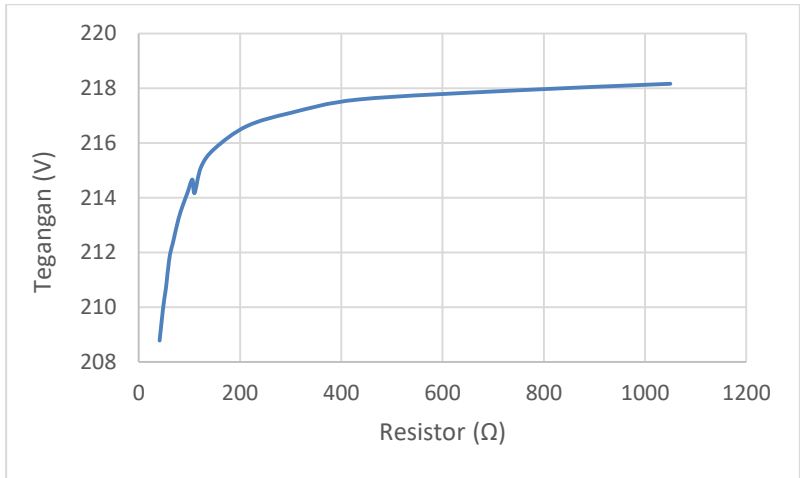
53.88	5.15	3.758	210.744	37.041
51.04	5.41	3.922	210.388	37.940
47.72	5.76	4.174	209.928	37.997
43.62	6.28	4.538	209.229	38.387
41	6.65	4.788	208.78	38.889
Rata-rata				37.931



Gambar 8 Grafik Perbandingan Resistor dengan Arus

Gambar 8 merupakan grafik perbandingan nilai resistor atau resistansi dengan nilai arus, dimana sumbu x merupakan nilai resistor dan sumbu y merupakan nilai arus. Untuk garis yang berwarna biru merupakan perbandingan nilai resistor terhadap nilai arus yang terbaca pada LCD dan untuk garis yang berwarna merah merupakan perbandingan antara nilai resistor terhadap nilai arus pada ampermeter. Maka dari gambar grafik diatas menunjukkan apabila nilai resistor semakin besar maka nilai arus yang terbaca semakin kecil, begitu pula sebaliknya jika nilai resistor kecil maka nilai arus yang terbaca semakin besar.

Grafik perbandingan nilai resistor terhadap nilai tegangan disajikan pada gambar 9. Dimana sumbu x ialah nilai resistor dan sumbu y adalah nilai tegangan. Dan dari gambar grafik dibawah ini menunjukkan apabila nilai resistor semakin besar maka nilai tegangan juga semakin besar.



Gambar 9 Grafik Perbandingan resistor dengan tegangan

4.2 Pengujian Pembatas Arus

Pengujian pembatas arus dilakukan sama seperti pengujian pengukuran arus yang menggunakan beban resistif dengan 8 variasi, sebanyak 3 grup yang masing-masing terpasang pada setiap *socket* yang tersedia. Pengujian pertama dilakukan dengan membatasi arus 1 A, apabila arus sudah melebihi dari batas yang telah di atur maka tampilan pada layar LCD akan menunjukkan *overload*. Pengujian batas arus disajikan pada tabel 7 dan 8

Tabel 7 Pengujian Batas Arus 1 A

Batas Arus (A)	Resistor (Ω)	Arus terbaca pada LCD (A)	Amperemeter (A)
1	∞	0.11	0.009
	1050	0.3	0.204
	750	0.41	0.285
	435	0.68	0.486
	300	overload	0.718
	213	overload	0.996
	150	overload	1.403

	123	overload	1.682
	110.1	overload	1.879
	105.67	overload	1.951

Tabel 8 Pengujian Batas Arus 2 A

Batas Arus (A)	Resistor (Ω)	Arus terbaca pada LCD (A)	Amperemeter (A)
2	∞	0.11	0.009
	1050	0.3	0.204
	750	0.41	0.285
	435	0.68	0.485
	300	0.99	0.716
	213	1.37	0.994
	150	1.94	1.408
	123	overload	1.68
	110.1	overload	1.877
	105.67	overload	1.951

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

Pada kesempatan kali ini penulis akan mengemukakan kesimpulan dan saran yang telah dilakukan dalam proses pengerjaan tugas akhir yang telah di uraikan dari bab sebelumnya yaitu :

A. Kesimpulan

Dari implementasi serta hasil pengujian dan pengukuran terhadap sistem yang dibuat untuk tugas akhir ini yaitu tentang *Smart Socket* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembacaan arus pada sistem ditampilkan pada LCD memiliki perbedaan dengan pembacaan alat ukur yang terbaca pada amperemeter dengan rata-rata persentase error 37.931%.
2. Dari hasil pengolahan sensor ACS712 sudah dilakukan dengan membaca nilai arus secara bervariasi berubah berdasarkan beban resistansi dimana semakin kecil nilai beban resistansi maka semakin besar nilai arus yang terbaca.
3. Sistem pembatas arus telah bekerja sesuai dengan batas arus yang telah diatur, dengan maksimal pembacaan pada sensor arus 5A

B. Saran

Dari perancangan, pembuatan, tugas akhir dan pengujian pada rancangan ini, terdapat beberapa saran, yaitu :

1. Diperlukan adanya pengembangan sistem terhadap kalibrasi sensor pada pembacaan arus.
2. Kedepannya diharapkan dapat menampilkan kontrol waktu penggunaan *smart socket* dan data pemakaian dapat disimpan dalam sebuah data *based* atau *android* yang berbasis *IoT (Internet of Thing)*.

Daftar Pustaka

- Yun, J., Lee, S. S., Ahn, I. Y., Song, M. H., & Ryu, M. W. (2012). Monitoring and control of energy consumption using smart sockets and smartphones. In *Computer Applications for Security, Control and System Engineering: International Conferences, SecTech, CA, CES 3 2012, Held in Conjunction with GST 2012, Jeju Island, Korea, November 28-December 2, 2012. Proceedings* (pp. 284-290). Springer Berlin Heidelberg.
- Singaravelan, A., & Kowsalya, M. (2016). Design and implementation of standby power saving smart socket with wireless sensor network. *Procedia Computer Science*, 92, 305-310.
- Tsai, K. L., Leu, F. Y., & You, I. (2016). Residence energy control system based on wireless smart socket and IoT. *IEEE Access*, 4, 2885-2894.
- Blanco-Novoa, Ó., Fernández-Caramés, T. M., Fraga-Lamas, P., & Castedo, L. (2017). An electricity price-aware open-source smart socket for the internet of energy. *Sensors*, 17(3), 643.
- Al-Hassan, E., Shareef, H., Islam, M. M., Wahyudie, A., & Abdrabou, A. A (2018). "Improved smart power socket for monitoring and controlling electrical home appliances". *IEEE Access*, 6, 49292-49305.
- Al Fatoni, Ilham; Suhanto, Suhanto; Iswahyudi, Prasetyo. Rancang Bangun Smart Socket Menggunakan Arduino Berbasis Internet Of Things. In: *Prosiding Snitp (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*. 2021.
- Budiawan H, M. S 2017. "Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino" Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Fajri, F. A. Z., & Mauludin, M. S. 2020. "Rancang bangun sistem keamanan aliran listrik arus AC dengan fingerprint menggunakan arduino nano". *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(1), 26.
- Marbun, M., & Moh, S. 2021. "Pembuatan alat ukur resistivitas dengan sistem sensor tegangan dan sensor arus acs712 berbasis mikrokontroler arduino nano". *Jurnal Mekanova*, 7(2).
- Melipurbowo, B. G. 2016. "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs. 712". *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 12(1).
- Mulyana, Agus; Arifin, Muhammad Nur. Smart Socket Untuk Smart Home Berbasis Message Queuing Telemetry Transport (Mqtt). *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 2019, 8.2: 111-117.
- Saputra, A. (2013). "Rancang Bangun Pengontrolan Daya Listrik Menggunakan Relay Berbasis Mikrokontroler ATmega8535" (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Solih, A., & Jamaaluddin, J. 2017. "Rancang Bangun Pengaman Panel Distribusi Tenaga Listrik Di Lippo Plaza Sidoarjo Dari Kebakaran Berbasis Arduino

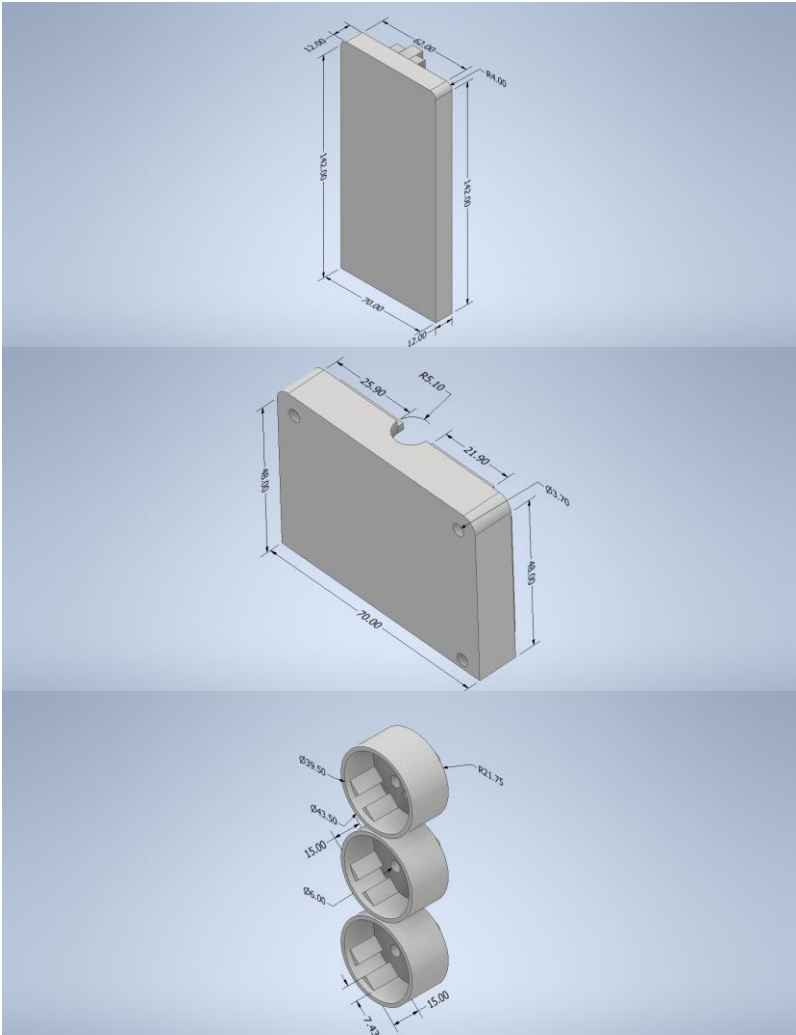
- Nano". JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA), 1(2), 61-68.
- Sulistiyowati, R., & Febriantoro, D, D 2012. "Perancangan prototype sistem kontrol dan monitoring pembatas daya listrik berbasis mikrokontroler". Jurnal Iptek, 16(1).
- Syafruddin, R., Ramady, G. D., & Hudaya, R. R 2021. "Rancang Bangun Sistem Prpteksi Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus Dan Tegangan Berbasis Arduino". Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, 16(1), 36-43.
- Yonanda, Y. B. 2017. Monitoring Arus Beban yang Tersalurkan Pada Gardu Induk PLTU Gresik Dengan Android Menggunakan Bluetooth HC-05 Berbasis Mikrokontroler ARM (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).

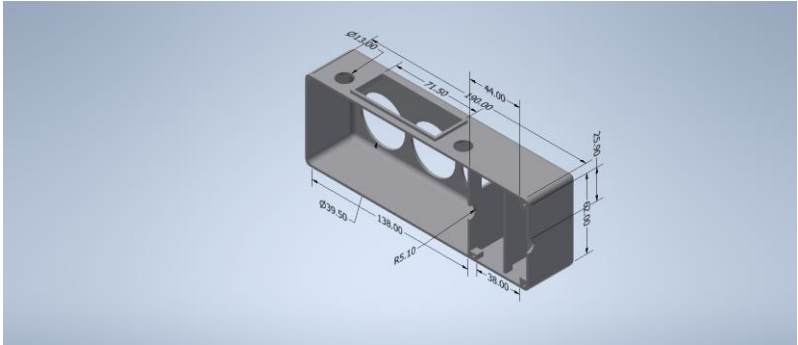
Biodata

	Nama TTL Agama Alamat Email Riwayat Pendidikan	: Mega Novitasari Siahaan : Batam, 24 November 2002 : Kristen Protestan : Kp.Selayang RT 03 RW 13 Kel. Muka kuning Kec. Sei Beduk : meganovitasari177@gmail.com SMA/SMK : SMA Negeri 16 Batam SMP : SMP Negeri 16 Batam
	Nama TTL Agama Alamat Email Riwayat Pendidikan	: Muhammad Rizuwanda : Kundur, 02 Januari 2002 : Islam : Perum Fortuna Sagulung Blok LL No 03 : rizuwanda408@gmail.com SMA/SMK : Intergeral Hidayatullah SMP : SMP Negeri 1 Ungar

Lampiran

Lampiran 1 Detail Desain Mekanikal

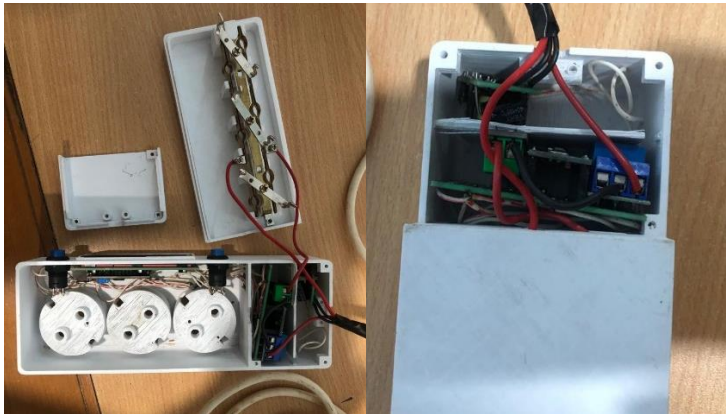




Lampiran 2 Hasil Mekanikal



Lampiran 3 Hasil Elektrikal



Coding Arduino

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // libray lcd
#include <EmonLib.h> // Library ACS712
#include <Wire.h> // Library Wire
#include "OneButton.h" // library button
OneButton buttontengah(5, true); // button pin d5
OneButton buttonkanan(2, true); // button pin d2

////////////////////////////////////
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat LCD serta Jenis LCD 16 karakter
2 baris
int baca;
float setpointbeban = 0;
EnergyMonitor emon1; // ACS712
double Irms1;
int logicset = 0;
int overload = 0;
int runmode = 0;
int Relay = 8;
bool SafeOK;
bool ONBUTTON;
////////////////////////////////////
// constants won't change. They're used here to set pin numbers:
const int BUTTONSET_PIN = 5; // the number of the pushbutton pin
const int BUTTONUP_PIN = 2; // the number of the pushbutton pin
//const int BUTTONDOWNS_PIN = 3; // the number of the pushbutton pin

const int SHORT_PRESS_TIME = 500; // 500 milliseconds
const int LONG_PRESS_TIME = 2000; // 500 milliseconds

// Variables will change:
int lastState = HIGH; // the previous state from the input pin
//int currentState,currentState2,currentState3; // the current reading from
the input pin
unsigned long pressedTime = 0;
unsigned long releasedTime = 0;
////////////////////////////////////

void setup()
{
  Serial.begin(9600);//baudrate
```

```

        buttonkanan.attachClick(singleclickpindahmodect);           // link the
function to be called on a singleclick event.
        buttonkanan.attachLongPressStop(longclickmodesetting);     // link the
function to be called on a longpress event.
        buttontengah.attachLongPressStop(longclickmodesettingengah);
//buttontengah.attachLongPressStop(longPressStop2);
        buttonkanan.setPressTicks(2000);
        buttonkanan.attachClick(singleclickcountup);
        buttontengah.attachClick(singleclickcountdown);
        buttonkanan.setClickTicks(100);
        buttonkanan.setClickTicks(100);
        buttontengah.setClickTicks(100);
        buttonkanan.setDebounceTicks(50);
        buttonkanan.setDebounceTicks(50);
        buttontengah.setDebounceTicks(50);

pinMode(Relay, OUTPUT); // pin relay
digitalWrite(Relay, LOW);
SafeOK = false;
ONBUTTON = false;
emon1.current(A0, 30); // Input pin, kalibrasi
lcd.begin();
lcd.backlight();
lcd.print("<PROTEKSI ARUS>");

delay(2000); // delay = 2 detik
}

int kondisibtnengah, kondisibtnkanan;
void loop()
{
// buttonkanan.tick();
buttonkanan.tick();
buttontengah.tick();
Serial.println("mode");
Serial.println(logicset);
if(runmode==1)
{
// lcd.clear();
Irms1 = emon1.calcIrms(1480); // Calculate Irms only
lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Arus Masuk=");
lcd.print(Irms1);

```

```

Serial.print("Irms: ");
Serial.println(Irms1);
if((Irms1 > setpointbeban)&& (setpointbeban > 0))
{
    ONBUTTON = false;
    SafeOK = true;
    Safe();
}
if(Irms1 < setpointbeban)
{
    SafeOK = false;
    buttontengah.attachLongPressStop(longclickmodesettingtengah);
//    ONBUTTON = true;
//    ON();
}
// else
// {
// digitalWrite(Relay,HIGH); // turn the LED off by making the voltage LOW
// logicset == 1;
// }
}

//else { //run mode 0
//apa yang terjadi
//}
}

// logic set
void Safe()
{
    while(SafeOK)
    {
        digitalWrite(Relay,LOW); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0); lcd.print("OVERLOAD");
        logicset==0;
        Serial.println(overload);
        delay(2000);
        SafeOK = false;
    }
}
}

```

```

void longclickmodesettingtengah()
{
    digitalWrite(Relay,HIGH);
}

void singleclickpindahmodect()
{
    if(overload==1)
    {
        overload==0;
    }
}

void longclickmodesetting()
{
    logicset += 1;

    if(logicset==1){
        runmode=0;
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Imax = ");
        lcd.setCursor(7,1); lcd.print(setpointbeban);
    }

    if(logicset==2)
    {
        lcd.clear();
        runmode=1;
        digitalWrite(Relay,HIGH);
    }

    if(logicset==3)
    {
        logicset=1;
        runmode=0;
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Imax = ");
        lcd.setCursor(7,1); lcd.print(setpointbeban);
    }
}

void singleclickcountup()

```

```

{
  if(logicset == 1)
  {
    setpointbeban += 1;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Imax = ");
    lcd.setCursor(7,1); lcd.print(setpointbeban);
  }
}

void singleclickcountdown()
{
  if(logicset == 1 && setpointbeban > 0.1)
  {
    setpointbeban -= 1;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Imin = ");
    lcd.setCursor(7,1); lcd.print(setpointbeban);
  }
}

```


**FORMULIR LOGBOOK BIMBINGAN DAN PENGAJUAN
SEMINAR PROPOSAL/SIDANG TUGAS AKHIR**

Nama : Mega Novitasari Siahaan
 NIM : 3232101019
 Pembimbing : Bu Hasnira
 Judul : Rancang bangun alat smart socket dalam mengatasi over current menggunakan relay dan mikrokontroler

No	Hari/Tgl	Rincian Kegiatan	TTD Pembimbing
1	09-11-2023	Konsultasi Sidang Proyek akhir	y 10/11-23
2	11-11-2023	Konsultasi terkait format buku	y
3	14-11-2023	Bimbingan Abstrak dan Bab 1	y y
4	18-11-2023	bimbingan pengambilan data alat	y y
5	22-11-2023	Bimbingan Bab 2	y y
6	28-11-2023	Konsultasi Perancangan alat	y y
7	06-12-2023	Bimbingan Bab 3	y y
8	12-12-2023	Bimbingan Persiapan Sidang	y y
9	16-12-2023	Konsultasi Akuisi data	y y
10	19-12-2023	Bimbingan Final Buku PA	y y

Berdasarkan hasil bimbingan yang telah dilaksanakan selama _____ bulan dan telah disetujui oleh dosen pembimbing, maka dengan ini saya mengajukan diri sebagai peserta Seminar Proposal /Sidang Tugas Akhir*.

Batam, 19-12-2023
 Peserta


 Mega Novitasari Siahaan
 NIM: 3232101019

*Hapus yang tidak perlu
 Jumlah bimbingan minimal 10 kali. Dalam satu minggu maksimal bimbingan yang dihitung adalah 2 kali.