

RANCANG BANGUN ATS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNTUK MODUL PRAKTIKUM



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma tiga
(D-3) Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ANDI M. FAJRUL ASRI
32120033
TRI RAMADHANY PUTRA HARMAN
32120041

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2022/2023

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal Tugas Akhir dengan judul ” *RANCANG BANGUN ATS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNTUK MODUL PRAKTIKUM* “ oleh Andi M. Fajrul Asri (321 20 033) dan Tri Ramadhany Putra Harman (321 20 041) dinyatakan layak untuk diseminarkan.

Makassar, 15 Agustus 2023

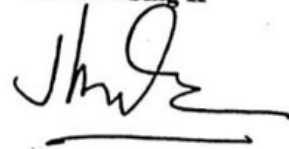
Pembimbing I



Aksan S.T., M. T.

Nip. 19660601 199003 1 001

Pembimbing II



Ir. Syarifuddin. M. T.

Nip. 19610417 199003 1 002

Menyetujui,



Ruslan L. S.T., M.T.
NIP. 19640918 199003 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Selasa 31 Januari 2023, Tim Penguji Seminar Tugas Akhir telah menerima dengan baik hasil Seminar Laporan Tugas Akhir oleh Mahasiswa : Andi M. Fajrul Asri (321 20 033) dan Tri Ramadhany Putra Harman (321 20 041) dengan judul **“RANCANG BANGUN ATS BERBASIS MIKROKON TROLER ARDUINO UNTUK MODUL PRAKTIKUM”**.

Makassar,

Penguji Ujian Sidang Tugas Akhir :

Andi Wawan Indrawan, M. Eng

Ketua

(.....)

Muhammad Thahir, S. ST, M. T

Sekretaris

(.....)

Ahmad Rizal Sultan, S. T., M. T., Ph. D

Anggota 1

(.....)

Wisna Saputri Alfira, S. Pd., M. T

Anggota 2

(.....)

Aksan, S. T., M. T

Pembimbing 1

(.....)

Ir. Syarifuddin, M. T

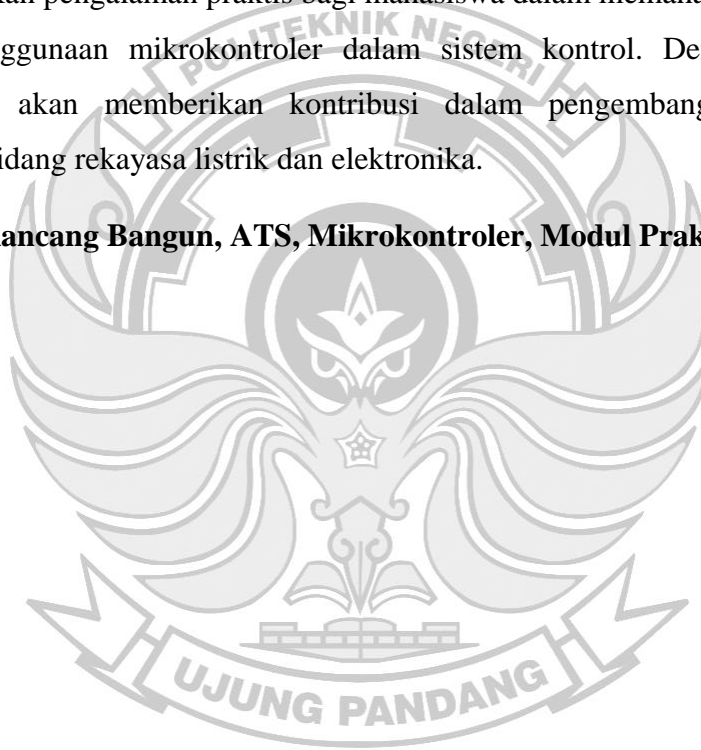
Pembimbing 2

(.....)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *Automated Transfer Switch* (ATS) berbasis mikrokontroler sebagai modul praktikum. ATS adalah sistem yang digunakan untuk mengalihkan sumber daya listrik antara sumber utama dan sumber cadangan secara otomatis. Dalam penelitian ini, menggunakan mikrokontroler sebagai otak pengendali, ATS akan dikembangkan dengan memanfaatkan relay untuk mengendalikan aliran listrik. Modul praktikum ini akan memberikan pengalaman praktis bagi mahasiswa dalam memahami prinsip kerja ATS dan penggunaan mikrokontroler dalam sistem kontrol. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam pengembangan pendidikan praktikum di bidang rekayasa listrik dan elektronika.

Kata kunci: Rancang Bangun, ATS, Mikrokontroler, Modul Praktikum.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta ‘ala, atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun ATS Berbasis Mikrokontroller Arduino Untuk Modul Praktikum”.

Penulisan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi D-III Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Pada penyelesaian tugas akhir ini, penulis mendapat dukungan dari berbagai pihak, baik berupa dukungan moril maupun material. Dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam penyusunan tugas akhir ini, yang penulis tidak bisa sebutkan namanya satu-persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, baik dari segi tata bahasa, susunan kalimat maupun isi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf atas kekurangan tersebut dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun kepada penulis.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang membantu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Teknik Elektro Jurusan Teknik Listrik walaupun tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan penulis.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>).....	3
2.2.1 Prinsip Kerja ATS berbasis Mikrokontroler Arduino	4
2.2 Relay Arduino	5
2.2.1 Prinsip Kerja Relay Arduino	6
2.3 Arduino	8
2.3.1 Fitur Arduino Uno	8
2.3.2 Memori Arduino.....	9
2.3.3 <i>Input dan Output</i>	10

2.4 Konverter.....	11
2.5 <i>Backup Supply</i>	13
2.5.1 <i>Akumulator</i>	13
2.5.2 <i>Baterai</i>	14
2.6 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) dan I2C.....	15
2.6.1 Jenis LCD.....	15
2.6.2 I2C.....	16
2.7 Sensor Tegangan DC.....	17
BAB III METODE KEGIATAN	20
3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan.....	20
3.2 Prosedur Kegiatan.....	20
3.3 Proses Perancangan.....	23
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.5 Desain Perancangan	24
BAB IV PEMBAHASAN	26
4.1 Sistem Kerja ATS Berbasis Mikrokontroller.....	26
4.2 Rangkaian Modul ATS Berbasis Mikrokontroler	26
4.3 Pengujian masing-masing komponen atau alat.	27
4.3.1 Pengujian <i>Relay</i>	27
4.3.2 Pengujian Sensor Tegangan	29
4.3.3 Pengujian Sensor Tegangan DC dan <i>Relay</i>	31
4.3.4 Pengujian Sensor Tegangan dan LCD I2C.....	35
4.3.5 Pengujian Keseluruhan.....	39
BAB V KESIMPULAN.....	44

5.1 KESIMPULAN	44
5.2 SARAN	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk Simbol <i>Relay</i> Normally Open (a) dan Normally Close (b)	5
Gambar 2. 2 Bentuk Fisik Sumber	6
Gambar 2. 3 Struktur Sederhana <i>Relay</i> Sumber	7
Gambar 2. 4 Bentuk Arduino R3 Sumber	8
Gambar 2. 5 Konfigurasi Pin Atmega Sumber	10
Gambar 2. 6 Konverter Sumber	12
Gambar 2. 7 <i>Scematic</i> Konverter 12V	12
Gambar 2. 8 <i>Akumulator</i>	13
Gambar 2. 9 Baterai	14
Gambar 2. 10 LCD	15
Gambar 2. 11 <i>Schematic</i> Sensor Tegangan DC 0-25V	18
Gambar 2. 12 Sensor Tegangan DC 0-25V	19
Gambar 3. 1 Desain Perancangan Pengujian <i>Relay</i>	24
Gambar 3. 2 Desain Perancangan Pengujian Sensor Tegangan dan <i>Relay</i>	25
Gambar 3. 3 Desai Perancangan Sistem ATS	25
Gambar 4. 1 Rangkaian Modul ATS Berbasis Mikrokontroler	27
Gambar 4. 2 Rangkaian Pengujian <i>Relay</i>	28
Gambar 4. 3 <i>Listing</i> Program <i>Relay</i>	29
Gambar 4. 4 Rangkaian Sensor Tegangan	30
Gambar 4. 5 <i>Listing</i> Program Sensor Tegangan	31
Gambar 4. 6 rangkaian komponen sensor tegangan dan <i>relay</i>	32
Gambar 4. 7 <i>Listing</i> Program Sensor Tegangan dan <i>Relay</i>	33
Gambar 4. 8 Rangkaian sensor Arus dan LCD I2C	36
Gambar 4. 9 <i>Listing</i> Sensor Tegangan dan LCD I2C	37
Gambar 4. 10 Hasil pengukuran tegangan <i>main supply</i> (a) dan hasil pengukuran <i>backup supply</i> (b)	39
Gambar 4. 11 Rangkaian Keseluruhan	39
Gambar 4. 12 Listening Rangkaian Keseluruhan	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino.....	9
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Tegangan DC.....	17
Tabel 4. 1 Alat dan bahan pada pengujian <i>relay</i>	28
Tabel 4. 2 Alat dan bahan pengujian sensor tegangan.....	29
Tabel 4. 3 Pengujian sensor tegangan.....	31
Tabel 4. 4 Alat dan bahan pengujian sensor tegangan dan <i>relay</i>	32
Tabel 4. 5 Pengujian sensor tegangan dan <i>relay</i>	33
Tabel 4. 6 Alat dan bahan pengujian sensor tegangan dan LCD I2C	35
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sensor Tegangan dan LCD I2C.....	38
Tabel 4. 8 Alat dan Bahan Pengujian Keseluruhan.....	40



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada Praktikum bengkel tegangan menengah dan catu daya semester lima pada program studi D3 Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang telah memberikan sedikit pemahaman mengenai bagaimana prinsip dasar dari *Automatic Transfer Switch* (ATS). Namun hal tersebut kami rasa kurang dalam konsep pemahaman prinsip kerja dari ATS. Berdasarkan hal tersebut kami sadar akan pentingnya sebuah modul praktikum yang menjelaskan secara rinci bagaimana prinsip kerja dari ATS ini. Menurut (Tjuana, 2021) prinsip dasar ATS yaitu jika PLN padam maka suplai energi listrik pun berhenti, dan akibatnya seluruh aktifitas yang menggunakan listrik sebagai tenaga utamanya akan berhenti. Namun, untuk mengatasi ketidaknyamanan dan dampak negatif dari pemadaman listrik tersebut, banyak orang dan organisasi telah mengadopsi sistem *backup* suplai energi. *Backup* suplai energi adalah solusi yang dirancang untuk menjaga kelancaran pasokan listrik saat terjadi pemadaman dari PLN.

Berdasarkan hal diatas agar tidak terjadi pemadaman total pada bangunan, Gedung atau pabrik penting yang harus mendapat suplai energi listrik secara terusmenerus, maka dibutuhkan *back-up* suplai dari suplai utama (PLN). Sebagai kontrol kapan *back-up* suplai mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya maka diperlukan sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis untuk menjalankan genset saat terjadi pemadaman dari PLN. Kontrol otomatis tersebut biasanya disebut ATS (Ni Wayan Rasmini, 2019).

Modul praktikum ATS berbasis mikrokontroller arduino ini akan memberikan kemudahan praktikan dalam memahami bagaimana prinsip kerja dari *Automatic Transfer Switch* . Hal tersebut dikarenakan modul ini didesain se-sederhana mungkin untuk memudahkan pemahaman praktikan. Selain itu, modul ini juga disusun secara

step by step dalam pembuatan dan pengujiannya. Hal itu semakin mempermudah praktikan dalam memahami prinsip kerja ATS secara berkala. Modul praktikum ATS berbasis mikrokontroller arduino ini juga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan panel ATS pada bengkel catu daya dan tegangan menengah Politeknik Negeri Ujung Pandang. Hal tersebut dikarenakan terdapat sebuah modul yang dapat menggantikan penjelasan dan pengujian prinsip kerja ATS pada proses pembelajaran sehingga akan meminimalisir terjadinya *human error* pada panel ATS.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menjelaskan prinsip kerja ATS dengan menggunakan modul praktikum?
2. Bagaimana membuat modul praktikum ATS menggunakan mikrokontroler?

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup proposal ini adalah :

1. Modul Praktikum ATS untuk praktikum laboratorium teknik listrik.
2. Pemanfaatan mikrokontroler untuk mendemonstrasikan prinsip kerja dari ATS.

1.4 Tujuan Dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

1. Menjelaskan prinsip kerja ATS dengan modul praktikum.
2. Merancang modul praktikum ATS berbasis mikrokontroler Arduino.

1.4.2 Manfaat

1. Untuk menjelaskan bagaimana prinsip kerja untuk memindahkan catu daya ke *back-up supply* jika catu daya utama (PLN) terjadi gangguan atau pemeliharaan.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan literatur untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ATS (*Automatic Transfer Switch*)

ATS (*Automatic Transfer Switch*) adalah sistem yang memungkinkan sumber listrik cadangan untuk secara otomatis memasok listrik ke beberapa perangkat yang terhubung saat listrik PLN terjadi gangguan atau pemadaman. *Relay* Kontak mengalir, dan kemudian daya disediakan oleh *backup supply*. Secara sederhana, fungsi ATS adalah secara otomatis mentransfer daya dari sumber PLN (*grid*) ke beban (*grid*) ke sumber daya cadangan (*backup supply*) ketika catu daya utama terganggu. Selain itu, ATS (*Automatic Transfer Switch*) sudah banyak digunakan di berbagai industri dan perkantoran yang kelistrikannya membutuhkan keandalan yang tinggi dan harus terus menyuplai daya.

Beberapa penelitian dalam mengembangkan ATS telah dilakukan, antara lain melakukan penelitian terhadap fungsi ATS, dan beberapa penelitian yang lainnya dilakukan dengan menambahkan sistem mikrokontroler pada perangkat ATS, mikrokontroler yang ditambahkan digunakan dalam proses monitoring ataupun pengendali pada sistem ATS. (Alfariski, Muhammad Dhandi, & Kiswantono, 2022)

Manfaat utama dari penerapan ATS berbasis mikrokontroler ini adalah terjaganya suplai listrik ketika terjadi gangguan pada suplai utama. Selain itu, ATS juga dapat mencegah bertemunya sumber utama yang digunakan sebagai suplai listrik (PLN) dengan suplai cadangan. Fungsi lainnya adalah sebagai pengamanan ketika daya utama telah dapat digunakan dan sumber cadangan harus dimatikan. Tanpa pengontrolan dari panel ATS, maka keselamatan peralatan listrik akan terganggu karena.

Adapun komponen-komponen yang akan dibutuhkan dalam rancang bangun ATS berbasis Arduino diantaranya :

1. Arduino Uno

2. *Relay* 5V
3. Konverter
4. LCD
5. Sensor arus ACS712
6. *Supply* utama (PLN)
7. *Supply* cadangan (AKI)

Prinsip kerja dari sistem ATS berbasis Arduino ini adalah disaat sumber utama (PLN) tidak menyuplai daya maka arduino akan mendeteksi dan secara otomatis mengaktifkan *relay* . Di mana *relay* untuk sumber PLN akan terbuka terlebih dahulu dan *relay* untuk *back up supply* akan tertutup. Ketika sumber utama (PLN) sudah menyuplai, *relay* untuk AKI akan terbuka terlebih dahulu dan *relay* untuk PLN akan tertutup. Fungsi dari sensor tegangan adalah mendeteksi tegangan yang mengalir pada suatu sistem yang akan dibaca oleh Arduino dan akan ditampilkan pada LCD.

2.2.1 Prinsip Kerja ATS berbasis Mikrokontroler Arduino

Automatic Transfer Switch berbasis arduino bekerja berdasarkan prinsip pergantian *relay* dimana pada posisi normal yaitu sensor tegangan mendeteksi adanya tegangan pada *main supply*, maka *relay* 1 akan bekerja. Namun ketika sensor mendeteksi tidak adanya tegangan pada *main supply* maka sensor tegangan akan mengirim sinyal pada arduino untuk memindahkan kerja ke *relay* 2. Berdasarkan hal tersebut sensor tegangan merupakan komponen utama yang berfungsi untuk sistem ATS berbasis mikrokontroler.

Selain sebagai fungsi pemindahan secara otomatis, ATS berbasis mikrokontroler ini dapat dijadikan modul praktikum. Hal ini dikarenakan ATS berbasis mikrokontroller ini dapat dirakit oleh praktikan dengan menggunakan alat dan komponen sebagai berikut :

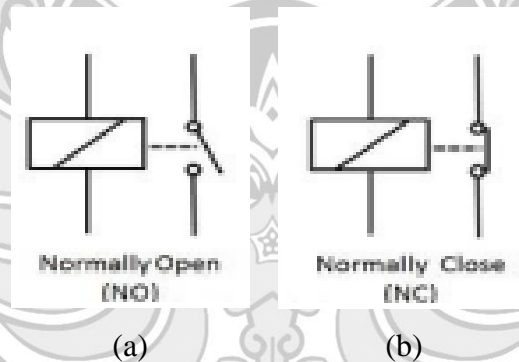
1. *Main supply* (PLN/Adaptor)
2. *Relay 2 chanel*
3. Sensor tegangan

4. Beban

2.2 Relay Arduino

Relay merupakan suatu perangkat saklar yang dioperasikan menggunakan energi listrik. Sebagai komponen elektromekanik, *relay* terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (kumparan) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Prinsip kerja *relay* didasarkan pada prinsip elektromagnetik, di mana elektromagnet digunakan untuk menggerakkan kontak saklar sehingga arus listrik yang kecil atau daya rendah dapat mengontrol aliran listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. Dengan demikian, *relay* memungkinkan pengendalian listrik yang efektif dan aman dalam berbagai aplikasi (Saleh, 2017).

Gambar simbol dari *relay* dapat ditunjukkan pada gambar 2. 1



Gambar 2. 1 Bentuk Simbol *Relay Normally Open* (a) dan *Normally Close* (b)
Sumber (Saleh, 2017)

Modul *relay* adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi *ON* ke *OFF* atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara *relay* dan saklar adalah pada saat pemindahan dari posisi *ON* ke *OFF*. *Relay* melakukan pemindahannya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan saklar dilakukan dengan cara manual.

Gambar bentuk dari *relay* dapat ditunjukkan pada gambar 2. 2



Gambar 2. 2 Bentuk Fisik
Sumber (Saleh, 2017)

Pada dasarnya, fungsi *relay* mikro adalah sebagai saklar elektrik. Dimana ia akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Kebanyakan, *relay* 5 volt DC digunakan untuk membuat project yang salah satu komponennya butuh tegangan tinggi atau yang sifatnya AC (*Alternating Current*). Sedangkan kegunaan *relay* secara lebih spesifik adalah sebagai berikut:

1. Menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler Arduino
2. Sarana untuk mengendalikan tegangan tinggi hanya dengan menggunakan tegangan rendah
3. Meminimalkan terjadinya penurunan tegangan
4. Memungkinkan penggunaan fungsi penundaan waktu atau fungsi *time delay function*
5. Menyederhanakan rangkaian agar lebih ringkas.
6. Melindungi komponen lainnya dari kelebihan tegangan yang menyebabkan korsleting.

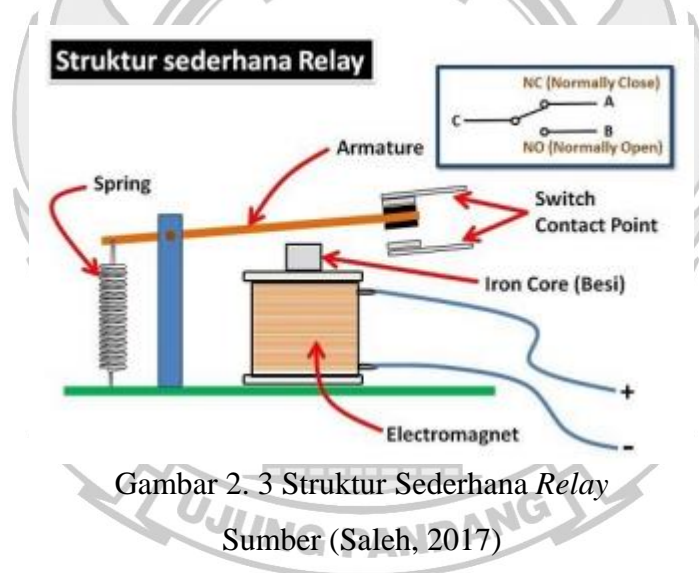
2.2.1 Prinsip Kerja *Relay* Arduino

Relay dapat bekerja karena adanya gaya elektromagnetik. Ini tercipta dari inti besi yang dililitkan kawat kumparan dan dialiri aliran listrik. Saat kumparan dialiri listrik,

maka otomatis inti besi akan jadi magnet dan menarik penyangga sehingga kondisi yang awalnya tertutup jadi terbuka (*Open*). Sementara pada saat kumparan tak lagi dialiri listrik, maka pegas akan menarik ujung penyangga dan menyebabkan kondisi yang awalnya terbuka jadi tertutup (*Close*).

Dengan kemampuan ini, *relay* menjadi komponen penting dalam banyak sistem kontrol dan proteksi. Mereka digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk industri, kendaraan, sistem keamanan, dan elektronika. Keandalan dan daya tahan yang tinggi membuat *relay* menjadi pilihan yang populer dalam mengendalikan dan mengatur aliran listrik yang kompleks.

Gambar bentuk dan simbol dari *relay* dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. 3 Struktur Sederhana Relay
Sumber (Saleh, 2017)

Secara umum kondisi atau posisi pada *relay* terbagi menjadi dua, yaitu:

1. **NC (*Normally Close*)**, adalah kondisi awal atau kondisi dimana *relay* dalam posisi tertutup karena tak menerima arus listrik.
2. **NO (*Normally Open*)**, adalah kondisi dimana *relay* dalam posisi terbuka karena menerima arus listrik.

2.3 Arduino

Dalam sebuah sistem perangkat, diperlukan mikrokontroler sebagai komponen yang mengatur perangkat secara otomatis untuk memastikan kinerja yang optimal. Mikrokontroler berperan sebagai otak sistem yang memungkinkan pengontrolan perangkat secara efisien melalui perangkat lunak yang mudah dimodifikasi. Dengan adanya mikrokontroler, sistem elektrik menjadi lebih sederhana, cepat, dan memungkinkan identifikasi serta penyelesaian masalah program yang efektif (Alfian Djafar, 2021).

Arduino Uno R3 adalah sistem mikrokontroller yang menggunakan chip ATmega 328p. sistem mikrokontroller ini di susun dalam satu papan PCB lengkap dengan pin *input* , output, dan power. Arduino Uno R3 memiliki 14 pin digital yang dimana 6 pin tersebut dapat berfungsi sebagai pin PWM (Bachtiar, 2023)

Adapun bentuk dari Arduino R3 dapat ditunjukkan pada gambar 2. 4



Gambar 2. 4 Bentuk Arduino R3

Sumber (Bachtiar, 2023)

2.3.1 Fitur Arduino Uno

Board Arduino Uno memiliki fitur sebagai berikut:

1. Pin out, menambahkan SDA dan SCL pin yang dekat ke pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin *RESET*, dengan I/O REF yang

memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari *board system*. Pengembangannya system akan lebih kompatibel dengan prosesor yang menggunakan 5V dan dengan Arduino karena beroperasi dengan 3.3 V yang kedua adalah pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.

2. *Sirkuit reset*.
3. ATmega 16U2 ganti 8U yang digunakan sebagai *converter* USB to *serial* .

Adapun spesifikasi Arduino dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino

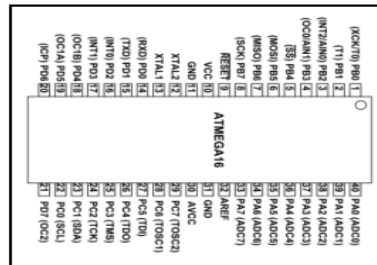
No	Mikrokontroler	Atmega328
1	Tegangan operasi	5V
2	<i>Input Voltage</i>	7-12 V (Rekomendasi)
3	<i>Input Voltage</i>	6-20 V (<i>Limit</i>)
4	I/O	14 pin (6 pin PWM)
5	Arus DC I/O Pin	40 Ma
6	Arus DC 3.3 V Pin	50 Ma
7	<i>Flash Memory</i>	32 KB
8	<i>Bootloader</i>	SRAM 2 KB
9	<i>EEPROM</i>	1 KB (Atmega328)
10	Kecepatan	16 Hz

*Sumber : Alfian Djafar, 2021

2.3.2 Memori Arduino

Dalam sebuah IC/chip mikrokontroler, terdapat komponen-komponen penting seperti CPU (*Central Processing Unit*) yang berfungsi sebagai otak dari mikrokontroler dan mengeksekusi instruksi-instruksi yang diberikan. Selain itu, terdapat pula memori yang digunakan untuk menyimpan program dan data, *timer* untuk mengatur waktu dan penghitungan, saluran komunikasi *serial* dan paralel yang memungkinkan komunikasi dengan perangkat lain, *port input /output* untuk menghubungkan sensor dan aktuator, serta ADC (*Analog-to-Digital Converter*) yang memungkinkan pengukuran dan konversi sinyal *analog* menjadi digital. Semua

komponen ini bekerja bersama-sama untuk mengendalikan dan mengatur berbagai proses dalam sistem yang terhubung dengan mikrokontroler. (Candra Cahaya Utama, 2021). Gambar konfigurasi pin Atmega dapat ditunjukkan pada gambar 2. 5



Gambar 2. 5 Konfigurasi Pin Atmega

Sumber (Candra Cahaya Utama, 2021)

ATMega328 mempunyai *flash memory* 32 KB (dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*), juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB *EEPROM*.

1. SRAM (*Static Random Access Memory*) digunakan sebagai memori kerja selama sketch dijalankan. Memori inilah yang digunakan untuk menyimpan variable.
2. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) adalah memori yang dapat digunakan untuk menyimpan data secara permanen.
3. *Flash memory* digunakan untuk menyimpan *sketch* (program)

2.3.3 Input dan Output

Setiap pin digital pada board Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input /output*. Dengan menggunakan fungsi pin *Mode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()* yang akan beroperasi pada tegangan 5V. Setiap pin mampu memberi atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal 20-50 Kohm. Selain itu ada beberapa pin memiliki fungsi khusus :

1. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data *serial* TTL. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB-to-TTL *serial*
2. Interupsi Eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tapi naik atau turun, atau perubahan nilai.
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10 dan 11. Menyediakan 8 bit output PWM dengan fungsi *analogWrite()*.
4. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library* SPI.
5. LED : 13. Terdapat LED pin digital 13 pada board. Ketika pin bernilai TINGGI (*HIGH*), LED menyala (*ON*), ketika pin bernilai rendah (*LOW*), LED akan mati (*OFF*).
6. Arduino uno memiliki 6 *input analog*, berlabel A0 sampai A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 5 volt dari Ground.
7. TWI : pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mensuport komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire library*
8. AREF : Referensi tegangan untuk *input analog*. Digunakan dengan *analog* (Reference)
9. Reset. Membawa saluran LOW untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblokir sesuatu pada board.

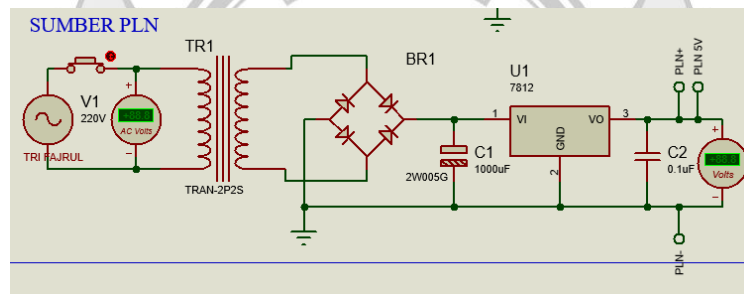
2.4 Konverter

Konverter AC/DC merupakan sebuah sistem sumber daya yang menggunakan sakelar elektronik untuk mengatur aliran daya. Umumnya, sistem ini digunakan dalam rangkaian catu daya atau regulator pada perangkat elektronik (Rizky Setyawan, 2023). Konverter AC/DC memiliki berbagai variasi daya yang tersedia, termasuk catu daya 12V yang digunakan dalam penelitian ini dan diilustrasikan pada gambar 2. 6



Gambar 2. 6 Konverter
Sumber (Rizky Setyawan, 2023)

Gambar *schematic* dari Konverter 12 V dapat ditunjukkan pada gambar 2. 7



Gambar 2. 7 *Scematic* Konverter 12V
Sumber Pribadi

Konverter daya mengkonversi energi listrik dari satu bentuk ke bentuk lain, konversi Antara AC dan DC , atau hanya mengubah tegangan atau frekuensi , atau beberapa kombinasinya. Istilah lain juga bisa merujuk seperti mesin Listrik yang digunakan mengkonversi salah satu frekuensi dari arus bolak-balik frekuensi menjadi lain. Salah satu contohnya adalah *Adaptor Power supply* Konverter adalah alat elektronika yang dapat mengkonversi arus output DC atau AC yang dapat merubah nilai arus output, misal arus AC 220v akan diubah menjadi DC 6,9, maupun 12v yang nantinya nilai tegangan outputnya akan dipakai pada rangkaian mikrokontroler dan *relay* .

2.5 Backup Supply

Backup supply yang sesuai dengan penelitian ini diantaranya :

2.5.1 Akumulator

Akumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan energi kimia menjadi energi listrik (Sunardi, 2022)

Untuk bentuk dari *Akumulator* dapat ditunjukkan pada gambar 2. 8



Gambar 2. 8 *Akumulator*

Sumber (Sunardi, 2022)

Akumulator (aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh *akumulator* adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata *akumulator* (sebagai aki atau aki) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata *akumulator* dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll.

Akumulator atau aki tersusun atas pelat timbal sebagai elektrode negatif dan pelat timbal dioksida sebagai elektrode positif, dan larutan elektrolit asam sulfat. Di antara kedua elektrode, dibatasi dengan bahan isolator. Hal itu dimaksudkan, agar aki tidak bersentuhan (kalau, terjadi sentuhan menyebabkan korsleting).

2.5.2 Baterai

Baterai *Li-Ion* (*Lithium-Ion*) adalah jenis baterai yang memiliki ketentuan penggunaan yang lebih spesifik dibandingkan dengan baterai SLA (*Solid Lead Acid*). Baterai *Li-Ion* terdiri dari sel-sel yang mengandung litium-ion dan memiliki ketentuan tegangan operasi yang ketat (Endang, 2019).

Tegangan operasi baterai Li-Ion memiliki batas bawah sebesar 2,7V dan batas atas sebesar 4,2V. Jika tegangan baterai jatuh di bawah batas bawah 2,7V, baterai dapat mengalami penurunan performa atau bahkan tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, perangkat yang menggunakan baterai Li-Ion biasanya dilengkapi dengan perlindungan baterai yang akan memutus aliran daya saat tegangan baterai mencapai batas bawah ini, untuk mencegah kerusakan pada baterai.

Untuk Bentuk dari baterai dapat ditunjukkan pada gambar 2. 9



Gambar 2. 9 Baterai

Sumber (Endang, 2019)

Kutub yang bertanda positif menandakan bahwa memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub bertanda negatif. Kutub bertanda negatif adalah sumber elektron yang ketika disambungkan dengan rangkaian eksternal akan mengalir dan memberikan energi ke peralatan eksternal. Ketika baterai dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektrolit dapat berpindah sebagai ion di dalamnya, sehingga terjadi reaksi kimia pada kedua kutubnya. Perpindahan ion dalam baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai sehingga menghasilkan kerja. Meski

sebutan baterai secara teknis adalah alat dengan beberapa sel, sel tunggal juga umumnya disebut baterai.

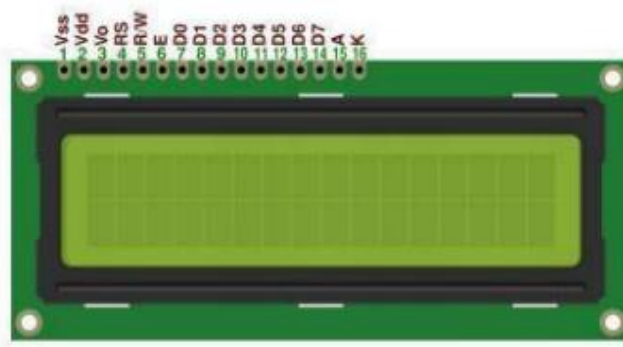
2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*) dan I2C

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah modul penampil yang banyak digunakan karena kemampuannya dalam menampilkan gambar dan teks dengan kualitas visual yang menarik. Salah satu tipe LCD yang populer dan banyak digunakan saat ini adalah tipe M1632. Tipe ini memiliki keunggulan, di antaranya adalah harga yang terjangkau bagi pengguna. Dengan harga yang terjangkau, banyak orang dapat memanfaatkan dan mengintegrasikan LCD tipe M1632 ke dalam berbagai aplikasi elektronik (Selamet Samsugi, 2022). LCD atau *Liquid Crystal Display* pada dasarnya terdiri dari dua bagian utamayaitu bagian backlight (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (kristal cair).

2.6.1 Jenis LCD

Adapun jenis LCD yang digunakan yaitu LCD 16x2. LCD 16x2 adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan penampil LCD 16x2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Penampil LCD 16x2 ini bisa dihubungkan dengan mikrokontroler apa saja.

Untuk fisualisasi dari LCD dapat ditunjukkan pada gambar 2. 10



Gambar 2. 10 LCD

Sumber (Anita Sari, 2020)

Dapat dilihat bahwa LCD 16×2 mempunyai 16 pin. sedangkan pengkabelanya adalah sebagai berikut :

1. Kaki 1 dan 16 terhubung dengan *Ground* (GND)
2. Kaki 2 dan 15 terhubung dengan VCC (+5V)
3. Kaki 3 dari LCD 16×2 adalah pin yang digunakan untuk mengatur kontras kecerahan LCD. Jadi kita bisa memasang sebuah trimpot 10k untuk mengatur kecerahan nya. Pemasangannya seperti terlihat pada rangkaian tersebut. Karena LCD akan berubah kecerahannya jika tegangan pada pin 3 ini diturunkan atau dinaikan.
4. Pin 4 (RS) dihubungkan dengan pin mikrokontroler
5. Pin 5 (RW) dihubungkan dengan GND
6. Pin 6 (E) dihubungkan dengan pin mikrokontroler
7. Sedangkan pin 11 hingga 14 dihubungkan dengan pin mikrokontroller sebagai jalur datanya.

2.6.2 I2C

I2C (*Inter-Integrated Circuit*) adalah protokol komunikasi *serial* yang digunakan untuk menghubungkan beberapa perangkat elektronik pada sebuah bus atau jalur komunikasi tunggal. I2C dirancang untuk menghubungkan perangkat dengan kecepatan transmisi data yang relatif rendah dan jarak yang pendek, sehingga cocok untuk digunakan pada rangkaian elektronik dengan kompleksitas yang tinggi atau dalam aplikasi yang membutuhkan koneksi antar-perangkat dengan jumlah yang banyak.

I2C memungkinkan beberapa perangkat elektronik untuk terhubung pada satu jalur komunikasi tunggal yang terdiri dari dua kabel, yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*). Kabel SDA digunakan untuk mentransfer data secara *serial* antar-perangkat, sedangkan kabel SCL digunakan untuk mengatur timing atau waktu transfer data pada jalur komunikasi.

Setiap perangkat elektronik pada jalur I2C memiliki alamat unik yang dapat diprogram, sehingga memungkinkan beberapa perangkat untuk terhubung pada satu jalur I2C tanpa saling mengganggu. Perangkat yang berada pada jalur I2C dapat berfungsi sebagai master atau slave, di mana perangkat master mengontrol jalur komunikasi dan menginisiasi operasi

transfer data, sedangkan perangkat slave menerima perintah dari perangkat master dan menjawab dengan mengirimkan data.

I2C dikembangkan oleh Philips Semiconductor (kini NXP Semiconductors) pada tahun 1980-an dan saat ini sudah menjadi standar industri yang digunakan pada berbagai jenis perangkat elektronik, seperti sensor, modul *display*, *EEPROM*, dan banyak lagi.

2.7 Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC dapat digunakan untuk mengukur tegangan atau arus listrik DC pada sebuah rangkaian atau sistem dan outputnya dapat dihubungkan ke board Arduino untuk diolah lebih lanjut.

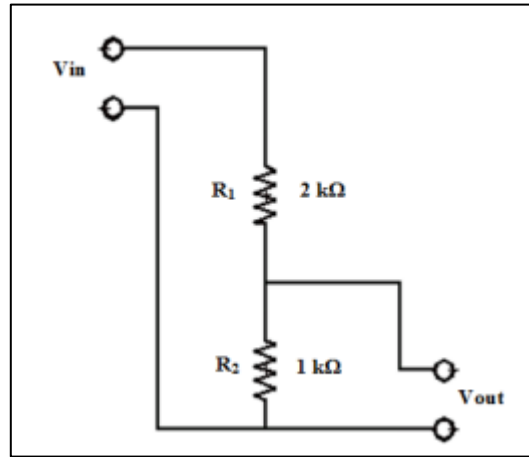
Untuk spesifikasi lengkap dari Sensor Tegangan DC ditunjukkan pada tabel 2. 2 :

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Tegangan DC

No.	Atribut	Detail
1	Tegangan <i>Input</i>	0-25V DC
2	Tegangan Deteksi	0.02445-25V DC
3	Ketelitian Pengukuran	0.00489V
4	Ukuran	25 x 13mm

Sumber spesifikasi barang di atas berdasarkan informasi dari barang yang kami miliki

Gambar *schematic* Sensor Tegangan DC 0-25V dapat ditunjukkan pada gambar 2.11



Gambar 2. 11 *Schematic* Sensor Tegangan DC 0-25V

Sumber (Rudiatmadja, 2018)

Beberapa jenis sensor tegangan DC yang umum digunakan pada board Arduino antara lain:

1. Sensor Tegangan DC *Hall Effect*: Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur tegangan dan arus listrik DC pada sistem. *Output* sensor berupa tegangan *analog* dan dapat langsung dihubungkan ke pin *analog* pada board Arduino.
2. Sensor Tegangan DC *Shunt*: Sensor ini menggunakan resistor *shunt* untuk mengukur tegangan dan arus listrik DC pada sistem. *Output* sensor berupa tegangan *analog* yang dapat dihubungkan ke pin *analog* pada board Arduino.
3. Sensor Tegangan DC *Non-Contact*: Sensor ini menggunakan prinsip induksi magnetik untuk mengukur tegangan dan arus listrik DC pada sistem. *Output* sensor berupa tegangan *analog* atau digital dan dapat dihubungkan ke pin *analog* atau digital pada board Arduino.

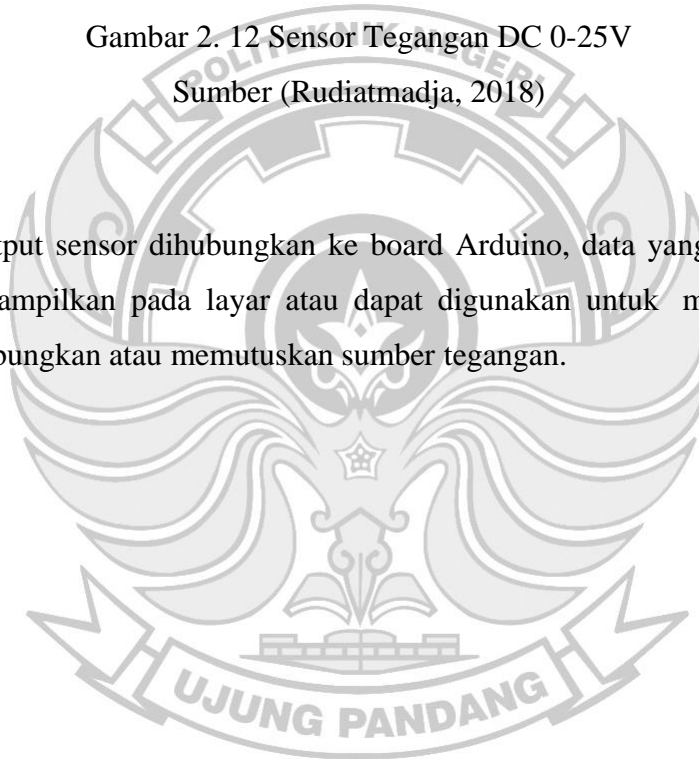
Adapun bentuk Sensor Tegangan DC 0-25V dapat ditunjukkan pada gambar 2. 12



Gambar 2. 12 Sensor Tegangan DC 0-25V

Sumber (Rudiatmadja, 2018)

Setelah output sensor dihubungkan ke board Arduino, data yang diterima dapat diolah dan ditampilkan pada layar atau dapat digunakan untuk mengontrol *relay* untuk menghubungkan atau memutuskan sumber tegangan.



BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan

Untuk proses pembuatannya sendiri dapat dilakukan dimanapun dan untuk pengujian akan dilakukan di kampus 1 Politeknik Negeri Ujung Pandang dikarenakan pada kampus tersebut memiliki peralatan yang memampuni untuk pengujian dari *prototype* ATS. Jika terkendala, *prototype* ATS dapat diuji dilokasi manapun yang memungkinkan untuk dilaksanakannya pengujian.

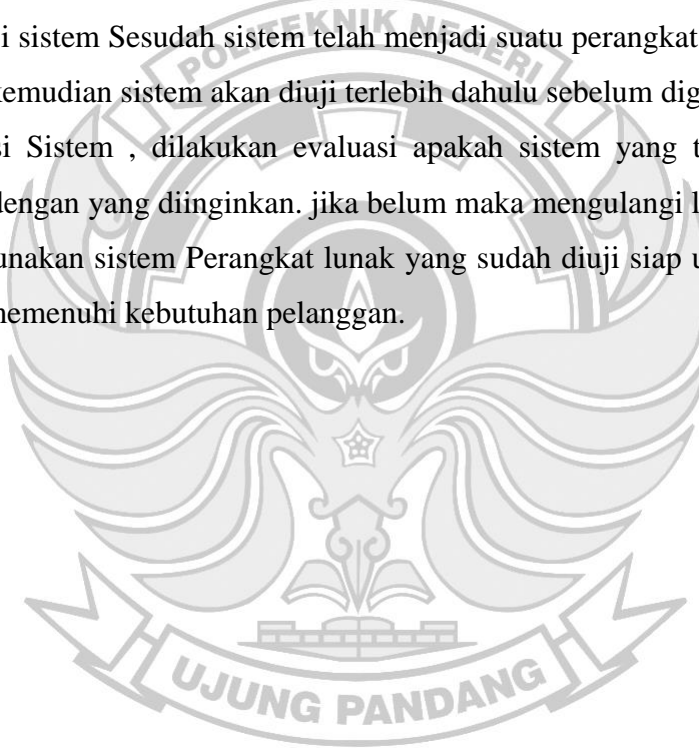
3.2 Prosedur Kegiatan

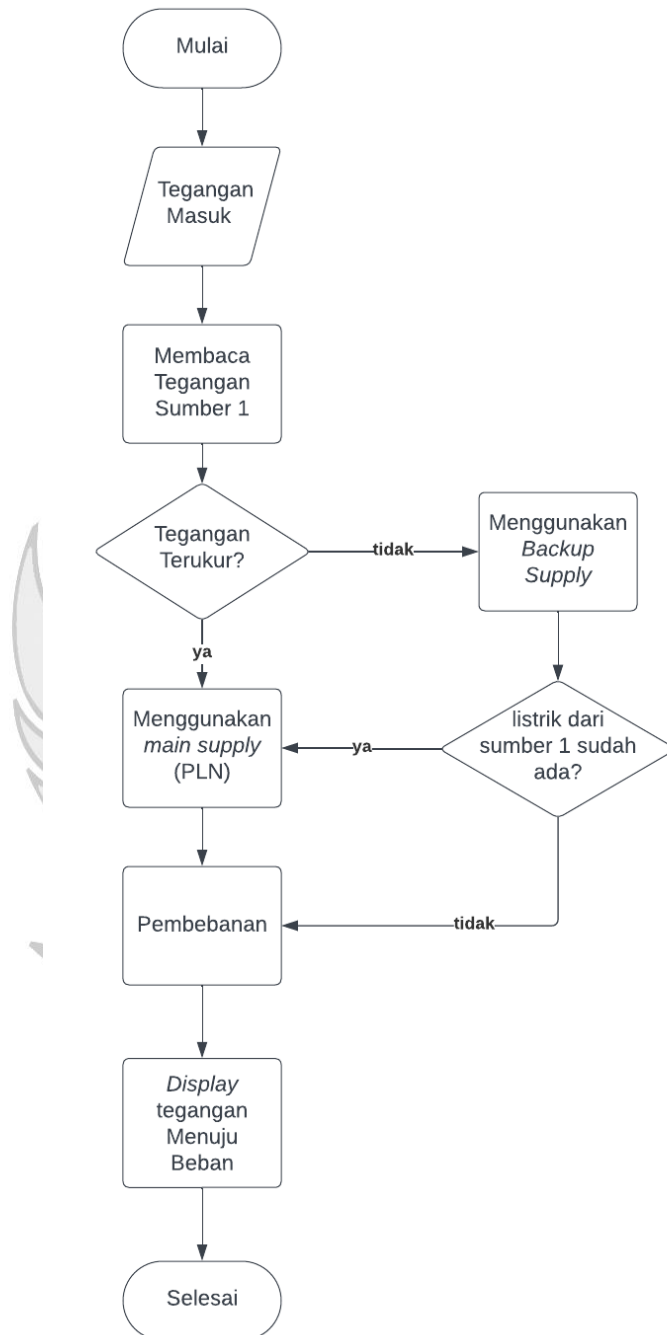
Dalam proses pembuatan sebuah rancang bangun perlu dilakukan suatu prosedur atau Langkah-langkah yang akan dilakukan sehingga pelaksanaan dapat terlaksana secara terstruktur, sistematis, dan terarah. Perancangan Alat yang dipilih sebagai metode pengembangan sistem didalam penelitian ini yaitu *Prototyping Model*, metode ini dipilih berdasakan masih belum terdefinisi secara detail tentang keperluan dan syarat sistem dari *penulis*, dikarenakan *penulis* hanya mengetahui teori dasar dari proyek yang akan dikerjakan. Hal lain yang mendasari pemilihan metode ini yaitu pihak pengembang tidak mempunyai informasi yang memadai dan juga pengalaman yang cukup mengenai sistem yang akan dikembangkan, oleh karena itu dengan *prototype* ini akan memberikan informasi yang berhubungan dengan kemampuan kerja dari konsep yang akan dikembangkan.

Berikut tahapan-tahapan yang digunakan dalam proses pengujian dan pembuatan model *prototype* dari ATS:

1. Pengumpulan kebutuhan Mendefinisikan format dan kebutuhan keseluruhan *software*, mengidentifikasi semua kebutuhan, dan garis besar sistem yang akan dibuat.

2. Membangun *prototyping* dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada desain menggunakan context diagram, gambar rangkaian *prototype* alat dan desain *input* -output.
3. Evaluasi *prototyping* Proses evaluasi ini dilakukan oleh untuk mengetahui apakah *prototyping* yang telah dibangun sudah sesuai. Jika tidak *prototyping* direvisi dengan mengulangi langkah 1, 2, dan 3.
4. Memasukkan kode pada sistem, dalam tahap ini *prototyping* yang sudah disetujui diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang sesuai.
5. Menguji sistem Sesudah sistem telah menjadi suatu perangkat lunak yang siap pakai, kemudian sistem akan diuji terlebih dahulu sebelum digunakan.
6. Evaluasi Sistem , dilakukan evaluasi apakah sistem yang telah jadi sudah sesuai dengan yang diinginkan. jika belum maka mengulangi langkah 4 dan 5.
7. Menggunakan sistem Perangkat lunak yang sudah diuji siap untuk digunakan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

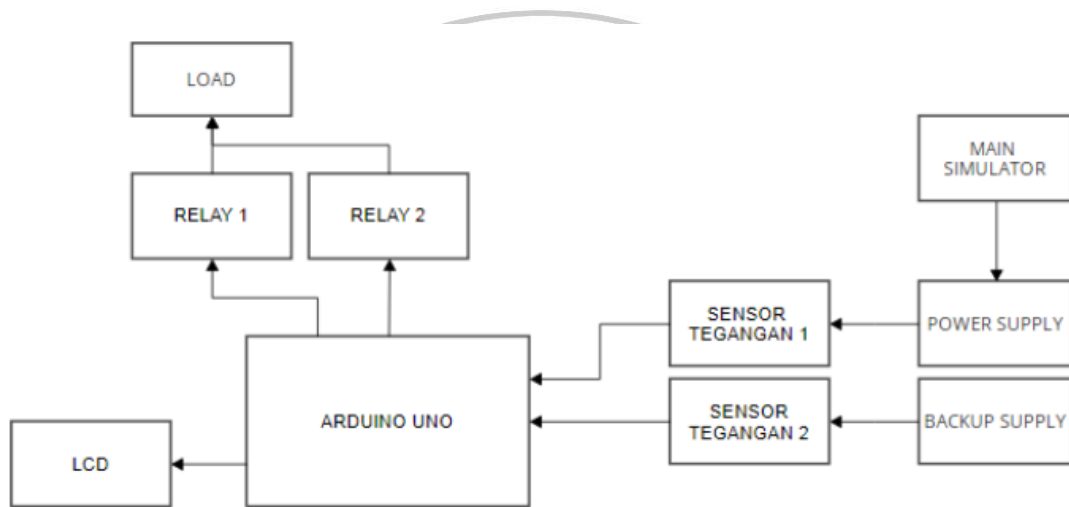




Gambar 3 1 Proses Pengembangan Sistem *Prototype*

3.3 Proses Perancangan

ATS merupakan suatu sistem yang merupakan gabungan dari sebuah mikrokontroler, rangkaian relai dan rangkaian modul *step down* sehingga membentuk sebuah sistem yang dapat digunakan untuk memindahkan sumber tegangan listrik. Pada Gambar 3.2 memperlihatkan diagram blok sistem dari penggabungan ATS dengan mikrokontroler.



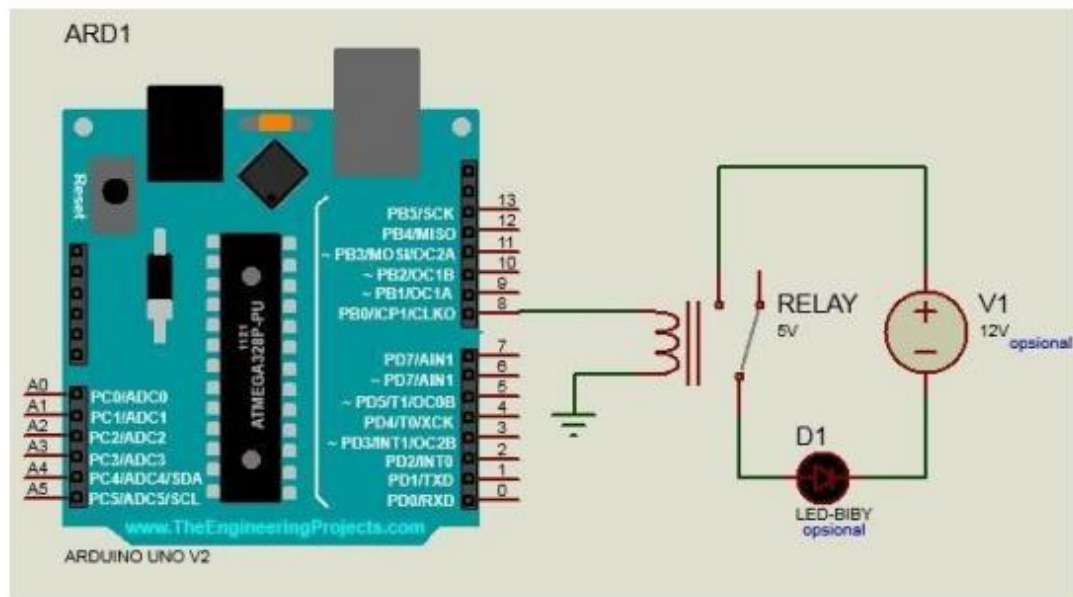
Gambar 3 2 Blok Sistem Diagram Rangkaian

Dalam blok diagram yang digambarkan oleh Gambar 3.2, unit kendali utama menggunakan Arduino Uno. Arduino adalah salah satu jenis papan mikrokontroler yang banyak dipakai dalam pengimplementasian perangkat kendali. Arduino UNO memakai chip ATMEGA328 sebagai CPU utamanya. Arduino UNO dapat diprogram dengan memakai Bahasa C menggunakan aplikasi Arduino IDE. Arduino Uno memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin. Pada penelitian ini, Arduino UNO diterapkan untuk membaca nilai tegangan, mengendalikan relai, kendali layar *display* (LCD).

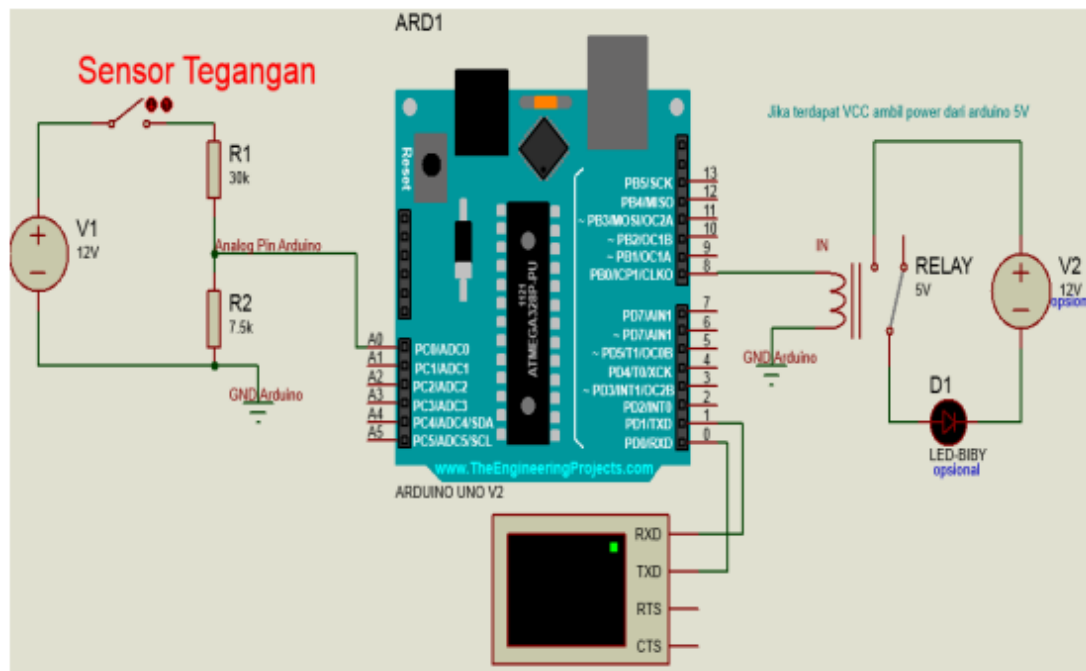
3.4 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu metode studi literatur. Studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data baik melalui artikel, jurnal penelitian, tugas akhir yang berhubungan dengan judul tugas akhir untuk mendapat pengetahuan secara teoritis sehingga membantu proses penulisan ini. Pada metode ini digunakan sebagai penulisan referensi mengenai prinsip kerja peralatan, dan teori terkait dengan penelitian yang dilakukan.

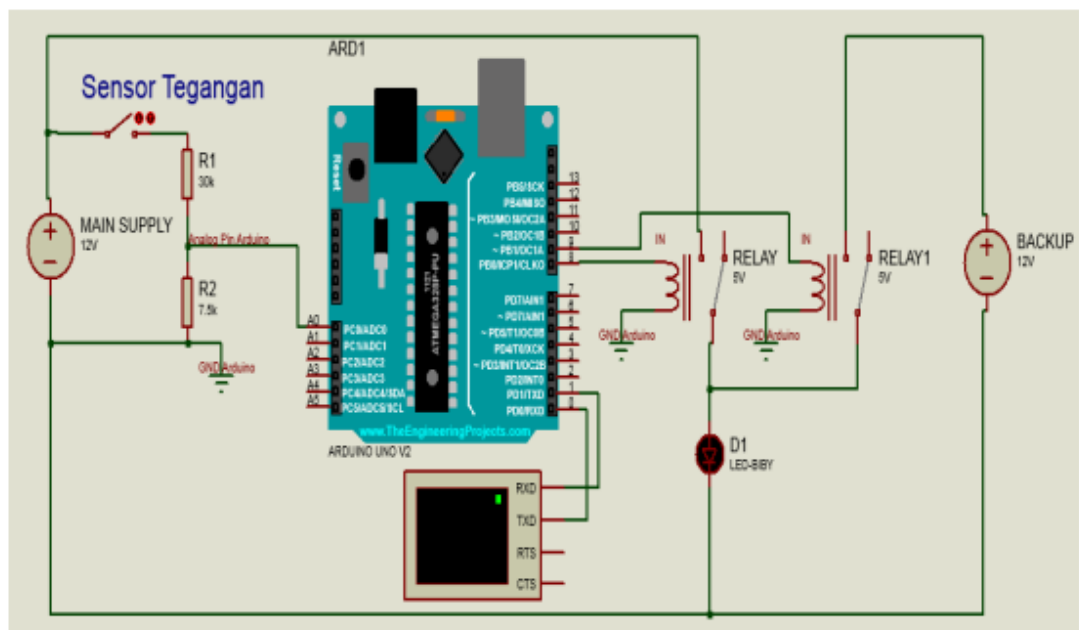
3.5 Desain Perancangan



Gambar 3. 1 Desain Perancangan Pengujian *Relay*



Gambar 3. 2 Desain Perancangan Pengujian Sensor Tegangan dan Relay



Gambar 3. 3 Desai Perancangan Sistem ATS

BAB IV

PEMBAHASAN

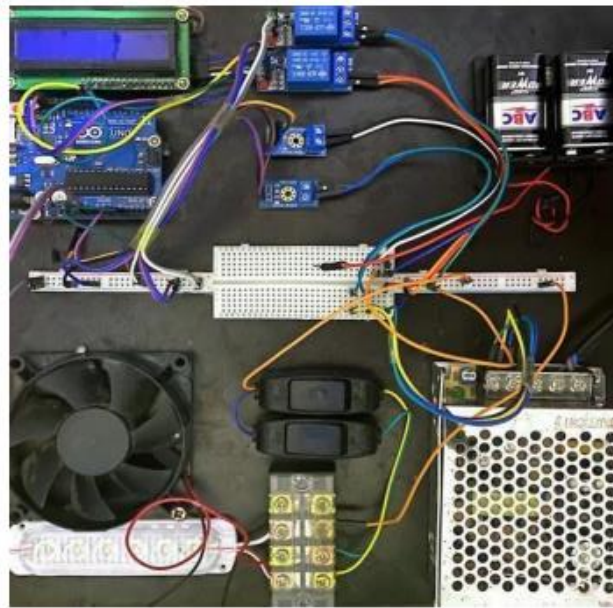
4.1 Sistem Kerja ATS Berbasis Mikrokontroller

Sistem kerja ATS berbasis mikrokontroller melibatkan deteksi kegagalan sumber daya utama melalui sensor tegangan dan arus yang terhubung ke mikrokontroller. Mikrokontroller memonitor kondisi sumber daya utama secara terus menerus, dan jika terdeteksi kegagalan, mikrokontroller mengaktifkan sumber daya cadangan dan mengalihkan pasokan listrik melalui saklar pemindah. Selanjutnya, mikrokontroller terus memantau sumber daya cadangan untuk memastikan ketersediaan dan stabilitasnya. Setelah sumber daya utama pulih, mikrokontroller memulihkan pasokan listrik ke sumber daya utama. Indikator status yang dikendalikan oleh mikrokontroller memberikan informasi tentang status ATS kepada pengguna, seperti sumber daya yang sedang digunakan dan status pemindahan pasokan listrik. Dengan adanya mikrokontroller, sistem ATS dapat memberikan otomatisasi dan kehandalan dalam pengalihan pasokan listrik, meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem.

4.2 Rangkaian Modul ATS Berbasis Mikrokontroller

Hasil pengujian modul ATS berbasis mikrokontroller dengan sensor tegangan, *relay*, dan LCD menunjukkan kinerja yang sempurna dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Deteksi kegagalan sumber daya utama menggunakan sensor tegangan dilakukan dengan akurat, di mana modul ATS berhasil mendeteksi kegagalan dan mengaktifkan sumber daya cadangan melalui *relay*.

Adapun gambar hasil akhir dari Modul ATS berbasis mikrokontroller ini dapat dilihat pada gambar 4. 1



Gambar 4. 1 Rangkaian Modul ATS Berbasis Mikrokontroler

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa rangkaian modul ATS berbasis Arduino yang terdiri dari LCD, *Relay*, Sensor tegangan, Adaptor, Arduino R3, Beban, *Back-up Supply* dan *Main Supply*

4.3 Pengujian masing-masing komponen atau alat.

Pada sub bab ini, dilakukan pengujian alat berdasarkan sistem yang telah dirancang. Tahap pengujian yang dilakukan mulai dari perangkat keras sampai ke perangkat lunak. Pada pengujian ini akan dilakukan pada perangkat elektronik yang terdapat pada alat penghitung nilai tegangan dan arus, dimana percobaan ini dikatakan berhasil apabila alat dapat memindahkan *main supply* ke *backup supply* secara otomatis.

4.3.1 Pengujian *Relay*

Pengujian *relay* ini dilakukan agar mengetahui apakah *relay* ini bekerja seperti *relay* konvensional, yang dimana jika *relay* ini bekerja terminal pada *normally open* akan menjadi *close* dan *normally close* akan menjadi *open* yang nantinya akan

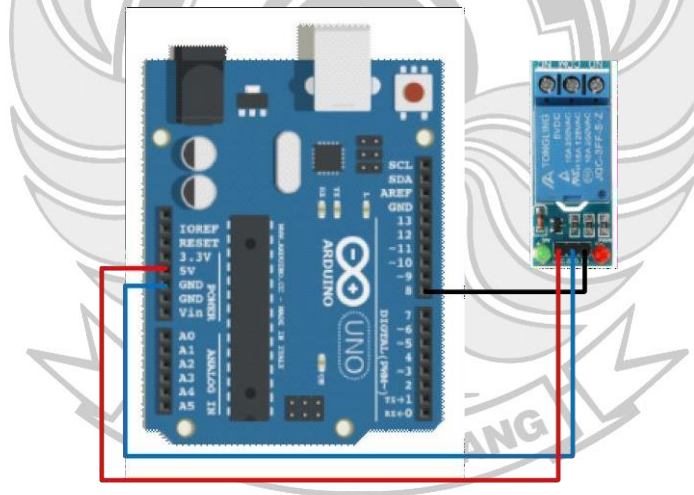
digunakan sebagai pemutus ataupun penghubung sumber dari *main supply* ataupun *backup supply*.

Adapun alat dan bahan pengujian *relay* dapat dilihat pada tabel 4. 1

Tabel 4. 1 Alat dan bahan pada pengujian *relay*

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Arduino Uno	Atmega328	1 Buah
2	Laptop	Asus	1 Buah
3	Kabel <i>Jumper</i>	30 cm	Secukupnya
4	<i>Relay</i>	5 V	2 Buah
5	Adaptor	12 V	1 Buah

Untuk rangkaian pengujian *Relay* dapat dilihat pada gambar 4. 1 berikut :



Gambar 4. 2 Rangkaian Pengujian *Relay*

Pada gambar *relay* di atas untuk mengendalikan *relay* arduino UNO dihubungkan sama *relay* dimana pin yang terhubung ke *relay* yaitu pin (5V) Arduino masuk ke (Vcc) *relay* , (GND) Arduino masuk ke (GND) *relay* , dan (pin8) Arduino masuk ke (in) *relay* . Vcc dan GND berfungsi sebagai untuk menyalakan *relay* dan untuk

mengaktifkan *relay* dapat dilakukan dengan memberi tegangan 5v pada (in) *relay* untuk memicu perpindahan *switch* pada *relay* .

Adapun *listing* program dari *Relay* ini ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut

```
1  int Relay = 2;
2
3  void setup(){
4    pinMode(Relay, OUTPUT);
5  }
6
7  void loop() {
8    digitalWrite(Relay, HIGH);
9    delay(1000);
10   digitalWrite(Relay, LOW);
11   delay(1000);
12 }
```

Gambar 4. 3 *Listing Program Relay*

Pada program *Relay* di atas dilakukan pengecekan *relay* apakah *relay* bekerja semestinya. Dapat diperhatikan pada *string void loop relay* akan diaktifkan dan dinonaktifkan secara bergantian selama 1000 ms.

4.3.2 Pengujian Sensor Tegangan

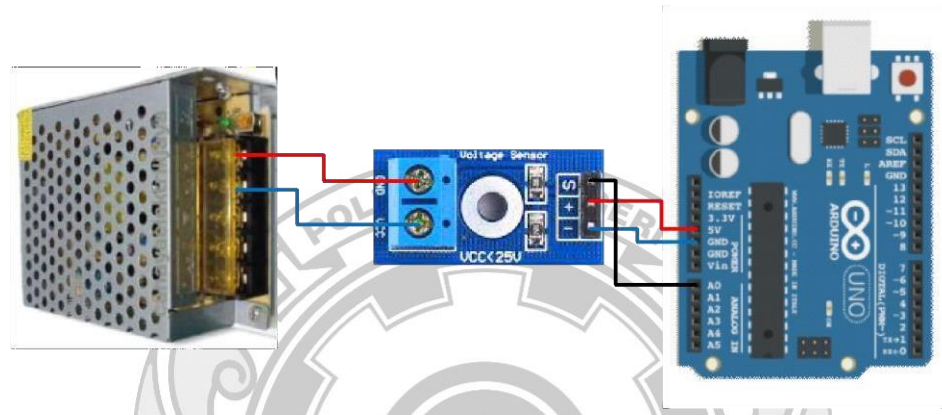
Pengujian Sensor tegangan ini bertujuan agar mengetahui prinsip sensor kerja sensor tegangan itu sendiri. Yang mana *power supply* di hubung ke sensor tegangan dan sensor tegangan dihubung ke arduino dengan prinsip kerja sensor tegangan membaca tegangan terhadap suplai lalu mengirim data ke arduino.

Adapun alat dan bahan pengujian sensor tegangan dapat dilihat pada tabel 4. 2

Tabel 4. 2 Alat dan bahan pengujian sensor tegangan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Arduino Uno	Atmega328	1 Buah
2	Laptop	Asus	1 Buah
3	Kabel <i>Jumper</i>	30 cm	Secukupnya

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
4	Power Supply	12 V	1 Buah
5	Sensor Tegangan	0-25 V	1 Buah
6	Adaptor	12 V	1 Buah



Gambar 4. 4 Rangkaian Sensor Tegangan

Untuk rangkaian komponen sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut:

Pada gambar rangkaian sensor tegangan di atas dapat dilihat bahwa *power supply* terhubung pada sisi primer sensor tegangan yang dimana muatan positif masuk ke (VCC) sensor tegangan dan muatan negatif masuk ke (GND) nya. Untuk sisi sekunder sensor tegangan terhubung dengan Arduino UNO dimana pin dengan simbo (S) terhubung dengan pin (A0) Arduino Uno dan simbol (-) terhubung dengan (GND) Arduino uno.

Adapun *listing* program dari sensor tegangan ini ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut


```

2 int tegangan = A0; // pin signal dari sensor masuk ke pin A0 arduino
3 float Vsensor = 0.0; //nilai masukan sensor
4 float hasil = 0.0; //nilai hasil rumus
5 float R1 = 30000.0; //30k ohm resistor (sesuai dengan nilai resistor di sensor)
6 float R2 = 7500.0; //7.5k ohm resistor (sesuai dengan nilai resistor di sensor)
7 void setup() {
8   Serial.begin(9600); //mengaktifkan serial monitor di 9600
9   pinMode(tegangan, INPUT); //tegangan sebagai input
10 }
11 void loop()
12 {
13   int nilaiTegangan = analogRead(tegangan); //pembacaan sensor
14   Vsensor = (nilaiTegangan * 5.0) / 1024.0; //rumus mengubah nilai baca sensor
15   hasil = Vsensor / (R2/(R1+R2)); //hasil akhir
16   Serial.print("Besar Tegangan DC rangkaian = ");
17   Serial.print(hasil,2); //menuliskan hasil akhir pada monitor
18   Serial.println("volt");
19   delay(2000);
20 }

```

Gambar 4. 5 Listing Program Sensor Tegangan

Pada program pengujian sensor tegangan di atas dilakukan pengecekan terhadap sensor tegangan apakah sensor tegangan bekerja semestinya. Dapat diperhatikan pada *string void loop* terdapat *serial print* yang menandakan jika sensor tegangan bekerja maka tegangannya akan terbaca pada *serial* monitor aplikasi arduino IDE.

Adapun Data pada pengujian sensor tegangan dapat dilihat Pada Tabel 4.3 Berikut:

Tabel 4. 3 Pengujian sensor tegangan

NO	Sumber	Tegangan	Keterangan
1	PLN	12V	Terbaca
2.	PLN	0V	Terbaca
3.	BATTERAI	12V	Terbaca
4.	BATTERAI	0V	Terbaca

Pada Tabel 4.3 diatas merupakan hasil percobaan terhadap sensor tegangan dengan menggunakan dua *supply* yang berbeda tegangan dari sumber utama dan sumber cadangan. Kedua tegangan *supply* berhasil terbaca pada *serial* monitor arduino IDE .

4.3.3 Pengujian Sensor Tegangan DC dan Relay

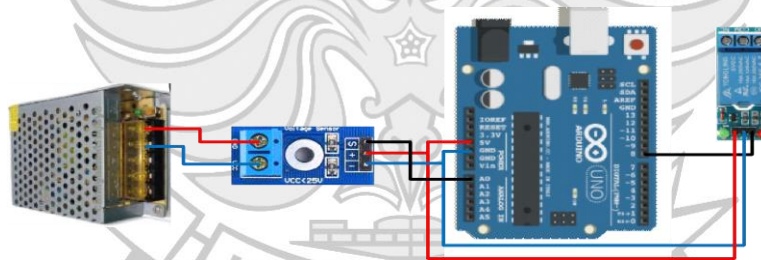
Pengujian ini melibatkan sensor tegangan dan *relay* yang prinsip kerjanya data yang diterima dari sensor tegangan nantinya akan mengendalikan *relay* untuk

menghubung dan memutus *supply* seperti sistem ATS. Adapun alat dan bahan pengujian sensor tegangan dan *relay* dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Alat dan bahan pengujian sensor tegangan dan *relay*

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Arduino Uno	Atmega328	1 Buah
2	Laptop	Asus	1 Buah
3	Kabel <i>Jumper</i>	30 cm	Secukupnya
4	Power <i>Supply</i>	12 V	1 Buah
No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
5	Sensor Tegangan	0-25 V	1 Buah
6	<i>Relay</i>	5 V	1 Buah
7	Adaptor	12 V	1 Buah

Untuk rangkaian komponen sensor tegangan dan *Relay* dapat dilihat pada gambar



Gambar 4. 6 rangkaian komponen sensor tegangan dan *relay*

4.5 berikut:

Pada gambar rangkaian komponen sensor tegangan dan *relay* di atas dapat dilihat bahwa *power supply* terhubung pada sisi primer sensor tegangan yang dimana muatan positif masuk ke (VCC) sensor tegangan dan muatan negatif masuk ke (GND) nya. Untuk sisi sekunder sensor tegangan terhubung dengan Arduino dimana pin dengan simbo (S) terhubung dengan pin (A0) Arduino dan simbol (-) terhubung dengan (GND) Arduino. Untuk rangkaian *relay* pin Arduino yang terhubung ke *relay* yaitu

pin (5V) Arduino masuk ke (vcc) *relay* , (GND) Arduino masuk ke (gnd) *relay* , dan (pin8) Arduino masuk ke (in) *relay* .

Adapun *listing program* dari sensor tegangan dan *relay* ini ditunjukkan pada

```

2  int tegangan = A0; // pin signal dari sensor masuk ke pin A0 arduino
3  float Vsensor = 0.0; //nilai masukan sensor
4  float hasil = 0.0; //nilai hasil rumus
5  float R1 = 30000.0; //30k ohm resistor (sesuai dengan nilai resistor di sensor)
6  float R2 = 7500.0; //7.5k ohm resistor (sesuai dengan nilai resistor di sensor)
7  const int relay = 8; //Pin 8 arduino akan terhubung ke relay
8  void setup() {
9      Serial.begin(9600); //mengaktifkan serial monitor di 9600
10     pinMode(tegangan, INPUT); //tegangan sebagai input
11     pinMode(relay, OUTPUT); //relay sebagai keluaran
12 }
13 void loop()
14 {
15     int nilaiTegangan = analogRead(tegangan); //pembacaan sensor
16     Vsensor = (nilaiTegangan * 5.0) / 1024.0; //rumus mengubah nilai baca sensor
17     hasil = Vsensor / (R2/(R1+R2)); //hasil akhir
18     Serial.print("Besar Tegangan DC rangkaian = ");
19     Serial.print(hasil,2); //menuliskan hasil akhir pada monitor
20     Serial.println("volt");
21
22     if(hasil > 10.0){ //jika tegangan yang terukur diatas sepuluh
23         (relay,HIGH); //Relay akan aktif
24     } else { //jika tegangan yang terukur kurang dari sepuluh
25         (relay,LOW); //Relay mati
26     }
27 }

```

Gambar 4. 7 *Listing Program Sensor Tegangan dan Relay*

gambar 4.6 berikut :

Pada program pengujian sensor tegangan dan *relay* di atas dapat dilihat pada perintah *if(hasil > 10)* kata kunci hasil diartikan bahwa tegangan yang telah terbaca oleh sensor tegangan dan simbol (>) menandakan nilai yang lebih besar dari 10. Sehingga pada program tersebut dapat diartikan bahwa jika tegangan telah melebihi 10 Volt maka akan memicu *relay* .

Adapun data pengujian pada sensor tegangan dan *relay* dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5

sensor
relay

NO	Sumber	Tegangan	Keterangan
1	PLN	12V	<i>Relay ON</i>
2.	PLN	0V	<i>Relay OFF</i>

Pengujian
tegangan dan

3.	BATERAI	12V	<i>Relay ON</i>
4.	BATERAI	0V	<i>Relay OFF</i>



Pada tabel diatas diperoleh bahwa sensor tegangan dan *relay* telah bekerja sesuai dengan setingan pada *coding* dan melihat nilai tegangan dan keterangan *relay*. Pengujian tersebut melibatkan kedua sumber yang berbeda dimana ketika tegangan kedua sumber mencapai 12V maka *relay* akan *ON* dan ketika tegangan kedua sumber mencapai 0V maka *relay* akan *OFF*.

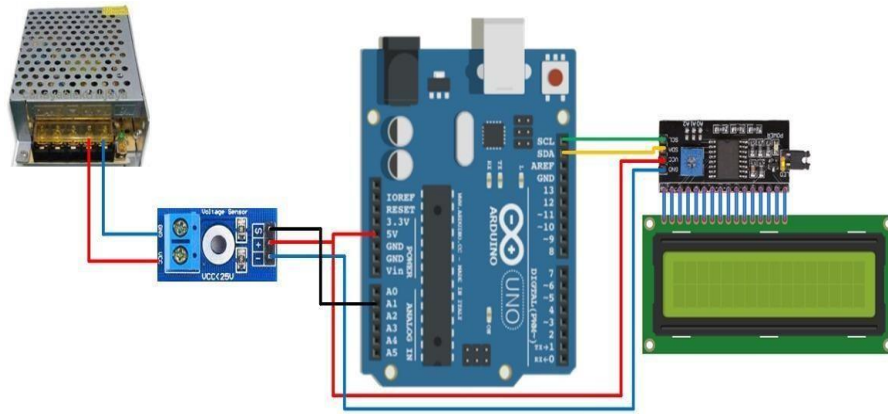
4.3.4 Pengujian Sensor Tegangan dan LCD I2C

Pengujian ini melibatkan sensor tegangan dan LCD I2C yang prinsip kerjanya data yang diterima dari sensor arus nantinya akan ditampilkan pada layar *display* LCD I2C. I2C itu sendiri adalah komponen tambahan untuk LCD yang dapat menyederhanakan pengiriman informasi *text* sehingga jumlah kabel yang digunakan lebih sedikit.

Adapun alat dan bahan penjujian sensor tegangan dan LCD I2C pada tabel 4. 6

Tabel 4. 6 Alat dan bahan pengujian sensor tegangan dan LCD I2C

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Arduino Uno	Atmega328	1 Buah
2	Laptop	Asus	1 Buah
3	Kabel <i>Jumper</i>	30 cm	Secukupnya
4	Power <i>Supply</i>	12 V	1 Buah
5	LCD I2C	16x2	1 Buah
6	Sensor Tegangan	0-25 V	1 Buah
7	Adaptor	12 V	1 Buah



Gambar 4. 8 Rangkaian sensor Arus dan LCD I2C

Adapun Rangkaian pengujian sensor tegangan dan LCD I2C pada gambar 4.7 berikut

Pada gambar rangkaian komponen sensor tegangan dan LCD I2C di atas dapat dilihat bahwa *power supply* terhubung pada sisi primer sensor tegangan yang dimana muatan positif masuk ke (VCC) sensor tegangan dan muatan negatif masuk ke (GND) nya. Untuk sisi sekunder sensor tegangan terhubung dengan Arduino dimana pin dengan simbo (S) terhubung dengan pin (A0) Arduino dan simbol (-) terhubung dengan (GND) Arduino. Untuk rangkaian LCD, LCD terlebih dahulu dihubungkan dengan I2C. Hal ini bertujuan agar penggunaan kabel lebih sedikit dengan hanya menggunakan empat buah kabel. Dimana pada I2C pin (sda dan scl) dihubungkan dengan (sda dan scl) Arduino dengan nama yang sama. Sedangkan pin (gnd) dan (vcc) I2C dapat dihubungkan pada pin (gnd) dan (5v) Arduino.

Adapun *listing program* dari sensor Tegangan dan LCD I2C ini ditunjukkan pada

```
1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3  // Set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
4  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
5
6  int analogPin = A0; // pin arduino yang terhubung dengan pin 5 modul sensor tegangan
7  float Vmodul = 0.0;
8  float hasil = 0.0;
9  float R1 = 30000.0; //30k
10 float R2 = 7500.0; //7500 ohm resistor,
11 int value = 0;
12
13 void setup()
14 {
15     lcd.begin();
16     // Turn on the backlight and print a message.
17     lcd.backlight();
18     pinMode(analogPin, INPUT);
19     Serial.begin(9600);
20 }
21
22 void loop()
23 {
24     value = analogRead(analogPin);
25     Vmodul = (value * 5.0) / 1024.0;
26     hasil = Vmodul / (R2/(R1+R2));
27
28     lcd.setCursor(0,0);
29     lcd.print("volt :");
30     lcd.setCursor(6,0);
31     lcd.print(hasil,2);
32
33     Serial.print("Tegangan keluaran modul = ");
34     Serial.print(Vmodul,2);
35     Serial.print("volt");
36     Serial.print(", Hasil pengukuran = ");
37     Serial.print(hasil,2);
38     Serial.println("volt");
39     delay(500);
40 }
```

Gambar 4. 9 *Listing* Sensor Tegangan dan LCD I2C

gambar 4.8 berikut

Untuk menggunakan modul LCD I2C, perlu menambahkan *library* khusus yang mendukung komunikasi melalui protokol I2C. Salah satu *library* yang umum digunakan adalah "LiquidCrystal_I2C".

Adapun langkah-langkah untuk menginstal *library* tersebut melalui ArduinoLibrary Manager. Sebagai berikut:

1. Buka Arduino IDE.
2. Pilih menu "*Sketch*" -> "*Include Library*" -> "*Manage Libraries...*".
3. Pada kotak pencarian, ketik "*LiquidCrystal_I2C*".
4. Cari *library* "*LiquidCrystal_I2C*" oleh Frank de Brabander.
5. Klik pada *library* tersebut, kemudian klik tombol "*Install*" untuk menginstalnya.
6. Setelah instalasi selesai, *library* "*LiquidCrystal_I2C*" akan tersedia untuk digunakan dalam sketsa Arduino.

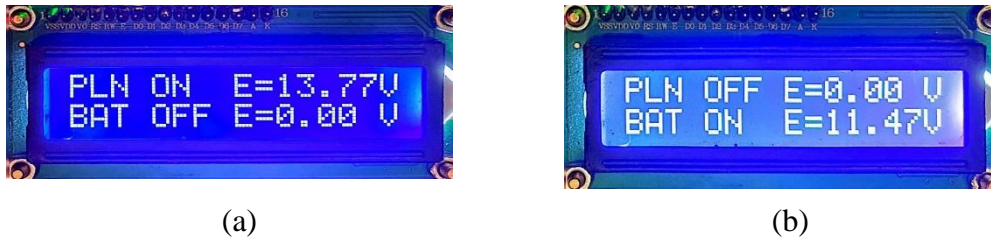
Untuk hasil pengujian pada sensor tegangan dan LCD I2C dapat dilihat pada tabel 4.7 Berikut:

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sensor Tegangan dan LCD I2C

NO	Sumber	Keterangan Tegangan	Keterangan LCD I2C
1	PLN	Bertegangan	PLN <i>ON</i> E : 13.77V
2.	PLN	Tidak Bertegangan	PLN <i>OFF</i> E : 0V
3.	BATTERAI	Bertegangan	BATT <i>ON</i> E : 11.47V
4.	BATTERAI	Tidak Bertegangan	BATT <i>OFF</i> E : 0V

Pada tabel diatas diperoleh bahwa LCD I2C dapat menampilkan nilai tegangan kedua sumber. Ketika kedua sumber bertegangan LCD I2C menampilkan hasil yang di dapatkan yaitu PLN = 13.77V dan BATTERAI = 11.47V, dan pada saat kedua sumber tidak bertegangan kedua sumber LCD I2C menampilkan hasil tegangan 0V.

Adapun hasil pengujian dari sensor tegangan dan LCD I2C ini ditunjukkan pada gambar 4.9 berikut

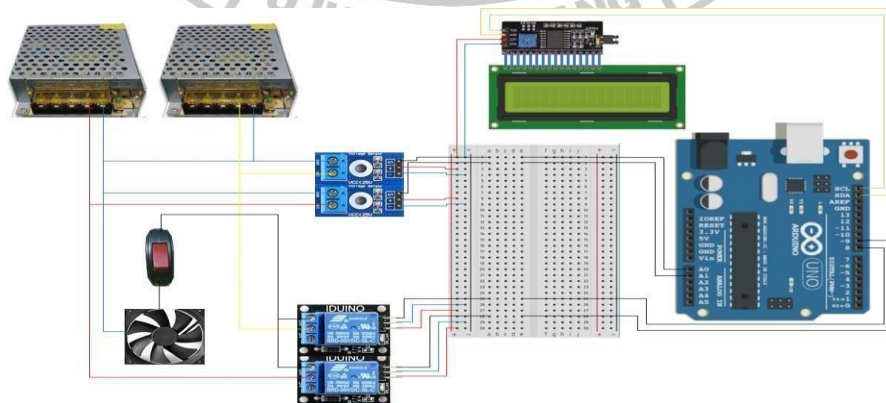


Gambar 4. 10 Hasil pengukuran tegangan *main supply* (a) dan hasil pengukuran *backup supply* (b)

Dari hasil gambar 4.9 diatas pada gambar (a) dapat dilihat bahwa sistem berada dikeadaan normal, ini ditandai dengan tegangan sedang terbaca pada *main supply* (PLN) dan pada gambar (b) sistem sedang menggunakan *backup supply* yang ditandai *main supply* dalam status *OFF* dan *back-up supply* dalam status *ON*.

4.3.5 Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini melibatkan komponen-komponen yang telah diuji yaitu relai, sensor tegangan, dan LCD I2C. Sehingga akan menjadi alat *prototipe* yang menyerupai sistem ATS/AMF. Untuk rangkaian komponen keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut:



Gambar 4. 11 Rangkaian Keseluruhan

Pada Gambar di atas merupakan rancangan sistem ATS berbasis Arduino yang dibagi menjadi dua sisi yaitu arus kuat dan sisi arus lemah. Di sisi arus kuat komponen yang dibutuhkan berupa dua *supply* yang terhubung ke masing-masing sensor tegangan dan *relay* . Dan pada sisi arus lemah arduino terhubung dengan LCDi2C, *relay* , dan sensor tegangan.

Adapun alat dan bahan dari pengujian secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Alat dan Bahan Pengujian Keseluruhan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Arduino Uno	Atmega328	1 Buah
2	Laptop	Asus	1 Buah
3	Kabel <i>Jumper</i>	30 cm	Secukupnya
4	Power <i>Supply</i>	12 V	1 Buah
5	Sensor Tegangan	0-25 V	2 Buah
6	<i>Relay</i>	5 V	2 Buah
7	LCD I2C	16x2	1 Buah
8	Beban	Kipas	1 Buah

Adapun *listing program* dari rangkaian keseluruhan ini ditunjukkan pada gambar 4.11 berikut:

```

1  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
3
4  int analogPin0 = A0; // pin arduino yang terhubung dengan pin 5 modul sensor tegangan
5  int analogPin1 = A1;
6
7  float Vmodule = 0.0;
8  float Vmodule1 = 0.0;
9
10 float hasil0 = 0.0;
11 float hasil1 = 0.0;
12
13 float R1 = 30000.0; //30k
14 float R2 = 7500.0; //7500 ohm resistor,
15 int value0 = 0;
16 int value1 = 0;
17
18 const int relay1Pin = 9;
19 const int relay2Pin = 8;
20
21 unsigned long previousMillis = 0; // Waktu sebelumnya
22 const long interval = 500; // Interval waktu clear LCD (dalam milidetik)
23
24 void setup()
25 {
26     pinMode(analogPin0, INPUT);
27     pinMode(analogPin1, INPUT);
28     pinMode(relay1Pin, OUTPUT);
29     pinMode(relay2Pin, OUTPUT);
30     lcd.begin();
31     Serial.begin(9600);
32 }
33
34 void loop()
35 {
36     unsigned long currentMillis = millis(); // Waktu saat ini
37
38     if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
39         lcd.begin();
40         lcd.clear();
41
42         value0 = analogRead(analogPin0);
43         Vmodule = (value0 * 5.0) / 1024.0;
44         hasil0 = Vmodule / (R2/(R1+R2));
45
46         value1 = analogRead(analogPin1);
47         Vmodule1 = (value1 * 5.0) / 1024.0;
48         hasil1 = Vmodule1 / (R2/(R1+R2));
49
50         if(hasil0<1){
51             hasil0=0;
52         }
53         if(hasil1<1){
54             hasil1=0;
55         }

```

```

57     if(hasil0 > 10) {
58         lcd.setCursor(0,0);
59         lcd.print("PLN ON");
60         lcd.setCursor(0,1);
61         lcd.print("BAT OFF");
62
63         lcd.setCursor(8,0);
64         lcd.print("E=");
65         lcd.setCursor(10,0);
66         lcd.print(hasil0,2);
67         lcd.setCursor(15,0);
68         lcd.print("V");
69
70         lcd.setCursor(8,1);
71         lcd.print("E=");
72         lcd.setCursor(10,1);
73         lcd.print(hasil1,2);
74         lcd.setCursor(15,1);
75         lcd.print("V");
76
77     }else{
78         lcd.setCursor(0,0);
79         lcd.print("PLN OFF");
80         lcd.setCursor(0,1);
81         lcd.print("BAT ON");
82
83         lcd.setCursor(8,0);
84         lcd.print("E=");
85         lcd.setCursor(10,0);
86         lcd.print(hasil0,2);
87         lcd.setCursor(15,0);
88         lcd.print("V");
89
90         lcd.setCursor(8,1);
91         lcd.print("E=");
92         lcd.setCursor(10,1);
93         lcd.print(hasil1,2);
94         lcd.setCursor(15,1);
95         lcd.print("V");
96     }
97
98     Serial.print("Tegangan keluaran modul = ");
99     Serial.print(Vmodul0,2);
100    Serial.print("volt");
101    Serial.print(", Hasil pengukuran = ");
102    Serial.print(hasil0,2);
103    Serial.println("volt");
104
105    Serial.print("Tegangan keluaran modul = ");
106    Serial.print(Vmodul1,2);
107    Serial.print("volt");
108    Serial.print(", Hasil pengukuran = ");
109    Serial.print(hasil1,2);
110    Serial.println("volt");

```

```

110 | Serial.println("volt");
111 | }
112 |
113 | if(hasil0 < 10) {
114 |     // Jika tegangan di bawah nilai min, matikan relay 1 dan hidupkan relay 2
115 |     digitalWrite(relay2Pin, HIGH);
116 |     delay(1000);
117 |     digitalWrite(relay1Pin, LOW);
118 | }
119 | else {
120 |     // Jika tegangan di atas nilai min, hidupkan relay 1 dan matikan relay 2
121 |     digitalWrite(relay1Pin, HIGH);
122 |     delay(1000);
123 |     digitalWrite(relay2Pin, LOW);
124 | }
125 | }

```

Gambar 4. 12 Listening Rangkaian Keseluruhan

Pada tahap ini pengujian dilakukan secara keseluruhan modul ATS berbasis mikrokontroler yang melibatkan pengujian *relay* , sensor tegangan, dan LCD. Tujuan pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja dan keandalan modul ATS dalam kondisi pengujian yang menyatukan semua komponen utama.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

Implementasi sistem kontrol dan monitoring pada *Automatic Transfer Switch* (ATS) berhasil dilakukan. Sistem ATS yang dirancang dapat mendeteksi gangguan pada pasokan listrik utama dan secara otomatis mengalihkan beban ke pasokan cadangan. Menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai otak utama sistem, tegangan pada pasokan utama dan cadangan dapat dipantau secara *real-time*. Gangguan pada pasokan utama akan dideteksi secara otomatis, dan mekanisme transfer *switch* akan diaktifkan untuk mengalihkan beban ke pasokan cadangan. Selain itu, fitur monitoring juga diimplementasikan dengan menggunakan tampilan LCD agar pengguna dapat memantau kondisi pasokan listrik, seperti tegangan dan status pasokan (utama atau cadangan).

Implementasi ATS berbasis mikrokontroler Arduino ini dapat digunakan sebagai panduan praktis untuk memahami konsep dan teknologi yang terlibat dalam pengembangan sistem ATS yang efisien dan andal. Ini merupakan langkah penting dalam mempersiapkan mahasiswa untuk menghadapi tantangan dalam bidang kelistrikan.

5.2 SARAN

Pada laporan tugas akhir ini, penulis memberikan beberapa saran diantaranya:

1. Pada praktikum mikrokontroler sebaiknya lebih memahami bagaimana prinsip kerja ATS sebelum beralih ke bengkel catu daya dan tegangan menengah
2. Untuk peneliti yang akan mengembangkan modul ini, sebaiknya mencari referensi lebih banyak untuk pengembangan modul ini. Sehingga, diharapkan modul ini dapat berkembang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfariski, M., Muhammad Dhandi, & Kiswantono, A. (2022). Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan Arduino Uno, *Relay. Program Studi Teknik Elektro Universitas Bhayangkara Surabaya*, 2-8.
- Alfian Djafar, M. G. (2021). RANCANG BANGUN AUTOMATIC HAND WASHING STATION DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO R3. *Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 178.
- Andrea Hera Andini, I. R. (2022). RELAY TESTER BERBASIS MIKROKONTROLLER. *Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*, 4.
- Anita Sari, N. U. (2020). PENGEMBANGAN KOPER PINTAR BERBASIS ARDUINO. *Jurnal ICTEE*, 3.
- Bachtiar, F. S. (2023). Rancang Bangun Alat Pengaduk Nasi Goreng Berbasis Arduino. *Other thesis, Universitas Komputer Indonesia*.
- Billy Mahdianto Arsyad, A. S. (2019). PERANCANGAN SISTEM KONTROL OVER/UNDER VOLTAGE RELAY BERBASIS MIKROKONTROLLER PADA SALURAN TEGANGAN 220VAC. *TRANSIENT, VOL. 8, NO. 1*, 87.
- Candra Cahaya Utama, T. S. (2021). IMPLEMENTASI TEKNIK COUNTER PADA AIR MANCUR UNTUK MEMBUAT ANIMASI AIR BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 16. *Jurnal Teknologi Komputer dan Sistem Informasi*, 13-18.
- Endang, R. H. (2019). RANCANGAN BANGUN SISTEM OTOMATIS PENGALIH SUMBER DAYA CADANGAN DC BERBASIS BATERAI

PACK LITHIUM ION . *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering*, 6.

Gunawan, I., Shalahuddin, Y., & Kurniado, H. (2022). Prototype Penghitung Jarak Kendaraan Bermotor dengan Aplikasi . *Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kadiri Kediri*, 10-18.

Massimo Banzi, M. S. (2022). *Getting Started With Arduino*. Milan and London: Maker Media, Inc.

Nasrillah, F. (2021). Prototype Hybride Sistem Pembangkit Listrik Tenaga. *Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem & Komputer, I*, 104-114.

Ni Wayan Rasmini, I. K. (2019). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) PLN - Genset 3 Phasa 10 kVA. *JURNAL MATRIX, VOL. 9, NO. 2*, 41.

Pakpahan, S. M. (2019). Rancang Bangun AMF-ATS Berbasis SIM800L dengan Fungsi Monitoring Status Switching pada Genset. *Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya*, 81-89.

Rizky Setyawan, P. M. (2023). Rancang Bangun Robot Delta Berbasis Arduino Uno. *Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda*, 18.

Rudiatmadja, I. (2018). RANCANG BANGUN DAN MONITORING CHARGER BATERAI DENGAN METODE CHARGING OTOMATIS MENGGUNAKAN RANGKAIAN SENSOR TEGANGAN DAN REGULATOR ARUS BERBASIS ARDUINO MEGA 2560. *Undergraduate thesis, undip*, 36.

Saleh, M. (2017). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN RELAY. *Jurnal Teknologi Elektro*, 182.

- Selamet Samsugi, R. D. (2022). PENERAPAN PENJADWALANPAKAN IKAN HIAS MOLLY MENGGUNAKAN MIKROKON TROLER ARDUINO UNO DAN SENSOR RTC DS3231. *Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia* .
- Sunardi, G. T. (2022). 271RANCANG BANGUN MESIN LISTRIK PEMOTON G RUMPUT MENGGUNAKAN CON TROL ARDUINO. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, 273.
- Tjuana, C. P. (2021). RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) MENGGUNAKAN MIKROCON TROLLER DAN RELAY. *Sarjana thesis, Universitas Khairun.*, 1.
- Utama, S. &. (2018). Implementasi Sensor Light Dependent Resistor (LDR) Dan LM35 Pada Prototipe Atap Otomatis Berbasis Arduino. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2.



LAMPIRAN

Rancangan Anggaran Biaya ATS Berbasis Mikrokontroller

No	Nama Komponen	QTY	Harga Satuan	Jumlah
1	Power Supply 12 V	1	Rp 120.000	Rp 120.000
2	Arduino Uno	1	Rp 150.000	Rp 150.000
3	Relay 5 V	2	Rp 24.900	Rp 49.800
4	Sensor Tegangan DC 0-25 V	2	Rp 32.000	Rp 64.000
5	LCD 2x16	1	Rp 75.000	Rp 75.000
6	I2C	1	Rp 35.000	Rp 35.000
7	Kabel Jumper (male-male dan male-female) x 40	1	Rp 30.000	Rp 30.000
8	Bread Board	1	Rp 25.000	Rp 25.000
10	Akrilik	1	Rp 650.000	Rp 650.000
11	Kipas	1	Rp 75.000	Rp 75.000
12	Lampu DC	1	Rp 35.000	Rp 35.000
13	AKI	1	Rp 1.600.000	Rp 1.600.000
Total				Rp 2.908.500