

ALAT UJI KOMPONEN ELEKTRONIKA DASAR BERBASIS MIKROKONTROLER

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Dimas Dwi Ananda	NIM:	0032207
Mufti Aditya	NIM:	0032216

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

ALAT UJI KOMPONEN ELEKTRONIKA DASAR BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh:

Dimas Dwi Ananda/0032207

Mufti Aditya/0032216

Laporan Akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui

Pembimbing 1



(Ocsirendi, S.ST., M.T.)

Pembimbing 2



(Limartaida Siahaan, S.Agr., M.Sc.)

Penguji 1



(Enggar Hero Istoto, S.Si., M.En.)

Penguji 2



(Dewi Tumatul Ainin, M.Si)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1: Dimas Dwi Ananda

NIM: 0032207

Nama Mahasiswa 2: Mufti Aditya

NIM: 0032216

Dengan Judul: Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroller

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 26 Juni 2025

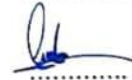
Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Dimas Dwi Ananda



2. Mufti Aditya



ABSTRAK

Perkembangan teknologi elektronika menuntut tersedianya alat bantu yang mampu menguji komponen dengan cepat dan akurat. Salah satu permasalahan yang sering dijumpai di lapangan adalah sulitnya mengetahui nilai kerja komponen seperti dioda zener karena tanda atau sablon pada bodi komponen sudah pudar. Selain itu, pengujian komponen dasar seperti dioda biasa, kapasitor, SCR, dan transistor masih dilakukan secara manual yang kurang efisien. Oleh karena itu, proyek akhir ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler, yang mampu mendeteksi kondisi komponen serta menampilkan hasil pengujian secara otomatis dan informatif. Metode yang digunakan dalam proyek ini meliputi tahapan perancangan, perakitan, dan pemrograman menggunakan Arduino ATmega2560. Alat ini dilengkapi dua buah LCD I2C 20x4; satu digunakan khusus untuk menampilkan nilai kerja dioda zener, dan satu lagi untuk menampilkan status dari komponen lain seperti dioda, SCR, transistor (NPN dan PNP), serta kapasitor. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan sensor tegangan B25 dan prinsip pembagi tegangan untuk mendeteksi nilai kerja dari masing-masing komponen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu menampilkan tegangan kerja dioda zener dengan rata-rata error kurang dari 10%. Selain itu, alat juga dapat mengidentifikasi kondisi komponen lainnya dengan hasil yang valid dan konsisten. Pengujian dilakukan dengan berbagai komponen untuk memastikan keakuratannya. Alat ini sangat bermanfaat dalam kegiatan praktikum maupun pemeriksaan komponen di lapangan, khususnya bagi mahasiswa teknik elektronika. Rekomendasi pengembangan di masa depan mencakup penambahan fitur pengujian resistor dan peningkatan akurasi pembacaan tegangan melalui kalibrasi sensor lebih lanjut.

Keywords: Arduino ATmega2560, Alat Uji, Dioda Zener, Mikrokontroler, Voltage Divider.

ABSTRACT

The advancement of electronic technology demands the availability of supporting tools capable of testing components quickly and accurately. One common problem encountered in the field is the difficulty in identifying the working value of components such as Zener diodes due to faded markings or labels on the component body. Additionally, testing basic components such as regular diodes, capacitors, SCRs, and transistors is still often done manually, which is inefficient. Therefore, this final project aims to design and develop a basic electronic component testing device based on a microcontroller, which is capable of detecting the condition of components and displaying the test results automatically and informatively. The method used in this project includes the stages of design, assembly, and programming using the Arduino ATmega2560. The tool is equipped with two 20x4 I2C LCDs; one is dedicated to displaying the working voltage of Zener diodes, while the other displays the status of other components such as diodes, SCRs, transistors (NPN and PNP), and capacitors. The system operates by utilizing a B25 voltage sensor and the voltage divider principle to detect the working values of each component. The test results show that this device can display the Zener diode's working voltage with an average error of less than 10%. Furthermore, the tool can identify the condition of other components with valid and consistent results. Tests were conducted using various components to ensure accuracy. This device is highly useful for practical laboratory work and field inspections, particularly for students in electronics engineering. Future development recommendations include adding a resistor testing feature and improving voltage measurement accuracy through further sensor calibration.

Keywords: Arduino ATmega2560, Microcontroller, Test Equipment, Voltage Divider, Zener Diode.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillahirabbil alamin, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “*Alat Uji Coba Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler*” Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Proyek ini merupakan penerapan ilmu yang telah penulis peroleh selama masa studi, khususnya dalam bidang elektronika dan pemrograman mikrokontroler. Penulis berharap, hasil dari proyek ini dapat memberikan manfaat dalam proses pembelajaran maupun pengujian dasar di bidang Teknik Elektronika.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proyek akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan apresiasi, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan proyek akhir ini.

1. Orang tua kami yang selalu memberikan nasihat dan dukungan.
2. Bapak Ocsirendi, S.ST., M.T. selaku dosen wali dan pembimbing 1 yang telah memberikan solusi dan saran selama proses pembuatan proyek akhir ini.
3. Ibu Limartaida Siahaan, S.Agr., M.Sc. selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dalam penulisan proyek akhir.
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

5. Ibu Novitasari, M.Pd., selaku Kepala Prodi D-III Teknik Elektronika.
6. Seluruh staf pengajar Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
7. Rekan seperjuangan mahasiswa politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
8. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan selama proses pengerjaan proyek akhir ini yang sulit untuk disebutkan satu persatu.

Dalam proses penyusunan laporan proyek akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat berbagai kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati memohon maaf atas ketidaksempurnaan yang ada dan sangat mengharapkan masukan berupa kritik serta saran yang membangun dari para pembaca. Hal tersebut akan sangat berarti dalam upaya penulis untuk terus belajar dan berkembang ke depannya. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan tambahan wawasan bagi para pembaca secara umum, serta menjadi pengalaman berharga dan sumber manfaat, khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan referensi sejenis di masa mendatang.

Sungailiat, 26 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
BAB II	4
DASAR TEORI	4
2.1 Pengenalan	4
2.2 Tinjauan Pustaka	4
2.2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.3 Komponen yang di uji	7
2.3.1 Dioda <i>Zener</i>	7

2.3.2 Dioda	8
2.3.3 SCR	10
2.3.4 Transistor	13
2.3.5 Kapasitor	15
2.4 Mikrokontroler	16
2.5 <i>Input dan Output</i>	18
2.5.1 <i>Power Supply</i>	18
2.5.2 Sensor Tegangan	20
2.5.3 LCD 2004 4X20	21
2.5.4 <i>Multiplexer I2C TCA9548A</i>	21
BAB III	22
METODE PELAKSANAAN	22
3.1 <i>Studi Literatur</i>	23
3.2 Perancangan Alat	23
3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.2.2 Perancangan <i>Software</i>	25
3.3 Pembuatan Alat	25
3.4 Pengujian Alat	25
3.5 Analisa Data	27
3.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir	27
BAB IV	28
PEMBAHASAN	28
4.1 Deskripsi Alat	28
4.2 Pembuatan Alat	28
4.2.1 <i>Hardware</i>	28

4.2.2 <i>Software</i>	29
4.3 Pengujian Dioda <i>Zener</i>	29
4.4 Pengujian Dioda	31
4.5 Pengujian SCR	33
4.6 Pengujian Kapasitor	35
4.7 Pengujian Transistor NPN dan PNP	36
BAB V.....	39
PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
Daftar Pustaka	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Tabel Penelitian Sebelumnya.....	5
4.2 Hasil Pengujian Dioda <i>Zener Multitester</i>	30
4.3 Hasil Pengujian Dioda <i>Zener</i> Alat Uji.....	31
4.4 Hasil Pengujian Dioda.....	33
4.5 Hasil Pengujian SCR.....	34
4.6 Hasil Pengujian Kapasitor.....	36
4.7 Hasil Pengujian Transistor PNP dan NPN.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Dioda <i>Zener</i>	7
2.2 Dioda.....	8
2.3 <i>Silicon Controlled Rectifier</i> (SCR).....	11
2.4 Struktur dan Simbol SCR.....	12
2.5 Transistor.....	13
2.6 Simbol Transistor.....	14
2.7 Kapasitor.....	15
2.8 Arduino Atmega2560.....	17
2.9 <i>Power Supply</i>	18
2.10 Sensor Tegangan.....	20
2.11 LCD 2004 4X20.....	21
2.12 Modul <i>Multiplexer</i> I2C TCA9548A.....	21
3.1 <i>Flowchart</i> Metode Pelaksanaan.....	22
3.2 Desain Kontruksi.....	24
3.3 Desain Elektrikal.....	24
3.4 Blok Diagram.....	26
3.5 Desain <i>Flowchart</i> Proses Pengujian.....	27
4.1 Kontruksi Alat.....	28
4.2 Program Arduino IDE.....	29

4.3 Pengujian Dioda <i>Zener Multitester</i>	30
4.3 Pengujian Dioda <i>Zener</i>	30
4.4 Pengujian Dioda.....	32
4.5 Pengujian SCR.....	34
4.6 Pengujian Kapasitor.....	36
4.7 Pengujian Transistor NPN dan PNP.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	44
LAMPIRAN 2 PROGRAM ARDUINO ATMEGA2560.....	47
LAMPIRAN 3 MONITORING PROYEK AKHIR.....	58
LAMPIRAN 4 BIMBINGAN PROYEK AKHIR.....	60



BAB II

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang elektronika telah menghasilkan berbagai perangkat dengan karakteristik dan kebutuhan tegangan yang berbeda-beda. Sebagai contoh, televisi modern memiliki distribusi tegangan yang bervariasi di setiap komponennya. Bagian LCD biasanya memerlukan tegangan antara 12–24V, sementara speaker bekerja pada tegangan sekitar 2–20V. Perbedaan kebutuhan ini mengharuskan adanya komponen khusus yang dapat mengatur dan menstabilkan tegangan agar sesuai dengan spesifikasi masing-masing bagian. Salah satu komponen yang berperan penting dalam hal ini adalah dioda *zener*.

Dioda *zener* merupakan komponen semikonduktor yang digunakan untuk menstabilkan tegangan arus DC, melindungi rangkaian dari lonjakan tegangan, dan membatasi tegangan pada nilai tertentu. Karena kemampuannya tersebut, dioda *zener* banyak digunakan dalam sistem catu daya dan sirkuit proteksi. Sebuah diode *zener* memiliki sifat yang hampir sama dengan dioda kecuali bahwa alat ini sengaja dibuat dengan tegangan tembus yang jauh dikurangi, disebut tegangan *zener* [1]. Namun, dalam praktiknya, tidak jarang ditemukan dioda *zener* yang sudah kehilangan tanda atau sablon nilai tegangan pada bodinya akibat faktor usia, panas, atau pengaruh lingkungan lainnya.

Hal ini menjadi masalah, khususnya bagi mahasiswa dengan gangguan penglihatan, karena ukuran fisik dioda *zener* yang sangat kecil membuat identifikasi nilainya menjadi sulit. Melihat permasalahan tersebut, diperlukan sebuah alat bantu penguji dioda *zener* yang dapat secara langsung mendeteksi dan menampilkan nilai tegangan kerja dari komponen tersebut. Alat ini diharapkan dapat mempermudah proses identifikasi dioda *zener*, khususnya

dalam kegiatan praktikum piranti elektronika. Sebagai bentuk pengembangan fungsi, proyek akhir ini juga dirancang untuk dapat melakukan pengujian dasar terhadap komponen elektronika lainnya seperti dioda biasa, kapasitor, SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), dan transistor tipe NPN (*Negative-Positive-Negative*) maupun PNP (*Positive-Negative-Positive*).

Pengembangan alat penguji berbasis mikrokontroler telah terbukti efektif. Sebagai contoh, penelitian Ayu dan Putra berhasil merancang alat ukur kapasitor dan resistor berbasis Arduino Uno dengan tingkat akurasi yang memadai dan hasil pengujian yang menunjukkan rata-rata error hanya 2,4% untuk resistor dan 4,7% untuk kapasitor[2]. Hal serupa juga ditunjukkan dalam penelitian Tarandono dan Suprianto, yang mengembangkan kit tester berbasis ATmega168 sebagai media pembelajaran dengan tingkat ketelitian 97,42% dan mendapatkan respon positif dari siswa[3].

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui apakah komponen-komponen yang digunakan seperti dioda zener, dioda, SCR, kapasitor, dan transistor masih berfungsi dengan baik atau sudah mengalami kerusakan, tanpa menampilkan parameter teknis secara mendetail. Untuk mempermudah tampilan dan pembacaan hasil pengujian, alat ini akan dilengkapi dengan dua layar LCD I2C 20X4. Kenapa menggunakan dua I2C dikarenakan untuk mempermudah pengguna untuk membaca hasil yang sudah ditampilkan. Dengan hadirnya alat ini, diharapkan pengguna, khususnya mahasiswa dalam lingkungan teknik elektronika, dapat lebih mudah, cepat, dan akurat dalam mengidentifikasi serta memeriksa kondisi komponen elektronika secara langsung tanpa harus mengandalkan pengamatan *visual* terhadap *label* atau kode yang sering kali sudah tidak terbaca.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di jelaskan, terdapat beberapa masalah yang perlu diselesaikan, yaitu:

1. Bagaimana cara membuat alat yang bisa membantu mengetahui nilai tegangan kerja pada dioda *zener*, terutama jika tulisannya sudah hilang atau tidak terbaca?
2. Bagaimana cara alat ini bisa digunakan untuk memeriksa komponen lain seperti dioda, kapasitor, SCR, dan transistor, apakah masih bagus atau sudah rusak?
3. Bagaimana agar hasil pengujian bisa ditampilkan dengan jelas dan mudah dipahami oleh pengguna, khususnya mahasiswa yang sedang melakukan praktikum?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah memberikan solusi praktis dalam pengujian komponen elektronika dasar, dengan tujuan sebagai berikut:

1. Membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum pada matakuliah piranti. Agar proses pengecekan komponen dapat dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan efisien.
2. Mengembangkan alat yang mampu melakukan pengujian dasar terhadap beberapa komponen elektronika seperti dioda, kapasitor, SCR, dan transistor (NPN maupun PNP), untuk mengetahui apakah komponen tersebut masih berfungsi atau sudah rusak.
3. Merancang dan membuat alat yang dapat mendeteksi serta menampilkan nilai tegangan kerja dari dioda *zener* secara otomatis, sehingga mempermudah identifikasi komponen yang tidak memiliki sablon atau tanda nilai.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengenalan

Alat uji komponen elektronika (*component tester*) ini dirancang untuk membantu pembelajaran dan pembuatan rangkaian, di mana keberhasilan sistem bergantung pada kondisi setiap komponen. Alat ini mampu menguji lima jenis komponen: Dioda *Zener* (untuk mengukur tegangan kerjanya) serta Dioda, SCR, Transistor, dan Kapasitor, yang semuanya memiliki peran penting dalam performa rangkaian.

Menggunakan Arduino ATmega2560 sebagai otak sistem dan dilengkapi dengan sensor tegangan serta pengaturan pin I/O yang tepat, alat ini memberikan informasi *real-time* mengenai kondisi komponen. Keunggulannya terletak pada dua tampilan LCD 20x4 I2C untuk menampilkan pengukuran Dioda *Zener* dan untuk menampilkan status fungsional komponen lainnya seperti Dioda, SCR, Kapasitor dan Transistor, sehingga memudahkan identifikasi pengujian komponen secara apakah masih berfungsi atau tidak.

2.2 Tinjauan Pustaka

Sebelum membahas penelitian-penelitian sebelumnya, perlu dijelaskan bahwa tinjauan Pustaka ini untuk menggambarkan perkembangan dari alat uji komponen elektronika berbasis mikrokontroler.

2.2.1 Penelitian Sebelumnya

Berikut ini akan dipaparkan 2 penelitian yang relevan topik alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler:

4.1 Tabel Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Hasil	Perbedaan atau Persamaan
1	Alat ukur Kapasitor Dan Resistor Berbasis Arduino Uno	Penelitian tersebut bertujuan untuk memudahkan pengukuran nilai kapasitor dan resistor menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, dengan metode pembagi tegangan dan waktu pengisian sebagai dasar perhitungan. Alat yang dirancang menampilkan hasil melalui LCD 16x2 dan memiliki rata-rata error sebesar 2,4% untuk resistor dan 4,7% untuk kapasitor.	Proyek akhir ini mengembangkan cakupan alat menjadi lebih luas, yaitu dengan menguji lima jenis komponen: dioda <i>zener</i> , dioda biasa, kapasitor, SCR, dan transistor. Selain itu, proyek ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang lebih canggih, dilengkapi sensor tegangan B25 dan dua layar LCD I2C 20x4 untuk menampilkan hasil pengujian secara terpisah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu menampilkan nilai kerja dioda <i>zener</i> dengan rata-rata error di bawah 10% serta memvalidasi fungsi komponen lainnya secara otomatis.
2	Pengembangan Kit Tester Komponen Elektronika	Pengembangan Kit Tester Komponen Elektronika Berbasis	Penelitian ini memiliki kesamaan dengan laporan ini, yaitu sama-sama membuat alat uji komponen

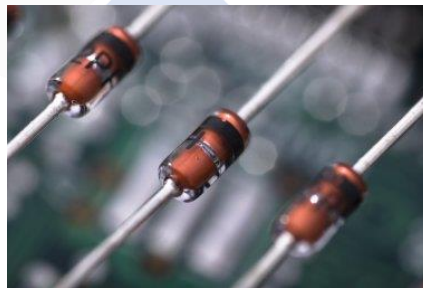
	Berbasis Mikrokontroler ATmega168 Sebagai Media Pembelajaran Pada Standar Kompetensi Dasar-Dasar Elektronika Di SMK Negeri 2 Lamongan	Mikrokontroler ATmega168” bertujuan merancang alat pembelajaran untuk SMK yang dapat menguji komponen pasif dan aktif seperti resistor, kapasitor, induktor, dioda, LED, transistor, dan FET. Alat ini menggunakan mikrokontroler ATmega168 dan LCD 16x2. Hasil pengujian menunjukkan tingkat ketelitian 97,42%, dan validasi menyatakan alat sangat layak digunakan dengan respon siswa yang sangat baik.	elektronika berbasis mikrokontroler dan LCD sebagai tampilan. Keduanya ditujukan sebagai media pembelajaran praktikum untuk menguji komponen aktif dan pasif. Perbedaannya, alat Septian menggunakan mikrokontroler ATmega168 dan ditujukan untuk siswa SMK, sedangkan laporan ini menggunakan Arduino Mega 2560, sensor tegangan, serta dua LCD I2C 20x4 dengan sistem pengujian otomatis yang ditujukan untuk mahasiswa teknik elektro.
--	--	---	--

2.3 Komponen yang di uji

Dalam pengujian ini, terdapat lima komponen elektronika yang diuji, yaitu Dioda *Zener*, Dioda, kapasitor, SCR, dan transistor. Pengujian pada dioda zener difokuskan untuk mengetahui besar tegangan kerja (*breakdown voltage*)-nya secara akurat. Sementara itu, keempat komponen lainnya diuji dengan tujuan utama untuk memastikan apakah masing-masing komponen masih berfungsi dengan baik atau mengalami kerusakan.

2.3.1 Dioda Zener

Clarence Melvin Zener merupakan ilmuwan yang pertama kali mengemukakan prinsip kerja dari dioda *zener*. Ia adalah seorang profesor fisika di Carnegie Mellon University, dengan fokus utama pada fisika keadaan padat. Setelah menyelesaikan pendidikan sarjana dan doktoralnya di Universitas Stanford pada akhir 1920-an, *Zener* menerbitkan sebuah makalah penting pada tahun 1934 mengenai fenomena kerusakan isolator listrik. Penelitian inilah yang menjadi dasar terciptanya dioda *zener*, komponen penting dalam dunia elektronika saat ini [4].



Gambar 2.1 Dioda *Zener*[33]

Dioda *zener* sendiri adalah jenis dioda yang dirancang khusus untuk bekerja pada kondisi bias balik (*reverse bias*)[1]. Berbeda dengan dioda biasa yang hanya menghantarkan arus dalam satu arah, dioda *zener* memungkinkan arus mengalir dari katoda ke anoda ketika tegangan mencapai nilai tertentu yang disebut tegangan *zener* atau *breakdown voltage* [5]. Fitur ini membuatnya sangat ideal untuk digunakan sebagai pengatur tegangan dalam rangkaian.

Dalam penggunaannya, dioda *zener* sering dipasang sejajar dengan beban untuk menjaga tegangan tetap stabil, misalnya dalam rangkaian *power supply*. Ini sangat penting terutama pada perangkat elektronik yang sensitif terhadap perubahan tegangan [1]. Selain sebagai regulator, dioda *zener* juga sering dimanfaatkan untuk melindungi rangkaian dari lonjakan tegangan (*overvoltage protection*).

Namun demikian, dioda *zener* juga memiliki beberapa keterbatasan. Rentang tegangan kerjanya terbatas, tidak terlalu tahan terhadap arus besar dan suhu tinggi, serta harganya lebih mahal dibandingkan dioda biasa. Faktor lingkungan seperti kelembapan dan polusi juga dapat memengaruhi performanya dalam jangka panjang.

2.3.2 Dioda

Dioda merupakan komponen dua terminal yang hanya memungkinkan arus listrik mengalir dalam satu arah dan menahan arus dari arah sebaliknya. Sejak awal penggunaannya, dioda telah memainkan berbagai peran penting dalam teknologi komputer. SEAC (*Eastern Automatic Computer*) menjadi sistem pertama yang menggunakan lebih dari 10.000 dioda germanium sebagai sakelar logika pada tahun 1950. Dioda juga digunakan dalam fungsi lain seperti penyimpanan memori dan penyearah tegangan tinggi, serta dalam sistem optik karena kemampuannya dalam memancarkan dan mendeteksi cahaya.



Gambar 2.2 Dioda[7]

William Shockley turut berperan dalam sejarah dioda melalui upayanya mengembangkan dioda empat lapis sebagai pengganti relai pada sistem telepon. Meski gagal saat itu, upayanya menjadi awal berdirinya Fairchild Semiconductor cikal bakal Silicon Valley. Sementara itu, istilah “dioda”

diciptakan oleh William Henry Eccles pada 1919, berasal dari kata Yunani di (dua) dan ode (elektroda), menunjukkan jalur arus listrik dalam komponen ini [6].

Dioda merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai penyearah arus dan juga penghambat arus balik. Komponen ini terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon, germanium, dan sejenisnya. Dioda memiliki dua kutub berlawanan, yaitu anoda dan katoda. Anoda merupakan kutub positif yang terbuat dari elektroda bermuatan positif, sedangkan katoda adalah kutub negatif yang berasal dari elektroda bermuatan negatif. Kombinasi dua kutub ini memungkinkan dioda mengalirkan arus hanya dalam satu arah, menjadikannya penting dalam rangkaian penyearah.

Struktur dioda merupakan sambungan semikonduktor p dan n. Dengan struktur demikian, arus hanya dapat mengalir dari sisi p menuju sisi n atau dari anoda ke katoda. Sambungan p-n dengan sedikit ruang kecil di antaranya disebut lapisan deplesi (*depletion layer*), dimana terdapat keseimbangan hole dan elektron. Pada sisi p banyak terbentuk *hole-hole* yang siap menerima elektron. Sedangkan di sisi n banyak terdapat elektron-elektron yang siap untuk dilepas [8].

Prinsip kerja dioda tergolong sederhana dan mudah dimengerti[9]. Secara umum, dioda beroperasi dalam tiga kondisi utama. Yaitu:

1. Bias Maju

Dioda akan mulai menghantarkan arus jika bagian anoda (material semikonduktor tipe-P) diberikan tegangan positif dan bagian katoda (tipe-N) diberikan tegangan negatif. Agar arus dapat mengalir, dibutuhkan tegangan minimum antara 0,3 sampai 0,7 volt, tergantung pada jenis semikonduktor yang digunakan misalnya, sekitar 0,6 volt untuk bahan silikon. Dalam keadaan ini, hambatan di pertemuan P-N berkurang, sehingga arus dapat mengalir dengan lancar.

2. Bias Mundur

Jika anoda diberikan tegangan negatif dan katoda diberi tegangan positif, maka dioda dalam kondisi bias balik. Pada kondisi ini, lapisan deplesi di antara P dan N akan melebar, menyebabkan hambatan meningkat. Arus yang mengalir sangat kecil (biasanya disebut arus bocor), kecuali ketika tegangan balik melebihi batas tertentu yang disebut tegangan tembus (*breakdown*) seperti pada dioda *zener*.

3. Tanpa Tegangan

Dalam keadaan tidak diberi tegangan dari luar, dioda berada dalam posisi netral. Lapisan deplesi tidak berubah dan tetap dalam keadaan seimbang. Karena tidak ada beda potensial yang mendorong pembawa muatan, maka tidak terjadi aliran arus listrik melalui dioda.

Dioda dalam elektronika berfungsi layaknya sebuah katup, yang mengatur arah aliran arus listrik. Namun, dioda tidak memiliki karakteristik satu arah yang sempurna. Karakteristik hubungan antara arus dan tegangan pada dioda bersifat *non*-linier dan kompleks, serta sangat dipengaruhi oleh teknologi fabrikasi, jenis material semikonduktor yang digunakan, dan parameter-parameter lainnya[10].

2.3.3 SCR

Lebih dari enam dekade setelah pertama kali diperkenalkan oleh General Electric, *Silicon Controlled Rectifier* (SCR) masih menjadi salah satu komponen utama dalam sistem pengendalian daya karena keunggulannya dalam efisiensi[11]. SCR yang juga dikenal sebagai thyristor merupakan komponen semikonduktor tiga terminal dengan struktur p–n–p–n, terdiri dari anoda, katoda, dan terminal gerbang (*gate*). Komponen ini pertama kali dikembangkan dan diluncurkan pada tahun 1957 oleh tim di fasilitas GE yang berlokasi di Clyde, New York.

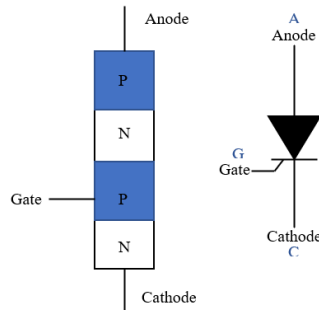
Penemuan SCR membawa kemajuan signifikan dalam teknologi pengendalian konversi daya, khususnya dalam proses penyearahan arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Inovasi ini menjadi dasar dalam pengembangan sistem pengendalian kecepatan motor modern, baik motor AC maupun DC. Penggunaan SCR dalam sistem kontrol motor memungkinkan peralihan dari motor DC ke motor AC yang memiliki efisiensi dan keandalan yang lebih tinggi, terutama pada sektor transportasi seperti perkeretaapian. Selain itu, SCR juga berperan penting dalam memungkinkan transmisi daya DC pada tegangan dan kapasitas yang jauh lebih besar dibandingkan teknologi sebelumnya.



Gambar 2.3 *Silicon Controlled Rectifier*[34]

SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) merupakan salah satu tipe dari *thyristor* yang memiliki tiga terminal utama, yaitu anoda, katoda, dan gate. Untuk mengaktifkan atau mengubah kondisi SCR menjadi *ON*, diperlukan pemberian arus pemicu (*trigger*) pada lapisan semikonduktor bertipe P yang berada di dekat terminal katoda. Dengan kata lain, pengaktifan dilakukan melalui terminal gate pada konfigurasi struktur PNPN dari SCR. Karena posisinya yang berdekatan dengan katoda, terminal gate ini sering disebut juga sebagai gerbang katoda [12] SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) memiliki prinsip kerja yang serupa dengan dioda, yaitu mengalirkan arus searah dari anoda ke katoda. Namun, untuk mengaktifkan aliran arus tersebut, SCR memerlukan sinyal pemicu dari terminal *gate* sebagai pengendali. Agar SCR

dapat menghantarkan arus, terminal *gate* harus terlebih dahulu diberi arus positif sebagai *trigger*.



Gambar 2.4 Struktur dan Simbol SCR

Setelah arus pemicu mengalir ke terminal *gate*, SCR akan beralih ke kondisi aktif sehingga arus dapat mengalir dari anoda ke katoda. Menariknya, meskipun arus pada *gate* dihentikan [13], SCR akan tetap berada dalam kondisi aktif dan tetap menghantarkan arus. Untuk mematikan atau menonaktifkan SCR, arus yang mengalir dari anoda ke katoda harus diturunkan hingga berada di bawah nilai arus ambang *minimum* yang disebut *holding current*. Nilai *holding current* ini bervariasi tergantung dari spesifikasi masing-masing SCR.

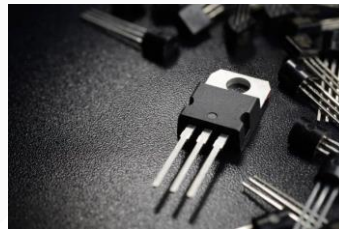
Silicon Controlled Rectifier (SCR) memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan dalam aplikasinya sebagai pengendali daya. Dari sisi keunggulan, SCR dikenal mampu menangani arus, tegangan, dan daya dalam jumlah besar, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem daya tinggi. Selain itu, tegangan jatuh saat SCR dalam keadaan *ON* tergolong rendah, yang berkontribusi pada efisiensi karena disipasi daya menjadi kecil. Proses pemicuannya juga mudah, cukup dengan rangkaian pemicu sederhana. SCR dapat dilindungi menggunakan sekering, dan memungkinkan pengguna untuk mengontrol besarnya daya yang disalurkan ke beban secara efektif [14].

Namun demikian, SCR juga memiliki beberapa keterbatasan. Salah satunya adalah hanya dapat mengalirkan arus dalam satu arah, sehingga hanya bisa mengontrol daya pada setengah siklus arus bolak-balik. Selain itu, SCR berisiko aktif secara tidak sengaja apabila terjadi kenaikan tegangan mendadak (dv/dt) dari sumber. Mematikan SCR juga tidak semudah proses

menyalakannya karena memerlukan rangkaian tambahan yang disebut rangkaian komutasi. Kelemahan lainnya adalah ketidakmampuannya beroperasi pada frekuensi tinggi frekuensi maksimal operasi biasanya hanya sekitar 400 Hz. SCR juga tidak dapat dipicu dengan arus negatif pada terminal *gate*.

2.3.4 Transistor

Penemuan transistor pertama terjadi pada tahun 1947 di Bell Laboratories, sebuah laboratorium milik perusahaan komunikasi besar AT&T. Transistor tersebut ditemukan oleh tiga ilmuwan yaitu John Bardeen, William Shockley, dan Walter Brattain. Setelah berbagai percobaan, Brattain dan Bardeen akhirnya berhasil menciptakan *point-contact* transistor yang terbuat dari foil emas dan lempengan germanium. Penemuan ini menjadi tonggak penting dalam perkembangan komputer dan perangkat elektronik lainnya[15].

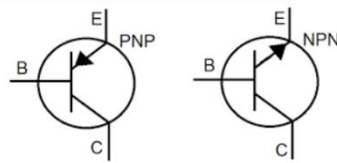


Gambar 2.5 Transistor[35]

Transistor merupakan komponen semikonduktor yang berfungsi untuk memperkuat, mengatur, serta menghasilkan sinyal listrik dalam berbagai perangkat elektronik, termasuk komputer. Istilah “transistor” sendiri berasal dari gabungan kata *transmitter* (pemancar) dan *resistor* (penghambat), mencerminkan peran utamanya dalam pengendalian arus listrik. Komponen ini memiliki tiga terminal utama, yaitu basis (B), kolektor (C), dan emitor (E). Berdasarkan susunan semikonduktor yang membentuknya, transistor dibagi menjadi dua tipe, yaitu NPN dan PNP. Perbedaan keduanya dapat dilihat dari arah panah pada terminal emitor: pada transistor NPN, panah mengarah keluar, sedangkan pada transistor PNP panahnya mengarah ke dalam [16].

Prinsip dasar kerja transistor adalah bahwa tidak akan terjadi aliran arus antara kolektor dan emitor jika terminal basis tidak diberikan tegangan bias. Pada transistor jenis NPN, arus hanya akan mengalir ketika kaki basis diberikan tegangan positif hingga mencapai titik saturasi, yang memungkinkan aliran arus dari kolektor ke emitor. Dalam kondisi ini, transistor berada dalam keadaan aktif atau logika "1".

Sebaliknya, jika arus pada basis menurun hingga di bawah ambang *cut-off*, maka aliran dari kolektor ke emitor pun terhenti. Untuk transistor PNP, prinsip kerjanya berkebalikan. Arus akan mengalir dari emitor ke kolektor ketika basis diberi tegangan negatif atau dihubungkan ke ground. Dalam keadaan ini, transistor menjadi aktif. Namun, jika tidak diberi bias negatif, maka transistor berada dalam kondisi mati atau logika "0" [17].



Gambar 2.6 Simbol Transistor[17]

Transistor memiliki sejumlah kelebihan dibandingkan komponen mekanis seperti *relay*. Di antaranya adalah arus pengendali yang kecil sehingga mudah dikendalikan, tidak menggunakan kontak mekanis sehingga tidak menimbulkan percikan api, serta lebih tahan lama. Selain itu, transistor berukuran kecil, kompak, dan dapat beroperasi pada berbagai variasi tegangan [17].

Namun, transistor juga memiliki beberapa kelemahan, seperti sensitivitas terhadap kesalahan sambungan serta batas kerja yang harus dijaga agar tidak rusak. Meski efisien, transistor dapat gagal fungsi bila melebihi batas tegangan atau arus yang diizinkan.

2.3.5 Kapasitor

Penemuan kapasitor bermula pada tahun 1746 di Universitas Leyden, Belanda, ketika Pieter van Musschenbroek merancang apa yang kemudian dikenal sebagai kapasitor Leyden. Ia berbentuk toples kaca berlapis logam di bagian dalam dan luar, sehingga mampu menyimpan muatan listrik statis. Zipur juga mencatat bahwa ilmuwan Inggris Michael Faraday yang banyak meneliti fenomena kapasitas listrik pada awal abad ke-19 berkontribusi besar dalam mengembangkan prinsip-prinsip kerja dan aplikasi kapasitor. Seiring perkembangan teknologi, ukuran kapasitor kian mengecil dan kini digunakan luas di berbagai rangkaian elektronika[19].



Gambar 2.7 Kapasitor[20]

Kapasitor merupakan salah satu komponen dalam rangkaian listrik yang berfungsi untuk menyimpan muatan listrik. Komponen ini tersusun atas dua pelat konduktor yang dipisahkan oleh bahan isolator yang disebut dielektrik. Pelat-pelat ini dialiri muatan listrik berlawanan jenis positif dan negative namun secara keseluruhan tetap bersifat netral.

Fungsi utama kapasitor adalah memberikan kapasitansi dalam suatu rangkaian. Susunan pelat konduktor saling berhadapan dan dipisahkan oleh lapisan dielektrik tipis, yang bisa berbentuk padat, cair, maupun gas. Nilai kapasitansi kapasitor dipengaruhi oleh bentuk geometri dari pelat-pelat tersebut serta jenis bahan dielektrik yang digunakan [20].

Kapasitor merupakan salah satu komponen penting dalam sistem elektronik karena kemampuannya menyimpan dan melepaskan energi listrik secara cepat. kapasitor memiliki sejumlah keunggulan, seperti kemampuan menyimpan energi secara instan, efisiensi tinggi dengan tingkat kerugian

energi rendah, tidak memerlukan perawatan rutin, serta umur pakai yang panjang jika digunakan dalam kondisi yang sesuai[21]. Selain itu, kapasitor mampu beroperasi baik dalam rangkaian AC maupun DC, memiliki metode kerja yang sederhana, serta relatif murah dan mudah diganti. Namun, kapasitor juga memiliki kekurangan, antara lain kapasitas penyimpanan yang lebih kecil dibandingkan baterai, energi yang tersimpan tidak bertahan lama, dan tegangan keluarannya dapat bervariasi. Oleh karena itu, penggunaannya kurang tepat pada aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi atau suplai daya jangka panjang.

Untuk menjaga performa dan keselamatan sirkuit, perawatan dan penggantian kapasitor secara tepat sangat penting. Dalam prosesnya, pengguna perlu mengikuti prosedur yang benar dan berhati-hati agar tidak menimbulkan risiko kerusakan pada komponen lainnya [22].

2.4 Mikrokontroler

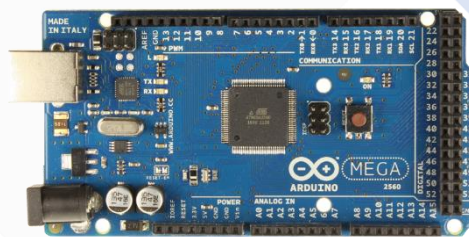
Mikrokontroler merupakan sebuah komponen yang memiliki ukuran yang minimalis dan berfungsi sebagai pengendali sistem. jadi di proyek akhir ini kami memutuskan untuk menggunakan Arduino ATmega2560 sebagai alat pengendali di proyek akhir ini dikarenakan jumlah pin dari input analog dan digital yang perlu digunakan membantu proyek akhir ini.

Arduino merupakan papan mikrokontroler berbasis *open source* yang pertama kali dikembangkan oleh Hernando Barragán pada tahun 2004 di kelas *Interactive Design Institute* di Ivrea, Italia. Kemudian, proyek ini dikembangkan lebih lanjut oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dengan tujuan utama untuk menyediakan perangkat murah yang dapat digunakan oleh pelajar dalam menciptakan desain interaktif. Nama "Arduino" sendiri diambil dari bahasa Italia yang berarti "teman yang pemberani". Hingga Mei 2011, Arduino telah terjual lebih dari 300.000 unit secara *global*. Platform ini menggunakan mikrokontroler dari keluarga Atmel AVR seperti ATmega8, ATmega328, hingga ATmega2560. Perangkat lunaknya, Arduino IDE, juga bersifat *open source* dan digunakan untuk menulis, mengompilasi, serta mengunggah program ke papan mikrokontroler. Arduino telah dibekali

bootloader sehingga pengguna tidak memerlukan alat tambahan untuk pemrograman seperti *ISP* eksternal [23].

Arduino Mega2560 merupakan versi pengembangan dari board Arduino Mega sebelumnya. Perbedaan utama terletak pada penggunaan mikrokontroler, di mana versi awal menggunakan *chip* ATmega1280 dan kemudian ditingkatkan menjadi ATmega2560. Pergantian *chip* ini juga menjadi alasan utama perubahan nama menjadi Arduino Mega2560. Hingga saat ini, *board* tersebut telah mencapai revisi ketiganya (R3)[24].

Arduino Mega sangat ideal digunakan pada proyek-proyek dengan ruang rangkaian yang luas. Dengan kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan varian Arduino lainnya, *board* ini mampu menangani proyek yang melibatkan banyak modul secara bersamaan [25].



Gambar 2.8 Arduino ATmega2560 [25]

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya adalah jumlah pin yang sangat banyak yakni 54 pin digital dan 16 pin analog yang memungkinkan perangkat ini menangani lebih banyak modul eksternal dalam satu rangkaian. Selain itu, kapasitas memori *flash* sebesar 256 KB memberikan ruang program yang lebih luas dibandingkan seri Arduino lainnya. Dari sisi kinerja, Arduino Mega2560 dibekali prosesor ATmega2560 dengan kecepatan 16 MHz, sehingga mampu menangani instruksi lebih cepat. Meski begitu, Arduino Mega2560 juga memiliki beberapa kekurangan. Harga modul ini relatif lebih tinggi, sehingga kurang ideal untuk proyek dengan anggaran terbatas. Ukurannya yang besar juga dapat menjadi kendala untuk aplikasi yang memerlukan dimensi kompak. Terakhir, banyaknya pin yang tersedia bisa membingungkan pengguna pemula dalam merancang rangkaian [26].

Mikrokontroler Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai pusat kendali dari alat uji coba komponen elektronika ini. Dalam proyek akhir ini, Arduino digunakan untuk membaca sinyal dari berbagai sensor dan rangkaian pengujian, lalu mengelolah data tersebut dan akan menampilkan hasil nya ke LCD.

2.5 Input dan Output

2.5.1 Power Supply

Power supply ini mulai diperkenalkan pada akhir tahun 1995 dan memiliki beberapa karakteristik khas pada jenis konektornya. Beberapa konektor yang digunakan antara lain adalah: konektor Molex 4 pin yang umum ditemukan pada perangkat seperti *hard disk*, *CD-ROM*, *PATA*, dan *floppy disk* 5,25 inci; konektor *Berg* 4 pin yang khusus digunakan untuk *floppy disk* 3,5 inci; konektor utama *motherboard* 20 pin jenis *Molex mini-fit JR*; serta tambahan konektor AUX 6 pin yang berfungsi untuk menyediakan suplai tegangan 3,3 V dan 5 V jika diperlukan oleh *motherboard* [27].



Gambar 2.9 Power Supply[36]

Power supply merupakan perangkat yang berfungsi untuk menyediakan daya listrik ke satu atau lebih komponen elektronika. Saat ini, *power supply* telah dirancang untuk dapat mengubah berbagai bentuk energi seperti energi matahari, angin, atau reaksi kimia menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Dalam perangkat seperti komputer, *power supply* memainkan peranan yang sangat *vital*. Tanpa komponen ini, perangkat tidak akan dapat bekerja sebagaimana mestinya. Saat komputer dinyalakan, *power supply* secara otomatis melakukan pemeriksaan awal terhadap sistem. Jika pemeriksaan tersebut berhasil, *power supply* akan mengirimkan sinyal ke *mainboard* sebagai indikasi bahwa perangkat siap digunakan. Selanjutnya, *power supply*

akan mendistribusikan daya ke masing-masing komponen dalam komputer sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas komponen tersebut [28].

Setiap perangkat teknologi tentu memiliki kelebihan dan kekurangan, termasuk *power supply*. Memahami dua aspek ini sangat penting agar dapat memilih *power supply* yang sesuai dengan kebutuhan sistem dan menjamin kinerja perangkat tetap optimal.

Kelebihan dari *power supply* antara lain adalah kemampuannya menyediakan tegangan yang stabil dan andal untuk mendukung performa perangkat elektronik. Selain itu, banyak jenis *power supply* modern telah dilengkapi dengan fitur perlindungan terhadap lonjakan tegangan serta gangguan listrik lainnya yang dapat mencegah kerusakan komponen. Variasi tipe dan kapasitas yang tersedia juga memberikan fleksibilitas dalam pemilihan sesuai kebutuhan. Tak hanya itu, desain *power supply* masa kini cenderung lebih efisien dalam konsumsi energi, sehingga mampu menekan biaya operasional.

Namun, kekurangannya juga perlu diperhatikan. Salah satunya adalah risiko kerusakan jika spesifikasi *power supply* tidak sesuai dengan kebutuhan perangkat. Di sisi lain, beberapa model memiliki ukuran yang besar dan berat, yang kurang ideal untuk sistem dengan keterbatasan ruang. Terdapat pula *power supply* yang tidak dilengkapi dengan sistem proteksi yang memadai, sehingga dapat membahayakan perangkat jika terjadi gangguan listrik [29].

Dalam proyek akhir ini, *power supply* digunakan sebagai sumber tegangan untuk rangkaian uji coba komponen seperti Dioda Zener, Dioda, SCR, transistor, dan kapasitor. *Power supply* ini berfungsi memberikan tegangan yang dibutuhkan agar setiap komponen dapat diuji secara optimal.

2.5.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan tipe B25 adalah modul yang dirancang untuk mengukur tegangan listrik baik dalam bentuk arus searah (*DC*) maupun arus bolak-balik (*AC*). Sensor ini menerima sinyal berupa tegangan sebagai input dan mengeluarkan sinyal *analog* dalam bentuk tegangan atau arus sebagai *output*. Modul ini bekerja berdasarkan prinsip resistif, menggunakan konsep pembagi tegangan untuk mengukur tegangan dengan batas maksimal hingga 25 volt [30].



Gambar 2.10 Sensor Tegangan[39]

Sensor ini berfungsi untuk membaca nilai dari rangkaian uji komponen seperti Dioda *Zener*, Dioda, SCR, Transistor, dan kapasitor. Nilai yang terbaca kemudian dikirimkan sebagai sinyal ke Arduino Atmega2560 untuk ditampilkan pada layar LCD.

2.5.3 LCD 2004 4X20

LCD 2004, atau layar kristal cair tipe karakter 2004, adalah sejenis modul *dot matrix* untuk menampilkan huruf, angka, dan karakter dan sebagainya. Modul ini terdiri dari 5x8 posisi *dot matrix*; setiap posisi dapat menampilkan satu karakter. Ada jarak titik antara dua karakter dan spasi antara baris, sehingga memisahkan karakter dan baris. Model 2004 berarti modul ini menampilkan 4 baris dengan 20 karakter. Secara umum, LCD2004 memiliki *port paralel*, yaitu, modul ini akan mengendalikan beberapa *pin* pada saat yang bersamaan. LCD2004 dapat dikategorikan menjadi delapan *port* dan empat *port*. Jika delapan *port* digunakan, maka semua *port* digital papan SunFounder Uno hampir terisi penuh. Jika Anda ingin menghubungkan lebih banyak sensor, tidak akan ada *port* yang tersedia.

Oleh karena itu, koneksi empat *port* digunakan di sini untuk aplikasi yang lebih baik [31].



Gambar 2.11 LCD 2004 4X20[37]

LCD I2C berfungsi sebagai *display* untuk menampilkan data Dioda *Zener* yang sudah di kelola di Arduino untuk menampilkan tegangan kerja dari Dioda *Zener* dan menampilkan keterangan pada komponen seperti Transistor, Kapasitor, Dioda, SCR.

2.5.4 Multiplexer I2C TCA9548A

TCA9548A *Multiplexer* adalah modul komunikasi yang memiliki delapan saluran selektif untuk memfasilitasi pembacaan sensor melalui koneksi I2C. Modul ini mampu mengatur lalu lintas data dari *port* SCL dan SDA sehingga memungkinkan beberapa perangkat I2C dengan alamat yang sama untuk digunakan pada satu bus. Setiap saluran pada *multiplexer* dapat dipilih secara individu oleh mikrokontroler, memungkinkan hingga delapan perangkat I2C beralamat sama dioperasikan secara bergantian. Toleransi tegangan pada pin TCA9548A mencapai 5.5 volt, menjadikannya fleksibel untuk berbagai jenis perangkat. Modul ini sangat ideal untuk sistem yang membutuhkan banyak sensor namun terbatas pada satu jalur I2C [32].

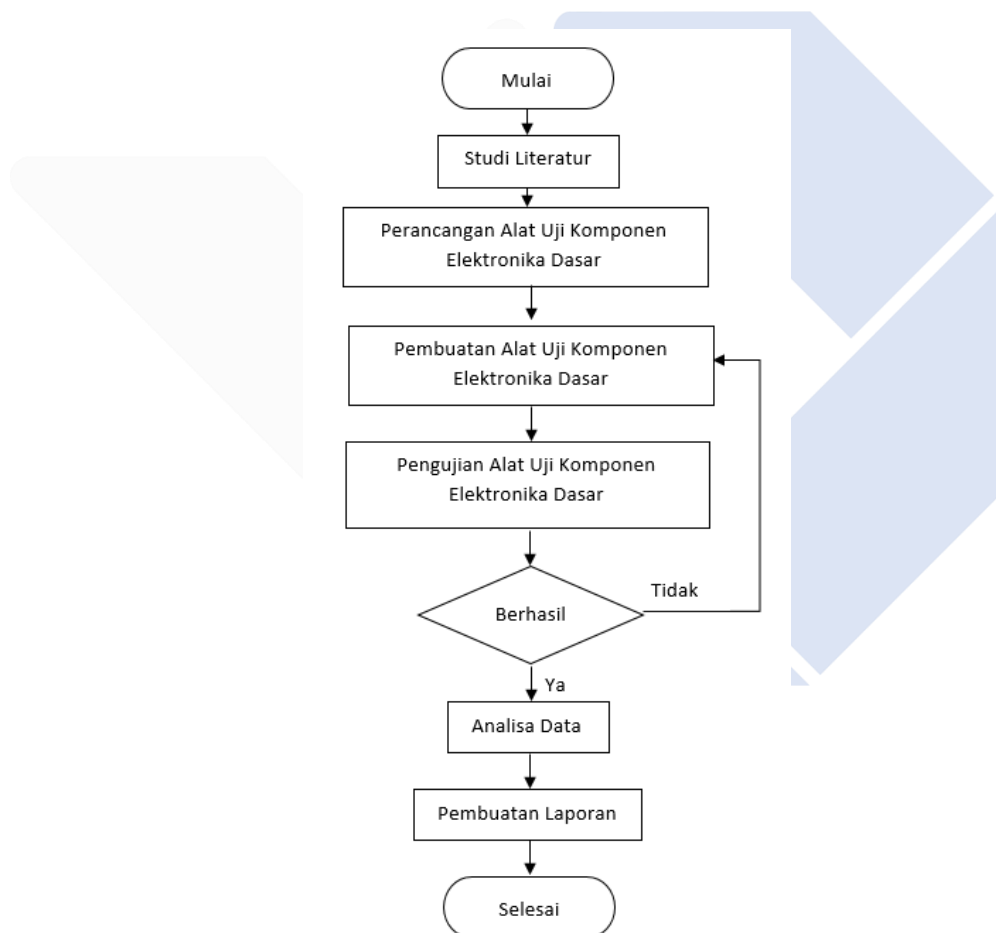


Gambar 2.12 Modul *Multiplexer* I2C TCA9548A[38]

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Pada proses pembuatan proyek akhir yang berjudul “Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler”, ada beberapa tahapan yang harus terlebih dulu dilakukan untuk membantu menyelesaikan proyek akhir ini. Berikut metode yang dilakukan pada proyek akhir ini:



Gambar 3.1 *Flowchart* Metode Pelaksanaan

Berdasarkan *flowchart* diatas, pada proses pembuatan proyek akhir ini melalui beberapa tahapan untuk penyelesaiannya. Berikut penjelasan tahapan pembuatan proyek akhir ini

3.1 Studi Literatur

Selama melakukan pembuatan proyek akhir ini, terdapat tahapan-tahapan yang harus dilakukan yaitu, mencari jurnal, artikel dari penelitian sebelumnya tentang alat uji coba komponen berbasis mikrokontroler. Studi literatur adalah memahami dan mempelajari referensi yang bersumber dari jurnal, buku maupun *website*. Memahami dan mempelajari referensi yang sudah di kumpulkan bertujuan untuk mengetahui prinsip kerja dari komponen yang akan digunakan dan sistem alat yang akan dibuat. Setelah itu, maka data tersebut akan menjadi tujuan dalam pembuatan proyek akhir.

3.2 Perancangan Alat

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan perancangan, yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang proyek yang akan di kerjakan. Tahapan ini memiliki 2 rancangan yaitu perancangan *software* dan *hardware*. Berikut penjelasan tentang perancangan *software* dan *hardware*:

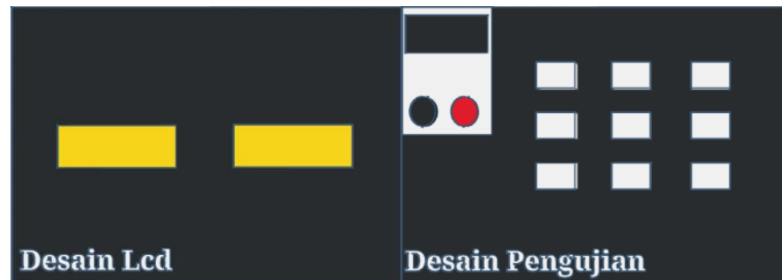
3.2.1 Perancangan Hardware

Pada tahap ini akan dimulai dengan pembuatan kontruksi dan penentuan komponen yang akan digunakan. Kemudian melakukan rancangan desain kontruksi yang akan dibuat. Berikut desain rancangan desain alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler:

Desain kontruksi ialah hasil rancangan dari proyek akhir yang dibuat yang kemudian dilakukan perakitan perangkat sehingga menjadi alat uji coba komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler.

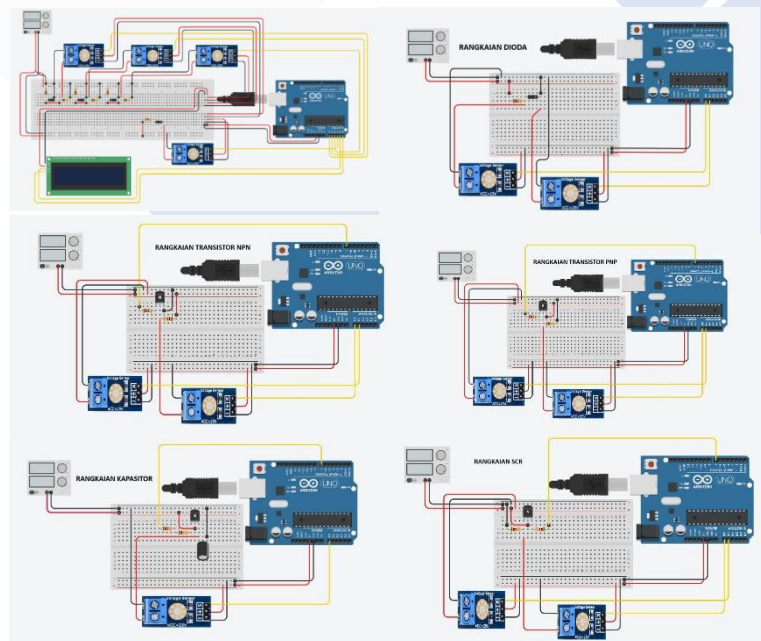
Desain alat uji coba komponen dasar berbasis mikrokontroler ini cukup sederhana dan dapat di pahami dengan mudah yang dimana pengguna hanya perlu meletakkan komponen yang akan di uji semisalkan kita ambil contoh Dioda Zener.

Ketika pengguna meletakan komponen nya secara otomatis sensor tegangan akan mengirim data ke mikrokontroler kemudian sistem akan menampilkan hasil nya ke LCD



Gambar 3.2 Desain Kontruksi

Selain melakukan perancangan pada kontruksi, perancangan rangkaian desain elektrikl juga dilakukan dengan menggunakan *software*. Berikut desain dari rangkaian elektrikl alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler:



Gambar 3.3 Desain Elektrikal

Desain elektrikl menggambarkan setiap *wiring* yang dihubungkan ke setiap komponen secara menyeluruh agar bisa menjadi Alat uji coba komponen

dasar elektronika berbasis mikrokontroler, dari inputan yang melalui *power supply* hingga di proses mikrokontroler lalu berakhir di *output* yaitu LCD. Berikut beberapa desain elektrikal yang digunakan dalam proyek akhir ini berjudul “Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler” ke komponen uji seperti Dioda *Zener*, Dioda, SCR, Kapasitor, dan Transistor.

3.2.2 Perancangan Software

Perancangan *Software* merupakan tahapan yang digunakan dalam pembuatan alat, yang memiliki beberapa fungsi seperti menampilkan tegangan kerja Dioda *Zener* serta hasil pengujian pada komponen seperti Dioda, SCR, Kapasitor, dan Transistor. Proses perancangan ini dilakukan menggunakan aplikasi pemrograman Arduino IDE.

3.3 Pembuatan Alat

Tahap ini merupakan realisasi bentuk fisik dari alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler, yang dibuat berdasarkan rancangan konstruksi sebelumnya. Pembuatan alat dilakukan dengan mengintegrasikan perancangan *hardware* dan *software* sebagai satu kesatuan sistem kerja.

3.4 Pengujian Alat

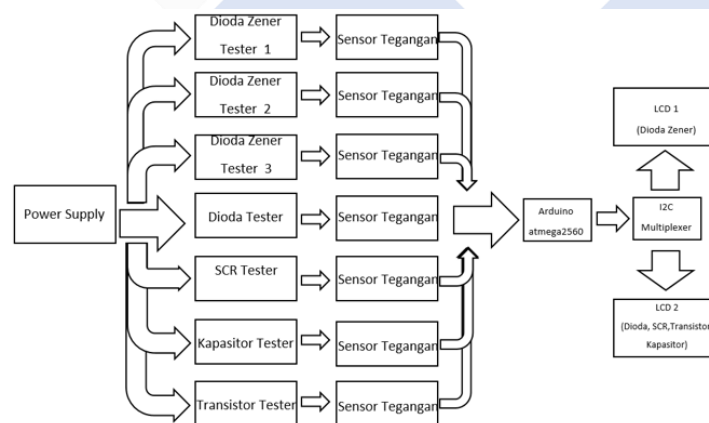
Pengujian alat dilakukan untuk mengevaluasi apakah alat yang telah dirancang dan dibuat bekerja sesuai dengan sistem yang diharapkan. Pada tahap ini juga disajikan diagram blok dan *flowchart* sebagai bagian dari dokumentasi perancangan. Diagram blok berfungsi untuk menunjukkan alur proses yang terjadi dalam sistem, mulai dari *input* hingga menghasilkan *output*. Sementara itu, *flowchart* memberikan gambaran rinci mengenai tahapan-tahapan kerja alat dalam proyek akhir yang berjudul “Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler”. Dengan adanya kedua diagram tersebut, diharapkan dapat mempermudah pemahaman terhadap alur kerja dan sistem yang diterapkan dalam proyek akhir ini.

Diagram blok pada proyek akhir ini menggambarkan hubungan antar komponen utama yang digunakan dalam sistem. Sistem ini dirancang untuk

melakukan pengujian berbagai komponen elektronik dasar secara otomatis, dengan tampilan hasil uji yang informatif. Diagram blok mencakup beberapa bagian penting, antara lain:

Gambar 3.4 menunjukkan diagram blok dari sistem alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler. Diagram ini memberikan gambaran alur kerja sistem secara keseluruhan, mulai dari sumber daya (*power supply*) yang mendistribusikan tegangan ke berbagai rangkaian pengujian komponen seperti Dioda *Zener*, Dioda, SCR, transistor, dan kapasitor. Masing-masing rangkaian pengujian terhubung dengan sensor tegangan untuk mendeteksi nilai tegangan pada komponen yang diuji. Seluruh data dari sensor dikirim ke mikrokontroler Arduino ATmega2560 yang kemudian mengatur tampilan hasil melalui dua buah LCD, yaitu LCD 1 untuk menampilkan hasil uji Dioda *Zener*, dan LCD 2 untuk menampilkan hasil pengujian Dioda, SCR, Transistor, dan Kapasitor dengan bantuan modul I2C *multiplexer*.

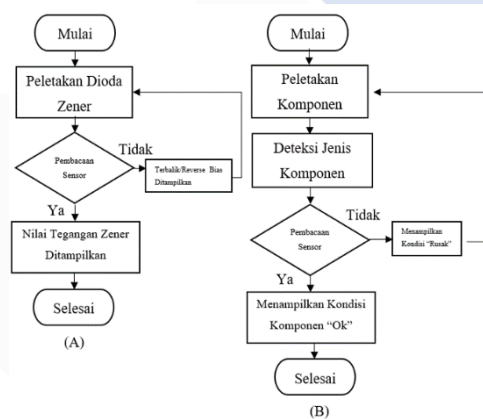
Setelah menggambarkan alur sistem melalui diagram blok, selanjutnya ditampilkan *flowchart* untuk menjelaskan langkah-langkah kerja alat secara lebih mendetail.



Gambar 3.4 Blok Diagram

Desain *flowchart* (A) di atas menggambarkan alur kerja alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler khususnya untuk pengujian Dioda *Zener*. Dalam proses pengujiannya, digunakan sensor

tegangan yang berfungsi membaca hasil pengukuran dari rangkaian. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan melalui LCD I2C. Sementara itu, desain *flowchart* (B) menggambarkan alur kerja alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler untuk pengujian komponen seperti Dioda, SCR, Kapasitor, dan Transistor. Dalam proses pengujiannya, sensor tegangan digunakan untuk membaca nilai tegangan dari masing-masing rangkaian. Data hasil pembacaan ini kemudian diproses sesuai dengan logika yang telah diprogram melalui Arduino IDE, guna menentukan apakah komponen dalam kondisi “OK” atau “Tidak”. Hasil pengujian tersebut selanjutnya ditampilkan pada layar LCD I2C.



Gambar 3.5 Desain *Flowchart* Proses pengujian

3.5 Analisa Data

Tahap ini merupakan proses pengumpulan data dari alat yang telah dibuat. Data yang diperoleh bertujuan untuk mengevaluasi kelebihan dan kekurangan alat, baik dari segi konstruksi fisik maupun sistem kerjanya.

3.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir

Tahap terakhir ini berfungsi sebagai penutup dari proses pembuatan proyek akhir, dengan menyusun seluruh informasi yang meliputi pendahuluan hingga lampiran.

BAB IV PEMBAHASAN

Pembahasan pada bab 4 berikut mencakup uraian, proses, dan hasil dari pengujian alat proyek akhir yang berjudul “alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler”.

4.1 Deskripsi Alat

Alat uji komponen elektronika dasar berbasis mikrokontroler merupakan alat pengukur tegangan kerja dari Dioda *Zener* dan pengujian kondisi dari komponen lainnya seperti Dioda, SCR, Transistor, Kapasitor. Alat ini menggunakan Arduino ATmega2560 sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengelolah utama pada alat uji komponen. Alat uji coba ini menampilkan hasil yang telah di kelola mikrokontroler ke lcd 2004 4x20. Menggunakan baterai sebagai input mikrokontroler dan *power supply* untuk *input* uji coba pada setiap komponen.

4.2 Pembuatan Alat

Ada dua tahapan yang dilakukan ketika membuat proyek akhir ini. Yaitu, tahap pembuatan *hardware* dan tahap pembuatan *software*.

4.2.1 Hardware

Pada proses pembuatan *hardware* disini disamakan dengan rancangan kontruksi sebelumnya. Berikut hasil kontruksi yang sudah selesai dibuat:



Gambar 4.1 Kontruksi Alat

4.2.2 Software

Pembuatan *software* pada “Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler” ini menggunakan *software* Arduino IDE yang berfungsi sebagai pengatur pada proyek akhir ini. Arduino IDE sendiri adalah media untuk membuat pemrograman yang mengelolah alat uji coba ini. Pada Arduino IDE ini ada beberapa program yang di gabungkan antara lain, program uji Dioda Zener, program uji Dioda, program uji SCR, program uji Kapasitor, program uji Transistor dan program yang menggabungkan 2 buah LCD dengan alamat yang sama menggunakan modul TCA9548A.

```
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4 // LCD I2C Setup
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Alamat 0x27, LCD 20x4
6
7 // --- PIN SETUP ---
8 const int ZENER_PIN0[3] = {A0, A1, A2}; // Z1, Z2, Z3
9 const int DIODA_ANODE = A3, DIODA_KATODE = A4;
10 const int SCR_TRIGGER_PIN = 5, SCR_OUT = A5, SCR_SUPPLY = A6;
11 const int CAP_PIN = A7, CAP_CTRL = 8;
12 const int NPN_BASE = 4, NPN_OUT = A8, NPN_SUPPLY = A9;
13 const int PNP_BASE = 9, PNP_OUT = A10, PNP_SUPPLY = A11;
14
15 // Tegangan & konstanta
16 const float VREF = 5.0;
17 const float DIV_ZENER = 5.0;
18 const float DIV_SCR = 5.7;
19 const unsigned long CHARGE_TIMEOUT = 5000;
20
21 float readVoltage(int pin, float divider = 1.0) {
22   return analogRead(pin) * (VREF / 1023.0) * divider;
23 }
24
25 void tampilZener() {
26   lcd.clear();
27   for (int i = 0; i < 3; i++) {
28     lcd.setCursor(0, 1);
29     lcd.print("Z1: "); lcd.print(i + 1); lcd.print("V");
30     lcd.print(readVoltage(ZENER_PIN0[i], DIV_ZENER), 2);
31     lcd.print("V");
32   }
33   lcd.setCursor(0, 3);
```

Gambar 4.2 Program Arduino IDE

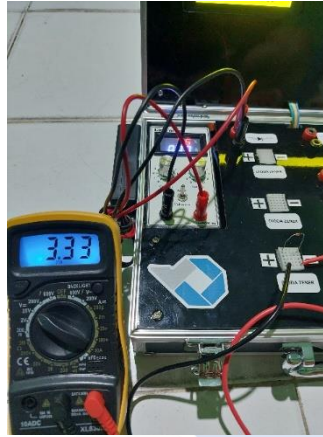
4.3 Pengujian Dioda Zener

Pembacaan tegangan nilai kerja dioda menggunakan rumus pembagi tegangan, dimana rumus inilah yang akan menjadi referensi pengambilan data nilai pada komponen yang akan di uji. Adapun rumus yang digunakan pada rangkaian tersebut:

$$V_{in} = V_{out} \times \left(\frac{R1+R2}{R2} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Pengujian dioda *zener* dilakukan dengan 2 cara pengujian, yang pertama menggunakan Multitester dan yang kedua menggunakan alat yang sudah di buat .

Berikut hasil pengujian dari dioda *zener* menggunakan multimeter:



Gambar 4.3 Pengujian Dioda *Zener* Multimeter

Berikut beberapa hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter dan alat ukur yang telah dibuat :

4.2 Tabel Pengujian Dioda *Zener* Multimeter

No	Aktual	VCC	Multimeter	Error
1	2v7	5v	2,73v	1,1%
2	5v1	6v	5,14v	0,78%
3	3v3	5v	3,33v	0,90%
4	3v9	5V	3,91v	0,26%



Gambar 4.4 Pengujian Dioda *Zener*

4.3 Tabel pengujian Dioda Zener Alat Uji

No	Aktual	VCC	Alat Uji	Error
1	2v7	5v	2,91v	7,78%
2	5v1	6v	5,65v	10,78%
3	3v3	5v	3,47v	5,15%
4	3v9	5v	3,91v	0,26%

Dari Hasil pengujian berikut, Dapat disimpulkan bahwa alat uji komponen Dioda Zener berfungsi dengan semestinya. Dengan penggunaan rumus persentase error untuk menghitung tingkat kelayakan alat dibawah ini:

$$\text{Nilai error}(\%) = \frac{\text{Nilai uji} - \text{nilai aktual}}{\text{nilai aktual}} \times 100\% \dots\dots(2)$$

4.4 Pengujian Dioda

Pengujian dioda dilakukan dengan memahami prinsip dasar kerja dioda, khususnya saat dalam kondisi bias maju (*forward bias*) dan bias mundur (*reverse bias*). Dalam kondisi *forward bias*, dioda akan mulai mengalirkan arus listrik ketika tegangan input melebihi tegangan ambang (*forward voltage*), yang umumnya bernilai sekitar 0,7 volt untuk dioda tipe silikon. Besarnya arus yang mengalir dapat dihitung menggunakan rumus:

$$I = \left(\frac{V_{in} - V_d}{R} \right) \dots\dots\dots(3)$$

Dengan V_{in} adalah tegangan input, V_D adalah tegangan jatuh pada dioda, dan R adalah nilai resistor seri pada rangkaian. Sebagai contoh, jika $V_{in}=5V$, $V_{in}=0.7V$, dan $R=1k\Omega$, maka arus yang mengalir adalah sekitar 4.3 mA. Sebaliknya, pada kondisi *reverse bias*, dioda tidak mengalirkan arus kecuali dalam bentuk arus bocor yang sangat kecil, hingga mencapai batas tegangan tembus (*breakdown voltage*) yang dapat merusak dioda. Daya listrik pada dioda juga dapat dihitung menggunakan rumus

$P=VD \times IP=VD \times I$, dan penting untuk memastikan agar daya ini tidak melebihi batas yang ditentukan dalam *datasheet* dioda. Dalam pengujian praktis menggunakan alat berbasis Arduino, pembacaan tegangan pada dioda dilakukan dengan prinsip pembagi tegangan. Rumus yang digunakan untuk menghitung tegangan input berdasarkan tegangan *output* dari pin analog Arduino adalah:

$$V_{in}=V_{out} \times \left(\frac{R1+R2}{R2} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana R1 dan R2 adalah resistor pada rangkaian pembagi tegangan. Dengan menghubungkan *anoda* dan *katoda* sesuai dengan polaritas yang benar, pembacaan tegangan dari alat akan menunjukkan apakah dioda masih berfungsi dengan baik atau mengalami kerusakan.

Berdasarkan hasil uji terhadap dioda tipe 1N4007, dioda menunjukkan kondisi "OK", yang berarti masih bekerja sesuai dengan prinsip kerja normal sebuah dioda.



Gambar 4.5 Pengujian Dioda

4.4 Tabel pengujian dioda

No	Komponen	Kondisi Alat Uji	Keterangan
1	Dioda 1N4007	Bias Maju	Ok
2	Dioda 1N4007	Bias Mundur	Terbalik

4.5 Pengujian SCR

Pengujian SCR dalam sistem ini menggunakan prinsip pembagi tegangan untuk mengetahui apakah komponen berfungsi dengan baik. Tegangan *input* yang digunakan pada SCR diukur melalui *pin analog* Arduino menggunakan rumus pembagi tegangan standar:

$$V_{adc} = V_{supply} \times (R2 / (R1 + R2)) \dots (5)$$

Rumus ini memastikan bahwa tegangan yang masuk ke *pin* Arduino tetap dalam batas aman, biasanya di bawah 5V. Pada saat pengujian, *pin gate* SCR diberikan pulsa pendek (sinyal *HIGH* sesaat) dari Arduino melalui resistor pembatas untuk memicu aktifnya SCR. Arus pemicu (*IG*) dihitung dengan rumus:

$$IG = V_{pin} / R_{gate} \dots (6)$$

Sebagai contoh, jika $V_{pin} = 5V$ dan $R_{gate} = 1k\Omega$, maka $IG = 5 \text{ mA}$. Nilai ini jauh di atas kebutuhan *minimum gate* SCR 2P4M (sekitar 0.2–0.5 mA), sehingga cukup untuk menyalakan SCR. Setelah SCR dipicu, jika komponen dalam kondisi baik, maka arus mengalir dari anoda ke katoda dan tegangan *output* (V_{out}) akan naik. Tegangan *output* ini dapat dihitung:

$$V_{out} \approx V_{supply} - V_{drop} \dots (7)$$

Dimana V_{drop} adalah tegangan jatuh saat SCR menghantar, umumnya sekitar 1–1.5V. Jika setelah pemicu diberikan dan tegangan *output* naik signifikan (lebih dari 1V), maka SCR dianggap BAIK. Sebaliknya, jika tidak ada perubahan tegangan setelah pemicuan, berarti SCR gagal menghantar dan

dinyatakan RUSAK. Selain itu, daya total yang dialirkan ke beban juga harus dihitung untuk memastikan tidak melebihi kemampuan SCR. Rumus daya:

$$P = V \times I \dots \dots \dots (8)$$

$$P_{max} = V_{supply} \times I_{max} \dots \dots \dots (9)$$

Sebagai contoh, SCR 2P4M memiliki batas arus maksimum sekitar 2A. Jika tegangan *supply* adalah 12V, maka daya maksimum beban yang aman adalah 24W. Melebihi batas ini dapat menyebabkan kerusakan permanen pada SCR. Pengujian juga dilengkapi dengan pembacaan tegangan sensor menggunakan ADC Arduino dengan rumus:

$$V_{input} = (analogRead / 1023) \times V_{ref} \times Scaling \dots \dots \dots (10)$$

Rumus ini sangat penting untuk memastikan pengukuran tegangan input secara akurat, terutama saat menggunakan sensor *voltage divider* eksternal.



Gambar 4.6 Pengujian SCR

4.5 Tabel pengujian SCR

No	Komponen	VCC	Alat Uji	Keterangan
1	2P4M	12v	Ok	Bagus

4.6 Pengujian Kapasitor

Pengujian elco (kapasitor elektrolit) pada program ini menggunakan prinsip pengisian dan pengosongan sederhana. Pertama, kapasitor diisi selama 100 milidetik menggunakan transistor sebagai saklar. Setelah pengisian dihentikan, Arduino membaca tegangan awal (V_1) pada kapasitor melalui pembagi tegangan (*voltage divider*) yang terdiri dari resistor $10k\Omega$ dan $1k\Omega$. Rasio pembagi tegangan ini adalah 11:1, sehingga pembacaan *analog* dari *pin* A7 dikalikan dengan 11 untuk mendapatkan tegangan aktual elco. Tegangan awal dihitung menggunakan rumus:

$$V_{elco} = \left(\frac{ADC}{1023.0} \right) \times 5.0 \times 11.0 \dots \dots \dots (11)$$

Setelah *delay* pendek, Arduino membaca kembali tegangan akhir (V_2), lalu menghitung selisihnya ($\Delta V = V_1 - V_2$). Nilai ΔV inilah yang menjadi indikator kualitas elco. Jika tegangan awal (V_1) sangat rendah, di bawah 1.8 volt, maka diasumsikan bahwa tidak ada elco yang terhubung. Jika ΔV lebih besar dari 3.5 volt, artinya elco kehilangan muatannya terlalu cepat, sehingga dianggap lemah atau bocor. Namun jika selisih tegangan cukup kecil (di bawah 3.5 volt), berarti elco masih mampu menyimpan muatan dengan baik dan dikategorikan sebagai elco yang baik. Secara teori, tegangan kapasitor saat membuang muatan (*discharge*) mengikuti rumus eksponensial:

$$V(t) = V_0 \cdot e^{-t/(R.C)} \dots \dots \dots (12)$$

Namun karena program tidak mengukur waktu dan resistansi secara akurat, maka pendekatan selisih tegangan (ΔV) digunakan sebagai cara praktis dan efektif untuk menilai kualitas elco.

4.6 Tabel pengujian kapasitor

NO	Komponen	VCC	Alat Uji	Keterangan
1	10uf	12v	Ok	Bagus
2	100uf	12v	Ok	Bagus
3	4,7uf	12v	Ok	Bagus



Gambar 4.7 Pengujian Kapasitor

4.7 Pengujian Transistor NPN dan PNP

Dalam pengujian transistor TIP31C dan TIP32C menggunakan Arduino, kita menggunakan prinsip pembacaan tegangan di kaki kolektor untuk mengetahui apakah transistor dalam kondisi aktif (baik) atau tidak aktif (rusak). Tegangan diukur menggunakan pin analog Arduino yang mengkonversi sinyal analog menjadi nilai digital (*ADC*) antara 0 hingga 1023. Tegangan kolektor dihitung dengan rumus:

$$V_c = (\text{analogRead}(A0) / 1023.0) \times V_{ref} \dots \dots \dots (13)$$

Dimana V_{ref} adalah tegangan referensi (biasanya 5V). Jika hasil V_c kurang dari 2.0 volt saat basis dikondisikan *ON*, maka transistor dianggap dalam kondisi aktif dan BAIK. Selain itu, untuk mengetahui apakah catu daya (*power supply*) mencukupi untuk pengujian, digunakan sensor tegangan (biasanya *voltage divider* 1:5). Tegangan asli dihitung dengan rumus:

$$V_{ps} = (\text{analogRead}(A1) / 1023.0) \times V_{ref} \times 5 \dots \dots (14)$$

Jika hasil V_{ps} lebih dari 4.5V, maka pengujian dapat dilanjutkan. Jika kurang dari itu, sistem akan menampilkan pesan "Menunggu Power..." sebagai indikasi suplai tidak memadai. Dalam teori dasar transistor, arus kolektor (I_C) saat transistor aktif dapat dihitung menggunakan hukum Ohm:

$$I_C = (V_{cc} - V_{CEsat}) / R_{beban} \dots \dots \dots (15)$$

V_{CEsat} adalah tegangan kolektor-emitor saat saturasi (sekitar 0.2–0.3V). Untuk memastikan transistor benar-benar masuk kondisi saturasi (*ON* penuh), dibutuhkan arus basis yang cukup, yang dihitung dengan:

$$I_B = I_C / hFE_{saturasi} \dots \dots \dots (16)$$

Nilai $hFE_{saturasi}$ untuk TIP31C atau TIP32C biasanya berkisar antara 10 hingga 20. Dalam pengujian dengan Arduino, pembacaan dari sensor tegangan eksternal harus dikalibrasi sesuai skala pembagi tegangan yang digunakan. Misalnya, jika sensor menggunakan pembagi 5:1, maka tegangan asli dapat dihitung dengan:

$$V_{input} = analogRead \times 0.122 \dots \dots \dots (17)$$

Dengan menggunakan prinsip dan rumus-rumus di atas, alat uji dapat menentukan apakah transistor dalam kondisi baik atau rusak dengan cukup akurat, hanya dengan memanfaatkan pembacaan tegangan dan logika dasar kerja transistor NPN dan PNP.



Gambar 4.8 Pengujian NPN dan PNP

4.6 Tabel pengujian Transistor PNP dan NPN

No	Komponen	Tipe	Alat Uji	Keterangan
1	TIP31C	NPN	Kolektor low Basis high	Ok
2	C2073	NPN	Kolektor low Basis high	Ok
3	TIP41C	NPN	Kolektor low Basis high	Ok
4	H1061	NPN	Kolektor low Basis high	Ok
5	BU407	NPN	Kolektor low Basis high	Ok
6	D313	NPN	Kolektor low Basis high	Ok
7	TIP32C	PNP	Kolektor high saat Basis low	Ok
8	B507	PNP	Kolektor high saat Basis low	Ok

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Penulis berhasil membuat alat yang dapat membantu mahasiswa dalam praktikum mata kuliah piranti, terutama dalam proses pengecekan komponen elektronika dasar. Dengan alat ini, pengujian dapat dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan efisien tanpa harus menggunakan alat manual seperti multimeter.
2. Penulis berhasil mengembangkan alat yang mampu melakukan pengujian dasar terhadap komponen dioda, kapasitor, SCR, dan transistor tipe NPN maupun PNP. Pengujian dilakukan secara otomatis dan hasilnya ditampilkan melalui LCD dalam bentuk status kondisi seperti “OK”, sehingga pengguna dapat mengetahui apakah komponen tersebut masih berfungsi atau sudah rusak.
3. Penulis juga berhasil merancang dan membuat alat yang dapat mendeteksi serta menampilkan nilai tegangan kerja dari dioda *zener* secara otomatis. Nilai tegangan kerja ditampilkan melalui LCD I2C, dengan akurasi yang cukup baik. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata *error* pembacaan nilai kerja dioda *zener* berada di bawah 10%. Hal ini mempermudah identifikasi dioda *zener* yang tidak memiliki sablon atau tanda nilai.

5.2 Saran

Agar alat ini dapat lebih optimal dan multifungsi, terdapat beberapa saran pengembangan ke depan, di antaranya adalah:

1. Menambah fitur pengujian komponen elektronik lain.
2. Melakukan kalibrasi lebih lanjut pada sensor tegangan untuk meningkatkan akurasi pembacaan, khususnya pada kapasitor dan dioda *zener*.

Daftar Pustaka

- [1] M. Nugroho, "Dioda Zener," Universitas Internasional Batam, 2015.
- [2] R. Ayu and Y. P. Sasuna, Alat Ukur Kapasitor dan Resistor Berbasis Arduino Uno. Proyek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2022.
- [3] S. J. Tarandono and B. Suprianto, "Pengembangan kit tester komponen elektronika berbasis mikrokontroler ATmega168 sebagai media pembelajaran pada standar kompetensi dasar–dasar elektronika di SMK Negeri 2
- [4] Derf.com, "The Zener diode: What it is, how it works and its history," Derf.
- [5] H. Kurniawan, A. Izzuddin, and I. Wicaksono, "Perbandingan tegangan keluaran sel surya berbahan dioda Zener dengan sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm," Jurnal ENERGY, vol. 10, no. 2, pp. 92–100, 2022.
- [6] D. A. Laws, "Who Invented the Diode?," Computer History Museum, Nov. 6, 2013.
- [7] BengkelTV.id, "Pengertian Dioda: Fungsi, Cara Kerja, dan Jenisnya," 2023.
- [8] J. Ahmad, Elektronik Book: Elektronika Dasar. Yogyakarta: UNY, 2007.
- [9] M. Setiyo, "Dioda Zener: Cara Kerja, Karakteristik, dan Aplikasinya," Muji Setiyo Blog, Mar. 5, 2023.
- [10] M. Khair, M. Mirna, Isminarti, and Fauziah, "Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Piranti Elektronika untuk Memahami Karakteristik Dioda," JMAPLE, vol. 2, no. 1, pp. 17–20, Jun. 2020.
- [11] J. Goodrich, "General Electric device that revolutionized electrical machines is now an IEEE Milestone," IEEE Spectrum, Jul. 22, 2019.

- [12] Suprianto, "SCR (Silicon Controlled Rectifier)," Blog UNNES, Oct. 12, 2015.
- [13] R. A. Efryansah, "Silicon controlled rectifier (SCR): Pengertian, cara kerja, dan karakteristik," Kelasteknisi.com, Apr. 23, 2025.
- [14] A. Singh, "SCR as a switch, its advantages, disadvantages, and applications," Hackatronic, Sep. 28, 2020.
- [15] H. Lintang, "Penemuan transistor pertama di dunia menjadi awal transformasi komputer dan alat elektronik lainnya," Zenius, Dec. 23, 2021.
- [16] T. Darmana and T. Koerniawan, "Perancangan rangkaian penguat daya dengan transistor," Jurnal Ilmiah SUTET, vol. 7, no. 2, pp. 88–92, 2017.
- [17] M. R. Husain, I. A. Kadriati, Isminarti, and A. Fitriati, "Rancang Bangun Pembelajaran Piranti Elektronika Memahami Karakteristik Transistor Bipolar Junction Transistor (BJT)," Politeknik Bosowa, 2023.
- [18] "Rancang Bangun Pembelajaran Piranti Elektronika Memahami Karakteristik Transistor Bipolar Junction," Jurnal Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, vol. X, no. Y, pp. ZZ–WW, 2021.
- [19] A. Zipur, "Pengertian Kapasitor (Kondensator), Sejarah, Fungsi dan Jenis-jenisnya," Aug. 15, 2022.
- [20] A. A. Bako, "Apa Saja Komponen Kapasitor dan Fungsinya," RRI, Jun. 28, 2024.
- [21] L. Cope, "Apa Keuntungan dan Kerugian Kapasitor?," EngineerFix, Jan. 1, 2025.
- [22] Uinsanjaya, "Mengenal Kapasitor dalam Dunia Elektronika," KMTech, Aug. 2, 2023.
- [23] M. I. Wahyuni, "Sejarah Arduino," Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- [24] Z. Yulias, "Arduino Mega 2560," Sep. 26, 2013.

- [25] E. A. Prastyo, "Penjelasan tentang Arduino Mega 2560," Arduino.Biz.ID, Jan. 18, 2023.
- [26] R. A. Efryansah, "Arduino MEGA 2560: Pengertian, Kelebihan, dan Kekurangan," Kelasteknisi.com, Jan. 20, 2023.
- [27] Diengcyber, "Perkembangan power supply dan bagaimana cara kerjanya?," Jan. 28, 2023.
- [28] Meilinaeka, "Pengertian power supply dan fungsinya bagi kehidupan sehari-hari," Telkom University, Jan. 13, 2023.
- [29] Kalibrasi News, "Kelebihan dan Kekurangan Power Supply," 2024.
- [30] D. Desmira, M. A. N. Mubarak, and J. Juniwan, "Penerapan smart sensor tegangan B25 dan sensor arus WCS1800 pada kursi roda cerdas," Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2024.
- [31] SunFounder, "LCD2004 Module."
- [32] Y. A. Setiawan, "Rancang Bangun Alat Monitoring PH dan Suhu Air Kolam Budidaya Ikan Berbasis IoT," Universitas Mataram, 2021.
- [33] E. Purnomo, "Fungsi dioda Zener dalam rangkaian elektronik," Elektronika.id, Sep. 5, 2015.
- [34] Components101, "SCR – Introduction, Working and Applications in Power Electronics," 2020.
- [35] AZoM.com, "SCR Technology Overview," 2024.
- [36] DigiWare Store, "PS 303D DC Power Supply."
- [37] Voltaat, "4×20 Character LCD with I2C Module."
- [38] Robotics, "TCA9548A I2C Multiplexer Module."
- [39] Digiware Store, Voltage Sensor Module 25V Sensor Tegangan for Arduino.

LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Dimas Dwi Ananda
Tempat & Tanggal Lahir : Pangkal Pinang, 25 Juli 2004
Alamat Rumah : Jl. Syafri Rahman Koba
Telp : 081376054820
HP : 081376054820
Email : dimasdwananda662@gmail.com



Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan :

SD Stania Koba	Lulus Tahun 2016
SMP Stania Koba	Lulus Tahun 2019
SMA Negeri 1 Koba	Lulus Tahun 2022
Polman Babel	2022-Sekarang

3. Pendidikan Non Formal :

Praktik Kerja Lapangan di PT. Dwi Handal Otomasi Indonesia, Bekasi
Tahun 2024

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Mufti Aditya
Tempat & Tanggal Lahir : Pangkal Pinang, 14 Desember 2003
Alamat Rumah : Jl. Air Sangkew, 004/000 Beluluk
Telp : 083290349293
HP : 083190459293
Email : muftiaditya5@gmail.com



Jenis Kelamin : Laki-Laki

Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan :

SDN 1 Pangkalan Baru	Lulus Tahun 2016
SMPN 1 Pangkalan Baru	Lulus Tahun 2019
SMKN 2 Pangkal Pinang	Lulus Tahun 2022
Polman Babel	2022-Sekarang

3. Pendidikan Non Formal :

Praktik Kerja Lapangan di PT. Dwi Handal Otomasi Indonesia, Bekasi
Tahun 2024

The background features a decorative graphic consisting of several overlapping geometric shapes. On the left, there is a light gray shape resembling a stylized 'V' or a chevron. To its right, there are two blue shapes: one is a parallelogram-like shape pointing upwards and to the right, and the other is a larger, more complex shape below it, also pointing upwards and to the right. These shapes are layered, with the blue ones appearing in front of the gray one.

LAMPIRAN 2
PROGRAM ARDUINO ATMEGA2560

Lampiran Program Arduino ATmega2560

```
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// I2C multiplexer

#define TCAADDR 0x70

void tcaSelect(uint8_t i) {
    if (i > 7) return;

    Wire.beginTransmission(TCAADDR);

    Wire.write(1 << i);

    Wire.endTransmission();
}

LiquidCrystal_I2C lcdZener(0x27, 20, 4); // LCD channel 0
LiquidCrystal_I2C lcdOther(0x27, 20, 4); // LCD channel 1

// --- PIN SETUP ---

const int ZENER_PINS[3] = {A0, A1, A2}; // Z1, Z2, Z3

const int DIODA_ANODE = A3, DIODA_KATODE = A4;

const int SCR_TRIGGER_PIN = 3, SCR_OUT = A5, SCR_SUPPLY = A6;

const int CAP_PIN = A7, CAP_CTRL = 8;

const int NPN_BASE = 4, NPN_OUT = A8, NPN_SUPPLY = A9;

const int PNP_BASE = 9, PNP_OUT = A10, PNP_SUPPLY = A11;
```

```

const float VREF = 5.0;

const float DIV_ZENER = 5.0;

const float DIV_SCR = 5.7;

const float CAP_RATIO = 11.0;

int currentComponent = 0;

float readVoltage(int pin, float divider = 1.0) {

    return analogRead(pin) * (VREF / 1023.0) * divider;

}

// --- LCD ZENER ---

void tampilZener() {

    tcaSelect(0);

    lcdZener.clear();

    for (int i = 0; i < 3; i++) {

        lcdZener.setCursor(0, i);

        lcdZener.print("Z");

        lcdZener.print(i + 1);

        lcdZener.print(": ");

        lcdZener.print(readVoltage(ZENER_PINS[i], DIV_ZENER), 2);

        lcdZener.print("V");

    }

    lcdZener.setCursor(0, 3);

    lcdZener.print("By: Dimas & Mufti");

```

```

}

// --- DIODA (Tanpa Serial dan RUSAK) ---

void tampilDioda() {

    tcaSelect(1);

    lcdOther.clear();

    lcdOther.setCursor(0, 0);

    lcdOther.print("Cek Dioda");

    float va = readVoltage(DIODA_ANODE, DIV_ZENER);

    float vk = readVoltage(DIODA_KATODE, DIV_ZENER);

    float vf = va - vk;

    float vr = vk - va;

    lcdOther.setCursor(0, 1);

    lcdOther.print("VF: ");

    lcdOther.print(vf, 2);

    lcdOther.print(" V");

    lcdOther.setCursor(0, 2);

    lcdOther.print("VR: ");

    lcdOther.print(vr, 2);

    lcdOther.print(" V");

    String status = "";

    // OK MAJU: VA > VK, beda sekitar 0.6V

    if (vf > 0.5 && vf < 0.9 && vr < 0.3) {

```

```

    status = "OK (Maju)";
}

// OK MUNDUR: VA dan VK tinggi (>10V) tapi beda <0.5V
else if (va > 10.0 && vk > 10.0 && abs(vf) < 0.5) {
    status = "OK (Mundur)";
}

// TIDAK TERHUBUNG: Tegangan sangat rendah di kedua sisi
else if (va < 0.5 && vk < 0.5) {
    status = "Tidak Terhubung";
}

// TIDAK ADA KOMPONEN: Tegangan tinggi tapi beda lebih dari 0.5
else if (va > 10.0 && vk > 10.0 && abs(vf) > 1.0) {
    status = "Tidak Ada Komponen";
}

// Sisanya ambigu
else {
    status = "Terbalik";
}

lcdOther.setCursor(0, 3);
lcdOther.print("Status: ");
lcdOther.print(status);
}

```

```

// --- SCR ---

void tampilSCR() {

    tcaSelect(1);

    lcdOther.clear();

    lcdOther.setCursor(0, 0);

    lcdOther.print("Cek SCR");

    float vsupply = readVoltage(SCR_SUPPLY, DIV_SCR);

    lcdOther.setCursor(0, 1);

    lcdOther.print("V Supply: ");

    lcdOther.print(vsupply, 1);

    lcdOther.setCursor(0, 2);

    if (vsupply > 10.0) {

        digitalWrite(SCR_TRIGGER_PIN, HIGH); delay(500);

        digitalWrite(SCR_TRIGGER_PIN, LOW); delay(100);

        float vout = readVoltage(SCR_OUT, DIV_SCR);

        lcdOther.print("Status: ");

        lcdOther.print(vout > 1.0 ? "OK" : "Tidak Aktif");

    } else {

        lcdOther.print("Status: Low Supply");

    }

}

// --- KAPASITOR ---

```

```
void tampilKapasitor() {  
  
    tcaSelect(1);  
  
    lcdOther.clear();  
  
    lcdOther.setCursor(0, 0);  
  
    lcdOther.print("Cek Elco");  
  
  
  
    digitalWrite(CAP_CTRL, HIGH);  
  
    delay(200);  
  
    digitalWrite(CAP_CTRL, LOW);  
  
    delay(100);  
  
    float vAwal = readVoltage(CAP_PIN, CAP_RATIO);  
  
    delay(100);  
  
    float vAakhir = readVoltage(CAP_PIN, CAP_RATIO);  
  
    float delta = vAwal - vAakhir;  
  
    lcdOther.setCursor(0, 1);  
  
    lcdOther.print("V1:");  
  
    lcdOther.print(vAwal, 2);  
  
    lcdOther.print(" V2:");  
  
    lcdOther.print(vAakhir, 2);  
  
    lcdOther.setCursor(0, 2);  
  
    lcdOther.print("Delta:");  
  
    lcdOther.print(delta, 2);  
}
```

```

lcdOther.print(" --> ");

if (vAwal < 1.5) lcdOther.print("TdkTerhub");

else if (delta > 2.0) lcdOther.print("LEMAH");

else lcdOther.print("OK");

}

// --- NPN ---

void tampilNPN() {

    tcaSelect(1);

    lcdOther.clear();

    lcdOther.setCursor(0, 0);

    lcdOther.print("Cek Transistor NPN");

    float vsupply = readVoltage(NPN_SUPPLY, 5.0);

    lcdOther.setCursor(0, 1);

    lcdOther.print("V Supply: ");

    lcdOther.print(vsupply, 1);

    lcdOther.setCursor(0, 2);

    if (vsupply < 10.0) {

        lcdOther.print("Status: Low Supply");

        digitalWrite(NPN_BASE, LOW);

    } else {

        digitalWrite(NPN_BASE, HIGH); delay(100);

        float vout = readVoltage(NPN_OUT, 5.0);

```

```

    lcdOther.print("Status: ");

    lcdOther.print(vout < 1.0 ? "OK" : "Tidak Aktif");

    digitalWrite(NPN_BASE, LOW);

}

}

// --- PNP ---

void tampilPNP() {

    tcaSelect(1);

    lcdOther.clear();

    lcdOther.setCursor(0, 0);

    lcdOther.print("Cek Transistor PNP");

    float vsupply = readVoltage(PNP_SUPPLY);

    lcdOther.setCursor(0, 1);

    lcdOther.print("V Supply: ");

    lcdOther.print(vsupply, 2);

    lcdOther.setCursor(0, 2);

    if (vsupply > 0.9) {

        digitalWrite(PNP_BASE, LOW); delay(100);

        float vkolektor = readVoltage(PNP_OUT);

        if (vkolektor < 0.5) lcdOther.print("Status: TdkTerhub");

        else if (vkolektor < 2.0) lcdOther.print("Status: OK");

        else lcdOther.print("Status: Tidak Aktif");
    }
}

```

```

    digitalWrite(PNP_BASE, HIGH);

} else {

    lcdOther.print("Status: Tunggu 5V");

}

}

// --- SETUP ---

void setup() {

    Wire.begin();

    tcaSelect(0); lcdZener.begin(20, 4); lcdZener.backlight();
    tcaSelect(1); lcdOther.begin(20, 4); lcdOther.backlight();

    pinMode(SCR_TRIGGER_PIN, OUTPUT);

    pinMode(CAP_CTRL, OUTPUT);

    pinMode(NPN_BASE, OUTPUT);

    pinMode(PNP_BASE, OUTPUT);

    digitalWrite(CAP_CTRL, LOW);

    digitalWrite(NPN_BASE, LOW);

    digitalWrite(PNP_BASE, HIGH);

}

// --- LOOP ---

void loop() {

    tampilZener();

    switch (currentComponent) {

```

```
case 0: tampilDioda(); break;

case 1: tampilSCR(); break;

case 2: tampilKapasitor(); break;

case 3: tampilNPN(); break;

case 4: tampilPNP(); break;

}

currentComponent = (currentComponent + 1) % 5;

delay(3000);

}
```



LAMPIRAN 3
MONITORING PROYEK AKHIR

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

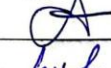
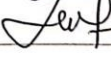
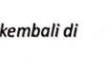
		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/...../.....	
JUDUL		Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler	
Nama Mahasiswa		1. Dimas Dwi Ananda /NIM: 0032207 2. Mufti Aditya /NIM: 0032216 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	16/2025/04	Progres Alat 35% Progres individual 30%	
2	2/2025/05	Progres Alat 80% Progres individual 40%	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~BEUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....) Ocsitendi, S.ST, MT.	Pembimbing 2  (.....) Limartaida Siahaan, S.Agr. MSc	Pembimbing 3 (.....)

LAMPIRAN 4
BIMBINGAN PROYEK AKHIR

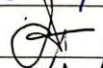
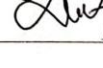
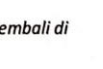
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/...../.....			
JUDUL	<u>Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler</u>		
Nama Mahasiswa	<u>Mufid Aditra</u> NIM: <u>003226</u>		
Nama Pembimbing	1. <u>Ocsipendi, M.T</u> 2. <u>Limarkaida Sihuan, S. Agr, M.Sc</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	17-03-2025	Membahas bentuk setiap komponen yang akan diuji	
2	9-04-2025	Menganalisa masalah yang terjadi pada alat PA.	
3	16-04-2025	Membahas desain kontroler lebih lanjut	
4	27-5-2025	Membahas kontroler menggunakan Penutup, Breadboard sbg wadah, dirakit	
5	2-5-2025	Uji coba dioda Zener	
6	3-5-2025	Uji coba Diode bridge, SCR, Transistor NPN/PNP	
7	12-5-2025	Check Penulisan laporan akhir Penambahan Skema	
8	23-5-2025	Check laporan akhir dan Memberikan Pembahasan akhir SNITT	
9	1-6-2025	Validasi alat dan laporan Proteus akhir	
10	1-6-2025	Validasi laporan Proteus akhir Pembimbing 2	

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....			
JUDUL	Alat Uji Komponen Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler		
Nama Mahasiswa	Dimas Dwi Aranda NIM: 0032707		
Nama Pembimbing	1. Ocsitendi, M.T 2. Limar taida Siahaan, S. Agr, M.Sc 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	17-03-2015	Membahas teori setiap komponen yang akan di uji.	
2	9-04-2015	Menanyakan masalah yang terjadi pada alat PA.	
3	16-04-2015	Membahas desain Kontruksi lebih lanjut.	
4	27-05-2015	Membahas Kontruksi menggunakan Penutup, bread board sebagai uji coba	
5	2-5-2015	Uji coba dioda Zener	
6	3-5-2015	Uji coba dioda biasa, SCR, Transistor NPN/PNP	
7	11-5-2015	Cek Penulisan Laporan akhir Penambahan Sitasi	
8	23-5-2015	Cek laporan akhir dan membahas Pembuatan artikel SNITT	
9	1-6-2015	Validasi alat dan laporan Proyek akhir	
10	1-6-2015	Validasi Laporan Akhir Pembimbing 2	

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir