

**TUGAS AKHIR**

**SISTEM PENGONTROLAN KONVERTER LISTRIK PADA PENGISAN  
BATERAI AKI 12/24 VOLT**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**YUSUF AFANDI**

**1807220034**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Yusuf Afandi

NPM : 1807220034

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Sistem Pengontrolan Converter Listrik Pada Pengisian Batrai AKI 12/24 Volt

Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing




Faisal Irsan Pasaribu, S.T., S.Pd., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Ir. Abdul Azis, M.M

Dosen Pembanding II / Peguji



Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd



Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., S.Pd., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Yusuf Afandi

Tempat /Tanggal Lahir: Sei Simujur / 09 Maret 2000

NPM : 1807220034

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Sistem Pengontrolan Converter Listrik Pada Pengisian Batrai AKI 12/24 Volt”,

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2023

Saya yang menyatakan,



*Yusuf*

Yusuf Afandi

# SISTEM PENGONTROLAN KONVERTER LISTRIK PADA PENGISIAN BATERAI AKI 12/24 VOLT

## ABSTRAK

Sebagaimana disinggung secara singkat, ada beberapa jenis konverter yang berkaitan dengan topologi mereka, termasuk arsitektur *flayback* dan *buck-flayback*. Konverter *flayback* adalah konverter *buck-boost* (step-up/step down) dengan induktor diganti dengan transformator. Sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt telah berhasil dirancang dan analisis dalam pengukuran besaran listrik secara manual menggunakan multimeter. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui prinsip kerja sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt, kemudiana untuk mengetahui alat dan komponen apa saja yang diperlukan untuk membuat alat sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt dan Untuk mengetahui cara pengisian baterai dan waktu yang diperlukan berapa menit. Perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perancangan keras. Perancangan keras pada “pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt” ini meliputi *Charger*, Baterai 12/24 volt. Pengujian alat sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt dalam pengisian baterai charge controller otomatis mendapatkan Lama waktu yang digunakan untuk pengisian baterai menggunakan *charger* controller untuk pengisian baterai menggunakan *charger* controller untuk pengisian baterai 12 volt adalah 120 menit yang menghasilkan tegangan baterai sampai 14 V. Sedangkan untuk pengisian baterai menggunakan *charger* controller untuk pengisian baterai 24 volt adalah 120 menit yang menghasilkan tegangan baterai sampai 25 V. Pada pengisian baterai 12 V, setiap 10 menitnya bertambah 0,25 sampai 0,5 V selama 120 menit dalam pengisian, Sedangkan pada pengisian baterai 24 V, setiap 10 menitnya bertambah 0,15 sampai 0,25 V selama 120 menit. Dapat disimpulkan bahwa perangkat ini menggunakan *charger* controller sebagai sistem kontrol pada pengisian baterai secara otomatis dan baterai sebagai tempat penyimpanan daya.

Kata Kunci: Baterai, Charge Controller, Terminal Stop Kontak, Konverter



## ***ELECTRICAL CONVERTER CONTROL SYSTEM FOR 12/24 VOLT BATTERY CHARGE***

### ***ABSTRACT***

*As briefly alluded to, there are several types of converters related to their topology, including flyback and buck-flyback architectures. The flyback converter is a buck-boost (step-up/step-down) converter with the inductor replaced by a transformer. The electrical converter control system for charging a 12/24 volt battery has been successfully designed and analyzed in measuring electrical quantities manually using a multimeter. The purpose of this research is to find out the working principle of the electric converter control system for charging a 12/24 volt battery, then to find out what tools and components are needed to make an electric converter control system for charging a 12/24 volt battery and to find out how to charging the battery and how many minutes it takes. The design carried out in this study includes hard design. The rigorous design of "controlling the electric converter on charging a 12/24 volt battery" includes chargers, 12/24 volt batteries. Testing the electric converter control system tool on charging a 12/24 volt battery in a battery charging controller automatically obtains the length of time used to charge the battery for charging a 12 volt battery is 120 minutes which produces a battery voltage of up to 14 V. Meanwhile for charging the battery using charger controller for charging a 24 volt battery is 120 minutes which produces a battery voltage of up to 25 V. On charging a 12 V battery, every 10 minutes it increases by 0,25 - 0.5 V for 120 minutes on charging, while on charging a 24 V battery, it increases every minute 0,15 - 0.25 V for 120 minutes. It can be concluded that this device uses a charger controller as a control system for automatic battery charging and the battery as a power storage area.*

*Keywords: Battery, Charge Controller, Contact Outlet Terminal, Converter*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Sistem Pengontrolan Konverter Listrik Pada Pengisian Baterai Aki 12/24 Volt” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya Bapak M Nuh dan Ibu Nur Ainun Serta Kakak Anjani, Adik M Farhan Ramadhan yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M,T selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M,T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2018.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektroan.

Medan, 01 Agustus 2023

YUSUF AFANDI

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Konverter AC to DC	5
2.2.1 Prinsip Dasar <i>Flayback</i> Converter	6
2.2.2 <i>Buck</i> Konverter	7
2.3 <i>Charger</i>	8
2.3.1 Jenis <i>Charger</i>	9
2.3.2 Prinsip Kerja <i>Charger</i>	10
2.4 Baterai	10
2.4.1 Jenis - Jenis Baterai	10
2.4.2 Kapasitas Baterai	14
2.4.3 Konstruksi Baterai Aki	15
2.4.4 Prinsip Kerja Baterai	18
2.4.5 Cara – Cara Pengisian Baterai	19
2.5 Capit Buaya	20



2.6 Kabel	20
2.6.1 NYM	21
2.6.2 NYY	21
2.7 Konverter DC to DC	21
2.8 Rangkaian Listrik	22
2.9 Arus Listrik	23
2.10 LCD Resistor	25
2.10.1 Jenis Jenis Resistor	26
2.11 Kapasitor	36
2.11.1 Jenis Kapasitor	44
2.11.2 Kapasitansi	46
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>47</b>
3.1 Tempat Dan Waktu	47
3.2 Alat Dan Bahan	47
3.3 Diagram Blok	49
3.4 Perancangan Rangkaian pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt	50
3.5 Prosedur Penelitian	50
3.5.1 Perancangan Dan Pembuatan Alat	50
3.5.1.1 Rangkaian Terminal Stop Kontak	50
3.5.1.2 Rangkain <i>Charger</i> Baterai	51
3.5.1.3 Rangkain Pada Baterai	51
3.6 <i>Flowchart</i> Sistem	51
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>52</b>
4.1 Pengukuran dan Hasil Pengukuran Sistem	52
4.2 Pengujian dan Pembahasan Alat	52
4.2.1 Pengujian Alat	52
4.2.2 Pengujian Terminal Stop Kontak	53
4.2.3 Karakteristik Charge Controller	53
4.2.4 Pengujian Sempel	54
4.2.4.1 Pengujian Pengisian Baterai 12 Volt	55
4.2.4.2 Pengujian Pengisian Baterai 24 Volt	56

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul	Halaman
4.1	Pengisian Baterai 12 V 100 Ah	55
4.2	Pengisian Baterai Pengisian Baterai 24 V 100 Ah	56
4.3	Perbandingan Nilai Kelembaban Udara	30
4.4	Perbandingan Nilai Tekanan Udara	32
4.5	Perbandingan Nilai Kecepatan Angin	33

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul	Halaman
2.1	Rangkaian Konverter Konvensional	6
2.2	Bentuk Gelombang Arus Input	6
2.3	Rangkaian <i>Flayback</i> Converter	7
2.4	Bentuk Arus Induktor Dan Arus Input Pada Kondisi Tidak Kontinyu	7
2.5	Rangkaian <i>Buck</i> Konverter	8
2.6	<i>Charger</i> Baterai	9
2.7	<i>Rectifier</i> 1 Fasa	9
2.8	<i>Rectifier</i> 3 Fase	10
2.9	Kontruksi Baterai	11
2.10	Baterai Asam	13
2.11	Sel Aki	15
2.12	Plat Sel Aki	16
2.13	Lapisan Serat Gelas	17
2.14	Proses Pengosongan Dan Pengisian Baterai	18
2.15	Cara Pengisian Baterai	19
2.16	Capit Buaya	20
2.17	Kabel NYM	21
2.18	Kabel NYY	21
2.19	Rangkaian Konverter DC To DC	22
2.20	Rangkaian Pembagi Tegangan	24
2.21	Simbol Resistor	25
2.22	Resistor Kawat ( <i>Wirewound</i> Resistor)	27
2.23	Resistor Arang ( <i>Carbon</i> Resistor)	27
2.24	Resistor Tetap ( <i>Fixed</i> Resistor)	28
2.25	Simbol Resistor Tetap ( <i>Fixed</i> Resistor)	28
2.26	Bentuk dan Simbol Resistor Tidak Tetap	29

	( <i>Variable Resistor</i> )	
2.27	Kaki Potensiometer	29
2.28	Lambang Dan Gambar Tripot	30
2.29	Bentuk dan Simbol Resistor Themistor	30
2.30	Bentuk Dan Simbol LDR ( <i>Light Dependent Resistor</i> )	35
2.31	Bentuk Dasar Sebuah Kapasitor	38
2.32	Contoh Kapasitor Keramik	39
2.33	Contoh Kapsitor <i>Polyester</i> /Milar	40
2.34	Contoh Kapasitor Mika	40
2.35	Kapasitor Elektrolit	41
2.36	Kapasitor Kertas	41
2.37	Contoh Kapasitor Tantalum	42
2.38	Contoh Kapasitor variable <i>condencator</i> (Varco)	43
2.39	Contoh kapasitor Trimmer	43
2.40	Lapisan Elco	45
3.1	<i>Charger</i> Baterai	47
3.2	Kabel	47
3.3	Capit Buaya	48
3.4	Baterai	48
3.5	Multimeter	48
3.6	Diagram Blok	49
3.7	Perancangan Rangkaian pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt	50
3.8	<i>Flowchart</i> System	51
4.1	Rangkaian Alat Pengontrolan Konverter Listrik Pada Pengisian Baterai Aki 12/24 Volt	52
4.2	Pengujian Alat Tanpa Menggunakan Baterai	52
4.3	Pengujian Terminal Stop Kontak	53
4.4	Karakteristik Charge Controller	54
4.5	Pengujian Sampel pada Pengisian Baterai 12/24 V	54

4.6	Grafik Pengisian Baterai 12 Volt	56
4.7	Grafik Pengisian Baterai 24 Volt	57

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebagaimana disinggung secara singkat, ada beberapa jenis konverter yang berkaitan dengan topologi mereka, termasuk arsitektur *flyback* dan *buck-flyback*. Ini adalah topologi umum karena menggabungkan transformator, memiliki jumlah komponen yang rendah dan dapat berbiaya rendah relatif terhadap opsi lain. Konverter *flyback* adalah konverter *buck-boost* (*step-up/step down*) dengan induktor diganti dengan transformator. Energi yang tersimpan di dalam transformator digunakan untuk mengubah peralihan melalui rangkaian rektifikasi aktif atau pasif. Banyak catu daya beralih antar mode tergantung pada level beban

Saat ini, energi listrik termasuk salah satu kebutuhan primer bagi manusia. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya peralatan elektronik yang membutuhkan sumber energi listrik. Namun, PLN sebagai BUMN yang mengurus segala aspek kelistrikan di Indonesia, belum dapat memberikan energi listrik secara terus-menerus setiap saat, maka dari itu PLN melakukan pemadaman listrik secara berkala. Dengan adanya pemadaman listrik tersebut, maka dibutuhkan suatu sumber energi listrik cadangan yang dapat digunakan saat terjadi pemadaman listrik PLN. *Uninterruptible Power supply* dapat dijadikan sumber energi listrik cadangan di rumah apabila sedang terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Perangkat UPS ini dapat digunakan untuk melindungi segala jenis alat elektronik yang sensitif terhadap ketidakstabilan arus dan tegangan listrik. UPS tersusun dari rangkaian inverter yang dapat mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Dengan demikian, alat ini bisa digunakan pada perangkat elektronik yang membutuhkan sumber tegangan AC seperti televisi dan lampu. (Pratama, 2019).

Dengan memanfaatkan energi listrik maka dibutuhkan suatu sumber energi listrik cadangan yang dapat digunakan saat terjadi pemadaman listrik PLN. *Uninterruptible Power supply* ini dapat digunakan untuk melindungi segala jenis alat elektronik yang sensitif terhadap ketidakstabilan arus dan tegangan listrik. Oleh sebab itu penulis membuat judul tugas akhir yaitu “*Sistem Pengontrolan Konverter Listrik Pada Pengisian Baterai Aki 12/24 Volt*”.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk mengangkat dan merancang sebuah alat sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt. Dimana pada perancangan ini akan menggunakan uninterruptible *power supply*, inverter, baterai dan beban. Dimana pada perancangan ini akan dirumuskan masalah:

1. Bagaimana prinsip kerja sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt ?
2. Alat dan komponen apa saja yang diperlukan untuk membuat sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt ?
3. Bagaimana proses kerja konverter listrik pada sistem manual dan otomatis pada pengecasan baterai aki ?

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Selanjutnya Agar penelitian ini dapat mengarah pada tujuan dan menghindari terlalu banyak permasalahan yang muncul, maka penulis memberikan ruang lingkup yang sesuai dengan judul penelitian, adapun ruang lingkup penelitian sebagai berikut.

1. Pembahasan hanya mengetahui sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt.
2. Alat dan komponen yang diperlukan yaitu charge baterai, baterai, inverter, kabel dan capit buaya.
3. Proses kerja konverter listrik pada pengecasan baterai aki menggunakan *Charger* Baterai yang mampu mengisi tegangan 12/24 Volt dan berkapasitas 0 6 sampai 150 Ah.

## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan penelitian adalah :

1. Untuk mengetahui prinsip kerja sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt.
2. Untuk mengetahui alat dan komponen apa saja yang diperlukan untuk membuat alat sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt.

3. Untuk mengetahui cara pengisian baterai dan waktu yang diperlukan berapa menit.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Alat sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memanfaatkan suatu sumber energi listrik sebagai cadangan yang dapat digunakan saat terjadi pemadaman listrik PLN.
2. Mengaplikasikan berbagai teori pendukung yang telah didapat di bangku perkuliahan menjadi sebuah karya nyata berupa sebuah alat.
3. Dengan adanya alat sistem pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt dapat membantu masyarakat memiliki sumber energi listrik cadangan yang dapat digunakan saat terjadi pemadaman listrik PLN.

## BAB II LANDASAN

### TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/*discharge* energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversible* adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder (Dharmawan, 2016).

ada saat sekarang ini perkembangan dunia industri sangatlah pesat. Peralatan peralatan industri yang dikonsumsi banyak macamnya. Beban non linear seperti diode atau *thyristor rectifiers* membuat arus tidak sinusoidal pada jaringan listrik dan mengakibatkan penurunan *power quality* pada utility atau pada sistem tenaga listrik di industri. Pada penelitian ini penulis membuat terobosan alat yang berjudul Implementasi AC-DC Multilevel Konverter Sebagai *Power Factor Corrector* yang dibuat untuk memperbaiki arus yang tidak sinusoidal tersebut. Pada serangkaian pengujian yang telah dilakukan, arus yang tidak sinusoidal tersebut dapat diperbaiki menjadi lebih baik dan syarat untuk memaksimalkan *power quality* pada sistem tenaga listrik dengan arus yang lebih sinusoidal dapat tercipta (Prasetio, 2009).

Metode CC/CV (*Constant Current/Constant Voltage*) adalah penggabungan dari pengisian arus konstan (CC) dan pengisian tegangan konstan (CV). Pada pengisian ini, sebuah baterai akan diisi dengan arus konstan yang telah ditentukan pada fase CC dan tegangan baterai akan meningkat hingga mencapai nilai maksimum yang aman. Lalu, baterai akan memasuki fase CV dengan tegangan konstan yang telah ditentukan, menyebabkan arus pengisian kontinyu menurun. Fase CV akan berakhir ketika arus yang berkurang mencapai nilai tertentu atau kapasitas tujuan

telah tercapai Fase CV akan berakhir ketika arus yang berkurang mencapai nilai tertentu atau kapasitas tujuan telah tercapai (Hakim, 2021).

Baterai yang biasanya digunakan pada kendaraan bermotor sebagai sumber daya untuk menyalakan mesin saja melainkan tidak sebagai sumber daya utama untuk menjalankan mesin. Tentunya dalam penggunaan sumber daya baterai aki harus dilakukan pengisian ulang menggunakan media listrik. Dalam hal ini penulis ingin membuat sistem pengisian ulang baterai secara otomatis dengan 2 sistem pengisian. Diantaranya menggunakan *charger* atau adaptor dan menggunakan sistem pengisian dengan tenaga cahaya matahari *solar cell* (Aminah, 2022).

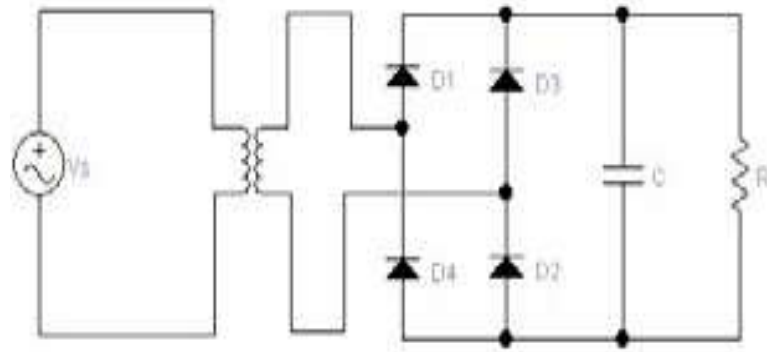
Modulasi lebar pulsa (PWM) diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (*duty cycle*) gelombang dapat diubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata gelombang tersebut (Sidiq, 2015).

Dengan semakin majunya teknologi saat ini memaksa kita harus cerdas dalam mengatasi permasalahan energi. Di tambah lagi sekarang pemerintah menaikkan harga BBM (Bahan Bakar Minyak), hal ini juga yang memelopori perancangan mobil listrik yang hemat energi dan bebas polusi sehingga dapat menghindari pencemaran lingkungan baik tanah, air maupun udara. Energi listrik adalah salah satu energi alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan minyak bumi atau fosil. Energi listrik sudah tidak asing dalam kehidupan sehari-hari, dikarenakan pada saat ini energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok pada masyarakat selain kebutuhan sandang, pangan dan papan. Kegunaan energi listrik yang dapat mengubah energi menjadi energi lain (mekanis, panas, cahaya) serta penyaluran yang sangat mudah menjadikan energi listrik menjadi utama (Ari, 2022).

## **2.2 Konverter AC TO DC**

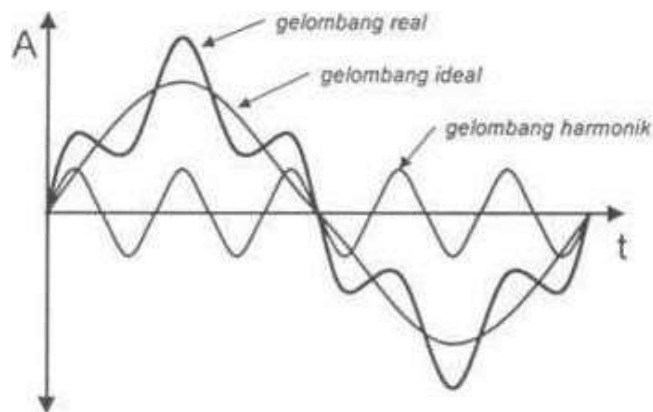
Pada umumnya dalam proses AC to DC menggunakan penyearah *fullbridge* atau model jembatan dimana dengan memasang 4 buah diode sebagai saklar atau switch dan dengan adanya pemasangan kapasitor di sisi output maka hal ini akan menyebabkan harmonisa arus yang besar dan pada umumnya *converter* ini mempunyai factor daya yang rendah dimana hal ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar

2.1.



Gambar 2.1 Rangkaian Konverter Konvensional

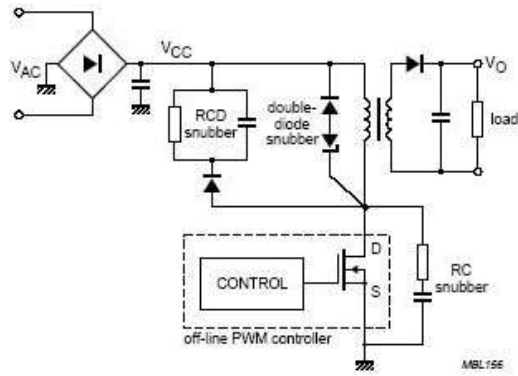
Karena menggunakan komponen *switching* seperti diode maka rangkaian konverter ini termasuk dalam katagori beban non linier. Dimana dalam beban non linier bentuk gelombang arus input yang diserap oleh konverter akan tampak seperti tidak sinus lagi (mengandung unsur harmonisa).



Gambar 2.2 Bentuk Gelombang Arus Input

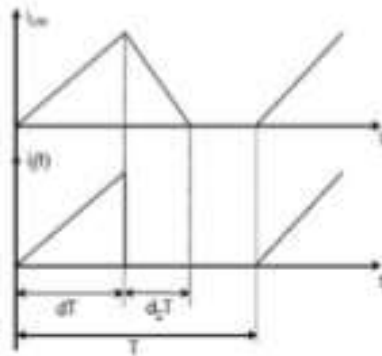
### 2.2.1 Prinsip Dasar *Flayback Converter*

*Flayback converter* adalah konverter yang bekerja berdasarkan *buck-boost* konverter yang terdiri dari tranfomator termasuk induktor magnetisasi ( $L_m$ ), sebuah *switch* (Mosfet) yang terhubung pada sisi ground primer. Tidak seperti tranfomator ideal arus tidak dapat mengalir secara simultan pada sisi skunder karena polaritas tranfomator yang saling terbalik seperti terlihat pada gambar berikut. Konverter *flayback* bekerja ketika tegangan sumber  $V_s$  disimpan pada induktor magnetisasi ketika *switch on* dan menyalurkannya ke beban ketika *switch off* magnetisasi ketika *switch on* dan menyalurkannya ke beban ketika *switch off*.



Gambar 2.3 Rangkaian *Flyback Converter*

Pada konverter perbaikan faktor daya yang digunakan adalah menggunakan *flyback* konverter, dimana *flyback* harus bekerja tidak kontinyu dimana arus magnetisasi  $i_{Lm}$  yang disimpan dan dibuang ke sisi output pada periode tertentu menyentuh nol yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk Arus Induktor Dan Arus Input Pada Kondisi Tidak Kontinyu

sehingga faktor daya yang dihasilkan mempunyai nilai yang tinggi mendekati satu, dimana sifat keresistifanya dapat dinyatakan dengan persamaan :

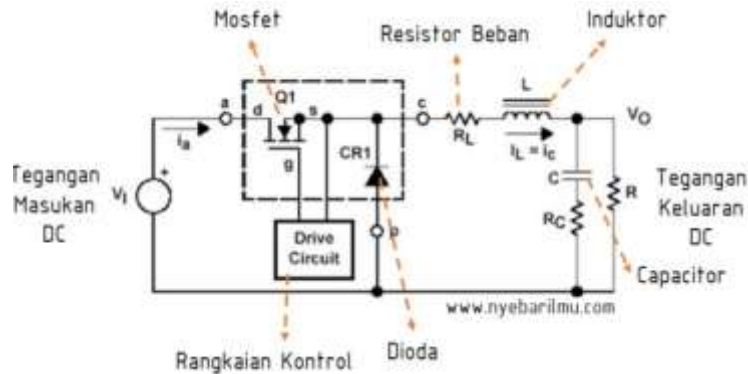
$$\text{.....(2.1)}$$

### 2.2.2 Buck Konverter

*Buck* konverter mengubah nilai tegangan masukan ke nilai tegangan keluaran yang lebih rendah. Nilai tegangan masukan yang dihasilkan dapat dihitung melalui persamaan (2.2) dibawah ini:

$$\text{.....(2.2)}$$

Dalam proyek akhir ini perancangan *buck* konverter yang dikehendaki yaitu dengan tegangan masukan sebesar 50 Volt yang diperoleh dari *flyback* konverter dan akan diturunkan dengan mengubah nilai *duty cycle* dari rangkaian *buck* konverter ini hingga mencapai tegangan keluaran sebesar 20 Volt. Dimana *buck* konverter ini berfungsi sebagai dc-dc konverter (Rachmawati, 2010).



Gambar 2.5 Rangkaian *Buck* Konverter

### 2.3 Charger

Saat proses pengisian baterai dengan menggunakan alat *Charger* Arus dialirkan berlawanan dengan waktu pengeluaran isi, pengisian berarti bahwa beban aktif dan elektrolit dirubah supaya *energy* kimia baterai mencapai maksimum. Pada saat proses pengisian Kapasitas *rectifier* harus disesuaikan dengan kapasitas baterai yang terpasang, setidaknya kapasitas arusnya harus mencukupi untuk pengisian baterai sesuai jenisnya yaitu untuk baterai alkali adalah 0.2 C (0.2 x kapasitas) ditambah beban statis (tetap) pada unit pembangkit. Sebagai contoh jika suatu unit pembangkit dengan baterai jenis alkali kapasitas terpasangnya adalah 200Ah dan arus statisnya adalah 10 Ampere, maka Minimum Kapasitas Arus *Rectifier* (MKAR) adalah :

$$\text{MKAR} = (0,2 \times 200\text{Ah}) + 10\text{Ah}$$

$$\text{MKAR} = 40\text{A} + 10\text{A}$$

$$\text{MKAR} = 50 \text{ Ampere}$$

Jadi kapasitas *rectifier* minimum yang harus disiapkan adalah sebesar 50 Ampere. Sumber tegangan AC untuk *rectifier* tidak boleh padam atau mati. Untuk itu pengecekan dilakukan baik tegangan masuk (AC) maupun tegangan keluarannya (DC). Jadi kapasitas *rectifier* minimum yang harus disiapkan adalah sebesar 50 Ampere. Sumber tegangan AC untuk *rectifier* tidak boleh padam atau mati.





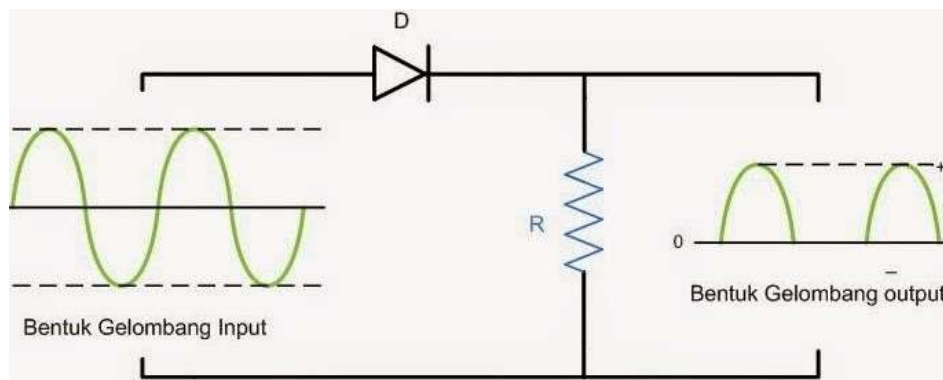
Gambar 2.6 *Charger* Baterai

### 2.3.1 Jenis *Charger*

Jenis *Charger* atau *rectifier* ada 2 (dua) macam sesuai sumber tegangannya yaitu *rectifier* 1 fasa dan *rectifier* 3 fasa.

#### 1. *Rectifier* 1 fasa

Yang dimaksud dengan *rectifier* 1 fasa adalah *rectifier* yang rangkaian inputnya menggunakan AC suplai 1 fasa. Melalui MCB sumber AC suplai 1 fasa 220 V masuk ke dalam sisi primer trafo utama 1 fasa kemudian sisi sekunder trafo tersebut diubah menjadi tegangan DC 110 V. Keluaran ini masih mengandung ripple cukup tinggi sehingga masih diperlukan rangkaian filter untuk memperkecil *ripple* tegangan output.

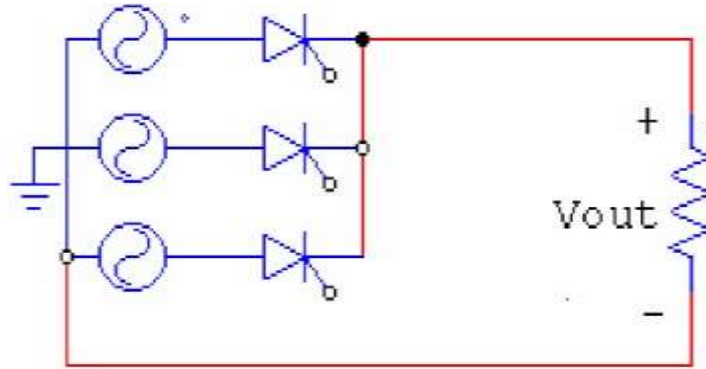


Gambar 2.7 *Rectifier* 1 Fasa

#### 2. *Rectifier* 3 fasa

Yang dimaksud dengan *rectifier* 3 fasa adalah *rectifier* yang rangkaian inputnya menggunakan AC suplai 3 fasa. Melalui MCB sumber AC suplai 3 fasa 380 V masuk ke dalam sisi primer trafo utama 3 fasa kemudian sisi

sekunder trafo tersebut keluar tegangan AC 110 V per fasa kemudian melalui rangkaian penearah dengan diode *bridge* atau *Thyristor bridge*, arus AC tersebut diubah menjadi arus Dc 110 V yang masih mengandung ripple lebih rendah dibanding dengan ripple *rectifier* 1 fasa akan tetapi masih diperlukan rangkaian filter untuk lebih memperkecil ripple tegangan input.



Gambar 2.8 *Rectifier* 3 Fase

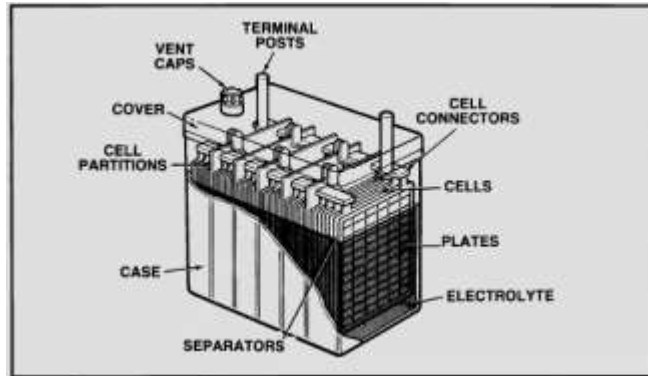
### 2.3.2 Prinsip Kerja *Charger*

Sumber tegangan AC baik 1 fasa maupun 3 fasa yang masuk melalui terminal input trafo *step-down* dari tegangan 380 V/220 V menjadi tegangan 110 V kemudian oleh diode penyearah/*thyristor* arus bolak-balik (AC) tersebut diubah menjadi arus searah dengan ripple atau gelombang DC tertentu. Kemudian untuk memperbaiki ripple atau gelombang DC yang terjadi diperlukan suatu rangkaian penyaring (filter) yang dipasang sebelum terminal output (Hamid, 2016).

### 2.4 Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energy yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikkan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversible* adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda–elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang

dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Ukuran baterai yang dipakai sangat tergantung pada ukuran panel dan load pattern. Ukuran baterai yang terlalu besar baik untuk efisiensi operasi tetapi mengakibatkan kebutuhan investasi yang terlalu besar.



Gambar 2.9 Konstruksi Baterai

Sebaliknya ukuran baterai terlalu kecil dapat mengakibatkan tidak tertampungnya daya yang lebih. Baterai tersebut mengalami proses siklus menyimpan dan mengeluarkan, tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari. Selama waktu adanya matahari, panel surya menghasilkan daya listrik. Daya yang tidak digunakan dengan segera dipergunakan untuk mengisi baterai. Selama waktu tidak adanya matahari, maka suplai daya listrik disediakan oleh baterai. Kapasitas suatu baterai adalah menyatakan besarnya arus listrik (Ampere) baterai yang dapat disuplai/dialirkan ke suatu rangkaian luar atau beban dalam jangka waktu ( jam ) tertentu, untuk memberikan tegangan tertentu Kapasitas baterai ( Ah ) dinyatakan sebagai berikut :

$$\dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana

C = Kapasitas baterai (Ah)

I = Besar arus yang mengalir (A)

T = Waktu (Jam)

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulatur adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan ) dengan

efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversibel* adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik ( proses pengosongan ) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia ( proses pengisian ) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel (Pasaribu, 2021).

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang (Satriady, 2017).

#### **2.4.1 Jenis - Jenis Baterai**

##### **1. Baterai Asam (*Lead Acid Storage Acid*)**

Baterai asam yang bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang (sulfuric acid =  $H_2SO_4$ ) . Didalam baterai asam, elektroda – elektroda nya terdiri dari plat – plat timah peroksida  $PbO_2$  (*Lead Peroxide*) sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni  $Pb$  (*lead sponge*) sebagai katoda (kutub negatif). Didalam baterai asam, elektroda – elektroda nya terdiri dari plat – plat timah peroksida  $PbO_2$  (*Lead Peroxide*) sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni  $Pb$  (*lead sponge*) sebagai katoda (kutub negatif). Didalam baterai asam, elektroda – elektroda nya terdiri dari plat – plat timah peroksida  $PbO_2$  (*Lead Peroxide*) sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni  $Pb$  sebagai katoda (kutub negatif). Ciri – ciri umumnya:

- a. Tegangan nominal per sel 2 volt
- b. Ukuran baterai per sel lebih besar dibandingkan dengan baterai alkali.
- c. Nilai berat jenis elektrolit sebanding dengan kapasitas baterai.

- d. Suhu elektrolit sangat mempengaruhi terhadap nilai berat jenis elektrolit, semakin tinggi suhu elektrolit semakin rendah berat jenis dan sebaliknya.
- e. Nilai jenis berat standart elektrolit tergantung dari pabrik pembuatnya.
- f. Umur baterai tergantung pada operasi dan pemeliharaan biasanya bisa mencapai 10 – 15 tahun.
- g. Tegangan pengisian per sel harus sesuai dengan petunjuk operasi dan pemeliharaan dari pabrik pembuat. Sebagai contoh adalah:
  - Pengisian awal (*Initial Charge*) : 2,7 Volt
  - Pengisian *Floating* : 2,18 Volt
  - Pengisian *Equalizing* : 2,25 Volt
  - Pengisian *Boozting* : 2,37 Volt
  - Tegangan pengosongan per sel (*Discharge*) : 2,0 – 1,8 Volt



Gambar 2.10 Baterai Asam

## 2. Baterai Basa / Alkali (*Alkaline Storage Battery*)

Baterai alkali bahan elektrolitnya adalah larutan alkali ( *Potassium Hydroxide* ) yang terdiri dari:

- a. Nickel iron alkaline *battery* Ni-Fe *Battery*.
- b. Nickel cadmium alkaline *battery* Ni Cd *Battery* pada umumnya yang paling banyak digunakan adalah baterai alkali admium ( Ni- Cd )Ciri- ciri umum ( tergantung pabrik pembuat ) adalah sebagai berikut:
- c. Tegangan nominal per sel adalah 1,2 volt

- d. Nilai jenis berat elektroit tidak sebanding dengan kapasitas baterai.
- e. Umur baterai tergantung pada penggunaan dan perawatan, biasanya dapat mencapai 15 - 20 tahun.
- f. Tegangan pengisian per sel harus sesuai dengan petunjuk operasi dan pemeliharaan dari pabrik pembuat. Sebagai contoh adalah:
  - Pengisian awal (*Initial Charge*) : 1,6 – 1,9 Volt
  - Pengisian *Floating* : 1,40 – 1,42 Volt
  - Pengisian *Equalizing* : 1,45 Volt
  - Tegangan pengosongan (*discharge*) : 1 volt

#### 2.4.2 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh besar / banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai juga menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (Ampere – *hour*). Berarti sebuah baterai dapat memberikan arus yang kecil untuk waktu yang lama atau arus yang besar untuk waktu yang pendek. Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (Ampere - *hour*), muatan inilah yang akan dikeluarkan untuk menyuplai beban ke pelanggan. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

$$Ah = \text{Kuat Arus (ampere) x waktu (hours)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

Ah = kapasitas baterai aki

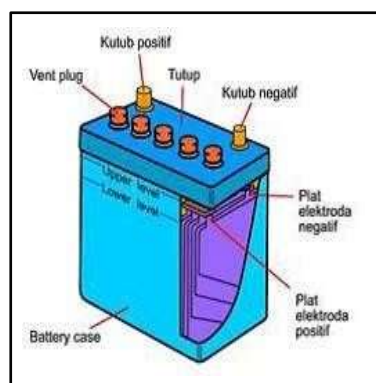
I = kuat arus (ampere)

T = waktu (jam/sekon)

### 2.4.3 Konstruksi Baterai Aki

Aki yang ada dipasaran ada 2 jenis yaitu aki basah dan aki kering. Aki basah media penyimpanan arus listrik ini merupakan jenis aki yang paling umum digunakan. Aki jenis ini masih perlu diberi air aki yang dikenal accu zuur. Sedangkan jenis aki kering merupakan jenis aki yang tidak memakai cairan, mirip seperti baterai telepon seluler. Aki ini tahan terhadap getaran dan suhu rendah.

Dalam aki ini terdapat jenis elemen dan sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Tiap sel berisikan pelat positif dan negatif. Pada pelat positif terkandung oksidal timbal coklat ( $PbO_2$ ), sedangkan pelat negatif mengandung timbal ( $Pb$ ). Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar disekeliling pelat. Bila ketiga unsur kimia ini berinteraksi, maka akan muncullah arus listrik. Dalam aki ini terdapat jenis elemen dan sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Tiap sel berisikan pelat positif dan negatif. Pada pelat positif terkandung oksidal timbal coklat ( $PbO_2$ ), sedangkan pelat negatif mengandung timbal ( $Pb$ ). Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar disekeliling pelat.



Gambar 2.11 Sel Aki

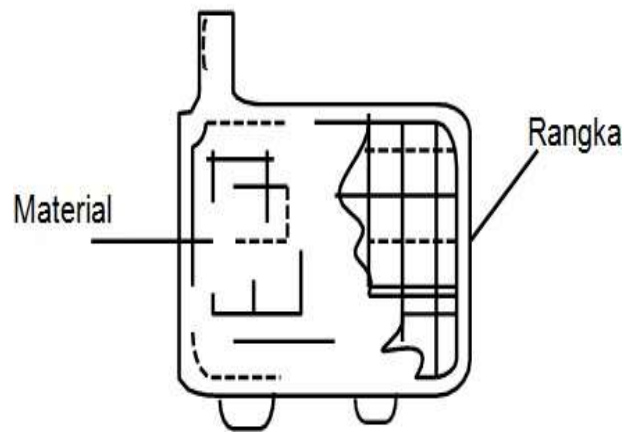
Aki memiliki 2 kutub / terminal, kutub positif dan kutub negatif. Biasanya kutub positif (+) lebih besar atau lebih tebal dari kutub negatif (-), untuk



menghindarkan kelalaian bila aki hendak dihubungkan dengan kabel-kabelnya. Pada aki terdapat batas minimum dan maksimum tinggi permukaan air aki untuk masing-masing sel. Bila permukaan air aki di bawah level minimum akan merusak fungsi sel aki. Jika air aki melebihi level maksimum, maka akan mengakibatkan air aki menjadi panas dan meluap keluar melalui tutup sel.

#### 1. Plat positif dan negatif

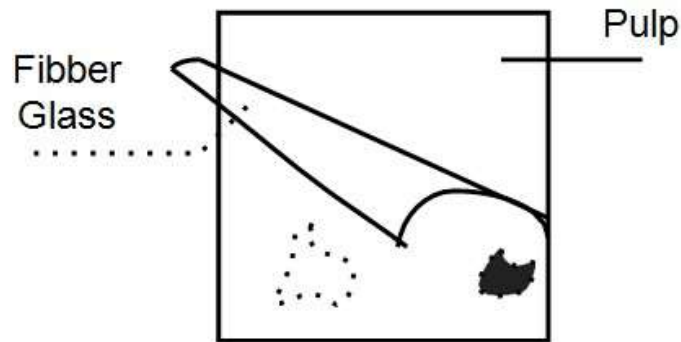
Plat positif dan plat negatif merupakan komponen utama suatu aki. Kualitas plat sangat menentukan kualitas suatu aki, plat-plat tersebut terdiri dari rangka yang terbuat dari paduan timbal antimon yang di isi dengan suatu bahan aktif. Bahan aktif pada plat positif adalah timbal peroksida yang berwarna coklat, sedang pada plat negatif adalah spons - timbal yang berwarna abu abu.



Gambar 2.12 Plat Sel Aki

#### 2. Separator dan lapisan serat gelas

Antara plat positif dan plat negatif disisipkan lembaran separator yang terbuat dari serat selulosa yang diperkuat dengan resin. Lembaran lapisan serat gelas dipakai untuk melindungi bahan aktif dari plat positif, karena timbal peroksida mempunyai daya kohesi yang lebih rendah dan mudah rontok jika dibandingkan dengan bahan aktif dari plat negatif. Jadi, fungsi lapisan serat gelas disini adalah untuk memperpanjang umur plat positif agar dapat mengimbangi plat negatif, selain itu lapisan serat gelas juga berfungsi melindungi separator.



Gambar 2.13 Lapisan Serat Gelas

### 3. Elektrolit

Cairan elektrolit yang dipakai untuk mengisi aki adalah larutan encer asam sulfat yang tidak berwarna dan tidak berbau. Elektrolit ini cukup kuat untuk merusak pakaian. Untuk cairan pengisi aki dipakai elektrolit dengan berat jenis 1.260 pada 20° C.

### 4. Penghubung antara sel dan terminal

Aki 12 volt mempunyai 6 sel, sedang Aki 6 volt mempunyai 3 sel. Sel merupakan unit dasar suatu Aki dengan tegangan sebesar 2 volt. Penghubung sel (*conector*) menghubungkan sel sel secara seri. Penghubung sel ini terbuat dari paduan timbal antimon. Ada dua cara penghubung sel - sel tersebut. Yang pertama melalui atas dinding penyekat dan yang kedua melalui (menembus) dinding penyekat. Terminal terdapat pada kedua sel ujung (pinggir), satu bertanda positif (+) dan yang lain negatif (-). Melalui kedua terminal ini listrik dialirkan penghubung antara sel dan terminal

### 5. Sumbat

Sumbat dipasang pada lubang untuk mengisi elektrolit pada tutup aki, biasanya terbuat dari plastik. Sumbat pada Aki motor tidak mempunyai lubang udara. Gas yang terbentuk dalam Aki disalurkan melalui slang plastik/karet. Uap asam akan tertahan pada ruang kecil pada tutup aki, kemudian asamnya dikembalikan kedalam sel.

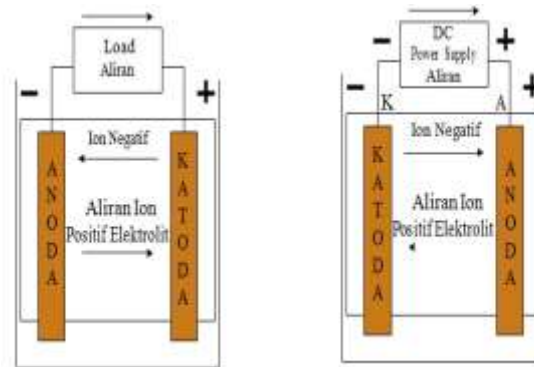
### 6. Perekat bak dan tutup

Ada dua cara untuk menutup aki, yang pertama menggunakan bahan perekat lem, dan yang kedua dengan bantuan panas (*Heat Sealing*). Yang

pertama untuk bak *polystyrene* sedang yang kedua untuk bak *polipropylene* (Manurung, 2014).

#### 2.4.4 Prinsip Kerja Baterai

1. Proses pengosongan (*discharge*) pada sel berlangsung menurut gambar. Jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion – ion negatif mengalir ke anoda dan ion – ion positif mengalir ke katoda.
2. Pada proses pengisian menurut gambar dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.14 Proses Pengosongan Dan Pengisian Baterai

Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui *power supply* ke katoda, Ion – ion negatif mengalir dari katoda ke anoda. Ion – ion positif mengalir dari anoda ke katoda. Jadi, reaksi kimia pada saat pengisian (*charging*) adalah kebalikan dari saat pengosongan (*discharging*). Jenis baterai berdasarkan jenis elektrolitnya terdiri dari sel basah (baterai basah) dan sel kering ( baterai kering ). Baterai basah mempunyai ciri – ciri antara lain elektrolitnya berbentuk cair, kapasitas umumnya besar dan bentuk fisik umumnya besar. Sedangkan, baterai kering mempunyai ciri – ciri antara lain elektrolitnya berbentuk pasta, bentuk fisik umumnya lebih kecil dari baterai basah. Sedangkan, baterai kering mempunyai ciri – ciri antara lain

elektrolitnya berbentuk pasta, bentuk fisik umumnya lebih kecil dari baterai basah.

#### 2.4.5 Cara – Cara Pengisian Baterai



Gambar 2.15 Cara Pengisian Baterai

1. Pengisian awal (*Initial Charge*) pengisian ini dimaksud untuk pembentukan sel baterai, cara ini hanya dilakukan pada singel sel atau baterai stationer dan hanya dilakukan sekali saja
2. kembali (*Recharging*) recharging dilakukan secara otomatis setelah baterai mengalami pengosongan. Lamanya pengisian kembali disensor oleh *rectifier* sehingga apabila baterai sudah penuh maka dilanjutkan dengan pengisian trickle.
3. Pengisian *equalizing*/penyesuaian Pengisian penyesuaian/equalizing dimaksudkan untuk mendapatkan kapasitas penuh pada setiap sel seimbang dengan kata lain memulihkan kapastas baterai. Pengisian ini juga dilakukan pada saat baterai setelah adanya penambahan aquadest.
4. Pengisian perbaikan/treatment pengisian perbaikan/*treatment* dimaksudkan untuk memulihkan kapasitas baterai yang berada dibawah standart setelah baterai dilakukan perbaikan, apabila setelah diadakan perbaikan hasilnya belum dapat dicapai maka dapat dilakukan beberapa kali.
5. Pengisian khusus/*boost charge* pengisian khusus/*boost charge* dimaksudkan untuk memulihkan baterai secara cepat setelah adanya pengosongan yang banyak, misalnya pada sistem operasi charge dan discharge yang belum mendapat  
catu PLN.

6. Pengisian kompensasi *floating/trickle charge* pengisian kompensasi dimaksudkan untuk menjaga kapasitas baterai selalu dalam kondisi penuh akibat adanya pengosongan diri (*self discharge*) yang besarnya 1% dari kapasitas baterai (Syafitra, 2020).

## 2.5 Capit Buaya

*Jack*/jepit buaya dipergunakan untuk menyalurkan energi listrik dari sumber daya adaptor ke pemakai. Steker dan jack sebenarnya sama-sama konektor (penghubung). Perbedaannya adalah jack merupakan penghubung untuk arus searah, sehingga antara kawat yang satu dengan yang lain dibedakan dengan warna merah dan hitam, untuk polaritas positif dan negatif lain dibedakan dengan warna merah dan hitam, untuk polaritas positif dan negatif (Setiawan, 2021).



Gambar 2.16 Capit Buaya

## 2.6 Kabel

Dalam sistem tenaga listrik kabel merupakan benda yang sangat penting. Secara umum, kabel memiliki 2 fungsi yaitu, untuk menyalurkan daya listrik dari satu tempat ke tempat lain dan untuk membawa sinyal informasi dari satu tempat ke tempat lain.

### 2.6.1 NYM

Kabel jenis ini memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA). Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam. Kabel jenis ini memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna

putih atau abu- abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA).



Gambar 2.17 Kabel NYM

### 2.6.2 NYY

Karakteristik dari kabel ini yaitu memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna hitam), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYY dipergunakan untuk instalasi tertanam (kabel tanah), dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM (harganya lebih mahal dari NYM). Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus.



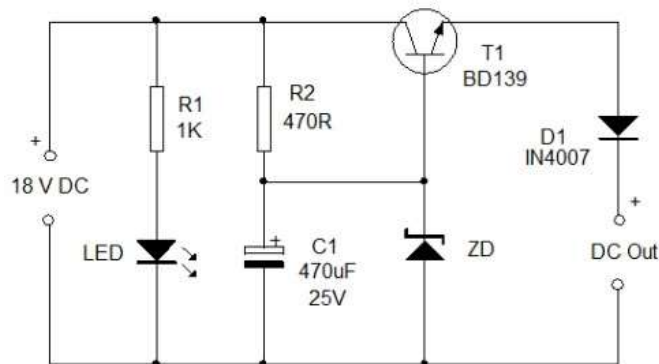
Gambar 2.18 Kabel NYY

Arti kode pengenalan kabel NYM menurut SPLN 42-2:1992 adalah N : Kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar, Y: Isolasi PVC, M : Selubung PVC, I : Kabel dengan sistem pengenalan warna inti hijau-kuning, O : Kabel dengan sistem pengenalan warna inti tanpa hijau-kuning (Yasnivazli,2018).

## 2.7 Konverter DC To DC

Konverter DC ke DC adalah sebuah rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat membuat sumber tegangan searah menjadi tegangan searah dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat diatur. Pengaturan tegangan dapat dilakukan di luar konverter atau didalam konverter. Pengaturan tegangan di luar konverter dilakukan dengan mengatur variasi tegangan searah masukan konverter. Pengaturan

tegangan di dalam konverter dikenal sebagai Modulasi Lebar Pulsa (*Pulse Width Modulation*, PWM). Konverter DC ke DC merupakan saklar statis yang dipergunakan untuk mendapatkan tegangan yang variable dari sumber tegangan searah yang konstan. Jadi konverter DC ke DC berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengubah tegangan searah yang rendah menjadi tegangan searah yang tinggi dan dapat dibuat *variable*. Konverter DC ke DC adalah sebuah rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat membuat sumber tegangan searah menjadi tegangan searah dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat diatur. Pengaturan tegangan dapat dilakukan di luar konverter atau di dalam konverter. Pengaturan tegangan di luar konverter dilakukan dengan mengatur variasi tegangan searah masukan konverter. Pengaturan tegangan di dalam konverter dikenal sebagai PWM. Pada dasarnya konverter DC ke DC yang akan dirancang adalah mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC kemudian menyearahkan tegangan AC tersebut menjadi tegangan DC dengan level tegangan yang lebih tinggi. Dalam hal ini rangkaian konverter DC ke DC yang akan dibuat yaitu mengubah tegangan DC 12 volt menjadi tegangan AC 126 volt dengan bentuk gelombang persegi kemudian menyearahkan tegangan AC gelombang persegi menjadi tegangan DC 126 volt menggunakan dioda *bridge* dan kapasitor (Putra, 2014).



Gambar 2.19 Rangkaian Konverter DC

## 2.8 Rangkaian Listrik

Untuk mempelajari perilaku suatu rangkaian listrik kita melakukan analisis rangkaian listrik. Rangkaian listrik itu mungkin hanya berdimensi beberapa sentimeter, tetapi mungkin juga membentang ratusan bahkan ribuan kilometer. Dalam pekerjaan analisis, langkah pertama yang kita lakukan adalah memindahkan

rangkaian listrik itu ke atas kertas dalam bentuk gambar; gambar itu kita sebut diagram rangkaian. Suatu diagram rangkaian memperlihatkan interkoneksi berbagai piranti; piranti-piranti tersebut digambarkan dengan menggunakan simbol piranti. Jadi dalam suatu diagram rangkaian (yang selanjutnya kita sebut dengan singkat rangkaian), kita melihat bagaimana berbagai macam piranti saling dihubungkan. Perilaku setiap piranti kita nyatakan dengan model piranti. Untuk membedakan piranti sebagai benda nyata dengan modelnya, maka model itu kita sebut elemen rangkaian. Sinyal listrik yang hadir dalam rangkaian, kita nyatakan sebagai peubah rangkaian yang tidak lain adalah model matematis dari sinyal-sinyal tersebut. Jadi dalam pekerjaan analisis rangkaian listrik, kita menghadapi diagram rangkaian yang memperlihatkan hubungan dari berbagai elemen, dan setiap elemen memiliki perilaku masing-masing yang kita sebut karakteristik elemen; besaran-fisika yang terjadi dalam rangkaian kita nyatakan dengan peubah rangkaian (variable rangkaian) yang merupakan model sinyal. Dengan melihat hubungan elemen-elemen dan memperhatikan karakteristik tiap elemen, kita melakukan perhitungan peubah-peubah rangkaian. Perhitungan-perhitungan tersebut mungkin berupa perhitungan untuk mencari hubungan antara peubah yang keluar dari rangkaian (kita sebut dengan singkat keluaran) dan peubah yang masuk ke rangkaian (kita sebut dengan singkat masukan); ataupun mencari besaran keluaran dari suatu rangkaian jika masukan dan karakteristik setiap elemen diketahui. Inilah pekerjaan analisis yang memberikan hanya satu hasil perhitungan, atau jawaban tunggal. Pekerjaan lain yang belum tercakup dalam buku ini adalah pekerjaan perancangan, yaitu mencari hubungan elemenelemen jika masukan dan keluaran ditentukan. Hasil pekerjaan perancangan akan memberikan lebih dari satu jawaban dan kita harus memilih jawaban mana yang kita ambil dengan memperhitungkan tidak saja aspek teknis tetapi juga aspek lain misalnya aspek ekonomi, aspek lingkungan, dan bahkan estetika (Sudirham, 2002).

## **2.9 Arus Listrik**

Arus listrik merupakan aliran yang berisi muatan listrik yang bergerak secara bersamaan menuju suatu tempat, yang dihasilkan apabila terdapat perbedaan potensial (tegangan) yang mengalir dalam rangkaian elektronika tersebut. Beda



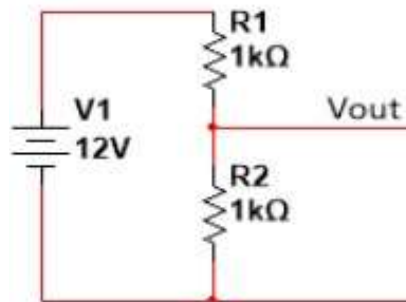
potensial (tegangan) itu bisa ada karena adanya energi yang masuk atau adanya sumber tegangan yang terhubung dalam rangkaian tersebut, contohnya yakni baterai. Sehingga arus listrik akan berjalan karena adanya dorongan dari sumber tegangan tersebut. Hubungan antara tegangan, arus dan hambatan tersebut dinyatakan dalam Hukum OHM, yang dinyatakan dalam notasi sebagai persamaan (1), (2), dan (3), Dimana V adalah Beda Potensial/Tegangan (Volt), I adalah Kuat Arus (Ampere), R adalah Hambatan ( $\Omega$ ) .

$$V = I \cdot R \dots\dots\dots (2.4)$$

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (2.6)$$


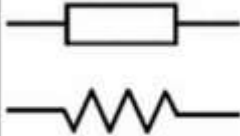



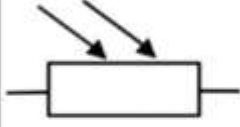


Hambatan dalam hukum OHM tersebut yaitu suatu komponen elektronika yang digunakan untuk menghambat aliran arus, sehingga apabila resistansi besar maka arus yang dihasilkan akan lebih kecil. Hambatan atau yang bisa disebut juga sebagai resistor memiliki fungsi untuk mengontrol aliran arus yang ada pada suatu rangkaian. Selain berfungsi sebagai pengontrol arus, resistor juga memiliki fungsi sebagai pembagi tegangan. Sehingga terciptalah suatu rangkaian yang disebut dengan rangkaian pembagi tegangan (*Voltage Divider*). Rangkaian pembagi tegangan atau *voltage divider* ini merupakan suatu rangkaian yang berfungsi untuk mengubah nilai tegangan yang awalnya besar menjadi kecil. Atau bisa juga dijelaskan sebagai rangkaian yang dapat menyesuaikan tegangan. Gambar 2.16 merupakan rangkaian pembagi tegangan, dimana V1 adalah Sumber tegangan atau tegangan yang masuk Vout adalah Tegangan keluaran, dan R adalah Hambatan. Adapun Rumus untuk mencari nilai tegangan keluaran dari rangkaian tersebut diformulasikan pada persamaan (Utomo, 2021).



Gambar 2.20 Rangkaian Pembagi Tegangan

## 2.10 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Resistor termasuk komponen pasif pada rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega ( $\Omega$ ). Hukum Ohm menyatakan bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansi (Ohm), resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut. Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika.

Jenis-Jenis Resistor		
NAMA	GAMBAR	SIMBOL
Resistor tetap		
Variable Resistor		
Resistor LDR		
Resistor NTC / PTC		

Gambar 2.21 Simbol Resistor

Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf “R”. Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf “R”, resistor variabel disimbolkan dengan huruf “VR” dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”. Kapasitas daya pada resistor merupakan nilai daya maksimum yang mampu dilewatkan oleh resistor tersebut. Nilai kapasitas daya resistor ini dapat dikenali dari ukuran fisik resistor dan tulisan kapasitas daya dalam satuan Watt untuk resistor dengan kemasan fisik besar. Menentukan kapasitas daya resistor ini penting dilakukan untuk menghindari resistor rusak karena terjadi kelebihan daya yang mengalir sehingga resistor terbakar dan sebagai bentuk efisiensi biaya dan tempat dalam pembuatan rangkaian elektronika. Toleransi resistor merupakan perubahan nilai resistansi dari nilai yang tercantum pada badan resistor yang masih diperbolehkan dan dinyatakan resistor dalam kondisi baik. Toleransi resistor merupakan salah satu perubahan karakteristik resistor yang terjadi akibat operasional resistor tersebut. Nilai toleransi resistor ini ada beberapa macam yaitu resistor dengan toleransi kesalahan 1% (resistor 1%), resistor dengan toleransi kesalahan 2% (resistor 2%), resistor dengan toleransi kesalahan 5% (resistor 5%) dan resistor dengan toleransi 10% (resistor 10%). Nilai toleransi resistor ini selalu dicantumkan di kemasan resistor dengan kode warna maupun kode huruf. Sebagai contoh resistor dengan toleransi 5% maka dituliskan dengan kode warna pada cincin ke 4 warna emas. Resistor yang banyak dijual dipasaran pada umumnya resistor 5% dan resistor 1%.

### **2.10.1 Jenis Jenis Resistor**

Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi resistor kawat, resistor arang dan resistor oksida logam atau resistor metal film.

#### **1. Resistor Kawat (*Wirewound Resistor*)**

Resistor kawat atau wirewound resistor merupakan resistor yang dibuat dengan bahan kawat yang dililitkan. Sehingga nilai resistansi resistor ditentukan dari panjangnya kawat yang dililitkan. Resistor jenis ini pada umumnya dibuat dengan kapasitas daya yang besar.



Gambar 2.22 Resistor Kawat (Wirewound Resistor)

## 2. Resistor Arang (*Carbon Resistor*)

Resistor arang atau resistor karbon merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama batang arang atau karbon. Resistor karbon ini merupakan resistor yang banyak digunakan dan banyak diperjual belikan. Dipasaran resistor jenis ini dapat kita jumpai dengan kapasitas daya 1/16 Watt, 1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt, 1 Watt, 2 Watt dan 3 Watt.



Gambar 2.23 Resistor Arang (*Carbon Resistor*)

## 3. Resistor Oksida Logam (*Metal Film Resistor*)

Resistor oksida logam atau lebih dikenal dengan nama resistor metal film merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama oksida logam yang memiliki karakteristik lebih baik. Resistor metal film ini dapat ditemui dengan nilai toleransi 1% dan 2%. Bentuk fisik resistor metal film ini mirip dengan resistor karbon hanya beda warna dan jumlah cicin warna yang digunakan dalam penilaian resistor tersebut. Sama seperti resistor karbon, resistor metal film ini juga diproduksi dalam beberapa kapasitas daya yaitu

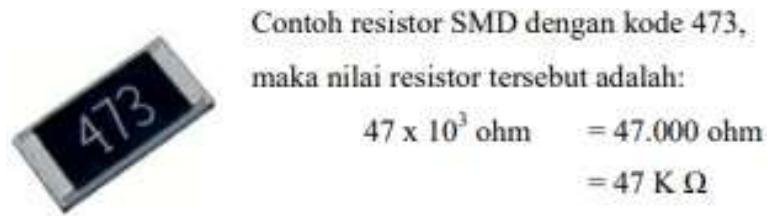
1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt. Resistor metal film ini banyak digunakan untuk keperluan pengukuran, perangkat industri dan perangkat militer.

Kemudian berdasarkan nilai resistansinya, resistor dibedakan menjadi empat yaitu :

### 1. Resistor tetap (*Fixed Resistor*)

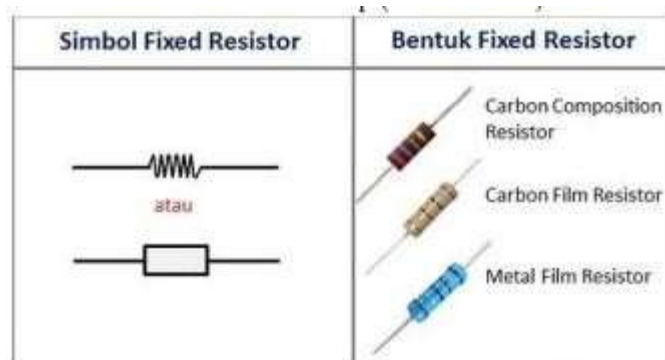
*Fixed Resistor* adalah jenis Resistor yang memiliki nilai resistansinya tetap. Nilai Resistansi atau Hambatan Resistor ini biasanya ditandai dengan kode warna ataupun kode Angka. Cara Menghitung Nilai Resistor berdasarkan kode angka dan kode warna.

Contoh:



Gambar 2.24 Resistor Tetap (*Fixed Resistor*)

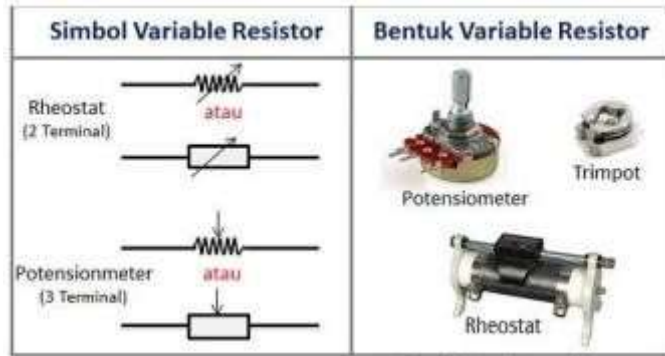
Selain dari resistor *Surface Mount Device* (SMD), juga terdapat jenis resistor *fixed* lainnya seperti pada Gambar 2.25 bentuk dan simbol resistor tetap (*fixed resistor*) berikut:



Gambar 2.25 Simbol Resistor Tetap (*Fixed Resistor*)

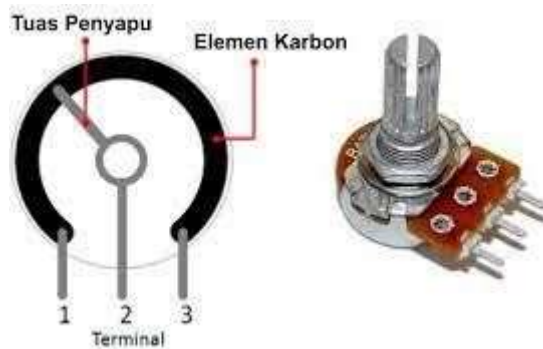
### 2. Resistor Tidak Tetap (*Variable Resistor*)

*Variable Resistor* adalah jenis Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah dan diatur sesuai dengan keinginan. Pada umumnya *Variable Resistor* terbagi menjadi Potensiometer, Rheostat dan Trimpot.



Gambar 2.26 Bentuk dan Simbol Resistor Tidak Tetap  
(Variable Resistor)

Potensiometer merupakan jenis Variable Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah dengan cara memutar porosnya melalui sebuah tuas yang terdapat pada potensiometer. Nilai Resistansi potensiometer biasanya tertulis di badan potensiometer dalam bentuk kode angka. Sebuah potensiometer memiliki 3 buah terminal (kaki), seperti tampak pada Gambar 2.27 Kaki A dan B adalah sebuah resistor tetap sedangkan kaki W (kaki tengah) memiliki kontak yang dapat bergeser sepanjang hambatan A dan B, sehingga bila kontak digeser maka hambatan AW dan W-B akan berubah.



Gambar 2.27 Kaki Potensiometer

Rheostat merupakan jenis Variable Resistor yang dapat beroperasi pada tegangan dan arus yang tinggi. Rheostat (hambatan geser) merupakan resistor variabel yang didesain untuk menangani arus dan tegangan yang tinggi. Preset resistor atau sering juga disebut dengan Trimpot (*Trimmer Potensiometer*) adalah jenis Variable Resistor yang berfungsi seperti Potensiometer tetapi memiliki ukuran yang lebih kecil dan tidak memiliki

tuas. Untuk mengatur nilai resistansinya, dibutuhkan alat bantu seperti obeng kecil untuk dapat memutar porosnya. *Trimer* Potensiometer (trimpot) merupakan potensiometer yang hanya bisa diubah nilai hambatannya dengan menggunakan sebuah obeng untuk memutar kontakannya. Berikut lambang dan gambar trimpot.



Gambar 2.28 Lambang Dan Gambar Tripot

### 3. Thermistor (*Thermal Resistor*)

Termistor merupakan gabungan antara kata Termo (suhu) dan resistor (pengukur tahanan). Termistor di temukan oleh Samuel Ruben pada tahun 1930. Thermistor adalah Jenis Resistor yang nilai resistansinya dapat dipengaruhi oleh suhu (Temperature). Thermistor merupakan Singkatan dari “*Thermal Resistor*”. Terdapat dua jenis Thermistor yaitu Thermistor NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan Thermistor PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Termistor sering digunakan sebagai sensor panas atau dapat juga digunakan untuk menjaga suhu suatu rangkaian atau alat supaya tetap stabil.

Simbol Thermistor	Bentuk Thermistor
<p>PTC</p> <p>atau</p>	<p>PTC</p>
<p>NTC</p> <p>atau</p>	<p>NTC</p>

Gambar 2.29 Bentuk dan Simbol Resistor Themistor

Termistor yang peka terhadap panas yang biasanya mempunyai koefisien suhu negatif, karena saat suhu meningkat maka tahanan menurun atau sebaliknya. Jenis ini sangat peka dengan perubahan suhu yang kecil. Fungsi utamanya untuk mengubah nilai resistansi karena adanya temperatur dalam rangkaian tersebut.

NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan PTC (*Positive Temperature Coefficient*) merupakan resistor yang nilai resistansinya berubah jika terjadi perubahan temperatur di sekelilingnya. Untuk NTC, nilai resistansi akan naik jika temperatur sekelilingnya turun. Sedangkan, nilai resistansi PTC akan naik jika temperatur sekelilingnya naik. Kedua komponen ini sering digunakan sebagai sensor untuk mengukur suhu atau temperatur daerah di sekelilingnya.

Kelebihan Thermistor

- a. Level perubahan output yang tinggi
- b. Respon terhadap perubahan suhu yang cepat
- c. Perubahan resistansi pada kedua terminal (pin)

Kekurangan Termistor

- a. Tidak linier
- b. Range pengukuran suhu yang sempit
- c. Rentan rusak
- d. Memerlukan *supply* daya e.

Mengalami *self heating*

Thermistor terbagi 2 jenis yaitu :

1. hermistor positif Pada jenis ini satuan pada inputnya temperatur derajat celcius, sedangkan pada outputnya resistansi adalah ohm
2. Thermistor negatif Pada jenis ini input dan outputnya sama dengan thermistor jenis positif, perbedaannya adalah jika temperatur naik maka resistansinya akan turun.

Thermistor dibuat dari bahan semikonduktor. Cara kerja Thermistor yaitu ketika suhu meningkat maka resistansi Thermistor akan menurun. Hal ini karena Thermistor terbuat dari bahan semikonduktor yang mempunyai sifat menghantarkan elektron ketika suhu naik. Thermistor yang paling sering



digunakan untuk pengukuran suhu adalah Thermistor dua kawat meskipun banyak jenis Thermistor lainnya.

Mengukur thermistor menggunakan multimeter digital maupun menggunakan multimeter analog, dilakukan pada posisi kilo ohm, jika Thermistor tidak mempunyai tahanan artinya rusak. Nilai Termistor harus stabil pada suhu kamar dan menurun ketika ujung termistor ketika dipanaskan. Setiap penambahan derajat Thermistor mempunyai perubahan hambatan sangat besar. Ketika Thermistor dihubungkan ke kontroler adalah cara terbaik untuk mengukurnya. Pada mode VDC pasang kabel multimeter di kabel Thermistor. Bila terukur tegangan 5 volt maka artinya tidak ada hubungan atau tahanan pada Thermistor, jika tegangan 0 volt maka Thermistor *short*. Namun jika pada suhu ruangan 25 derajat maka Thermistor harus mendapat tegangan sebesar 2,5 volt. Namun ada pula pendingin ruangan yang kontrollernya menggunakan tegangan 3,3 volt ketika thermistor memutuskan arus dan tegangan 1,7 volt ketika suhu ruangan 25 derajat.

Contoh sensor suhu yang termasuk termistor adalah NTC (*Negative Temperature Coefficient*). NTC merupakan sensor yang mengubah besaran suhu menjadi hambatan. NTC dibuat dari campuran bahan semikonduktor yang dapat menghasilkan hambatan intrinsik yang akan berubah terhadap temperatur.

Adapun Karakteristik Termistor :

1. Resistansi tinggi 1 kilo ohm sampai 100 kilo ohm.
2. Ukuran fisik (*disk*, manik-manik, batang kecil).
3. Manik kecil (*small bead* diameternya 0,005 inchi)
4. Respon waktu cepat, untuk thermistor manik ½ detik.
5. Lebih murah dari pada RTD (*Resistance Temperature Detector*).
6. Sensitivitas sangat tinggi (1000 kali lebih sensitif dari pada RTD).
7. Perubahan resistansi 10% per nol derajat celsius. Misal resistansi nominal 10 kilo Ohm.
8. Resistansi akan berubah 1kOhm untuk setiap perubahan temperatur satu derajat celcius.
9. Tidak sensitif terhadap shock vibrasi.

10. Thermistor dilindungi kapsul ( Plastik, teflon/ material lembam).

11. Memperlambat waktu respon karena kontak termal kurang baik.

Bentuk Fisik Thermistor

a. Butiran

Thermistor ini digunakan pada  $> 7000$  celsius dan memiliki nilai resistansi 100 ohm hingga 1 mega ohm.

b. Thermistor keping

Thermistor ini digunakan dengan cara direkatkan langsung pada benda yang diukur panasnya.

c. Thermistor batang

digunakan untuk menentukan perubahan panas pada peralatan elektronik, mempunyai resistansi tinggi dan disipasi dayanya sedang.

Pemakaian thermistor didasarkan pada 3 karakteristik dasar:

a. Karakteristik R ( resistansi ) terhadap T (suhu )

b. Karakteristik R ( resistansi ) terhadap t (waktu)

c. Karakteristik V ( tegangan) terhadap I ( arus )

Termistor sangat menguntungkan untuk mengukur temperatur, karena disamping harganya yang murah, termistor memiliki resolusi tinggi dan memiliki ukuran dan bentuk yang fleksibel. Nilai mutlak dari hambatannya sangat tinggi, jadi untuk kabel yang panjang dan hambatan konstan bisa ditoleransi. Tanggapan yang lambat (1ms sampai 10s) bukan hal yang merugikan untuk aplikasi umum. Adapun aplikasi thermistor adalah sebagai berikut :

1. Pendeteksi dan pengontrol temperatur. Termistor-termistor disediakan sangat murah dan dapat diandalkan sebagai sensor temperatur yang memiliki rentang yang lebar. Kadang-kadang termistor merupakan bagian dari osilator dan frekuensi keluarannya menjadi fungsi temperatur.
2. Kompensasi. Sebagian besar resistor sebagai penghubung pada PTC. Termistor dihubungkan paralel dengan NTC yang komponennya bisa dinonaktifkan dengan bantuan temperatur.

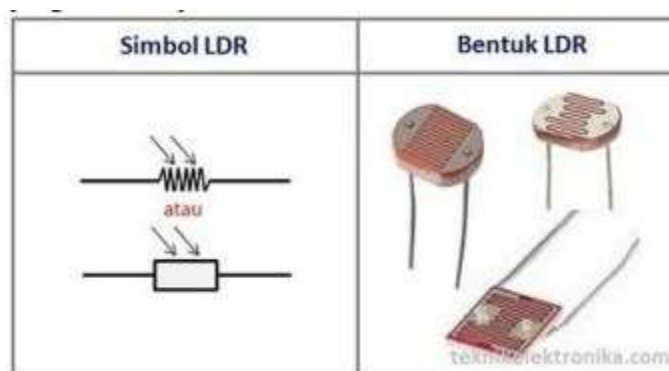
3. Seperti pada relay temperatur dan saklar. Kegunaan pada efek-efek terhadap pemanasan. Sebagai contoh, pengkarakteristikan dengan NTC bisa digunakan untuk mengatur tegangan dan pada penundaan waktu dalam rangkaian. Pengkarakterisasian dengan PTC digunakan untuk memproteksi gelombang.
4. Pengukuran yang tidak langsung pada parameterparameter lain. Ketika termistor mengalami pemanasan atau ketika thermistor berada dekat dengan sumber kalor, termistor akan menilai perubahan yang bergantung pada temperatur yang dilingkupinya. Disini bisa dipakai untuk mengatur tingkat pencairan, aliran gas, tingkat pemvakuman dan lain sebagainya.
5. Detektor gelombang yang memiliki panjang gelombang yang lebar. Aplikasi termistor pada photo detektor panjang gelombang dihasilkan pada salah satu detektor suhu yang disebut dengan termistor bolometer. Bolometer adalah alat untuk mengukur energi radiasi atau sinar elektromagnet, biasa digunakan dalam militer sebagai detektor pada kamera pencitra panas. Bolometer biasa dikenal dan banyak dipakai publik sebagai sensor infra merah. Prinsip kerja bolometer adalah dengan mengukur nilai pertambahan dari nilai tahanan akibat pemanasan dari penyinaran.

Thermistor berfungsi sebagai alat pengatur temperatur atau suhu dalam ruangan dengan sehingga termistor ini dapat mengatur kerja kompresor secara otomatis berdasarkan setting temperatur pada *Remote AC*, jika setting pada remote AC di setting 250 C dan kemudian suhu di dalam ruangan sudah terpenuhi mencapai 250 C maka dengan sendirinya termistor ini mengirim sinyal pada komponen PCB Indoor untuk memutus hubungan arus ke kompresor begitupun sebaliknya jika temperatur mulai naik maka termistor ini akan memerintah kompresor bekerja kembali, ukuran termis ini sangat kecil kira-kira 3.5mm. Prinsip dasar dari termistor ini adalah merubah nilai tahanan jika suhu atau temperatur mengenai termistor. Pada Unit AC terdapat dua jenis termistor yaitu termistor temperatur ruangan yang berfungsi menerima sinyal

perubahan temperatur dari hembusan evaporator, dan termistor Pipa evaporator, yang berfungsi menerima perubahan temperatur pada pipa AC. Sering dijumpai pada merk-merk AC tertentu yang rusak pada bagian ini, kerusakan yang timbul pada alat termistor ini sudah dapat di kenali secara visual yaitu pada display led kontrol indoor selalu berkedip-kedip atau bisa juga diperbaiki dengan mengamplas termistor pipa, tapi tetap tidak bertahan lama dan kalau display led masih berkedip-kedip maka termistor harus diganti dengan yang baru yang sesuai dengan ukurannya (socketnya) karena pada beberapa merk AC, termistor ini mempunyai socket yang berbeda-beda.

#### 4. LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR atau *Light Dependent Resistor* adalah jenis resistor yang nilai Resistansinya dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya.



Gambar 2.30 Bentuk Dan Simbol LDR (*Light Dependent Resistor*)

Karakteristik LDR terdiri dari dua macam, yaitu Laju *Recovery* dan Respon Spektral.

##### 1. Laju *Recovery*

Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu kedalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga dikegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju *recovery* merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi

dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200 K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

## 2. Respon Spektral

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas, dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik. Pada keadaan gelap tanpa cahaya sama sekali, LDR memiliki nilai resistansi yang besar (sekitar beberapa Mega ohm). Nilai resistansinya ini akan semakin kecil jika cahaya yang jatuh ke permukaannya semakin terang. Pada keadaan terang benderang (siang hari) nilai resistansinya dapat mengecil, lebih kecil dari 1 kilo ohm. Dengan sifat LDR yang demikian maka LDR biasa digunakan sebagai sensor cahaya. Contoh penggunaannya adalah pada lampu taman dan lampu di jalan yang bisa menyala di malam hari dan padam di siang hari secara otomatis.

### 2.11 Kapasitor

Kapasitor (*Capacitor*) atau disebut juga dengan Kondensator (*Condencator*) adalah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Satuan kapasitor tersebut diambil dari nama penemunya yaitu Michael Faraday (1791 ~ 1867) yang berasal dari Inggris.

Konversi Satuan Farad adalah sebagai berikut atau disebut juga dengan satuan-satuan yang sering dipakai untuk kapasitor adalah :

$$1 \text{ Farad} = 1.000.000 \mu\text{F (mikro Farad)} = 10^6 \mu\text{F (mikro Farad)}$$

$$1 \text{ Farad} = 1.000.000.000 \text{ nF (nano Farad)} = 10^9 \text{ nF (nano Farad)}$$

$$1 \text{ Farad} = 1.000.000.000.000 \text{ pF (piko Farad)} = 10^{12} \text{ pF (piko Farad)}$$

1  $\mu$ Farad = 1.000 nF (nano Farad) = 10<sup>3</sup> nF (nano Farad)

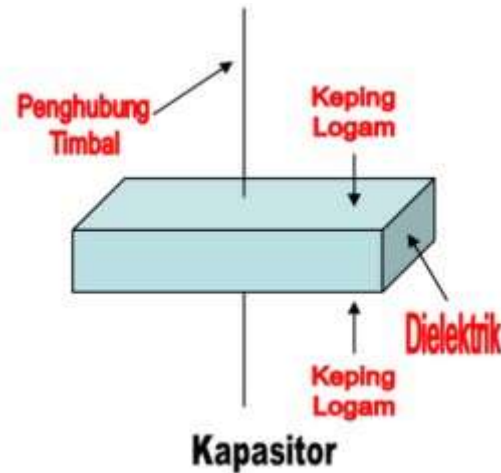
1  $\mu$ Farad = 1.000.000 pF (piko Farad) = 10<sup>6</sup> pF (piko Farad)

1 nFarad = 1.000 pF (piko Farad) = 10<sup>3</sup> pF (piko Farad)

Kapasitor merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 2 pelat konduktor yang pada umumnya adalah terbuat dari logam dan sebuah isolator diantara pelat tersebut sebagai pemisah. Isolator tersebut disebut juga dengan dielektrika. Bahan dielektrik tersebut dapat mempengaruhi nilai dari kapasitansi kapasitor tersebut. Adapun bahan dielektrik yang paling sering dipakai adalah keramik, kertas, udara, metal film dan lain-lain. Kapasitor sering juga disebut sebagai kondensator. Kapasitor memiliki berbagai macam bentuk dan ukuran, tergantung dari kapasitas, tegangan kerja, dan lain sebagainya.

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Satu Farad =  $9 \times 10^{11}$  cm<sup>2</sup> yang artinya luas permukaan kepingan tersebut. Kapasitor disebut juga dengan kondensator karena pada masa itu pada tahun 1782 dunia masih kuat akan pengaruh dari ilmuwan kimiawi lainnya yaitu Alessandro Volta, yang berkebangsaan Italia. Pada masa tersebut segala komponen yang berkenaan dengan kemampuan untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya disebut dengan nama *Condencatore* (Bahasa Italia). Jadi itulah mengapa kondensator nama lain dari kapasitor. Bahan-bahan dielektrik (pemisah antara dua pelat kapasitor) yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lainlain.

Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatanmuatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar 2.31 Bentuk Dasar Sebuah Kapasitor

Terdiri atas dua keping konduktor yang ruang diantaranya diisi oleh dielektrik (penyekat). Besaran kapasitor adalah Kapasitas dan satuan SI (Standar Internasional) dari kapasitas adalah farad (F). Fungsi kapasitor antara lain

- a. Sebagai filter atau penyaring, biasanya digunakan pada sistem radio, tv, amplifier dan lain-lain. Filter pada radio digunakan untuk menyaring (penghambatan ) gangguan-gangguan dari luar.
- b. Sebagai kopling, kapasitor sebagai *kopling* (penghubung) amplifier tingkat rendah ketingkat yang lebih tinggi.

Sifat dasar sebuah kapasitor adalah dapat menyimpan muatan listrik, dan kapasitor juga mempunyai sifat tidak dapat dilalui arus DC (*direct current*) dan dapat dilalui arus AC (*alternating current*) dan juga dapat berfungsi sebagai impedansi (resistansi yang nilainya tergantung dari frekuensi yang diberikan). Jenis kapasitor berdasarkan nilai kapasitansinya dibagi menjadi 2 bagian:

- a. Kapasitor tetap, yaitu kapasitor yang mempunyai nilai sesuai dengan tertera pada body kapasitor tersebut. Kapasitor tetap terbagi 6 yaitu:
  1. Kapasitor keramik (*Ceramic Capacitor*)

Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain. Untuk nilainya sendiri biasanya memiliki kapasitansi kecil yaitu dari 1pF (piko Farad) sampai 0.1 uF (mikro Farad) namun rating tegangannya sangat rendah. Pada mainboard PC (Personal Computer) atau

TV LCD komponen ini banyak sekali digunakan dan berbentuk SMD (*Surface Mount Technology*) yang sangat kecil bentuknya biasanya kotak dengan kode 3 digit sebagai kapasitasnya.



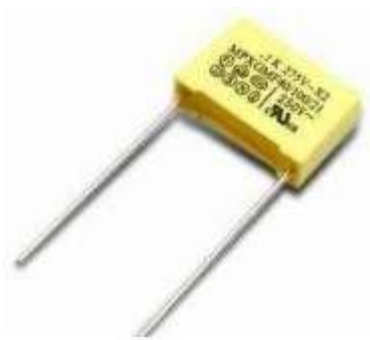
Gambar 2.32 Contoh Kapasitor Keramik

Cara membaca kapasitor keramik pada contoh di atas adalah : pada kapasitor tertera 103 maka artinya 10 dan 3 angka menjadi 10.000 pF yang dalam satuan yang lebih besar menjadi 10 nF. Kode 103, penjabaran menjadi nilai 10nF adalah sebagai berikut:

## 2. Kapasitor *polyester* atau milar

Bentuknya persegi empat seperti permen. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, coklat dan sebagainya. Pada jenis ini sesuai namanya pada bahan isolatornya adalah terdiri dari *polyester* yang kebanyakan toleransinya berkisar 5 – 10 %. Bentuk fisik kapasitor *polyester* ini adalah kotak dan tidak ada polaritasnya. Range nilainya cukup bervariasi namun umumnya dalam kapasitas yang jelas dan penggunaan tegangan yang rendah. Karena toleransinya yang cukup besar maka biasanya tidak digunakan pada rangkaian frekuensi tinggi atau pada rangkaian dengan arus listrik yang besar, tetapi kapasitor *polyester* ini banyak juga diterapkan pada rangkaian *power supply*.





Gambar 2.33 Contoh Kapsitor *Polyester*/Milar

### 3. Kapasitor Mika

Bahan isolator kapasitor mika ini menggunakan mika dan penggunaannya biasanya pada rangkaian RF Frekuensi tinggi. Ini dikarenakan toleransinya yang rendah tingkat stabilitas yang tinggi serta ketahanan terhadap suhu yang sangat baik dan yang terpenting bisa digunakan pada tegangan tinggi sehingga harganya juga pasti lumayan mahal. Fungsi kapasitor lainnya adalah selain sebagai osilator RF juga sebagai filter, *kopling* atau dekopling.



Gambar 2.34 Contoh Kapasitor Mika

### 4. Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit disebut juga dengan kapasitor elko (elektrolit kapasitor) yaitu jenis kapasitor yang banyak digunakan dan umumnya berbentuk tabung. Dalam pemasangannya harus hati-hati karena memiliki polaritas (+) dan polaritas (-). Jika terbalik dalam pemasangannya maka sangat fatal akibatnya karena kapasitor tersebut bisa meledak. Nanti kapasitasnya juga bisanya bernilai besar. Makin besar nilai kapasitasnya maka makin besar daya ledaknya jika terjadi salah dalam pemasangan terminal polaritas kapasitor tersebut. Kapasitas kapasitor elektrolit atau elko bisa dengan range 0.47 uF hingga satuan Farad.

Bahan isolatornya adalah terdiri dari cairan elektrolit untuk menyimpan energi listrik yang kemudian dibungkus lagi dengan aluminium. Kapasitas kapasitor elektrolit atau elko bisa dengan range 0.47 uF hingga satuan Farad. Bahan isolatornya adalah terdiri dari cairan elektrolit untuk menyimpan energi listrik yang kemudian dibungkus lagi dengan aluminium.



Gambar 2.35 Kapasitor Elektrolit

#### 5. Kapasitor Kertas

Tersusun atas dua lembar kertas timah (perak) panjang sebagai konduktor yang digulung pada sebuah silinder yang diantaranya disisipi kertas tipis sebagai dielektrik. Kapasitor kertas ini sering disebut juga kapasitor padder. Bahan isolator kapasitor kertas terdiri dari lapisan kertas yang dipadukan dengan lapisan aluminium untuk menyimpan muatannya dan biasanya nilai kapasitasnya berkisar 300 pF hingga 4 uF saja dengan kaki-kaki yang tidak ada polaritasnya sehingga tidak ada masalah jika terbalik dalam pemasangan terminal polaritasnya pada rangkaian elektronika. Umumnya kapasitor kertas ini digunakan pada sirkuit elektronik yang memiliki arus listrik dan tegangan tinggi.



Gambar 2.36 Kapasitor Kertas

## 6. Kapasitor Tantalum

Jenis kapasitor tantalum banyak digunakan karena memberikan range kapasitas yang bervariasi serta toleransi yang baik sehingga banyak digunakan pada *mainboard* PC (*Personal Computer*), laptop atau pada modul handphone. Yang perlu diingat pada penggunaan kapasitor tantalum ini adalah : walaupun bentuknya mirip dengan kapasitor keramik atau kapasitor *polyester* (kapasitor yang tidak memiliki polaritas) tetapi pada kapasitor tantalum terdapat polaritasnya (sama dengan kapasitor elektrolit) sehingga jangan salah dalam pemasangan kapasitor tantalum pada rangkaian elektronika. Kapasitor ini dinamakan kapasitor tantalum karena pada kaki terminal positifnya menggunakan logam tantalum.

Dari harga kapasitor tantalum ini dikategorikan mahal karena terdapat beberapa kelebihan yaitu sangat efisien dengan bentuk komponen yang kecil tapi kapasitas kapasitornya bernilai besar. Kelebihan lain pada kapasitor tantalum adalah : kapasitor tantalum ini dapat digunakan pada range frekuensi yang lebar misalnya pada frekuensi yang tinggi. Bandingkan saja dengan kapasitor elektrolit (*elco*) yang memang memiliki kapasitas yang besar tetapi hanya bis digunakan pada rangkaian elektronika yang memiliki frekuensi rendah. Masih ada lagi kelebihan dari kapasitor tantalum ini yaitu tahan terhadap suhu dari -55 0C hingga +125 0C sehingga kapasitor tantalum ini sangat cocok digunakan pada rangkaian yang diharuskan memiliki daya tahan yang tinggi.



Gambar 2.37 Contoh Kapasitor Tantalum

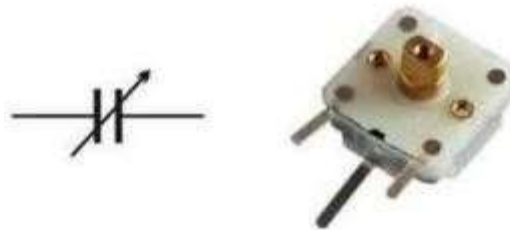
### b. Kapasitor Variabel

Kapasitor variabel adalah kapasitor yang dapat diubah nilai kapasitornya sesuai dengan kebutuhan. Ada dua jenis kapasitor variabel yaitu : Varco (*Variable*

*Condensator*) dan *Trimmer*. Keduanya mempunyai kapasitas yang rendah dan mempunyai kontrol mekanik untuk mengubah nilai kapasitasnya yang tidak lebih dari 500 pF. Kapasitor variabel ini banya digunakan pada rangkaian yang berfungsi untuk frekuensi seperti pada radio.

1. Variabel *condencator*

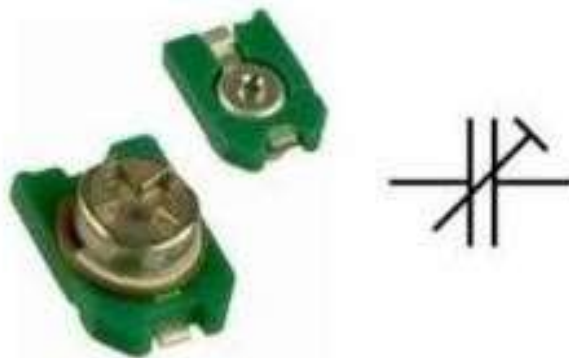
Pada jenis kapasitor ini terdapat poros untuk mengubah nilai kapasitas dari kapasitornya. Bentuk kapasitor berjenis *variable condencator* biasanya berbentuk kontak dengan nilai kapasitansinya berkisar 100 pF hingga 500 pF. Kapasitor ini banyak digunakan pada rangkaian RF, seperti radio.



Gambar 2.38 Contoh Kapasitor *variable condencator* (Varco)

2. *Trimmer*

Untuk mengubah kapasitansi pada trimmer diperlukan obeng minus karena poros pengaturnya sangat kecil. Trimer terdiri dari dua pelat logam yang dikombinasikan dengan bahan mika. Cara kerja trimmer adalah saat poros diputar maka akan mengubah jarak pelat sehingga kapasitansi berubah. Karena poros pengaturnya juga hanya bisa dilakukan dengan obeng minus maka biasanya hanya diperuntukkan pada rangkaian fine tune saja / sekali setting. Nilai maksimum jenis kapasitor ini hanya 100 pF saja.



Gambar 2.39 Contoh kapasitor *Trimmer*

Jenis kapasitor berdasarkan polaritasnya mempunyai dua :

- a. Kapasitor Polar adalah kapasitor yang kedua kutubnya mempunyai polaritas positif dan negatif, biasanya kapasitor Polar bahan dielektriknya terbuat dari elektrolit dan biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang besar dibandingkan dengan kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik kertas atau mika atau keramik.
- b. Kapasitor *Non Polar* adalah kapasitor yang pada kutubnya tidak mempunyai polaritas artinya pada kutup-kutupnya dapat dipakai secara terbalik. Biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang kecil dan bahan dielektriknya terbuat dari keramik, mika dll.

### 2.11.1 Tipe Kapasitor

Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya. Untuk lebih sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kapasitor *electrostatic*, *electrolytic* dan *electrochemical*.

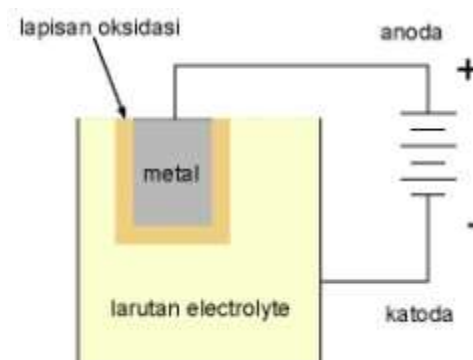
#### a. Kapasitor *Electrostatic*

Kapasitor *electrostatic* adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang populer serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa  $\mu\text{F}$ , yang biasanya untuk aplikasi rangkaian yang berkenaan dengan frekuensi tinggi. Termasuk kelompok bahan dielektrik film adalah bahan-bahan material seperti *polyester* (*polyethylene terephthalate* atau dikenal dengan sebutan *mylar*), *polystyrene*, *polypropylene*, polycarbonate, metalized paper. Mylar, MKM, MKT adalah beberapa contoh sebutan merek dagang untuk kapasitor dengan bahan-bahan dielektrik film. Umumnya kapasitor kelompok ini adalah non-polar.

#### b. Kapasitor *Electrolytic*

Kelompok kapasitor *electrolytic* terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan - di badannya. Kapasitor ini dapat memiliki polaritas karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutub positif anoda dan kutub negatif katoda. Metal seperti

tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (*zinc*), adalah metal yang permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal- oksida (*oxide film*). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup ke dalam larutan elektrolit (*sodium borate*) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolit diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan *electrolyte* terlepas dan mengoksidasi permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida ( $AL_2O_3$ ) pada permukaannya.



Gambar 2.40 Lapisan Elco

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan metal oksida dan *electrolyte* (katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Dari rumus diketahui besar kapasitansi berbanding terbalik dengan tebal dielektrik. Lapisan metaloksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar. Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor elco. Bahan electrolyte pada kapasitor tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut electrolyte padat, tetapi sebenarnya bukan larutan electrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu

kerjanya (*lifetime*) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil. Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

c. Kapasitor *Electrochemical*

Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Termasuk kapasitor jenis ini adalah *battery* dan *accu*. Pada kenyataannya *battery* dan *accu* adalah kapasitor yang sangat baik, karena memiliki kapasitansi yang besar dan arus bocor (*leakage current*) yang sangat kecil. Tipe kapasitor jenis ini juga masih dalam pengembangan untuk mendapatkan kapasitansi yang besar namun kecil dan ringan, misalnya untuk aplikasi mobil elektrik dan telepon selular.

### 2.11.2 Kapasitansi

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. *Coulombs* pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb =  $6.25 \times 10^{18}$  elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs. Dengan rumus dapat ditulis :

$$\dots\dots\dots (2.7)$$

Q = muatan elektron dalam C (coulombs)

C = nilai kapasitansi dalam F (farad)

V = besar tegangan dalam V (volt)

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (t) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Dengan rumus dapatdi tulis sebagai berikut :

$$C = (8.85 \times 10) (k A/t)\dots\dots\dots (2.8)$$

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perancangan keras. Perancangan keras pada “pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt” ini meliputi *Charger*, Baterai 12/24 volt.

### 3.1 Tempat Dan Waktu

Tempat pelaksanaan penelitian pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt, berlokasi Tanjung Mulia, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan listrik PLN rumah tangga, sampai selesai.

### 3.2 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan pada penelitian ini, disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat Dan Bahan

1. *Charger* Baterai atau juga disebut converter dalam istilah listrik adalah suatu rangkaian listrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik AC (Arus bolak balik) menjadi arus listrik DC (arus searah).



Gambar 3.1 *Charger* Baterai

2. Kabel adalah sebagai penghantar listrik, menyalurkan daya listrik dari satu tempat ke tempat lain.



Gambar 3.2 Kabel



3. Caput buaya adalah untuk menghubungkan energi listrik ke sumber daya adaptor.



Gambar 3.3 Caput Buaya

4. Baterai adalah menyimpan energi listrik yang dapat dikonversikan menjadi daya.



Gambar 3.4 Baterai

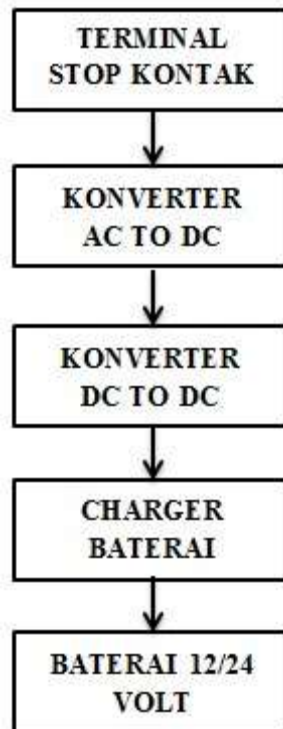
5. Multimeter adalah mengukur besaran listrik.



Gambar 3.5 Multimeter

### 3.3 Diagram Blok

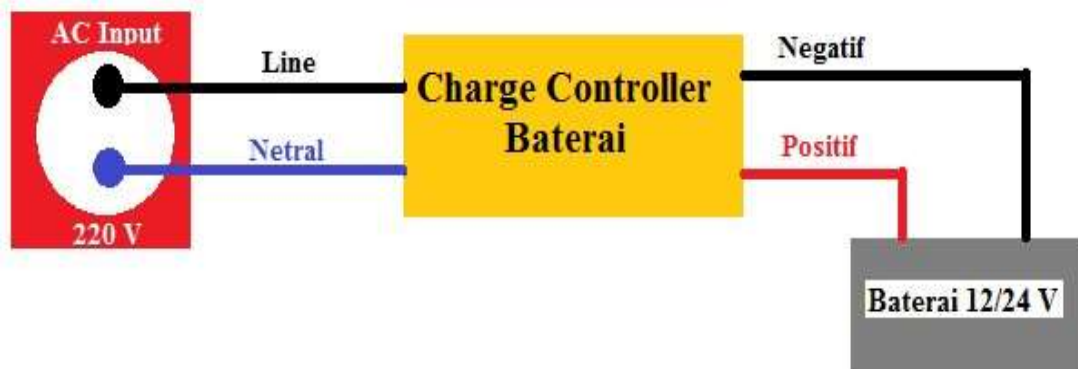
Untuk mempermudah perancangan sistem diperlukan sebuah diagram blok sistem yang mana tiap blok mempunyai fungsi dan cara kerja tertentu. Adapun diagram blok dari sistem yang dirancang adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6 Diagram Blok

Pada diagram blok diatas dapat dijelaskan bahwa terminal stop kontak sebagai untuk menghubungkan jalur listrik utama dengan peralatan listrik, kemudian listrik tersebut mengalir ke *charger*, kemudian *Charger* juga disebut converter dalam istilah listrik adalah suatu rangkaian listrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik AC menjadi arus DC atau menaikkan dan menurunkan tegangan, arus dan frekuensi kemudian diisi ke baterai, jika baterai penuh maka *charger* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh'), baterai berfungsi untuk menyimpan arus yang telah diisi oleh. Pada *charger* terdapat sebuah pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt.

### 3.4 Perancangan Rangkaian pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt



Gambar 3.7 Perancangan Rangkaian pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt

1. Terminal AC input berfungsi untuk menghubungkan charge controller dengan arus listrik. Terminal AC input memiliki tegangan  $\pm 220$  V.
2. *Charge controller* berfungsi untuk mengubah arus listrik AC (Arus bolak balik) dari terminal AC input menjadi arus listrik DC (arus searah). Didalam *charge controller* terdapat *converter* untuk menaikkan dan menurunkan tegangan. *Charge controller* dapat mengisi baterai yang memiliki tegangan 12/24 V, daya 160 watt, Arus 10 A dan mampu mengisi baterai berkapasitas 200 AH.
3. Baterai berfungsi menyimpan arus yang telah diisi dengan *charge controller*. Baterai yang digunakan berkapasitas 12V 40AH.

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Perancangan Dan Pembuatan Alat

##### 3.5.1.1 Rangkaian Terminal Stop Kontak

Pada rangkaian ini inputan terminal stop kontak terhubung dengan daya listrik rumah sebagai sumber listrik terhubung dengan *charger*. Stop kontak terminal adalah sebuah terminal yang berfungsi untuk menghubungkan jalur listrik utama (*main line*) ke perangkat elektronik lainnya sehingga perangkat elektronik tersebut dapat menerima arus listrik dan dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

### 3.5.1.2 Rangkain *Charger* Baterai

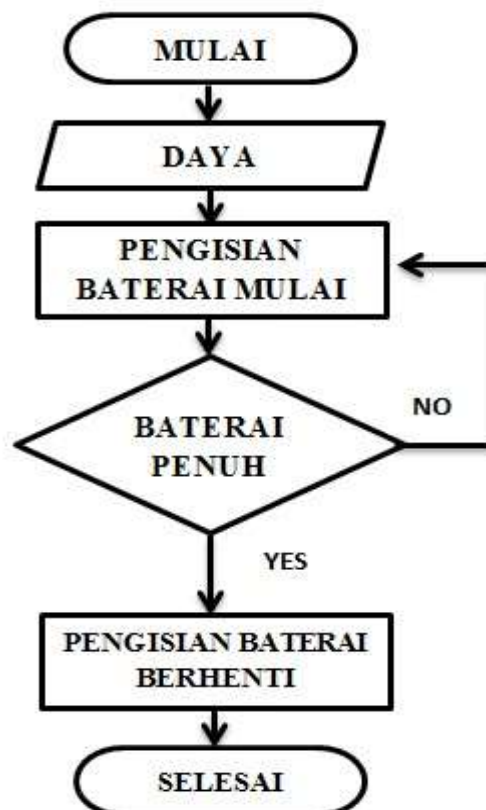
Pada rangkaian ini input dari terminal stop kontak terhubung dengan kabel *charger* baterai. Pengujian pada charge controller ini bertujuan untuk mengetahui berapa nilai tegangan masukan dan tegangan keluaran, serta dapat mengontrol otomatis pada pengisian baterai.

### 3.5.1.3 Rangkain Pada Baterai

Pada rangkaian ini baterai terhubung pada *charger* baterai yang telah terhubung dengan terminal stop kontak yang sudah dialirin energi listrik. Pengujian ini mengisi baterai 12/24 V dilakukan apabila semua komponen sudah dihubungkan, pengisian baterai dapat dilakukan apabila *charger* baterai sudah dialirin daya listrik

### 3.6 *Flowchart*

*Flowchart* merupakan bagian dengan simbol yang menggambarkan urutan proses secara detail dan hubungan setiap proses dengan proses lainnya. Berikut adalah *flowchart* pada perancangan alat judul ini :

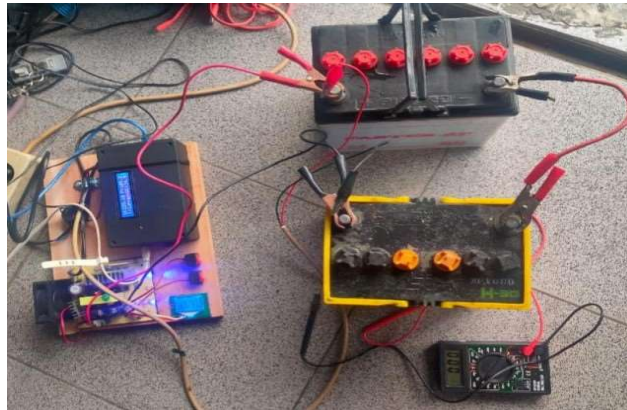


Gambar 3.8 Flowchart

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengukuran dan Hasil Pengukuran Sistem

Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt telah selesai dilakukan. Perancangan alat ini dilakukan dengan beberapa pengujian secara bertahap. Rangkaian keseluruhan alat yang sudah dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rangkaian Alat Pengontrolan Konverter Listrik Pada Pengisian Baterai Aki 12/24 Volt

### 4.2 Pengujian dan Pembahasan Alat

#### 4.2.1 Pengujian Alat

Pengujian alat pengisian baterai ini diawali dengan melakukan pengujian pada *charge controller* tanpa menggunakan baterai untuk mengetahui berapa tegangan yang dikeluarkan pada kondisi setiap rangkaian apakah dapat berjalan dengan baik.

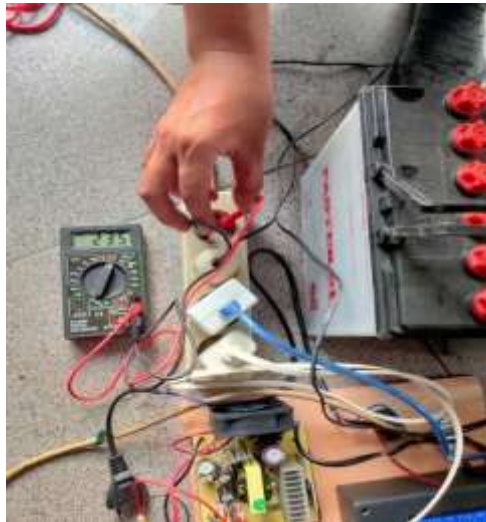


Gambar 4.2 Pengujian Alat Tanpa Menggunakan Baterai

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 dapat dijelaskan bahwa charge controller saat diukur tegangannya sebesar 14 V pada saat pengujian alat tanpa baterai, pada saat pengisian baterai bertegangan 24 V charge controller otomatis menaikan tegangannya sesuai tegangan baterai yang digunakan dan sebaliknya jika charge controller mengisi baterai bertegangan 12 V maka *charger* controller otomatis menurunkan tegangannya. Charge controller yang digunakan dapat mengisi baterai yang memiliki tegangan sebesar 12 dan 24 Volt sesuai dengan spesifikasi dari charge controller yang digunakan. Jika saat pengisian baterai memiliki tegangan yang tidak sesuai dari spesifikasi alat, maka pengujian tidak dapat dilakukan.

#### 4.2.2 Pengujian Terminal Stop Kontak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terminal stop kontak yang digunakan memiliki tegangan dan dapat menghasilkan energi listrik. Terminal stop kontak ini mempunyai dua kabel yaitu biru berarti netral dan hitam berarti line. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangannya menggunakan multimeter.



Gambar 4.3 Pengujian Terminal Stop Kontak

#### 4.2.3 Karakteristik *Charge Controller*

*Charge Controller* digunakan untuk mengontrol pada pengisian baterai dan pengontrolan pada pemakaian beban. *Charge Controller* digunakan dengan menghubungkan dari generator ke *Charge Controller* dan lalu dari *Charge Controller* dihubungkan ke baterai sesuai dengan kutubnya.



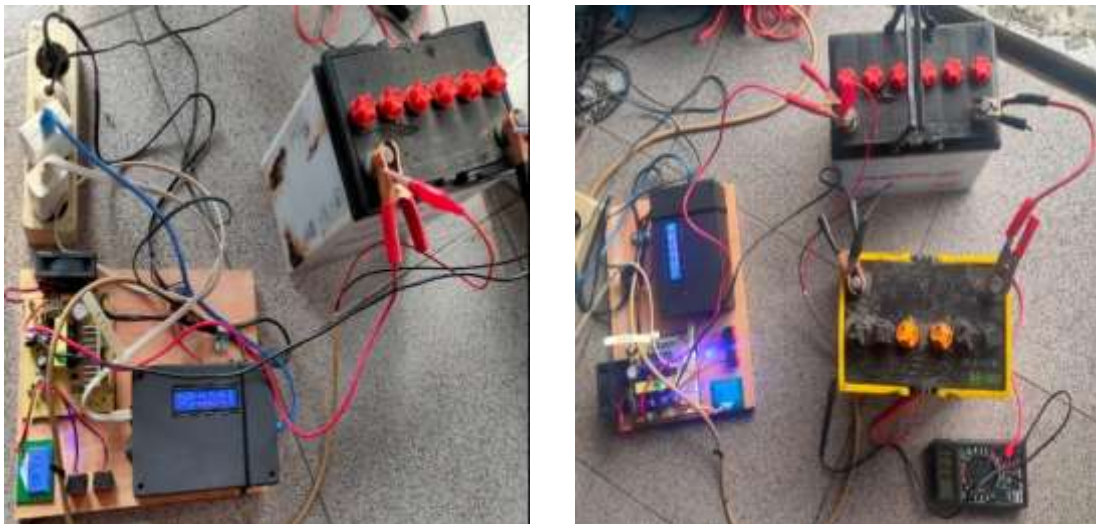


Gambar 4.4 Karakteristik *Charge Controller*

Pada Gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa didalam rangkaian terdapat beberapa komponen seperti resistor, kapasitor, trafo, dioda, modul sensor (tegangan dan arus), fuse, kabel tunggal, serta jepitan (capit buaya) untuk menghubungkan antara *charge controller* dengan baterai.

#### 4.2.4 Pengujian Sampel

Untuk mendapatkan tegangan yang maksimal ukur terlebih dahulu tegangan pada terminal stop kontak. Sebelum menjalankan rangkaian, pastikan lah terlebih dahulu setiap kutub terhubung dengan benar. Dari pengujian *charger controller* dapat mengisi baterai yang memiliki tegangan sebesar 12/24 v, pada pengujian suatu sampel dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.5 Pengujian Sampel pada Pengisian Baterai 12/24 V

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pengisian baterai dapat dilakukan dengan adanya tegangan masukan pada *charge controller* serta adanya tanda pengecasan di sudut kiri bawah yang menandakan bahwa pengisian baterai sedang berlangsung. Pada *charge controller* juga dapat dilihat apakah tegangan yang melalui terminal stop kontak bisa melakukan pengisian baterai dengan melihat tanda yang ada di *charge controller* berhasil atau tidaknya.

#### 4.2.4.1 Pengujian Pengisian Baterai 12 Volt

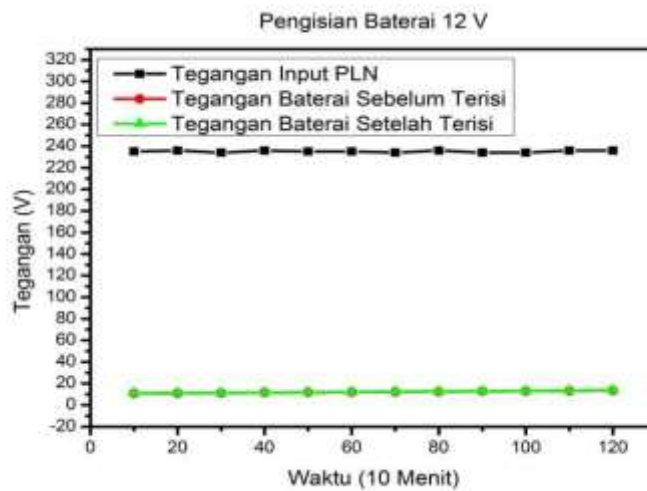
Untuk melihat apakah rancangan alat Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt dapat mengisi baterai, maka dilakukan pengujian terhadap alat pembangkit listrik ini. Pertama, Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12 volt 40 Ah ini diuji dengan memanfaatkan sumber energi listrik yang ada di kota Medan, Kecamatan Medan Timur. Hasil dari pengujian pengisian baterai menggunakan Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengisian Baterai 12 V 40 Ah

Waktu (10 menit)	Tegangan Terminal Stop Kontak (V)	Tegangan Baterai (V)		$\Delta V$ Baterai (V)
		Sebelum	Sesudah	
1	235	10,75	11	0,25
2	236	11	11,25	0,25
3	234	11,25	11,5	0,25
4	236	11,5	11,75	0,25
5	235	11,75	12	0,25
6	235	12	12,25	0,25
7	234	12,25	12,5	0,25
8	236	12,5	12,75	0,25
9	234	12,75	13	0,25
10	234	13	13,25	0,25
11	236	13,25	13,5	0,25
12	236	13,5	14	0,5



Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata pengisian baterai menggunakan Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt adalah 0,25 sampai 0,5 V setiap 10 menitnya. Baterai terisi dengan tegangan input 234 - 236 V. Pada pengisian baterai ini. Grafik tegangan baterai sebelum dan sesudah pengisian serta tegangan generator dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.5 Grafik Pengisian Baterai Pengisian Baterai 12 V

#### 4.2.4.2 Pengujian Pengisian Baterai 24 Volt

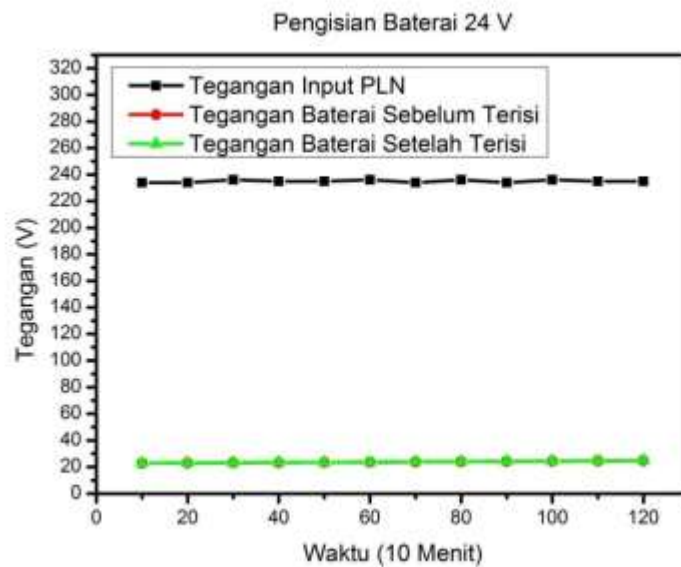
Untuk melihat apakah rancangan alat Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt dapat mengisi baterai, maka dilakukan pengujian terhadap alat pembangkit listrik ini. Pertama, Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 24 volt 40 Ah ini diuji dengan memanfaatkan sumber energi listrik yang ada di Kota Medan, Kecamatan Medan Timur. Hasil dari pengujian pengisian baterai menggunakan Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengisian Baterai Pengisian Baterai 24 V 40 Ah

Waktu (10 menit)	Tegangan Terminal Stop Kontak (V)	Tegangan Baterai (V)		$\Delta V$ Baterai (V)
		Sebelum	Sesudah	
1	234	22,85	23	0,15
2	234	23	23,15	0,15
3	236	23,15	23,3	0,15

4	235	23,3	23,45	0,15
5	235	23,45	23,6	0,15
6	236	23,6	23,75	0,15
7	234	23,75	24	0,25
8	236	24	24,15	0,15
9	234	24,15	24,3	0,15
10	236	24,3	24,5	0,15
11	235	24,5	24,75	0,25
12	235	24,75	25	0,25

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata pada pengisian baterai adalah 0,25 V setiap 10 menitnya. Pada saat baterai terisi, rata-rata tegangan terminal stop kontak adalah 220 V. Grafik tegangan baterai sebelum dan sesudah pengisian serta tegangan terminal stop kontak dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.6 Grafik Pengisian Baterai 24 Volt

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai rancangan rancangan alat Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Prinsip kerja dari rancangan alat Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt ini adalah terminal stop kontak yang memiliki sumber tegangan 219 volt. Lalu dari terminal stop kontak dihubungkan ke *charge controller* yang mengontrol pada pengisian baterai agar tidak terjadi *over charging* (kelebihan muatan), dan dapat juga mengontrol pada pemakaian beban seperti lampu dan lainnya.
2. Bahwa “rancangan alat Pengontrolan konverter listrik pada pengisian baterai aki 12/24 volt”. Ini menggunakan terminal stop kontak sebagai sumber tegangan inputan. Perangkat ini menggunakan *charger controller* sebagai sistem kontrol pada pengisian baterai secara otomatis dan baterai sebagai tempat penyimpanan daya.
3. Lama waktu yang digunakan untuk pengisian baterai menggunakan *charger controller* untuk pengisian baterai menggunakan *charger controller* untuk pengisian baterai 12 volt adalah 120 menit yang menghasilkan tegangan baterai sampai 14 V. Sedangkan untuk pengisian baterai menggunakan *charger controller* untuk pengisian baterai 24 volt adalah 120 menit yang menghasilkan tegangan baterai sampai 25 V. Pada pengisian baterai 12 V, setiap 10 menitnya bertambah 0,25 sampai 0,5 V selama 120 menit dalam pengisian, Sedangkan pada pengisian baterai 24 V, setiap 10 menitnya bertambah 0,15 sampai 0,25 V selama 120 menit.

## 5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan saran pada penelitian-penelitian berikutnya, yaitu:

1. Sebaiknya penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa baterai dengan kapasitas besar.
2. Sebaiknya hubungkan *charge controller* pada baterai terlebih dahulu agar *charge controller* dapat mendisplay tegangan masukan dari baterai.
3. Sebaiknya perhatikan dalam menghubungkan kutubnya agar tidak terjadi konslet pada rangkaian.

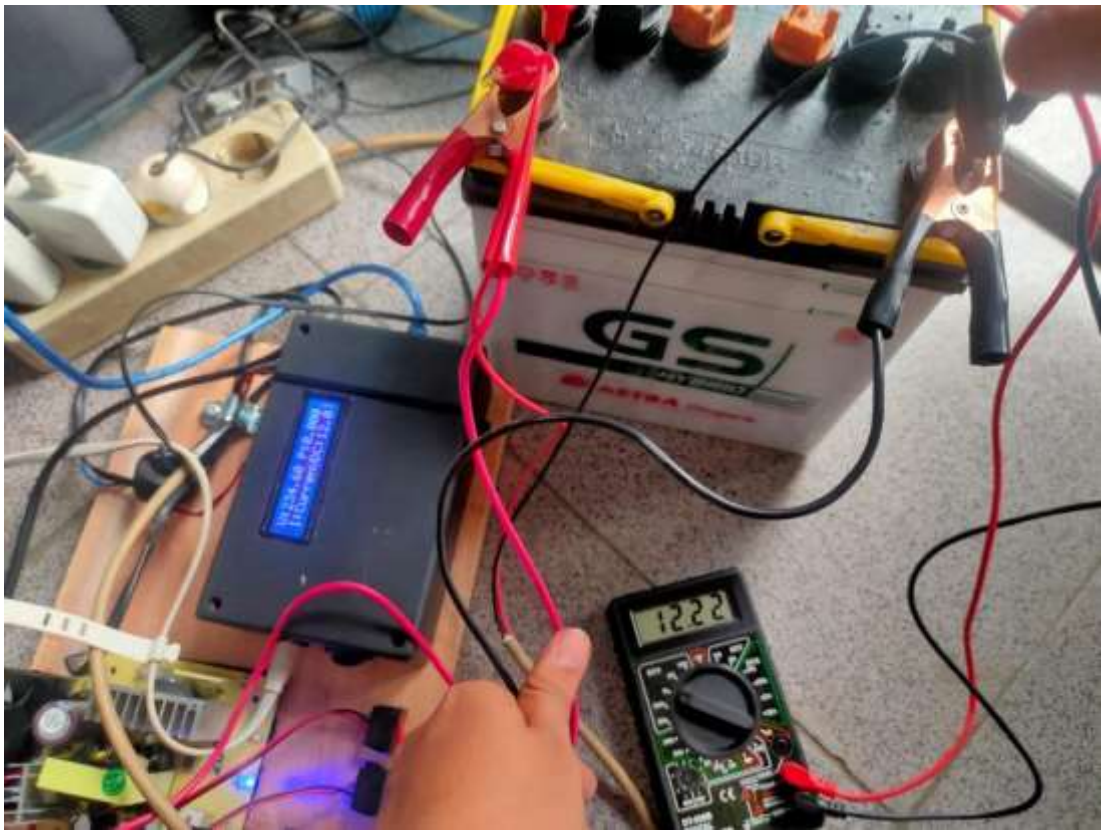
## DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, W., Dalimunthe, R. A., & Aulia, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Arduino Uno. *JUTSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 2(2), 103-112.
- Ari, A. E., Sony, S. S., & Dwi, D. S. (2022). ANALISIS KAPASITAS BATERAI DAN SISTEM CHARGER PADA MOBIL: *TECHNOMA*, 2(1), 92-100.
- Basri, Irma Yulia. (2014). Aplikasi Op-Amp sebagai Rangkaian Pembanding (Comparator). *Jurnal Foristek* Vol. 4, No.1, Maret 2014, (tidak terakreditasi), ISSN 2087 – 8729
- Bishop, Owen. 2002. Dasar-Dasar Elektronika. Jakarta: Erlangga.
- Blocher, Richard. 2004. Dasar Elektronika. Yogyakarta: Andi.
- Daryanto. 2011. Pengetahuan Teknik Elektronika. Malang: BumiAksara.
- Hakim, A. P. (2021). PENGARUH BEBAN DAN FILTER PADA PENYEARAH ACDC TERKENDALI UNTUK RANGKAIAN PENGISI LI-ION BERBASIS *BRIDGE RECTIFIER* DAN *BUCK CONVERTER* MENGGUNAKAN METODE CC/CV.
- Hamid, R. M., Rizky, R., Amin, M., & Dharmawan, I. B. (2016). Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 130-136.
- Malvino, albert paul. 1999. Prinsip – Prinsip Elektronika (jilid 2). Jakarta: Erlangga
- Malvino, albert paul. 2000. Prinsip – Prinsip Elektronika (jilid 1). Jakarta: Erlangga
- Manurung, R. (2014). Analisis Daya pada Baterai dengan Metode Charge dan Discharge
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 46-55.
- Petruzella, Frank D. 2001. Elektronik Industri. Yogyakarta: Andi.

- PRASETYO, A. D. (2009). *IMPLEMENTASI AC-DC MULTILEVEL KONVERTER SEBAGAI POWER FACTOR CORRECTOR* (Doctoral dissertation, Prodi Teknik Elektro Unika Soegijapranata).
- Putra, M. A. (2014). Perancangan Prototipe Konverter Dc Ke Dc Penaik Tegangan Dengan Variabel Tegangan Pada Sisi Output. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Rakhmawati, R. (2010). RANCANG BANGUN AC-DC FULL WAVE *RECTIFIER* SATU PHASA DENGAN *FLAYBACK* DAN *BUCK* KONVERTER SEBAGAI PERBAIKAN FAKTOR DAYA DAN HARMONISA ARUS. *EEPIS Final Project*.
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, A. H., & Hidayat, S. (2016). PENGUJIAN PENGARUH LUAS ELEKTRODA TERHADAP KARAKTERISTIK BATERAI LiFePO4. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 6(02), 43-48.
- Setiawan, T., Abidin, Z., & Hendra, C. (2021). PEMBUATAN PROTOTYPE ALAT ELECTRO PLATING UNTUK HOME INDUSTRI. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 8(1).
- Sidiq, R. K. (2015). Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega16.
- Sutrisno. 1986. ELEKTRONIKA teori dasar dan penerapannya (jilid 1). Bandung: ITB
- Sudirham, S. (2002). Analisis Rangkaian Listrik. *Bandung: Penerbit ITB*.
- Syafitra, M. J. (2020). Rancang Bangun Pengisian Baterai Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Angin.
- Utomo, M. S. D., Fuada, S., Liu, C., Asri, H. N., Alwan, M. F., Kinanti, K. A., & Pratiwi, W. (2021). Analisis Perhitungan Teori dengan Menggunakan Variasi Simulator Online pada Rangkaian Pembagi Tegangan. *Telecommunications, Networks, Electronics, and Computer Technologies (TELNECT)*, 1(2), 61-70.
- Yasnivazli, I. (2018). Analisis Temperature Kabel Terhadap Tekukan Dan Besar
- Yong, Jestine. 2017. How To test LED.

**Lampiran**

**Gambar Rangkaian Pengisian Baterai 12 V**



**Gambar Rangkaian Pengisian Baterai 24 V**





Lampiran

