

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH KERJA METAL DETECTOR TERHADAP**  
**ARUS DAN TEGANGAN**

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

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD ARIEF SYAHBANA**  
**1507220038**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini di ajukan oleh :

Nama : Muhammad Arief Syahbana  
NPM : 1507220038  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : PENGARUH KERJA METAL DETEKTOR  
TERHADAP ARUS DAN TEGANGAN

Telah berhasil di pertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, Septmber 2022

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing I / Penguji

( Noorly Evalina, S.T, M.T)

Dosen Pembimbing II / Penguji

( Ir. Abdul Aziz, H.M.m )

Dosen Pembanding I / Penguji

( Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T)

Dosen Pembanding II / Penguji

( Elvy Sahnur Nst, M.Pd)

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,

( Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T)

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Arief Syahbana

Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 28 Desember 1997

NPM : 1507220038

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

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

### **“PENGARUH KERJA METAL DETECTOR TERHADAP ARUS DAN TEGANGAN”**

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 orisinal 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 Elektro/Mesin/Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2022

Saya Yang Menyatakan



Muhammad Arief Syahbana

## **ABSTRAK**

*Alat pemindahan barang merupakan salah satu peralatan yang digunakan untuk kegiatan sehari-hari pada proses keberlangsungan produksi di masyarakat. Agar peralatan tersebut tetap dapat berfungsi dengan baik bagi masyarakat, maka perlu adanya tindakan rancang bangun konveyor ini guna membantu masyarakat agar lebih memahami betapa pentingnya alat mekanis. Metode perancangan konveyor meliputi: rancangan desain, rancangan elemen mesin (motor dc, poros, pully, roda gigi, kerangka), perancangan biaya (biaya pembelian bahan dan pembuatan).*

***Kata kunci : Perancangan, Conveyor, Metal Detektor***

## **ABSTRACT**

*Moving equipment is one of the tools used for daily activities in the process of sustainable production in the community. So that the equipment can still function well for the community, it is necessary to have this conveyor design action to help the community better understand the importance of mechanical devices. Conveyor design methods include: design design, design of machine elements (dc motor, shaft, pulleys, gears, framework), design costs (costs of purchasing materials and manufacturing).*

**Keywords: Design, Conveyour, Metal Detector**

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya,serta tiada daya dan upaya melainkan hanya kekuatan dari-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana yang berjudul **“PENGARUH KERJA METAL DETECTOR TERHADAP ARUS TEGANGAN”** Tugas Sarjana ini merupakan salah satu persyaratan guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)**.

Adapun Tugas Sarjana ini tak luput dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, dengan segenap kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, Ayahanda Alm.Sugiono dan Ibunda Misbah yang telah membesarkan , mengasuh, mendidik, serta memberi semangat dan do'a yang tulus, ikhlas dengan penuh kasih sayang, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Agussani M.A.P selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. BapakMunawar Alfansury Siregar, S.T, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ade Faisal, S.T, M.T Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rohana S.T, M.T Selaku Pembimbing Akademik Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T, S.Pd, M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Noorly Evalina S.T, M.T Selaku Dosen Pembimbing I.

8. Bapak Ir. Abdul Aziz Hutasuhut M.M Selaku Dosen Pembimbing II.
9. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T, S.Pd, M.T Selaku Dosen Penguji I.
10. Ibu Elvi Sahnur Nst. M.pd Selaku Dosen Penguji II.
11. Kepada seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
12. Teman-teman satu kelompok Tugas Sarjana, Afrianto & Yogi Setiawan dan kawan seperjuangan Stambuk 2015, khususnya anak A3 malam yang telah membantu dan memberi dukungan dan motivasi penulisan sehingga tersusunlah Tugas Sarjana ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan dan juga bermanfaat bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelumnya penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya.

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, September 2022

Penulis

Muhammad Arief Syahbana

1507220038

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang lingkup.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Relevan .....	5
2.2 Teori Singkat .....	6
2.2.1 Conveyor.....	6
2.2.1.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2.1.2 Fungsi Konveyor .....	8
2.2.1.3 Prinsip Kerja Konveyor.....	8
2.2.2 Metal Detektor .....	9
2.2.2.1 Pengertian Metal Detektor.....	9
2.2.2.2 Jenis dan Fungsi Metal Detektor .....	10
2.2.2.3 Prinsip Kerja Metal Detektor.....	11
2.2.3 Induktor (Coil) .....	12
2.2.3.1 Pengertian Induktor .....	12
2.2.3.2 Fungsi Induktor .....	12
2.2.3.3 Simbol Induktor .....	14

2.2.3.4	Jenis-jenis Induktor .....	14
2.2.4	Oscilator .....	15
2.2.4.1	Fungsi Oscilator.....	15
2.2.4.2	Pengertian Oscilator .....	16
2.2.4.3	Penggolongan Oscilator.....	16
2.2.4.4	Prinsip Kerja Oscilator .....	17
2.2.4.5	Perkembangan Modern.....	17
2.2.5	Tegangan Listrik (Electric Voltage).....	21
2.2.5.1	Pengertian Tegangan Listrik .....	21
2.2.5.2	Jenis-jenis Tegangan Listrik .....	24
2.2.6	Arus Listrik .....	26
2.2.6.1	Pengertian Arus Listrik .....	26
2.2.7	Trafo Inti Udara.....	27
2.2.7.1	Pengertian Trafo Inti Udara.....	27
2.2.8	Motor Penggerak Listrik .....	28
2.2.9	Jenis-jenis Motor Listrik .....	29
2.2.9.1	Motor Listrik (Arus Bolak-balik).....	30
2.2.9.2	Motor Listrik AC (Arus Searah).....	39
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
3.1	Data Informasi Awal Perancangan .....	46
3.2	Alat dan Bahan .....	47
3.3	Langkah-langkah Pengujian .....	48
3.4	Flowchart Perancangan dan Pengerjaan .....	50
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1	Hasil Pengujian.....	51
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1	Kesimpulan .....	55
5.2	Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>56</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1. Conveyor Roll .....	7
Gambar.2.2. Head Pulley Discharge .....	9
Gambar.2.3. Both End Discharge .....	9
Gambar.2.4. Simbol Induktor.....	14
Gambar.2.5. Blok Diagram Oscilator .....	17
Gambar.2.6. Simbol Tegangan DC (searah) & AC (bolak-balik) .....	23
Gambar.2.7. Motor Listrik .....	29
Gambar.2.8. Klasifikasi Jenis Utama Motor Listrik .....	30
Gambar.2.9. Motor Listrik DC.....	31
Gambar.2.10. Simbol Motor DC.....	32
Gambar.2.11. Medan Magnet yang Membawa Arus Mengelilingi Konduktor. ....	34
Gambar.2.12. Medan Magnet yang Membawa Arus Mengelilingi Konduktor ....	35
Gambar.2.13. Medan Magnet Mengelilingi Konduktor dan Diantara Kutub ....	35
Gambar.2.14. Reaksi Garis Fluk .....	35
Gambar.2.15. Karakteristik Motor DC Shunt .....	37
Gambar.2.16. Karakteristik Motor DC Ser .....	38
Gambar.2.17. Karakteristik Motor DC Kompon .....	39
Gambar.2.18. Stator .....	40
Gambar.2.19. Kumparan Medan Magnet.....	40
Gambar.2.20. Rotor.....	41
Gambar.2.21. Bantalan/Bearing .....	41
Gambar.2.22 Motor Induksi.....	43
Gambar.2.23 Motor Induksi 1 fase .....	44
Gambar.2.24. Motor Induksi 3 fase .....	44
Gambar.3.1.Gambar Rangkaian Metal Detektor .....	46
Gambar.3.2.Bagan Alir Penelitian .....	50
Gambar.4.1.Grafik .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu .....	8
Tabel 2.2. Perbandingan Arus Listrik & Tegangan Listrik .....	26
Tabel. 4.1. Hasil Pengujian Arus dan Tegangan.....	51
Tabel. 4.2. Hasil Pengujian Respon Tegangan Sensor .....	53
Tabel 4.3. Lama jarak tempuh beban dalam 1m .....	53

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi banyak diaplikasikan pada bidang industri, jasa dan usaha lainnya. Salah satunya pada proses pemilah barang merupakan sebuah proses yang bertujuan untuk memisahkan barang yang tidak sesuai dengan kriteria dari barang yang sudah sesuai dengan kriteria. Saat ini sudah banyak pengembangan konveyor yang dilakukan untuk mempermudah pekerjaan manusia dengan sistem soltir benda dengan nilai berat yang di baca untuk dapat memilah benda dengan tepat, serta pengembangan konveyor yang dilakukan untuk sistem pemilahan barang dengan nilai yang dibaca lebar dari barang tersebut.

Expedisi pengiriman barang sangat banyak di butuhkan oleh seluruh masyarakat Indonesia dalam jasa pengiriman barang. di Indonesia memiliki beberapa ekspedisi yang sering di gunakan oleh masyarakat seperti, JNE, post Indonesia, J&T, wahana, Dakota, TIKI dan masih banyak lainnya. pada ekspedisi TIKI barang yang dapat di kirim memiliki berbagai ukuran . TIKI melakukan pemilahan barang dengan tenaga manusia secara manual, dimana pemilahan barang yang di lakukan masih menggunakan tenaga manusia untuk memilah barang, sehingga memerlukan tenaga karyawan yang lebih banyak untuk memilah barang.

Berdasarkan wawancara yang di lakukan untuk memilah barang di lakukan secara manual. dengan cara memilah barang yang berukuran maksimal 30cm<sup>3</sup> dan berat maksimal 5Kg akan di bawa ke tempat roda dua dan lebih dari kriteria tersebut akan di pindahkan ke tempat roda empat. Masalah yang sering di temukan oleh pekerja yang bertugas adalah untuk dapat mengetahui ukuran yang sesuai. dikarenakan pemilahan barang secara manual menggunakan logika pekerja dimana untuk mengetahui ukuran benda dan berat benda tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan yang terdapat pada jasa ekspedisi yang salah satunya cabang TIKI yang terletak di Jl.Pura demak Denpasar yang

perlu dibuatkannya sebuah system yang dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Maka dari itu penulis tertarik mengangkat penelitian ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Konveyor Untuk Sistem Sortir Barang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”

Conveyor merupakan suatu mesin pemindah bahan yang umumnya dipakai dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain. Ada dua jenis material yang dapat dipindahkan, yaitu muatan curah (bulk load) dan muatan satuan (unitload). Contoh muatan curah, misalnya batubara, biji besi, tanah liat, batu kapur dan sebagainya. Muatan satuan, misalnya: plat baja ntangan, unit mesin, blockbangunan kapal dan sebagainya.

Proses produksi di industri khususnya proses sorting, diperlukan koordinasi baik dari kinerja dan hasil produksinya, sehingga diperoleh efisiensi kerja yang maksimal. Dalam proses packing dan sortir barang, masih banyak industri yang menggunakan konveyor yang berfungsi hanya untuk satu barang saja karena karakteristik obyek yang berbeda, sehingga ketika satu konveyor rusak maka konveyor lain tidak dapat menggantikan, hal tersebut sangat tidak efisien. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem konveyor untuk proses sorting barang yang bermacam-macam beserta monitoring yang dapat memantau kinerja dari sistem tersebut.

Pada penelitian ini, dibuat alat berupa modul konveyor yang dilengkapi dengan sensor proximity photodiode dan sensor limit switch dan motor dc sebagai penggeraknya. Konveyor yang dibuat menggunakan dua buah motor DC. Pada motor DC konveyor pertama digunakan sebagai pengumpan barang, yang dilengkapi dengan sensor photodiode, sedangkan pada motor DC konveyor kedua merupakan tempat sortir barang.

Seiring dengan kemajuan bidang jasa dan pengangkutan di Sumatera Utara khususnya kota Medan, salah satunya PT. yang bergerak dibidang jasa pengangkutan terus meningkatkan pelayanannya dalam berbagai bidang, termasuk soal sistem keamanan bagi pelanggannya.

PT.JNE (Jalur Nugraha Eka Kurir) telah berkembang pesat sebagai jasa pengangkutan ternama di Indonesia. Di bidang pengamanan memang telah bekerja sama dengan pihak pengamanan bandara yang mempunyai peralatan yang mumpuni. Sedangkan di beberapa outlet PT. JNE belum terdapat sistem pencegahan keamanan awalnya.

Berdasarkan informasi yang telah kami rangkum, ada beberapa outlet yang masih melakukan pengecekan manual terhadap paket yang akan di kirim. Alat yang kami buat ini akan mempermudah kerja dari pihak keamanan bandara dalam pengecekan paket tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini akan membahas rumusan masalah yang dapat diangkat pada tugas akhir adalah :

1. Bagaimana Bagaimana karakteristik arus pada metal detektor
2. Bagaimana karakteristik logam terhadap metal detektor

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik arus dan tegangan pada metal detektor.
2. Mengenal karekristik logam pada metal detektor.

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Dalam hal ruang lingkup penelitian, dapat dilihat sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik arus dan tegangan pada metal detektor.
2. Menganalisis perhitungan arus dan tegangan dari keluaran metal detektor.
3. Menganalisis perhitungan lama jarak tempuh beban.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah :

1. Mampu menambah wawasan dan lebih memacu semangat untuk memperdalam pengetahuan tentang alternator baik secara teori maupun secara praktek sehingga menjadi lebih baik.
2. Mampu memberi rangsangan yang positif untuk mendalami tentang penelitian sensor metal detekto

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman, maka sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang penyusunan Tugas Akhir, latar belakang, rumusan masalah, tujuan masalah dan batasan masalah, manfaat penulisan, serta sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini akan menerangkan mengenai alat-alat, bahan dan lokasi dilaksanakannya pembuatan, pengujian alat, jadwal pengujian, serta jalannya alat.

### **BAB 4 ANALISA DAN HASIL PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai analisa data dan perbandingan yang dihasilkan.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memuat tentang kesimpulan dari seluruh hasil pengujian tegangan dan arus keluaran alternator terhadap kecepatan angin dan juga saransaran yang berhubungan dengan tugas akhir.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Relevan

Mesin penggerak adalah suatu mesin yang amat vital dalam proses permesinan yang berhubungan dengan gaya mekanik yang bertujuan untuk mendapat efek gerakan pada suatu komponen yang diam dengan adanya mesin penggerak maka komponen itu berkerja dengan semestinya. Ada pun secara umum pengklasifikasi mesin penggerak yaitu ada 2 mesin penggerak listrik dan motor bakar. Dalam penelitian ada beberapa peneliti sebelum peneliti yang sudah menguji tentang motor listrik, alternator dan lainnya. Menurut beberapa peneliti sebelumnya di kemukakan oleh beberapa peneliti bahwa :

- Pada awalnya sistem kontrol untuk pengendali otomatis perangkat-perangkat mesin di industri berupa rangkaian relay. Namun sistem kontrol dengan rangkaian relay tersebut menjadi kurang efektif karena untuk memberikan perubahan sistem memerlukan biaya yang besar serta tingkat kerumitan kerja yang tinggi. Akhirnya muncul sistem kontrol berbasis komputer yang disebut dengan PLC yang dapat memberikan solusi bagi permasalahan tersebut. Konveyor merupakan salah satu alat yang keberadaannya saat penting dalam pemindahan suatu barang. Dengan tujuan untuk memperoleh hasil produksi yang maksimal, diperlukan sistem pemindahan yang baik dalam proses distribusi suatu barang. Sistem pemindahan barang dengan konveyor dapat lebih efisien dalam sistem pengepakan barang. Pada penelitian ini dibuat sebuah modul konveyor yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk modul praktikum Mesin Listrik di Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Modul konveyor yang dibuat menggunakan beberapa sensor seperti sensor proximity, sensor photodiode, dan limit switch. Dimana sensor proximity hanya akan mendeteksi barang jika barang tersebut terbuat dari bahan logam dan sejenisnya. Sementara untuk penghitungan 5 barang yang akan disortir menggunakan sensor photodiode. Limit switch

digunakan pada simulasi beban lebih pada belt konveyor. Untuk motor DC Power Window dikopel pada belt konveyor dengan putaran sebesar 65 RPM dan torsi sebesar 3 Nm.(Romi et al., n.d.)

- Expedisi pengiriman barang sangat banyak dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia. dalam jasa pengiriman barang di Indonesia memiliki beberapa expedisi yang di ada. Salah satunya expedisi TIKI, pada expedisi TIKI melakukan pemilahan barang yang akan dibagikan kepada kurir dengan cara pekerja akan memperkirakan lebar, tinggi dan berat dari barang tersebut. Pada penelitian ini dibuat Alat Konveyor Untuk Sistem Sortir Barang menggunakan arduino uno dengan sensor load cell dan sensor ultrasonik. Pada pembacaan lebar menggunakan dua sensor ultrasonik yang di tempatkan di bagian luar tempat pengukuran alat. Dan menggunakan satu sensor ultrasonik mengukur tinggi dan satu sensor load cell mengukur berat. Pada saat benda di tempat pengukuran semua sensor akan membaca dan setelah itu barang akan di bawa oleh konveyor dan palang mengarahkan benda ke tempat yang di tentukan. Dari hasil yang penelitian barang yang di pilah dan bawa sesuai kereteria yang di tentukan.
- Pembangkit sinyal atau Oscilator merupakan rangkaian yang berfungsi untuk menghasilkan output sinyal periodik/frekuensi tertentu hanya dengan bantuan sumber searah/DC. Aplikasinya dalam sistem elektronika sangat luas misalnya saja pada radio, televisi, perangkat nirkabel, radar yang kesemuanya membutuhkan pembangkitan sinyal. Makalah ini membahas tentang pengujian trainer oscilator Wien Bridge, trainer ini merupakan salah satu dari 5 (lima) trainer yang dikembangkan oleh penulis. Metode yang digunakan adalah eksperimen, yakni membandingkan persamaan teoritik dengan hasil pengukuran frekuensi oleh osciloskop dan Frequency Counter. IC yang digunakan pada trainer ini adalah IC Op-Amp 741CN. Hasil yang didapatkan dari serangkaian eksperimen ini nantinya dimasukkan dalam Jobsheet dan modul ajar untuk menunjang pembelajaran praktikum pada mata kuliah Workshop

Instrumentasi Industri di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang (UM).

- Oscillator dapat didefinisikan sebagai sebuah rangkaian elektronik yang didesain sebagai pembangkit gelombang sinyal atau gelombang periodik lainnya. Bentuk dasar gelombang oscillator diantaranya (1) Sinyal kotak, Segitiga, (3) Gigi Gergaji, (4) Sinusoida. Setiap bentuk gelombang memiliki karakteristik tersendiri. Khusus lingkup dalam penelitian ini adalah menganalisa pembangkit gelombang kotak versi OP-AMP. Paper ini merupakan penelitian eksperimen, yakni percobaan untuk membandingkan hasil perhitungan manual dengan sebuah penampil sinyal oleh oscillator gelombang kotak dengan (1) Sinyal Oscilloscope, (2) Menggunakan beberapa software electrical engineering, (3) Menggunakan pendekatan MATLAB. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah ada perbedaan yang cukup signifikan diantara hasil render simulasi tersebut. Dilain itu hasil dari penelitian ini adalah berupa rekomendasi pemilihan perangkat lunak pembelajaran disiplin ilmu “elektronika” yang digunakan dalam proses pengajaran.
- Pada awalnya sistem kontrol untuk pengendali otomatis perangkat-perangkat mesin di industri berupa rangkaian relay. Namun sistem kontrol dengan rangkaian relay tersebut menjadi kurang efektif karena untuk memberikan perubahan sistem memerlukan biaya yang besar serta tingkat kerumitan kerja yang tinggi. Akhirnya muncul sistem kontrol berbasis komputer yang disebut dengan PLC yang dapat memberikan solusi bagi permasalahan tersebut. Konveyor merupakan salah satu alat yang keberadaannya saat penting dalam pemindahan suatu barang. Dengan tujuan untuk memperoleh hasil produksi yang maksimal, diperlukan sistem pemindahan yang baik dalam proses distribusi suatu barang. Sistem pemindahan barang dengan konveyor dapat lebih efisien dalam sistem pengepakan barang. Pada penelitian ini dibuat sebuah modul konveyor yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk modul praktikum Mesin Listrik di Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Modul konveyor yang dibuat menggunakan beberapa sensor seperti

sensor proximity, sensor photodiode, dan limit switch. Dimana sensor proximity hanya akan mendeteksi barang jika barang tersebut terbuat dari bahan logam dan sejenisnya. Sementara untuk penghitungan 5 barang yang akan disortir menggunakan sensor photodiode. Limit switch digunakan pada simulasi beban lebih pada belt konveyor. Untuk motor DC Power Window dikopel pada belt konveyor dengan putaran sebesar 65 RPM dan torsi sebesar 3 Nm.

- Penelitian tentang Unmanned Aerial Vehicles (UAV) berbasis energi terbarukan sedang berkembang belakangan ini. Energi yang diperoleh dikelola dalam suatu Energy Storage System (ESS). Agar ESS tidak membebani UAV, maka desain yang ringan dan efisien diperlukan. Salah satu perangkat elektronika daya yang ada pada ESS adalah konverter DC-DC bidirectional. Konverter bidirectional merupakan perangkat elektronika daya yang mampu menaikkan atau menurunkan tegangan yang bergantung pada arah aliran daya yang mengalir pada perangkat. Dalam mendesain konverter DC-DC bidirectional yang baik pada UAV, terdapat dua syarat yaitu berukuran kecil dan efisiensi tinggi. Untuk meminimalisir ukuran, dapat dilakukan dengan mendesain frekuensi operasi switching setinggi mungkin. Namun, dengan semakin tinggi frekuensi operasi switching, maka total efisiensi pada konverter akan semakin kecil karena rugi switching berbanding lurus dengan frekuensi operasi. Maka dari itu, soft-switching pada converter dibutuhkan untuk mengurangi rugi pada saat switching. Selain itu dengan soft-switching, stres tegangan dan stress arus pada rangkaian dapat dikurangi sehingga reliabilitas converter semakin tinggi. Dalam penelitian ini akan dirancang dan diimplementasikan topologi konverter buck boost DC-DC bidirectional yang memanfaatkan couple inductor dengan kemampuan soft switching dan efisiensi yang tinggi di berbagai level beban dengan penurunan switching loss sebesar 35,73 % pada mode buck dan 25,96 % pada mode boost pada implementasi.

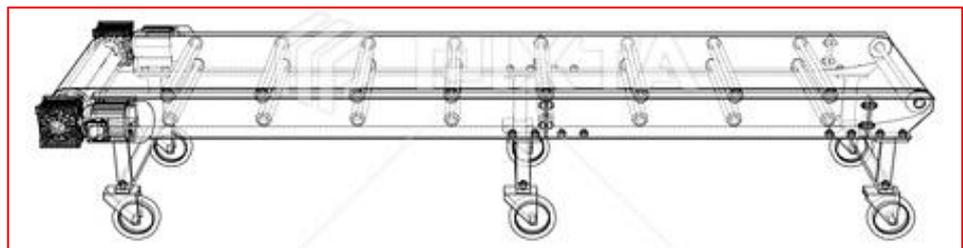
## 2.2 Teori Singkat

### 2.2.1 Conveyor

*Conveyor* adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. *Conveyor* banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, conveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Conveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem conveyor mempunyai nilai ekonomis.

Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu. Conveyor mempunyai berbagai jenis yang disesuaikan dengan karakteristik barang yang diangkut. Jenis-jenis conveyor tersebut antara lain *Apron, Flight, Pivot, Overhead, Loadpropelling Car, Bucket, Screw, Roller, Vibrating, Pneumatic, dan Hydraulic*. Disini akan dibahas satu jenis conveyor yaitu *Roller Conveyor*.

*Roller conveyor* merupakan suatu sistem conveyor yang penumpu utama barang yang ditransportasikan adalah *roller*. *Roller* pada sistem ini sedikit berbeda dengan *roller* pada conveyor jenis yang lain. *Roller* pada sistem *roller conveyor* didesain khusus agar cocok dengan kondisi barang yang ditransportasikan, misal roller diberi lapisan karet, lapisan anti karat, dan lain sebagainya. Sedangkan *roller* pada sistem jenis yang lain didesain cocok untuk sabuk yang ditumpunya.



Gambar 2.1: Contoh *conveyor roll*

Keterangan :

1. *Roller* (bantalan yang berputar)
2. *Roller* pengatur ketegangan belt
3. *Belt*
4. Jarak antara ulir-ulir *belt*
5. Ulir-ulir belt
6. Jarak lapisan antar belt
7. *Roller* penegang belt (untuk menambah daya cengkram belt di poros motor)
8. *Roller* penggerak (terhubung dengan poros motor)
9. Gear box
10. Permukaan atas conveyor
11. Besi pembatas supaya material tidak masuk kedalam *conveyor*

### 2.2.1.1 Penelitian Terdahulu

Judul	Tahun	Peneliti	Analisa	Kelemahan
RANCANG BANGUN <i>PROTHOTYPE</i> MESIN <i>BUCKET CONVEYOR</i> SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH MESIN PEMINDAH BAHAN	2017	Ahmad Dony Mutiara Bahtiar dan Nila Nurlina	- menentukan kapasitas buket - menentukan kapasitas daya dan tegangan yang dipakai	-biaya pembuatan mahal - hanya berbentuk prototype

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

### 2.2.1.2 Fungsi Conveyor

*Roller conveyor* hanya bisa memindahkan barang yang berupa unit dan tidak bisa memindahkan barang yang berbentuk bulk atau butiran. Unit yang bisa dipindahkan menggunakan *roller conveyor* juga harus mempunyai dimensi tertentu dan berat tertentu agar bisa ditransportasikan. Untuk memindahkan barang dalam bentuk *bulk*, *bulk* tersebut harus dikemas terlebih dahulu dalam unit/*box*.

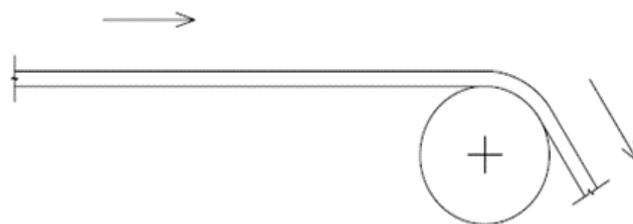
### 2.2.1.3 Prinsip Kerja Conveyor

Prinsip kerja belt *conveyor* adalah memindahkan material yang ada di atas belt, dimana umpan setelah sampai di head material ditumpahkan akibat belt berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh *drive / head pulley* dengan menggunakan motor penggerak. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan drum dengan *belt*, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut.

#### 1. Metode penumpahan material

##### 1. *Head Pulley Discharge*.

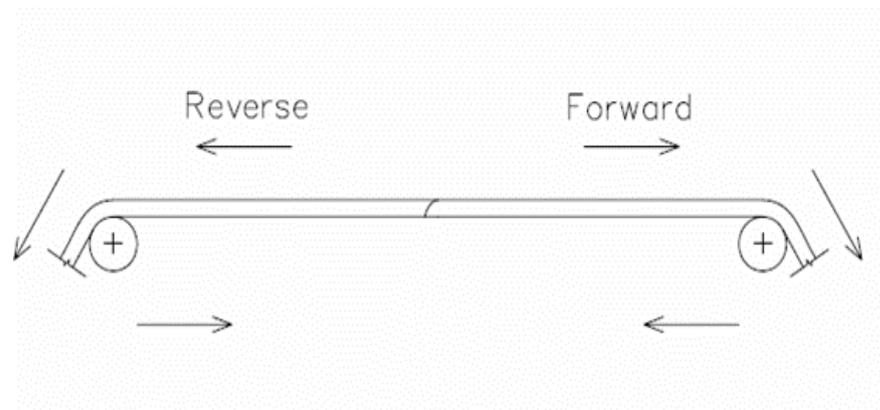
Metode ini yang paling banyak digunakan dalam penumpahan material.



Gambar 2.2 : *Head Pulley Discharge*

##### 2. *Both end Discharge*.

Penumpahan material dapat dilakukan pada dua arah yaitu pada head atau tail.



Gambar 2.3 : Both End Discharge

## 2.2.2 Metal Detector

### 2.2.2.1 Pengertian Metal Detector

Alat detektor logam adalah sebuah alat yang mampu mendeteksi keberadaan logam. Alat detektor logam sangat berguna atau biasa digunakan oleh petugas keamanan untuk memastikan setiap orang yang akan memasuki area tertentu bebas dari benda berbahaya seperti pistol, bom ataupun senjata tajam, alat detektor logam juga biasa digunakan oleh para arkeolog yaitu untuk mencari benda benda logam di bawah tanah, atau bisa juga sekedar hobby untuk mencari barang-barang logam di bawah tanah.

Rangkaian atau bagian - bagian metal detector adalah perangkat penting yang berfungsi untuk mengidentifikasi keberadaan suatu benda yang terbuat dari logam. Logam yang mampu terdeteksi dengan alat metal detector, adalah logam yang mempengaruhi medan magnet. Metal detector biasanya digunakan untuk kepentingan keamanan atau untuk mencari benda seperti arkeolog. Rangkaian atau bagian - bagian metal detector ini dioperasikan dengan sumber tegangan DC +9v yang menggunakan dari sebuah batere 9v, memungkinkan dapat digunakan dengan lebih fleksibel.

### 2.2.2.2 Cara Kerja Sensor Metal Detector

Prinsip ilmu dasar yang diterapkan dalam pembuatan metal detector ini adalah elektromagnetis sehingga dapat mendeteksi

berbagai benda yang terbuat dari metal atau logam. Medan magnet dapat tercipta dengan menggunakan arus listrik, prinsip dasar ini ditemukan oleh seorang fisikawan yang bernama James Clerk Maxwell pada tahun 1860-an.

Pada metal detector terdapat kumparan kawat atau yang biasa disebut kumparan pemancar. Arus listrik nantinya akan mengalir lewat kumparan tersebut sehingga terciptalah medan magnet. Ketika Anda menggerakkan metal detector hand held maka medan magnet tersebut akan mempengaruhi logam yang terdeteksi.

Sedangkan untuk walkthrough metal detector bagian medan magnet terhubung dengan sensor sehingga ketika ada pengunjung atau orang yang membawa barang atau benda yang terbuat dari logam maka alat deteksi logam ini akan langsung berbunyi.

Biasanya hand held metal detector ini digunakan oleh petugas security dan pasukan pengawal. Sedangkan untuk walkthrough metal detector biasanya dipasang di dalam mall, apartement, bandara, rumah sakit dan gedung perkantoran.

Ada juga dunia industri yang menggunakan alat pendeteksi logam ini, misalnya untuk mengetahui jalur pipa bawah tanah, jalur kabel bawah tanah. Detektor Logam / Metal Detector ini digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi logam yang ada di dalam/dibawah permukaan tanah. Spektrum penggunaan sangat luas, mulai kepentingan militer dan non militer.

Berikut beberapa contoh penggunaan Metal Detector (Detektor Logam, Detektor Harta Karun, Underground Treasure hunting):

1. Security inspection, Inspeksi keamanan
2. Scanning logam asing di bahan mentah, bahan bakar dan makanan
3. Scan benda yang mengandung metal di Mall ataupun barang bawaan penumpang;
4. Mendeteksi jalur pipa dan kabel bawah tanah.

5. Penelitian Arkeologi, eksplorasi bahan mineral, pencarian bahan metal yang tertimbun di dalam tanah.

### 2.2.2.3 Jenis dan Fungsi Metal Detektor

Metal detector adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi kandungan metal yang berada di suatu produk, barang, makanan dan lain lain, metal detector banyak digunakan oleh perusahaan – perusahaan kelas menengah hingga atas untuk masalah keamanan makanan pangan dan juga keamanan perusahaan. pernah kah anda melihat seorang satpam / security yang berdiri di depan pintu mall atau di tempat – tempat formal lainnya untuk mengecek barang bawaan anda yang ingin anda bawa masuk kedalam tempat tersebut ?.

Bagi anda yang belum mengetahui mungkin anda bertanya tanya mengapa perlu di periksa barang-barang bawaan yang kita bawa,? Karna nanti takutnya ada barang bawaan anda yang berbahaya seperti boom (TNT) dan barang berbahaya lainnya yang dapat merugikan orang orang yang ada disekitar ruangan tersebut .

Apakah anda tahu apa nama alat yang di pegang oleh security itu ? itu adalah metal detector juga tetapi berbeda fungsi dan cara penggunaannya , nama metal detector tersebut adalah ”*security hand held metal detector*” . metal detector itu banyak jenis nya seperti kita lihat di Bandara soekarno-hatta dan bandara bandara lainnya yang ada di dunia ini, salah satu metal detector yang ada di bandara adalah xray metal detector .

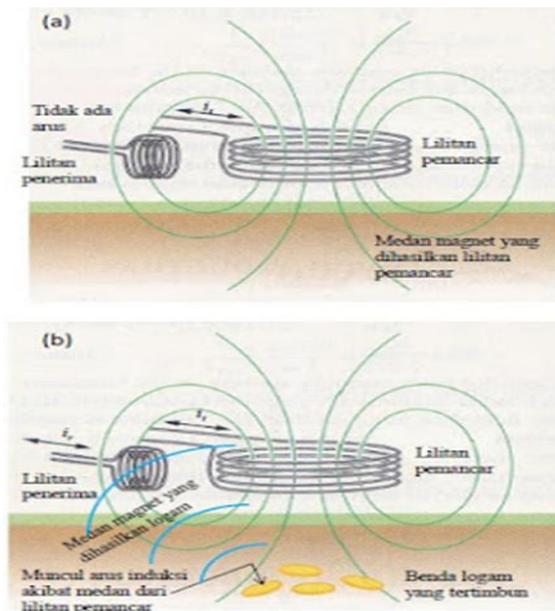
Xray ini fungsi dan cara penggunaannya berbeda dengan “*security hand held metal detector*” perbedaannya adalah berada di bentuk alat nya yang kotak dan ada lorong nya dan juga ada conveyer belt nya . barang itu di letakan di atas conveyer belt yang berjalan sampai xray mendeteksi adanya kandungan barang yang berbahaya biasanya ketika ada barang yang berbahaya xray tersebut langsung membunyikan alarm atau tanda tanda lainnya .

Jenis metal detector sebagai berikut :

- 1) metal detector untuk farmasi
- 2) metal detector untuk security
- 3) metal detector untuk makanan

#### 2.2.2.4 Prinsip kerja metal detektor

Detektor logam secara prinsip terdiri dari dua buah lilitan yang tegak lurus dan lokasinya berdekatan lihat Gambar! Arus bolak-balik dialirkan ke lilitan besar sehingga dihasilkan medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu di sekitar lilitan tersebut. Tetapi, karena arah medan magnet yang dihasilkan kumparan besar masuk ke kumparan kecil dalam arah yang sejajar bidang kumparan kecil maka tidak ada fluks magnetik dalam kumparan kecil. Dengan demikian, tidak ada arus yang dihasilkan di kumparan kecil.



Gambar 2.4 : Prinsip Kerja Metal Detektor

Terdapat dua buah lilitan yang diposisikan tegak lurus. Lilitan pemancar dialiri arus bolak-balik sehingga muncul medan magnet. Karena dua lilitan tegak lurus maka medan yang masuk ke lilitan penerima memiliki arah tegak lurus permukaan lilitan tersebut sehingga fluks pada lilitan penerima akibat medan dari lilitan pemancar selalu

nol, meskipun medan magnet tersebut berubah-ubah (karena arus bolak balik).

- a) Jika benda di sekitar dua lilitan tidak mengganggu medan magnet maka fluks magnet pada lilitan penerima tetap nol berubah sehingga tidak muncul ggl dan tidak ada arus yang muncul di lilitan penerima.
- b) Jika sensor tersebut berada di sekitar logam maka medan magnet yang berubah-ubah yang dihasilkan lilitan pemancar menginduksi munculnya arus listrik pada logam. Arus listrik yang dihasilkan juga berubah-ubah terhadap waktu.

Arus listrik tersebut kemudian menghasilkan medan magnet yang arahnya tidak lagi tegak lurus penampang lilitan penerima. Lilitan penerima akhirnya memiliki fluks yang berubah-ubah terhadap waktu sehingga menghasilkan ggl induksi. Akibatnya muncul arus di lilitan penerima. Arus yang dihasilkan tersebut.

Jika di sekitar tempat itu terdapat logam, maka perubahan medan magnet pada kumparan besar mengimbas munculnya arus pada logam di dekatnya. Arus yang dihasilkan dalam logam menghasilkan medan magnet yang berubah-ubah di sekitarnya. Medan magnet ini ada sebagian yang menembus kumparan kecil dalam arah yang tidak sejajar kumparan kecil.

Akibatnya muncul fluks magnetik dalam kumparan kecil yang menyebabkan munculnya arus pada kumparan kecil. Akhirnya, arus yang dihasilkan kumparan kecil dikuatkan dan digunakan untuk membunyikan alarm.

## **2.2.3 Induktor (Coil)**

### **2.2.3.1 Pengertian Induktor**

Selain Resistor dan Kapasitor, Induktor juga merupakan komponen Elektronika Pasif yang sering ditemukan dalam Rangkaian Elektronika, terutama pada rangkaian yang berkaitan dengan Frekuensi Radio.

Induktor atau dikenal juga dengan Coil adalah Komponen Elektronika Pasif yang terdiri dari susunan lilitan Kawat yang membentuk sebuah Kumparan. Pada dasarnya, Induktor dapat menimbulkan Medan Magnet jika dialiri oleh Arus Listrik. Medan Magnet yang ditimbulkan tersebut dapat menyimpan energy dalam waktu yang relative singkat. Dasar dari sebuah Induktor adalah berdasarkan Hukum Induksi Faraday.

### 2.2.3.2 Fungsi Induktor

Fungsi-fungsi Induktor atau Coil diantaranya adalah dapat menyimpan arus listrik dalam medan magnet, menapis (Filter) Frekuensi tertentu, menahan arus bolak-balik (AC), meneruskan arus searah (DC) dan pembangkit getaran serta melipatgandakan tegangan. Induktor atau dikenal juga dengan Coil adalah Komponen Elektronika Pasif yang terdiri dari susunan lilitan Kawat yang membentuk sebuah Kumparan. Pada dasarnya,

Induktor dapat menimbulkan Medan Magnet jika dialiri oleh Arus Listrik. Medan Magnet yang ditimbulkan tersebut dapat menyimpan energi dalam waktu yang relatif singkat. Dasar dari sebuah Induktor adalah berdasarkan Hukum Induksi Faraday. Kemampuan Induktor atau Coil dalam menyimpan Energi Magnet disebut dengan Induktansi yang satuan unitnya adalah Henry (H).

Satuan Henry pada umumnya terlalu besar untuk Komponen Induktor yang terdapat di Rangkaian Elektronika. Oleh Karena itu, Satuan-satuan yang merupakan turunan dari Henry digunakan untuk menyatakan kemampuan induktansi sebuah Induktor atau Coil. Satuan-satuan turunan dari Henry tersebut diantaranya adalah milihenry (mH) dan microhenry ( $\mu\text{H}$ ). Simbol yang digunakan untuk melambangkan Induktor dalam Rangkaian Elektronika adalah huruf "L".

Berdasarkan Fungsi diatas, Induktor atau Coil ini pada umumnya diaplikasikan :

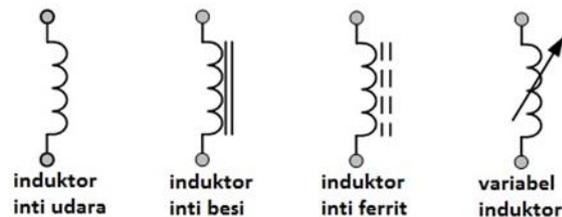
- 1) Sebagai Filter dalam Rangkaian yang berkaitan dengan Frekuensi

- 2) Transformator (Transformer)
- 3) Motor Listrik
- 4) Solenoid
- 5) Relay
- 6) Speaker
- 7) Microphone

Induktor sering disebut juga dengan Coil (*Koil*), *Choke* ataupun Reaktor.

### 2.2.3.3 Simbol Induktor

Berikut ini adalah Simbol-simbol Induktor :



Gambar 2.4: Simbol Induktor

Nilai Induktansi sebuah Induktor (*Coil*) tergantung pada 4 faktor, diantaranya adalah :

- 1) Jumlah Lilitan, semakin banyak lilitannya semakin tinggi Induktansinya
- 2) Diameter Induktor, Semakin besar diameternya semakin tinggi pula induktansinya
- 3) Permeabilitas Inti, yaitu bahan Inti yang digunakan seperti Udara, Besi ataupun Ferit.
- 4) Ukuran Panjang Induktor, semakin pendek inductor (*Koil*) tersebut semakin tinggi induktansinya.

### 2.2.3.5 Fungsi Induktor (*Coil*) dan Aplikasinya

Fungsi-fungsi Induktor atau *Coil* diantaranya adalah dapat menyimpan arus listrik dalam medan magnet, menapis (Filter) Frekuensi tertentu, menahan arus bolak-balik (AC), meneruskan arus searah (DC) dan pembangkit getaran serta melipat gandakan tegangan.

Berdasarkan Fungsi diatas, Induktor atau Coil ini pada umumnya diaplikasikan :

1. Sebagai Filter dalam Rangkaian yang berkaitan dengan Frekuensi
2. Transformator (*Transformer*)
3. Motor Listrik
4. *Solenoid*
5. *Relay*
6. *Speaker*
7. *Microphone*

Induktor sering disebut juga dengan *Coil* (Koil), *Choke* ataupun Reaktor.

#### 2.2.3.6 Rumus Perhitungan Lilitan Induktor

Induktor dapat digunakan untuk menyimpan besarnya energi magnet yang nantinya akan diubah menjadi energi atau tegangan listrik. Kemampuan ini disebut dengan induktansi.

Cara menghitung besarnya induktansi. Nilai induktansi (L) dapat dicari menggunakan rumus induktor. Rumus ini juga bisa ditulis secara matematis, yaitu:

$$L = \mu \cdot N^2 \cdot A / l$$

Satuan induktansi yaitu Henry. Satuan turunan Henry juga bisa digunakan, seperti millihenry (mH) dan juga mikrohenry ( $\mu$ H).

Tentunya ada beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya nilai tersebut, yaitu:

- Jumlah Lilitan (N)
- Diameter Kawat untuk menghitung luas simpangan inti (A)
- Permeabilitas Inti ( $\mu$ )
- Panjang Lilitan (l)

Semakin banyak lilitan, maka nilai induktansi akan semakin tinggi. Semakin lebar diameter kawat, maka nilai induktansi akan semakin besar pula.

Induktansi juga akan semakin tinggi jika panjang lilitan semakin pendek. Sementara permeabilitas inti tergantung pada bahan yang digunakan.

#### 2.2.3.4 Jenis-jenis Induktor

Berdasarkan bentuk dan bahan inti-nya, Induktor dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah :

- 1) *Air Core Inductor* – Menggunakan Udara sebagai Intinya
- 2) *Iron Core Inductor* – Menggunakan bahan Besi sebagai Intinya
- 3) *Ferrite Core Inductor* – Menggunakan bahan Ferit sebagai Intinya
- 4) *Torroidal Core Inductor* – Menggunakan Inti yang berbentuk O Ring (bentuk Donat)
- 5) *Laminated Core Induction* – Menggunakan Inti yang terdiri dari beberapa lapis lempengan logam yang ditempelkan secara paralel. Masing-masing lempengan logam diberikan Isolator.
- 6) *Variable Inductor* – Induktor yang nilai induktansinya dapat diatur sesuai dengan keinginan Inti dari Variable Inductor pada umumnya terbuat dari bahan Ferit yang dapat diputar-putar.

#### 2.2.4 Oscilator

##### 2.2.4.1 Fungsi oscilator

Rangkaian metal detector ini menggunakan 2 bat oscillator yang pertama menggunakan frekuensi 5,5 MHz ceramic filter dan transistor T1 serta yang kedua menggunakan frekuensi yang ditentukan oleh inductor L1 dan kapasitor variable VC1 serta transistor T3.

Inductor L1 pada oscilator kedua ini berfungsi sebagai sensor logam, dimana gelombang elektromagnet pada L1 akan terpengaruh adanya logam disekitar L1 tersebut. Pada saat terpengaruh adanya logam disekitar L1 maka frekuensi kerja oscilator T3 akan berubah. Kondisi inilah yang digunakan untuk pendeteksian logam.

- a) Mixer

Bagian ini memiliki fungsi untuk mencampur kedua frekuensi yang dihasilkan oleh kedua oscillator tersebut. Bagian mixer ini dibuat menggunakan transistor T2. Sinar output dari mixer ini merupakan hasil modulasi antara sinyal oscillator dan T1 dan T3.

b) Detektor

Rangkaian detector yang satu ini berfungsi untuk memisahkan sinyal dari modulasi sinyal output oscillator T1 dan sinyal output oscillator T3. rangkaian detector ini akan mengambil isyarat dari oscillator T3 sebagai sinyal informasi dan membaug isyarat dari oscillator T1. Bagian detector ini dibangun menggunakan diode detector OA 79.

c) Penguat Audio

Bagian ini berfungsi untuk menguatkan sinyal dari detector untuk menggerakkan sebuah loud speaker kecil sebagai indikator ada tidaknya logam disekitar sensor. Komponen utama penguat audio adalah IC TDA 2822 yang dioperasikan dengan tegangan DC 9V dari sebuah baterai. Suara yang dihasilkan dari penguat audio ini akan berubah pada saat rangkaian mendeteksi adanya logam.

#### **2.2.4.2 Pengertian Oscilator**

Osilator (Oscillator) adalah suatu rangkaian elektronika yang menghasilkan sejumlah getaran atau sinyal listrik secara periodik dengan amplitudo yang konstan. Gelombang sinyal yang dihasilkan ada yang berbentuk Gelombang Sinus (Sinusoide Wave), Gelombang Kotak (Square Wave) dan Gelombang Gigi Gergaji (Saw Tooth Wave). Pada dasarnya sinyal arus searah atau DC dari pencatu daya (power supply) dikonversikan oleh Rangkaian Osilator menjadi sinyal arus bolak-balik atau AC sehingga menghasilkan sinyal listrik yang periodik dengan amplitudo konstan.

Tiga istilah yang berkaitan erat dengan rangkaian Osilator adalah "Periodik", "Amplitudo" dan "Frekuensi". Berikut ini adalah pengertian dari ketiga istilah penting tersebut:

1. Periodik adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh 1 kali getaran atau waktu yang dibutuhkan pada 1 siklus gelombang bolak-balik, biasanya dilambangkan dengan  $t$  dengan satuan detik (second).
2. Amplitudo adalah simpangan terjauh yang diukur dari titik keseimbangan dalam suatu getaran.
3. Frekuensi adalah sejumlah getaran yang dihasilkan selama 1 detik, satuan frekuensi adalah Hertz.

#### **2.2.4.3 Penggolongan Oscilator**

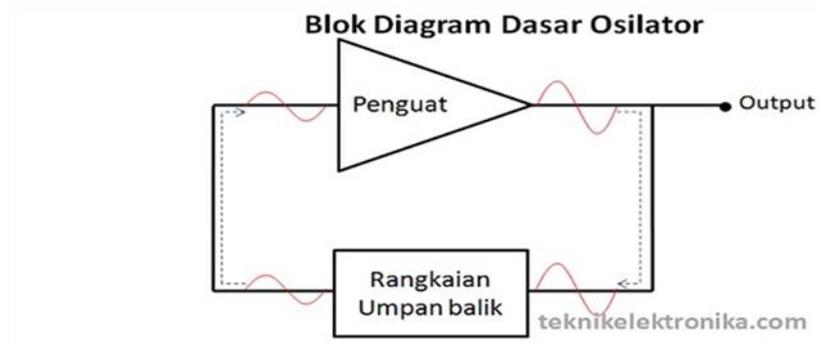
Penggolongan Osilator biasanya dilakukan berdasarkan Karakteristik Frekuensi keluaran yang dihasilkannya. Berikut dibawah ini adalah Penggolongan Osilator berdasarkan Frekuensi keluaran.

1. Osilator Frekuensi Rendah (Low Frequency Oscilator), yaitu Osilator yang dapat membangkitkan frekuensi rendah dibawah 20Hz.
2. Osilator Audio (Audio Oscilator), yaitu Osilator yang dapat membangkitkan frekuensi Audio diantara 16Hz hingga 20kHz.
3. Osilator Frequency Radio (Radio Oscilator), yaitu Osilator yang dapat membangkitkan Frekuensi Radio diantara 100kHz hingga 100GHz.

Rangkaian Osilator banyak digunakan dalam perangkat-perangkat Elektronika seperti Pemancar Radio, Pemancar Televisi, Jam, Beeper dan Konsol video Games.

#### **2.2.4.4 Prinsip Kerja Oscilator**

Sebuah Rangkaian Osilator sederhana terdiri dari Dua bagian utama, yaitu Penguat (Amplifier) dan Umpan Balik (Feedback). Berikut ini Blok Diagram dasar sebuah Rangkaian Osilator.



Gambar 2.5 : Blok diagram osilator

Pengertian Osilator dan Prinsip Kerjanya pada dasarnya, Osilator menggunakan sinyal kecil atau desahan kecil yang berasal dari Penguat itu sendiri. Pada saat Penguat atau Amplifier diberikan arus listrik, desah kecil akan terjadi, desah kecil tersebut kemudian diumpanbalik ke Penguat sehingga terjadi penguatan sinyal, jika keluaran (output) penguat sefasa dengan sinyal yang diumpanbalik (masukan) tersebut, maka Osilasi akan terjadi.

#### 2.2.4.5 Perkembangan Modern

Perkembangan modern detektor logam dimulai pada tahun 1920-an. Gerhard Fischertelah mengembangkan sistem pencarian arah radio, yang akan digunakan untuk navigasi yang akurat. Sistem ini bekerja dengan sangat baik, tetapi Fischer memperhatikan ada anomali di area di mana medannya mengandung batuan yang mengandung bijih. Dia beralasan bahwa jika pancaran radio dapat terdistorsi oleh logam, maka harus dimungkinkan untuk merancang mesin yang akan mendeteksi logam menggunakan koil pencarian yang beresonansi pada frekuensi radio. Pada tahun 1925 ia mengajukan, dan diberikan, paten pertama untuk detektor logam.

Meskipun Gerhard Fischer adalah orang pertama yang diberikan paten untuk detektor logam, yang pertama menerapkan adalah Shirl Herr, seorang pengusaha dari Crawfordsville, Indiana. Permohonannya

untuk Detektor Logam Tersembunyi genggam diajukan pada Februari 1924, tetapi tidak dipatenkan sampai Juli 1928. Herr membantu pemimpin Italia Benito Mussolini dalam memulihkan barang-barang yang tersisa dari galai Kaisar Caligula di dasar Danau Nemi, Italia pada Agustus 1929. Penemuan Herr digunakan oleh Ekspedisi Antartika Kedua Laksamana Richard Byrd pada tahun 1933, ketika digunakan untuk menemukan objek yang ditinggalkan oleh penjelajah sebelumnya. Itu efektif hingga kedalaman delapan kaki. Namun, itu adalah salah satu Letnan Józef Stanisław Kosacki, seorang perwira Polandia yang melekat pada unit yang ditempatkan di St Andrews, Fife, Skotlandia, selama tahun-tahun awal Perang Dunia II, yang menyempurnakan desain menjadi detektor ranjau Polandia yang praktis. Unit-unit ini masih cukup berat, karena menggunakan tabung vakum, dan membutuhkan kemasan baterai terpisah.

Desain yang ditemukan oleh Kosacki digunakan secara luas selama pertempuran El Alamein Kedua ketika 500 unit dikirim ke Field Marshal Montgomery untuk membersihkan ladang ranjau Jerman yang mundur, dan kemudian digunakan selama invasi Sekutu ke Sisilia, invasi Sekutu ke Italia dan Invasi Normandia.

Karena pembuatan dan penyempurnaan perangkat adalah operasi penelitian militer masa perang, pengetahuan bahwa Kosacki menciptakan detektor logam praktis pertama dirahasiakan selama lebih dari 50 tahun.

#### A. Induksi Frekuensi Ketukan

Banyak produsen perangkat baru ini membawa ide mereka sendiri ke pasar. White's Electronics of Oregon dimulai pada 1950-an dengan membangun mesin yang disebut Oremaster Geiger Counter. Pemimpin lain dalam teknologi detektor adalah Charles Garrett, yang memelopori mesin BFO (Beat Frequency Oscillator). Dengan penemuan dan pengembangan transistor pada 1950-an dan 1960-an, produsen dan perancang detektor logam

membuat mesin yang lebih kecil dan lebih ringan dengan sirkuit yang lebih baik, yang berjalan pada kemasan baterai kecil. Perusahaan bermunculan di seluruh Amerika Serikat dan Inggris untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat. Beat Frekuensi Induksi membutuhkan pergerakan kumparan detektor, mirip dengan bagaimana mengayunkan konduktor di dekat magnet menginduksi arus listrik; kecuali pulsa adalah EMF listrik dan bukan magnet EMF.

#### B. Penyempurnaan

Model top modern sepenuhnya terkomputerisasi, menggunakan teknologi sirkuit terpadu untuk memungkinkan pengguna mengatur sensitivitas, diskriminasi, kecepatan trek, volume ambang batas, filter takik, dll., dan menyimpan parameter ini dalam memori untuk penggunaan di masa mendatang. Dibandingkan hanya satu dekade yang lalu, detektor lebih ringan, mencari lebih dalam, menggunakan lebih sedikit daya baterai, dan membedakan lebih baik.

Detektor logam canggih telah memasukkan lebih jauh teknologi nirkabel ekstensif untuk earphone, terhubung ke jaringan Wi-Fi, dan perangkat Bluetooth. Beberapa juga memanfaatkan teknologi GPS locator bawaan untuk melacak lokasi pencarian dan lokasi barang yang ditemukan. Beberapa terhubung ke aplikasi smartphone untuk lebih memperluas fungsionalitas.

#### C. Diskriminator

Perubahan teknis terbesar dalam detektor adalah pengembangan sistem induksi yang dapat disetel. Sistem ini melibatkan dua kumparan yang disetel secara elektro-magnetik. Satu kumparan bertindak sebagai pemancar RF yang lain sebagai penerima; dalam beberapa kasus ini dapat disetel antara 3 dan 100 kHz. Ketika logam berada di sekitarnya, sinyal terdeteksi karena

arus eddy yang diinduksi dalam logam. Apa yang memungkinkan detektor untuk membedakan antara logam adalah kenyataan bahwa setiap logam memiliki respons fase yang berbedasaat terkena arus bolak-balik; gelombang yang lebih panjang (frekuensi rendah) menembus tanah lebih dalam, dan memilih target konduktivitas tinggi seperti perak, dan tembaga; daripada gelombang yang lebih pendek (frekuensi lebih tinggi) yang, meskipun penetrasi tanah lebih sedikit, memilih target konduktivitas rendah seperti besi. Sayangnya, frekuensi tinggi juga sensitif terhadap gangguan mineralisasi tanah. Selektivitas atau diskriminasi ini memungkinkan detektor untuk dikembangkan yang secara selektif dapat mendeteksi logam yang diinginkan, sementara mengabaikan yang tidak diinginkan.

Bahkan dengan diskriminator, masih merupakan tantangan untuk menghindari logam yang tidak diinginkan, karena beberapa di antaranya memiliki respons fase yang sama (misalnya kertas timah dan emas), terutama dalam bentuk paduan. Jadi, penyetulan logam tertentu yang tidak tepat meningkatkan risiko melewatkan temuan yang berharga. Kerugian lain dari diskriminator adalah mereka mengurangi sensitivitas mesin.

#### D. Desain koil baru

Desainer koil juga mencoba desain inovatif. Sistem kumparan keseimbangan induksi asli terdiri dari dua kumparan identik yang ditempatkan di atas satu sama lain. Compass Electronics menghasilkan desain baru: dua kumparan dalam bentuk D, dipasang saling membelakangi untuk membentuk lingkaran. Sistem ini banyak digunakan pada tahun 1970-an, dan tipe konsentris dan D (atau widescan saat mereka dikenal) memiliki penggemar.

Perkembangan lain adalah penemuan detektor yang dapat menghilangkan efek mineralisasi di dalam tanah. Ini memberikan kedalaman yang lebih besar, tetapi merupakan mode non-

diskriminasi. Ini bekerja paling baik pada frekuensi yang lebih rendah daripada yang digunakan sebelumnya, dan frekuensi 3 hingga 20 kHz ditemukan menghasilkan hasil terbaik. Banyak detektor di tahun 1970-an memiliki sakelar yang memungkinkan pengguna untuk beralih antara mode diskriminatif dan mode non-diskriminasi. Perkembangan selanjutnya beralih secara elektronik antara kedua mode. Pengembangan detektor keseimbangan induksi pada akhirnya akan menghasilkan detektor gerakan, yang secara konstan memeriksa dan menyeimbangkan mineralisasi latar belakang.

## **2.2.5 Tegangan Listrik (*Electric Voltage*)**

### **2.2.5.1 Pengertian Tegangan Listrik**

Pengertian Tegangan Listrik (*Electric Voltage*) – Tegangan Listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Tegangan listrik yang dinyatakan dengan satuan Volt ini juga sering disebut dengan beda potensial listrik karena pada dasarnya tegangan listrik adalah ukuran perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik.

Suatu benda dikatakan memiliki potensial listrik lebih tinggi daripada benda lain karena benda tersebut memiliki jumlah muatan positif yang lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah muatan positif pada benda lainnya. Sedangkan yang dimaksud dengan Potensial listrik itu sendiri adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu benda.

Tegangan listrik dapat juga dianggap sebagai gaya yang mendorong perpindahan elektron melalui konduktor dan semakin tinggi tegangannya semakin besar pula kemampuannya untuk mendorong elektron melalui rangkaian yang diberikan. Muatan listrik dapat kita analogikan sebagai air di dalam sebuah tangki air, sedangkan Tegangan listrik dapat kita analogikan sebagai tekanan air pada sebuah tangki air, semakin tinggi tangki air di atas outlet semakin besar tekanan air karena lebih banyak energi yang dilepaskan.

Demikian juga dengan tegangan listrik, semakin tinggi tegangan listriknya maka semakin besar energi potensial yang dikarenakan semakin banyak elektron yang dilepaskan.

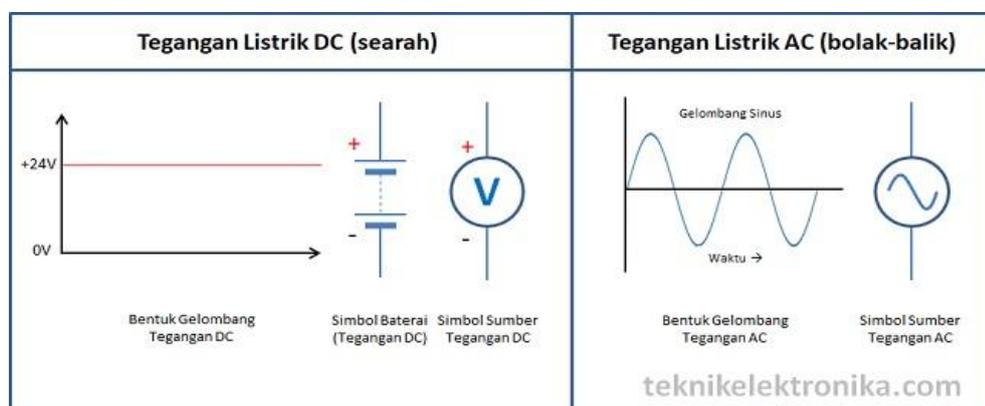
Apabila pada saat dua distribusi muatan listrik yang dipisahkan oleh jarak tertentu, maka akan terjadi kekuatan listrik diantara keduanya. Jika distribusinya memiliki muatan yang sama (keduanya positif atau kedua-duanya negatif) maka saling berlawanan atau saling tolak menolak. Namun apabila dua distribusi muatan berbeda (satu positif dan satunya lagi negatif) maka akan menyebabkan gaya yang saling tarik-menarik.

Pada saat kedua distribusi muatan tersebut disambungkan dengan rangkaian atau beban yang unit positifnya sedikit maka unit positif tersebut akan dipengaruhi oleh kedua distribusi muatan tersebut. Sebuah sumber tegangan listrik yang konstan biasanya disebut dengan tegangan DC (tegangan searah) sedangkan sumber tegangan listrik yang bervariasi secara berkala dengan waktu disebut dengan tegangan AC (tegangan bolak balik).

Tegangan listrik diukur dengan satuan Volt yang dilambangkan dengan simbol huruf "V". 1 Volt (satu Volt) dapat didefinisikan sebagai tekanan listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan 1 Ampere arus listrik melalui konduktor yang beresistansi 1 Ohm. Istilah "*VOLT*" ini diambil dari nama fisikawan Italia yang menemukan baterai volta (*Voltaic Pile*) yaitu Alessandro Volta (1745-1827).

Baterai dan pencatu daya (*power supply*) merupakan contoh sumber yang menghasilkan tegangan DC (tegangan searah) yang stabil seperti menghasilkan tegangan DC 1,5V, 3V, 5V, 9V, 12V dan 24V. Sementara sumber tegangan AC (tegangan bolak-balik) tersedia untuk keperluan peralatan rumah tangga dan industri. Tegangan AC standar yang digunakan di Indonesia adalah 220V, sedangkan di negara lain ada yang menggunakan 100V, 110V ataupun 240V. Simbol Tegangan Listrik DC dan Simbol Tegangan Listrik AC.

Rangkaian-rangkaian Elektronik pada umumnya beroperasi dengan menggunakan tegangan DC yang rendah seperti 1,5V hingga 24V DC. Simbol sumber tegangan DC pada rangkaian-rangkaian elektronik biasanya adalah simbol baterai dengan tanda positif (+) dan tanda negatif (-) yang menunjukkan arah polaritasnya. Sedangkan simbol tegangan AC pada rangkaian listrik atau rangkaian elektronik adalah sebuah lingkaran bulat dengan gelombang Sinus didalamnya. Berikut dibawah ini adalah simbol tegangan DC dan simbol tegangan AC.



Gambar 2.6: Simbol Tegangan DC (searah) & AC (bolak-balik)

Tegangan listrik (*Electric Voltage*) merupakan jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari tempat yang satu ke tempat yang lainnya. Tegangan listrik ini dinyatakan dengan satuan Volt. Pengertian tegangan listrik yang lainnya adalah merupakan tegangan beda potensial pada dua titik yang berbeda dalam sebuah rangkaian listrik. Tegangan listrik juga sering dianggap sebagai gaya mendorong yang menyebabkan perpindahan elektron dari titik yang satu ke titik yang lain melalui perantara konduktor. Dimana semakin besar tegangan yang diberikan, maka semakin kuat pula dorongan yang dilakukan oleh elektron didalam suatu rangkaian listrik.

### 2.2.5.2 Jenis-jenis Tegangan Listrik

Tegangan listrik merupakan arus beda potensial yang dapat menumbuhkan atau membangkitkan medan listrik sehingga

menyebabkan timbulnya arus listrik dengan bantuan konduktor. Berdasarkan ukuran beda potensialnya, tegangan listrik dapat dibedakan menjadi 4 tingkatan yaitu :

1. Tegangan listrik ekstra rendah (*ekstra low voltage*)
2. Tegangan listrik rendah (*low voltage*)
3. Tegangan listrik tinggi (*high voltage*)
4. Tegangan listrik ekstra tinggi (*ekstra high voltage*)

Tegangan listrik dinyatakan berdasarkan satuan volt, cara mengukur tegangan listrik dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan alat khusus yaitu multimeter (tester). Alat ukur multimeter ini biasanya banyak digunakan untuk mengukur tegangan listrik. Selain untuk mengukur tegangan, anda juga dapat mengukur tahanan dan kuat arus listrik dengan menggunakan alat ini. Jenis tegangan listrik berdasarkan aliran arusnya. Berdasarkan aliran arusnya, jenis – jenis tegangan listrik dibagi menjadi 2 yaitu :

#### 1. Tegangan Listrik AC (Tegangan Listrik Arus Bolak – Balik)

Jenis tegangan listrik yang pertama adalah tegangan listrik AC. Tegangan AC ini disebut juga sebagai tegangan listrik bolak – balik. Tegangan AC ini memiliki dua jenis yaitu single phase dan juga triple phase. Tegangan AC single phase merupakan jenis tegangan AC yang sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari, seperti namanya tegangan AC single phase ini hanya memiliki satu phase dan ground / netral. Sumber – sumber dari tegangan AC diantaranya adalah :

- 1) Listrik rumah tangga dari PLN
- 2) Genset
- 3) Dinamo sepeda
- 4) Alternator pada mobil dan sepeda motor

#### 2. Tegangan Listrik DC (Tegangan Listrik Searah)

Jenis tegangan listrik DC merupakan kebalikan dari tegangan AC. Tegangan listrik DC ini merupakan tegangan listrik searah, yang mana tegangan DC ini memiliki notasi atau tanda titik negatif di ujung satu dan notasi positif di ujung yang lainnya. Pemasangan tegangan DC harus letak antara kedua kutubnya. Karena bila ada kesalahan dalam pemasangan atau cara memasangnya yang terbalik, maka akan mengakibatkan kerusakan pada Sumber – sumber tegangan DC diantaranya adalah elemen volta, baterai, aki, solar cell, adaptor maupun power supply. Sedangkan pengaplikasian tegangan DC ini banyak anda temui pada berbagai peralatan elektronik. Contohnya adalah seperti pada peralatan elektronik portable seperti:

- 1) Handphone
- 2) Sepeda motor
- 3) Mainan
- 4) Remote
- 5) Pemutar music portable dan lain sebagainya.

Demikian tadi beberapa uraian singkat mengenai pengertian tegangan listrik jenis – jenis serta tingkatan dari tegangan listrik.

## 2.2.6 Arus Listrik

### 2.2.6.1 Pengertian Tegangan Listrik

Arus listrik adalah tingkat di mana muatan listrik mengalir melewati sebuah titik di sirkuit. Tegangan listrik adalah gaya listrik yang akan menggerakkan arus listrik antara dua titik.

Tabel 2.2 : Perbandingan Arus Listrik & Tegangan Listrik

	Arus Listrik	Tegangan Listrik
Simbol	I	V

Definisi	Arus listrik adalah tingkat di mana muatan listrik mengalir melewati sebuah titik di sirkuit. Dengan kata lain, arus listrik adalah laju aliran muatan listrik.	Tegangan listrik, juga disebut gaya gerak listrik, adalah beda potensial muatan antara dua titik di medan listrik. Dengan kata lain, tegangan adalah “energi per satuan muatan”
Unit	A atau amp atau ampere	V atau volt atau voltase
Hubungan	Arus listrik adalah efeknya (tegangan listrik menjadi penyebabnya). Arus listrik tidak bisa mengalir tanpa tegangan listrik.	Tegangan listrik yang menjadi penyebab dan arus listrik adalah pengaruhnya. Tegangan listrik bisa ada tanpa arus listrik.
Alat Pengukur	Amperemeter	Voltmeter
Unit SI	1 ampere = 1 coulomb/detik	1 volt = 1 joule/coulomb ( $V = W / C$ )
Bidang yang dihasilkan	Bidang magnet	Bidang elektrostatik
Dalam rangkaian seri	Arus listrik sama melalui semua komponen yang saling terhubung secara seri.	Tegangan listrik didistribusikan pada komponen yang dihubungkan secara seri.

Dalam rangkaian parallel	Arus listrik didistribusikan ke komponen yang terhubung secara paralel.	Tegangan listrik sama di semua komponen yang dihubungkan secara paralel.
--------------------------	---	--

## 2.2.7 Trafo Inti Udara

### 2.2.7.1 Pengertian Trafo Inti Udara

Jika arus bolak-balik dimasukkan ke gulungan / lilitan / koil, maka medan magnet bolak-balik akan muncul disekitar gulungan tersebut. Jika kita memasukkan gulungan lain ke dalam area medan magnet tersebut, maka ggl induksi bolak-balik akan melintasi gulungan tersebut (gulungan kedua) sesuai dengan hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik.

GGL yang diinduksi di gulungan kedua dapat digunakan untuk mengangkat suatu beban. Seperti contohnya fluks yang dihubungkan ke kedua gulungan melalui udara, sehingga cara ini disebut sebagai trafo inti udara. Gulungan pertama disebut sebagai gulungan primer, sedangkan gulungan kedua disebut sebagai gulungan sekunder. Trafo arus dan trafo potensial merupakan kebutuhan di dalam menyediakan tegangan dan arus lebih rendah dari yang tersedia.

#### A. Konstruksi Trafo Inti Udara

Terdiri dari gulungan kawat tembaga terpisah, dililit pada tabung atau kardus dll. Ada dua bentuk utama dari trafo inti udara, yaitu bentuk silinder dan bentuk toroidal.

#### B. Trafo inti udara bentuk silinder

Terdiri dari bagian kabel tembaga berisolasi yang dililit pada struktur silinder non logam. Bentuk rongga non logam ini memberi kemudahan mekanis dalam membuat lilitan. Gulungan tembaga yang melilit pada silinder diberi keluaran pada titik-titik tertentu yang berbeda, sesuai keperluan.. Fluks mengalir melalui udara yang mengelilingi lilitan / kumparan di dalam rongga silinder,

untuk mencocokkan impedansi yang tepat, kadang lilitan pelindung melingkar mengelilingi lilitan utama. Lilitan pelindung ini selanjutnya dihubungkan dengan penerima antenna atau terhubung ke grounding dengan benar.

#### C. Trafo inti udara bentuk toroidal

Terdiri dari kabel tembaga terisolasi yang dililit pada cincin plastic keras atau benda non logam. Kawat dililit secara melingkar di sekeliling cincin. Jenis trafo ini hanya digunakan untuk frekuensi sangat tinggi, dua lilitan yang terpisah untuk memisahkan antara gulungan primer dan gulungan sekunder. Efek dari kopling diminimalkan pada trafo inti udara toroidal. Rasio primer terhadap sekunder bervariasi tergantung pada rentang frekuensi dan jenis operasi.

### 2.2.8 Speker

#### 2.2.8.1 Pengertian Speaker

Apa itu Speaker? Speaker adalah perangkat keras output yang mengeluarkan hasil dari proses audio menjadi output suara.

Cara kerjanya adalah dengan mengubah sinyal elektrik menjadi frekuensi audio dengan membran atau penggetar. Speaker memiliki peranan penting untuk menghasilkan output dari proses audio. Speaker juga bisa disebut sebagai alat bantu pada perangkat musik atau lainnya untuk mengeluarkan suara yang lebih maksimal.

Proses audio yang berupa gelombang listrik akan menggetarkan udara pada membran speaker sehingga menghasilkan suara yang dapat didengar telinga manusia. Fungsi dari perangkat speaker adalah mengubah gelombang listrik menjadi gelombang bunyi dari sebuah perangkat suara.

Gelombang listrik atau elektromagnet akan diubah menjadi gelombang bunyi atau getaran yang menghasilkan suara yang dapat didengar telinga.

Selain mengubah gelombang listrik menjadi bunyi, speaker juga berfungsi sebagai alat bantu untuk memperkuat gelombang bunyi.

Perangkat ini memiliki fungsi untuk memperbesar gelombang bunyi sehingga output suara dapat lebih besar atau maksimal.

### **2.2.8.2 Sejarah dan Penemu Speaker**

Pada tahun 1898, Horace Short mempublikasikan speaker untuk pertama kalinya. Perangkat ini memiliki desain yang sangat sederhana yang berbeda dengan speaker yang ada di pasaran saat ini.

Pada awalnya desain speaker masih menggunakan kompresor udara sebagai komponen utamanya. Penemuan Horace Short ini kemudian dijual kepada Charles Parson. Hak kepemilikannya dipatenkan pada tahun 1910. Speaker yang masih sangat sederhana ini terus dikembangkan hingga pada tahun 1924 speaker muncul dengan loudspeaker elektromagnetik.

Walter H Schottky merupakan seorang doktor yang berhasil menambahkan prototipe sederhana dengan speaker elektromagnetik. Desain dari speaker ini menggunakan energize driver dan bidang lilitan yang berfungsi untuk menghasilkan arus listrik utama.

Perkembangan speaker terus dilakukan dengan komponen yang lebih kompleks. Speaker sudah mulai didesain dengan komponen penghasil arus AC, amplifier, dan lain sebagainya. Model speaker ini lebih kompleks dan lebih canggih dari desain speaker saat pertama kali ditemukan.

Speaker terus mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan teknologi. Sekarang ini speaker tidak lagi menggunakan komponen listrik konvensional. Speaker modern sudah dilengkapi dengan teknologi wireless yang semakin canggih

### **2.2.8.3 Cara Kerja Speker**

Cara kerja dari speaker adalah mengubah gelombang listrik atau elektromagnetik menjadi gelombang bunyi atau suara menggunakan transduser. Komponen-komponen yang ada di dalamnya saling berkaitan untuk menghasilkan suara. Apabila salah satu bagian atau komponen dalam speaker bermasalah, maka fungsi speaker tidak bisa berjalan.

Sinyal dari gelombang listrik yang masuk ke speaker akan dikuatkan oleh transduser. Gelombang listrik yang sudah dikuatkan tersebut ditangkap membran. Speaker dan mengubahnya menjadi getaran. Getaran pada membran speaker merupakan gelombang suara atau bunyi yang dapat didengar manusia.

#### **2.2.8.4 Komponen Pada Speker**

Speaker biasa maupun speaker pada perangkat komputer memiliki komponen yang hampir sama. Komponen-komponen utama pada sebuah speaker antara lain adalah sebagai berikut:

##### **1. Magnet**

Magnet pada speaker bekerja untuk menghasilkan induksi sehingga tercipta medan magnet di dalam speaker. Induksi pada magnet merupakan gesekan yang akan menghasilkan aliran listrik. Aliran listrik inilah yang menjadi bagian awal pada proses audio speaker.

##### **2. Kumparan**

Kumparan dan magnet merupakan komponen speaker yang akan saling terkait. Komponen-komponen ini memiliki fungsi utamanya yaitu untuk mengalirkan arus listrik. Kumparan dapat dikatakan sebagai magnet yang menghasilkan arus setelah proses induksi.

##### **3. Membran**

Komponen ini berfungsi untuk menerima arus atau gaya induksi dari magnet. Gaya induksi dari magnet dan kumparan akan diterima oleh membran. Kemudian gaya tersebut diubah menjadi gelombang getaran yang menghasilkan bunyi atau suara.

##### **4. Conus**

Fungsi dari komponen ini adalah menangkap arus induksi dari kumparan dan mengubahnya menjadi gelombang yang dikenal sebagai bunyi. Selain itu, komponen ini juga akan menghasilkan gelombang yang didapat dari gerakan udara yang ada pada komponen lain dalam speaker.

Bagian penting lainnya dari speaker adalah casing speaker. Casing dapat dibuat dari bahan plastik, composite, maupun logam. Casing inilah yang menjadi pelindung utama untuk magnet, conus, membran, kumparan, dan komponen-komponen lain yang ada di dalam speaker.

#### **2.2.8.5 Jenis-jenis Speaker**

Berdasarkan frekuensi suara yang dihasilkan, terdapat beberapa jenis speaker seperti Woofer, subwoofer, mid range, full range, dan tweeter. Masing-masing speaker tersebut menghasilkan kualitas suara yang berbeda-beda.

##### **1. Speaker woofer**

Jenis speaker woofer yang dibutuhkan untuk mendapatkan suara bass. Speaker woofer mampu menghantarkan suara rendah dengan rentang frekuensi 40 Hz – 100Hz. Kemampuannya adalah menghasilkan suara yang lebih bersih dan bulat.

Speaker woofer umumnya memiliki diameter antar 4 hingga 12 inchi. Speaker ini dapat menghasilkan output suara dengan jangkauan range lebih luas, apabila digabung speaker tipe lain seperti mid range atau tweeter.

##### **2. Speaker subwoofer**

Subwoofer merupakan jenis speaker yang dapat bekerja pada frekuensi antara 20 Hz hingga 200 Hz. Output suara yang dihasilkan speaker ini umumnya adalah bass dengan diameter 12 hingga 21 inch.

Sekarang ini sudah banyak speaker yang memiliki subwoofer. Tentunya suara yang dihasilkan dari speaker tersebut lebih mantap. Semakin besar ukuran speaker akan semakin kuat suara bass yang dihasilkannya.

##### **3. Speaker mid range**

Jenis speaker ini dapat menjangkau frekuensi suara antara 500 Hz hingga 5.000 Hz. Mid range merupakan speaker kecil dengan ukuran sekitar 4 hingga 6 inch. Walaupun mungil, speaker mid range dapat menjangkau nada tinggi dengan baik.

#### 4. Speaker full range

Jenis speaker full range ini sering dijumpai pada arena konser atau studio. Kemampuan speaker tersebut dapat menghasilkan output suara dari nada rendah hingga tinggi sekaligus. Frekuensi suaranya antara 40 Hz hingga 2 kHz.

#### 5. Speaker tweeter

Ada juga speaker tweeter yang bekerja pada frekuensi sekitar 3.500 Hz hingga 20 kHz. Suara yang dihasilkan cukup baik walaupun untuk nada rendah atau bass tidak semantap woofer. Ukuran speaker ini juga kecil hanya 0,5 inch hingga 4 inch saja.

### **2.2.8.6 Perbedaan Speaker Aktif dan Pasif**

Speaker yang digunakan pada sound system umumnya terbagi menjadi dua jenis yakni speaker aktif dan speaker pasif. Perbedaan antara speaker aktif dan pasif paling utama adalah penggunaan amplifier. Pada speaker aktif terdapat komponen amplifier atau penguat suara. Amplifier dapat dihidupkan dengan daya listrik.

Oleh sebab itu, speaker aktif membutuhkan kabel listrik tambahan. Speaker aktif memiliki komponen yang lengkap sehingga dapat bekerja secara mandiri. Sedangkan untuk speaker pasif tidak memiliki amplifier di dalamnya. Untuk bisa bekerja, speaker ini membutuhkan amplifier eksternal agar dapat menghasilkan suara. Speaker pasif bekerja dengan daya dari listrik eksternal yang harus slelau disambungkan.

### **2.2.9 Motor Penggerak Listrik**

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu.

Dalam memahami sebuah motor listrik, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran

tenaga putar/torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok:

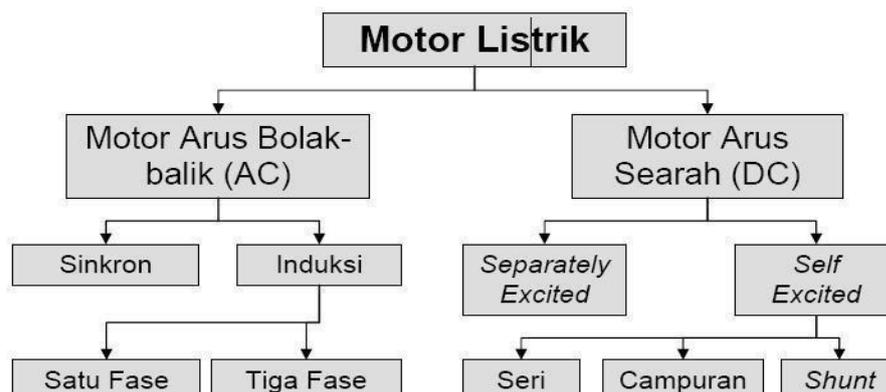
- Beban torsi konstan, adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun torsiya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torsi konstan adalah conveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.
- Beban dengan torsi variabel, adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan torsi variabel adalah pompa sentrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
- Beban dengan energi konstan, adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.



Gambar 2.7 Motor Listrik

### 2.2.10 Jenis-jenis Motor Listrik

Bagian ini menjelaskan tentang dua jenis utama motor listrik: DC dan AC. Motor-motor ini diklasifikasikan berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi.



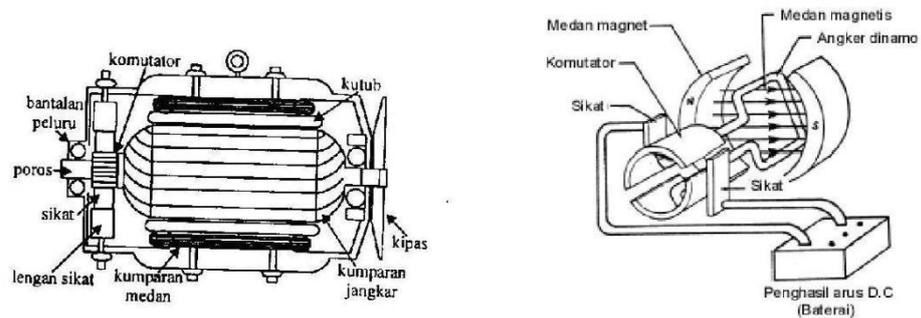
Gambar 2.8 Klasifikasi Jenis Utama Motor Listrik

### 2.2.10.1 Motor Listrik DC (Arus Searah)

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). (Zaky et al., 2018)

Ada tiga komponen utama dalam motor listrik DC:

- 1) Kutub medan. Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- 2) Dinamo. Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.
- 3) Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



Gambar 2.9 Motor Listrik DC

Ada pun jenis-jenis motor listrik DC:

- Motor DC sumber daya terpisah/ *Separately Excited*

Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*.

- Motor DC daya sendiri/ *Self Excited*: motor *shunt*

Pada motor *shunt*, gulungan medan (medan *shunt*) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo. Berikut tentang kecepatan motor *shunt*:

- Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga *torque* tertentu setelah kecepatannya berkurang,) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
- Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

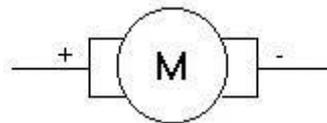
- Motor listrik daya listrik : motor seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan *shunt*) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo. Berikut tentang kecepatan motor seri.

- Motor listrik DC kompon/gabungan

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan *shunt*. Pada motor kompon, gulungan medan (medan *shunt*) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dynamo seperti yang ditunjukkan dalam gambar 6. Sehingga, motor kompon memiliki *torque* penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula *torque* penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat pengangkat *hoist* dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok.

- a. Simbol Motor DC



Gambar 2.10 Simbol Motor DC

Motor DC tersusun dari dua bagian yaitu bagian diam (*stator*) dan bagian bergerak (*rotor*). *Stator* motor arus searah adalah badan motor atau kutub magnet (sikat-sikat), sedangkan yang termasuk *rotor* adalah jangkar lilitanya. Pada motor, kawat penghantar listrik yang bergerak tersebut pada dasarnya merupakan lilitan yang berbentuk persegi panjang yang disebut kumparan.

- b. Prinsip Kerja Motor Listrik DC

Prinsip kerja dari motor dc adalah bahwa arah medan magnet rotor selalu berusaha berada pada posisi yang berlawanan arah dengan arah medan magnet stator. Ini mengikuti sifat magnet bahwa jika magnet yang berlawanan arah didekatkan satu sama lain mereka akan saling tarik – menarik. Magnet yang searah akan saling tolak – menolak. (Teknik et al., n.d.)

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan angkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub- kutub magnet permanen.

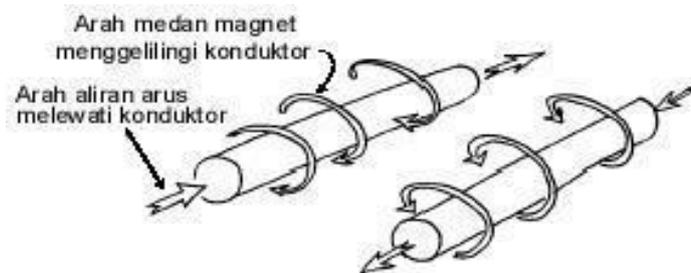
Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Aturan Genggaman Tangan Kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 3 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U.

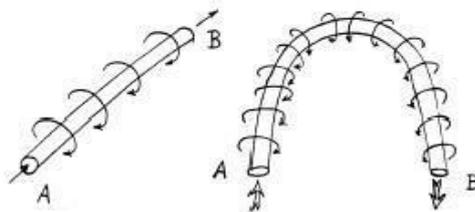
Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Pada motor listrik konduktor berbentuk U disebut angker dinamo. Jika konduktor berbentuk U (angker dinamo)

diletakkan di antara kutub utara dan selatan yang kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub.

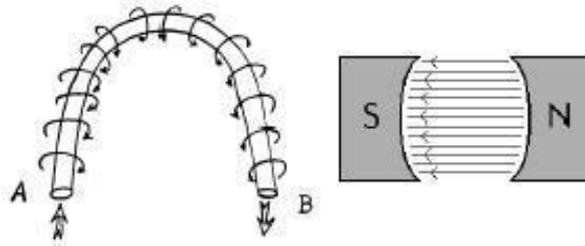
Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (*looped conductor*). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.



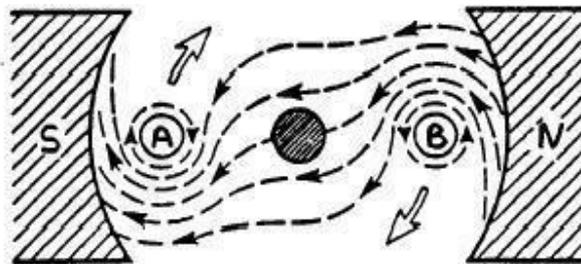
Gambar 2.11 Medan Magnet yang Membawa Arus Mengelilingi Konduktor



Gambar 2.12 Medan Magnet yang Membawa Arus Mengelilingi Konduktor



Gambar 2.13 Medan Magnet Mengelilingi Konduktor dan Diantara Kutub



Gambar 2.14 Reaksi Garis Fluks

#### c. Karakteristik Motor DC

Karakteristik yang dimiliki suatu motor dc dapat digambarkan melalui kurva daya dan kurva torsi/kecepatannya, dari kurva tersebut dapat dianalisa batasan-batasan kerja dari motor serta daerah kerja optimum dari motor tersebut. Gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakkan oleh torsi dari crankshaft.(Darmana et al., n.d.)

#### d. Kelebihan Motor DC

Kelebihan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan motor DC tersebut, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

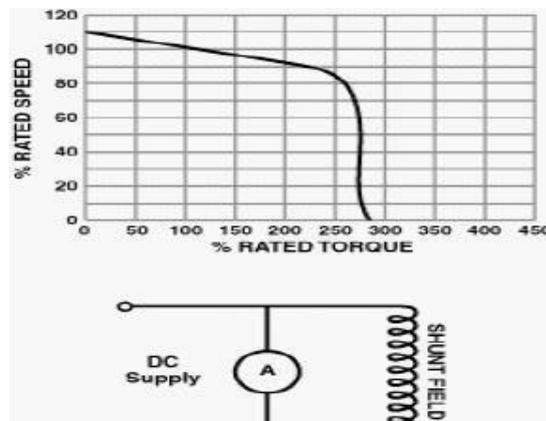
- ✦ Tegangan kumparan motor DC – meningkatkan tegangan kumparan motor DC akan meningkatkan kecepatan
- ✦ Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya.

e. Jenis-Jenis Motor DC

Berikut adalah jenis-jenis MotorDC:

- Motor DC Sumber Daya Terpisah/ *Separately Excited*  
Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah / *separately excited*.
- Motor DC Sumber Daya Sendiri/ *Self Excited*: Motor *Shunt*  
Pada motor shunt, gulungan medan (medan *shunt*) disambungkan secara paralel dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti diperlihatkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus kumparan motor DC.



Gambar 2.15 Karakteristik Motor DC Shunt

Berikut tentang kecepatan motor shunt:

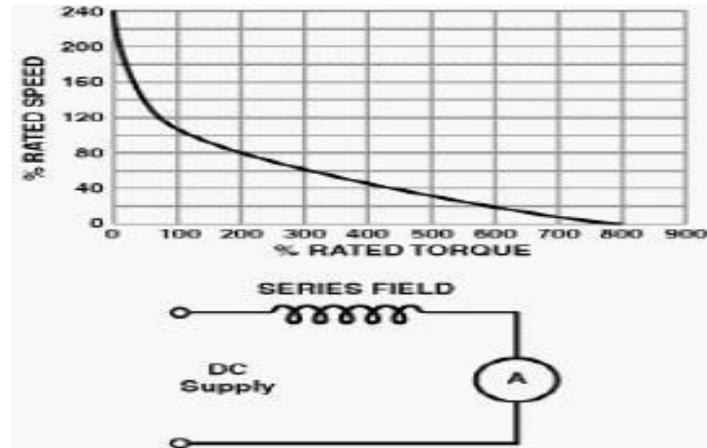
- ✦ Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga *torque* tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar diatas dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
- ✦ Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan kumparan motor DC (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

- Motor Seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus kumparan motor DC. Berikut tentang kecepatan motor seri:

- ✦ Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- ✦ Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

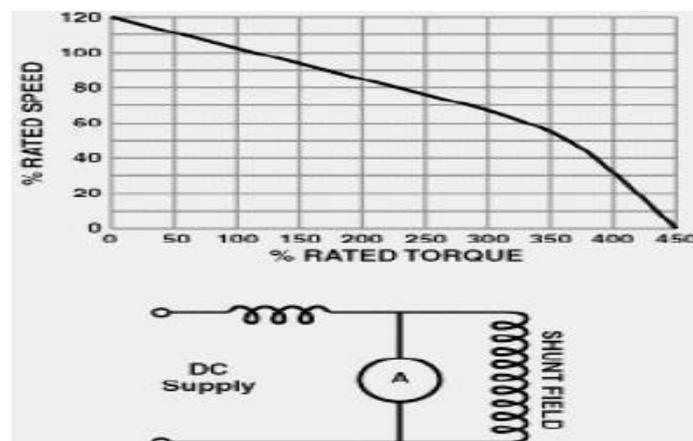
Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan *torque* penyalaan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.16 Karakteristik Motor DC Seri

- Motor DC Kompon/Gabungan

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula *torque* penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat pengangkat *hoist* dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok.



Gambar 2.17 Karakteristik Motor DC Kompon

### 2.2.10.2 Motor Listrik AC ( Arus Bolak-Balik )

Motor listrik AC adalah sebuah motor yang mengubah arus listrik menjadi gerak maupun mekanik dari pada rotor yang didalamnya. Motor listrik AC tidak terpengaruh kutub positif maupun negatif, dan bersumber tenaga listrik. Motor ini berkerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa sumber untuk menimbulkan gaya putar pada rotornya. Motor listrik AC menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu.(Motor et al., 2019)

Berikut bagian-bagian dari motor listrik AC :

#### 1. Stator

Pada motor arus searah, gandar berfungsi sebagai bagian dari rangkaian magnetik yang biasanya di buat dari besi tuang. Pada gandar terdapat seperangkat kutub-kutub medan yang dibuat dari inti laminasi baja pelat dan kumparan medan dipasngkan pada kutub-kutub medan tersebut.



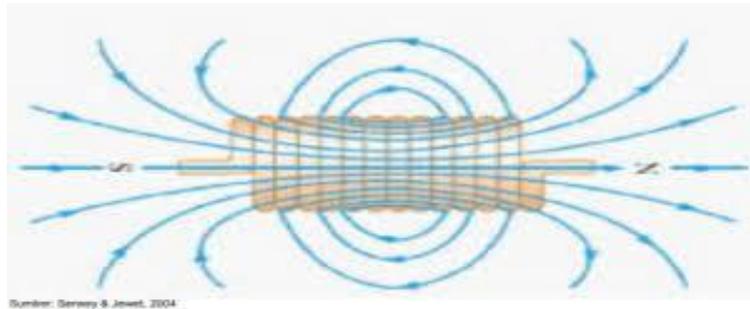
Gambar 2.18 Stator

Sepatu kutub dibuat dari besi lapis yang cukup tipis (plat dinamo) yang dijadikan satu, dimasukkan kedalam kumparan magnitnya yang telah di bungkus isolasi yang memadai. Sepatu kutub ini dipasangkan pada rangka (yoke) yang sekaligus jadi badan mesin dengan dua buah baut. Bagian dalam badan motor arus searah (yoke) dibubut agar sepatu kutubnya mempunyai celah udara serapat mungkin (minimum) dan lingkaran dalam betul-betul bulat. Dalam rangka ini

ditempatkan sejumlah pasang sepatu kutub. Pasangan kutub U dan S selalu berurutan seperti letak sepatu kutubnya dan ujung-ujung kawat kumparannya dihubungkan satu pada yang lain sehingga keluar hanya 2 ujung dan dipasang pada kotak klem dengan tanda huruf simbol F1 dan F2; pada kotak/plat klem itu juga ditempatkan klem untuk kabel peralatan sikat yang berhubungan dengan jangkar (armature) atau rotor dan diberi huruf simbol A1 dan A2.

## 2. Kumparan Medan

Kumparan medan juga dikenal dengan kumparam penguat untuk menghasilkan medan magnet pada kutub utama (*main pole*).



Gambar 2.19 Kumparan Medan Magnet

## 3. Rotor atau Jangkar

Rotor motor arus searah dilengkapi komutator dengan elemen-elemen sebagai terminal kumparan jangkar motor dan dipasangkan pada poros rotor atau jangkar terbuat dari plat-plat tipis baja campuran dalam bentuk tertentu. Alur-alur pada jangkar dibuat untuk meletakkan lilitan jangkar (lihat gambar 2.14).



Gambar 2.20 Rotor

#### 4. Bantalan atau Bearing

Bantalan atau bearing berfungsi:

- Memperlancar gerak putar poros
- Mengurangi gesekan putaran dan perlu diberi pelumas
- Penstabil poros terhadap gaya horizontal
- Gaya vertikal poros motor.



Gambar 2.21 Bantalan/Bearing

#### 5. Bantalan atau Bearing

Pada motor listrik pasti memiliki 2 bagian casing yang masing-masing terletak pada setiap sisi motor listrik yang di ikat dengan baut yang berfungsi sebagai berikut :

- Dudukan bantalan poros motor/dinamo

- Titik senter antara rotor/poros dengan rumah stator
- Pelindung bagian dalam motor/dynamo

#### a. Prinsip Kerja Motor Listrik AC

Keistimewaan umum dari semua motor ac adalah medan-magnet putar yang diatur dengan lilitan stator. Konsep ini dapat diilustrasikan pada motor tiga fase dengan mempertimbangkan tiga kumparan yang diletakkan bergeser  $120^\circ$  listrik satu sama lain. Masing-masing kumparan dihubungkan dengan satu fase sumber daya tiga-fase. Apabila arus tiga-fase melalui lilitan tersebut, terjadi pengaruh medan- magnet berputar melalui bagian dalam inti stator. Kecepatan medan-magnet putar tergantung pada jumlah kutub stator dan frekuensi sumber daya. Kecepatan itu disebut kecepatan *sinkron*. yang ditentukan dengan rumus:

- o Dimana  $S$  = kecepatan sinkron dalam rpm
- o  $F$  = Frekwensi sumber daya dalam Hz
- o  $P$  = Jumlah lilitan kutub pada tiap lilitan satu fase

#### b. Jenis-jenis Motor Listrik AC

Adapun jenis dari motor listrik AC dibedakan lagi berdasarkan sumber dayanya sebagai berikut :

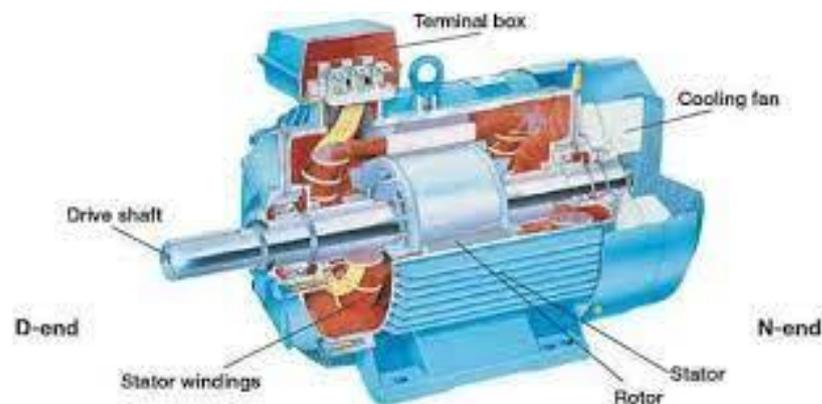
##### 1. Motor Sinkron

Motor Sinkron adalah motor AC bekerja pada kecepatan tetap pada sistim frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekwensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistim, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.

##### 2. Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling luas digunakan dan dapat dijumpai dalam setiap aplikasi

industri maupun rumah tangga. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan arus stator. Motor ini memiliki konstruksi yang kuat, sederhana, handal, serta berbiaya murah. Di samping itu motor ini juga memiliki efisiensi yang tinggi saat berbeban penuh dan tidak membutuhkan perawatan yang banyak. Akan tetapi jika dibandingkan dengan motor DC, motor induksi masih memiliki kelemahan dalam hal pengaturan kecepatan. Dimana pada motor induksi pengaturan kecepatan sangat sukar untuk dilakukan, sementara pada motor DC hal yang sama tidak dijumpai.

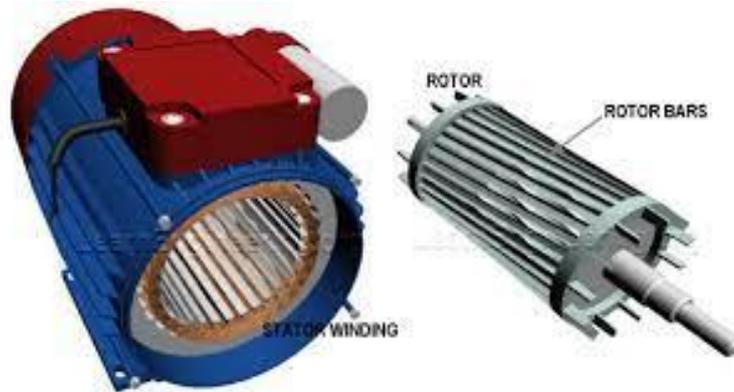


Gambar 2.22 Motor Induksi

Umumnya motor induksi dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fasa yang digunakan, yaitu: motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Sesuai dengan namanya motor induksi satu fasa dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan satu fasa dan motor induksi tiga fasa dengan suplai tegangan tiga fasa. (Zondra et al., 2017)

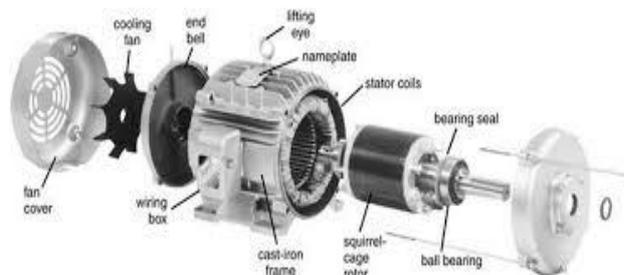
- Motor ac satu fasa adalah motor yang bekerja pada tegangan bolak-balik. Pada setiap setengah cycle akan terjadi pembalikan arah arus medan atau fluksi dan arus jangkar, sehingga arah

kopel yang dihasilkan tetap dan menyebabkan motor tetap berputar dalam arah semula.(Saluet al., 2013)



Gambar 2.23 Motor Induksi 1 fase

- Motor induksi tiga fase. Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyor, jaringan listrik, dan grinder.



Gambar 2.24 Motor Induksi 3 fase

Lamel inti besi stator dan rotor bagian motor dengan garis tengah bagian motor, dengan garis tengah bagian luar dari stator lebih dari 1 m. Bagi motor dengan garis tengah yang lebih besar, lamel inti besi merupakan busur inti segmen yang disambung-sambung menjadi satu lingkaran. Celah udara antara stator dan

rotor pada motor yang kecil adalah 0,25 – 0,75 mm, pada motor yang besar sampai 10 mm. Celah udara yang besar ini disediakan bagi kemungkinan terjadinya perenggangan pada sumbu sebagai akibat pembebanan transversal pada sumbu atau sambungannya. Tarikan pada pita (belt) atau beban yang tergantung tersebut akan menyebabkan sumbu motor melengkung. Konstruksi motor induksi lebih sederhana dibandingkan dengan motor DC, dikarenakan tidak ada komutator dan tidak ada sikat arang. Sehingga pemeliharaan motor induksi hanyabagian mekanik saja, dan konstruksinya yang sederhana motor induksi sangat handal dan jarang sekali rusak secara elektrik. 30 Bagian motor induksi yang perlu dipelihara rutin adalah pelumasan bearing, dan pemeriksaan kekencangan baut-baut kabel pada terminalbox karena kendor atau bahkan lepas akibat pengaruh getaran secara terus menerus.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian dimaksudkan agar penelitian berjalan dengan baik dan berurutan. Dengan adanya prosedur penelitian diharapkan penelitian dapat berjalan dengan lancar dan mendapatkan hasil yang maksimal.

### 3.1 Data informasi awal perancangan

Spesifikasi awal yang ditetapkan oleh perancang

- 1) Kapasitas yang diinginkan : < 50KG

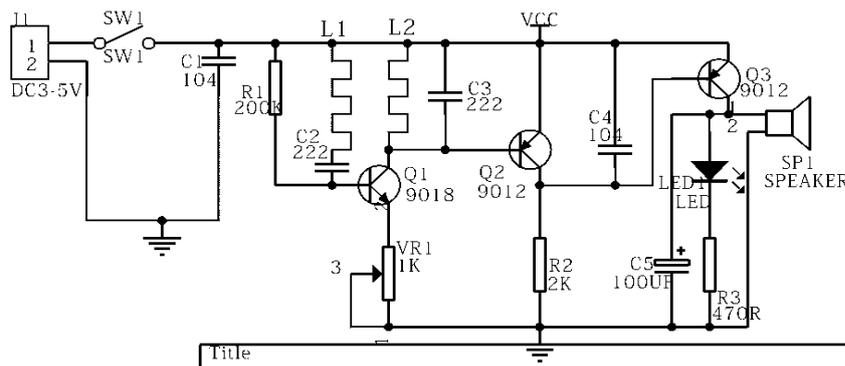
Lokasi dan temperatur

- 1) Lokasi : Outdoor (JNE)
- 2) Temperatur : 23oC-37oC

#### A. Perakitan metal detektor

a. Spesifikasi:

1. Tegangan operasi: DC 3-5V
2. Arus operasi: 40mA
3. Arus siaga: 5mA
4. Jarak deteksi: 60mm
5. Mode Alarm: Suara/cahaya
6. Ukuran PCB: 86\*61mm



Gambar 3.1 : gambar rangkaian metal detektor

## 3.2 Alat dan Bahan

### A. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pengerjaan pembuatan metal detektor ini adalah:

1. Resistor Film logam R3 470ohm 1pcs
2. Resistor Film logam R2 2K 1pcs
3. Resistor Film logam R1 200K 1pcs
4. potensiometer VR1 100R 1pcs
5. kapasitor keramik C2,C3 0.022uf 2pcs
6. kapasitor keramik C1,C4 0.1uf 2pcs
7. kapasitor elektrolit C5 100uf 1pcs
8. LED merah LED1 5mm 1pcs
9. S9012 Q2,Q3 TO-92 2pcs
10. S9018 Q1 TO-92 1pcs
11. Saklar daya SW1 6\*5mm 1pcs
12. Buzzer SP1 9\*12mm 1pcs
13. soket daya J1 KF301-2P 1pcs
14. PCB MDS-60 1pcs

### B. Peralatan

1. Solder

Solder merupakan alat pemanas yang digunakan untuk menyambungkan sebuah rangkaian atau komponen pada peralatan elektronik. Keterampilan dasar yang sangat diperlukan dalam merakit atau memperbaiki perangkat elektronik di atas biasa disebut teknik menyolder.

2. Penyedot timah

Alat Penyedot Timah Solder (Attractor) merupakan alat yang tergolong vital bagi seorang teknisi elektronika, karena attractor atau penyedot timah solder lazim dan hampir 90% digunakan sebagai alat bantu dalam melepaskan atau mencabut komponen elektronik dari PCB yang telah terpatri kuat.

3. Multi terster

Merupakan alat ukur elektronik yang multifungsi, dimana multimeter dapat digunakan sebagai ampere meter, volt meter, dan Ohm meter. Multimeter ini adalah alat ukur elektrik yang paling sering digunakan dalam dunia otomotif, khususnya untuk

memeriksa semua komponen kelistrikan. Multimeter sering disebut juga AVO meter ataupun multimeter.

Multimeter terdiri dari 2 jenis yaitu multimeter analog dan multimeter digital. Jenis pengukuran dan nilai pengukuran dapat dipilih dengan memutar selector, dan hasil pembacaan akan ditampilkan pada skala angka yang terdapat pada display. Berikut merupakan pengukuran yang biasa dilakukan di bengkel otomotif menggunakan multimeter:

- a. Pengukuran tegangan baterai
- b. Kontinuitas
- c. Pengecekan fuse dan elektrik, sensor-sensor dan aktuator
- d. pengukuran nilai hambatan kabel busi, kabel tegangan tinggi
- e. Berbagai pengecekan dalam sistem starter dan pengisian, dll.

Fungsi : Mengukur arus (AC dan DC), mengukur tegangan, dan hambatan (resistansi)

#### 4. Flux pasta solder

Flux adalah senyawa yang bersifat korosif dan berfungsi untuk menghilangkan lapisan oksidasi dari permukaan benda yang disolder, mencegah pembentukan lapisan oksidasi baru saat disolder, dan menurunkan tegangan permukaan (*surface tension*) timah solder cair.

### 3.3 Langkah-Langkah Pengujian

#### A. Pengukuran Voltase Dimasing-Masing Komponen Penunjang Untuk Mengetahui Perbedaan Tegangan.

Langkah-langkah nya adalah:

1. Letakan beban yang telah ditentukan diatas conveyer
2. Ukur voltase pada input (input supllay),input motor dc, dan input metal detektormenggunakan multimeter
3. Ganti dengan beban berikutnya
4. Ukur kembali di masing-masing input tersebut
5. Catat pada tabel ujicoba

**B. Pengukuran Putaran Motor**

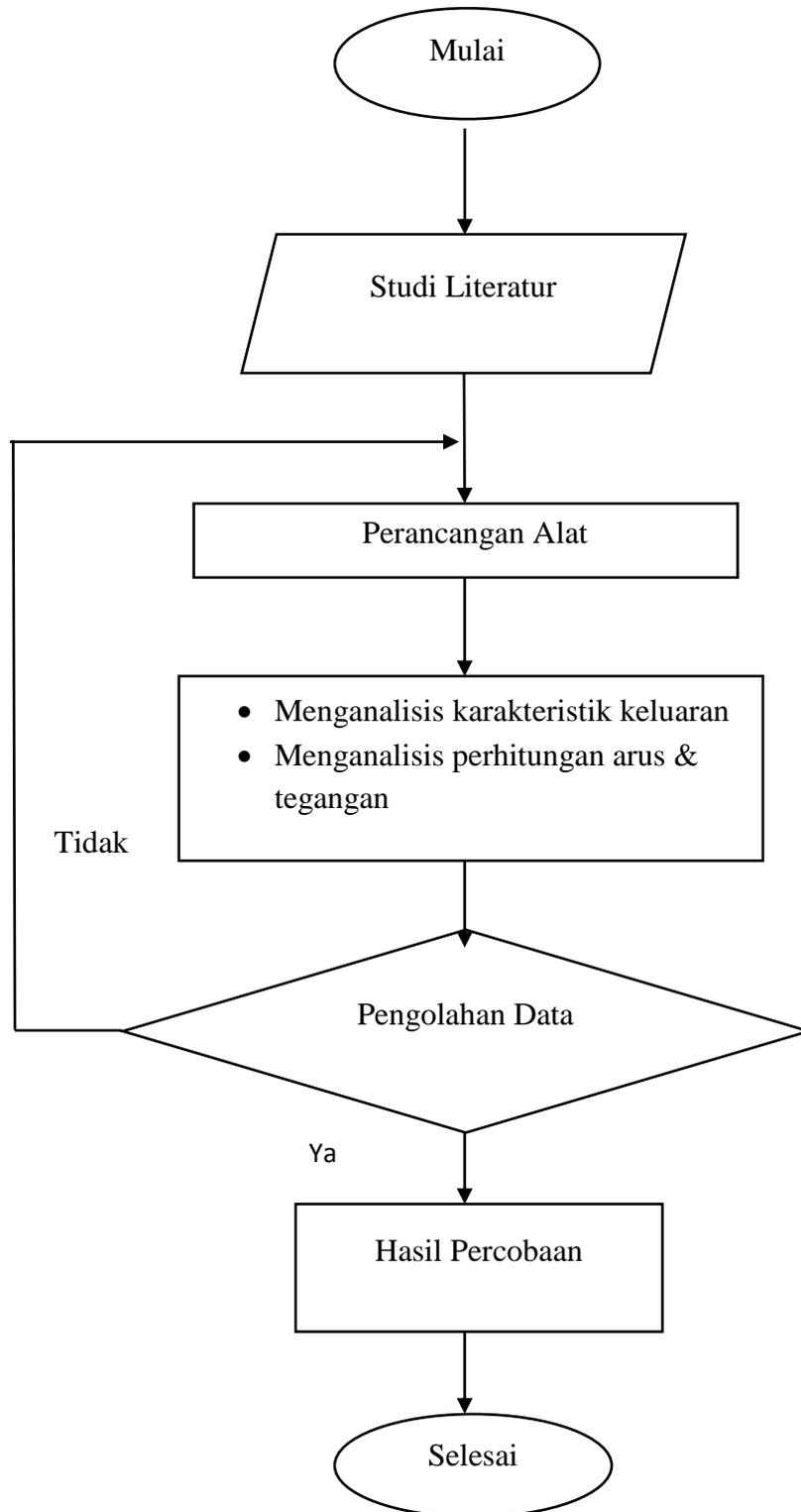
Langkah-langkah nya adalah:

1. Timbang berat beban yang akan di uji
2. Tentukan jarak awal dan jarak akhir beban
3. Letakkan beban pada titik mula yang telah ditentukan
4. Hitung berapa waktu beban untuk sampai di titik akhir
5. Lakukan kembali dengan bebanyang berbeda
6. Catat hasil uji coba pada table

**C. Mengetahui Sensitifitas Terhadap Besaran Logam.**

1. Ukur terlebih dahulu logam yang akan di uji
2. Letakkan

### 3.4 Flowchart perancangan dan pengerjaan



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Percobaan dan Uji

##### A. Persiapan

Untuk mendukung hasil pengukuran dan pendataan pada perancangan alat Conveyor ini, penulis menggunakan beberapa alat pendukung. Adapun alat-alat yang digunakan sebagai berikut:

1. Multimeter digital
2. Neraca /timbangan
3. Mistar /meteran

##### B. Hasil Pengujian

###### 1. Pengujian Arus Tegangan

Pengujian ini dilakukan dengan cara menggunakan multimeter digital agar dapat mengetahui hasil dari Arus di supllay dan Tegangan di Sensor Metal .

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Arus dan Tegangan

No.	Panjang logam (cm)	Arus di supllay (A)	Tegangan di sensor metal (dc volt)
1.	1 cm – 15 cm	0.42 Ampere	3,73 Volt
2.	17 cm – 27 cm	0.44 Ampere	3,71 Volt
3.	30 cm – 45 cm	0.54 Ampere	3,66 Volt

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat hasil Arus Tegangan di sensor digital untuk mendapatkan hasil yang sempurna kita dapat menghitung terlebih dahulu, jika panjang logam besar Arus semakin besar dan untuk Tegangan semakin kecil setelah dapat kita hitung hasilnya adalah untuk Arus sebesar 0,54A dan untuk Tegangan semakin kecil 3,66Volt. Jika panjang logam semakin kecil untuk Arus maka kecil dan Tegangannya semakin besar, dapat kita lihat tabel di atas untuk Arus 0,42A dan untuk Tegangan semakin besar yaitu 3,73Volt.

Dari data hasil yang diperoleh adalah:

1) Daya yang digunakan Sensor Metal

$$P = v/I$$

**Data 1:**

$$v = 3,73 \text{ volt}$$

$$I = 0,42 \text{ A}$$

Penyelesaian :

$$P = v/I$$

$$= 3,73/0,42$$

$$P = 8,880952 \text{ v/A}$$

**Data 2:**

$$v = 3,71 \text{ volt}$$

$$I = 0,44 \text{ A}$$

Penyelesaian :

$$P = v/I$$

$$= 3,71/0,44$$

$$P = 8,431818 \text{ v/A}$$

**Data 3:**

$$v = 3,66 \text{ volt}$$

$$I = 0,54 \text{ A}$$

Penyelesaian :

$$P = v/I$$

$$= 3,66/0,54$$

$$P = 6,777777 \text{ v/A}$$

2. Pengujian Respon Tegangan Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan sensitifitas sensor metal detector terhadap besaran logam yang akan diuji. Metode pengujian ini adalah dengan cara menghasilkan jarak tempuh waktu dikali sensitifitas sensor.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Respon Tegangan Sensor

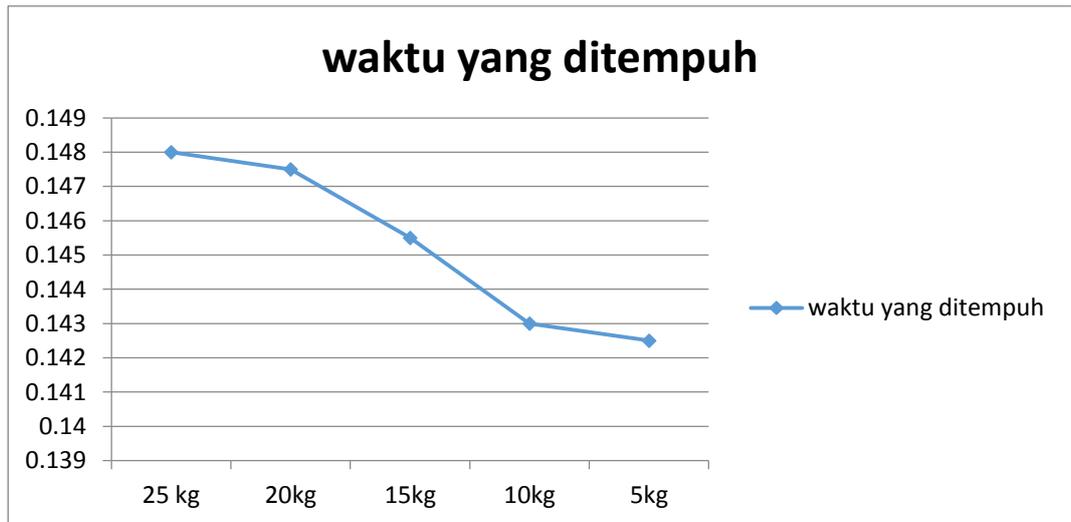
No.	Panjang logam (cm)	Respon Tegangan Sensor (dtk)
1.	1 cm – 15 cm	0,01573 dtk
2.	17 cm – 27 cm	0,01606 dtk
3.	30 cm – 45 cm	0,016291 dtk

Setelah data dari hasil pengujian pada Tabel 4.2 pengujian ini didapat dengan cara menghasilkan jarak tempuh waktu dikali sensitifitas sensor, maka didapatkan rata-rata keakurasian sensor adalah sebesar 11%, Setelah kita hitung jarak tempuh untuk keseluruhan 1meter. untuk Small dapat kita hitung waktu yang ditempuh mencapai 0,1430dtk dikali dengan 11% maka hasil mendapatkan untuk beban 3 adalah 0,01573dtk. Berikut kita hitung juga dengan adanya Medium yg dapat ditempuh mencapai 0,1460dtk dikali dengan11%, setelah kita hitung data keseluruhan jarak tempuh 1meter, dapat kita hitung juga dengan hasil beban 2 adalah 0,01606 dtk. Berikut kita hitung juga dengan adanya beban 1yang dapat ditempuh mencapai 0,1481dtk dikali dengan11%, setelah kita hitung data keseluruhan jarak tempuh 1 meter, dapat kita hitung juga dengan hasil beban 1 adalah 0,016291dtk.

### 3. Lama jarak tempuh beban dalam 1m

Tabel 4.3 Lama jarak tempuh beban dalam 1m

No.	Berat beban (kg)	Jarak tempuh (s)	Waktu yang ditempuh (t)
1.	25 kg	1m	0,1481 dtk
2.	20kg	1m	0,1475dtk
3.	15kg	1m	0,1460 dkt
4.	10kg	1m	0,1449dtk
5.	5kg	1m	0,1430 dtk



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

- A. Prinsip ilmu dasar yang diterapkan dalam pembuatan metal detector ini adalah elektromagnetis sehingga dapat mendeteksi berbagai benda yang terbuat dari metal atau logam. Medan magnet dapat tercipta dengan menggunakan arus listrik. Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Conveyor banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan.
- B. Prinsip kerja belt conveyor adalah mentransport material yang ada di atas belt, dimana umpan setelah sampai di head material ditumpahkan akibat belt berbalik arah.
- C. Bagian-bagian conveyour :
  - 1) Kerangka (*frame*)
  - 2) *Holdback*
  - 3) Skirt
  - 4) Unit Penggerak (*drive units*)
  - 5) *Belt*
- D. Motor DC adalah Motor listrik yang membutuhkan suplai tegangan arus searah atau arus DC (*Direct Current*) pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

#### **5.2 SARAN**

- a) Masih kurangnya data penelitian, dan mungkin bisa ditingkatkan lagi.
- b) Masih terdapat beberapa komponen penunjang untuk *safety human* yang masih belum terpasang, seperti kurangnya pelindung pada mesinnya.
- c) Untuk penulisan perlu ditingkatkan lagi kerapiannya dan tata letaknya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2014). *PENYEDIA DAYA CADANGAN MENGGUNAKAN INVERTER. 2.*
- Darmana, T., Handayani, O., & Rusjdi, H. (n.d.). *MOTOR KONVENSIONAL DENGAN MOTOR LISTRIK ULC PLN.*
- Evalina, N., Nugraha, Y. T., Fakultas, D., Universitas, T., Sumatera, M., Fakultas, D., Universitas, T., & Pendahuluan, I. (2019). *ANALISIS PERUBAHAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 PHASA DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER 3G3MX2. 2-5.*
- 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. <https://doi.org/10.32487/jtt.v4i2.175>
- Motor, P., Tiga, S., Tipe, P., Pole, S., & Sinkron, G. (2019). *Jurnal simetrik vol.9, no.2, desember 2019. 9(2), 197-207.*
- Nitrate, A. (2011). Baterai Cerdas Dari Elektrolit Polimer Kitosan-Pva Dengan Penambahan Amonium Nitrat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14(2), 70-77. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v14i2.5314>
- Romi, F., Mubarak, A., Sukmadi, T., & Nugroho, A. (n.d.). *RANCANG BANGUN MODUL PERANGKAT KERAS KONVEYOR BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER.*
- Salu, D. S. T., Lisi, I. F., Tumaliang, I. H., Patras, L. S., Unsrat, J. T. E., & Antekelyahoom, E. (2013). *Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Ac Satu Fasa Dengan Menggunakan Thyristor. 1-9.*
- Tauhid, B. (n.d.). *Perancangan Inverter Satu Fasa PWM dengan Teknik Eliminasi Harmonisa.*
- Teknik, J., Politeknik, E., & Manado, N. (n.d.). *ANALYSIS AND SIMULATION OF DC MOTOR CONTROL SYSTEM.*

- Thowil Afif, M., & Ayu Putri Pratiwi, I. (2015). Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), 95–99. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1>
- Zaky, M., Mufti, A., & Rahman, A. (2018). *Perancangan Sistem Kendali Berbasis GPS ( Global Positioning System ) Pada Kapal Tanpa Awak*. 3(2), 60–67.
- Zondra, E., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Kuning, U. L. (2017). *ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA MOTOR*. 1(2), 1–8.
- El-Sharkawy II, Hassan M, Saha BB, Koyama S, Nasr MM. *Study On Adsorption of Methanol Onto Carbon*
- Rekiyat Suleiman, Clement Folayan, Fatai Anafi, Dangana Kulla. *Transient Simulation of a Flat Plate Solar Collector Powered Adsorption Refrigeration System*. 2012: Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria
- L.W. Wang, R.Z. Wang, Z.S. Lu, C.J. Chen, K. Wang, J.Y. Wu. *The Performance of Two Adsorption Ice Making Test Units Using Activated Carbon and A Carbon Composite as Adsorbents*. 2002: Institute of Refrigeration and Cryogenics, Shanghai Jiao Tong University, 1954 Hua Shan Road, Shanghai 200030, China
- R. Z. Wang, M. Li, Y. X. Xu, J. Y. Wu, H. B. Shou. *A Combined Cycle of Heating and Adsorption Refrigeration: Theory and Experiment*. 2002 : Institute of Refrigeration and Cryogenics, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China
- H. Z. Hassan. *Energy Analysis and Performance Evaluation of the Adsorption Refrigeration System*. 2012: Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Alfaisal University, Takhassusi Street, P.O. Box 50927, Riyadh 11533, Saudi Arabia
- Amber, I., Randolph O.O., and Yinka S.S. *Experimental Determination of The Adsorption Capacity of Synthetic Zeolite A/Water Pair for Solar Cooling Applications*. 2012: Department of Mechanical

Telto, Z.T., S.J. Metcalf, R.E. Critoph, Y. Zhong., R. Thorpe. *Carbon-Ammonia Pairs for Adsorption Refrigeration Applications: Ice Making, Air Conditioning and Heat Pumping*. 2009: School of Engineering - University of Warwick Coventry CV4 7AL – United Kingdom (UK).

## Lampiran

Dokumentasi saat perakitan conveyor



