

**RANCANG BANGUN DAN ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK
DENGAN METODE UMPAN BALIK**

SKRIPSI

OLEH :

PARUBAHAN RAMBE

14.813.0031



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK

DENGAN METODE UMPAN BALIK

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh

Gelar Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin

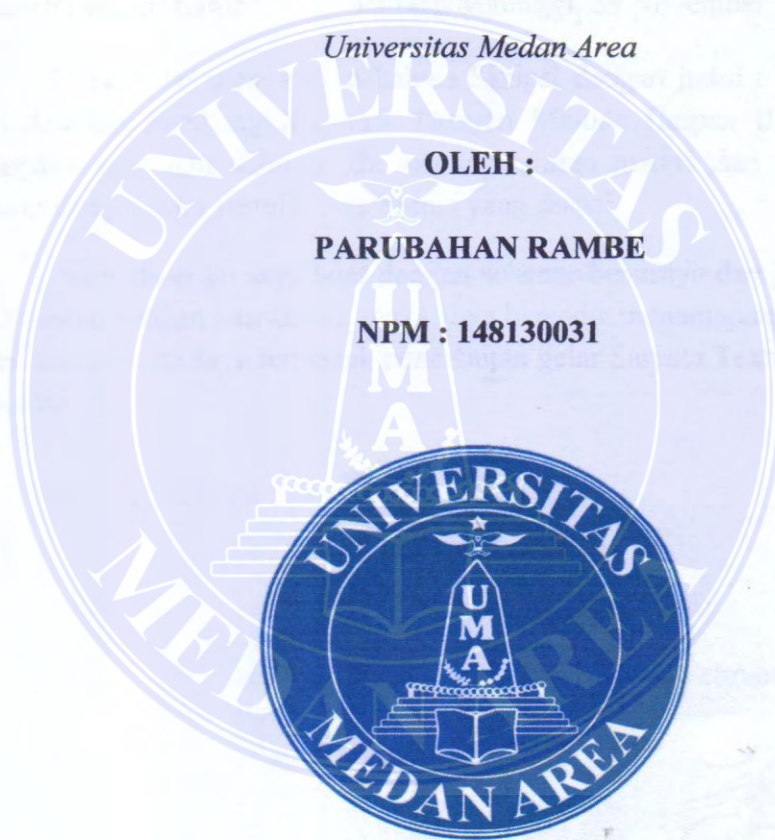
Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

OLEH :

PARUBAHAN RAMBE

NPM : 148130031



PRONGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/10/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)19/10/20

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Dan Analisis Pembangkit Listrik Dengan Metode Umpan Balik

Nama : Parubahan Rambe

Npm : 148130031

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenjang : S1

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing I,

(Ir. H. Amirsyam Nst, MT)
NIDN. 0025125606

Dosen Pembimbing II,

(Muhammad Idris, ST.MT)
NIDN. 0106058104



Dekan

(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST., MT)
NIDN. 0124127101



Ketua Program Studi Teknik Mesin

(Zulfikar, ST., MT.)
NIDN. 0007127307

Tanggal lulus : 10 Februari 2020

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : PARUBAHAN RAMBE

NPM : 148130031

Tempat/Tanggal Lahir : Padang Matinggi, 25 November 1995

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul : “Rancang Bangun Dan Analisis Pembangkit Listrik Dengan Metode Umpan Balik” adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya termasuk pencabutan gelar Sarjana Teknik yang nanti saya dapatkan.

Medan, 10 Februari 2020



Parubahan Rambe

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : PARUBAHAN RAMBE

NPM : 148130031

Program Studi : TEKNIK MESIN

Fakultas : TEKNIK

Jenis Karya : Tugas akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Ringht) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Rancang Bangun Dan Analisis Pembangkit Listrik Dengan Metode Umpan Balik. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalty Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkala data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai hak pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 10 februari 2020



nyatakan

Parubahan Rambe

ABSTRAK

Tingginya tingkat pemakaian dan penggunaan listrik saat ini, merupakan semakin tinggi pula biaya yang akan dikeluarkan, banyaknya sumber energi yang saat ini bisa digunakan dari alam, misalkan dari angin, matahari, air dan lain-lain. Penerapan teknologi tinggi sebagai langkah optimalisasi hasil dari system pembangkit listrik, dengan energy terbarukan merupakan bentuk bayaran kompensasi terhadap kecilnya debit energi yang dihasilkan.

Debit energi yang dihasilkan dari pembangkit energy terbarukan relative lebih kecil dibandingkan dengan debit energy dari sumber tak terbarukan (DjitengMarsudi, 2005). Oleh sebab karena itu penulis tertarik untuk membuat penelitian atau study kasus mengenai konsep *free energy* dengan membuat penelitian rancang bangun dan analisis pembangkit listrik dengan metode umpan balik.

Dengan mengkombinasikan sistim tiga buah motor DC, baterai, puli, fly wheel dan saklar sehingga dapat dihasilkan tegangan motor 3,8 Volt, tegangan pengisi 4,21 Volt, tegangan kapasitor 5,833 Volt dan tegangan beban 4,167 Volt.

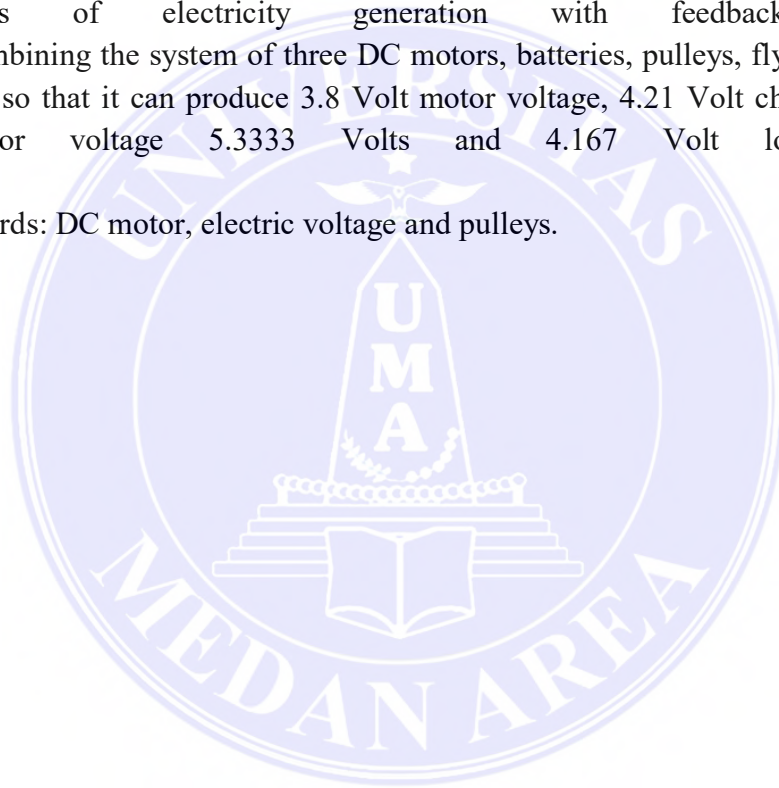
Kata kunci: Motor DC, tegangan listrik dan puli.

ABSTRACT

The high level of usage and use of electricity at this time, is also the higher the costs to be incurred, the number of energy sources that can currently be used from nature, for example from wind, sun, water and others. The application of high technology as a step to optimize the results of the electricity generation system, with renewable energy is a form of compensation for the small discharge of energy produced.

Energy discharge generated from renewable energy generation is relatively smaller compared to energy discharge from non-renewable sources (Djiteng Marsudi, 2005). Therefore, the authors are interested in making research or case studies about the concept of free energy by making engineering research and analysis of electricity generation with feedback methods. By combining the system of three DC motors, batteries, pulleys, fly wheels and a switch so that it can produce 3.8 Volt motor voltage, 4.21 Volt charger voltage, capacitor voltage 5.3333 Volts and 4.167 Volt load voltage.

Keywords: DC motor, electric voltage and pulleys.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan ALLAH SWT karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini, dengan judul **“Rancang Bangun Dan Analisis Pembangkit Listrik Dengan Metode Umpan Balik”**.

Dalam penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar berkat bantuan dari berbagai pihak yang terkait. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.sc., Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST., MT., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Indra Hermawan, ST., MT., Selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ibu Susilawati, S.Kom., M.Kom., Selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Bapak Zulfikar, ST., MT., Selaku Ketua Program studi Teknik Mesin Teknik Universitas Medan Area.
6. Bapak Ir. H. Amirsyam Nst, MT., Selaku Pembimbing I yang telah banyak membantu dan meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberi saran dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Muhammad Idris, ST., MT., Selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu dan meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberi saran dalam penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen-Dosen di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
9. Bagian Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
10. Ayah dan Ibu Beserta Abang dan Adik yang telah banyak memberikan dorongan kepada penulis baik secara moril maupun material.
11. Seluruh sahabat terdekat dan teman sekelas yang memberikan semangat dan dukungan, bantuan dan saran selama menyusun skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua.

Medan, 19 Februari 2020

Penulis,

PARUBAHAN RAMBE

NPM : 148130031



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBARPERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PUBLIKASI	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA	
PENGANTAR	vviii
DAFTAR ISI	vx
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
LANDASAN TEORI	4
2.1. Energi Listrik.....	4
2.1.1. Pengertian Energi Listrik	4
2.1.2. Arus, Tegangan, Hambatan Dan Hukum Ohm	4
2.1.3. Arus Searah dan Arus Bolak-Balik	9
2.2. Sistem Magnet.....	10
2.2.1. Pengertian magnet.....	10
2.2.2. Sifat-Sifat Magnet	11
2.3. Sistem Motor Listrik	11
2.3.1. Pengertian Motor Listrik	11
2.3.2. Prinsip Kerja Motor Listrik	12
2.3.3. Beban Gravitasi	13
2.3.4. Hubungan Putaran, Torsi dan Daya	14
2.4. Sistem Generator.....	15
2.4.1. Pengertian Generator.....	15
2.4.2. Prinsip Kerja Generator.....	16
2.5. Poros (Shaft).....	17
2.5.1. Pengertian Poros.....	17
2.5.2. Klasifikasi Jenis-Jenis Poros	17
2.6. Pasak (Key)	21
2.6.1. Pengertian Pasak (Key)	21
2.7. Bantalan (Bearing)	23
2.7.1. Pengertian Bearing.....	23

2.7.2. Perhitungan Beban dan Umur Bantalan Gelinding	24
2.8. Puli (Pulley)	27
2.8.1. Pengertian Dan Fungsi Puli.....	27
2.9. Kapasitor	28
2.9.1. Pengertian Dan Fungsi Kapasitor.....	28
2.10. Dioda.....	30
2.10.1. Pengertian dan Fungsi Dioda	30
2.10.2. Prinsip Kerja dan Karakteristik Dioda	30
2.11. Kabel (Cable)	31
2.12. Lampu	32
2.13. Saklar.....	34
2.13.1. Pengertian dan Fungsi Saklar.....	34
2.14. Kayu	35
2.15. Baterai	36
BAB III.....	38
PERANCANGAN ALAT	38
3.1. Waktu dan Tempat	38
3.2. Skema Perancangan	38
3.3. Tahapan Perancangan.....	40
3.4. Alat Ukur dan Bahan.....	41
3.5. Skema Rangkaian.....	41
3.6. Cara Kerja Sistem	43
BAB IV	44
HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Perancangan Komponen Mesin Penbangkit.....	44
4.2 Menentukan kekuatan poros transmisi.....	48
4.3 Hasil Pengujian Rancangan.....	49
BAB V.....	52
PENUTUP.....	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN DOKUMEN (AUTOCAD).....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Analogi Arus, Tegangan dan Hambatan	5
Gambar 2.2. Analogi perpindahan electron	6
Gambar 2.3. Analogi tegangan anatra 2 titik	7
Gambar 2.4. Analogi arus searah	9
Gambar 2.5. Analogi arus bolak-balik	10
Gambar 2.9. Motor listrik.....	12
Gambar 2.10. Prinsip kerja motor listrik.....	13
Gambar 2.11. Generator.....	15
Gambar 2.12. Prinsip DC generator (dynamo)	16
Gambar 2.13. Prinsip dasar gaya gerak listrik	17
Gambar 2.14. Poros.....	19
Gambar 2.15. Gaya-gaya pada pasak.....	22
Gambar 2.16. Jenis-jenis Bantalan Gelinding.....	23
Gambar 2.17. Puli	28
Gambar 2.18. Rangkaian sederhana kapasitor	29
Gambar 2.19. Kapasitor	30
Gambar 2.20. Prinsip kerja dioda.....	31
Gambar 2.21. Kabel	32
Gambar 2.22. Animasi sumber arus dari baterai.....	33
Gambar 2.23. Animasi sumber arus dari PLN(generator)	33
Gambar 2.24. Jenis-jenis saklar	35
Gambar 2. 25. Kayu	36
Gambar 2.26. Baterai kering dan baterai basah	37
Gambar 3.1. Alur rangkaian.....	39
Gambar 3.2. Skema Rangkaian.....	42
Gambar 3.3. Gambar Hasil Rancang Bangun	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tahanan jenis sebuah konduktor.....	8
Tabel 2.2. Faktor-faktor V, X, Y dan X_0 , Y_0 Sumber: Soelarso (135: 2004) ...	24
Tabel 2.3. Perhitungan beban ekivalen Sumber: Sularso (143: 2004).....	26
Tabel 3.1. Alat Ukur dan Bahan.....	41
Tabel 4 1 Hasil pengukuran masing-masing tegangan dan arus.....	49



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan suatu energi yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Dewasa ini, hampir seluruh aktivitas membutuhkan energi listrik, seperti transportasi, alat-alat rumah tangga, peralatan kantor atau pekerjaan dan lain-lain.

Sampai dengan akhir tahun 2016 kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik di Indonesia mencapai 59.656,30 MW yang terdiri dari pembangkit PLN sebesar 41.133,73 MW dan Non PLN sebesar 18.522,57 MW dibandingkan dengan tahun 2015 sebesar 55.528,10 MW, maka kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik naik sebesar 4.128,20 MW atau 7,43%. [1]

Total jaringan distribusi naik menjadi 888.459,08 kms yang terdiri dari JTM (Jaringan Tegangan Menengah) sepanjang 359.747,24 kms dan JTR (Jaringan Tegangan Rendah) sepanjang 528.711,84 kms.

Untuk Gardu Induk naik sebesar 6.246,50 MVA atau 6,74 % yaitu dari 92.651 MVA pada tahun 2015 menjadi 98.897,50 MVA pada akhir tahun 2016, dan pada akhir tahun 2016 mencapai 50.151,14 MVA. Jumlah Gardu Distribusi mengalami kenaikan sejumlah 27.977 unit atau 6,9% yaitu dari 405.534 unit di tahun 2015 menjadi 433.511 unit di tahun 2016 [2]

Tingginya tingkat pemakaian dan penggunaan listrik saat ini, merupakan semakin tinggi pula biaya yang akan dikeluarkan, banyaknya sumber energi yang

saat ini bisa digunakan dari alam, misalkan dari angin, matahari, air dan lain-lain. Penerapan teknologi tinggi sebagai langkah optimalisasi hasil dari system pembangkit listrik, dengan energy terbarukan merupakan bentuk bayaran kompensasi terhadap kecilnya debit energi yang dihasilkan.

Kita tahu bahwa debit energi yang dihasilkan dari pembangkit energy terbarukan relative lebih kecil dibandingkan dengan debit energy dari sumber tak terbarukan (DjitengMarsudi, 2005). Oleh sebab karena itu penulis tertarik untuk membuat penelitian atau study kasus mengenai konsep *free energy* dimana penulis memfokuskan pada bagian **“Rancang Bangun Dan Analisis Pembangkit Listrik Dengan Metode Umpan Balik”**

1.2. Rumusan Masalah

Dalam melakukan percobaan penelitian mengenai system pembangkit listrik, generator diterapkan beberapa rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana mendapatkan nilai arus dan tegangan keluaran yang optimal yang sesuai dengan kapasitas generator pencatu ulang (*charger*) maupun generator utama (primer). (Djiteng Marsudi, 2005)
2. Bagaimana mengetahui sifat putaran pada motor penggerak dan putaran generator penghasil, secara terus-menerus.
3. Bagaimana hasil penelitian ini dapat sebagai pembelajaran penting mengenai konsep *free energy* pada generator.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah perancangan dan analisis pembangkit listrik, putaran, dan energi.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh generator terhadap konsep *free energy*, dengan metode penggerak awal adalah motor dan selanjutnya akan berjalan secara terus-menerus atau umpan balik.
2. Penelitian ini adalah sebagai pembuktian apakah konsep perancangan *free energy* berlaku pada sistem generator secara terus-menerus.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Sebagai pembuktian apakah konsep *free energy*, berlaku pada generator secara terus-menerus dengan efisiensi yang sama.
2. Sebagai referensi terhadap siapapun yang akan membuktikan kembali teori *free energy*, pada sistem generator dengan metode umpan balik
3. Berfungsi sebagai sumber energi yang baik secara biaya, apabila penelitian ini berhasil dan dapat dikembangkan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Energi Listrik

2.1.1. Pengertian Energi Listrik

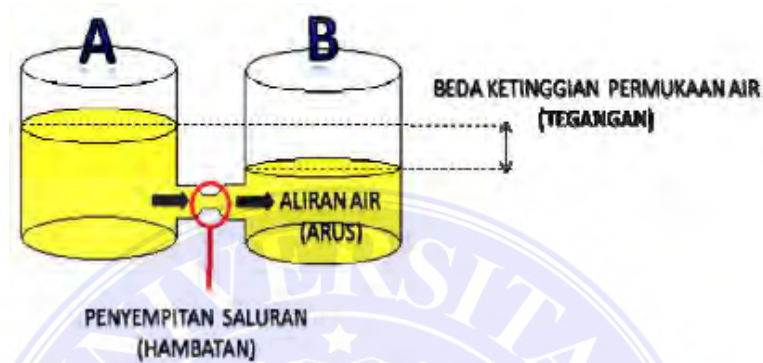
Energi listrik adalah energi yang bersumber dari muatan listrik yang dapat menimbulkan medan listrik, Bergeraknya elektron pada pengantar listrik (konduktor) atau ion (positif/ negatif) pada zat cair atau gas. Listrik mempunyai satuan Ampere dengan simbol A, dan tegangan listrik bersimbol V dengan satuan volt, dengan ketetapan kebutuhan penggunaan daya listrik Watt yang diberi simbol W. [3]

Energi listrik bisa diciptakan oleh sumber energi yang lain, bahkan dapat memberikan energi yang nantinya bisa dikonversikan ke energi lain. Secara singkatnya, energi listrik adalah energi yang mampu menggerakkan muatan-muatan listrik pada suatu beda potensial tertentu.

2.1.2. Arus, Tegangan, Hambatan Dan Hukum Ohm

Untuk lebih memahami konsep arus, tegangan dan hambatan, gambar 2.1 dapat di gunakan untuk mengilustrasikan konsep arus, tegangan dan hambatan. Di tunjukkan dua buah wadah yang terhubung satu dengan lainnya, melalui sebuah pipa yang di persempit untuk menghambat aliran. Tegangan dapat di ibaratkan beda ketinggian diantara kedua wadah yang menyebabkan terjadinya aliran air. Semakin besar perbedaan ketinggian air, semakin kuat keinginan air untuk

mengalir. Arus di ibaratkan jumlah air yang mengalir setiap detiknya melalui pipa, sedangkan hambatan di ibaratkan semua hambatan yang dijumpai air saat mengalir di dalam pipa. Semakin besar pipa maka semakin kecil hambatan alirnya dan semakin besar arus air yang mengalir, begitu sebaliknya.[4]



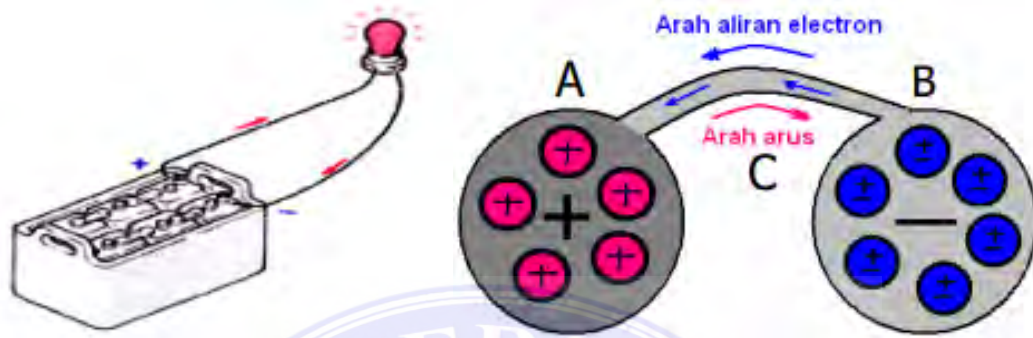
Gambar 2.1. Analogi Arus, Tegangan dan Hambatan

a. Arus (I)

Air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah, semakin tinggi perbedaan antara dua level air tersebut maka akan semakin besar aliran/ arus air mengalirnya. Hal yang sama juga terjadi pada sistem kelistrikan. Arus listrik mengalir dari level potensial yang tinggi ke level potensial yang rendah, potensial yang tinggi disebut potensial positif (+) dan potensial rendah disebut potensial negatif (-). Ketika 2 konduktor (A) dan (B) yang bermuatan positif dan negatif dihubungkan dengan kawat penghantar (C), elektron-elektron bebas yang berada pada konduktor (B) akan ditarik oleh konduktor (A) melalui penghantar (C).

Hal ini akan menyebabkan arus elektron dari konduktor (B) yang bermuatan negatif ke konduktor (A) yang bermuatan positif. Pergerakan elektron inilah yang kemudian menyebabkan terjadinya arus dari konduktor (A) yang

bermuatan positif ke konduktor (B) yang bermuatan negatif. Seperti pada tampak gambar 2.2 di bawah ini:



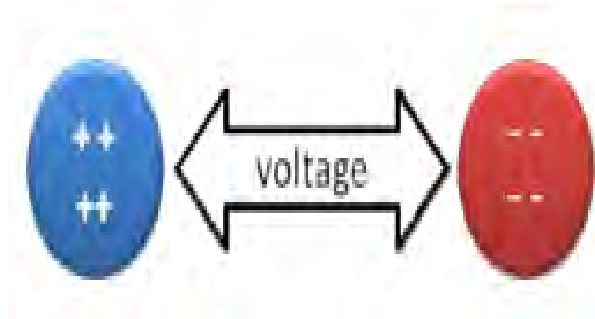
Gambar 2.2. Analogi perpindahan electron

Banyaknya muatan listrik (elektron) yang mengalir melalui suatu titik pada sebuah penghantar yang besarnya adalah: $1 \text{ Q} = 6.25 \times 10^{18}$ elektron. Arus listrik adalah jumlah muatan listrik yang mengalir melalui suatu titik tertentu selama satu detik. Satuan arus listrik adalah coloumb per second atau Ampere dengan simbol "A".

b. Tegangan (V)

Tegangan (voltage) adalah gaya yang mengakibatkan terjadinya arus listrik. Tegangan terjadi akibat adanya beda/selisih potensial antara dua ujung konduktor. Beda potensial terjadi karena perbedaan jumlah elektron pada ujung konduktor. Arus listrik akan mengalir dari tegangan yang tinggi (+) ke tegangan yang rendah (-). Satuan tegangan listrik adalah Volt dan disimbolkan "V". Tegangan dihasilkan antara 2 titik, yaitu satu titik bermuatan positif dan satu titik bermuatan negatif. Tegangan akan timbul walaupun tidak terjadi aliran arus, tetapi

tidak akan mengalir jika tidak ada beda potensial. Seperti pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3. Analogi tegangan antara 2 titik

c. Hambatan (R)

Ketika elektron bebas berjalan melalui sebuah logam, elektron-elektron itu melalui molekul yang akan memperlambat kecepatan jalannya. Perlambatan kecepatan itu merupakan hambatan yang umumnya disebut dengan resistansi atau hambatan listrik. Kawat tembaga digunakan untuk menghantarkan arus listrik karena kawat tembaga memiliki hambatan yang kecil terhadap aliran listriknya. [5]

Satuan hambatan listrik adalah ohm dan simbolnya adalah Ω . Hambatan suatu penghantar dikatakan satu bila besarnya hambatan tersebut menyebabkan mengalirnya arus sebesar 1 A, bila pada kedua ujung penghantar dihubungkan dengan sumber tegangan sebesar 1 volt (pada temperatur konstan). Adapun harga hambatan pada sebuah penghantar dipengaruhi oleh bahan penghantar, luas penampang penghantar dan temperatur. Harga hambatan pada konduktor dapat dihitung dengan rumus:

$$R = L \frac{\rho}{A} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana:

R = Hambatan (Ohm)

ρ = Tahanan jenis (Ohmmeter)

L = Panjang kawat (Meter)

A = Luas penampang kawat (m²)

Setiap material memiliki tahanan jenis yang berbeda-beda pada temperatur (Ω) at 20°c seperti pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1. Tahanan jenis sebuah konduktor

No	Material	$\rho(\Omega)$ at 20°c
1	Cooper(murni lembut)	1,724 x 10 ⁻⁶
2	Cooper(murni keras)	1,777 x 10 ⁻⁶
3	Baja rendah	9,69 x 10 ⁻⁶
4	Besi cor	19,1 x 10 ⁻⁶
5	Almunium(lembut)	2,73 x 10 ⁻⁶
6	Almunium(keras)	2,83 x 10 ⁻⁶
7	Nickel(100% pure)	10,4 x 10 ⁻⁶
8	Emas	2,2 x 10 ⁻⁶
9	Lead	20,0 x 10 ⁻⁶
10	Air keras	85,1 x 10 ⁻⁶
11	Perak	1,59 x 10 ⁻⁶
12	Seng	6,21 x 10 ⁻⁶
13	Nichrome	100,0 x 10 ⁻⁶
14	Manganin	47,8 x 10 ⁻⁶

d. Hukum Ohm

Hukum Ohm menyatakan bahwa besar arus yang mengalir pada suatu konduktor pada suhu tetap sebanding dengan beda potensial antara kedua ujung-ujung konduktor. Hukum Ohm dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana:

I = Arus (Ampere)

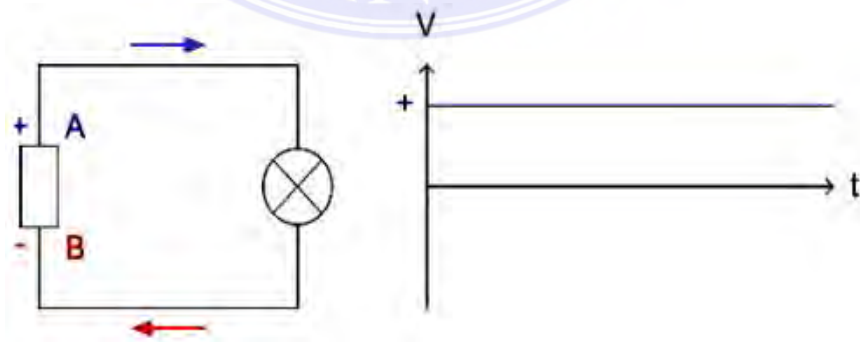
V = Tegangan (Volt)

R = Hambatan (Ohm)

2.1.3. Arus Searah dan Arus Bolak-Balik

a. Arus Searah (Direct Current)

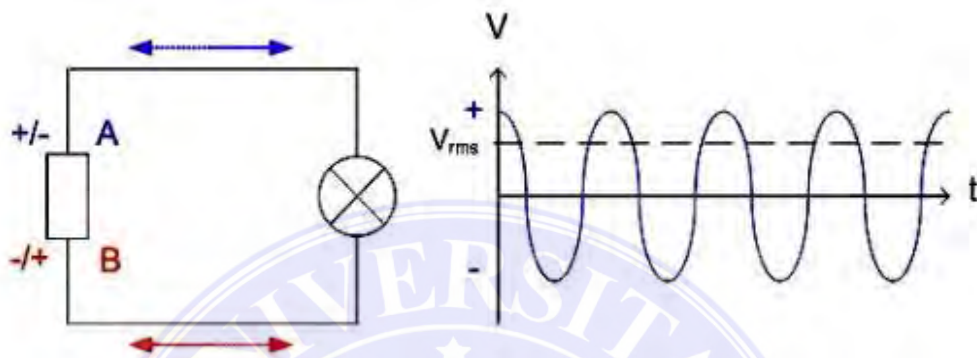
Arus searah (DC) adalah arus yang mengalir dalam arah yang tetap (konstan), dimana masing-masing terminal selalu tetap polaritasnya. Misal, sebagai kutub (+) selalu menghasilkan polaritas positif begitu pula sebaliknya. Contoh sumber arus searah (DC) adalah battery dan dynamo.



Gambar 2.4. Analogi arus searah

b. Arus Bolak-balik (Alternating Current)

Arus bolak-balik (AC) adalah arus yang mengalir dengan polaritas yang selalu berubah-ubah. Dimana masing-masing polaritas terminalnya yang selalu bergantian. Contoh sumber arus bolak-balik adalah: Alternator (AC generator) dan Pembangkit Listrik Negara (PLN).



Gambar 2.5. Analogi arus bolak-balik

2.2. Sistem Magnet

2.2.1. Pengertian magnet

Dalam kehidupan sehari-hari, kita selalu berdekatan dengan magnet. Bumi merupakan salah satu magnet raksasa, tubuh dan benda-benda di sekeliling kita banyak yang mempunyai sifat magnet. Daerah di sekitar sumber magnet dinamakan medan magnet, medan magnet mempunyai kekuatan untuk menarik dan menolak bahan-benda yang mempunyai sifat kemagnetan..

Medan magnet ini muncul pada suatu konduktor yang dialiri arus, kemagnetan dan kelistrikan yang akan menyebabkan terjadinya bolak balik sebagai penyebab dan akibat, sering di sebut sebagai medan elektromagnet. Penerapan medan magnet dan medan elektromagnet sudah sangat banyak dalam berbagai bidang.

Magnet adalah sebuah benda logam yang mempunyai sifat menarik benda-benda besi. Terdapat 2 (dua) macam magnet, yaitu:

1. Magnet alam, adalah magnet yang terdapat pada batu besi magnet.
2. Magnet buatan, adalah besi dengan cara tertentu dibuat menjadi magnet.

Pada magnet buatan, bila dapat menyimpan kemagnetannya dengan baik (lama) disebut magnet permanen, sedangkan bila dapat menyimpan kemagnetan hanya sementara disebut remanen magnet.

2.2.2. Sifat-Sifat Magnet

- a. Pada ujung-ujung sebuah magnet terdapat kutub utara (N pole) dan kutub selatan (S pole)
- b. Kutub-kutub yang senama akan saling tolak-menolak, sedangkan kutub-kutub yang tidak senama akan saling tarik menarik.
- c. Kemagnetan yang terkuat terdapat pada ujung-ujungnya.
- d. Magnet mempunyai garis-garis gaya magnet yang mengarah dari kutub utara ke kutub selatan di luar magnet, sedangkan di dalam magnet mengarah dari kutub selatan ke kutub utara.

2.3. Sistem Motor Listrik

2.3.1. Pengertian Motor Listrik

Motor listrik merupakan komponen dimana perubahan bentuk energi listrik menjadi energi mekanis, perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektromagnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa : kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan

kutub-kutub tidak senama tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

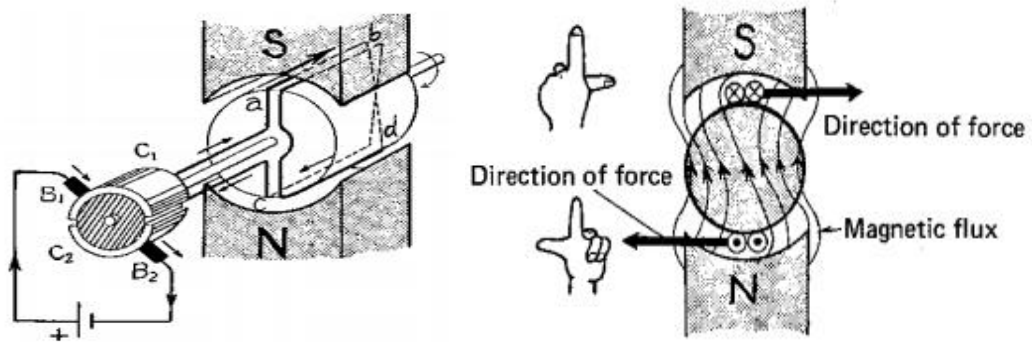


Gambar 2.6. Motor listrik

2.3.2. Prinsip Kerja Motor Listrik

Bila sebuah konduktor yang dialiri arus listrik diletakkan diantara kutub utara dan selatan magnet, maka konduktor akan terlempar keluar dari kutub-kutub magnet tersebut. Garis gaya magnet yang mengelilingi masing-masing konduktor akan saling mempengaruhi, dimana garis-garis gaya yang searah akan tarik menarik, sedangkan garis-garis gaya yang berlawanan akan tolak menolak.

Pada sebuah motor listrik, diantara kutub magnet N (utara) dan S (selatan) terdapat sebuah konduktor yang berujung di C1 dan C2 (setengah cincin tembaga yang disebut commutator). Dua buah sikat arang atau brush B1 dan B2 yang berhubungan dengan commutator memungkinkan arus mengalir ke konduktor. Bagian yang dapat berputar ini disebut dengan armature. Peristiwa terjadinya pergerakan armature atau dalam komponen motor listrik dianalogikan pada gambar 2.10 berikut ini:



Gambar 2.6. Prinsip kerja motor listrik

Konduktor yang terletak didekat kutub S akan bergerak ke kanan dan konduktor yang terletak didekat kutub N akan bergerak ke kiri. Gabungan dari gerak tersebut akan memutar armature searah jarum jam (sesuai dengan kaidah tangan kiri fleming). Bila arus pada konduktor tersebut di balik, maka putaran armature akan berbalik, karena sesuai prinsip elektromagnet berpengaruh terhadap arah arus ke konduktor atau armature tersebut.

2.3.3. Beban Gravitasi

Bila suatu objek diangkat melawan gaya gravitasi (g), diperlukan suatu gaya untuk mengimbangi gaya gravitasi. Ini disebut beban gravitasi, Gaya (F) diperlukan untuk mengangkat objek dengan massa (m) pada kecepatan (v) adalah:

$$F = m \cdot g \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana:

$$F = \text{Gaya (N)}$$

$$m = \text{Massa benda (kg)}$$

$$g = \text{Gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

Massa benda pada beban gravitasi ini merupakan berat total dari pisau pemotong yaitu:

$$m = V \cdot i \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana:

m = Massa benda (kg)

V = Volume (cm³)

i = Panjang (cm)

2.3.4. Hubungan Putaran, Torsi dan Daya

Jika hasil jari-jari suatu benda diberikan kecepatan putaran, maka:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n / 60 \dots\dots\dots 2.5$$

Sehingga besarnya torsi yaitu:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots 2.6$$

Maka didapatkan besarnya daya motor:

$$P_m = F \cdot \omega \dots\dots\dots 2.7$$

Dimana:

r = Jari-jari (m)

n = Putaran (rpm)

F = Gaya (N)

ω = Kecepatan Putar (rad/s)

T = Momen Putar Torsi (N.m)

P_m = Daya Motor (Watt)

2.4. Sistem Generator

2.4.1. Pengertian Generator

Generator adalah sebuah alat yang merubah garis-garis gaya magnet yang memotong coil menjadi tenaga listrik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tetapi tidak menciptakan air di dalamnya.



Gambar 2.8. Generator

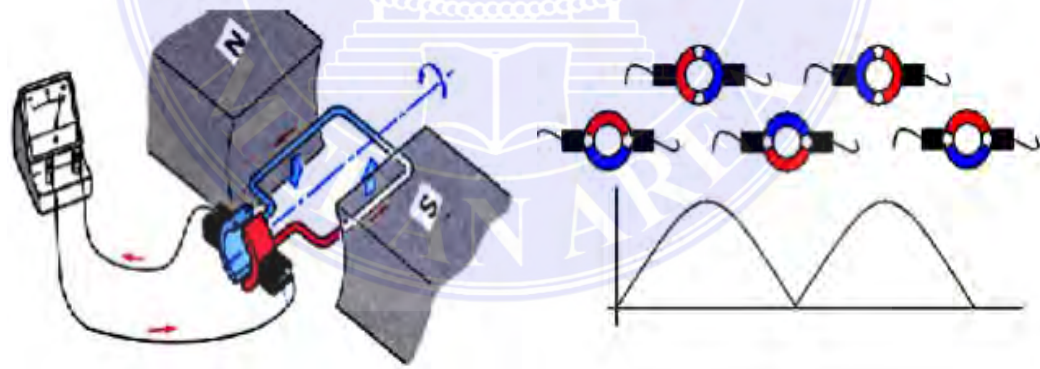
Pada alternator ditandai dengan tidak adanya magnet tetap, dengan demikian alternator harus diberikan arus listrik awal agar tercipta medan magnet. Bagian yang berputar pada alternator disebut rotor coil atau field coil yang sekaligus sebagai pembangkit medan magnet bila coil tersebut dialiri arus.

Sedangkan bagian yang diam disebut Stator coil atau armature coil, armature coil inilah yang kemudian akan mengeluarkan arus listrik bila field coil berputar. Ketika rotor diputar searah jarum jam, maka induksi gaya gerak listrik akan maksimum pada 90° dan 270° , serta akan minimum pada 180° dan 360° .

Dengan demikian, arus listrik selalu berbeda polaritas setiap 180° . Polaritas yang demikian ini disebut dengan arus bolak-balik atau Alternating Current.

Pada DC generator, ditandai dengan adanya medan tetap, sedangkan armature coilnya berputar didalam magnet tersebut. Akibatnya terjadilah pemotongan garis gaya magnet oleh armature coil sehingga pada armature coil akan ada arus listrik. Pada shaft armature terdapat commutator (cincin yang terbelah belah).

Adanya cincin ini menyebabkan arus yang berbalik polaritasnya selalu diarahkan ke tempat yang sama. Dengan demikian walaupun pada armature coil terjadi polaritas bolak balik, tetapi keluarannya setelah melewati commutator memiliki polaritas yang selalu tetap. Arus yang polaritasnya tetap ini dinamakan arus searah atau Dirrect Current.

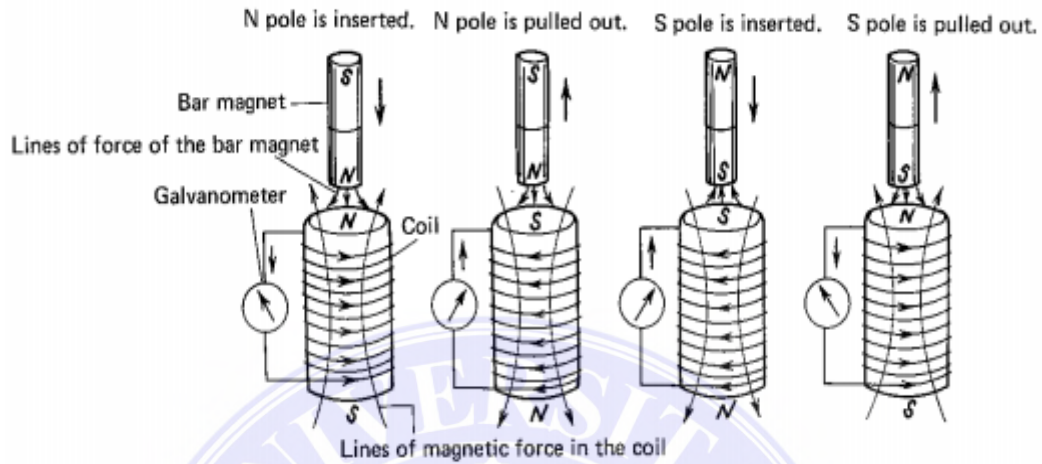


Gambar 2.7. Prinsip DC generator (dynamo)

2.4.2. Prinsip Kerja Generator

Bila sebuah konduktor digerak-gerakkan memotong garis gaya magnet, maka pada konduktor akan mengalir arus listrik (Hukum Faraday). Medan magnet di dalam lilitan akan berubah yang mengakibatkan gaya gerak listrik sehingga

arus akan mengalir. Hal ini disebut dengan induksi elektromagnet, seperti tampak pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.8. Prinsip dasar gaya gerak listrik

Bila sebuah konduktor yang berada dalam medan magnet, digerakkan memotong medan magnet tersebut, maka pada konduktor akan timbul gaya gerak listrik (timbul arus listrik).

2.5. Poros (Shaft)

2.5.1. Pengertian Poros

Poros adalah salah satu elemen mesin yang sangat penting perannya dalam mekanisme suatu mesin, semua motor yang meneruskan daya putar ke elemen mesin yang lainnya harus melalui poros. Poros berfungsi untuk meneruskan gaya baik berupa puntir, torsi atau bending dari satu bagian ke bagian lainnya.

2.5.2. Klasifikasi Jenis-Jenis Poros

a. Poros transmisi

Poros ini tidak hanya sebagai pendukung dari elemen mesin yang diputar, tetapi juga menerima beban dan meneruskan momen atau torsi. Beban yang diterima dapat berupa beban puntir murni maupun kombinasi beban puntir bending. Misalnya poros kopling, poros roda gigi, dan lain-lain.

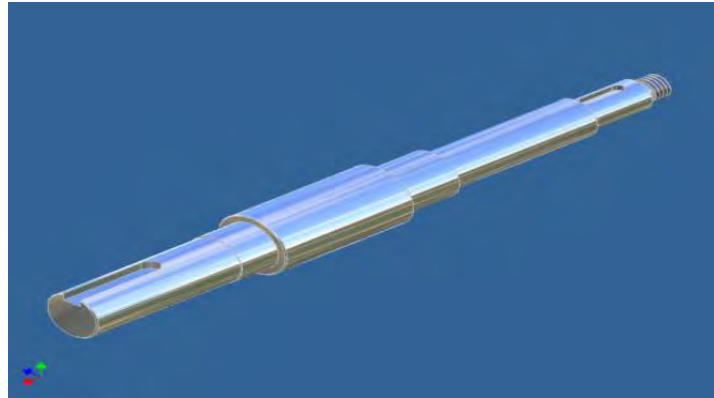
b. Poros spindel

Poros jenis ini adalah poros yang relatif pendek, dan hanya menerima beban puntir murni, walaupun sebenarnya beban lenturnya juga ada, tetapi relatif kecil dibandingkan beban puntirnya. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

c. Poros gandar

Poros jenis ini adalah poros yang tidak menerima beban puntir, ada yang terpasang secara tetap pada pendukungnya, dan ada pula yang ikut berputar bersama-sama dengan elemen mesin yang terpasang padanya. Dalam hal ini poros tersebut hanya menerima beban lentur. Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan atas poros lurus umum, poros engkol sebagai poros utama pada motor bakar torak, poros luwes untuk transmisi daya kecil agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah, dan lain-lain.

Poros pada umumnya terbuat dari baja batang yang ditarik dengan pengerjaan dingin dan di-*finishing*. Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat, umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan permukaan yang tahan terhadap keausan.



Gambar 2.9. Poros

Besarnya momen puntir yang diterima oleh poros dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T_d = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \dots\dots\dots 2.8$$

Bila poros dikenai beban puntir maka akan terjadi tegangan geser, hal ini juga dipengaruhi oleh faktor bahan poros. Sf_1 sebesar 5,6 untuk bahan SF (ditempa dari ingot yang di 'kill' ; kekuatan dijamin). Juga dipengaruhi oleh faktor kekasaran permukaan, Sf_2 diambil sebesar 1,3-3,0. Jadi tegangan geser poros yang diijinkan bila beban torsi diberikan pada poros adalah :

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots 2.9$$

Mengingat pengaruh kelelahan karena beban berulang maka diberikan faktor koreksi, K_l untuk momen puntir dan K_m untuk momen lentur. Kemudian dapat diketahui perhitungan diameter poros dengan beban puntir dan lentur :

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_l T_d)^2} \right]^{1/3} \dots\dots\dots 2.10$$

dimana :

K_m = faktor keadaan momen lentur

- M = momen lentur (kg.mm)
- K_i = faktor keadaan momen puntir
- T_d = momen puntir rencana (kg.mm)
- d_s = diameter poros (mm)
- τ_a = tegangan yang diijinkan (kg/mm²)
- σ_b = kekuatan tarik bahan (kg/mm²)
- n = putaran poros (rpm)
- Sf_1 = faktor bahan poros
- Sf_2 = faktor kekasaran permukaan

Nilai K_1 diambil sebesar 1 untuk beban yang dikenakan secara ringan, 1-1,5 jika terjadi sedikit kejutan, dan 1,5-3 untuk beban yang dikenakan dengan kejutan besar. Nilai K_m diambil sebesar 1,5 untuk pembeban momen lentur tetap, 1,5-2 untuk beban dengan tumbukan ringan, dan 2-3 untuk beban dengan tumbukan berat.

Kekuatan poros terhadap lenturan juga perlu diperiksa, lenturan yang terjadi perlu dibatasi sampai 0,35 mm untuk setiap 1 meter jarak bantalan. Lenturan poros y yang ditumpu secara kaku dengan bantalan dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$y = 3,23 \times 10^{-4} \times \frac{Fl_1^2 F_2^2}{d_s^4 l} \dots\dots\dots 2.11$$

dimana :

- y = kekakuan poros (mm)
- F = gaya resultan pada poros (kg)
- l = jarak antara bantalan penumpu (mm)
- l_1 dan l_2 = jarak dari bantalan yang bersangkutan ke titik pembebanan (mm)

Putaran kritis poros dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$N_c = 52700 \times \frac{d_s^2}{l_1 l_2} \sqrt{\frac{1}{W}} \dots\dots\dots 2.12$$

dimana :

N_c = putaran kritis poros (rpm)

W = beban pada poros (kg)

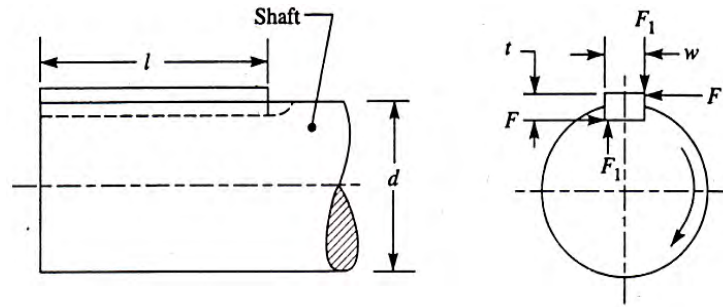
2.6. Pasak (Key)

2.6.1. Pengertian Pasak (Key)

Pasak adalah suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti roda gigi, sproket, puli, kopling, dan lain-lain. Menurut letaknya pada poros dapat dibedakan antara pasak pelana, pasak rata, pasak benam, dan pasak singgung, yang umumnya berpenampang segi empat. Dalam arah memanjang dapat berbentuk prismatis atau berbentuk tirus. Pasak benam prismatis ada yang khusus dipakai sebagai pasak luncur.

Pada pasak yang rata, sisi sampingnya harus pas dengan alur pasak agar pasak tidak menjadi goyah dan rusak. Umumnya dipilih bahan yang mempunyai kekuatan tarik lebih dari 60 [kg/mm²], lebih kuat dari pada porosnya. Sebagai contoh ambilah suatu poros yang dibebani dengan puntiran murni atau gabungan antara puntiran dan lenturan, dimana diameter poros dan pasak serta alurnya akan ditentukan.

Suatu pasak yang menghubungkan poros dan naaf ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.10. Gaya-gaya pada pasak

Torsi yang ditransmisikan oleh poros

$$T = 9,47 \times 10^5 \times \frac{Pd}{ni} \dots\dots\dots 2.13$$

Gaya tangensial poros

$$F = \frac{T}{\left(\frac{ds}{2}\right)} \dots\dots\dots 2.14$$

Tegangan geser ijin,

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{S_{f1} \times S_{f2}} \dots\dots\dots 2.15$$

Panjang pasak,

$$l = \frac{F}{b \times \tau_a} \dots\dots\dots 2.16$$

dimana :

T = Torsi yang diteruskan oleh poros

F = Gaya Tangensial yang terjadi pada keliling poros

d = diameter poros

l = panjang pasak

b = lebar pasak

t = tebal pasak

τ dan σ_c = tegangan geser dan tekan untuk bahan pasak

2.7. Bantalan (Bearing)

2.7.1. Pengertian Bearing

Bantalan ialah suatu elemen mesin yang mendukung poros berbeban dan berputar, bantalan sangat penting peranannya dalam suatu sistem mesin maupun dalam peralatan transmisi. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka semua elemen pada sistem akan terganggu (tidak berjalan dengan baik).

Dalam praktek, bantalan gelinding standar dipilih dari katalog bantalan.. Ukuran utama bantalan gelinding adalah diameter lubang, diameter luar, lebar dan lengkungan sudut. Pada umumnya, diameter lubang diambil sebagai patokan, dengan mana berbagai diameter luar dan lebar digabungkan.

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Seperti diperlihatkan pada gambar 2.11 di bawah ini:



Gambar 2.11. Bantalan Gelinding

2.7.2. Perhitungan Beban dan Umur Bantalan Gelinding

1) Perhitungan Beban Ekuivalen

Suatu beban yang besarnya sedemikian rupa, hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban, dan kondisi putaran sebenarnya disebut beban ekuivalen dinamis.

Misalkan sebuah bantalan membawa beban radial F_r [kg] dan beban aksial F_a [kg]. Beban ekuivalen dinamis P [kg] adalah sebagai berikut:

Umur bantalan radial (kecuali bantalan rol silinder)

$$P_r = XV F_r + Y F_a \dots\dots\dots 2.17$$

Untuk bantalan aksial

$$P = X F_r + Y F_a \dots\dots\dots 2.18$$

Faktor V sama dengan 1 untuk pembebanan pada cincin dalam yang berputar, dan 1,2 untuk pembebanan pada cincin luar yang berputar. Harga-harga X dan Y juga harga-harga faktor X_o dan Y_o terdapat dalam Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Faktor-faktor V , X , Y dan X_o , Y_o Sumber: Soelarso (135: 2004)

Jenis bantalan	Beban putar pada cincin dalam		Beban putar pada cincin luar		Baris tunggal		Baris ganda		Baris tunggal		Baris ganda		
	V	X	Y	X	Y	X	Y	X _o	Y _o	X _o	Y _o		
= 0.014			2.3				2.30	0.19					
= 0.028			1.99				1.90	0.22					
= 0.056			1.71				1.71	0.26					
Bantalan bola alur dalam	1	1.2	0.56		1	0	0.56	1.55	2.28	0.6	0.5	0.6	0.5
= 0.11							1.45	0.30					
= 0.17							1.31	0.34					
= 0.28							1.15	0.38					
= 0.42							1.04	0.42					
= 0.56							1.00	0.44					
= 20°			0.43	0.70	1.00	0.70	1.63	0.57	0.42			0.84	
Bantalan bola sudut	1	1.2			1			0.68	0.38	0.5		0.76	
= 25°			0.41	0.67		0.67	1.41	0.68			1	0.68	
= 30°			0.39	0.63		0.63	1.24	0.80				0.68	
= 35°			0.37	0.60		0.66	0.63	1.07	0.95	0.29		0.58	
= 40°			0.33	0.57		0.57	0.57	0.93	1.14	0.26		0.52	

2) Perhitungan Umur Bantalan

Hubungan beban dengan umur bantalan adalah:

$$L_h = \frac{T_{10^6}}{60n} \times \left(\frac{\epsilon}{p}\right)^p \dots\dots\dots 2.19$$

Dimana:

L_h = Umur bantalan (jam),

n = Putaran poros,

C = Kapasitas dinamis (kg),

p = Beban ekuivalen dinamis,

$p = 3$ (untuk bantalan bola / *ball bearing*) dan $10/3$ (untuk bantalan rol/*roller bearing*)

Tabel 2.3. Perhitungan beban ekuivalen Sumber: Sularso (143: 2004)

$C_0 F_a$		5	10	15	20	25
$F_a \sqrt{V} F_r < e$	X	1				
	Y	0				
$F_a \sqrt{V} F_r > e$	X	0.56				
	Y	1.25	1.49	1.64	1.76	1.85
E		0.35	0.29	0.27	0.25	0.24

Nomor bantalan	Ukuran luar(mm)						Kapasitas nominal dinamis spesifik c (kg)	Kapasitas nominal dinamis c_0 (kg)	
	Jenis terbuka	Dua sekat	Dua sekat tanpa kontak	D	D	B			R
6000				10	26	8	0,5	360	195
6001	6001zz	6001vv		12	26	8	0,5	400	229
6002	02zz	02vv		15	32	9	0,5	440	263
6003	6003zz	6003vv		17	35	10	0,5	470	295
6004	04zz	04vv		20	42	11	1	735	465
6005	05zz	05vv		25	47	12	1	790	530
6006	6006zz	6006vv		30	55	13	1,5	1030	740
6007	07zz	07vv		35	62	14	1,5	1250	915
6008	08zz	08vv		40	68	15	1,5	1310	1010
6009	6009zz	6009vv		45	75	16	1,5	1640	1320
6010	10zz	6010vv		50	80	16	1,5	1710	1430
6200	6200zz	6200vv		10	30	9	1	400	236
6201	01zz	01vv		12	32	10	1	535	305
6202	02zz	02vv		15	35	11	1	600	360
6203	6203zz	6203vv		17	40	12	1	750	460

Jenis terbuka	Nomor Bantalan		Ukuran luar (mm)				Kapasitas nominal dinamis spesifik c(kg)	Kapasitas nominal dinamis co (kg)
	Dua sekat	Dua sekat tanpa kotak	D	D	B	R		
6204	04zz	04vv	20	47	14	1,5	1000	635
6205	05zz	05vv	25	52	15	1,5	1100	730
6206	6206zz	6206vv	30	62	16	1,5	1530	1050
6207	07zz	07vv	35	72	17	2	2010	1430
6208	08zz	08vv	40	80	18	2	2370	1550
6209	6209zz	09vv	45	85	19	2	2570	1660
6210	10zz	10vv	50	90	20	2	2750	2100
6300	6300zz	6300vv	10	35	11	1	635	365
6301	01zz	01vv	12	37	12	1,5	760	450
6302	02zz	02vv	15	42	13	1,5	895	545
6303	6303zz	6303vv	17	47	14	1,5	1070	660
6304	04zz	04vv	20	52	15	2	1250	765
6305	05zz	05vv	25	62	17	2	1610	1060
6306	6306zz	6306vv	30	72	19	2	2090	1440
6307	07zz	07vv	35	80	20	2,5	2520	1640
6308	08zz	08vv	40	90	23	2,5	3200	2300
6309	6309zz	6309vv	45	100	25	2,5	4150	3100

2.8. Puli (Pulley)

2.8.1. Pengertian Dan Fungsi Puli

Puli berfungsi untuk memindahkan daya dan putaran, yang dihasilkan motor listrik ke poros yang digerakkan. Puli merupakan suatu elemen mesin berbentuk lingkaran besi, yang berjari-jari yang menyerupai lingkaran sepeda yang berfungsi sebagaiudukan sabuk.

Pada umumnya, puli dibuat dari besi cor kelabu (FC20 dan FC30). Puli ini ditempatkan di sebuah poros yang dikunci dengan menggunakan pasak. Bentuk dan ukuran puli sangat berhubungan erat dengan jenis sabuk yang digunakan,

diameter puli yang terlalu kecil dapat memperpendek umur sabuk. Seperti pada gambar 2.14 di bawah ini:



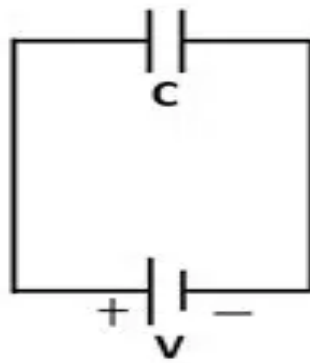
Gambar 2.12. Puli

2.9. Kapasitor

2.9.1. Pengertian Dan Fungsi Kapasitor

Kapasitor adalah sebuah benda yang dapat menyimpan muatan listrik. Benda ini terdiri dari dua pelat konduktor, yang dipasang berdekatan satu sama lain tapi tidak sampai bersentuhan. Benda ini dapat menyimpan tenaga listrik dan dapat menyalurkannya kembali, kegunaannya dapat kamu temukan seperti pada lampu flash pada camera, juga banyak dipakai pada papan sirkuit elektrik pada komputer yang kamu pakai maupun pada berbagai peralatan elektronik.

Perlu kita ketahui bahwa walaupun memiliki fungsi yang hampir sama, namun baterai berbeda dengan kapasitor. Kapasitor berfungsi hanya sebagai penyimpan muatan listrik sementara, sedangkan baterai selain juga dapat menyimpan muatan listrik, baterai juga merupakan salah satu sumber tegangan listrik. Karena perbedaan itu, baterai juga memiliki simbol yang berbeda pada rangkaian listrik.



Gambar 2.13. Analogi rangkaian sederhana kapasitor

Kita dapat mencari nilai kapasitas atau kapasitansi suatu kapasitor, yakni jumlah muatan listrik yang tersimpan. Untuk bentuk paling umum yaitu keping sejajar, persamaan kapasitansi dinotasikan dengan:

$$C = \frac{q}{v} \dots \dots \dots 2.20$$

Dimana:

C = kapasitansi (F, Farad) (1 Farad = 1 Coulomb/Volt)

Q = muatan listrik (Coulomb)

V = beda potensial (Volt)

Nilai kapasitansi tidak selalu bergantung pada nilai Q dan V . Besar nilai kapasitansi bergantung pada ukuran, bentuk dan posisi kedua keping serta jenis material pemisahannya (insulator). Nilai usaha dapat berupa positif atau negatif, tergantung arah gaya terhadap perpindahannya. Untuk jenis keping sejajar dimana keping sejajar memiliki luasan $[A]$ dan dipisahkan dengan jarak $[d]$, dapat dinotasikan dengan rumus:

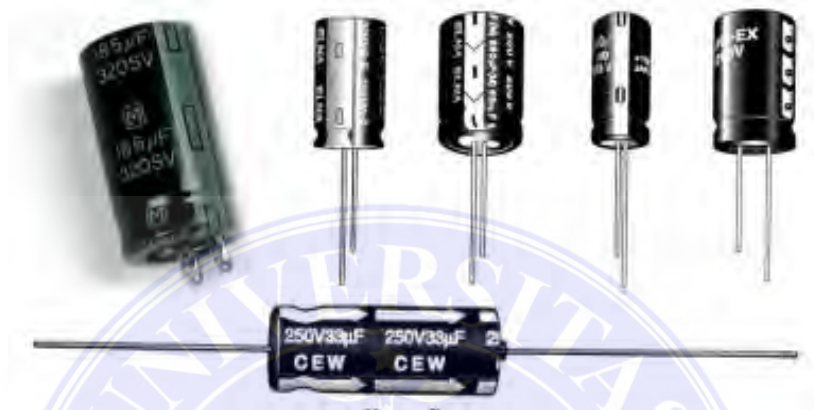
$$C = E \frac{A}{d} \dots \dots \dots 2.21$$

Dimana:

A = luasan penampang keping (m^2)

d = jarak antar keping (m)

E = permitivitas bahan penyekat (C^2/Nm^2)



Gambar 2.14. Kapasitor

2.10. Dioda

2.10.1. Pengertian dan Fungsi Dioda

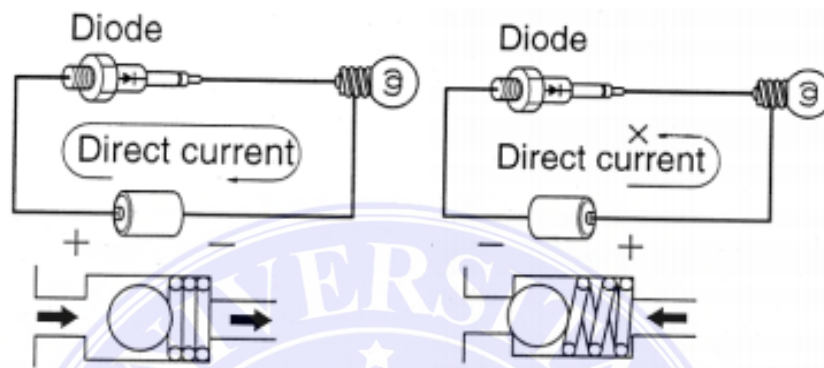
Dioda adalah komponen aktif dua kutub yang pada umumnya bersifat semikonduktor, yang memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah (kondisi panjar maju) dan menghambat arus dari arah sebaliknya (kondisi panjar mundur). Dioda dapat disamakan sebagai fungsi katup di dalam bidang elektronika.

Dioda sebenarnya tidak menunjukkan karakteristik kesearahan yang sempurna, melainkan mempunyai karakteristik hubungan arus dan tegangan kompleks yang tidak linier dan seringkali tergantung pada teknologi atau material yang digunakan serta parameter penggunaan

2.10.2. Prinsip Kerja dan Karakteristik Dioda

Penyearah arus dibuat dari diode, dimana diode digunakan untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Contoh yang paling

banyak ditemui adalah pada rangkaian adaptor. Pada adaptor, diode digunakan untuk menyearahkan arus bolak-balik menjadi arus searah. Sedangkan contoh yang lain adalah alternator otomotif, dimana diode mengubah AC menjadi DC dan memberikan performansi yang lebih baik dari cincin komutator dari dinamo.



Gambar 2.15. Analogi prinsip kerja dioda

Dioda mendapat arus forward bias apabila anoda (A) lebih positif dari katoda (K), dan dikatakan mendapat reverse bias apabila katoda lebih positif dari anoda. Arus listrik, hanya bisa mengalir apabila dioda mendapat forward bias atau arus hanya mengalir dari anoda ke katoda saja.

2.11. Kabel (Cable)

Kabel merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal dari satu tempat ke tempat yang lain. Seiring dengan perkembangan dari waktu ke waktu, berbagai jenis dan ukuran yang membedakan satu dengan lainnya. Berdasarkan jenisnya, kabel terbagi menjadi 3 yakni kabel tembaga (*copper*), kabel koaksial, dan kabel serat optik. Kabel mulai ditemukan saat manusia membutuhkan sebuah alat yang berguna untuk menghubungkan suatu perangkat dengan perangkat lain, dan ditemukan pada awal 1400an.

Penemuan kabel tembaga membutuhkan proses yang paling lama dibanding kabel yang lain, hingga akhirnya berhasil ditemukan sebuah telepon. Penemuan kabel koaksial mengikuti penemuan kabel tembaga. Baru-baru ini, kabel koaksial telah disempurnakan kembali dengan penemuan kabel serat optik yang sangat tipis dan mampu mentransmisikan sinyal cahaya. Sehingga secara umum, kabel memiliki fungsi sebagai media transmisi yang berperan untuk mempercepat penyampaian pesan.



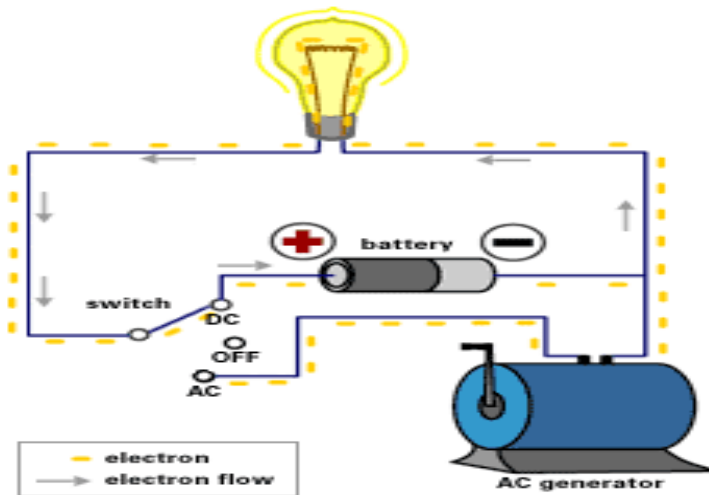
Gambar 2.16. Kabel

2.12. Lampu

Lampu merupakan alat penerang pengganti cahaya, baik di dalam ruangan dan di luar ruangan. Jenis-jenis penyalur arus pada lampu yaitu:

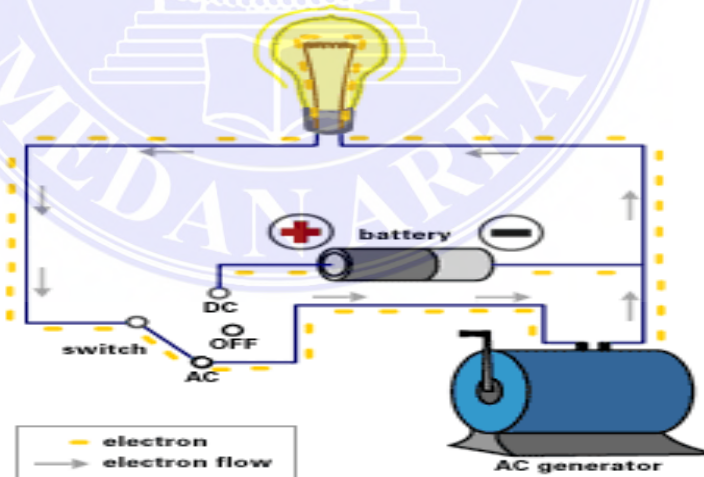
- a. Arus lampu DC adalah arus yang mengalir dari kutub positif ke negatif.

Maka elektron bergerak dari kutub positif ke negatif, arus DC bersumber dari baterai.



Gambar 2.17. Animasi sumber arus dari baterai

b. Arus lampu AC adalah arus yang mengalir dari negatif ke positif, dengan kata lain bolak-balik. Maka elektron bergerak tak beraturan, arus AC bersumber dari PLN(generator). Seperti diperlihatkan pada gambar 2.13 di bawah ini:



Gambar 2.18. Animasi sumber arus dari PLN(generator)

2.13. Saklar

2.13.1. Pengertian dan Fungsi Saklar

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan jaringan listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah.

Secara sederhana, saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu. Material kontak sambungan umumnya dipilih agar tahan terhadap korosi, untuk mengurangi efek korosi ini, paling tidak logam kontaknya harus disepuh dengan logam anti korosi dan anti karat.

2.13.2. Jenis-Jenis Saklar

a. Salar Manual

Saklar manual adalah pengaturannya dilakukan oleh manusia, dengan memindahkan tuas atau tombol keposisi ON atau keposisi OFF ataupun pilihan saklar posisi 0, 1, 2 dan seterusnya. Contoh-contoh saklar manual tersebut antara lain adalah saklar toggle, saklar geser, saklar dip (dual in-line package switch), saklar putar (rotary switch), saklar pilih (selector switch), saklar tombol tekan (push button).

b. Saklar Mekanik

Saklar mekanik adalah pengaturannya dilakukan secara otomatis dengan media pemindahannya seperti tekanan, posisi, temperature dan lain sebagainya. Contoh-contoh saklar mekanik tersebut antara lain adalah saklar batas (limit

switch), saklar micro (microswitch), saklar suhu (temperature switch/thermostats), saklar tekanan (pressure switch), saklar tingkat (level switch).



Gambar 2.19. Jenis-jenis saklar

2.14. Kayu

Kayu adalah bagian batang atau cabang serta ranting tumbuhan yang mengeras karena mengalami lignifikasi (pengayuan). Kayu digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari memasak, membuat perabot (meja, kursi), bahan bangunan (pintu, jendela, rangka atap), bahan kertas, dan banyak lagi. Kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai hiasan-hiasan rumah tangga dan sebagainya.

Kayu merupakan hasil dari tumbuhan hidup dengan serat yang tidak homogen, sehingga sifat fisiknya tidak akan sama secara radial (dari bagian empulur ke luar) dan longitudinal (memanjang kayu, dari bawah ke atas).



Gambar 2.20. Kayu

2.15. Baterai

Baterai merupakan sumber energy listrik utama pada unit atau system kelistrikan. Proses kerja baterai adalah sebuah reaksi kimia antara dua buah yaitu Anoda dan Katoda, baterai accu (aki) plat timbal yang berbeda sifat kimia dan terendam dalam larutan elektrolit 35% asam sulfat dan 65% air. Ada 2 jenis baterai yaitu:

- a. Baterai kering adalah baterai yang menggunakan elektroda padat dan berbentuk gel.
- b. Baterai basah adalah baterai yang menggunakan elektroda cair(aki).

Berdasarkan kondisi operasional fungsi baterai adalah sebagai berikut:

- a. Pada kendaraan saat engine off, berfungsi untuk menyediakan arus listrik untuk lampu dan accesorislainnya. Pada saat engine start, berfungsi

untuk mensuplay arus ke starting motor dan sistem electric control engine dan sebagai proses isi ulang muatan listrik ketika engine running.

b. Pada alat-alat elektronik seperti laptop, hand phone dan eletronik lainnya dimana baterainya bisa isi ulang, baterai juga merupakan sebagai media utama penyedia arus agar alat-alat elektronik tersebut dapat bekerja sesuai fungsinya masing-masing.

c. Pada alat-alat penerangan, jam dan berbagai macam mainan anak-anak, baterai berfungsi sebagai sumber utama sebagai penyedia energi agar alat-alat tersebut bekerja sesuai dengan harapan, namun tipe baterainya hanya sekali pakai dan harus diganti dengan yang baru.



Gambar 2.21. Baterai kering dan baterai basah

BAB III

PERANCANGAN ALAT

3.1. Waktu dan Tempat

Pembuatan Dan Perakitan	Tempat	Waktu Dan Tanggal	Keterangan
Pemilihan dan pemesanan bahan	Di bengkel workshop UMA, Jl.kolam no.1 deli serdang, Sumatera Utara	21-23 april 2018	Pelaksanaan pemilihan bahan yang dilaksanakan sejak tanggal pengesahan oleh dosen prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area. Di mulai pada penentuan judul, kajian pembuatan, metode pembuatan
Pembubutan pasak	Di bengkel workshop UMA, Jl.kolam no.1 deli serdang, Sumatera Utara	24-25 april 2018	Membubut pasak penghubung antara poros dengan bearing(<i>flywheel</i>)
Membuat dudukan pembangkit	Di bengkel workshop UMA, Jl.kolam no.1 deli serdang, Sumatera Utara	28-Apr-18	Pengeboran dan penyambungan tiap-tiap tiang pada dudukan pembangkit
Pemasangan motor, generator, kapasitor dan dioda	Di bengkel workshop UMA, Jl.kolam no.1 deli serdang, Sumatera Utara	28-30 juni 2018	Perakitan semua komponen pada pembangkit

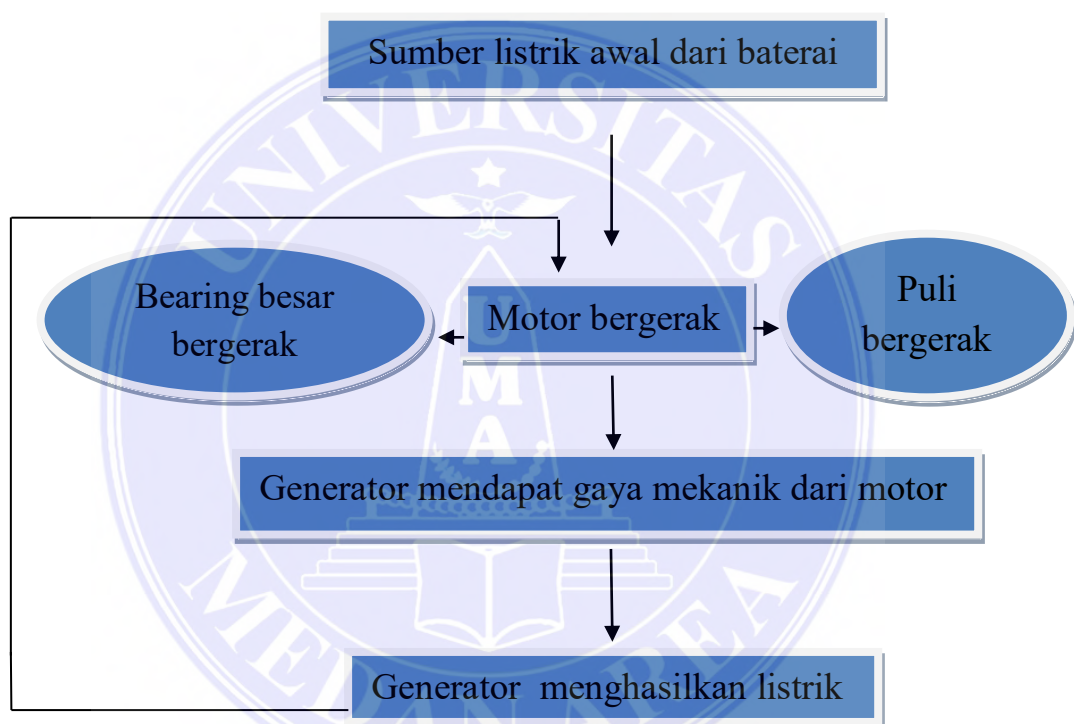
3.2. Skema Perancangan

Perancangan adalah tahap terpenting dari seluruh proses pembuatan alat.

Tahap pertama yang paling penting dalam perancangan adalah membuat diagram

blok rangkaian, kemudian memilih komponen dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan.

Untuk pemilihan komponen ini, diperlukan data buku serta petunjuk lain yang dapat membantu dalam mengetahui spesifikasi dari komponen tersebut, sehingga komponen yang didapat merupakan pilihan yang tepat bagi alat yang akan dibuat.



Gambar 3.1. Alur rangkaian

Dari gambar alur diatas, kita dapat menyimpulkan bahwa *energy* suplai awal berasal dari baterai. Untuk menggerakkan motor sehingga motor dapat bergerak dan puli serta bearing besar pun ikut bergerak, sehingga generator mendapat energi mekanik dari motor, sehingga generator bekerja dan menghasilkan listrik. Begitu generator menghasilkan listrik, maka generator yang

berperan aktif dalam memberi suplai kepada motor dan suplai dari baterai dapat diputus, sehingga suplai akan berjalan terus menerus tanpa ada suplai dari baterai kembali.

3.3. Tahapan Perancangan

Adapun tahap-tahap dalam perancangan pembangkit listrik dengan metode umpan balik ini adalah sebagai berikut:

1. Mengaplikasikan ide rancangan kedalam bentuk gambar ilustrasi yang bertujuan untuk memudahkan dalam membuat rancangan.
2. Membuat proposal perancangan meliputi peralatan-peralatan atau komponen-komponen yang bertujuan untuk memudahkan perancang dalam pembelian peralatan yang tepat.
3. Membuat perancangan pada rangkaian sesuai gambar ilustrasi yang telah ditentukan dan memasang semua komponen yang dibutuhkan.
4. Melakukan pengecekan ulang terhadap alat yang telah dirancang untuk memastikan semua komponen telah terpasang secara baik.
5. Setelah semua komponen terpasang, dilakukan uji sesaat terhadap alat yang telah dirancang yaitu meliputi penggerak awal alat yang bertujuan untuk memastikan alat dapat bekerja dengan baik serta sesuai fungsinya.
6. Setelah alat dapat bekerja walau pun dilakukan perbaikan berulang-ulang, maka dilakukan pengambilan data yang meliputi berapa besar hasil listrik yang dikeluarkan dan apakah alat tersebut bekerja secara terus menerus.

3.4. Alat Ukur dan Bahan

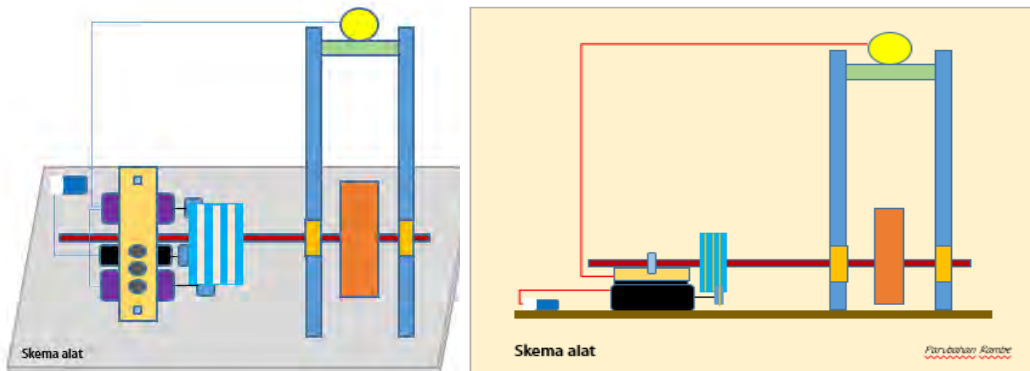
Pada rancang bangun metode umpan balik ini peralatan utama yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Alat Ukur dan Bahan

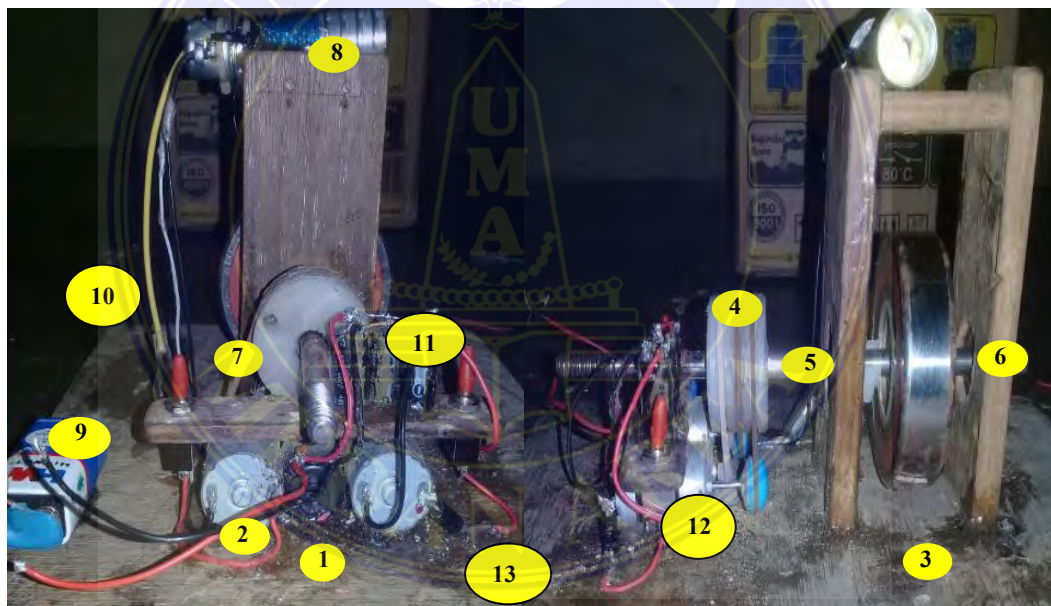
No	Nama	Spesifikasi	Jumlah
1	Tachometer	Mengukur kecepatan (Rpm)	1 Buah
2	Multitester	Mengukur arus Ac, Dc 12Volt	1 Buah
3	Generator	6 - 9Volt, 200 - 6000Rpm	2 Unit
4	Motor DC	3 - 6Volt, 1200Rpm	1 Unit
5	Bearing 6207	D _{luar} : 73mm, D _{dalam} : 0,9mm	1 Unit
6	Bearing 602	D _{luar} : 21mm, D _{dalam} : 0,9mm	2 Buah
7	Puli _{generator}	D _{luar} : 29mm, D _{dalam} : 0,9mm	2 Buah
8	Puli _{motor}	D _{luar} : 44mm, D _{dalam} : 0,9mm	1 Buah
9	Sabuk	-	3 Buah
10	Baterai	6Volt	1 Buah
11	Saklar	-	2 Buah
12	Lampu	5 – 10Watt, 12Volt	1 Buah
13	Kapasitor	2200 Microfarad, 16Volt	3 Buah
14	Kabel listrik	-	Secukupnya
15	Kayu	-	Secukupnya
16	Timah Solder	-	Secukupnya

3.5. Skema Rangkaian

Untuk memudahkan perancangan, maka dibuat skema rangkaian yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2. Skema Rangkaian



Gambar 3.3. Gambar Hasil Rancang Bangun

Keterangan gambar:

- | | |
|------------------|------------|
| 1. Motor | 8. Lampu |
| 2. Generator | 9. Baterai |
| 3. Bearing besar | 10. Kabel |

- | | |
|------------------|---------------|
| 4. Puli | 11. Kapasitor |
| 5. Poros | 12. Saklar |
| 6. Bearing poros | 13. Dioda |
| 7. Sabuk | |

3.6. Cara Kerja Sistem

Adapun sistem kerja dari rancang bangun tersebut adalah sebagai berikut, motor adalah sebagai penggerak awal saat sistem bekerja diawal dengan mendapat suplai arus dari baterai, setelah motor bekerja, maka motor akan menggerakkan puli, karena motor dihubungkan dengan puli melalui sabuk, selanjutnya puli akan menggerakkan generator.

Generator dengan sifatnya sebagai penghasil listrik karena diputar sebagai mana kita ketahui bahwa, motor diberi arus agar berputar sedangkan generator adalah diberi putaran agar menghasilkan arus atau tegangan, begitu juga dengan generator pada alat ini, generator akan menghasilkan arus atau tegangan karena sudah mendapat putaran dari motor, dengan demikian maka generator akan berfungsi sebagai penghasil listrik.

Generator akan menghasilkan listrik dan dapat membuat lampu menyala apabila saklar kita posisikan ON dan generator juga akan mengisi baterai apabila terhubung, dan apabila tidak terhubung, maka baterai hanya sebagai sumber listrik awal dan seterusnya akan memanfaatkan listrik dari generator. Suplai baterai akan kita putus apabila generatornya sudah bekerja. Metode inilah yang kita anggap sebagai pembangkit listrik dengan metode umpan balik atau sering disebut dengan pembangkit listrik dengan memanfaatkan *free energi*.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari rancang bangun dan analisis pembangkit listrik dengan metode umpan balik ini adalah :

1. Perancangan
2. Putaran(kecepatan)
3. Energi

t(detik)	nm(Rpm)	IL(mA)	Im(mA)	Ipg(mA)	VL(Volt)	Vm(Volt)	Vpg(Volt)	Vc(Volt)
Rata-rata	1078,67	230,17	5,6667	5,5	4,16667	3,8	4,21	5,83333

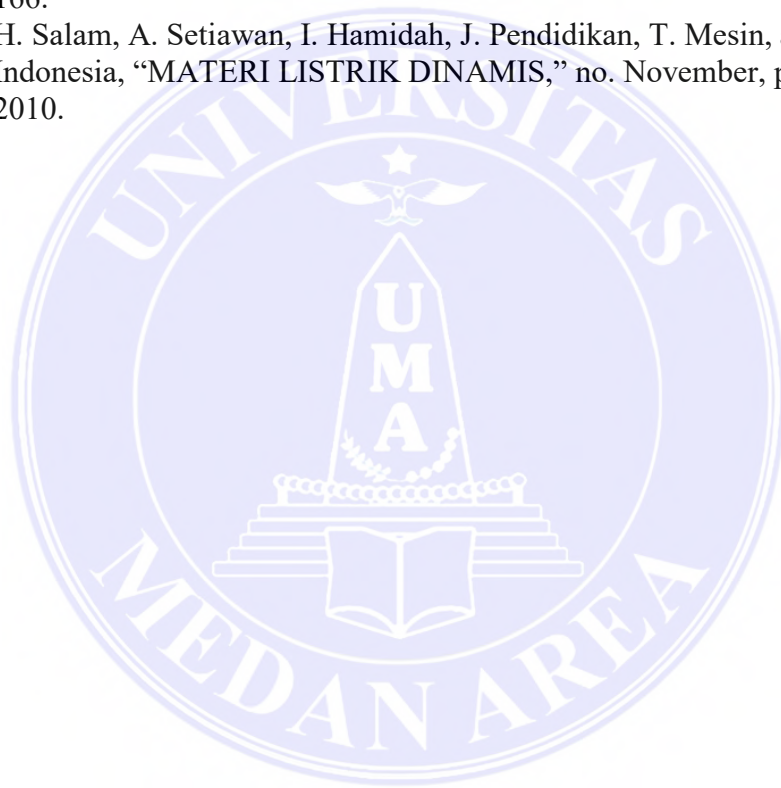
5.2. Saran

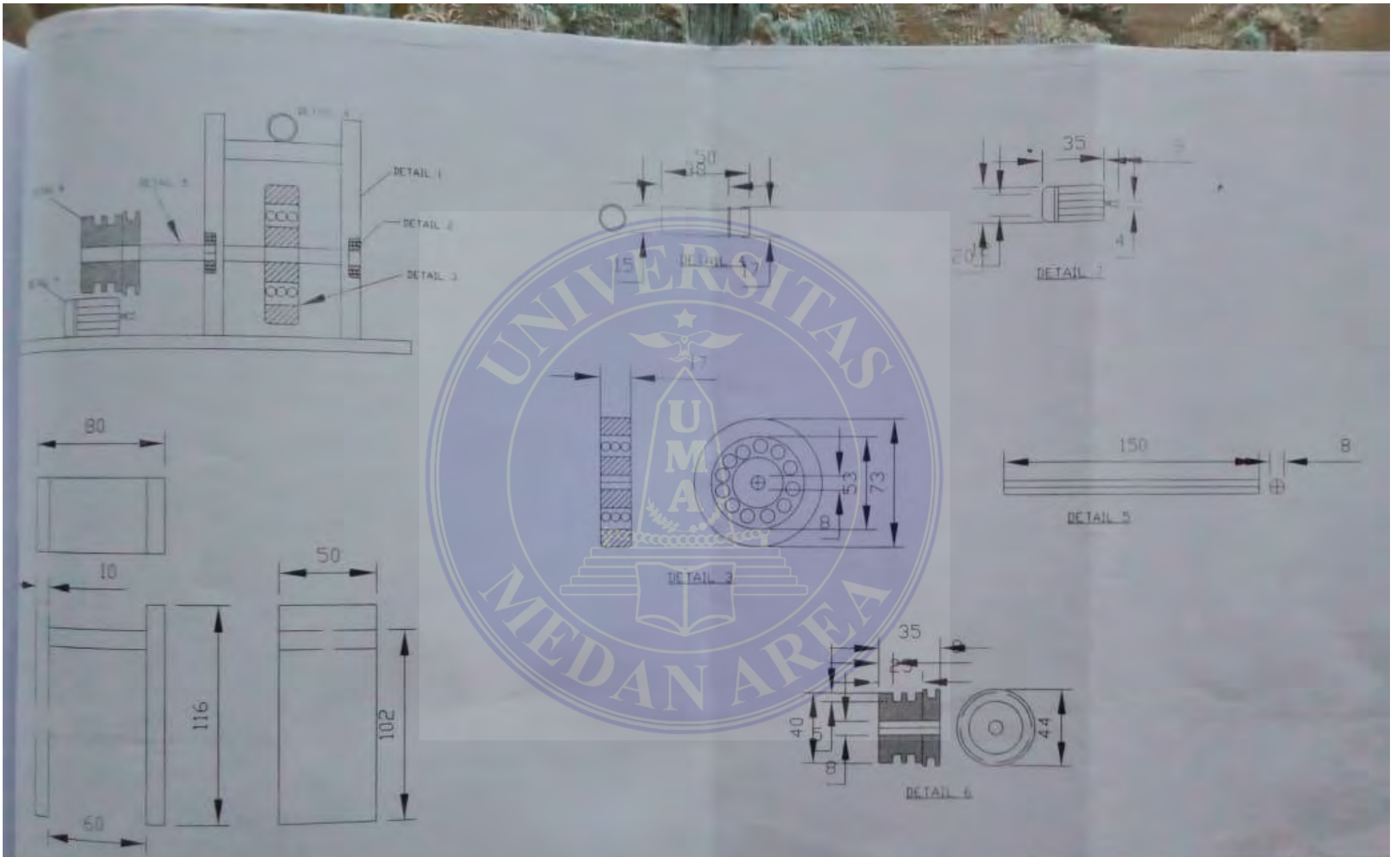
Adapun saran-saran yang diberikan antara lain :

1. Perancangan ini adalah simulasi, yang mana alat ini adalah gambaran pada suatu alat yg lebih baik dan efisien.
2. Lambat dan cepatnya putaran pada alat pembangkit ini akan mempengaruhi besar kecilnya arus yang dihasilkan.
3. Konsep free energi menggunakan sistem motor DC dan generator DC pada alat ini sesungguhnya kurang baik.

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Sumiati, D. A. Zamri, S. Pengajar, J. Teknik, M. Politeknik, and N. Padang, "Rancang Bangun Miniatur Turbin Angin Pembangkit Listrik Untuk Media Pembelajaran," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2013.
- [2] S. Penyediaan, L. Nasional, D. Rangka, M. Pemanfaatan, and D. E. Terbarukan, "ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI INDONESIA," pp. 43–52.
- [3] Y. Yunus, "Rancangan awal trafo tegangan tinggi untuk catu daya pemercepat sumber elektron berbasis katoda plasma," no. November, 2011.
- [4] A. Karina and S. Satwiko, "Studi Karakteristik Arus-Tegangan (Kurva I-V) pada Sel Tunggal Polikristal Silikon serta Pemodelannya," no. 1, pp. 163–166.
- [5] H. Salam, A. Setiawan, I. Hamidah, J. Pendidikan, T. Mesin, and U. P. Indonesia, "MATERI LISTRIK DINAMIS," no. November, pp. 8–10, 2010.





UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

SKALA	TANGGAL	KETERANGAN
2:1	11-12-2019	
DIGAMBAR	PARUBAHAN RAMBE	
DIPERIKSA		
DILIHAT		

Document Accepted 19/10/20