

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dunia transportasi merupakan pengguna terbesar bahan bakar minyak tetapi bahan bakar minyak sudah semakin berkurang dan diperkirakan akan habis beberapa puluh tahun lagi, sehingga diperlukan energi alternatif untuk menggantikannya.

Pada era globalisasi ini, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil memiliki lima ancaman serius, yakni :

1. Menipisnya cadangan minyak yang diketahui.
2. Kenaikan/ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar daripada produksi minyak.
3. Polusi gas rumah kaca (terutama CO₂) akibat pembakaran bahan bakar fosil.
4. Energi fosil makin lama makin habis dan tidak bisa digantikan.
5. Penggunaan energi fosil dapat menimbulkan pemanasan global.

Energi listrik merupakan salah satu energi alternatif untuk menggantikan bahan bakar minyak pada dunia transportasi. Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar, beberapa diantaranya bisa segera diterapkan di Indonesia, seperti : bioethanol sebagai pengganti bensin, bio diesel untuk pengganti solar, tenaga panas bumi, tenaga surya, tenaga angin, dan tenaga baterai (*accumulator*).

Kadar CO₂ saat ini disebut sebagai yang tertinggi selama 1000 tahun belakangan ini. Bila ilmuan masih memperdebatkan besarnya cadangan minyak yang masih bisa dieksplorasi, efek buruk CO₂ terhadap pemanasan global telah disepakati hampir oleh semua kalangan. Hal ini menimbulkan ancaman serius bagi makhluk hidup di bumi. Oleh karena itu penggunaan mobil listrik dapat mengurangi efek buruk CO₂, karena selain mengurangi efek buruk CO₂ mobil listrik juga mempunyai konstruksi yang jauh lebih sederhana, kebisingan yang ditimbulkan lebih sedikit serta memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibanding kendaraan bahan bakar minyak. Efisiensi keseluruhan mobil listrik adalah 48% sedangkan pada mobil bahan bakar minyak mempunyai efisiensi sekitar 25%. Dengan demikian untuk menggerakkan sebuah kendaraan yang mempunyai bobot yang sama mobil mobil listrik hanya memerlukan energi yang jauh lebih rendah.

Dan seperti yang kita ketahui hingga pada saat ini sudah ada mobil listrik yang dimana sistem penggerak dari satu motor menjadi menggunakan dua motor listrik dengan kapasitas daya 6000 watt / 72 volt oleh karena hal tersebut dengan segala keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis, dengan melihat permasalahan yang maka penulis mengajukan tugas akhir dengan judul **“PERANCANGAN SISTEM PENGGERAK MOBIL LISTRIK KAPASITAS 6000 WATT / 72 VOLT / 50 AMPERE”**.

1.2. Identifikasi Masalah

Masalah yang dibahas dalam laporan tugas akhir ini adalah untuk merancang sistem penggerak pada mobil listrik dari satu motor menjadi dua motor listrik dengan kapasitas daya 6000 watt / 72 volt.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui cara kerja komponen sistem penggerak yang ada pada mobil listrik.
2. Mendapat desain terbaik dari sistem penggerak mobil listrik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari laporan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mendukung program green campaign dan pengurangan pemakaian bahan bakar fosil.
2. Untuk mengganti mobil bahan bakar diesel yang penggunaannya akan terbatas dimasa depan.
3. Teknologi listrik melalui mobil listrik dapat digunakan dilingkungan masyarakat.
4. Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan studi program sarjana strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan.

1.5. Batasan Masalah

Mengingat begitu luasnya masalah yang menyangkut tentang mobil listrik maka ruang lingkup dibatasi, adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sistem penggerak mobil listrik dengan motor listrik DC 6000 watt / 72 volt / 52 A.

1.6. Sistem Penulisan

Sistematis penulisan laporan dengan judul **“PERANCANGAN SISTEM PENGGERAK MOBIL LISTRIK KAPASITAS 6000 WATT / 72 VOLT / 50 A”** adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Memuat tentang latar belakang, identifikasi masalah, tujuan dan manfaat, batas masalah dan sistematis penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang dasar – dasar teori penelitian, komponen – komponen yang digunakan dalam penelitian, kegunaan dan karakteristik dari bagian – bagian tersebut.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang metode pengumpulan data, tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, skema penelitian.

BAB VI PENGUJIAN PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

Membahas tentang hasil pengujian, perhitungan dan analisa data, membahas hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Membahas tentang kesimpulan dan saran – saran sehingga tugas akhir ini dapat dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Seperti yang kita ketahui listrik merupakan suatu energi yang dapat dibangkitkan melalui pembangkit listrik, seperti pada : *alternator, generator, dynamo* yang diputar. Energi listrik adalah energi yang sangat fleksibel, karena dapat diubah menjadi energi yang lain seperti energi gerak (mekanik), energi panas, energi cahaya dan juga dapat ditampung pada accumulator (penampung) dalam energi kimia. Sesuai dengan hukum kekekalan energi oleh joule bahwa “energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan”, energi hanya dapat diubah bentuk yang satu ke bentuk yang lain.

Mobil merupakan salah satu sarana transportasi yang sering digunakan dalam kehidupan dalam kehidupan sehari – hari. Penggunaannya yang praktis dan nyaman membuat mobil menjadi primadona. Karena harga minyak dunia semakin tinggi membuat banyak orang mencari alternatif lain sebagai bahan bakar penggerak mobil. Salah satu alternatif yang didapat adalah mobil listrik. Mobil listrik adalah alat transportasi yang memanfaatkan listrik sebagai sumber energi. Sebagai penggeraknya digunakan motor listrik yang memiliki prinsip kerja merubah energi listrik mejnjadi energi mekanik.

2.2. Mobil Listrik

Mobil listrik merupakan mobil yang digerakkan dengan motor listrik, dengan listrik sebagai sumber energi yang mana energi listrik disimpan dalam sebuah baterai

atau tempat penyimpanan energi lainnya. Mobil listrik merupakan sebuah inovasi dalam dunia transportasi yang mengusung kendaraan bermotor yang ramah lingkungan. Ramah lingkungan sendiri dapat dicapai dengan cara mengurangi konsumsi bahan bakar minyak atau lebih baik lagi menggunakan sumber daya energi terbarukan sebagai bahan bakar. Sumber tenaga yang digunakan oleh mobil listrik tidak berasal dari bahan bakar minyak (BBM) namun berasal dari baterai, oleh karena itu mobil listrik bisa dikatakan sebagai kendaraan ramah lingkungan. Baterai sendiri merupakan sumber tenaga yang dapat menghasilkan aliran listrik dan dapat diisi kembali secara terus - menerus.



Gambar 2.1 mobil listrik alogo

2.3. Perbedaan Motor listrik, Motor Bensin dan Motor Diesel

Motor listrik adalah mesin listrik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana energi mekanik tersebut berupa putaran dari motor. Sedangkan motor bakar bensin atau mesin Otto dari Nikolaus Otto adalah sebuah motor tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran. Motor bensin dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin

atau sejenisnya. Dan motor bakar diesel (mesin pemacu kompresi) adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan kedalam ruang bakar. Motor diesel ini tidak menggunakan busi seperti motor bensin.

2.4. Jenis – Jenis Mobil Listrik

Jenis mobil listrik terus berubah berkembang memberikan ragam pilihan bagi calon pengguna. Saat ini mobil listrik sudah dikembangkan dan diproduksi di beberapa negara di dunia. Perkembangan teknologi sistem penyimpanan energi, khususnya baterai membuat penggunaan kendaraan listrik menjadi populer kembali belakangan ini. Ada beberapa jenis mobil listrik yang ada saat ini antara lain :

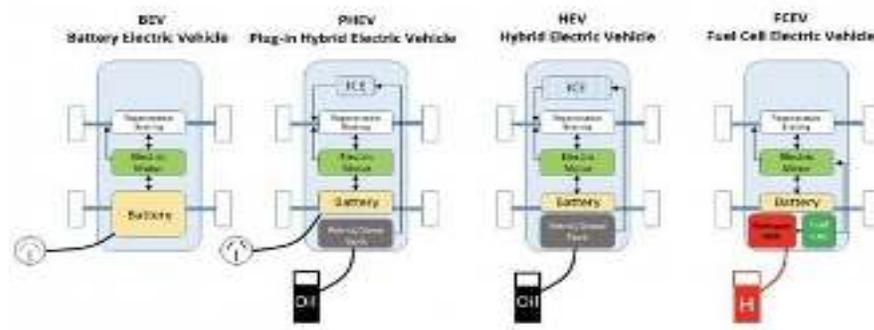
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)

Hybrid Electric Vehicle (HEV)

Battery Electric Vehicle (BEV)

Secara ringkas arsitektur sistem keempat jenis mobil listrik di atas dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.2 arsitektur jenis jenis mobil listrik.

2.5. Motor Listrik

Mobil listrik merupakan *device* yang bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi gerak atau mekanik, yang digunakan untuk memutar memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Keuntungan menggunakan motor listrik, antara lain:

1. Menimbulkan efek kebisingan dan getaran lebih rendah.
2. Hemat biaya dalam *maintenance*.
3. Kecepatan motor mudah diatur.

Untuk cara kerjanya seperti yang dijelaskan oleh sutriso, bahwa kutub – kutub dari magnet yang senama akan saling tolak – menolak dan kutub- kutub yang tidak senama akan tarik menarik. Jadi akan dapat diperoleh suatu gerakan, jika ditempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar pada magnet lain pada suatu kedudukan yang tetap. Hal tersebut seperti dijelaskan oleh Zumain bahwa motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet yang dapat menghasilkan suatu energi mekanis, dimana operasi motor tersebut adalah tergantung pada interaksi dua medan magnet. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa motor listrik adalah bekerja menggunakan prinsip dua medan magnet yang dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan.

2.6. Jenis – Jenis Motor Listrik

Tipe motor listrik dibedakan menjadi motor arus bolak – balik (AC) dan motor arus searah (DC). Pada motor AC memanfaatkan arus listrik bolak – balik untuk menjalankan kerjanya, sedangkan motor DC hanya memanfaatkan arus listrik searah untuk menjalankan kerjanya. Pada motor DC dengan penguat sendiri memanfaatkan rangkaian kumparan medan yang terbagi menjadi seri, shunt, dan campuran.

Motor listrik dapat dikategorikan melalui cara kerjanya yang didasarkan pada input, konstruksi, dan mekanisme operasinya. Adapun untuk mengetahui klasifikasi jenis utama motor listrik, dapat dijelaskan melalui skema gambar dibawah ini :

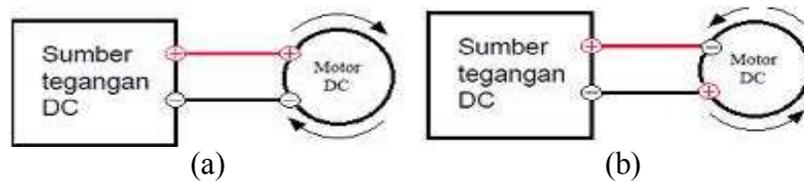


Gambar 2.3 klasifikasi jenis utama motor listrik

2.6.1. Motor listrik arus searah (DC)

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor DC terdapat dua kumparan, yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik. Motor DC menghasilkan output berupa putaran dengan input yang berupa energi. Sesuai namanya, motor arus searah (DC)

menggunakan sumber tegangan arus searah untuk mengoperasikan sebuah motor DC.



Jika tegangan sumber positif dihubungkan dengan kutub positif motor dan kutub negatif sumber dihubungkan kutub negatif motor maka motor akan bergerak searah dengan jarum jam (ditunjukkan gambar a). Sedangkan jika hubungan dibalik artinya kutub positif tegangan dihubungkan dengan kutub negatif motor dan kutub negatif sumber dihubungkan dengan kutub positif motor maka akan terjadi perubahan putaran yaitu berlawanan dengan arah jarum jam (ditunjukkan pada gambar b). Menurut Budic Utom (2014), bahwa untuk perubahan tersebut disebabkan oleh arah arus yang mengalir.



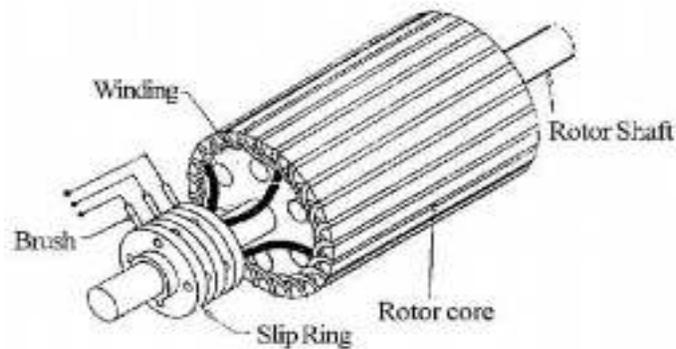
Gambar 2.4 motor DC

Motor arus searah (DC), sebagaimana namanya menggunakan arus yang tidak langsung/direct – unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torsi yang tinggi atau

percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Motor listrik DC adalah suatu komponen yang dapat mengubah energi listrik (arus searah) menjadi energi mekanik berdasarkan prinsip medan elektromagnetik. Motor DC mempunyai 3 komponen utama yaitu: *rotor*, *stator*, dan *commutator*.

A. *Rotor*

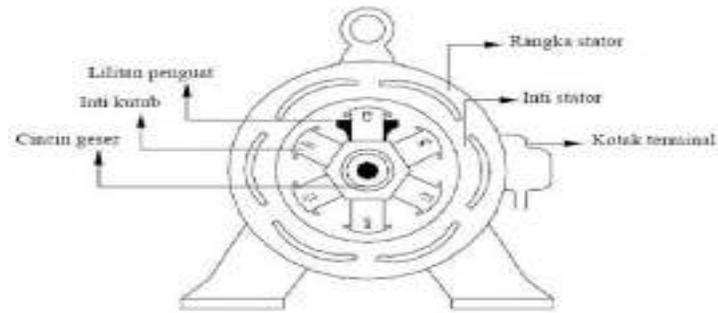
Fungsi dari rotor adalah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar. Rotor terdiri dari poros baja dimana tumpukan berkeping-keping inti yang berbentuk silinder terjepit. Pada inti terdapat alur - alur dimana lilitan rotor diletakkan.



Gambar 2.5 Rotor

B. *Stator*

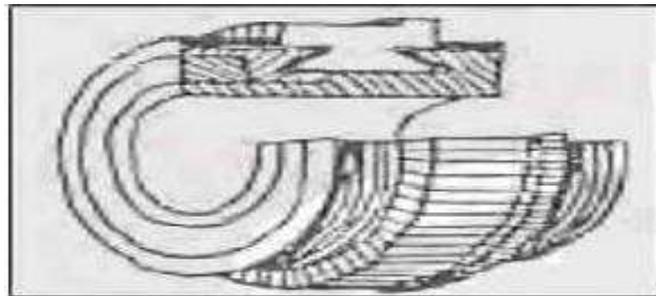
Fungsi *stator* merupakan sebagai bagian dari rangkaian magnetik, karena mempunyai seperangkat kutub medan yang dipasangkan di dalam stator. Secara sederhana motor DC memiliki dua kutub medan dan garis magnetik energi membesar melintas antara kutub - kutub.



Gambar 2.6 *Stator*

C. *Commutator*

Konstruksi dari *commutator* terdiri dari batangan tembaga yang dikeraskan/diisolasi dengan sejenis mika. Fungsi komutator adalah mengumpulkan arus induksi dari konduktor jangkar dan mengkonversinya menjadi arus searah melalui sikat.



Gambar 2.7 *commutator*

Keuntungan utama dari motor DC adalah ssebagai pengendali kecepatan yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Adapun cara kerja motor DC dapat dikendalikan dengan cara mengatur :

1. Tegangan rotor, dengan meningkatkan tegangan pada rotor sehingga kecepatan yang dihasilkan juga meningkat.

2. Arus medan, dengan menurunkan arus medan sehingga kecepatan yang dihasilkan juga meningkat.

Motor DC dapat dibedakan menjadi 2 berdasarkan sumber arus penguat magnetnya dan juga berdasarkan hubungan gulungan medan untuk penguat magnet terhadap dinamanya. Berdasarkan perbedaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Motor DC arus penguat terpisah

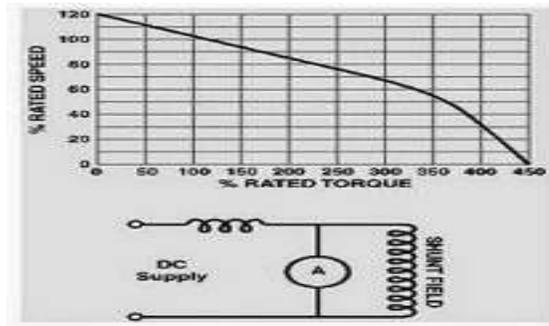
Motor DC penguat arus terpisah (*separately excited*) adalah motor DC yang arus penguat magnetnya berasal dari sumber arus DC dan letaknya berada diluar konstruksi motor.

2. Motor DC arus penguat sendiri

Motor DC arus penguat sendiri (*self excited*) adalah motor DC yang arus penguat magnetnya berasal dari sumber arus DC dan letaknya berada pada dalam motor itu sendiri. Motor DC arus penguat sendiri (*Self Excited*) adalah Motor DC yang arus penguat magnetnya berasal dari sumber arus DC dan letaknya berada pada dalam motor itu sendiri. Dalam motor DC arus penguat sendiri terbagi atas 3 jenis berdasarkan pada gulungan medan untuk penguat magnet terhadap lilitan jangkarnya, yaitu :

Shunt

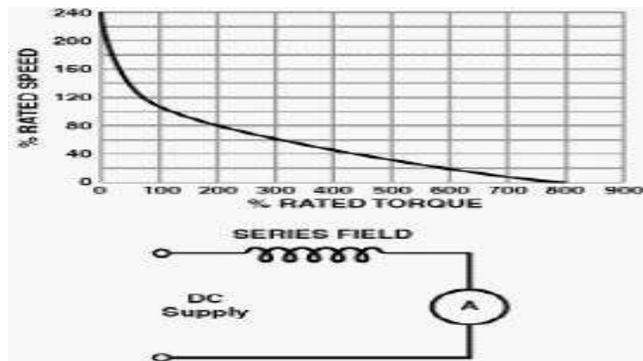
Pada motor *shunt*, gulungan medan (*medan shunt*) disambungkan secara paralel dengan gulungan stator.



Gambar 2.8 karakteristik motor DC *shunt*

Seri

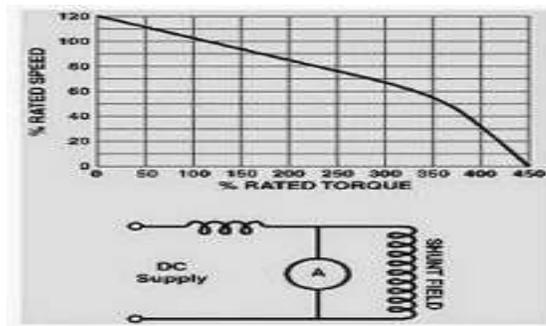
Dalam motor seri gulungan dari medan (medan *shunt*) dihubungkan secara seri dengan gulungan stator.



Gambar 2.9 karakteristik motor seri DC

Campuran

Motor campuran merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor campuran, gulungan medan (medan *shunt*) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan stator.



Gambar 2.10 karteristik motor campuran

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus listrik 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). Motor arus searah sebagaimana namanya menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct- unidirectional*. Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya Lorentz) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus. Kecepatan putar motor DC (N) dirumuskan dengan Persamaan berikut :

Dimana :

V_{TM} = Tegangan terminal

I_A = Arus jangkar motor ϕ

R_A = Hambatan jangkar motor

ϕ = Fluks magnet yang terbentuk pada motor

Kelebihan motor DC

Keuntungan 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.

2.6.2. Motor listrik arus bolak (AC)

Motor arus bolak – balik (AC) menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik terdiri dari *stator* dan *rotor*. Stator

merupakan komponen listrik statis atau diam. Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor. Kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan dibandingkan dengan motor DC.

Motor AC dapat bekerja dalam hubungan dengan tegangan sumber AC, sehingga konstruksi dari motor AC juga berbeda pada gulungan rotor maupun statornya. Pada kumparan statornya dibuat hanya satu fasa yang digulung sedemikian rupa sehingga apabila dialiri dengan arus listrik akan membentuk kutub – kutub yang berpasangan. Sedangkan untuk rotornya digunakan rotor jangkar, yang apabila motor AC diberikan suatu sumber tegangan DC maka motor tidak akan dapat bekerja sebagaimana mestinya.



Gambar 2.11 motor arus bolak – balik (AC)

Untuk motor AC sendiri dapat dibedakan menjadi dua, yaitu dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Motor sinkron

Motor sinkron adalah motor AC yang bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor tersebut memerlukan arus searah (DC) sebagai pembangkit daya yang memiliki *torque* awal rendah. Karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah seperti kompresor udara. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya

sistem, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.

2. Motor induksi

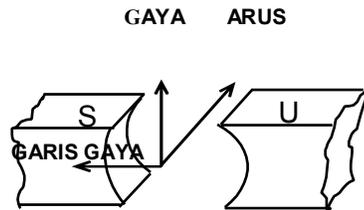
Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (AC) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator.

2.7. Prinsip dan Mekanisme Kerja Motor Listrik

2.7.1. Prinsip kerja motor listrik

Dalam pengoperasian suatu motor listrik akan terjadi perubahan dari energi listrik menjadi energi mekanik. Perinsip kerjanya berdasarkan atas perinsip hukum lorentz bahwa apabila suatu penghantar yang dialiri arus listrik diletakkan dalam suatu medan magnet, maka akan timbul gaya mekanik. Bila arus listrik yang mengalir dalam kawat arahnya menjauhi kita (maju), maka medan - medan yang terbentuk di sekitar kawat arahnya searah dengan arah putaran jarum jam. Sebaliknya bila mana arus listrik dalam kawat arahnya berlawanan dengan arah putaran jarum jam Atau dengan kata lain jika sebuah kawat dialiri arus listrik diletakkan diantara dua buah kutub magnet, maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang menggerakkan kawat tersebut. Arah gerak kawat itu dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri yang berbunyi “apabila tangan kiri terbuka diletakkan diantara kutub utara (U) dan selatan (S), sehingga garis-garis gaya

yang keluar dari kutub utara menembus telapak tangan kiri dan arus di dalam kawat mengalir kearah keempat jari - jari, maka kawat itu akan mendapat gaya yang arahnya sesuai dengan arah ibu jari”.



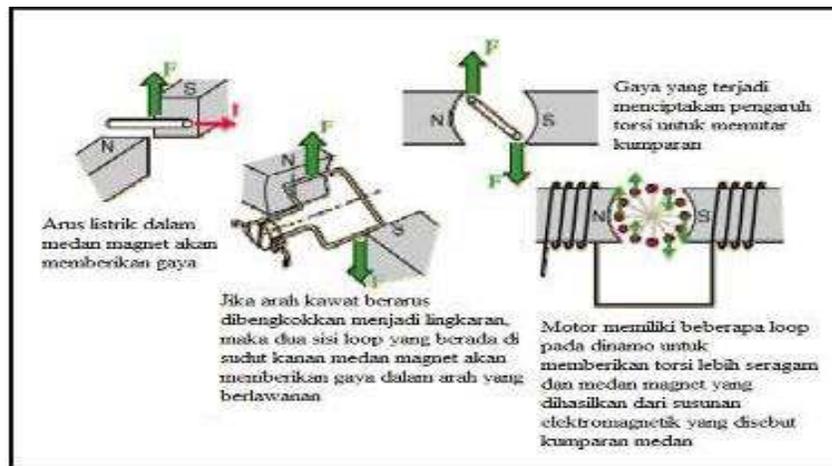
Gambar 2.12 kaidah tangan kiri

Maka dapat disimpulkan bahwa konduktor yang mengalirkan arus dalam medan magnet cenderung bergerak tegak lurus terhadap garis-garis gaya.

2.7.2. Mekanisme kerja motor listrik

Secara umum pada semua jenis motor listrik sama yaitu :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan menghasilkan sebuah energi atau gaya.
2. Jika kawat yang dialiri arus listrik dibengkokkan menjadi lingkaran/loop akan menghasilkan sebuah gaya pada arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan gaya putar atau torsi untuk memutar kumparan



Gambar 2.13 prinsip kerja motor listrik

Dalam memahami sebuah motor, sangatlah penting untuk mengerti tentang apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu pada keluaran tenaga putar/*torque*, sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban pada umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok: (BEE, 2004 dalam jurnal UNEP,2006:1) :

1. Beban *torque konstan* adalah beban dimana permintaan keluaran Energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun *torque* nya tidak bervariasi. Untuk contoh beban dengan *torque* konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan.
2. Beban dengan *variabel torque* adalah beban dengan *torque* yang Bervariasi dengan kecepatan operasi. Untuk contoh beban dengan variabel *torque*, adalah pompa sentrifugal dan fan (*torque* bervariasi Sebagai kwadrat kecepatan).
3. Beban dengan energi konstan adalah beban dengan permintaan torque Yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan.

2.8. Accumulator (AKI)

Accumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* dengan efisiensinya yang tinggi, *reversible* dapat diartikan dalam baterai adalah terjadinya proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia. *Accumulator* dapat juga diartikan sebuah alat yang dapat menyimpan energi dalam bentuk energi kimia. Pada umumnya diindonesia kata *accumulator* hanya diartikan sebagai baterai mobil, sedangkan dibahasa inggris kata *accumulator* dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator dan lain – lain.

2.9. Terminologi Dasar

Sebelum membahas tentang motor listrik ada baiknya untuk mengetahui beberapa terminologi yang berhubungan dengan sistem operasi motor secara umum. Terminologi yang sering digunakan di dalam bidang permesinan diantaranya adalah daya, torsi, kecepatan, gesekan, dan sebagainya. Untuk pengertian tersebut dapat dijelaskan masing-masing sebagai berikut :

2.9.1. Daya

Daya adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu. Dalam satuan Watt (J/s) Daya dihitung dengan rumus :

—

Dimana :

P = daya listrik (watt)

N = Putaran motor (rpm)

T = Torsi (Nm)

Gaya yang dipakai pada motor listrik adalah gaya elektromagnet. Menurut Hendrik Antoon Lorentz di dalam Mikrajuddin Abdullah (2006 : 118), bahwa untuk besarnya gaya magnet adalah sebanding dengan kuat medan magnet, kuat arus listrik dan panjang kawat. Untuk pengertian tersebut dapat dijelaskan bahwa gaya *elektromagnetik* merupakan gaya yang bekerja pada konduktor apabila arus mengalir pada konduktor didalam medan magnet. Arah pada gaya *elektromagnetik* dapat diumpamakan dengan kutub U dan S pada magnet yang ditempatkan berdekatan antara satu dengan yang lainnya dan konduktor diletakan di tengahnya yang kemudian arus listrik dialirkan melalui konduktor.

Garis - garis gaya magnet diatas konduktor adalah lebih kecil, karena fluksi magnet yang dihasilkan oleh magnet arahnya berlawanan dengan arah fluksi yang dihasilkan oleh arus magnet. Tetapi sebaliknya garis garis gaya magnet dibawah konduktor akan lebih besar, karena disebabkan oleh arahnya yang sama (searah). Karena garis gaya magnet bekerja serupa dengan sabuk karet, maka garis gaya magnet cenderung akan menjadi lurus. *Tendensi* ini dibawah konduktor lebih kuat daripada diatasnya sehingga konduktor terdorong keatas.

Gaya elektromagnet dapat dinyatakan sebagai berikut :

Dimana :

B = Kuat medan magnet (Wb/m^2)

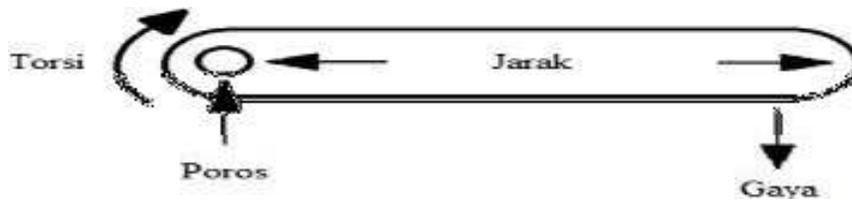
I = Arus yang mengalir pada lilitan motor (A)

l = Panjang kawat lilitan (m)

2.9.2. Torsi

Menurut pendapat dari Efrizon umar, bahwa torsi atau momen puntir adalah besaran yang ditimbulkan oleh sebuah gaya terhadap sumbu putar yang dapat memberikan pengaruh terhadap perubahan gerak rotasi pada sebuah benda yang dapat menyebabkan suatu objek dapat berputar.

Berdasarkan aturan tangan kiri Fleming, maka rumus gaya diatas dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai berikut :



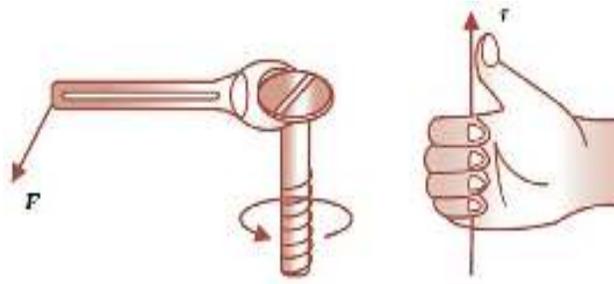
Dimana :

T = Torsi (Nm)

r = Jari – jari armature yang aktif

Z = Jumlah lilitan armature yang aktif

Menurut pendapat zumain (2009 : 5), bahwa dengan rumus tersebut dapat menghitung jumlah lilitan armature pada torsi motor. Sebagai contoh yaitu dalam penggunaan kunci – kunci bengkel.



Gambar 2.14 sistem torsi

2.9.3. Kecepatan

Kecepatan adalah besarnya vektor yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah. besar dari vektor ini disebut kelajuan dan dinyatakan dalam satuan meter per sekon (m/s). Menghitung kecepatan gerak benda dapat diselesaikan dengan rumus dibawah ini :

—

Dimana :

V = Kecepatan (m/s)

S = Jarak (m)

t = Waktu (s)

2.9.4. Kecepatan sudut

Kecepatan sudut didefinisikan sebagai besar sudut yang ditempuh tiap satu satuan waktu dalam gerak melingkar beraturan. Kecepatan sudut atau kecepatan anguler untuk selang waktu yang sama selalu konstan, berarti kecepatan sudut pada gerak melingkar beraturan dapat dirumuskan :

— atau

Dimana :

π = lingkaran konstan

r = jari – jari lingkaran (roda)

f = frekuensi (Hz)

T = periode (kedua)

W = kecepatan waktu (rad/detik)

2.9.5. Momen puntir

Momen puntir adalah penyebab perubahan gerakan putar yang mempercepat atau memperlambat gerak suatu benda.

Dimana :

P = Daya motor (watt)

N = Putaran poros motor (rpm)

π = 3,14

2.9.6. Efisiensi kerja mesin

Dimana :

P_{in} = daya yang tersedia (watt)

P_{out} = daya yang keluar (watt)

η = efisiensi kerja mesin

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

3.1.1. Penelusuran literatur dan Jurnal

Metode ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang selengkap – lengkapnya dilakukan melalui berbagai pustaka antara lain: Buku, internet, majalah, dan bentuk penelusuran lain yang berhubungan dengan penulisan ini.

3.1.2. Mempelajari Prinsip kerja dari rangkaian dan pengambilan data

Melakukan pengamatan pada alat yang dibuat mengambil data sebagai bahan penganalisaan serta mempelajari prinsip – prinsip kerja rangkain tersebut.

3.1.3. Diskusi

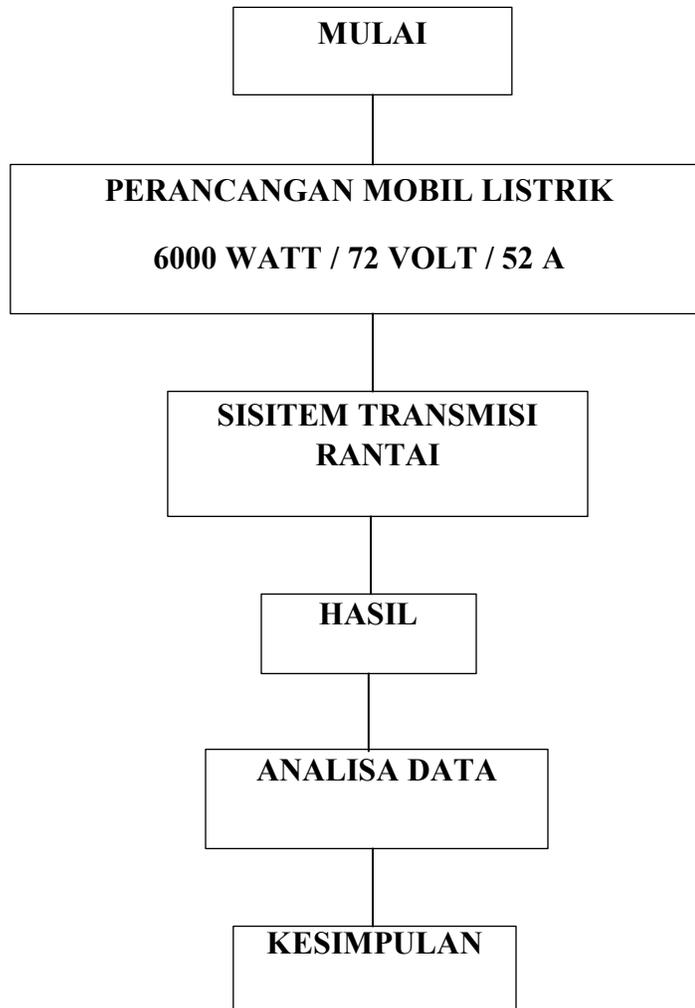
Tahap ini merupakan proses tanya jawab mengenai kelebihan dan kekurangan dari rancangan rangkaian tersebut. Dengan adanya diskusi ini memperoleh petunjuk tertentu, sehingga tidak terlalu besar nilai kesukaran yang akan dihadapi. Point ini merupakan point parameter berpikir tambahan bagi penulis.

3.1.4. Penulisan laporan

Penulisan laporan studi literature dan hasil pengujian serta proses pengukuran beban dan jarak mobil listrik.

3.2. Diagram Penelitian

Diagram yang digunakan dalam penilitan ini adalah sebagai berikut :



3.3. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di workshop Inovasi dan Pengembangan Fakultas Teknik di kampus Universitas HKBP Nommensen Medan.

3.4. Alat dan Bahan

3.4.1. Alat

Alat yang digunakan dalam perancangan sistem penggerak ini adalah

sebagai berikut :

A. Las listrik

Fungsi las listrik adalah untuk menyambung dua logam dengan tujuan untuk mendapatkan kekuatan pengelasan yang minimal sama dengan logam induk atau logam dasar.



Gambar 3.1 las listrik

B. *Charger* baterai

Fungsi dari *charger* baterai adalah untuk mengisi ulang daya baterai yang sudah habis dengan arus listrik.



Gambar 3.2 *charger* baterai

C. Multitester

Fungsi multi tester yaitu untuk mengetahui ukuran tegangan listrik, resistensi, dan arus listrik.



Gambar 3.3 multimeter

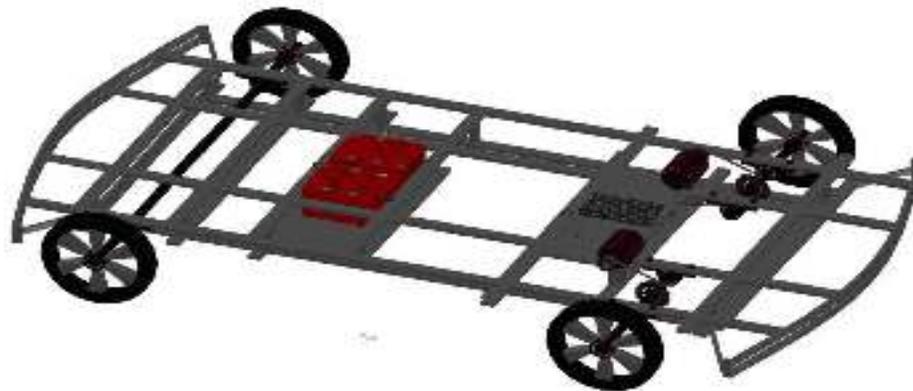
D. Alat – alat bengkel otomotif

Jadi fungsi dari alat-alat bengkel otomotif adalah alat yang digunakan untuk melakukan dan memudahkan dalam hal pembongkaran, perbaikan, hingga pemasangan kembali komponen mesin.



Gambar 3.4 alat – alat bengkel otomotif

3.4.2. Bahan



Gambar 3.5 Rangkaian mobil listrik alago