

SKRIPSI

**STUDI KARAKTERISTIK MOTOR DC TIPE SHUNT TERHADAP
POSISI SIKAT**



Disusun Oleh :

JUHARTONO
K105 82 1006 12

GUNAWAN
105 82 989 12

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2017

**STUDI KARAKTERISTIK MOTOR DC TIPE SHUNT TERHADAP
POSISI SIKAT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh gelar sarjana

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

**JUHARTONO
K105 82 1006 12**

**GUNAWAN
105 82 989 12**

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2017



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDI KARAKTERISTIK MOTOR DC TIPE SHUNT TERHADAP POSISI SIKAT.**

Nama : 1. Juhartono
2. Gunawan

Stambuk : 1. K10582 1006 12
2. 10582 989 12

Makassar, 23 Januari 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

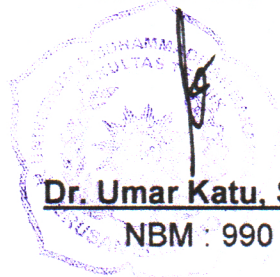
Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Adriani, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Dr. Umar Katu, S.T., M.T.

NBM : 990 410



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ PENGESAHAN

Skripsi atas nama Juhartono dengan nomor induk Mahasiswa K10582 1006 12 dan Gunawan dengan nomor induk Mahasiswa 10582 989 12 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/20201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 20 Januari 2018.

Makassar, 13 Jumadil Awwal 1439 H
30 Januari 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Ir. Abd Hafid, M.T

b. Sekertaris : Rahmania, S.T.,M.T

3. Anggota : 1. Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T

2. Rizal Ahdiyati Duyo, S.T.,M.T

3. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T....

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc


Adriani, S.T.,M.T

Dekan




Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

`Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, daan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persetujuan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: **“STUDI KARAKTERISTIK MOTOR DC TIPE SHUNT TERHADAP POSISI SIKAT”**.

penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis hanya sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari segi perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh Karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran S.T., M.T. sebagai dekan Fakultas Teknik Universitan Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Umar Katu S.T., M.T. sebagai ketua jurusan Fakultas Teknik Elektro Universutan Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Se.selaku pembimbing I, dan Ibu Adriani, S.T., M.T. selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu membimbing kami.
4. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahhanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanannya terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Rekan-rekan kariawan anugrah servis dan general elektrik yang telah membantu proses penelitian ini.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhususnya angkata 2012 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga pihak tersebut diatas mendapat pahala yang terlipat ganda disisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat, serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, 5 november 2017

Penulis

GUNAWAN¹, JUHARTONO²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : Gunawancst@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : juhartono2606@gmail.com

ABSTRAK

Motor DC tipe Shunt adalah Motor DC yang kumparan medannya dihubungkan secara paralel dengan kumparan angker. Masalah yang sering timbul pada motor dc adalah peletakan dari posisi sikat. adanya reaksi medan magnet pada jangkar membuat posisi sikat pada komutator motor dc berubah. Ada motor dc yang posisi sikatnya dapat diatur sesuai kondisi yang digunakan. Pada skripsi ini diteliti hubungan antara posisi sikat dengan karakteristik putaran, dari motor dc penguat shunt.dari hasil pengujian baik pada beban nol dan berbeban, Untuk karakteristik beban nol atau tanpa beban didapat rugi-rugi terendah bukan pada posisi 0° , hal ini karena adanya rugi-rugi yang menghambat putaran motor. Dari kurva $I_m=f(V)$ tanpa beban didapat posisi sikat untuk arus medan terendah di $+12^\circ$ yaitu 0,90A dan pada kurva $N=f(I_m)$ tanpa beban didapat posisi sikat untuk putaran tertinggi di -24° yaitu 1,00A. Untuk kurva tegangan terhadap arus medan antara kondisi berbeban dan tanpa beban berbeda, bahkan bersebrangan, ini menunjukkan untuk mendapatkan rugi-rugi terendah posisi sikat harus diubah sesuai dengan beban motor. Sudut sikat 24° disebelah kiri dari posisi tengah memiliki karakteristik yang paling baik dibanding dengan posisi yang lain. Efisiensi motor tertinggi sebesar 73,64%.

Kata kunci : Motor DC, tipe shunt, posisi sikat

GUNAWAN¹, JUHARTONO²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : Gunawancst@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : juhartono2606@gmail.com

ABSTRACT

Shunt DC motor is a DC motor whose coil field is connected in parallel with the armature coil. The problem that often arises in the dc motor is the laying of the brush position. the presence of magnetic field reactions on the anchor makes the brush position on the dc motor commutator changed. In this thesis examined the relationship between brush position with rotation characteristics, from motor dc shunt amplifier. For zero or no-load load characteristics, the lowest losses are not at 0 °, this is because of losses that inhibit motor rotation. From the curve $I_m = f(V)$ no load the bracket position for the lowest field current at + 12 ° is 0.90A and on the curve $N = f(I_m)$ no load obtained brush position for the highest rotation at -24 ° is 1.00A . For the curve of the voltage to the field currents between load and no load conditions are different, even across, this indicates to obtain the lowest loss the brush position must be changed according to the motor load. The 24 ° brush angle to the left of the middle position has the best characteristics compared to the other positions. Highest motor efficiency of 73.64%.

Keywords : DC Motor, shunt type. Brush position.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DASTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengertian Motor DC	5

B.	Bagian-Bagian Motor DC	6
C.	Prinsip Kerja Motor DC	11
D.	Jenis-Jenis Motor DC	13
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	20
A.	Waktu dan tempat Penelitian	20
B.	Metode Pengumpulan Data	20
C.	Peralatan	20
D.	Cara Kerja	21
E.	Prosedur Penelitian	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A.	Karakteristik Tanpa Beban	27
B.	Karakteristik Berbeban	29
C.	Efisiensi Motor	33
D.	Analisa Data	33
BAB V	PENUTUP	36
A.	Kesimpulan	36
B.	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk dan symbol motor DC.....	6
Gambar 2.2 Bagian-bagian motor DC	6
Gambar 2.3 Konstruksi sebuah komutator dari motor DC	8
Gambar 2.4 Konstruksi jangkar	10
Gambar 2.5 Kumputan jangkar	11
Gambar 2.6 Prinsip kerja motor DC	12
Gambar 2.7 Jenis-jenis motor DC.....	13
Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen motor DC penguat terpisah.....	14
Gambar 2.9 Rangkaian ekivalen motor DC penguat shunt.....	17
Gambar 3.1 Letak sikat pada motor DC	21
Gambar 3.2 Posisi sikat.....	22
Gambar 3.3 Rangkaian percobaan	23
Gambar 3.4 beban motor.....	23
Gambar 3.5 diagram penelitian	25
Gambar 4.1 karakteristik tegangan terhadap arus	27
Gambar 4.2 karakteristik putaran terhadap arus	28
Gambar 4.3 karakteristik arus terhadap torsi beban.....	29
Gambar 4.4 karakteristik putaran motor berbeban.....	30
Gambar 4.5 karakteristik torsi berbeban terhadap arus.....	31
Gambar 4.6 karakteristik tegangan terhadap arus medan	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karakteristik arus medan beban nol terhadap tegangan.....	27
Tabel 4.2 Karakteristik putraran terhadap arus	28
Tabel 4.3 Karakteristik torsi berbeban	29
Tabel 4.4 Karakteristik mekanik berbeban	30
Tabel 4.5 Karakteristik torsi berbeban	31
Tabel 4.6 Karakteristik putaran terhadap arus medan torsi konstan	32
Table 4.7 efisien motor	33

DAFTAR ISTILAH

Motion	=	energi kinetik atau gerak
Name plat	=	papan nama
Poles	=	kutub motor
Field winding	=	kumparan medan
Armature winding	=	kumparan jangkar
Brushes	=	kuas atau sikat arang
Armature coil	=	kumparan angker

DAFTAR LAMPIRAN

Foto Motor DC penguat shunt	39
Foto Peralatan yang digunakan	39
Foto Memiringkan posisi sikat.....	40
Foto Membuat rangkaian adaptor	40
Foto Menyolder rangkaian percobaan.....	41
Foto alat ukur yang digunakan	41
Foto pengukuran	42
Foto bersama kariawan CV. General Elektrik	43

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Motor DC merupakan actuator yang sangat lazim digunakan ada berbagai macam alasan mengapa motor DC sangat populer digunakan. Salah satunya adalah sistem tenaga listrik DC masih umum digunakan pada industri, automobile, dan robotika. Dan meskipun tidak ada sumber tenaga listrik DC, rangkaian penyearah dan chopper dapat digunakan untuk menghasilkan sumber listrik DC yang diinginkan. Motor DC juga digunakan Karena kebutuhan akan variasi kecepatan motor yang lebar.

Pada motor DC energi listrik yang diubah adalah energi arus searah. Dimana sumber tegangan dihubungkan ke kumparan medan dan kumparan jangkar dari motor tersebut kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar), dan kumparan jangkar yang disebut rotor (bagian yang berputar).

Dalam dunia industry, automobile, dan robotika. Kecepatan motor DC sangatlah penting untuk memenuhi kebutuhan gerak yang diinginkan. Pada motor DC terdapat sikat-sikat yang berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus dari lilitan jangkar beban, aliran arus tersebut akan mengalir dari sumber dan diterima oleh kontaktor.

Motor DC tipe Shunt adalah Motor DC yang kumparan medannya dihubungkan secara paralel dengan kumparan angker (*armature winding*). Motor DC tipe Shunt ini merupakan tipe Motor DC yang sering digunakan, hal ini dikarenakan Motor DC Shunt memiliki kecepatan yang hampir konstan meskipun terjadi perubahan beban (kecepatan akan berkurang apabila mencapai torsi (*torque*) tertentu. Karena Kumparan Medan dan Kumparan Angker dihubungkan secara paralel, maka total arus listrik merupakan penjumlahan dari arus yang melalui kumparan medan dan arus yang melalui kumparan angker.

Pada tugas akhir ini kami selaku mahasiswa teknik elektro akan melakukan penelitian tentang karakteristik motor DC penguat terpisah terhadap posisi sikat. Pada motor DC, pengaturan letak sikat dalam mengantisipasi reaksi jangkar ternyata berpengaruh pada unjuk kerja serta efisiensi dari motor tersebut. Maka dengan mengatur letak sikat-sikat pada komutator akan dapat meningkatkan performansi dari motor DC tersebut sehingga motor DC dapat bekerja dengan baik. Dengan demikian perlu dilakukan pengujian untuk membandingkan pengaruh puataran putaran motor DC terhadap posisi sikat sehingga didapatkan efisiensi yang paling maksimal.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik motor DC penguat shunt terhadap posisi sikat ?
2. Apa pengaruh efisiensi yang terjadi seiring bergesernya posisi sikat ?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik motor DC penguat shunt terhadap posisi sikat.
2. Membandingkan data-data posisi sikat.

3. Mengetahui pengaruh efisiensi yang didapatkan seiring bergesernya posisi sikat.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah ini yakni meningkatkan pengetahuan tentang motor listrik DC, agar menjadi sebuah sarana untuk mengimplementasikan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan serta memberikan manfaat untuk masyarakat luas.

E. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa pembatasan masalah antara lain:

1. Motor yang digunakan adalah motor listrik DC penguat shunt
2. Mengetahui karakter motor listrik DC penguat shunt terhadap posisi sikat
3. Tidak membahas tentang rugi-rugi motor.

F. Sistematika Penulisan

Agar pembahasan masalah pada proposal ini lebih sistematis, maka proposal ini dibagi menjadi beberapa bab.

BAB I PENDAHULUAN,

meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

membahas mengenai motor DC yang menjelaskan tentang pengertian motor DC, bagian-bagian motor DC, dan prinsip kerja motor DC.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

menjelaskan tentang lokasi penelitian, metode penelitian, peralatan yang disiapkan, dan cara kerja yang akan dilakukan untuk melakukan percobaan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang hasil pengujian motor DC penguat shunt terhadap posisi sikat, dan menganalisa hasil data.

BAB V PENUTUP

Dalam bagian ini akan dibahas kesimpulan dan saran akhir dari pengujian motor listrik DC penguat shunt terhadap posisi sikat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

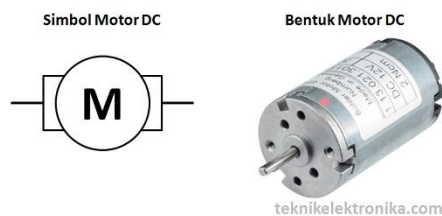
A. Pengertian Motor DC

Motor Listrik DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC.

Motor Listrik DC atau DC Motor ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik. Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apa bila tegangan yang diberikan ke Motor Listrik DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka akan dapat memperlambat rotasi motor DC tersebut sedangkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan operasional akan membuat rotasi motor DC menjadi lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut turun

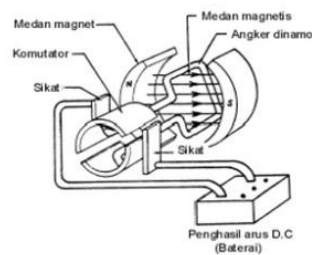
menjadi dibawah 50% dari tegangan operasional yang ditentukan maka Motor DC tersebut tidak dapat berputar atau terhenti. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut lebih tinggi sekitar 30% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya akan menjadi rusak.

Pada saat Motor listrik DC berputar tanpa beban, hanya sedikit arus listrik atau daya yang digunakannya, namun pada saat diberikan beban, jumlah arus yang digunakan akan meningkat hingga ratusan persen bahkan hingga 1000% atau lebih (tergantung jenis beban yang diberikan). Oleh karena itu, produsen Motor DC biasanya akan mencantumkan *Stall Current* pada Motor DC. *Stall Current* adalah arus pada saat poros motor berhenti karena mengalami beban maksimal.



Gambar 2.1 Bentuk dan simbol motor DC

B. Bagian-Bagian Motor DC



Gambar 2.2 Bagian-bagian motor DC

1. Badan Motor listrik

Fungsi utama dari badan motor adalah sebagai bagian tempat untuk mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub-kutub magnet, karena itu badan motor dibuat dari bahan ferromagnetik. Disamping itu badan motor ini berfungsi untuk meletakkan alat-alat tertentu dan melindungi bagian-bagian motor lainnya.

Pada badan motor terdapat papan nama (*name plat*) yang bertuliskan spesifikasi umum atau data teknik dari motor. Papan nama tersebut untuk mengetahui beberapa hal pokok yang perlu diketahui dari motor tersebut. Selain papan nama badan motor juga terdapat kotak hubung yang merupakan tempat ujung-ujung penguat magnet dan lilitan jangkar. Ujung-ujung lilitan jangkar ini tidak langsung dari lilitan jangkar tetapi merupakan ujung kawat penghubung lilitan jangkar yang melalui komutator dan sikat-sikat. Dengan adanya kotak hubung akan memudahkan dalam pergantian susunan lilitan penguat magnet dan memudahkan pemeriksaan kerusakan yang mungkin terjadi pada lilitan jangkar maupun lilitan penguat tanpa membongkar mesin.

2. Inti kutub magnet dan lilitan penguat magnet

Sebagaimana diketahui bahwa fluks magnet yang terdapat pada motor arus searah dihasilkan oleh kutub-kutub magnet buatan yang dibuat prinsip elektromagnetis. Lilitan penguat magnet berfungsi untuk mengalirkan arus listrik sebagai terjadinya proses elektromagnetis.

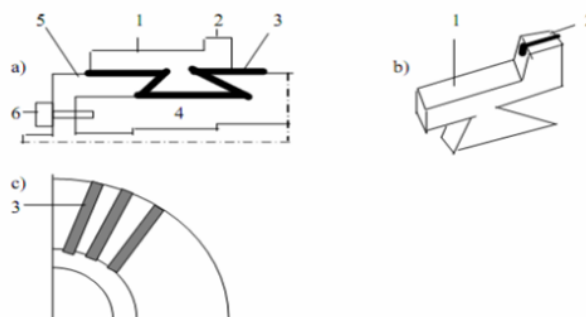
3. Sikat-sikat

Fungsi utama dari sikat-sikat adalah untuk jembatan bagi aliran arus dari lilitan jangkar dengan sumber tegangan. Disamping itu sikat-sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi. Agar gesekan antara komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator, maka bahan sikat lebih lunak dari komutator. Biasanya dibuat dari bahan arang (*coal*).

4. Komutator

Komutator yang digunakan dalam motor arus searah pada prinsipnya mempunyai dua bagian yaitu :

- a. Komutator bar merupakan tempat terjadinya gesekan antara komutator dengan sikat-sikat.
- b. Komutator riser merupakan bagian yang menjadi tempat hubungan komutator dengan ujung dari lilitan jangkar.



Gambar 5.
Konstruksi sebuah komutator dari motor arus searah

Gambar 2.3 Konstruksi sebuah komutator dari motor DC

Keterangan :

- a. Segmen komutator
- b. Pemasangan komutator
- c. Susunan komutator
- d. Komutator bar
- e. Riser
- f. Isolator
- g. Poros
- h. Ring pengunci

5. Baut

Isolator yang digunakan yang terletak antara komutator yang satu dengan komutator yang lain harus dipilih sesuai dengan kemampuan isolator tersebut terhadap suhu yang terjadi dalam mesin. Jadi disamping sebagai isolator terhadap listrik, juga harus mampu terhadap suhu tertentu.

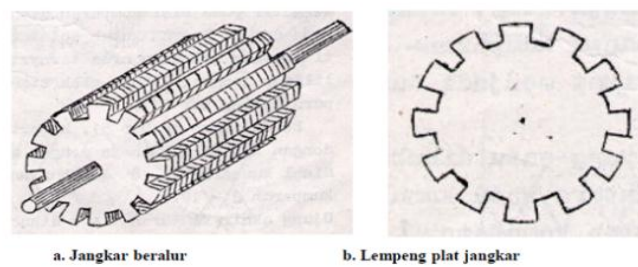
Berdasarkan jenis isolator yang digunakan terhadap kemampuan panas ini maka pada mesin listrik dikenal :

- a. Klas A : jika temperatur tinggi diijinkan 70°C (katun, sutera, kertas)
- b. Klas B : jika temperatur tinggi diijinkan 110°C (serat asbes, serat gelas)
- c. Klas H : jika temperatur tinggi diijinkan 185°C (mika, gelas, porselin, keramik).

6. Jangkar (angker)

Umumnya jangkar yang digunakan dalam motor arus searah adalah berbentuk selinder dan diberi alur-alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumparan-kumparan tempat terbentuknya GGL lawan. Seperti halnya pada inti kutub magnet, maka jangkar dibuat dari bahan berlapis-lapis tipis untuk mengurangi panas yang terbentuk karena adanya arus liar (*Edy current*). Bahan yang digunakan jangkar ini sejenis campuran baja silikon.

Adapun konstruksinya dari jangkar tersebut dapat dilukiskan seperti dibawah ini :



Gambar 6.
Konstruksi jangkar

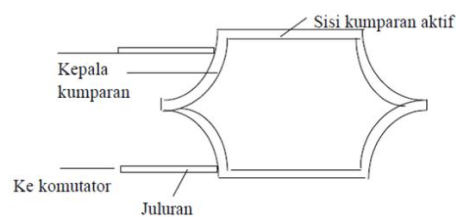
Gambar 2.4. Konstruksi jangkar

7. Lilitan jangkar (angker)

Lilitan jangkar pada motor arus searah berfungsi sebagai tempat terbentuknya GGL lawan. Pada prinsipnya kumparan terdiri atas :

- Sisi kumparan aktif, yaitu bagian sisi kumparan yang terdapat dalam alur jangkar yang merupakan bagian yang aktif (terjadi GGL lawan sewaktu motor bekerja).

- b. Kepala kumparan, yaitu bagian dari kumparan yang terletak di luar alur yang berfungsi sebagai penghubung satu sisi kumparan aktif dengan sisi kumparan aktif lain dari kumparan tersebut.
- c. Juluran, yaitu bagian ujung kumparan yang menghubungkan sisi aktif dengan komutator.



Gambar 7.
Kumparan jangkar

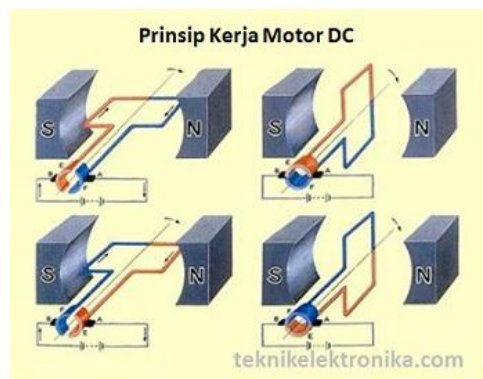
Gambar 2.5. Kumparan jangkar

C. Prinsip Kerja Motor DC

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor Listrik DC, yaitu Stator dan Rotor. Stator adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan Rotor adalah bagian yang berputar, bagian Rotor ini terdiri dari kumparan Jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yaitu diantaranya adalah *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan medan magnet), *Armature Winding* (Kumparan Jangkar), *Commutator* (Komutator) dan *Brushes* (kuas/sikat arang).

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnetik untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan

yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.

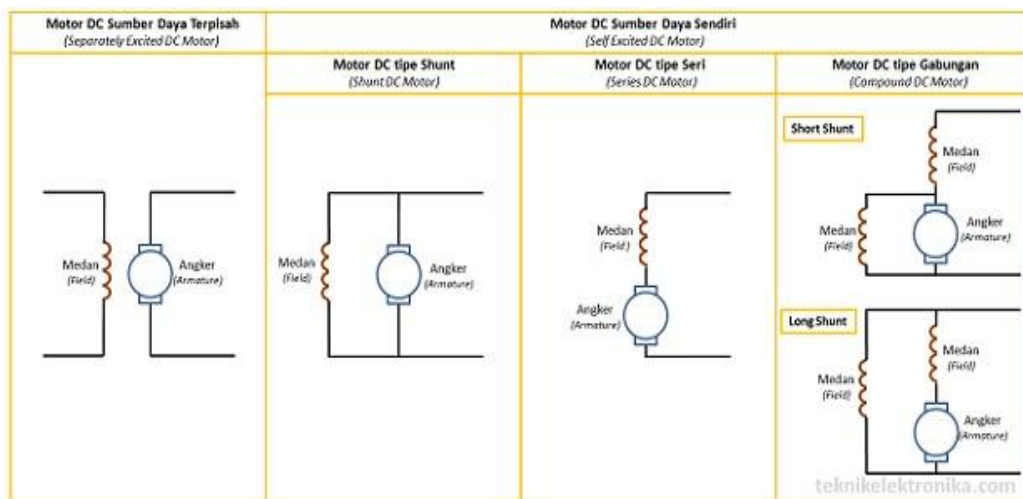


Gambar 2.6. Prinsip kerja motor DC

Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan.

D. Jenis-Jenis Motor DC

Pada dasarnya, semua Motor DC diklasifikasikan menjadi 2 Jenis utama berdasarkan hubungan Kumparan Medan dan Kumparan Angkernya, kedua jenis Motor DC tersebut adalah Motor DC sumber daya terpisah atau Separately Excited DC Motor dan Motor DC sumber daya sendiri atau Self Excited DC Motor. Motor DC sumber daya sendiri ini dapat dibedakan lagi menjadi tiga jenis yaitu *Shunt Wound Motor DC*, *Series Wound Motor DC* dan *Compound Wound Motor DC*



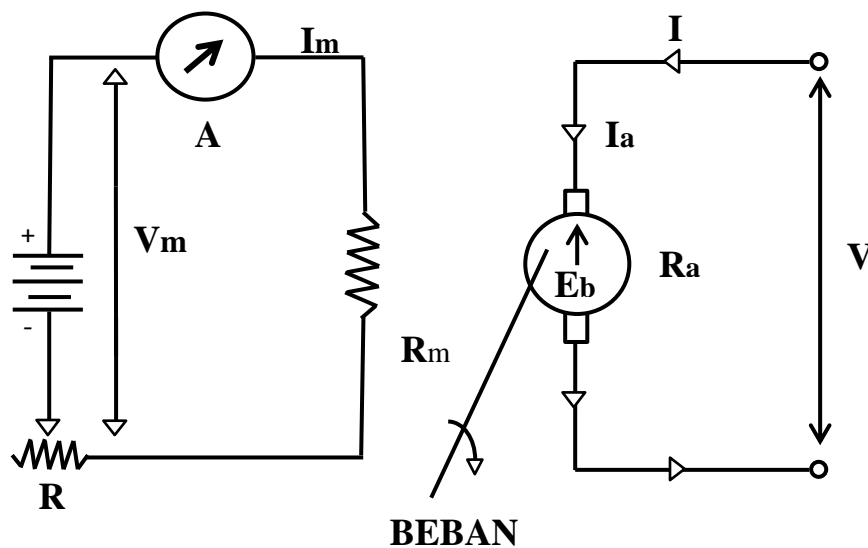
Gambar 2.7. Jenis-jenis motor DC

1. Motor DC Sumber Daya Terpisah (*Separately Excited DC Motor*)

Motor DC jenis sumber daya terpisah ini, sumber arus listrik untuk kumparan medan (*field winding*) terpisah dengan sumber arus listrik untuk kumparan angker (*armature coil*) pada rotor seperti terlihat pada gambar diatas ini. Karena adanya rangkaian tambahan dan kebutuhan sumber daya tambahan

untuk pasokan arus listrik, Motor DC jenis ini menjadi lebih mahal sehingga jarang digunakan. *Separately Excited Motor DC* ini umumnya digunakan di laboratorium untuk penelitian dan peralatan-peralatan khusus.

Motor jenis ini mempunyai kumparan medan yang disuplai oleh sumber lain yang bebas dan tidak bergantung pada beban atau tegangan drop di dalam jangkar, kecepatan praktis tetap pada seluruh range beban. Pada jangkar EMF lawan sebesar E_b yang melawan tegangan masuk V . pemakaian misalnya untuk *mixer*, dan motor traksi rangkaian ekivalen pada motor ini dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini:



Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen motor DC penguat terpisah

Dari gambar 2.8 tersebut maka persamaan yang menyatakan hubungan besaran, tegangan, arus, daya, dan resistansi dapat ditulis sebagai berikut:

$$E_b = \frac{P\Phi N}{60} \times \frac{Z}{a} = C\Phi N \dots\dots\dots (2.1)$$

$$V = Eb + Ia Ra + \text{Rugi Sikat}$$

$$Im = (Vm)/(R+Rm)$$

$$I = \text{Daya Input} / V$$

$$P_{out} = T 2 \pi N$$

$$\text{Efisiensi } (\eta) = (P_{out} / P_{in}) \times 100\%$$

$$N = \frac{Eb}{c\Phi} P$$

Dimana :

P = Jumlah Kutub

C = Konstanta

Φ = Fluks magnet (Weber)

N = Putaran Motor (rpm)

Z = Jumlah Lilitan Konduktor

a = P (Untuk Lap Widing) atau $a = 2$ (Untuk Wave Widing)

V = Tegangan Terminal (V)

E = EMF lawan (tegangan balik) (V)

I = Arus jala-jala (A)

Ia = Arus jangkar (A)

Im = Arus medan (A)

Vm = Tegangan Medan (V)

Rm = Tahanan Medan (Ω)

Ra = Tahanan jangkar (Ω)

R = Tahanan Pemutus Arus Medan (Ω)

T = Torsi (Kg-m) Atau (N-m)

P_{out} = Daya Output (watt)

P_{in} = Daya Input (watt)

Besar Φ medan akan sebanding dengan arus medan yang melalui kumparan medan.

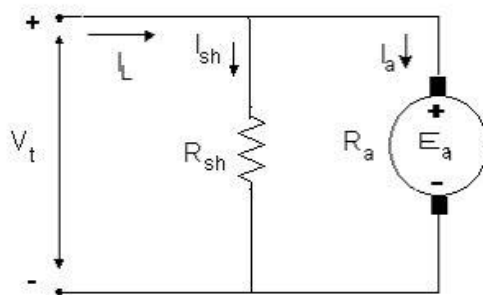
2. Motor DC Sumber Daya Sendiri (*Self Excited DC Motor*)

Pada Motor DC jenis Sumber Daya Sendiri atau Self Excited Motor DC ini, kumparan medan (*field winding*) dihubungkan secara seri, paralel ataupun kombinasi seri-paralel dengan kumparan angker (*armature winding*). Motor DC Sumber Daya Sendiri ini terbagi lagi menjadi 3 jenis Motor DC yaitu *Shunt DC Motor*, *Series DC Motor* dan *Compound DC Motor*.

a. Motor DC tipe Shunt (*Shunt DC Motor*)

Motor DC tipe Shunt adalah Motor DC yang kumparan medannya dihubungkan secara paralel dengan kumparan angker (*armature winding*). Motor DC tipe Shunt ini merupakan tipe Motor DC yang sering digunakan, hal ini dikarenakan Motor DC Shunt memiliki kecepatan yang hampir konstan meskipun terjadi perubahan beban (kecepatan akan berkurang apabila mencapai torsi (*torque*) tertentu. Karena Kumparan Medan dan Kumparan Angker dihubungkan secara paralel, maka total arus listrik merupakan penjumlahan dari arus yang melalui kumparan medan dan arus yang melalui kumparan angker.

Kecepatannya dapat dikendalikan dengan memasang sebuah resistor/tahanan secara seri dengan kumparan medan ataupun seri dengan kumparan anker. Jika resistor/tahanan tersebut dipasang secara seri dengan kumparan medan maka kecepatannya akan berkurang, sedangkan apabila resistor/tahanan tersebut dipasang secara seri dengan kumparan anker maka kecepatannya akan bertambah.



Gambar2.9 Rangkaian ekivalen motor arus searah penguatan shunt

Dari gambar 2.9 diatas diperoleh hasil hasil persamaan tegangan terminal motor DC penguat shunt.

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a \dots\dots\dots(2.2)$$

$$V_{sh} = V_a = I_{sh} + R_{sh}$$

$$I_L = I_a + I_{sh}$$

Keterangan

Dimana:

I_{sh} = Arus kumparan medan shunt (ohm)

V_{sh} = Tegangan kumparan medean shunt (volt)

R_{sh} = Tahanan medan shunt (ohm)

I_L = Arus beban (amp)

b. Motor DC tipe Seri (*Series DC Motor*)

Motor DC tipe Seri atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Series DC Motor ini adalah Motor DC yang kumparan medannya dihubungkan secara seri dengan kumparan angker (*armature winding*). Dengan hubungan seri tersebut, arus listrik pada kumparan medan adalah sama dengan arus listrik pada kumparan angker. Kecepatan pada Motor DC tipe seri ini akan berkurang seiring dengan penambahan beban yang diberikan pada motor DC tersebut. Motor DC jenis ini tidak boleh digunakan tanpa ada beban yang terpasang karena akan berputar cepat tanpa terkendali.

c. Motor DC tipe Gabungan (*Compound DC Motor*)

Compound DC Motor atau Motor DC tipe Gabungan ini adalah gabungan Motor DC jenis *Shunt* dan Motor DC jenis Seri. Pada Motor DC tipe Gabungan ini, Terdapat dua Kumparan Medan (*Field Winding*) yang masing-masing dihubungkan secara paralel dan Seri dengan Kumparan Angker (*Armature Winding*). Dengan gabungan hubungan seri dan paralel tersebut, Motor DC jenis Compound ini mempunyai karakteristik seperti *Series DC Motor* yang memiliki torsi (*torque*) awal yang tinggi dan karakteristik Shunt DC Motor yang berkecepatan hampir konstan.

Motor DC tipe Gabungan (*Compound DC Motor*) ini dapat dibedakan lagi menjadi dua jenis yaitu *Long Shunt Compound DC Motor* yang kumparan medannya dihubungkan secara paralel dengan kumparan angkernya saja dan *Short Shunt Compound DC Motor* yang kumparan medannya secara paralel dengan kombinasi kumparan medan seri dan kumparan anker (bentuk rangkaiannya dapat dilihat pada gambar atas).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di enrekang di salah satu tempat servis elektronika, dan di Makassar salah satu rumah kariawan CV. General Elektrik.

B. Metode Pengumpulan Data

1. Penelitian pustaka (*Library Research*)

Yaitu penelitian atau pengumpulan data dengan membaca dan mempelajari berbagai literature-literatur, tulisan-tulisan, dan bahan-bahan perkuliahan yang telah didapatkan guna memperoleh landasan teori yang berhubungan dengan materi penulisan tugas akhir

2. Penelitian objek (*Obyek Research*)

Yaitu penelitian yang dilakukan secara langsung pada objek yaitu motor DC dengan cara melakukan observasi guna mengumpulkan data-data

C. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak, sebagai berikut:

1. Perangkat keras

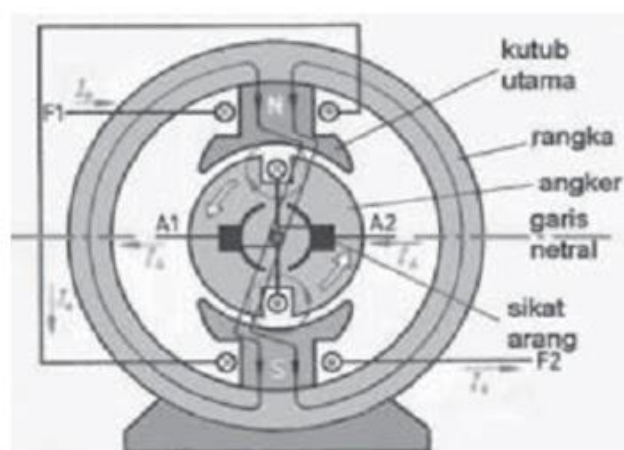
- a. Obeng (+) dan (-)
- b. Tang
- c. AVO meter

- d. Torsi meter
 - e. Tang ampere
 - f. Laptop
2. Perangkat lunak
 - a. Perangkat lunak sistem yaitu Microsoft Word 2010
 - b. Perangkat lunak sistem yaitu Microsoft Power poin 2007

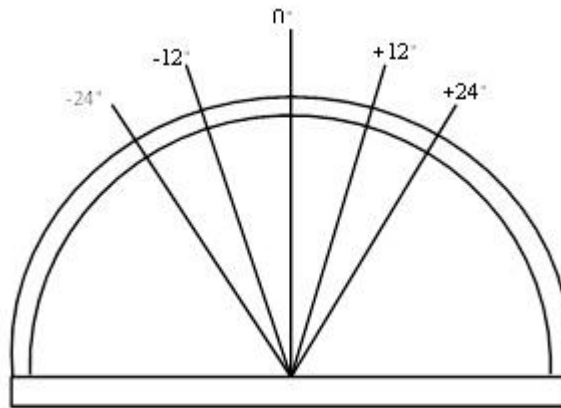
D. Cara Kerja

1. Posisi sikat

Untuk mengumpulkan data hubungan antara posisi sikat dan karakter motor maka ditentukan beberapa titik percobaan. Untuk memudahkan analisa dalam penelitian ini diambil 5 titik percobaan yaitu titik posisi tengah atau 0° diikuti dengan 2 titik disebelah kiri (-12° dan -24° dari posisi tengah) dan 2 titik sebelah kanan ($+12^\circ$ dan $+24^\circ$ dari posisi tengah) seperti terlihat pada gambar 3.1 dan 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.1 Letak sikat pada motor DC



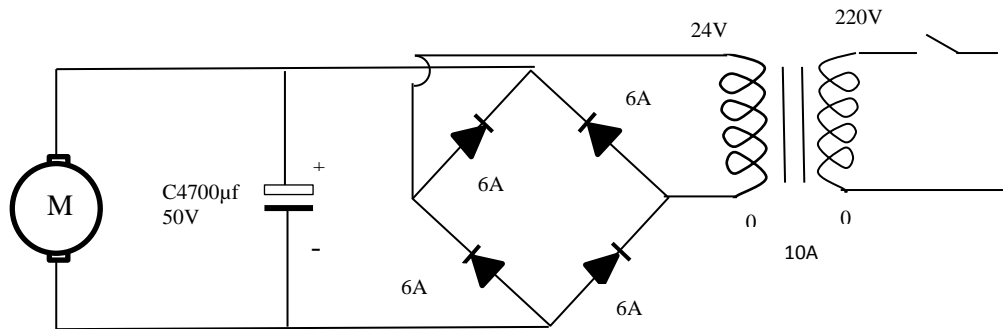
Gambar 3.2 Posisi sikat

Data diambil dari motor DC penguat shunt dengan spesifikasi sebagai berikut:

Daya	= 0,2 Kw	V_m	= 24 Vdc
V	= 24 V	I_m	= 1,3 A
I	= 8 A	N	= 2700 rpm
R_m	= 16 Ω		

2. Rangkain percobaan

Sumber listrik diambil dari tegangan AC 1 fasa 220V yang di searahkan menggunakan adaptor sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan. Arus medan diambil dari DC regulator. Dengan rangkaian pengujian seperti tampak pada gambar 3.3, Dan posisi sikat diukur dengan busur derajat pada 5 posisi seperti tampak pada gambar 3.2.



Gambar 3.3 Rangkaian percobaan

3. Beban motor

Beban yang akan digunakan berupa Gir dan mata bor yang diuji dengan melakukan pengeboran pada kayu, seperti pada gambar 3.4 dibawah ini



Gambar 3.4 beban motor

3. Efisiensi.

Adapun rumus yang digunakan untuk mengukur efisiensi adalah:

$$\eta = (P_{out}/P_{in}).100 \dots\dots\dots (3.1)$$

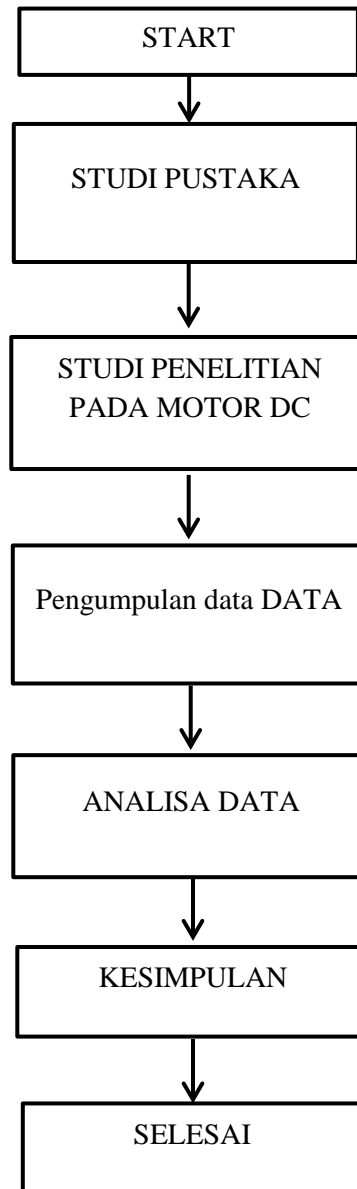
keterangan

η = efisiensi (%)

P_{out} = daya output (*watt*)

P_{in} = daya input (*watt*)

E. Prosedur Penelitian



Gambar 3.5 Diagram Penelitian

Prosedur penelitian ini pertama-tama melakukan study pustaka dimana dilakukan dengan mengumpulkan data dari beberapa buku sumber, selanjutnya melakukan study objek pada motor DC sesuai dengan rumusan masalah yang terdapat pada BAB I dimana data yang diolah adalah data hasil percobaan pada motor DC.

Data yang diperoleh kemudian dikumpulkan dan dilampirkan sesuai hasil penelitian pada BAB selanjutnya. Data disajikan sesuai hasil perolehan pada pengamatan yang dilakukan pada motor DC. Dari hasil penelitian yang diperoleh akan dianalisa lalu kemudian ditariklah kesimpulan yang akan disajikan pada BAB akhir dari penelitian ini.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Karakteristik Tanpa Beban

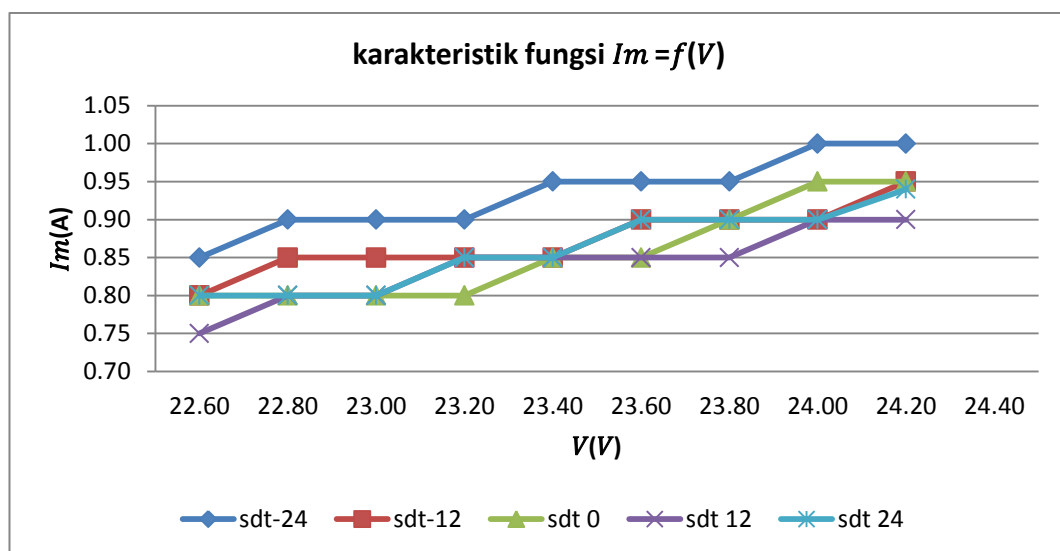
1. Karakteristik arus beban nol terhadap tegangan [$I_m=f(V)$]

Pada putaran (N) konstan 2700 rpm

Tabel 4.1 Karakteristik arus medan beban nol terhadap tegangan

No.	$\alpha = -24^\circ$		$\alpha = -12^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = 12^\circ$		$\alpha = 24^\circ$	
	V	I_m	V	I_m	V	I_m	V	I_m	V	I_m
1	24,20	1,00	24,20	0,95	24,20	0,95	24,20	0,90	24,20	0,94
2	24,00	1,00	24,00	0,95	24,00	0,95	24,00	0,90	24,00	0,90
3	23,80	0,95	23,80	0,90	23,80	0,90	23,80	0,85	23,80	0,90
4	23,60	0,95	23,60	0,90	23,60	0,85	23,60	0,85	23,60	0,90
5	23,40	0,95	23,40	0,85	23,40	0,85	23,40	0,85	23,40	0,85
6	23,20	0,90	23,20	0,85	23,20	0,80	23,20	0,85	23,20	0,85
7	23,00	0,90	23,00	0,85	23,00	0,80	23,00	0,80	23,00	0,80
8	22,80	0,90	22,80	0,85	22,80	0,80	22,80	0,80	22,80	0,80
9	22,60	0,85	22,60	0,80	22,60	0,80	22,60	0,75	22,60	0,80

Keterangan: V = voltase (V) I_m = arus medan (A)



Gambar 4.1 karakteristik tegangan terhadap arus medan beban nol

pada gambar 4.1 diatas, arus medan naik seiring naiknya tegangan. Arus medan tertinggi dicapai pada kemiringan sikat 24° , sedangkan arus medan terendah dicapai pada posisi sikat 12° .

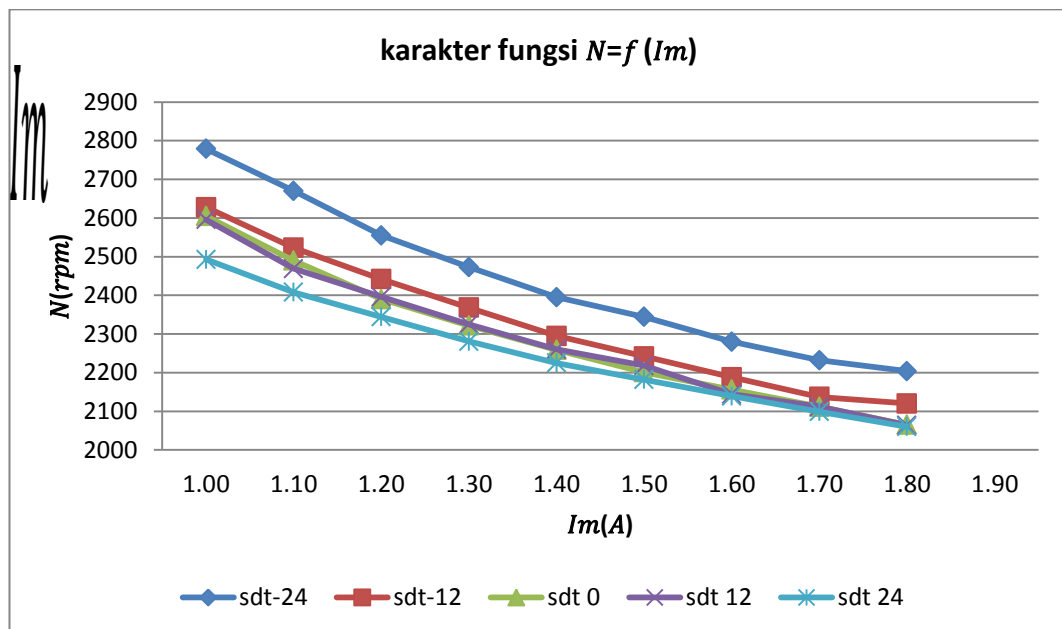
2. Karakteristik putaran terhadap arus medan Nol [$N=f(I_m)$]

Pada tegangan (V) konstan 24,10 V

Tabel 4.2 Karakteristik putaran terhadap arus

No.	$\alpha = -24^\circ$		$\alpha = -12^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = 12^\circ$		$\alpha = 24^\circ$	
	I_m (A)	N (rpm)	I_m (A)	N (rpm)	I_m (A)	N (rpm)	I_m (A)	N (rpm)	I_m (A)	N (rpm)
1	1,80	2204	1,80	2120	1,80	2065	1,80	2064	1,80	2060
2	1,70	2232	1,70	2137	1,70	2112	1,70	2112	1,70	2099
3	1,60	2280	1,60	2188	1,60	2156	1,60	2144	1,60	2139
4	1,50	2344	1,50	2242	1,50	2201	1,50	2218	1,50	2182
5	1,40	2395	1,40	2295	1,40	2259	1,40	2260	1,40	2225
6	1,30	2473	1,30	2368	1,30	2322	1,30	2325	1,30	2281
7	1,20	2555	1,20	2442	1,20	2390	1,20	2396	1,20	2344
8	1,10	2670	1,10	2523	1,10	2490	1,10	2469	1,10	2408
9	1,00	2779	1,00	2628	1,00	2605	1,00	2596	1,00	2493

Keterangan: I_m = arus medan (A) N = putaran motor (rpm)



Gambar 4.2 karakteristik putaran terhadap arus

Pada gambar 4.2 diatas putaran motor akan semakin menurun seiring dengan naiknya arus medan. Putaran motor tertinggi dicapai pada kemiringan sikat -24° , dan putaran motor terendah dicapai pada kemiringan sikat 24° .

B. Karakteristik Berbeban

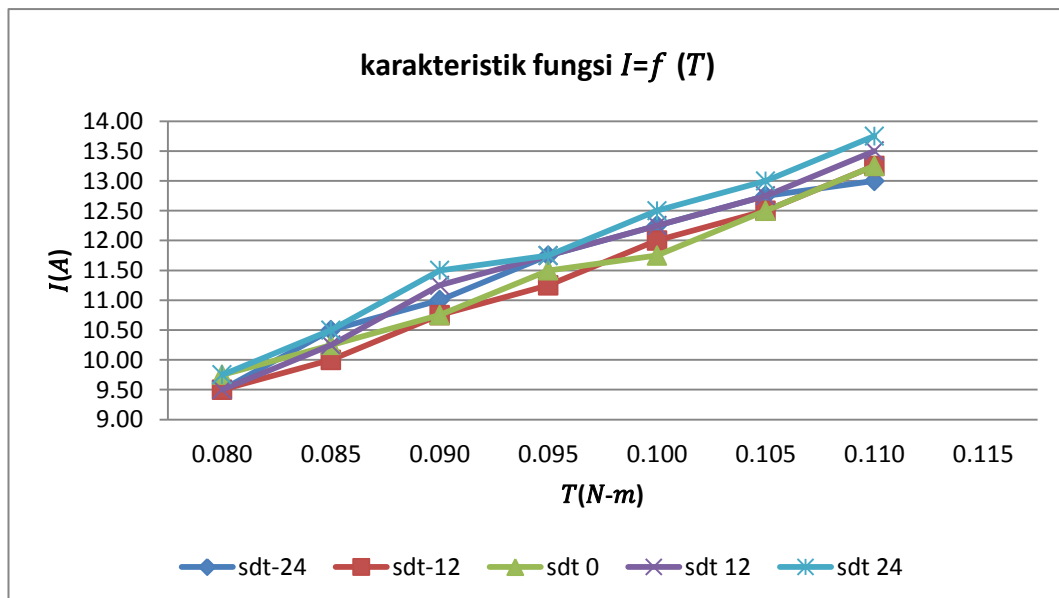
1. Karakteristik torsi berbeban [$I = f(T)$]

Pada tegangan $V = 23,00 V$ dan arus medan $I_m = 1,85 A$ konstan

Tabel 4.3 Karakteristik torsi berbeban

No.	$\alpha = -24^\circ$		$\alpha = -12^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = 12^\circ$		$\alpha = 24^\circ$	
	T ($N-m$)	I (A)	T ($N-m$)	I (A)	T ($N-m$)	I (A)	T ($N-m$)	I (A)	T ($N-m$)	I (A)
1	0,080	9,50	0,080	9,90	0,080	9,75	0,080	9,50	0,080	9,75
2	0,085	10,50	0,085	10,00	0,085	10,25	0,085	10,25	0,085	10,50
3	0,090	11,00	0,090	10,75	0,090	11,50	0,090	11,25	0,090	11,50
4	0,095	11,75	0,095	11,25	0,095	11,75	0,095	11,75	0,095	11,75
5	0,100	12,25	0,100	12,00	0,100	12,25	0,100	12,25	0,100	12,50
6	0,105	12,75	0,105	12,50	0,105	12,75	0,105	12,75	0,105	13,00
7	0,110	13,00	0,110	13,25	0,110	13,25	0,110	13,50	0,110	13,75

Keterangan : T = torsi ($N-m$) I = arus (A)



Gambar 4.3 karakteristik arus terhadap torsi berbeban

Pada gambar 4.3 diatas, arus akan semakin meningkat seiring naiknya torsi berbeban, arus tertinggi dicapai pada kemiringan sikat 24°, arus terendah dicapai pada kemiringan -12° dan -24°.

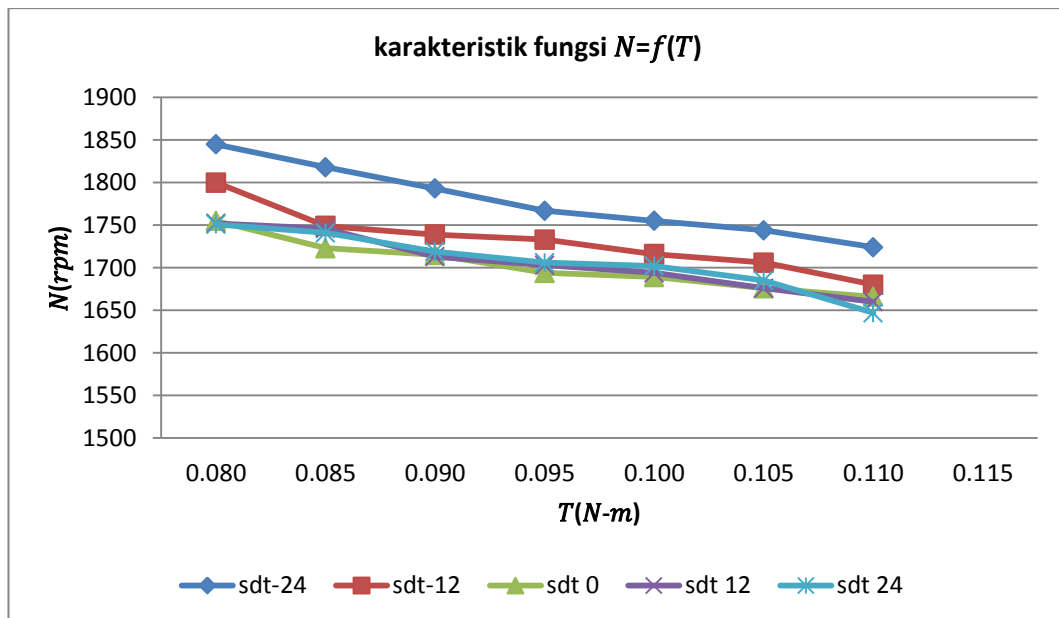
2. Karakteristik mekanik berbeban [$N=f(T)$]

Pada tegangan (V)= 23,00V arus medan (I_m)= 1,85 A konstan

Tabel 4.4 Karakteristik mekanik berbeban

No.	$\alpha = -24^\circ$		$\alpha = -12^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = 12^\circ$		$\alpha = 24^\circ$	
	T ($N-m$)	N (rpm)	T ($N-m$)	N (rpm)	T ($N-m$)	N (rpm)	T ($N-m$)	N (rpm)	T ($N-m$)	N (rpm)
1	0,080	1845	0,080	1800	0,080	1755	0,080	1752	0,080	1751
2	0,085	1818	0,085	1749	0,085	1723	0,085	1746	0,085	1741
3	0,090	1793	0,090	1739	0,090	1715	0,090	1713	0,090	1719
4	0,095	1767	0,095	1733	0,095	1694	0,095	1703	0,095	1706
5	0,100	1755	0,100	1716	0,100	1689	0,100	1694	0,100	1702
6	0,105	1744	0,105	1706	0,105	1676	0,105	1676	0,105	1685
7	0,110	1724	0,110	1680	0,110	1666	0,110	1660	0,110	1647

Keterangan: T = torsi ($N-m$) N = putaran motor (rpm)



Gambar 4.4 karakteristik putaran motor berbeban

Pada gambar 4.4, putaran motor semakin melambat seiring dengan naiknya beban torsi beban. Putaran motor tercepat dicapai pada kemiringan sikat -24° , sedangkan motor terlambat dicapai pada kemiringan sikat 0° dan 24° .

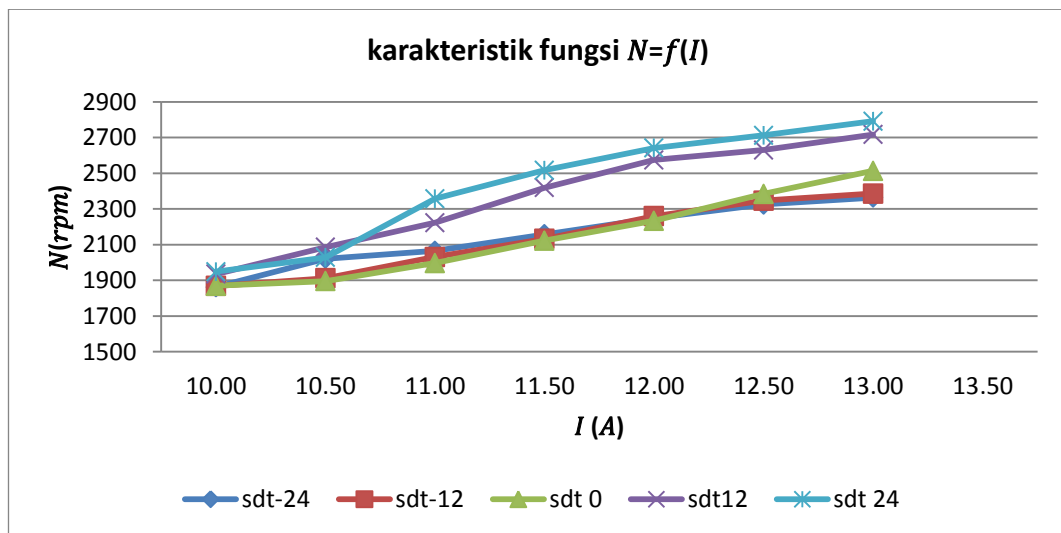
3. Karakteristik putaran berbeban [$N=f(I)$]

Pada tegangan (V)= 23,00 V konstan

Tabel 4.5 Karakteristik torsi berbeban

No.	$\alpha = -24^\circ$		$\alpha = -12^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = 12^\circ$		$\alpha = 24^\circ$	
	I (A)	N (rpm)	I (A)	N (rpm)	I (A)	N (rpm)	I (A)	N (rpm)	I (A)	N (rpm)
1	10,00	1862	10,00	1868	10,00	1869	10,00	1935	10,00	1948
2	10,50	2021	10,50	1911	10,50	1895	10,50	2085	10,50	2018
3	11,00	1065	11,00	2031	11,00	1997	11,00	2223	11,00	2357
4	11,50	2157	11,50	2132	11,50	2122	11,50	2419	11,50	2517
5	12,00	2249	12,00	2259	12,00	2233	12,00	2574	12,00	2641
6	12,50	2325	12,50	2346	12,50	2384	12,50	2630	12,50	2712
7	13,00	2363	13,00	2386	13,00	2513	13,00	2717	13,00	2791

Keterangan: I = arus (A) N = putaran motor (rpm)



Gambar 4.5 karakteristik torsi berbeban terhadap arus

Pada gambar 4.5 diatas putaran motor semakin cepat seiring dengan naiknya arus. Putaran motor tertinggi dicapai pada posisi sikat 24° , sedangkan putaran motor terendah dicapai pada posisi sikat -12° .

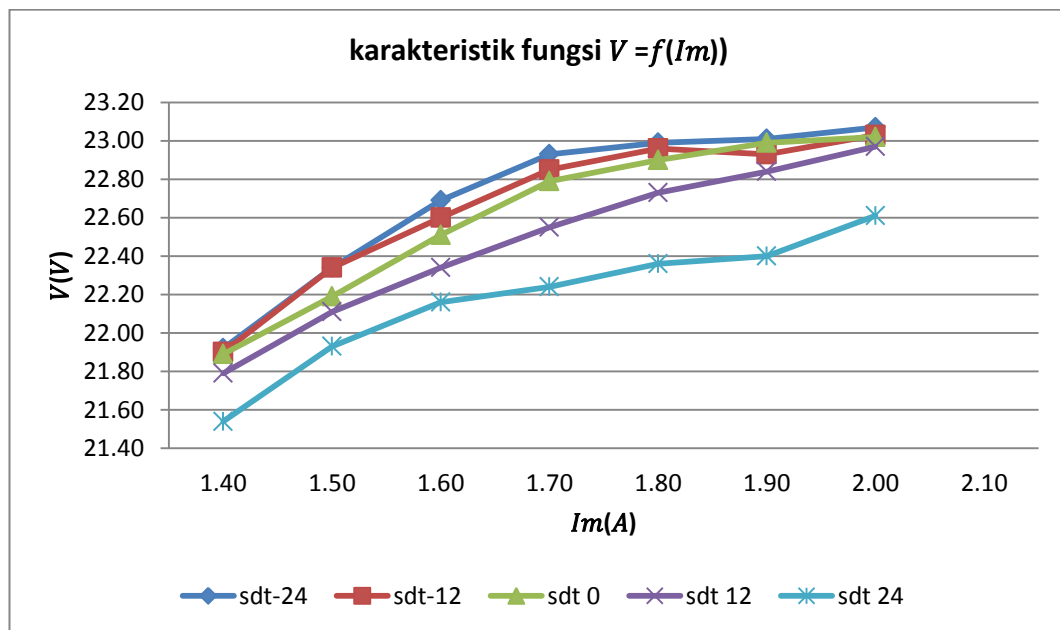
4. Karakteristik tegangan terhadap arus medan torsi konstan [$V = f(I_m)$]

Pada torsi (T) = 0,1 N-m konstan

Tabel 4.6 Karakteristik putaran terhadap arus medan torsi konstan

No.	$\alpha = -24^\circ$		$\alpha = -12^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = 12^\circ$		$\alpha = 24^\circ$	
	I_m (A)	V (V)	I_m (A)	V (V)	I_m (A)	V (V)	I_m (A)	V (V)	I_m (A)	V (V)
1	2,00	23,07	2,00	23,03	2,00	23,02	2,00	22,97	2,00	22,61
2	1,90	23,01	1,90	22,93	1,90	22,99	1,90	22,84	1,90	22,40
3	1,80	22,99	1,80	22,96	1,80	22,90	1,80	22,73	1,80	22,36
4	1,70	22,93	1,70	22,85	1,70	22,79	1,70	22,55	1,70	22,24
5	1,60	22,69	1,60	22,60	1,60	22,51	1,60	22,34	1,60	22,16
6	1,50	22,34	1,50	22,34	1,50	22,19	1,50	22,11	1,50	21,93
7	1,40	21,92	1,40	21,90	1,40	22,89	1,40	21,79	1,40	21,54

Keterangan: V = voltase (V) I_m = arus medan (A)



Gambar 4.6 karakteristik tegangan terhadap arus medan.

Pada gambar 4.6 diatas tegangan naik seiring naiknya arus medan, tegangan tertinggi dicapai pada posisi sikat -24° , sedangkan tegangan terendah dicapai pada posisi sikat 24° .

C. Efisiensi Motor

$P_{out} = 164,28$ Watt, putaran (N) = 2000 rpm dan torsi (T) = 0,080 N-m

konstan dengan melakukan perhitungan.

$$\eta = (P_{out}/P_{in}).100 \dots\dots\dots (3.2)$$

keterangan

η = efisiensi (%)

P_{out} = daya output (watt)

P_{in} = daya input (watt)

Tabel 4.7 efisien motor

Posisi sikat	P_{in} (Watt)	Efisiensi (%)
$\alpha = -24^\circ$	247,10	66,49
$\alpha = -12^\circ$	240,10	68,42
$\alpha = -0^\circ$	237,00	69,32
$\alpha = +12^\circ$	232,20	70,75
$\alpha = +24^\circ$	223,10	73,64

D. Analisa data

1. Karakteristik tanpa beban

Pada kondisi tanpa beban, rugi-rugi motor yang paling rendah seharusnya akan tercapai bila posisi sikat pada motor di titik netral (0°). Dari penelitian didapatkan hasil bahwa posisi sikat yang terbaik bukanlah posisi 0° , ini terbukti pada kurva $I_m = f(V)$ pada gambar 4.1. Arus medan terkecil terjadi pada posisi

sikat $+12^\circ$. Sedangkan dari kurva $N = f(I_m)$ pada gambar 4.2, putaran tertinggi dicapai pada posisi sikat -24° . Hal ini terjadi karena adanya rugi-rugi yang menghambat putaran motor seperti rugi gesek *bearing*, rugi angin, dan lain-lain, yang membuat arus medan jangkar naik dan mengganggu serta menggeser letak dari fluks medan utama. Posisi sikat harus diatur sehingga didapatkan posisi sikat baru yang tegak lurus terhadap medan utama yang baru.

Dari dua karakteristik motor tanpa beban (pada gambar 4.1 dan 4.2) dapat kita lihat bahwa arus medan akan naik seiring dengan kenaikan tegangan, dimana kenaikan arus medan yang terjadi akan menyebabkan kecepatan motor turun.

2. Karakteristik berbeban

Pada waktu motor dibebani, arus jangkar akan meningkat seiring dengan naiknya berat beban. Kenaikan arus jangkar akan menyebabkan gangguan medan pada jangkar utama ikut membesar pula, sehingga titik medan utama makin bergeser. Bergesernya medan utama akan menaikan rug-rugi pada sikat jika posisi sikat tidak ikut disesuaikan. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa posisi sikat terbaik adalah -24° . Hal ini dapat dilihat pada tiga karakteristik utama motor yaitu: karakteristik torsi pada gambar 4.3, karakteristik mekanik pada gambar 4.4, dan karakteristik putaran pada gambar 4.5. Pada karakteristik torsi $I = f(T)$ gambar 4.7 tampak bahwa arus jangkar naik seiring dengan kenaikan torsi secara linier dan putaran tertinggi didapatkan pada posisi sikat -24° . Pada karakteristik mekanik $N = f(T)$ pada gambar 4.4 terlihat putaran turun secara linear seiring naiknya torsi motor dan putaran tertinggi didapatkan pada posisi sikat -24° .

Sedangkan pada karakteristik putaran $N = f(I)$ gambar 4.5 kurva putaran meningkat secara linear seiring naiknya arus medan akan naik seiring naiknya arus medan dan posisi putaran tertinggi dicapai pada posisi sikat -24° .

3. Karakteristik tegangan terhadap arus beban

Tegangan naik bersamaan dengan kenaikan arus medan terlihat pada karakteristik tegangan terhadap arus medan, baik pada kondisi tanpa beban seperti tampak pada grafik $Im = f(V)$ gambar 4.1 maupun pada kondisi berbeban seperti terlihat pada grafik di gambar 4.6. Rugi-rugi terkecil didapat pada posisi sikat yang saling berlawanan pada kondisi tanpa beban dan kondisi berbeban. Hal ini terlihat pada kondisi tanpa beban, rugi-rugi terkecil ditunjuk pada kurva yang menyerap arus medan terkecil yang terjadi pada sudut $+12^\circ$, sedangkan pada waktu berbeban rugi-rugi terkecil ditunjukkan pada kurva tegangan yang tertinggi yang terjadi pada sudut -24° . Ini memperlihatkan bahwa pada kondisi tanpa beban dan berbeban posisi garis netral sikat bergeser. Jadi untuk mendapat rugi-rugi terkecil, posisi sikat harus diubah sesuai dengan perubahan beban.

4. Efisien

Efisiensi pada kondisi beban tetap terlihat meningkat seiring dengan bergesernya posisi sikat ke arah kanan. Efisiensi terendah pada tabel 4.7 adalah 66,49% dan tertinggi adalah 73,64% angka masih tergolong rendah untuk standar efisiensi suatu motor yaitu 75%.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Untuk karakteristik beban nol atau tanpa beban didapat rugi-rugi terendah bukan pada posisi 0° , hal ini karena adanya rugi-rugi yang menghambat putaran motor.
2. Dari kurva $I_m = f(V)$ tanpa beban didapat posisi sikat untuk arus medan terendah di $+12^\circ$ yaitu 0,90A dan pada kurva $N = f(I_m)$ tanpa beban didapat posisi sikat untuk putaran tertinggi di -24° yaitu 1,00A
3. Dari kurva berbeban seperti pada kurva torsi mekanik dan putaran didapatkan kondisi rugi-rugi terendah adalah pada posisi sikat -24° dengan torsi 0,080 *N-m* dan putaran 1845 *rpm*
4. Untuk kurva tegangan terhadap arus medan antara kondisi berbeban dan tanpa beban berbeda, bahkan bersebrangan, ini menunjukkan untuk mendapatkan rugi-rugi terendah posisi sikat harus diubah sesuai dengan beban motor.
5. Efisien meningkat seiring dengan berpindahnya posisi sikat kearah kanan dengan efisien tertinggi di dapat $+24$. Dan efisiensi tertinggi didapat 73,64 %.

B. Saran

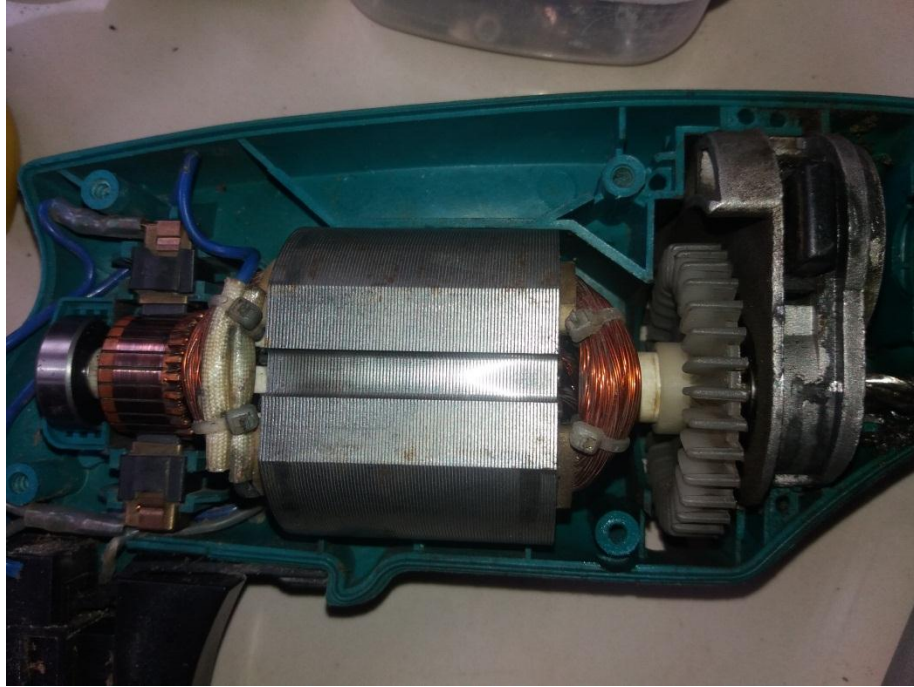
Demi penyempurnaan penelitian ini untuk dikembangkan pada penelitian selanjutnya, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya dilakukan pemilihan motor induksi yang berkualitas baik dan alat ukur yang akurat pada penelitian selanjutnya.
2. Sebaiknya dilakukan pengembangan yang tepat untuk memperoleh motor induksi yang paling efisien guna memenuhi kebutuhan industri dan masyarakat

DAFTAR PUSTAKA

- Brahim, Hamzah., *Teknik Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Andi Offset. 1991
- Dhokal, P.S., *Basic Electri Engineering Volume I*. McGraw-Hill. 1998
- Nugroho,Nalaprana., DKK. *Analisa motor DC (Direct Current) sebagai penggerak mobil listrik*. Universitas Sriwijaya. 2015
- Siskin, Charles., *Elektrikal Machines Second Edition*. McGraw-Hill, 1996
- Sumanto, *Mesin Arus Searah*. Yogyakarta: Andi Offest. 1984
- Saputra, Edi., DKK. *Analisis Efisiensi Motor DC Seri Akibat Pergeseran Sikat*. Universitas Sumatra Utara. 2015
- Tumbleaka, Hanny, *Praktikum Tenaga Listrik*. UK. Petra
- Anonim. 2014. Motor dc penguat shunt
<https://afrizalriva.wordpress.com/2014/06/07/motor-dc-penguat-shunt>
- Anonim. 2014. Pengertian motor dc dan prinsip kerjanya
<http://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor>

LAMPIRAN



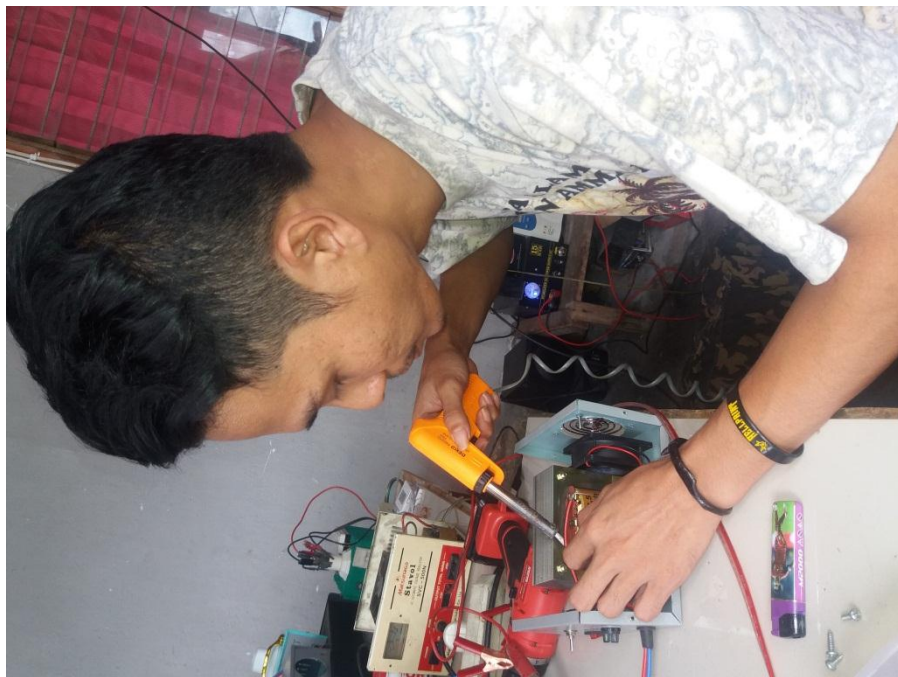
Motor listrik DC penguat shunt



Peralatan yang digunakan



Memiringkan posisi sikat



Membuat rangkaian adaptor



Menyolder rangkaian percobaan



Alat ukur yang digunakan



Pengukuran



Foto bersama kariawan CV. General Elektrik