



**PENGARUH PERUBAHAN SUDUT ALUR JANGKAR 30 DERAJAT DAN
KAWAT EMAIL 0,4 MILIMETER PADA MOTOR DC NISCA NC5475C**

SKRIPSI

Oleh

Hendri Budi Setiawan

NIM 141910201072

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**PENGARUH PERUBAHAN SUDUT ALUR JANGKAR 30 DERAJAT DAN
KAWAT EMAIL 0,4 MILIMETER PADA MOTOR DC NISCA NC5475C**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Hendri Budi Setiawan

NIM 141910201072

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Puji syukur terbitkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpah rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan skripsi ini banyak sekali semangat yang didapatkan dari banyak pihak. Untuk itu persembahkan ini penulis berikan kepada :

1. Bapak Alm. Herman Hidayat dan Ibu Siti Rahayu tercinta, yang selalu mendoakan, mengarahkan, serta memberikan dukungan penuh dengan segala perhatiannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Dosen Pembimbing Utama Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T serta Bapak Dosen Pembimbing Anggota Bapak R.B.M. Gozali, S.T., M.T atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Seluruh dulur KETEK UJ 2014 yang telah memberikan dukungan dan doanya.
5. Sahabat-sahabat ku tercinta yang telah memberikan semangat serta perhatian yang luar biasa.
6. Saudara-saudara ku Teknik Elektro Universitas Jember.
7. Almamater Tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

*“Tuhanmu tiada meninggalkan kamu dan tiada (pula) benci kepadamu”
(QS. Adh-Dhuha : 3)*

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah : 5)*

*“sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah : 6)*

*“Bukankah kau ini ciptaan-Nya yang Maha Kuasa, kau tidak akan rusak saat
ditempa, kau akan semakin kuat, InsyaAllah. Berusahalah.”
(Hendri Budi Setiawan)*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hendri Budi Setiawan

NIM : 141910201072

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” Pengaruh Perubahan Sudut Alur Jangkar 30 Derajat Dan Kawat Email 0,4 Milimeter Pada Motor Dc Nisca Nc5475c” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Oktober 2018

Yang menyatakan,

Hendri Budi Setiawan
NIM 141910201072

SKRIPSI

**PENGARUH PERUBAHAN SUDUT ALUR JANGKAR 30 DERAJAT DAN
KAWAT EMAIL 0,4 MILIMETER PADA MOTOR DC NISCA NC5475C**

Oleh

Hendri Budi Setiawan

NIM 141910201072

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Widyono Hadi, M.T

Dosen Pembimbing Anggota : R.B.M. Gozali, S.T., M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Perubahan Sudut Alur Jangkar 30 Derajat Dan Kawat Email 0,4 Milimeter Pada Motor Dc Nisca Nc5475c” karya Hendri Budi Setiawan telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 30 Oktober 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji,

Ketua,

Anggota I,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

R.B.M. Gozali, S.T., M.T
NIP 196906081999031002

Anggota II,

Anggota III,

Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.
NIP 196312011994021002

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP 197008261997021001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP 196612151995032001

RINGKASAN

Pengaruh Perubahan Sudut Alur Jangkar 30 Derajat Dan Kawat Email 0,4 Milimeter Pada Motor Dc Nisca Nc5475c; Hendri Budi Setiawan; 141910201072; 2018; 95 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada zaman globalisasi ini manusia telah banyak berkembang, perkembangan manusia pada zaman ini bisa dibidang sangat cepat baik dalam hal teknologi, informasi dan kebutuhan manusia. Pada zaman globalisasi kebutuhan semakin berkembang, salah satunya dalam bidang peralatan yang digunakan sehari-hari yaitu hampir semuanya memerlukan energi listrik. Energi listrik dalam kehidupan sehari-hari menjadi kebutuhan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan perangkat yang digunakan manusia. Pada penggunaannya telah dilakukan berbagai pengaturan agar penggunaan listrik dapat hemat dan efisien, telah banyak dikembangkan untuk mengatur proses dan juga penggunaan dari energi listrik tersebut.

Motor adalah suatu komponen yang dapat merubah energi listrik menjadi energi gerak, pada zaman yang telah modern ini motor telah menjadi kebutuhan penting guna membantu pekerjaan – pekerjaan manusia, salah satu motor dengan sumber energi listrik yang banyak digunakan adalah motor DC atau motor yang digerakkan dengan arus listrik searah, Motor DC adalah sebuah motor yang membutuhkan tegangan searah untuk menjalankannya. Konstruksi dari motor DC terdiri dari dua bagian yaitu stator dan rotor. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (Gaya gerak listrik) yang berubah – ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga tegangan ini merupakan tegangan bolak balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dar gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus akan berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet HF. Emil

Lenz pada tahun 1834 menuliskan bahwa “ arus induksi selalu berlawanan arah dengan gerakan atau perubahan yang menyebabkannya “. Timbulnya gaya gerak listrik tergantung pada kekuatan fluks magnet , jumlah lilitan konduktor, sudut perpotongan fluks magnet dengan konduktor dan kecepatan konduktor memotong garis fluks magnet.

Pengujian dilakukan pada tanggal 30 Juni 2018 dengan sistem pengujian yaitu dengan menggunakan pengujian tanpa beban dan menggunakan pengujian dengan beban, pengujian yang dilakukan yaitu dengan memberikan variasi tegangan padamotor DC dan beban yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu berupa generator DC dengan jenis dan spesifikasi sama seperti motor DC normal yang dihubungkan dengan 8 buah lampu sebesar 5 Watt dan menghasilkan total beban sebesar 40 Watt, sedangkan untuk pengambilan data digunakan alat ukur berupa multimeter untuk mengukur besarnya arus dan tegangan serta tachometer untuk mengukur besar dari nilai kecepatan putar RPM. dengan variasi nilai tegangan yang diberikan didapat pada saat tegangan 24 V nilai kecepatan putar dari motor DC dengan alur normal, miring kanan, miring kiri, dan alur normal dengan kawat 0,4 mm yaitu sebesar 3532 RPM ; 4797 RPM ; 4886 RPM dan 3568 RPM. Kemudian pada pengujian dengan beban 40 Watt dan tegangan masukan 24 V didapat nilai Torsi yang didapat dari motor DC dengan alur normal, miring kanan, miring kiri, dan alur normal dengan kawat 0,4 mm yaitu sebesar 0,13574 Nm ; 0,20661 Nm ; 0,20170 Nm dan 0,16408 Nm.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjukNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perubahan Sudut Alur Jangkar 30 Derajat Dan Kawat Email 0,4 Milimeter Pada Motor Dc Nisca Nc5475c”. Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak yang turut memberikan bantuan berupa motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan skripsi ini.

Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki, rahmat, hidayah dan karunia serta kasih sayang-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Nabi besar Muhammad SAW, yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umat.
3. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
5. Bapak Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dosen Pembing Utama serta Bapak R.B.M. Gozali, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. dan Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini.
7. Bapak Sumardi, S.T., M.T selaku Dosen Pembing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa.
8. Ibunda Siti Rahayu dan Alm. Herman Hidayat yang selalu memberikan motivasi, nasehat, cinta, perhatian, dan kasih sayang serta doa yang tak terhingga.

9. Sahabat tercinta “Reng Sogih” dan “Kampaters” yang telah menemani dan memberikan motivasi serta semangat yang sangat luar biasa.
10. Dulur seperjuangan KETEK UJ 2014 yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam perjalanan di bangku kuliah.
11. Keluarga besar Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu sangat luar biasa.
12. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro. Kritik dan saran yang membangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, 19 Oktober 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Motor DC	4
2.2 Prinsip Kerja Motor DC	5
2.2.1 Teori Kaidah Tangan Kiri Flaming	5
2.2.2 Gaya Gerak Listrik (GGL) Lawan	7
2.2.3 Reaksi Jangkar	8
2.3 Motor DC Magnet Permanen.....	8
2.4 Konstruksi Motor DC	9
2.4.1 <i>Stator</i> Motor DC.....	9

2.4.2	Jangkar atau <i>Rotor</i> Motor DC	10
2.4.3	Komutator.....	10
2.4.4	Sikat (<i>Brush</i>).....	11
2.5	Kumparan Jangkar.....	11
2.6	Hubungan Antara Diameter dan Panjang Kabel dengan Tahanan Listrik.....	14
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	15
3.2	Alat dan Bahan.....	15
3.2.1	Alat.....	15
3.2.2	Bahan	16
3.3	Konsep Pemikiran Penelitian.....	16
3.3.1	Desain Alat.....	16
3.3.2	Spesifikasi Motor DC.....	17
3.4	Metode Analisis Data	18
3.5	Kerangka Pemecahan Masalah	19
3.5.1	Diagram Blok Sistem Pengujian	19
3.5.2	<i>Flowchart</i>	20
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1	Perancangan Alur Miring Jangkar Motor DC.....	22
4.2	Pengujian Motor DC	23
4.2.1	Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email 0,3 mm Tanpa Beban	25
4.2.2	Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Tanpa Beban	27
4.2.3	Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email 0,4 mm Tanpa Beban	30
4.2.4	Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email 0,4 mm Tanpa Beban	32

4.2.5 Pembebanan Motor DC Alur Jangkar Lurus (asli) dan Kawat	
Email 0,3 mm.....	34
4.2.5.1 Pembebanan Sebesar 0 Watt.....	35
4.2.5.2 Pembebanan Sebesar 5 Watt.....	35
4.2.5.3 Pembebanan Sebesar 10 Watt.....	36
4.2.5.4 Pembebanan Sebesar 15 Watt.....	37
4.2.5.5 Pembebanan Sebesar 20 Watt.....	38
4.2.5.6 Pembebanan Sebesar 25 Watt.....	39
4.2.5.7 Pembebanan Sebesar 30 Watt.....	40
4.2.5.8 Pembebanan Sebesar 35 Watt.....	41
4.2.5.9 Pembebanan Sebesar 40 Watt.....	42
4.2.6 Pembebanan Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat	
Email 0,4 mm.....	43
4.2.6.1 Pembebanan Sebesar 0 Watt.....	44
4.2.6.2 Pembebanan Sebesar 5 Watt.....	45
4.2.6.3 Pembebanan Sebesar 10 Watt.....	46
4.2.6.4 Pembebanan Sebesar 15 Watt.....	47
4.2.6.5 Pembebanan Sebesar 20 Watt.....	48
4.2.6.6 Pembebanan Sebesar 25 Watt.....	49
4.2.6.7 Pembebanan Sebesar 30 Watt.....	50
4.2.6.8 Pembebanan Sebesar 35 Watt.....	51
4.2.6.9 Pembebanan Sebesar 40 Watt.....	52
4.2.7 Pembebanan Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat	
Email 0,4 mm.....	53
4.2.7.1 Pembebanan Sebesar 0 Watt.....	53
4.2.7.2 Pembebanan Sebesar 5 Watt.....	54
4.2.7.3 Pembebanan Sebesar 10 Watt.....	55
4.2.7.4 Pembebanan Sebesar 15 Watt.....	56
4.2.7.5 Pembebanan Sebesar 20 Watt.....	57
4.2.7.6 Pembebanan Sebesar 25 Watt.....	58
4.2.7.7 Pembebanan Sebesar 30 Watt.....	59

4.2.7.8 Pembebanan Sebesar 35 Watt	60
4.2.7.9 Pembebanan Sebesar 40 Watt	61
4.2.8 Pembebanan Motor DC Alur Jangkar Lurus (asli) dan Kawat Email 0,4 mm.....	62
4.2.8.1 Pembebanan Sebesar 0 Watt	62
4.2.8.2 Pembebanan Sebesar 5 Watt	63
4.2.8.3 Pembebanan Sebesar 10 Watt	64
4.2.8.4 Pembebanan Sebesar 15 Watt	65
4.2.8.5 Pembebanan Sebesar 20 Watt	66
4.2.8.6 Pembebanan Sebesar 25 Watt	67
4.2.8.7 Pembebanan Sebesar 30 Watt	68
4.2.8.8 Pembebanan Sebesar 35 Watt	69
4.2.8.9 Pembebanan Sebesar 40 Watt	70
4.3 Analisa Pengaruh Perubahan Sudut Alur Jangkar dan Perubahan Diameter Kawat Email	71
BAB 5. PENUTUP.....	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	15
3.2 Spesifikasi motor DC magnet permanen	17
3.3 Spesifikasi motor DC Nc5475	17
4.1 Data RPM Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm dan Error Persen	25
4.2 Nilai Torsi Motor DC Alur Lurus dengan Kawat Email 0,3 mm	27
4.3 Data RPM Motor DC Alur 30° Kanan dan Email 0,4 mm dan Error Persen	28
4.4 Nilai Torsi Motor DC Alur 30° ke Kanan dengan Kawat Email 0,4 mm ..	29
4.5 Data RPM Motor DC Alur 30° Kiri dan Email 0,4 mm dan Error Persen	30
4.6 Nilai Torsi Motor DC Alur Lurus dengan Kawat Email 0,4 mm	32
4.7 Data RPM Motor DC Alur Lurus dan Email 0,4 mm dan Error Persen	33
4.8 Nilai Torsi Motor DC Alur Lurus dengan Kawat Email 0,4 mm	34
4.9 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 0 Watt	35
4.10 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 5 Watt	36
4.11 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 10 Watt	37
4.12 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 15 Watt	38
4.13 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 20 Watt	39
4.14 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 25 Watt	40
4.15 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 30 Watt	41
4.16 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 35	

Watt.....	42
4.17 Data Pengujian Motor DC Alur Lurus dan Email 0,3 mm Beban 40 Watt.....	43
4.18 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 0 Watt	44
4.19 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 5 Watt	45
4.20 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 10 Watt	46
4.21 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 15 Watt	47
4.22 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 20 Watt	48
4.23 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 25 Watt	49
4.24 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 30 Watt	50
4.25 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 35 Watt	51
4.26 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kanan dan Kawat Email 0,4 mm Beban 40 Watt	52
4.27 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email 0,4 mm Beban 0 Watt	53
4.28 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email 0,4 mm Beban 5 Watt	54
4.29 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email 0,4 mm Beban 10 Watt	55
4.30 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email 0,4 mm Beban 15 Watt	56
4.31 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email 0,4 mm Beban 20 Watt	57

4.32 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 25 Watt	58
4.33 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 30 Watt	59
4.34 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 35 Watt	60
4.35 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar 30° ke Kiri dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 40 Watt	61
4.36 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 0 Watt	62
4.37 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 5 Watt	63
4.38 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 10 Watt	64
4.39 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 15 Watt	65
4.40 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 20 Watt	66
4.41 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 25 Watt	67
4.42 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 30 Watt	68
4.43 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 35 Watt	69
4.44 Data Pengujian Motor DC Alur Jangkar Lurus (Asli) dan Kawat Email	
0,4 mm Beban 40 Watt	70
4.45 Data Perbandingan Nilai Kecepatan Putar (RPM).....	71
4.46 Tabel Perbandingan Data Torsi Motor DC Beban 0 Watt.....	75

DAFTAR GAMBAR

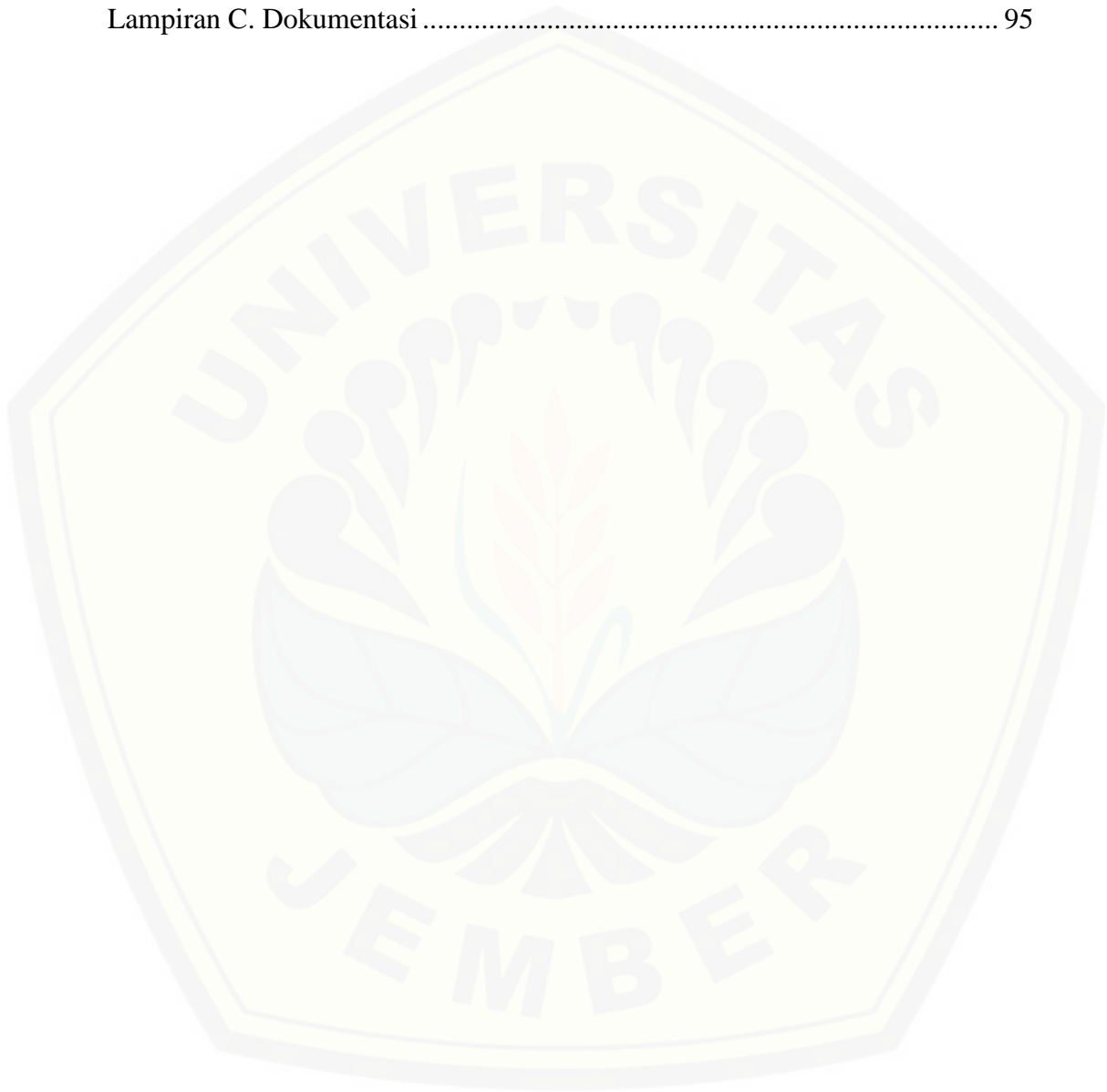
	Halaman
2.1 Kaidah Tangan Kiri Fleming	6
2.2 Perubahan Garis Gaya Di Sekitar Kawat Berarus	6
2.3 Sketsa dari Motor DC	6
2.4 Rangkaian Ekuivalen dari Motor DC.....	7
2.5 Konstruksi Motor DC.....	9
2.6 Stator Motor DC.....	9
2.7 Rotor Motor DC	10
2.8 Komutator Motor DC.....	10
2.9 Sikat Motor DC.....	11
2.10 Bentuk Umum Kumputan Motor DC.....	12
2.11 Kumputan Progresif dan Retrogresif	12
2.12 Kumputan Jerat	13
2.13 Kumputan Gelombang	13
2.14 Kumputan Kaki Katak	14
3.1 Perancangan Rotor Motor DC Alur Rotor 30° ke Kanan	16
3.2 Perancangan Rotor Motor DC Alur Rotor 30° ke Kiri	17
3.3 Konstruksi Motor DC Nc5475	18
3.4 Blok Diagram Sistem	19
3.5 Flowchart Penyelesaian Masalah	20
4.1 Jangkar Motor DC Alur Lurus, Miring 30° ke Kanan dan 30° ke Kiri	23
4.2 Grafik Perbandingan Nilai Kecepatan Putar (RPM).....	75
4.3 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 0 Watt.....	78
4.4 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 5 Watt.....	79
4.5 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 10 Watt.....	79
4.6 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 15 Watt.....	80
4.7 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 20 Watt.....	80
4.8 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 25 Watt.....	81

4.9 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 30 Watt.....	81
4.10 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 35 Watt.....	82
4.11 Grafik Perbandingan Torsi dan Kecepatan dengan Beban 40 Watt.....	82



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Perhitungan	85
Lampiran C. Dokumentasi	95



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman globalisasi ini manusia telah banyak berkembang, perkembangan manusia pada zaman ini bisa dibilang sangat cepat baik dalam hal teknologi, informasi dan kebutuhan manusia. Pada zaman globalisasi kebutuhan semakin berkembang, salah satunya dalam bidang peralatan yang digunakan sehari-hari yaitu hampir semuanya memerlukan energi listrik. Energi listrik dalam kehidupan sehari-hari menjadi kebutuhan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan perangkat yang digunakan manusia. Pada penggunaannya telah dilakukan berbagai pengaturan agar penggunaan listrik dapat hemat dan efisien, telah banyak dikembangkan untuk mengatur proses dan juga penggunaan dari energi listrik tersebut.

Motor adalah suatu komponen yang dapat merubah energi listrik menjadi energi gerak, pada zaman yang telah modern ini motor telah menjadi kebutuhan penting guna membantu pekerjaan-pekerjaan manusia, salah satu motor dengan sumber energi listrik yang banyak digunakan adalah motor DC atau motor yang digerakkan dengan arus listrik searah, Motor DC adalah sebuah motor yang membutuhkan tegangan searah untuk menjalankannya. Konstruksi dari motor DC terdiri dari dua bagian yaitu *stator* dan *rotor*. Kumparan medan pada motor DC disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (Gaya gerak listrik) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga tegangan ini merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus akan berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet HF. Emil Lenz pada tahun 1834 menuliskan bahwa "arus induksi selalu berlawanan arah dengan gerakan atau perubahan yang menyebabkannya". Timbulnya gaya gerak listrik tergantung pada kekuatan fluks magnet, jumlah lilitan

konduktor, sudut perpotongan fluks magnet dengan konduktor dan kecepatan konduktor memotong garis fluks magnet.

Saat ini banyak dilakukan pengaturan dan modifikasi terhadap konstruksi motor DC baik pada bagian rotor maupun pada bagian stator motor DC. Pada penelitian sebelumnya “Rancang Bangun Kumparan Stator Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Split Capacitor dengan Metode Jerat” (Sulistiyar, 2014). Pada penelitian tersebut dilakukan modifikasi motor pada bagian stator dan menggunakan motor induksi sebagai objek penelitiannya. Hal ini dilakukan agar memperoleh kecepatan dan torsi yang sesuai dengan kebutuhan dengan mengubah diameter kawat email yang digunakan. Terdapat juga sebuah penelitian yang menggunakan motor DC “Rancang bangun jangkar motor DC” (Yuski, 2016). Pada penelitian ini kecepatan dan torsi yang berbeda dengan motor asli dapat dicapai dengan mengubah suatu bagian pada motor DC. Pengaturan kemiringan alur – alur rotor ternyata berpengaruh pada kinerja motor DC tersebut (Yuski, 2016).

Namun, pada penelitian kali ini penulis akan melakukan penelitian penulis akan melakukan penelitian pada bagian rotor dan menggunakan motor DC sebagai objek penelitian. Pada jangkar rotor motor DC terdapat konduktor yang diletakkan di alur – alur rotor. Oleh karena itu akan dilakukan analisis pengaruh perubahan sudut kemiringan alur dan perubahan diameter kawat tembaga pada rotor motor DC jenis rotor sangkar terhadap besar nilai kecepatan dan torsi. Sehingga diperlukan perancangan rotor motor DC dengan sudut kemiringan dan diameter kawat yang baru untuk memperoleh kecepatan dan torsi yang sesuai dengan kebutuhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan maka dapat dirumuskan beberapa masalah diantaranya :

1. Bagaimana kinerja rotor motor DC dengan sudut kemiringan alur rotor ditentukan 30° dan diameter kawat tembaga 0.4mm ?
2. Bagaimana pengaruh perubahan sudut kemiringan alur rotor dan diameter kawat tembaga pada kecepatan dan torsi motor DC?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada rumusan masalah terdapat batasan masalah diantaranya :

- a. Pengambilan dan analisa data pada torsi dan kecepatan.
- b. Menggunakan motor DC magnet permanen.
- c. Modifikasi pada rotor motor DC
- d. Sudut kemiringan 30° ke kanan dan 30° ke kiri.
- e. Diameter kawat tembaga sebesar 0.4mm.
- f. Pengujian motor DC menggunakan beban 8 buah lampu 5 watt.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui kinerja rotor motor DC dengan sudut kemiringan alur rotor ditentukan 30° dan diameter kawat tembaga 0.4mm.
- b. Mengetahui pengaruh perubahan sudut kemiringan alur rotor dan diameter kawat tembaga pada kecepatan dan torsi motor DC.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan adanya rotor motor DC dengan sudut kemiringan alur rotor 30° dan diameter kawat tembaga 0.4mm yaitu dapat dibuat motor DC yang mempunyai nilai kecepatan dan torsi yang sesuai dengan kebutuhan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan materi tentang komponen yang akan digunakan serta cara umum dari alat ini sendiri. Serta dijelaskan tentang pengumpulan pendapat atau teori yang telah ada yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dan dapat dijelaskan dibawah ini antara lain :

2.1 Motor DC

Motor merupakan bentuk konversi energi listrik menjadi energi mekanik yang berlangsung melalui medium magnet. Mesin arus searah pada dasarnya sama dengan mesin arus bolak – balik kecuali bahwa mesin arus searah mempunyai suatu komutator, yang berfungsi mengubah tegangan bolak – balik menjadi tegangan searah. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas (Zuhal, 1991).

Suatu mesin listrik akan berfungsi bila memiliki kumparan medan, kumparan jangkar dan celah udara. Pada mesin arus searah, kumparan medan yang berbentuk kutub sepatu merupakan stator (bagian yang tidak berputar), dan kumparan jangkar merupakan jangkar (bagian yang berputar). Bila kumparan jangkar berputar dalam medan magnet, akan dibangkitkan tegangan (ggl) yang berubah – ubah arah setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak – balik. Untuk memperoleh tegangan searah diperlukan alat penyearah yang disebut komutator dan sikat (Zuhal, 1995).

Sebuah motor DC biasanya terdiri dari susunan magnet permanen, kumparan jangkar, dan sikat (*brush*). Magnet permanen akan menghasilkan medan magnet yang tetap, sedangkan untuk komutator dan sikat berfungsi untuk menyalurkan arus listrik dari sumber di luar motor ke dalam kumparan jangkar. Letak sikat di sepanjang sumbu netral dari komutator, yaitu sumbu dimana medan listrik yang dihasilkan bernilai nol. Hal ini dimaksudkan agar pada proses perpindahan dari sikat ke komutator tidak terjadi percikan api (Musyitah, 2014).

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik.

Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Komponen utama motor DC adalah kutub medan, *current* elektromagnet atau dinamo dan *commutator*. Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan dinamo dan arus medan. Motor DC memiliki beberapa jenis diantaranya yaitu:

1. Motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*, jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*.
2. Motor DC sumber daya sendiri/*Self Excited*, pada jenis motor DC sumber daya sendiri dibagi menjadi 3 tipe yaitu motor DC tipe shunt, motor DC tipe seri dan motor DC tipe kompon/gabungan.

2.2 Prinsip Kerja Motor DC

2.2.1 Teori Kaidah Tangan Kiri Fleming

Cara kerja motor arus searah didasarkan terhadap gaya tarik menarik medan magnet. Ketika arus mengalir pada kutub medan magnet dari sebuah motor, kumparan medan berubah menjadi elektromagnet, jika sebuah kawat yang dialiri arus diletakkan di antara kedua kutub magnet, maka kawat tersebut akan bekerja dengan gaya yang menggerakkan kawat tersebut. Besar gaya tersebut ditentukan dengan persamaan :

$$F = B.I.L. \dots\dots\dots(1)$$

Dari persamaan di atas dapat ditemukan persamaan torsi dengan menggunakan nilai fluks :

$$T = F.r.\sin \theta \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

F = Gaya (Newton)

B = Kuat medan magnet

- I = Arus listrik (Ampere)
- L = Panjang konduktor (m)
- R = Jari – jari rotor (meter)
- θ = Sudut antara F dan r

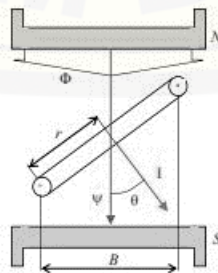


Gambar 2.1. Kaidah Tangan Kiri Fleming (Mardika,2009)

Jika sebuah konduktor berada di antara kedua kutub dengan garis – garis gaya yang sama dan pada kawat tersebut dialiri arus listrik yang arahnya menjauh, maka di sebelah kanan konduktor garis gaya kutub magnet dan garis gaya arus listrik sama arahnya. Sedangkan pada sebelah kiri konduktor arahnya akan berlawanan, oleh karena itu bentuk medan magnet akan berubah seperti gambar 2. Konduktor memperoleh gaya yang arahnya searah dengan F.



Gambar 2.2. Perubahan garis gaya di sekitar kawat berarus (Mardika, 2009)



Gambar 2.3. Sketsa dari Motor DC (Vodovozov, 2012)

2.2.2 Gaya Gerak Listrik (GGL) Lawan

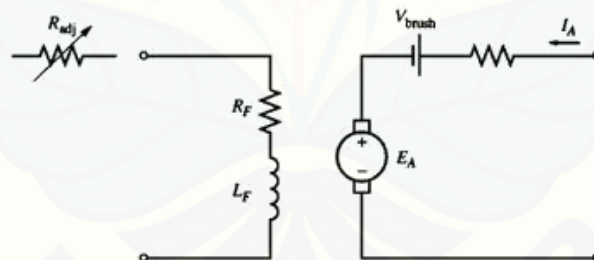
Ketika jangkar motor arus searah berputar di bawah pengaruh torsi penggerak, konduktor jangkar bergerak di dalam medan magnet dan akan menghasilkan tegangan induksi di dalamnya seperti halnya pada generator. GGL induksi bekerja pada arah yang berlawanan dengan tegangan terminal V (sesuai dengan bunyi Hukum Lenz) dan dikenal sebagai GGL lawan atau GGL balik E_{GGL} lawan E_a biasanya kurang dari tegangan terminal V , meskipun perbedaan itu kecil sekali pada saat motor berjalan di bawah kondisi normal (Mardika,2008).

Dan diberikan persamaan untuk mengetahui nilai kecepatan putar motor DC adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{P 60}{T 2\pi} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- n = Kecepatan putar (RPM)
- P = Daya (Watt)
- T = Torsi



Gambar 2.4. Rangkaian Ekuivalen dari Motor DC (Chapman, 2005)

Dan diberikan persamaan torsi induksi atau torsi elektromagnetik pada motor DC (Chapman, 2005) :

$$T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- T = Torsi motor (N-m)
- P = Daya (Watt)

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n = \text{kecepatan sudut (RPS)}$$

2.2.3 Reaksi Jangkar

Jika kumparan medan (*stator*) mesin arus searah dihubungkan kecatu daya dan jangkar diputar oleh daya mekanis dari sumber eksternal, maka tegangan akan diinduksikan pada konduktor jangkar. Tegangan ini akan di searahkan kedalam keluaran arus searah komutator.

Kemudian pada saat beban dihubungkan keterminal motor, arus listrik akan mengalir pada kumparan jangkarnya. Aliran arus ini akan mengalir pada kumparan jangkar yang mana akan dihasilkannya medan magnet sendiri, yang akan mempengaruhi (distorsi) fluksi utama. Pengaruh distorsi fluksi utama akibat jangkar dibebani disebut reaksi jangkar yang menyebabkan timbulnya dua masalah serius pada motor, yaitu :

1. pergeseran bidang netral (*neutral plane shift*)
2. pelemahan fluksi

Bidang netral magnetis didefinisikan sebagai bidang didalam mesin dimana kecepatan gerak kumparan jangkar benar – benar paralel dengan garis garis fluks magnet utama, sehingga GGL induksi pada konduktor jangkar sama dengan nol (Mardika, 2008).

2.3 Motor DC Magnet Permanen

Motor DC magnet permanen adalah motor arus searah dengan stator yang menggunakan magnet permanen. Medan magnet didefinisikan sebagai daerah atau wilayah yang jika sebuah benda bermuatan listrik berada pada atau bergerak didaerah itu maka benda tersebut akan mendapatkan gaya magnetik. Adanya medan magnetik disekitar arus listrik dibuktikan oleh Hans Christian Oested melalui percobaan. Gaya yang diberikan satu magnet terhadap yang lainnya dapat dideskripsikan sebagai interaksi antara suatu magnet dan medan magnet dari yang lain. Dan diberikan persamaan untuk mengetahui nilai fluks motor DC adalah sebagai berikut :

$$\varphi = B.A \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I_a \cdot N}{2\ell} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$A = \pi \times r^2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

φ = fluks

B = kuat medan magnet

A = luas penampang

N = Jumlah lilitan

π = Ketetapan

I_a = Arus (A)

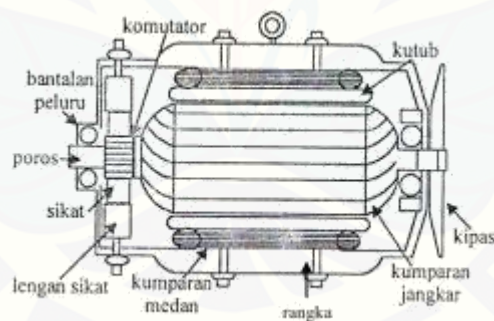
μ_0 = $4 \pi \times 10^{-7}$ dalam satuan standard

ℓ = Luas spul

r = Jari – jari stator

2.4 Konstruksi Motor DC

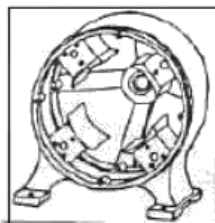
Secara umum konstruksi motor DC dapat dilihat pada gambar 2.5 :



Gambar 2.5. Konstruksi motor DC (Mardika, 2008)

2.4.1 Stator motor DC

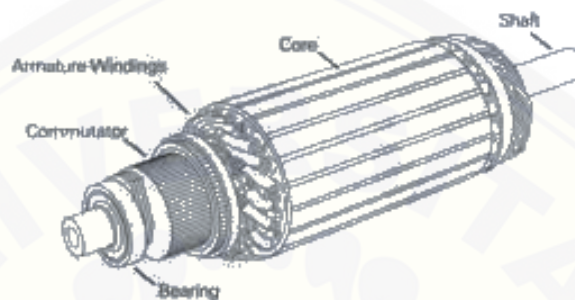
Stator adalah bagian yang berfungsi sebagai rangkaian magnetik yang mempunyai sepasang kutub medan yang terpasang pada bagian dalam stator.



Gambar 2.6. Stator Motor DC (Zumain, 2009)

2.4.2 Jangkar atau *Rotor* Motor DC

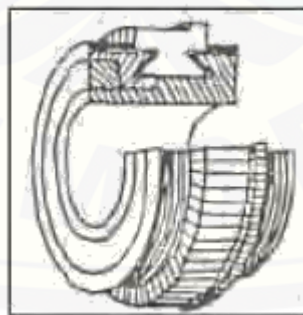
Jangkar atau *Rotor* berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi gerak dalam bentuk gerak putar. Jangkar terdiri dari poros baja dimana tumpukan keping – keping inti yang berbentuk silinder dijepit. Pada inti jangkar terdapat alur – alur dimana lilitan jangkar diletakkan.



Gambar 2.7. Rotor Motor DC (Zumain, 2009)

2.4.3 Komutator

Konstruksi dari komutator terdiri dari batangan tembaga yang dikeraskan (*drop forged*) yang diisolasi dengan sejenis mika. Fungsi komutator ini adalah mengumpulkan arus induksi dari konduktor jangkar dan mengkonversikan menjadi arus searah melalui sikat.



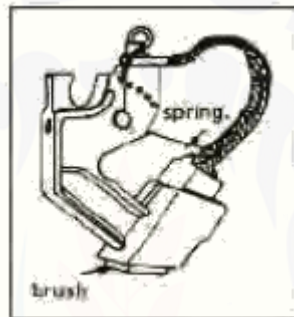
Gambar 2.8. Komutator Motor DC (Zumain, 2009)

Secara mekanik motor DC merupakan alat yang kompleks dan cenderung banyak persoalan. Sebagai contoh, kotoran pada komutator, dapat menghambat suplai listrik menuju jangkar. Beberapa jenis perawatan dibutuhkan pada saat menggunakan motor DC, pada beberapa pemakaian dengan lingkungan tertentu.

Misalnya pada lingkungan asam, akan memunculkan karat yang dapat merusak komutator. Akibatnya, gesekan karbon dan komutator dapat menyebabkan arus jangkar yang dapat membahayakan.

2.4.4 Sikat (*Brush*)

Sikat terbuat dari karbon, graphite, logam graphite atau campuran karbon dan grafit yang dilengkapi dengan pegas penekanan dan kontak sikatnya. Sikat biasanya dipasang dengan menumpangkannya pada sisi komutator untuk menyuplai listrik ke motor. (Zumain A, 2009).



Gambar 2.9. Sikat Motor DC (Zumain, 2009)

2.5 Kumparan Jangkar

Kumparan jangkar berfungsi sebagai tempat timbulnya torsi jangkar, umumnya kumparan jangkar (*rotor*) berbentuk seperti permata, seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.10. Bentuk Umum Kumparan Motor DC (Mardika, 2009)

Adapun jumlah konduktor dalam kumparan tersebut :

$$Z = 2CN \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

C = jumlah pada jangkar atau segmen pada jangkar

N = jumlah lilitan setiap kumparan

Normalnya bentang kumparan adalah 180° derajat listrik, yang berarti ketika sisi kumparan yang satu berada ditengah suatu kutub, sisi lainnya berada ditengah kutub yang berbeda polaritasnya. Sedangkan secara fisik kutub yang ada tidak saling terletak 180° derajat mekanis. Adapun untuk menentukan hubungan sudut dalam derajat mekanis dan derajat listrik, dapat digunakan persamaan berikut :

$$\theta_{listrik} = \frac{p}{2} \theta_{mekanis} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

$\theta_{listrik}$ = sudut dalam derajat listrik

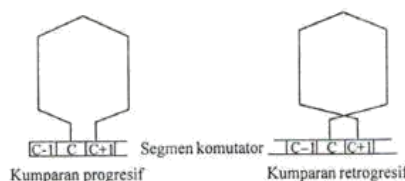
$\theta_{Lmekanis}$ = sudut dalam derajat mekanis

P = jumlah kutub

Kumparan yang membentang 180° derajat listrik memiliki tegangan yang sama antar sisi – sisinya dan berlawanan arah setiap waktu. Kumparan ini disebut sebagai kaisar penuh (*full-pitch coil*). Sedangkan kumparan yang bentangnya kurang dari kisaran kutubnya (180° derajat listrik) disebut sebagai kumparan kisar fraksi (*fraktional-pitch coil*) atau kumparan tali busur (*charded winding*).

Adapun hubungan antar kumparan jangkar dengan segmen komutatornya terbagi atas dua macam :

- a) Kumparan progresif (*progresif winding*) adalah kumparan yang sisi belakangnya dihubungkan ke sebuah segmen komutator mendaului kumparan selanjutnya.
- b) Kumparan retrogresif (*retrogressive winding*) adalah kumparan yang sisi belakangnya dihibungkan ke sebuah segmen komutator membelakangi kumparan sebelumnya.

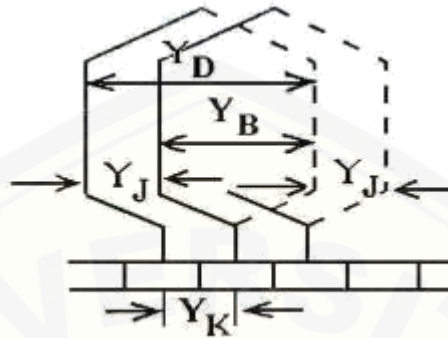


Gambar 2.11. Kumparan Progresif dan Retrogresif (Mardika, 2009)

Sedangkan macam konstruksi kumparan jangkar ada 3 macam :

a. Kumparan jerat (*lap winding*)

Konstruksi kumparan jerat atau gulung dapat digunakan sebagai berikut :



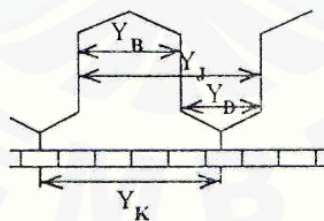
Gambar 2.12. Kumparan Jerat (Mardika, 2009)

(tanda + untuk hubungan kumparan progresif dan tanda - untuk kumparan retrogressive) m = kelipatan kumparan kumparan simpleks $m = 1$, dupleks = 2, tripleks = 3 dan seterusnya.

Dengan banyaknya jalur arus pada kumparan jerat ini, maka pilihan yang tepat diaplikasikan pada tegangan rendah dan tinggi, karena arusnya dapat dibagikan oleh banyaknya jalur arus paralel tersebut.

b. Kumparan gelombang (*wave winding*)

Kumparan gelombang ini disebut juga kumparan seri, dan konstruksi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.13. Kumparan Gelombang (Mardika, 2009)

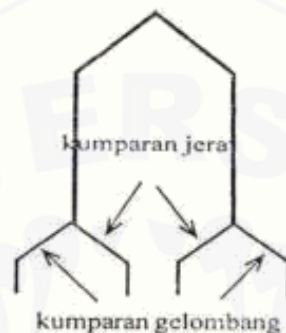
Pada kumparan jenis ini, karena jalur arusnya lebih sedikit dari pada kumparan jerat, maka sikatnya pun lebih sedikit, namun untuk mengurangi besarnya arus yang mengalir pada sikat – sikat yang ada, biasanya ditambahkan sikat sikat ekstra.

Kumparan gelombang ini sangat cocok untuk mesin arus searah bertegangan tinggi, karena jumlah kumparan yang terhubung seri antar segmen

komutator memungkinkan tegangan tinggi lebih mudah dibangkitkan dari pada jenis kumparan jerat.

c. Kumparan kaki katak (*frog-leg winding*)

Kumparan jenis ini pada dasarnya merupakan perpaduan jenis kumparan jerat dan kumparan gelombang pada jenis ini berfungsi sebagai penyama (*equalizers*) kumparan jeratnya. (Mardika, 2008)



Gambar 2.14. Kumparan Kaki Katak (Mardika, 2009)

2.6 Hubungan Antara Diameter dan Panjang Kabel dengan Tahanan Listrik

Tahanan listrik berbanding lurus dengan panjang kabel tetapi berbanding terbalik dengan diameter kabel. Ini berarti semakin panjang kabel listrik, semakin besar pula tahanannya, tetapi semakin besar diameter kabel listrik semakin kecil tahanannya. Berdasarkan pengertian diatas tahanan suatu kabel listrik dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

R = Tahanan listrik (Ω)

ρ = Tahanan jenis (tembaga : 0,0175)

l = Panjang kawat (m)

A = Luas penampang (mm^2)

BAB 3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang tempat dan waktu, ruang lingkup, jenis dan sumber data, serta metode pengumpulan data.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi Listrik Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Slamet Riyadi No. 62 Patrang, Jember 68111.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Studi literatur						
2	Perancangan dan pembuatan alat						
3	Pengujian alat						
4	Analisa data						
5	Pembuatan laporan						

Keterangan :

: Kegiatan dilaksanakan

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Tachometer
2. Gaussmeter
3. Obeng
4. *Power Supply*

5. AVO Meter
6. Fluks Meter

3.2.2 Bahan :

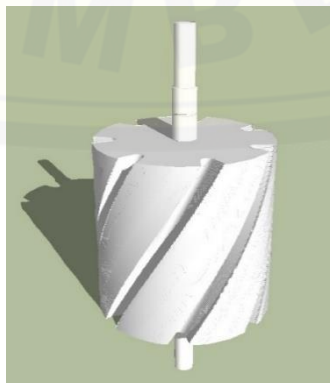
1. Motor DC NISCA NC5475c 24 V
2. Kawat *email*

3.3 Konsep Pemikiran Penelitian

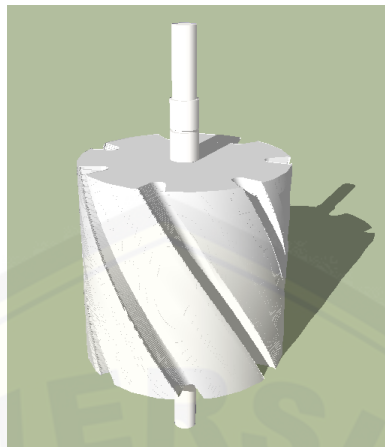
Konsep pemikiran dari penelitian ini adalah motor DC 24v yang memiliki 7 kutub rotor dan 2 kutub stator dengan magnet berupa magnet permanen dan kawat email sebagai induksi magnet, pada alur rotor motor DC dilakukan perubahan sudut sebesar 30° ke arah kiri dan 30° ke arah kanan, sedangkan pada kawat email yang digunakan berupa kawat email sebesar 0.4 mm. Pengujian pada motor DC ini dilakukan dengan melakukan pengukuran kecepatan dan besar *flux* pada motor DC tersebut. Hasil pengujian nantinya akan dianalisis apakah perubahan pada rotor motor DC tersebut menyebabkan kenaikan torsi dan juga kecepatan apabila dibandingkan dengan motor DC asli yang di produksi pabrik.

3.3.1 Desain Alat

Perancangan rotor motor DC ini menggunakan kawat email sebesar 0.4 mm dan menggunakan kemiringan alur rotor sebesar 30° ke arah kiri dan 30° ke arah kanan. Motor DC yang digunakan ini menggunakan tegangan 6v sampai dengan 24v. Dibawah ini adalah desain rotor motor DC :



Gambar 3.1. Perancangan Rotor Motor DC Alur Rotor 30° ke Kanan



Gambar 3.2. Perancangan Rotor Motor DC Alur Rotor 30° ke Kiri

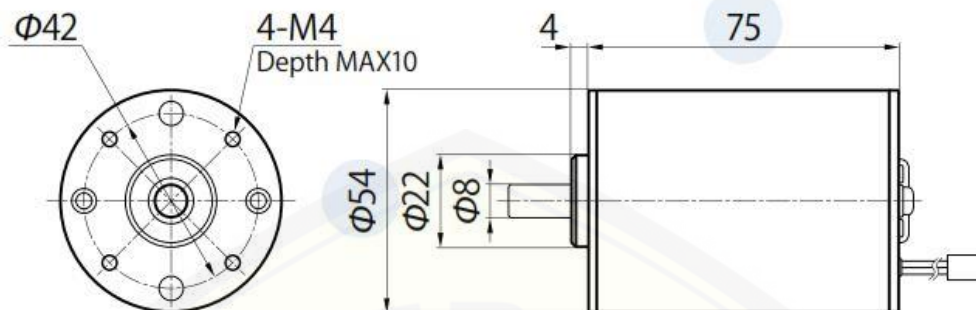
3.3.2 Spesifikasi Motor DC

Tabel 3.2. Spesifikasi motor DC magnet permanen

電圧 Voltage [V]	DC 24
質量 Weight [g]	700
軸受 Bearing	両側ベアリング Ball Bearing
永久磁石 Magnet	2 極 2 Pole

Tabel 3.3. Spesifikasi motor DC Nc5475

機種番 Model No.	最大効率時 at Maximum Efficiency					連続運転時 at Continuous Operation (at 50°C)	無負荷時 No Load		起動時 Starting	
	トルク Torque [mN・m]	回転数 Speed [rpm]	電流 Current [A]	出力 Output [W]	効率 Efficiency [%]	可能最大出力 Possible Max Output [W]	回転数 Speed [rpm]	電流 Current [A]	トルク Torque [mN・m]	電流 Current [A]
NC5475F	54.93	1694	0.599	9.75	67.8	14.7	1993	0.106	366.30	3.394
NC5475G	53.75	2411	0.840	13.57	67.3	16.6	2844	0.151	353.03	4.678
NC5475B	63.27	2891	1.123	19.15	71.1	20.5	3344	0.176	466.68	7.158
NC5475D	62.58	4329	1.668	28.37	70.8	17.7	5014	0.264	457.93	10.540
NC5475E	62.64	4948	1.908	32.46	70.9	13.7	5731	0.302	458.68	12.065



Gambar 3.3. Konstruksi Motor DC Nc5475

Sumber : Canon Finetech NISCA Inc

3.4 Metode Analisis Data

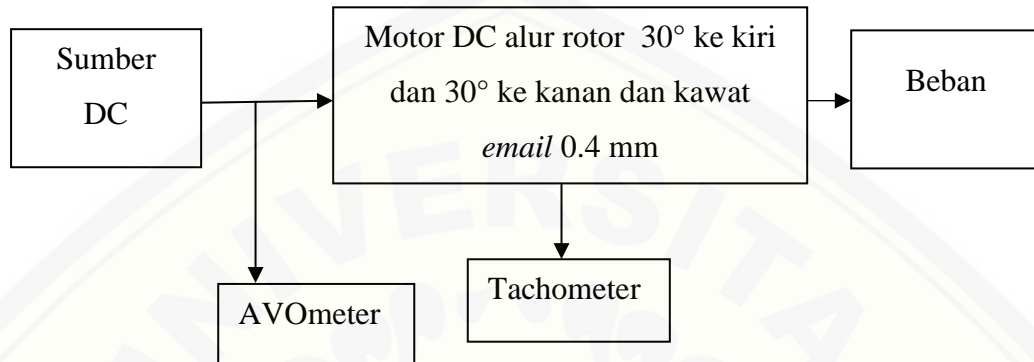
Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan yaitu dengan menguji motor DC dengan rotor yang telah di modifikasi pada sudut alur rotor dan pada ukuran diameter kawat *email*. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil data nilai kecepatan, dan torsi motor DC yang telah di modifikasi. Adapun tahapan – tahapan pada penelitian yang dilakukan pada perancangan dan pengujian Rotor Motor DC adalah :

1. Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan pada peneelitian ini.
2. Menentukan spesifikasi motor DC NISCA NC5475c yang terdiri dari 2 magnet permanen, rotor dengan 7 kutub, kawat *email* sebesar 0.3 mm, lilitan kawat *email* sebanyak 371.
3. Merancang rotor motor DC dengan alur rotor bergeser ke kiri dan kanan sebesar 30° dan menggunakan kawat *email* berdiameter 0.4 mm.
4. Menggabungkan rotor motor DC yang telah dimodifikasi dengan bagian motor DC yang lainnya.
5. Pengujian motor dan pengambilan data kecepatan dan torsi motor dapat dilakukan saat pengujian motor.
6. Hasil data kecepatan dan torsi yang diperoleh saat pengujian dibahas dalam pembahasan sehingga dapat dibuat kesimpulan dari rancang bangun rotor motor DC tersebut.

3.5 Kerangka Pemecahan Masalah

3.5.1 Diagram Blok Sistem Pengujian

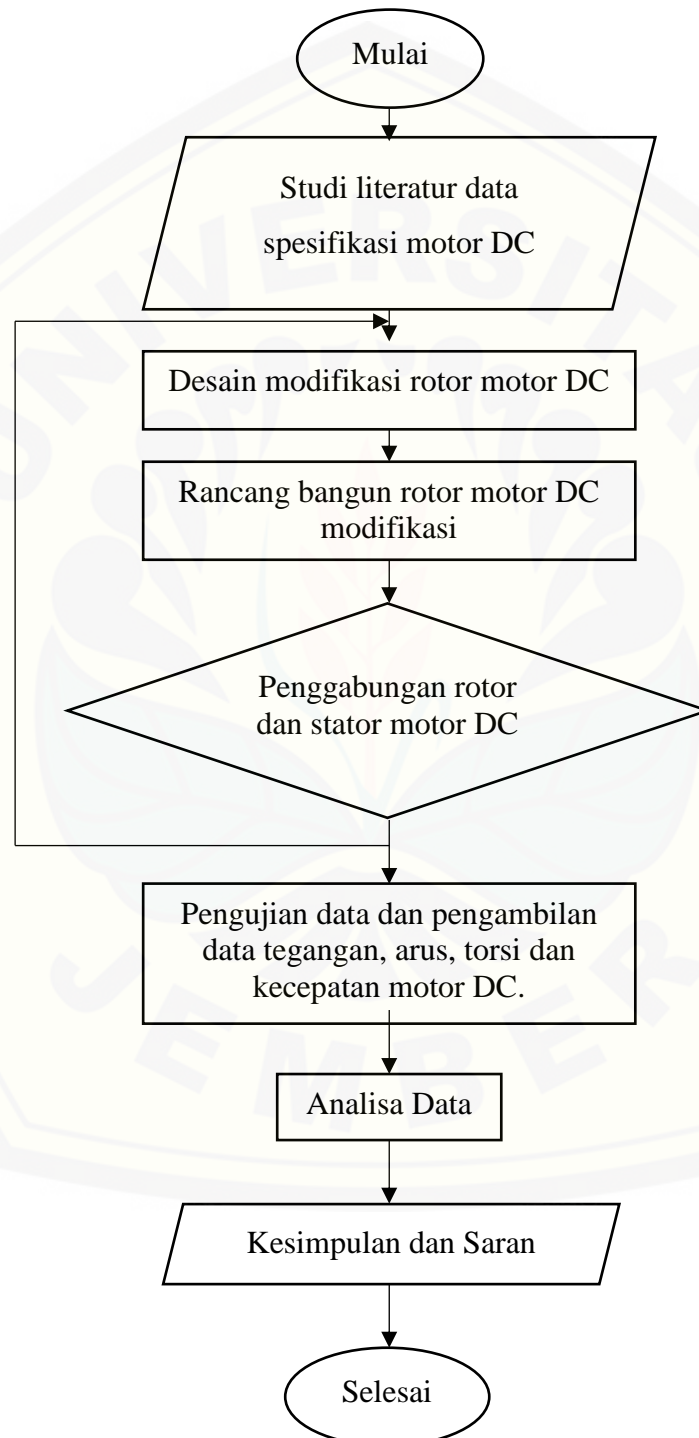
Pada gambar dapat dilihat tentang alur diagram blok untuk pengujian dan pengambilan data.



Gambar 3.4. Blok Diagram Sistem

3.5.2 Flowchart

Adapun tahap-tahap dalam penelitian dan penyusunan laporan ini secara keseluruhan dapat dinyatakan dalam diagram alir sebagaimana terlihat dalam gambar 2.



Gambar 3.5 Flowchart Penyelesaian Masalah

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang berjudul “Analisis Karakteristik Motor Dc Nisca Nc5475c dengan Perubahan Sudut Alur Jangkar 30 Derajat Dan Kawat Email 0,4 Milimeter” dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Pada karakteristik kecepatan putar motor DC Nisca Nc5475c, perubahan sudut alur jangkar motor mempengaruhi besarnya nilai kecepatan putar pada motor DC yang digunakan.
2. Penggunaan diameter kawat email yang lebih besar mempengaruhi karakteristik motor DC yang digunakan. Torsi pada motor DC menjadi lebih besar karena Penggunaan kawat email 0,4 mm mengakibatkan nilai hambatan dalam jangkar motor DC menjadi lebih kecil dan arus yang lewat semakin besar.
3. Pada saat pembebanan dilakukan, perubahan sudut alur jangkar dan penggunaan diameter kawat email 0,4 mm meningkatkan karakteristik dari motor DC Nisca Nc5475c.

3.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut yang bertujuan untuk meningkatkan daya keluaran dan efisiensi Motor DC Nisca Nc5475c agar dapat lebih baik lagi. selain itu mungkin lebih baik jika menggunakan pembanding yang lebih banyak seperti variasi sudut kemiringan dan jumlah lilitan yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chapman, S. J. 2005. *Electric Machinery Fundamentals Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Mardika, N. 2008. *Analisa Karakteristik Putaran-Torsi Motor Arus Searah Penguatan Shunt Berkutub Bantu*. 30-33, 29-38, 27-28,15, 29, 18-23.
- Sulistiyar, Resan B. C. 2014. *Rancang Bangun Kumparan Stator Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Split Capacitor*.
- Vodovozov, v. 2012. *Electric Drive System and Operation*. London: ventus publishing aps.
- Yuski, M. N. 2014. *Rancang Bangun Jangkar Motor DC*.
- Zuhal. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Zuhal. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung: ITB.
- Zumain, M. A. 2009. *Prototipe Mobil Listrik dengan Menggunakan Motor Dc 0.37 HP*. 11-14.
- “Spec List | Canon Finetech NISCA Inc” 2017. Accessed April 2. <http://ftn.canon/en/product/motor/list.html>

LAMPIRAN

a. Perhitungan nilai RPM motor DC alur jangkar lurus dan kawat email 0,3 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$\begin{aligned}n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\&= \frac{0,36 \times 60}{0,00567 \times 2 \times 3,14} \\&= 607.0947463 \text{ RPM}\end{aligned}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$\begin{aligned}n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\&= \frac{0,88 \times 60}{0,00692 \times 2 \times 3,14} \\&= 1214.189493 \text{ RPM}\end{aligned}$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$\begin{aligned}n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\&= \frac{1,44 \times 60}{0,00755 \times 2 \times 3,14} \\&= 1821.284239 \text{ RPM}\end{aligned}$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$\begin{aligned}n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\&= \frac{2,08 \times 60}{0,00818 \times 2 \times 3,14} \\&= 2428.378985 \text{ RPM}\end{aligned}$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$\begin{aligned}n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\&= \frac{2,8 \times 60}{0,008813 \times 2 \times 3,14} \\&= 3035.4737319 \text{ RPM}\end{aligned}$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$\begin{aligned}n &= \frac{P \cdot 60}{T \cdot 2 \pi} \\&= \frac{3,6 \times 60}{0,009442 \times 2 \times 3,14} \\&= 3642,568478 \text{ RPM}\end{aligned}$$

b. Perhitungan error persen RPM motor DC alur jangkar lurus dan kawat email 0,3 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\&= \frac{|607 - 569|}{607} \times 100\% \\&= 6.27 \%\end{aligned}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\&= \frac{|1214 - 1155|}{1214} \times 100\% \\&= 4.8 \%\end{aligned}$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\&= \frac{|1821 - 1750|}{1821} \times 100\% \\&= 3.91 \%\end{aligned}$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\&= \frac{|2428 - 2329|}{2428} \times 100\% \\&= 4.09 \%\end{aligned}$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|3035 - 2924|}{3035} \times 100\% \\ &= 3.67 \%\end{aligned}$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|3642 - 3532|}{3642} \times 100\% \\ &= 3.03 \%\end{aligned}$$

c. Perhitunagn nilai torsi motor DC alur jangkar lurus dan kawat email 0,3 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$\begin{aligned}T &= \frac{P}{\omega} \\ T &= \frac{0,36}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 569} \\ T &= 0,006044\end{aligned}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$\begin{aligned}T &= \frac{P}{\omega} \\ T &= \frac{0,88}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 1155} \\ T &= 0,007279\end{aligned}$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$\begin{aligned}T &= \frac{P}{\omega} \\ T &= \frac{1,44}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 1750} \\ T &= 0,007861\end{aligned}$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{2,08}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 2329}$$

$$T = 0,008532$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{2,8}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 2924}$$

$$T = 0,009148$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{3,6}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 3532}$$

$$T = 0,00973$$

d. Perhitungan nilai RPM motor DC alur jangkar 30° ke Kanan dan kawat email 0,4 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$\begin{aligned} n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\ &= \frac{1,48 \times 60}{0,02017 \times 2 \times 3,14} \\ &= 701.0331943 \text{ RPM} \end{aligned}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$\begin{aligned} n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\ &= \frac{4,24 \times 60}{0,02889 \times 2 \times 3,14} \\ &= 1402.066389 \text{ RPM} \end{aligned}$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$\begin{aligned} n &= \frac{P 60}{T 2 \pi} \\ &= \frac{7,56 \times 60}{0,03434 \times 2 \times 3,14} \end{aligned}$$

$$= 2103.099583 \text{ RPM}$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$\begin{aligned} n &= \frac{P \ 60}{T \ 2 \ \pi} \\ &= \frac{10,24 \times 60}{0,03489 \times 2 \times 3,14} \\ &= 2804.132777 \text{ RPM} \end{aligned}$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$\begin{aligned} n &= \frac{P \ 60}{T \ 2 \ \pi} \\ &= \frac{13,8 \times 60}{0,03762 \times 2 \times 3,14} \\ &= 3505.165972 \text{ RPM} \end{aligned}$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$\begin{aligned} n &= \frac{P \ 60}{T \ 2 \ \pi} \\ &= \frac{17,04 \times 60}{0,038705 \times 2 \times 3,14} \\ &= 4206,199166 \text{ RPM} \end{aligned}$$

e. Perhitungan nilai error persen RPM motor DC alur jangkar 30° ke Kanan dan kawat email 0,4 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$\begin{aligned} \text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|701 - 730|}{701} \times 100\% \\ &= 4,13 \text{ \%} \end{aligned}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$\begin{aligned} \text{Error \%} &= \frac{|Ht - Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|1402 - 1599|}{1402} \times 100\% \\ &= 14,04 \text{ \%} \end{aligned}$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|2103-2391|}{2103} \times 100\% \\ &= 13,68 \%\end{aligned}$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|2804-3224|}{2804} \times 100\% \\ &= 14,97 \%\end{aligned}$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|3505-3953|}{3505} \times 100\% \\ &= 12,77 \%\end{aligned}$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|4797-4206,19|}{4797} \times 100\% \\ &= 14,04 \%\end{aligned}$$

f. Perhitungan nilai Torsi motor DC alur jangkar 30° ke Kanan dan kawat email 0,4 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$\begin{aligned}T &= \frac{P}{\omega} \\ T &= \frac{1,48}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 730} \\ T &= 0.01937\end{aligned}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{4,24}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 1599}$$

$$T = 0.02533$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{7,56}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 2391}$$

$$T = 0.03020$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{10,24}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 3224}$$

$$T = 0.03034$$

5. Pada saat tegangan masukan 20V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{13,8}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 3953}$$

$$T = 0.03335$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{17,04}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 4797}$$

$$T = 0.03393$$

g. Perhitungan nilai RPM motor DC alur jangkar 30° ke Kiri dan kawat email 0,4 mm

:

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$n = \frac{P 60}{T 2 \pi}$$

$$= \frac{1,32 \times 60}{0,01799 \times 2 \times 3,14}$$

$$= 701.0331943 \text{ RPM}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$n = \frac{P 60}{T 2 \pi}$$
$$= \frac{3,92 \times 60}{0,02671 \times 2 \times 3,14}$$

$$= 1402.066389 \text{ RPM}$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$n = \frac{P 60}{T 2 \pi}$$
$$= \frac{7,8 \times 60}{0,03543 \times 2 \times 3,14}$$

$$= 2103.099583 \text{ RPM}$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$n = \frac{P 60}{T 2 \pi}$$
$$= \frac{10,56 \times 60}{0,03598 \times 2 \times 3,14}$$

$$= 2804.132777 \text{ RPM}$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$n = \frac{P 60}{T 2 \pi}$$
$$= \frac{14 \times 60}{0,03816 \times 2 \times 3,14}$$

$$= 3505.165972 \text{ RPM}$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$n = \frac{P 60}{T 2 \pi}$$
$$= \frac{17,28 \times 60}{0,03925 \times 2 \times 3,14}$$

$$= 4206,199166 \text{ RPM}$$

h. Perhitungan nilai error persen RPM motor DC alur jangkar 30° ke Kiri dan kawat email 0,4 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|701-753|}{753} \times 100\% \\ &= 4,55 \%\end{aligned}$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|1402-1537|}{1402} \times 100\% \\ &= 9,62 \%\end{aligned}$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|2103-2577|}{2103} \times 100\% \\ &= 22,53 \%\end{aligned}$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|2804-3201|}{2804} \times 100\% \\ &= 14,15 \%\end{aligned}$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|3505-4035|}{3505} \times 100\% \\ &= 15,11 \%\end{aligned}$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$\begin{aligned}\text{Error \%} &= \frac{|Ht-Hp|}{Ht} \times 100\% \\ &= \frac{|4206-4886|}{4206} \times 100\% \\ &= 16,16 \%\end{aligned}$$

i. Perhitungan nilai Torsi motor DC alur jangkar 30° ke Kanan dan kawat email 0,4 mm :

1. Pada saat tegangan masukan 4 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{1,32}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 733}$$

$$T = 0.01720$$

2. Pada saat tegangan masukan 8 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{3,92}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 1537}$$

$$T = 0.02436$$

3. Pada saat tegangan masukan 12 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{7,8}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 2577}$$

$$T = 0.02891$$

4. Pada saat tegangan masukan 16 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{10,56}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 3201}$$

$$T = 0.03151$$

5. Pada saat tegangan masukan 20 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{14}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 4035}$$

$$T = 0.03314$$

6. Pada saat tegangan masukan 24 V

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{17,28}{\frac{2 \times 3,14}{60} \times 4886}$$

$$T = 0.0337$$

j. foto



Gambar j.1 Foto proses penggulangan lilitan



(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar j.2 Foto (a) 30° ke kanan 0,4 mm , (b) 30° ke kiri 0,4 mm, (c) normal, (d) normal 0,4 mm



Gambar j.3 Foto pengujian tanpa beban



Gambar j.4 Foto pengujian dengan beban