



**RANCANG BANGUN MOTOR INDUKSI 1 FASA  
2 KUTUB ROTOR DAN 4 KUTUB STATOR  
MENGUNAKAN ROTOR BELITAN**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Nur Imanu Maulana  
NIM 111910201021**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**RANCANG BANGUN MOTOR INDUKSI 1 FASA  
2 KUTUB ROTOR DAN 4 KUTUB STATOR  
MENGUNAKAN ROTOR BELITAN**

**SKRIPSI**

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

**oleh**

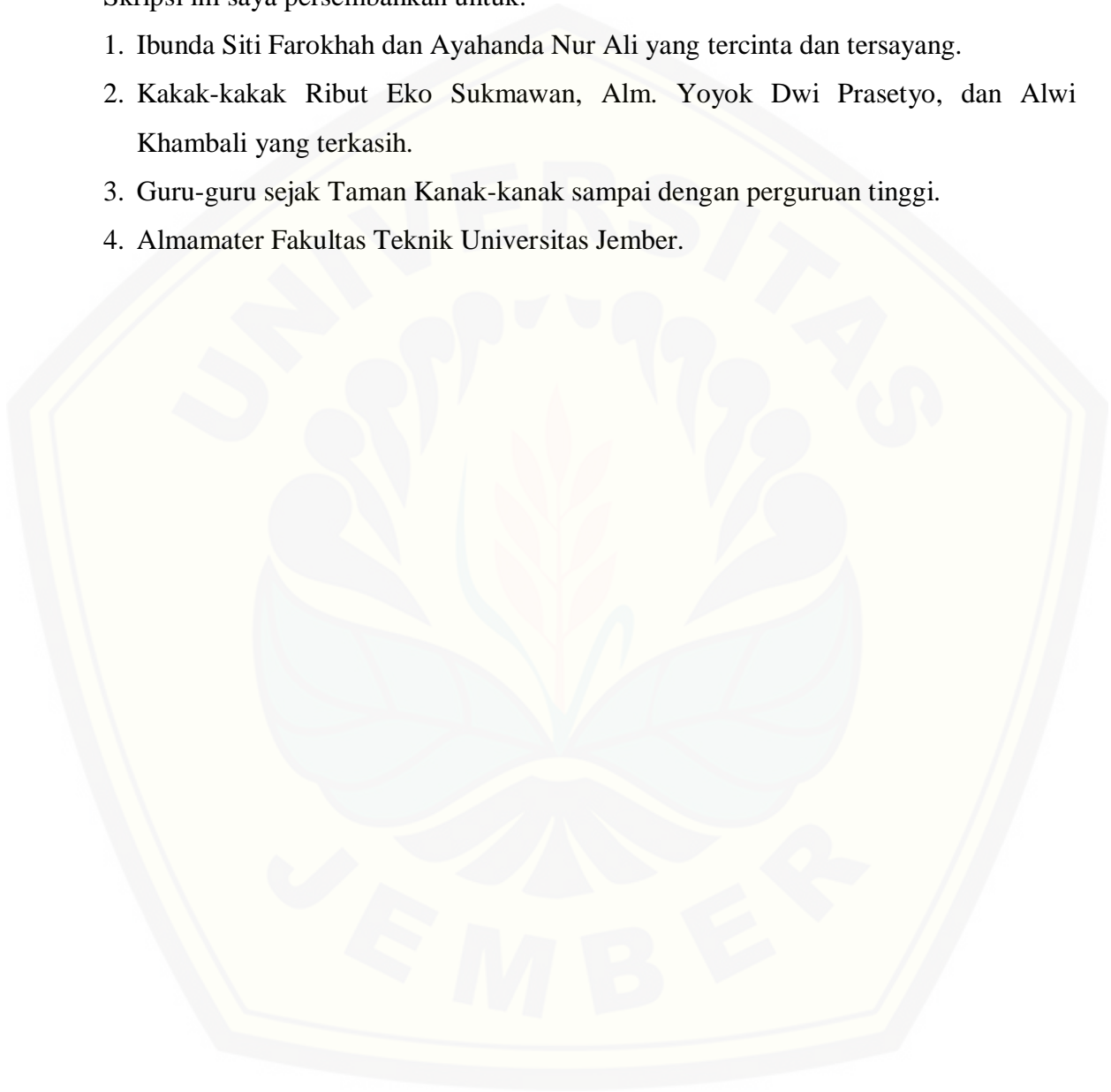
**Nur Imanu Maulana  
NIM 111910201021**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Siti Farokhah dan Ayahanda Nur Ali yang tercinta dan tersayang.
2. Kakak-kakak Ribut Eko Sukmawan, Alm. Yoyok Dwi Prasetyo, dan Alwi Khambali yang terkasih.
3. Guru-guru sejak Taman Kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi.
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.



## MOTO

Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata kepadanya, “Jadilah!” Maka jadi-lah sesuatu itu.\*)

Jika kamu membantu menyelesaikan masalah orang lain. Maka Allah akan berkali lipat membantu setiap masalahmu.

Apabila masing-masing “menghitamkan” yang lain, lalu siapa yang kemudian terlihat “putih”?\*\*)

\*<sup>1</sup>) Al Quran, 36:82.

\*\*<sup>2</sup>) Anonim.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama: Nur Imanu Maulana

NIM: 111910201021

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Rotor dan 4 Kutub Stator Menggunakan Rotor Belitan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 8 Oktober 2015

Yang menyatakan,

Nur Imanu Maulana

NIM 111910201021

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN MOTOR INDUKSI 1 FASA  
2 KUTUB ROTOR DAN 4 KUTUB STATOR  
MENGUNAKAN ROTOR BELITAN**

oleh

Nur Imanu Maulana  
NIM 111910201021

Pembimbing

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Rotor dan 4 Kutub Stator Menggunakan Rotor Belitan” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 8 Oktober 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 196104141989021001

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

Penguji I,

Penguji II,

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

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.  
NIP 198006102005011003

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 196104141989021001



## *Rancang Bangun Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Rotor dan 4 Kutub Stator menggunakan Rotor Belitan*

**Nur Imanu Maulana**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

### **ABSTRAK**

Motor induksi 1 fasa yang diproduksi pabrik mempunyai dimensi dan karakteristik yang berbeda. Hal yang dapat dilakukan untuk mengetahui pengaruh putaran pada motor induksi 1 fasa adalah dengan memodifikasi motor induksi tersebut dengan dimensi dan karakteristik motor secara umum menjadi motor induksi 1 fasa dengan karakteristik motor secara khusus. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis pengaruh perubahan jumlah kutub pada motor induksi 1 fasa terhadap daya dan kecepatan yang dihasilkan. Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sebuah motor induksi 1 fasa 4 kutub stator menggunakan rotor belitan. Terdapat 3 motor yang digunakan pada penelitian ini yaitu motor yang sudah dimodifikasi, motor referensi, dan motor lainnya. Motor referensi digunakan sebagai pembanding untuk pengaruh perubahan jumlah kutub dan motor lainnya digunakan sebagai pembanding untuk perubahan diameter kawat tembaga kumparan stator. Motor modifikasi menggunakan tembaga 0,4 mm dan mempunyai 4 kutub pada statornya, motor referensi menggunakan tembaga 0,4 mm dan mempunyai 2 kutub pada statornya, dan motor lainnya menggunakan tembaga 0,5 mm dan mempunyai 2 kutub pada statornya. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu motor modifikasi memiliki parameter kerja yang lebih baik dari 2 motor pembandingnya antara lain memiliki hambatan (R) lebih kecil, besar hambatan pada rotor  $5,829 \Omega$  dan pada stator  $5,942 \Omega$ . Torsi yang dihasilkan pada start awal 50 V yaitu 0,0011 Nm, daya mekanik 1,871 Watt, dan Efisiensi 3,66 %.

**Kata kunci:** motor induksi, kutub stator, penambahan kutub.



*Design of Induction Motor single Phase two Poles rotor and four Poles Stator use Winding Rotor*

**Nur Imanu Maulana**

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember*

## **ABSTRACT**

Single phase induction motors produced by the plant has different dimensions and characteristics. Things that can be done to determine the effect of rotation on single phase induction motor is to modify the induction motor with dimensions and characteristics of the motor in general be single phase induction motor with the motor characteristics in particular. Therefore it is necessary to analyze the effect of changing the number of poles in the induction motor single phase of the generated power and speed. In this research design a single phase induction motor with 4 stator poles using the rotor windings. There are 3 motors used in this research is the motor that has been modified, reference motorcycle, and a other motor. Motor reference is used as a comparison to the effect of changes in the number of poles and other motor used as a comparison to changes in the diameter of the stator coil of copper wire. Motor modification using copper 0.4 mm and has four poles in the stator, the motor reference using copper 0.4 mm and have two poles in the stator, and a other motor using copper 0.5 mm and have two poles in the stator. Results obtained from this research that the motor modifications have a better working parameters of 2 motors for comparison among other barriers (R) is smaller, a large drag on the rotor and the stator  $5.829 \Omega$   $5.942 \Omega$ . The torque generated at the initial start of 50 V is 0.0011 Nm, mechanical power 1,871 Watt, and efficiency of 3.66%.

**Keywords:** induction motor, the stator poles, additional poles.

## RINGKASAN

**Rancang Bangun Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Rotor dan 4 Kutub Stator menggunakan Rotor Belitan;** Nur Imanu Maulana, 111910201021; 2015; 81 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Motor induksi menempati peranan penting pada industri besar maupun rumah tangga. Motor induksi satu fasa banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari karena memiliki kelebihan seperti struktur dan konstruksinya yang kokoh, sederhana dan perawatan yang mudah. Motor induksi 1 fasa yang diproduksi pabrik mempunyai dimensi dan karakteristik berbeda. Motor induksi yang prinsip kerjanya mengubah energi listrik menjadi energi mekanik bekerja secara terus menerus dalam proses produksi tentunya akan mengalami penurunan efektifitas bahkan mengalami kerusakan. Kerusakan tersebut umumnya bisa disebabkan oleh tiga faktor, yaitu faktor lingkungan (*environmental*), mekanikal, dan elektrikal. Khusus kerusakan dari segi elektrikal sebagian besar terletak pada *winding* tersebut bila suatu motor kelebihan beban (*overload*) dan dioperasikan terus menerus akan menyebabkan *winding* tersebut terbakar, dengan kondisi ini diwajibkan mengganti *winding* yang baru.

Motor induksi 1 fasa yang diproduksi pabrik mempunyai dimensi dan karakteristik yang berbeda. Hal yang dapat dilakukan untuk mengetahui pengaruh putaran pada motor induksi 1 fasa adalah dengan memodifikasi motor induksi tersebut dengan dimensi dan karakteristik motor secara umum menjadi motor induksi 1 fasa dengan karakteristik motor secara khusus. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis pengaruh perubahan jumlah kutub pada motor induksi 1 fasa terhadap daya dan kecepatan yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini dilakukan rancang bangun sebuah motor induksi 1 fasa 2 kutub rotor dan 4 kutub stator menggunakan rotor belitan. Analisis kinerja motor

setelah dilakukan setelah penambahan kutub yaitu meliputi kecepatan putar rotor, daya, torsi, dan efisiensi.

Penelitian dilaksanakan di Laboraturium Konversi Energi Listrik Fakultas Teknik Universitas Jember dan dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu melakukan rancang bangun pada kumparan stator dengan variasi berbeda dari motor sebelumnya. Tahap kedua menganalisis kinerja motor, pengujian yang pertama yaitu pengambilan data hambatan pada kumparan rotor dan stator. Pengujian kedua yaitu pengambilan data kecepatan putar rotor, daya, dan torsi pada kedua motor. Metode pengambilan data yaitu dengan mengubah besar tegangan sampai pada tegangan nominal (220 V) sehingga data yang didapatkan signifikan. Analisis data dalam penelitian adalah motor modifikasi memiliki kinerja yang lebih baik yaitu dapat dilihat dari torsi, dan daya mekanik memiliki nilai lebih besar.

Kecepatan putar rotor ( $N_r$ ) berbanding terbalik dengan nilai torsi, jika nilai  $N_r$  kecil maka torsinya besar begitu pula sebaliknya. Bisa dilihat pada motor modifikasi pada tegangan 75 V ketika  $N_r$  11205 besar torsi adalah 0,0008 Nm sedangkan pada tegangan 100 V ketika  $N_r$  14084 maka besar torsi sama dengan 0,00067 Nm. Nilai kecepatan dan slip berbanding lurus, motor modifikasi memiliki slip lebih besar yaitu 0,81 pada tegangan 50 V.

## PRAKATA

Syukur alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Rotor dan 4 Kutub Stator menggunakan Rotor Belitan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, H.R.B. Moch Gozali, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I, Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan skripsi ini;
3. Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu penulisan skripsi secara administratif;
5. bunda Siti Farokhah dan ayahanda Nur Ali yang telah memberikan dukungan moril dan materiil serta kasih sayang yang tak terhingga;
6. kakak-kakak terkasih Ribut Eko Sukmawan, Alm. Yoyok Dwi Prasetyo, dan Alwi Khambali yang telah memberikan motivasi dan semangat;
7. para guru-guru mulai dari Taman Kanak-Kanak sampai dengan perguruan tinggi yang sampai dengan saat ini ilmu yang diberikan masih saya pergunakan.
8. teman-teman kontrakan Al Ikhwan Angga Pradana, Hendri Wicaksana, Yulanta Priambodho, Ahmad Afif, Akhmad Mahfud, Abdillah Irsyad dan Roin Nur Zain yang turut serta berperan dalam penulisan skripsi dan selalu memberikan masukan yang sangat membangun.

9. keluarga Sedekah Rombongan Jember mas Yudho Ari, mas Aditya Yudha, mas Taufiqul Hasan, mas Prajhna Yudha, Alm. Pak Sugiharto Herlambang, pak Us, dan pak Karman yang selalu memberikan pelajaran kehidupan;
10. rekan-rekan Ichal Haichal, Yanu Arif, Jamaludin Khalily, Dicky Dharmawan, Noval Cahya, Aji Dwi yang sering memberikan canda tawa;
11. rekan-rekan satu tim skripsi, Anisia Tri Astuti, Dicky Dharmawan, Rifan Hadiyanto yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu menyelesaikan skripsi ini.
12. rekan-rekan di Laboraturium Konversi Energi Listrik mas Sugi, Heri, mas Agung, mas Anggi yang telah membantu dalam proses penelitian.
13. sahabat-sahabat seperjuangan Teknik Elektro 2011 yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam perjuangan 4 tahun di bangku kuliah;
14. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 9 Oktober 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	vi
HALAMAN PEMNGESAHAN .....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
RINGKASAN.....	x
PRAKATA .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Manfaat.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 Sistmatika Pembahasan.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Motor Induksi.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Teori Dasar Motor Induksi.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Motor Induksi 1 Fasa .....</b>	<b>8</b>

<b>2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi Satu Fasa</b>	
2.4.1 Teori Medan Putar Silang .....	9
2.4.2 Teori Medan Putar Ganda.....	11
<b>2.5 Kontruksi Umum.....</b>	12
2.5.1 Stator.....	12
2.5.2 Rotor.....	14
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	16
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	16
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	16
3.3.1 Alat.....	16
3.3.2 Bahan.....	16
<b>3.3 Tahap Penelitian.....</b>	17
3.3.1 Diagram blok tahap penelitian .....	18
3.3.2 Diagram alir ( <i>flow chart</i> ) penelitian.....	19
<b>3.4 Konstruksi Penelitian.....</b>	20
3.4.1 Stator.....	20
3.4.2 Jumlah kutub.....	20
3.4.3 Metode yang digunakan.....	20
3.4.4 Penggabungan rotor dan stator.....	20
3.4.5 Pengujian alat.....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	22
<b>4.1 Rancang Bangun Motor Induksi 4 Kutub Stator.....</b>	22
4.1.1 Membongkar motor induksi.....	23
4.1.2 Menggulung ulang kumparan stator .....	24
<b>4.2 Pengujian Motor.....</b>	26
4.2.1 Perbandingan perbedaan jumlah kutub.....	26
4.2.1.1 Pengukuran hambatan.....	26
a. Pengukuran hambatan pada motor modifikasi	26
b. Pengukuran hambatan pada motor pembanding 1	27



c. Analisa pengukuran hambatan .....	27
4.2.1.2 Nilai kecepatan putaran, torsi, dan daya mekanik	28
a. Motor modifikasi.....	28
b. Motor pembanding 1 .....	29
c. Analisa pengujian nilai kecepatan, torsi, dan daya mekanik.....	30
4.2.1.3 Hubungan pengujian motor.....	30
a. Hubungan torsi terhadap kecepatan .....	30
b. Hubungan kecepatan terhadap slip .....	31
c. Hubungan tegangan terhadap daya mekanik	32
4.2.2 Perbandingan perbedaan besar diameter kawat kumparan pada stator .....	33
4.2.2.1 Pengukuran hambatan.....	34
a. Pengukuran hambatan pada motor modifikasi	34
b. Pengukuran hambatan pada motor pembanding 2	35
c. Analisa pengukuran hambatan .....	35
4.2.2.2 Nilai kecepatan putaran, torsi, dan daya mekanik	36
a. Motor modifikasi.....	36
b. Motor pembanding 2 .....	37
c. Analisa pengujian nilai kecepatan, torsi, dan daya mekanik.....	38
4.2.2.3 Hubungan pengujian motor.....	38
a. Hubungan torsi terhadap kecepatan .....	38
b. Hubungan kecepatan terhadap slip .....	39
c. Hubungan tegangan terhadap daya mekanik	40
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	42
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	42
<b>5.2 Saran</b> .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	44



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rangkaian pengganti motor induksi .....	6
2.2 Motor induksi 1 fasa .....	9
2.3 Medan magnet stator sepanjang garis AC.....	10
2.4 Motor dalam keadaan berputar.....	11
2.5 Bentuk fisik dari stator.....	12
2.6 (a)Kumparan jerat (b)Kumparan terpusat (c)Kumparan gelombang.	13
2.7 Rotor sangkar .....	15
2.8 Rotor belitan .....	15
3.1 Diagram blok tahap penelitian.....	18
3.2 Diagram alir penelitian.....	19
3.3 Alur kumparan jerat.....	20
3.4 Penggabungan rotor dan stator .....	21
4.1 Tipe motor induksi.....	22
4.2 Stator motor induksi yang belum dimodifikasi kutubnya .....	23
4.3 Stator motor induksi yang telah dimodifikasi kutubnya .....	24
4.4 Tembaga supreme .....	25
4.5 Proses penggulungan ulang kumparan stator .....	25
4.6 Grafik hubungan kecepatan terhadap torsi.....	31
4.7 Grafik hubungan kecepatan terhadap slip .....	32
4.8 Grafik hubungan tegangan terhadap daya mekanik.....	33
4.9 Grafik hubungan kecepatan terhadap torsi.....	39
4.10 Grafik hubungan kecepatan terhadap slip .....	40
4.11 Grafik hubungan tegangan terhadap daya mekanik.....	41

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Hasil pengukuran hambatan motor modifikasi .....	26
4.2 Hasil pengukuran hambatan motor pembandingan 1 .....	27
4.3 Hasil pengujian motor modifikasi .....	28
4.4 Hasil pengujian motor pembandingan 1 .....	29
4.5 Hasil pengukuran motor modifikasi .....	34
4.6 Hasil pengukuran hambatan motor pembandingan 2 .....	35
4.7 Hasil pengujian motor modifikasi .....	36
4.8 Hasil pengujian motor pembandingan 2 .....	37

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Perhitungan Slip, Daya Mekanik, Torsi, dan Kecepatan Putar Motor Modifikasi .....	45
B. Perhitungan Slip, Daya Mekanik, Torsi, dan Kecepatan Putar Motor Referensi (Pembanding 1) .....	49
C. Perhitungan Slip, Daya Mekanik, Torsi, dan Kecepatan Putar Motor Anisia Tri Astuti (Pembanding 2) .....	54
D. Alat dan Bahan Penelitian .....	58

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era industri modern seperti saat ini, kebutuhan terhadap alat produksi yang tepat guna sangat diperlukan untuk dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Sebagian alat industri dan rumah tangga menggunakan energi listrik sebagai energi penggerak utamanya. Penggunaan motor arus bolak-balik (AC) 1 fasa saat ini sangat banyak digunakan diberbagai aplikasi. Salah satu penggunaan motor AC yaitu motor induksi yang sering terdapat pada perabotan rumah tangga berupa mesin cuci, kipas angin, dan yang lainnya (Yanu Dawan, 2014).

Motor induksi 1 fasa banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari, karena memiliki kelebihan seperti biayanya murah, sederhana, perawatannya mudah, struktur dan konstruksinya kokoh. Kriteria pertama yang dipertimbangkan dalam merancang suatu alat produksi adalah tingkat keekonomisan dari peralatan tersebut untuk menghindari pengeluaran yang besar. Berdasarkan kriteria tersebut maka motor listrik yang cocok digunakan sebagai penggerak listrik adalah motor arus bolak-balik, karena dengan memilih motor tersebut catu daya yang diperlukan sudah tersedia tanpa alat tambahan. Lain halnya dengan motor arus searah (DC) yang memerlukan rectifier untuk mengubah arus AC menjadi arus DC sebagai sumber tegangannya sehingga akan menambah biaya pada proses perangkaian maupun pemasangannya (Dewi Yanti Kumala, 2014).

Motor induksi 1 fasa yang diproduksi pabrik mempunyai dimensi dan karakteristik yang berbeda. Hal yang dapat dilakukan untuk mengetahui pengaruh putaran pada motor induksi 1 fasa adalah dengan memodifikasi motor induksi tersebut dengan dimensi dan karakteristik motor secara umum menjadi motor induksi 1 fasa dengan karakteristik motor secara khusus (Hariz Asfari, 2013). Oleh karena itu perlu dilakukan analisis pengaruh perubahan jumlah kutub pada motor induksi 1 fasa terhadap daya dan kecepatan yang dihasilkan.

Untuk mendapatkan suatu motor induksi 1 fasa yang mempunyai efisiensi tinggi diperlukan suatu perancangan. Proses perancangan dapat dilakukan secara manual, yaitu dengan melakukan perhitungan tahap demi tahap. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sebuah motor induksi 1 fasa dengan menambahkan kutub stator menjadi 4 kutub.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang mendasari tugas akhir ini adalah :

- 1) Bagaimana merancang motor induksi 1 fasa dengan menambahkan kutub stator menjadi 4 kutub?
- 2) Bagaimana pengaruh perubahan kutub antara rotor dan stator terhadap daya dan kecepatan yang dihasilkan ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

- 1) Mampu merancang motor induksi 1 fasa dengan menambahkan kutub pada stator menjadi 4 kutub.
- 2) Mengetahui kinerja motor setelah dilakukan penggulungan ulang.

## **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat yang diharapkan setelah penelitian ini adalah untuk memberikan pembelajaran tentang rancang bangun motor induksi 1 fasa dengan menambahkan jumlah kutub pada stator menjadi 4 kutub agar dapat bermanfaat bagi masyarakat luas dan industri motor listrik.



## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Menggunakan motor induksi 1 fasa.
- 2) Perancangan hanya dikhususkan untuk mengubah kutub stator.
- 3) Analisa hanya dikhususkan pada perhitungan daya dan kecepatan.
- 4) Menggunakan kumparan stator model terpusat.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

### BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

### BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian.

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi.

### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian dan analisa hasil penelitian.

### BAB 5 PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Motor Induksi

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

Motor induksi sangat banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari baik di industri maupun di rumah tangga. Motor induksi yang umum dipakai adalah motor induksi 3 fasa dan motor induksi 1 fasa. Motor induksi 3 fasa dioperasikan pada sistem tenaga 3 fasa dan banyak digunakan di dalam berbagai bidang industri dengan kapasitas yang besar. Motor induksi 1 fasa dioperasikan pada sistem tenaga 1 fasa dan banyak digunakan terutama untuk peralatan rumah tangga seperti kipas angin, lemari es, pompa air, mesin cuci dan sebagainya karena motor induksi 1 fasa mempunyai daya keluaran yang rendah (Obiansyah, 2012).

### 2.2 Teori Dasar Motor Induksi

Ketika stator disuplai dengan tegangan listrik, maka arus listrik akan mengalir dalam kumparan stator dan menghasilkan gelombang medan magnet yang berputar pada stator. Kecepatan dari motor arus bolak balik adalah fungsi dari frekuensi dan jumlah kutub stator. Kecepatan medan putar stator dari motor arus bolak balik dapat ditulis sebagai persamaan berikut:

$$N_s = \frac{120f}{p} \quad (2.1)$$

Dengan :

$N_s$  : Kecepatan putaran stator (rpm)

$f$  : Frekuensi (Hz)

$p$  : Jumlah kutub

Pada waktu yang sama fluks stator akan menginduksikan kumparan rotor dan menghasilkan medan magnet pada rotor. Kutub medan magnet dari rotor akan tertarik dan mengikuti kutub medan stator yang berputar, menyebabkan rotor berputar.

$$N_r = \frac{120f}{p} \quad (2.2)$$

Dengan :

$N_r$  : Kecepatan putaran rotor (rpm)

Rotor dari motor induksi selalu berputar pada kecepatan berapapun dibawah kecepatan medan putar stator. Jika kecepatan rotor sama dengan kecepatan medan putar stator, konduktor dari kumparan rotor tidak akan memotong fluks medan putar stator, dalam hal ini tidak ada tegangan yang akan diinduksikan pada rotor dan rotor akan tidak mempunyai kutub magnet (Liem Ek Bien, 2005).

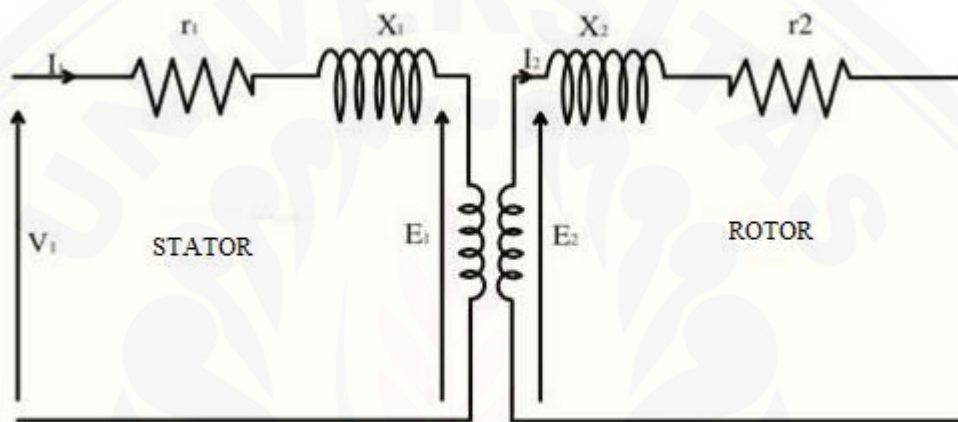
Oleh karena itu, rotor akan selalu berputar pada kecepatan di bawah kecepatan medan putar stator, jadi konduktor dari kumparan rotor akan secara terus menerus memotong fluks medan putar stator dan menghasilkan slip. Perbedaan antara kecepatan rotor dan medan putar stator disebut slip rotor. Semakin besar beban motor, semakin besar nilai slip rotor.

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \quad (2.3)$$

$$N_r = (1-S) N_s \quad (2.4)$$

Dengan :

- S : Slip motor
- Nr : Kecepatan putar rotor (rpm)
- Ns : Kecepatan putar stator (rpm)



Gambar 2.1 Rangkaian Pengganti Motor Induksi

(Yanu Dawan. 2014. *Rancang Bangun Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Split Capacitor*. Universitas Jember, Jember.)

Untuk mengetahui nilai-nilai tegangan pada stator digunakan rumus dasar sebagai berikut :

$$V_1 = I_1 (R_1 + jX_1) + E_1 \quad (2.5)$$

$$E_2 = (1 - S) E_1 \quad (2.6)$$

Dengan :

- $V_1$  : Tegangan input stator (V)
- $R_1 + jX_1$  : Impedansi stator

$E_1$  : Tegangan output stator (V)

$E_2$  : Tegangan Rotor (V)

Setelah didapatkan rumus-rumus diatas, maka daya dan torsi pada rotor dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

Daya pada rotor :

$$P_{rot} = E_2 I_2 \cos \Phi \quad (2.7)$$

Daya mekanik :

$$P_{mek} = P_{rot} (1 - S) \quad (2.8)$$

Rugi-rugi daya pada rotor :

$$P_{rr} = I_2^2 R_2 \quad (2.9)$$

Torsi yang dihasilkan :

$$T = \frac{P_{mek}}{\omega N r} \quad (2.10)$$

Untuk menghitung efisiensi :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (2.11)$$

Dengan :

$P_{rot}$  : Daya pada rotor

$P_{mek} = P_{out}$  : Daya mekanik motor

T	: Torsi
$I_2$	: Arus pada rotor
$R_2$	: Tahanan pada rotor
$\eta$	: Efisiensi

## 2.3 Motor Induksi 1 Fasa

Motor induksi 1 fasa pada umumnya memiliki daya kecil. Inti stator motor induksi 1 fasa terdiri dari lapisan plat-plat besi (laminasi) tersusun secara rapi dan ujung-ujungnya diklem. Plat-plat besi (laminasi) dibentuk sedemikian rupa menjadi alur-alur dan gigi-gigi alur stator. Sedangkan konduktor rotor dibuat dari batangan tembaga, alumunium atau alumunium paduan (Ambrosius, 2012).

Motor induksi 1 fasa sering digunakan pada peralatan rumah tangga karena disesuaikan dengan ketersediaan sumber listrik 1 fasa. Pada umumnya motor induksi 1 fasa memiliki daya kecil, efisiensinya relatif rendah, antara 38% sampai 70%. Motor induksi satu fasa mempunyai 2 (dua) kumparan stator, yaitu kumparan utama dan kumparan bantu yang dililit pada stator dengan perbedaan sudut  $90^0$  listrik. Pada umumnya kumparan bantu mempunyai resistansi dan rektansi lebih besar dari kumparan utama, dan kumparan bantu diseri dengan kapasitor. Dengan demikian bisa terjadi perbedaan fasa antara arus kumparan utama dengan arus kumparan bantu. Perbedaan antara kecepatan sinkron dan kecepatan rotor disebut slip (S) (Asfari, 2013).

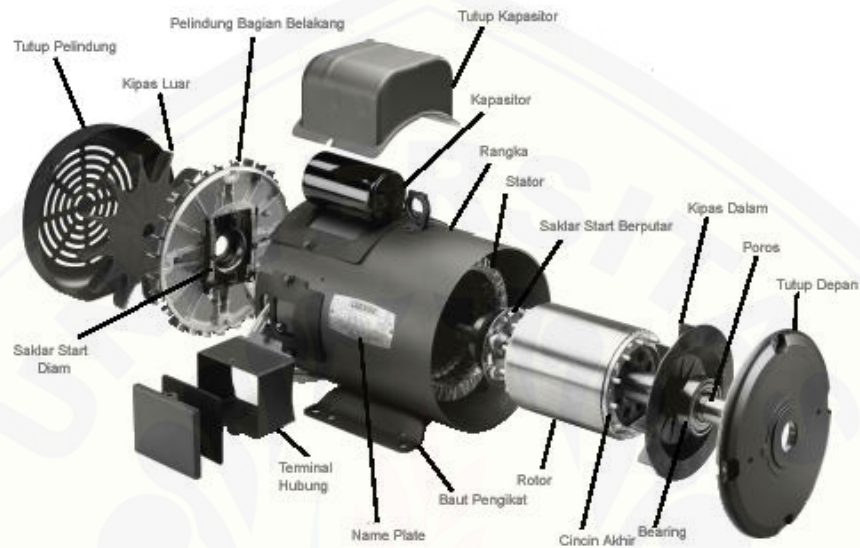
$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \quad (2.12)$$

Dengan :

S	: Slip
$N_s$	: Kecepatan sinkron/ kecepatan medan putar stator (rpm)



$N_r$  : Kecepatan putar rotor (rpm)



Gambar 2.2 Motor Induksi 1 Fasa

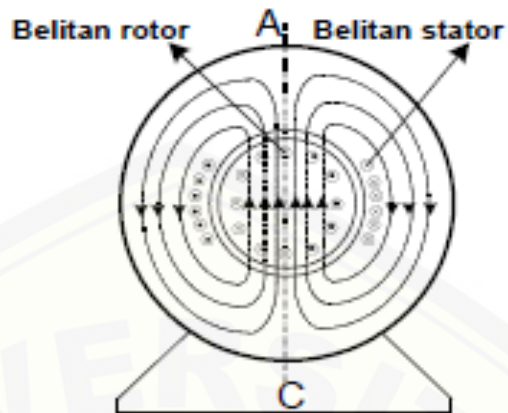
(Tim Universitas Sumatera Utara. 2010. *Motor Induksi 1 Fasa*. Universitas Sumatera Utara)

## 2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa

### 2.4.1 Teori Medan Putar Silang

Jika motor induksi 1 fasa diberikan tegangan bolak-balik 1 fasa maka arus bolak-balik akan mengalir pada kumparan stator. Arus pada kumparan stator ini menghasilkan medan magnet seperti yang di tunjukkan oleh garis putus-putus pada Gambar 2.3.



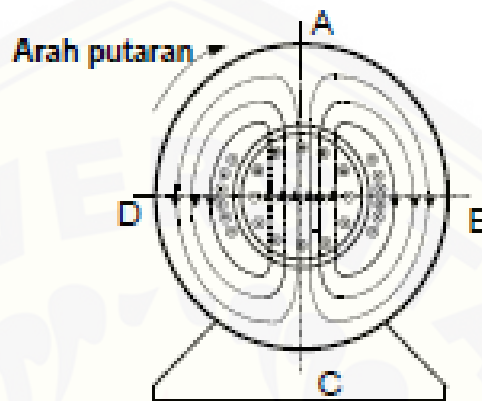


Gambar 2.3. Medan Magnet Stator Sepanjang Garis AC  
(Tim Universitas Sumatera Utara. 2010. *Motor Induksi 1 Fasa*.  
Universitas Sumatera Utara)

Arus stator yang mengalir setengah periode pertama akan membentuk kutub utara di A dan kutub selatan di C pada permukaan stator. Pada setengah periode berikutnya, arah kutub-kutub stator menjadi terbalik. Meskipun kuat medan magnet stator berubah-ubah yaitu maksimum pada saat arus maksimum dan nol pada saat arus nol serta polaritasnya terbalik secara periodik, aksi ini akan terjadi hanya sepanjang sumbu AC. Dengan demikian, medan magnet ini tidak berputar tetapi hanya merupakan sebuah medan magnet yang berada pada posisi yang tetap (*stationary*).

Seperti halnya pada transformator, tegangan terinduksi pada belitan sekunder, dalam hal ini adalah kumparan rotor. Sesuai dengan hukum Lenz, arah dari arus ini (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3) adalah sedemikian rupa sehingga medan magnet yang dihasilkan melawan medan magnet yang menghasilkannya. Arus rotor ini akan menghasilkan medan magnet rotor dan membentuk kutub-kutub pada permukaan rotor. Karena kutub-kutub ini juga berada pada sumbu AC dengan arah yang berlawanan terhadap kutub-kutub stator, maka tidak ada momen putar yang dihasilkan pada kedua arah sehingga rotor tetap diam. Dengan demikian, motor

induksi 1 fasa tidak dapat melakukan *start* sendiri dan membutuhkan rangkaian bantu untuk menjalankannya.



Gambar 2.4 Motor Dalam Keadaan Berputar

(Tim Universitas Sumatera Utara. 2010. *Motor Induksi 1 Fasa*.

Universitas Sumatera Utara)

Misalkan sekarang motor sedang berputar. Hal ini dapat dilakukan dengan memutar secara manual (dengan tangan) atau dengan rangkaian bantu. Konduktor-konduktor rotor akan memotong medan magnet stator sehingga timbul gaya gerak listrik pada konduktor-konduktor tersebut. Hal ini diperlihatkan pada Gambar 2.4 yang menunjukkan rotor sedang berputar searah jarum jam.

## 2.4.2 Teori Medan Putar Ganda

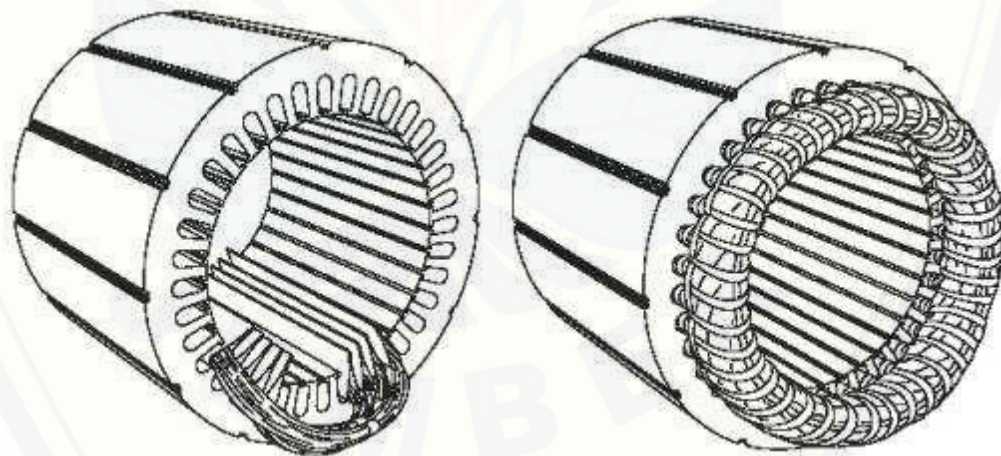
Teori medan putar ganda (*double revolving-field theory*) adalah suatu metode lain untuk menganalisis prinsip perputaran motor induksi 1 fasa disamping teori medan putar silang. Menurut teori ini, medan magnet yang berpulsa dalam waktu tetapi diam dalam ruangan dapat dibagi menjadi dua medan magnet, dimana besar kedua medan magnet ini sama dan berputar dalam arah yang berlawanan. Dengan kata lain, suatu fluks sinusoidal bolak-balik dapat diwakili oleh dua fluks yang

berputar, yang masing-masing nilainya sama dengan setengah dari nilai fluks bolak-balik tersebut dan masing-masing berputar secara sinkron dengan arah yang berlawanan.

## 2.5 Konstruksi Umum

### 2.5.1 Stator

Stator merupakan bagian yang diam sebagai rangka tempat kumparan stator yang terpasang. Stator terdiri dari : inti stator, kumparan stator, dan alur stator. Motor induksi 1 fasa dilengkapi dengan dua kumparan stator yang dipasang terpisah, yaitu kumparan utama (*main winding*) atau sering disebut dengan kumparan berputar dan kumparan bantu (*auxiliary winding*) atau sering disebut dengan kumparan start. stator ini terdiri dari beberapa laminasi tipis aluminium atau besi cor. Lapisan ini dijepit bersama untuk membentuk sebuah silinder berongga (inti stator) dengan slot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.

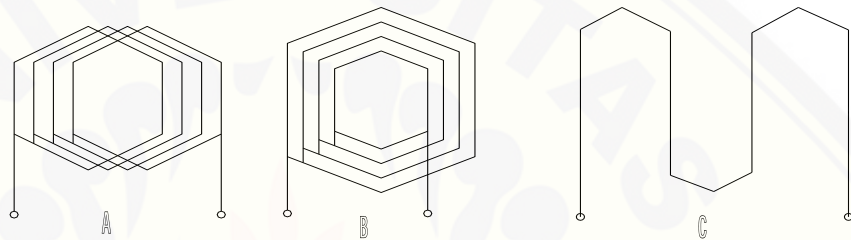


Gambar 2.5 Bentuk Fisik Dari Stator

(Yanu Dawan. 2014. *Rancang Bangun Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Split Capacitor*. Universitas Jember, Jember.)

Bentuk kumparan stator dari motor induksi 1 fasa dapat dibagi menjadi 3 macam, hal semacam ini adalah tergantung dari cara melilitkannya kedalam alur-alur stator. Bentuk kumparan-kumparan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kumparan jerat atau lilitan bertumpuk (Lap winding juga dapat dinamakan dengan lilitan spiral).
- Kumparan terpusat (concentric winding).
- Kumparan gelombang (wave winding).



Gambar 2.6 (a) Kumparan jerat. (b) Kumparan terpusat. (c) Kumparan gelombang (Faurasyidi Alkula. 2011. *Perbaikan Motor Listrik*. Klaten).

Pada kumparan stator, untuk proses melilitnya berlaku rumus sebagai berikut :

Langkah kumparan ( $Y_s$ ) :

$$Y_s = \frac{G}{2P} \quad (2.13)$$

Jumlah alur per kutub ( $q$ ) :

$$q = \frac{G}{2pm} \quad (2.14)$$

Jarak lubang alur dalam derajat radian (KAR) :

$$KAR = 360^\circ \frac{r}{G} \quad (2.15)$$

Jarak lubang alur dalam derajat listrik (KAL) :

$$KAL = KAR P \quad (2.16)$$

Dengan :

G = Jumlah alur pada stator

P = Jumlah pasang kutub

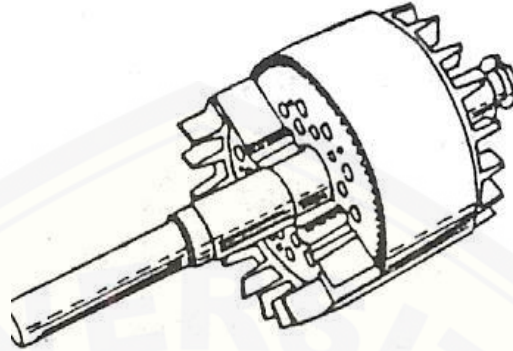
M = Fasa

## 2.5.2 Rotor

Rotor merupakan bagian yang berputar. Bagian ini terdiri dari : inti rotor, kumparan rotor dan alur rotor. Pada umumnya ada dua jenis rotor yang sering digunakan pada motor induksi, yaitu rotor belitan (*wound rotor*) dan rotor sangkar (*squirrel cage rotor*). Rotor terdiri dari laminasi baja beberapa tipis dengan bar merata spasi, yang terdiri dari aluminium atau tembaga, di sepanjang pinggiran (Dawan, 2014).

Rotor sangkar terbuat dari batanganbatangan tembaga telanjang, yang sedikit lebih panjang dari rotor itu sendiri dan dipress kedalam slot (alur) rotor. Kedua ujung-ujung batang tembaga ini disolder pada cincin tembaga, sehingga batangan tembaga tersebut terhubung singkat. Konstruksi dari batangan tembaga dan cincin tembaga menyerupai sangkar, sehingga dinamakan rotor sangkar. Untuk motor-motor induksi ukuran kecil dan menengah, batangan-batangan dan cincin hubung singkat terbuat dari aluminium tuang, yang dicetak sedemikian rupa sehingga menjadi bagian yang menyatu.





Gambar 2.7 Rotor Sangkar

(Google.com)

Rotor belitan mempunyai belitan, yang mirip dengan belitan stator. Belitan-belitan ini terdistribusi secara seragam pada alur-alur (slot). Terminal-terminalnya disambungkan pada tiga cincin seret (slip ring) yang ikut berputar dengan rotor. Cincin seret ini serta sikat-sikat tetap (stationer) memungkinkan dilakukan penyambungan dengan tahanan luar (external resistor) secara seri dengan belitan rotor. Tahanan luar ini utamanya digunakan pada saat starting, dan pada saat motor berputar normal ketiga sikat-sikat dari slip ring dihubung singkat (Sarjan, 2011).



Gambar 2.8 Rotor Belitan



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mendesain dan merancang motor induksi 1 fasa ini dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember. Sedangkan waktu penelitiannya yaitu dari bulan November 2014 sampai Agustus 2015.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

1. Obeng kembang dan pipih (sedang)	1 Buah
2. Kunci pas	1 Buah
3. Kunci ring	1 Buah
4. Tracker	1 Buah
5. Martil (palu) besi	1 Buah
6. Palu karet	1 Buah
7. Penitik	1 Buah
8. Tang potong	1 Buah
9. Tang lancip	1 Buah
10. Tang kombinasi	1 Buah
11. Snap tang	1 Buah
12. Bor	1 Buah

#### 3.2.2 Bahan

1. Motor induksi 1 fasa	1 Buah
2. Kertas gosok (halus)	1 Buah
3. Grease (stempet)	1 Buah

### 3.3 Tahap Penelitian

Dalam pembuatan skripsi dan penelitian ini dibuat beberapa prosedur penelitian sebagai berikut:

a. Tahap persiapan

Tahap ini meliputi tentang pengurusan administrasi, seminar proposal dan membuat garis besar rencana penelitian.

b. Studi literatur

Tahap ini meliputi pengumpulan jurnal yang berhubungan dengan penelitian sebagai referensi awal.

c. Perencanaan untuk modifikasi motor induksi

Tahap ini meliputi rencana komponen yang dipakai pada stator, ukuran tembaga yang dipakai, dan jumlah kutub yang digunakan.

d. Implementasi sistem

Pada tahap ini dilakukan modifikasi motor induksi yaitu penambahan jumlah kutub pada stator yang awalnya 2 kutub menjadi 4 kutub.

e. Pengujian sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada motor induksi yang telah dimodifikasi.

f. Analisis sistem

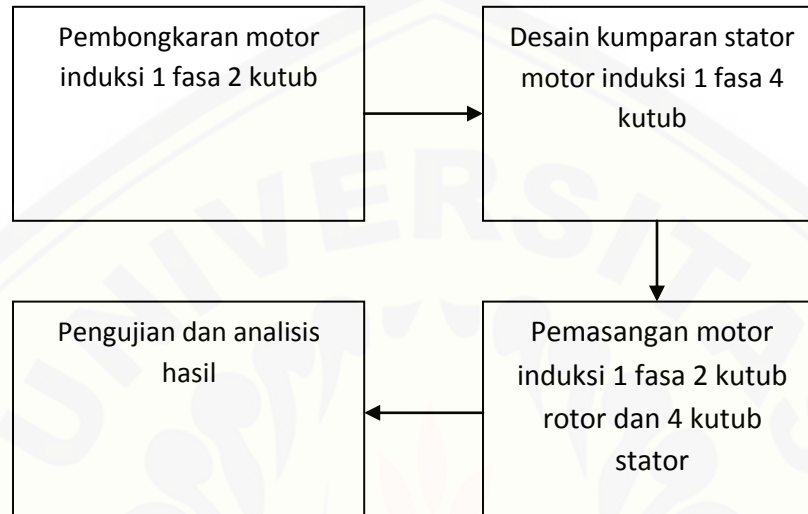
Tahap ini meliputi analisis secara teknis yaitu melakukan pengukuran dengan parameter yang sudah ditetapkan pada motor induksi yang telah dimodifikasi.

g. Kesimpulan dan saran

Pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada hasil pengujian implementasi sistem. Sementara untuk saran digunakan untuk perbaikan-perbaikan yang mungkin terjadi.

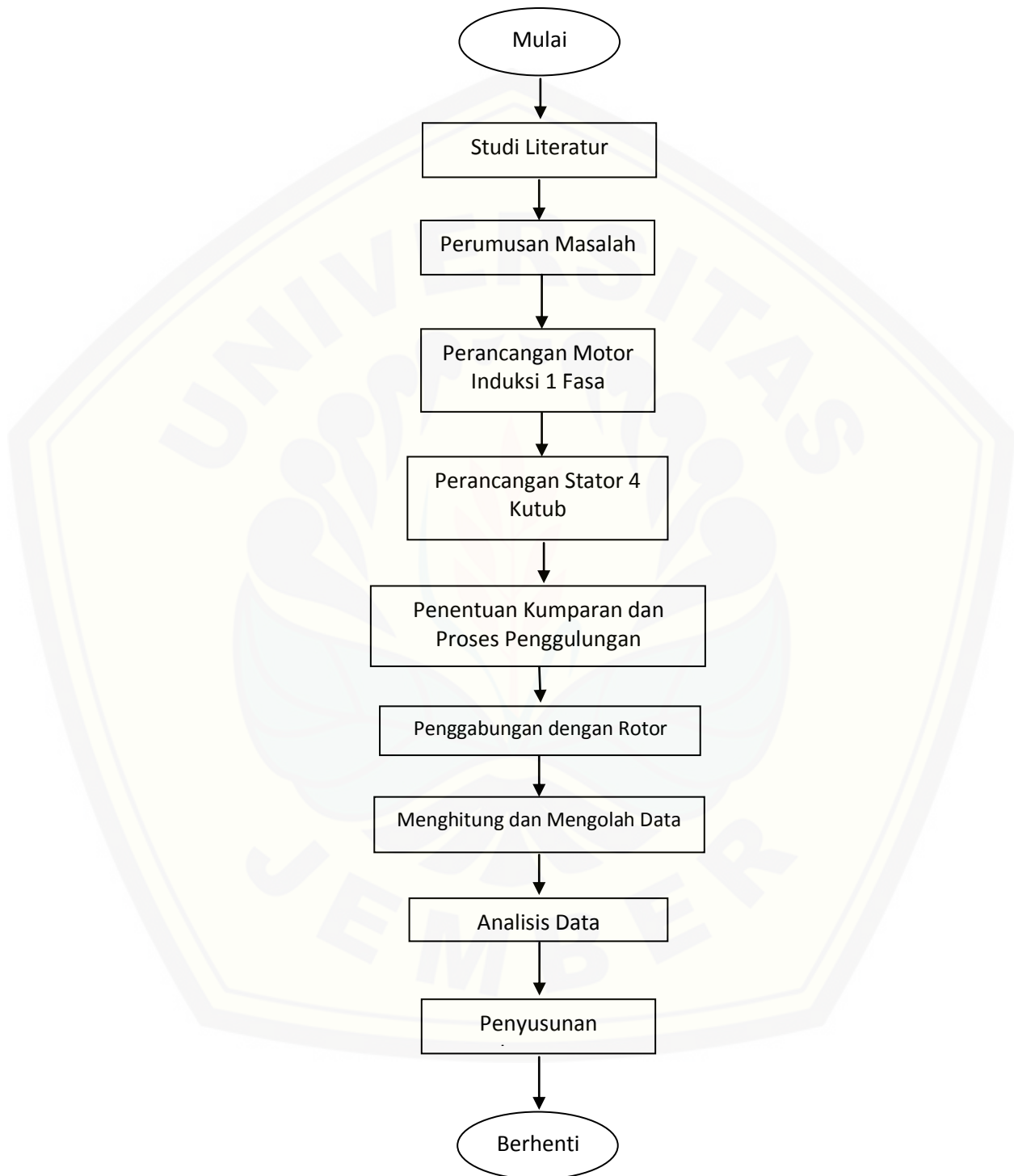
### 3.3.1 Diagram Blok Tahap Penelitian

Berikut merupakan diagram blok penelitian secara singkat.



Gambar 3.1 Diagram Blok Tahap Penelitian

3.3.2 Diagram Alir (Flow Chart) Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## 3.4 Konstruksi Penelitian

Pada penelitian ini, hal pertama yang perlu dilakukan adalah membongkar motor induksi 1 fasa 2 kutub. Penelitian ini akan merancang bangun motor induksi 1 fasa 2 kutub stator menjadi 4 kutub stator.

### 3.4.1 Stator

#### a. Rangka Stator

Rangka stator yang digunakan terbuat dari besi, hal ini memiliki tujuan untuk melindungi inti stator dan kumparannya.

#### b. Inti Stator

Inti stator terbuat dari besi lunak atau baja silikon. Inti stator ini berguna untuk memperkecil rugi-rugi besi akibat arus pusar.

### 3.4.2 Jumlah Kutub

Jumlah kutub yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 kutub rotor dan 4 kutub stator.

### 3.4.3 Metode yang Digunakan

Stator mempunyai alur tunggal maka untuk penggulungannya menggunakan metode terpusat.

### 3.4.4 Penggabungan Rotor dan Stator

Setelah kumparan stator digulung, dan stator selesai dirakit selanjutnya penggabungan antara stator dengan rotor untuk menguji keberhasilan rancang bangun motor induksi 1 fasa 2 kutub rotor dan 4 kutub stator.