

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Motor induksi adalah salah satu jenis motor listrik yang paling luas pemanfaatannya baik di industri-industri besar, sedang maupun yang berskala kecil bahkan banyak digunakan untuk menggerakkan alat-alat bantu peralatan rumah tangga. Sebagai penggerak mula (*prime over*) motor induksi pada pengoperasiannya sering melayani beban yang bervariasi. Perputaran motor pada mesin arus bolak balik yang biasajuga disebut dengan motor asinkron ditimbulkan oleh adanya medan putar fluks yang berputar yang dihasilkan dalam kumparan statornya setelah kumparan stator dihubungkan dengan sumber tegangan satu ataupun tiga fasa. Motor induksi merupakan motor listrik bolak-balik (ac) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan stator terdapat selisih putaran yang disebut slip. Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC. Pada umumnya motor induksi dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fasa yang digunakan, yaitu: motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Sesuai dengan namanya motor induksi tiga fasa dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan tiga fasa.

Motor induksi 3 fasa merupakan komponen yang penting dari berbagai industri dan telah banyak digunakan di mesin-mesin industri sebagai penggerak

mekanik. Hal ini dikarenakan motor induksi 3 fasa memiliki kelebihan dari segi teknis dan segi ekonomis. Konstruksi sangat kuat dan sederhana terutama bila motor dengan rotor sangkar. Harganya relatif murah dan kehandalannya tinggi. Efisiensi relatif tinggi pada keadaan normal, tidak ada sikat sehingga rugi gesekan kecil. Serta biaya pemeliharaan yang rendah karena pemeliharaan motor hampir tidak diperlukan.

Mengingat fungsinya yang sangat vital, sebagai penggerak mula yang konsekuensinya harus mampu melayani beban yang bervariasi. Motor induksi ini banyak digunakan dikarenakan memiliki beberapa kelebihan dibanding motor DC, diantaranya, harganya yang lebih murah dari motor DC. Kriteria yang diperlukan dalam merancang suatu alat produksi tentunya tingkat ekonomi untuk menghindari pengeluaran yang besar. Berdasarkan kriteria tersebut motor AC sangat cocok digunakan sebagai penggerak listrik. Kumparan jerat (*spiral*) dan sepusat (*konsentris*) pada umumnya system ini banyak digunakan untuk motor dan generator. Kumparan jerat (*spiral*) biasanya digunakan pada motor dan generator dengan kapasitas besar, walaupun adajuga secara khusus motor–motor dengan kapasitas kecil menggunakan kumparan dengan jerat (*spiral*). Oleh karena itu, Pada penelitian ini akan merancang bangun sebuah motor induksi tiga fasa yang notabeni tergolong motor kapasitas besar yang sering digunakan dalam perindustrian dengan membuat keluaran daya yang maksimal, dan menganalisa kumparan stator pada motor induksi tiga fasa tersebut. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan mampu membuat motor induksi dengan nilai daya maksimal dengan fluks yang lebih besar yang sesuai dengan kebutuhan di perindustrian.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang menjadi rumusan masalah diantaranya :

1. Bagaimana proses penggulangan ulang kumparan motor listrik induksi tiga phasa ?
2. Bagaimana perbandingan hasil perancangan kumparan sebelum dan sesudah digulung dari segi nilai kecepatan putar, torsi dan daya motor listrik induksi tiga phasa ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang gulungan / melilit kumparan stator motor listrik induksi tiga phasa jenis rotor sangkar.
2. Mengetahui perubahan nilai kecepatan putaran, torsi dan daya mekanik motor listrik induksi tiga phasa jenis rotor sangkar setelah digulung ulang.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yakni meningkatkan pengetahuan tentang Motor Listrik Induksi Tiga Fasa. Begitupun menjadi sebuah sarana untuk mengimplementasikan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diperoleh selama mengikuti proses perkuliahan serta memberikan manfaat untuk perusahaan dan industri – industri besar.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Motor yang digunakan adalah motor listrik induksi tiga fasa jenis rotor sangkar.
2. Metode yang digunakan adalah metode kumparan terpusat ( konsentris ).
3. Mengetahui unjuk kerja motor listrik induksi tiga fasa jenis rotor sangkar.
4. Tidak membahas tentang rotor, rugi – rugi motor dan pembebanan pada motor.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran umum dari keseluruhan Penelitian ini disusun berdasarkan sistematika penulisan yang terdiri dari:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berupa Pendahuluan yang berisi tentang Latar belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berupa Kajian Pustaka yang berisikan tentang pokok pembahasan teori atau materi yang mendasari dalam pelaksanaan penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan tentang tempat pelaksanaan penelitian serta metode perancangan alat yang diterapkan dalam tugas akhir ini.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan dan hasil perancangan dari alat tersebut, serta hasil pengujian yang telah penulis lakukan.

#### **BAB V PENUTUP**

Dalam bagian ini akan dibahas penjelasan atau kesimpulan dan saran akhir dari perancangan dan pengujian alat yang telah dirancang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Motor Induksi**

Motor induksi adalah adalah motor listrik bolak-balik (ac) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan stator terdapat selisih putaran yang disebut slip. Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC. Pada umumnya motor induksi dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fasa yang digunakan, yaitu: motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Sesuai dengan namanya motor induksi stiga fasa dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan tiga fasa.

Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi jenis rotor sangkar tupai atau rotor lilitan. Diperkirakan bahwa sekitar 70 % motor di industri menggunakan jenis ini sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyer, jaringan listrik dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp.

#### **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:

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

Keterangan:

$N_s$  : kecepatan medan putaran stator (rpm).

$f$  : frekuensi (Hz).

$p$  : jumlah kutub.

Untuk mengetahui besar slip yang pada motor induksi jenis rotor sangkar digunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{N_r - N_s}{N_r} 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$S$  : slip motor.

$N_r$  : kecepatan putar rotor (rpm).

Untuk mengetahui nilai daya dan torsi pada dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Daya mekanik:

$$P_{mek} = I_2^2 \cdot R_2 \frac{(1-s)}{s} \dots\dots\dots(2.3)$$

Torsi yang dihasilkan:

$$T = \frac{P_{mek}}{\omega r} \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk menghitung efisiensi:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

Prot : daya pada rotor.

$P_{mek} = P_{out}$  : daya mekanik rotor.

T : torsi.

$I_2$  : arus pada rotor.

$R_2$  : hambatan pada rotor.

$\eta$  : efisiensi.

### 2.2.1 Langkah Menggulung Kumaran

Yang dimaksud dengan langkah kumaran adalah sudut kisar yang dibentuk antara kedua sisi kumaran dan diberi dengan tanda huruf Yg. Untuk mendapatkan kopel putar yang maksimal, maka langkah kumaran harus sama dengan satu jarak kutub. Satu jarak kutub adalah kisar sudut antara kutub utara (U) dan kutub selatan (S) yang paling berdekatan. Sedangkan jarak kutub diberi tanda Tho ( $\square$ ) dan satu jarak kutub adalah  $180^\circ$  listrik. Apabila



jumlah pasang kutub suatu motor adalah  $p$ , maka jumlah kutubnya adalah  $2p$  dan perbandingan antara derajat lingkaran (derajat busur =  $^{\circ}bs$ ) dan derajat listrik ( $^{\circ}el$ ) kita kaitkan dengan kutub, maka dapat kita ambil suatu contoh

Untuk  $P = 1$ , maka  $360^{\circ}bs = 1 \times 360^{\circ}el$

$P = 2$ , maka  $360^{\circ}bs = 2 \times 360^{\circ}el$

$P = 3$ , maka  $360^{\circ}bs = 3 \times 360^{\circ}el$

Dengan demikian perbandingan antara  $^{\circ}bs$  dan  $^{\circ}el$  dapat dituliskan dengan rumus :

$$a^{\circ}bs = p.a^{\circ}el$$

Apabila jumlah alur pada stator motor induksi 3 fasa ada  $G$  alur, maka kisar sudut satu kali keliling stator atau  $G$  alur adalah  $360^{\circ}bs$ . Apabila sebuah motor mempunyai sebanyak  $G$  alur adalah  $= p.360^{\circ}el$ . satu keliling stator =  $2p$  jarak kutub atau  $G$  alur =  $2p$  jarak kutub.

Jadi : satu jarak kutub =  $1E = 180^{\circ}el = \frac{G}{2P \text{ Alur}}$ , karena langkah kumparan  $Yg = 1E$ ,

maka langkah kumparan menjadi : Alur  $Yg = \frac{G}{2p \text{ Alur}}$  Untuk memperoleh kopel putar yang maksimal, maka diperlukan jumlah belitan yang banyak, tidak mungkin akan ditampung pada satu alur stator. Untuk itu harus dibagi menjadi beberapa buah alur. Artinya untuk satu buah alur kumparan akan dibagi menjadi beberapa belitan (kumparan). Untuk motor induksi tiga fasa yang mempunyai empat pasang kutub dengan satu buah kumparan yang terdiri dari

beberapa kumparan yang terdiri dari beberapa kumparan bagian dan setiap kumparan bagian membutuhkan dua buah alur stator dengan demikian, untuk motor induksi tiga fasa yang mempunyai 4 pasang kutub akan mempunyai  $\frac{G}{2p}$  kumparan bagian.

### 2.2.2 Jumlah Alur per kutub per fasa

Apabila jumlah fasa = m, maka masing – masing fasa akan memiliki kumparan bagian sebanyak  $G/2p.m$ , sehingga pada setiap kutub untuk masing– masing fasa akan menempuh alur sebanyak  $G/2p.m$  alur. Apabila banyaknya alur pada setiap kutub untuk masing – masing fasa diberi tanda dengan huruf g, maka jumlah alur untuk setiap kutub tiap fasa menjadi  $g = G/2p.m$  alur.

### 2.2.3 Menempatkan Kumparan (Pergeseran Tempat)

Untuk menempatkan kumparan pada setiap fasa, maka harus selalu ditempatkan saling bergeseran tempat. Hal semacam ini bertujuan agar kopel putar yang dihasilkan selain bergeser fasa. Untuk motor induksi 3 fasa bergeser fasa, untuk 2 kopel putar (kekuatan putar) adalah  $90^\circ$  eL. Apabila pergeseran tempat tersebut diberikan dengan tanda huruf Yf, maka  $Yg = 120^\circ$  eL. Jadi untuk motor 3 fasa, nilai  $Yf = 2/3$  jarak kutub atau =  $2/3$  langkah belitan ( $Yg$ )  $Yg$ . Dari uraian diatas, maka dapat diperoleh beberapa rumus yang dapat digunakan untuk membelit motor – motor induksi sebagai berikut

$$P = \frac{50.f}{n} \quad G = \frac{G}{2p.m \text{ alur}} \quad Yg = \frac{G}{2p \text{ alur}}$$

Rumus untuk melilit stator motor AC

$$Y_s = \frac{G}{2p} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$q = \frac{G}{2p.m} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$K = \frac{G}{2p} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$KAR = \frac{360^0}{G} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$KAL = KAR \cdot P \dots\dots\dots(2.10)$$

$$K_P = \frac{120^0}{KAL} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

$Y_s$  = Langkah alur dari sisi kumparan 1 kesisi kumparan 2

$G$  = Jumlah alur

$K_p$  = Kisar fasa

$2p$  = Jumlah kutub

$K$  = Jumlah sisi kumparan dalam tiap kutub.

$p$  = Jumlah pasang kutub

$q$  = Banyaknya kumparan tiap kelompok

$m$  = Jumlah fasa

$KAR$  = Kisar alur dalam derajat radikal

$KAL$  = Kisar alur dalam derajat listrik

### **2.3 Motor Listrik Induksi 3 Fasa**

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC. Motor dalam dunia kelistrikan ialah mesin yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Salah satu motor listrik yang umum digunakan dalam banyak aplikasi ialah motor induksi.

Motor induksi merupakan salah satu mesin asinkronous (asynchronous motor) karena mesin ini beroperasi pada kecepatan di bawah kecepatan sinkron. Kecepatan sinkron sendiri ialah kecepatan rotasi medan magnetik pada mesin. Kecepatan sinkron ini dipengaruhi oleh frekuensi mesin dan banyaknya kutub pada mesin. Motor induksi selalu berputar dibawah kecepatan sinkron karena medan magnet yang terbangkitkan pada stator akan menghasilkan fluks pada rotor sehingga rotor tersebut dapat berputar. Namun fluks yang terbangkitkan pada rotor mengalami lagging dibandingkan fluks yang terbangkitkan pada stator sehingga kecepatan rotor tidak akan secepat kecepatan putaran medan magnet. Berdasarkan suplai input yang digunakan terdapat 2 jenis motor induksi, yaitu motor induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa, namun untuk prinsip kerjanya sendiri kedua jenis motor induksi tersebut memiliki prinsip kerja yang sama. Yang membedakan dari kedua motor induksi ini ialah motor induksi 1 fasa tidak dapat berputar tanpa bantuan putaran dari luar pada awal motor digunakan, sedangkan motor induksi 3 fasa dapat berputar sendiri tanpa bantuan gaya dari luar.



a.) Bentuk fisik



b) motor induksi dilihat ke dalam

**Gambar 2.1 Motor Induksi 3 Fasa**

## 2.4 Klasifikasi Motor Induksi

Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama (Parekh, 2003):

1. *Motor induksi satu fase.*

Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti kipas angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.

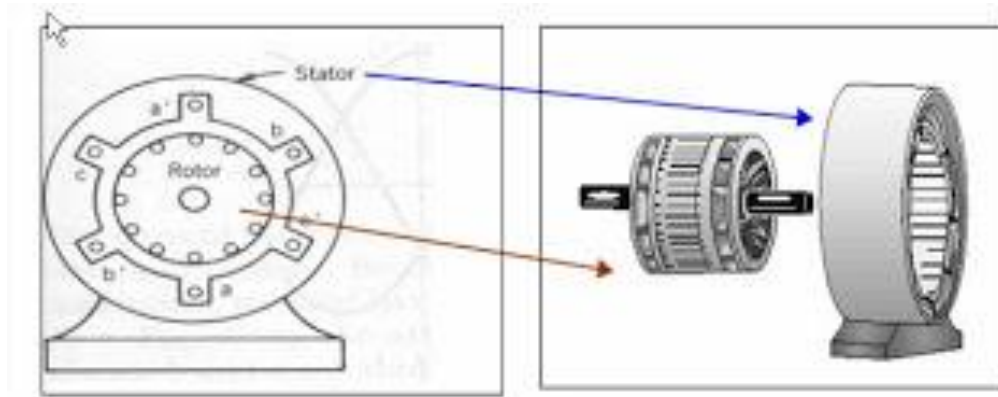
2. *Motor induksi tiga fase.*

Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa

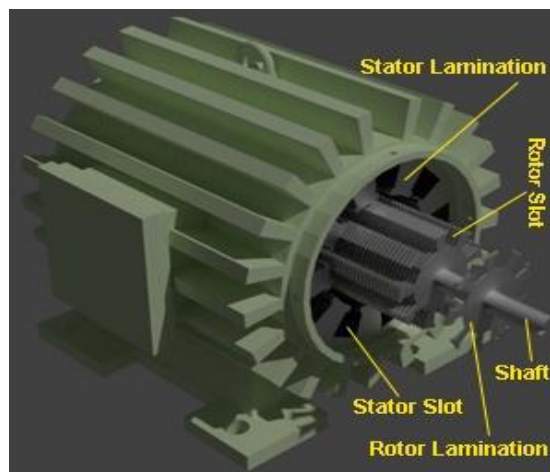
sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyor, jaringan listrik, dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp

## 2.5 Konstruksi Motor 3 Fasa

Sebagaimana mesin pada umumnya menunjukkan bahwa motor induksi juga memiliki konstruksi yang sama baik motor DC maupun AC. Konstruksi dimaksud terdiri dari 2 bagian utama yaitu stator dan rotor. Secara lengkap dan detail dari kedua konstruksi dapat dilihat pada gambar dibawah berikut :



**Gambar 2.2 Konstruksi Motor 3 Fasa**



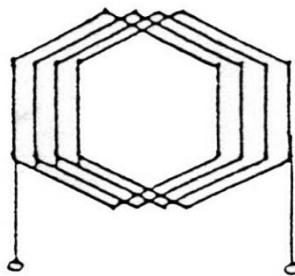
**Gambar 2.3 Komponen Penting pada Motor 3 Fasa**

## 2.6 Kumparan Stator

Bentuk – bentuk belitan pada stator ada 3 macam yaitu kumparan jerat (*Lap Winding*), kumparan terpusat (*Concentric Winding*) dan kumparan gelombang (*Wave Winding*). Fungsi dari ketiga jenis kumparan tersebut adalah sebagai berikut:

### 2.6.1 Kumparan Jerat (*Spiral*)

Kumparan jerat (*spiral*) banyak digunakan untuk motor–motor (generator) dengan kapasitas yang relatif besar. Umumnya untuk kelas menengah keatas, walaupun secara khusus ada mesin listrik dengan kapasitas yang lebih besar, kumparan statornya menggunakan sistem kosentris. Bentuk kumparannya ada pada gambar di bawah ini :

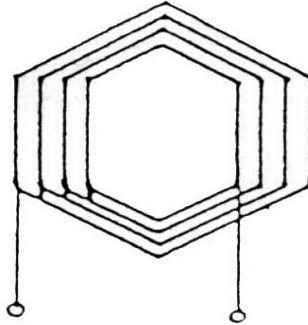


**Gambar 2.4 kumparan jerat (spiral)**

### 2.6.2 Kumparan Terpusat(*Concentric Winding*)

Kumparan sepusat (*concentric*) pada umumnya sistem ini banyak digunakan untuk motor dan generator dengan kapasitas kecil. Walaupun ada juga secara

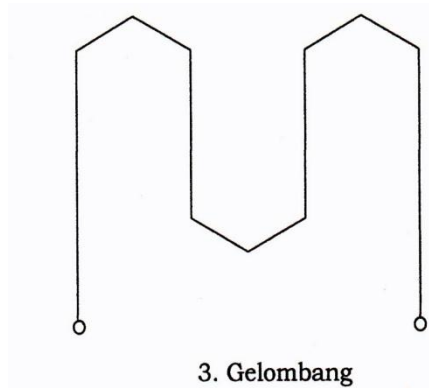
khusus motor–motor dengan kapasitas kecil menggunakan kumparan dengan tipe spesial. Bentuk kumparannya ada pada gambar di bawah ini :



**Gambar 2.5 kumparan terpusat (*Concentric Winding*)**

### **2.6.3 Kumparan Gelombang (*Wave Winding*)**

Kumparan gelombang/*wave winding* untuk motor dengan belitan sistem ini banyak digunakan kapasitor besar. Bentuk gelombang pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.6 kumparan Gelombang (*Wave Winding*)**



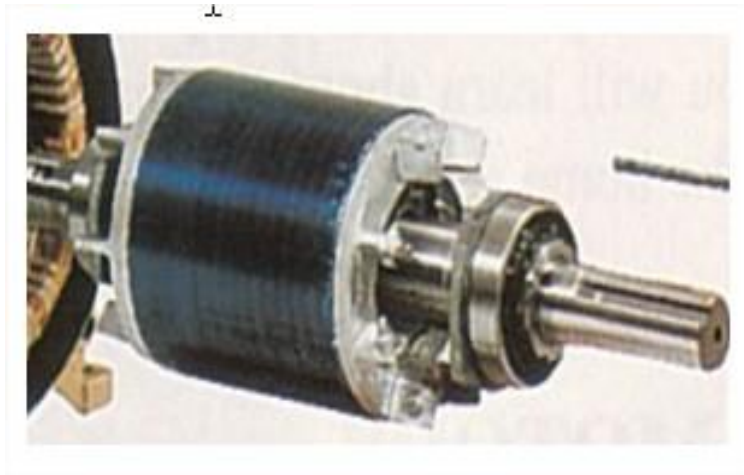
## 2.7 Komponen Motor Induksi

Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama sebagai berikut :

### A. Rotor

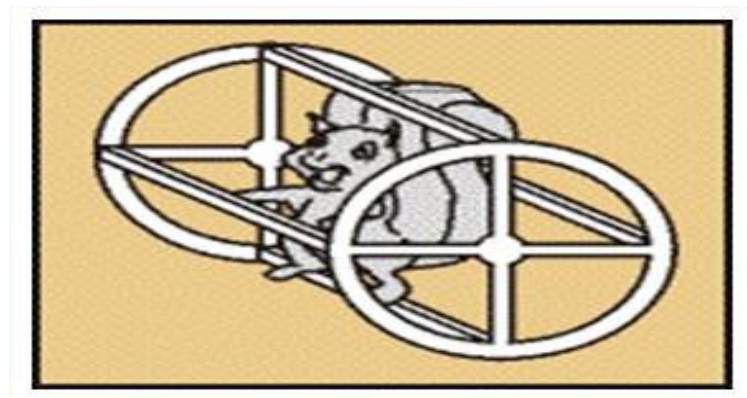
Rotor adalah bagian dari motor listrik atau generator listrik yang berputar pada sumbu rotor. Rotor dihubungkan dengan beban yang akan diputar dengan sebuah shaft yang terpasang pada pusat rotor. Berdasarkan konstruksinya, rotor dibagi menjadi 2 macam

- a. *Rotor kandang tupai* terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak slots paralel. Batang-batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek rotor tipe ini memiliki bentuk seperti roda gear, berbentuk tabung dan diberi beberapa slot dipermukaannya. Slot ini tidak dibuat lurus namun sedikit miring untuk memperhalus kerja motor dan membuat “konduktor” pada rotor. Dikedua ujung rotor dipasang cincin alumunium. Umumnya rotor jenis ini terbuat dari alumunium atau tembaga. Rotor jenis ini sangat sering digunakan karena mudah dibuat dan dapat digunakan berapa pun kutub pada stator. Rotor jenis ini dapat ditemui pada kipas angin dan blower pada printer.



**Gambar 2.7 Rotor tipe Squirrel Cage**

Sejumlah motor induksi yang beredar dipasaran maupun yang banyak digunakan sekitar 90% adalah motor induksi dengan "Rotor Sangkar". Alasan umum yang diperoleh adalah karena konstruksi yang sederhana dan juga lebih murah harganya. Konstruksi rotor sebagaimana gambar 6 berikut ini, menunjukkan konstruksi batang-batang konduktor dari bahan tembaga atau alumunium yang dihubungkan singkat.



**Gambar 2.8 Konstruksi dan bagian dari rotor sangkar**

Sejumlah batang-batang konduktor tersebut dimasukkan ke dalam laminasi-laminasi yang terbuat dari bahan besi silikon serta menjadi satu dengan poros rotor. Sebagaimana konstruksi tersebut di atas terutama batang-batang konduktor yang terhubung singkat, maka tidak dimungkinkan untuk menambah "Tahanan Luar" (yang dipasang secara seri) dengan rotor guna keperluan "Pengasutan". Selain itu pula posisi dari batang-batang konduktor/tembaga posisinya dibuat tidak paralel (tidak segaris) dengan poros rotor. Posisi batang konduktor agak dimiringkan sebagaimana terlihat pada gambar 6 di atas. Alasan diletakan posisi miring dari konduktor terhadap poros adalah :

- a. Memperhalus suara pada saat motor berputar (memperkecil dengungan magnetis/suara bising)
- b. Menghilangkan kecenderungan "Lock atau mengunci" yang disebabkan karena interaksi langsung antara medan magnet stator dan rotor.

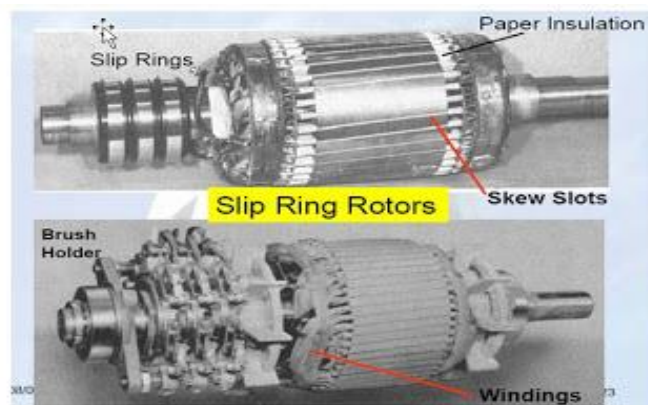
Pada motor-motor dengan kapasitas kecil, batang-batang konduktor di cor menjadi satu bagian dengan *aluminium alloy*. Selain itu pula contoh lainnya adalah ada juga yang rotornya hanya berupa besi masip tanpa satupun konduktor. Jenis seperti ini biasanya disebut sebagai "Motor Arus Eddy".

- b. Rotor Belitan (*Wound Rotor*) Rotor yang terbuat dari laminasi-laminasi besi dengan alur-alur sebagai tempat meletakkan belitan (kumparan) dengan ujung-ujung belitan yang juga terhubung singkat seperti gambar 6.



**Gambar 2.9 Rotor belitan**

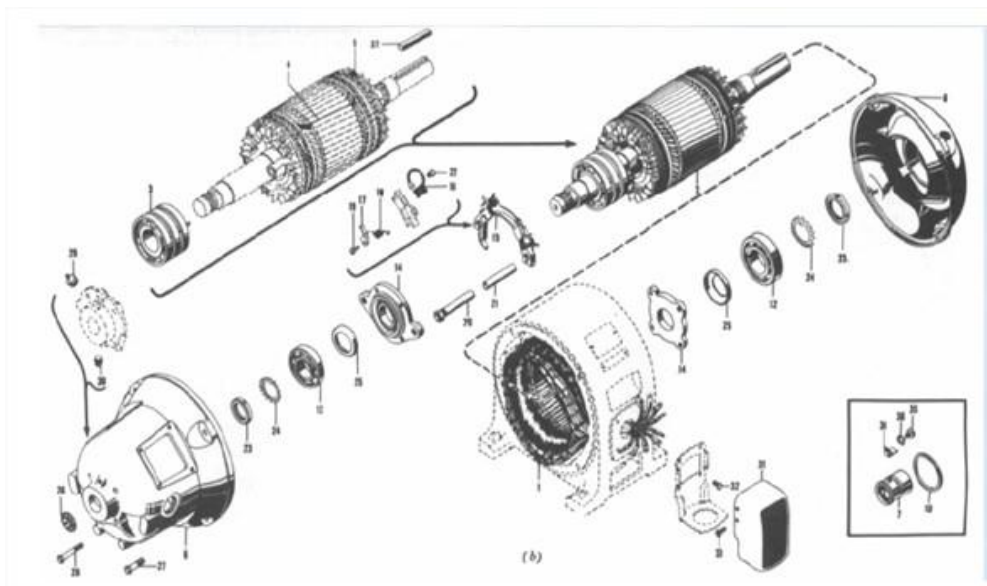
Motor dengan jenis rotor belitan biasanya diperlukan pada saat pengasutan atau pengaturan kecepatan dimana dikehendaki torsi asut yang tinggi



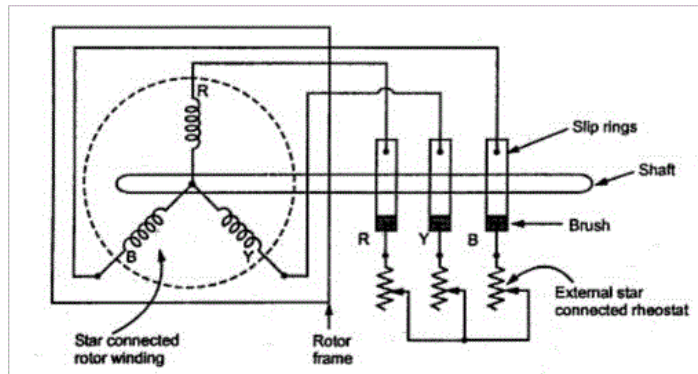
**Gambar 2.10 Jenis rotor sangkar dan belitan pada motor induksi 3 fasa**

Belitan-belitan yang terpasang pada rotor telah diisolasi sebagaimana belitan yang terdapat pada stator. Belitan yang ada pada rotor diletakkan juga pada alur-alur rotor dan pada setiap ujungnya dihubungkan secara langsung pada cincin (*slipring*) yang posisinya dibagian depan dari rotor serta menjadi satu dengan poros (gambar 8). Belitan rotor ini di desain sama dengan kutub yang dimiliki belitan statornya dan selalu dalam bentuk belitan 3 fasa sekalipun statornya hanya

2 fasa. Pengaturan belitan/gulungan/kumparan dilakukan untuk masing-masing fase adalah sama. Sedangkan pada ujung-ujung dari masing kumparan/fase yang keluar dihubungkan ke 3 buah cincin (*slipring*) berdasarkan jumlah fasenya. Konstruksi slip ring terhubung secara langsung dengan masing-masing sikat. Dengan demikian, maka pada jenis ini dapat dihungkan secara langsung ke "Tahanan luar" guna keperluan pengasutan. Pada gambar 8 di bawah ini menunjukkan detail dari konstruksi motor induksi dengan rotor sangkar dan rotor belitan termasuk bagian-bagiannya



**Gambar 2.11 Konstruksi detail motor induksi dengan "rotor belitan"  
Slip Ring**



**Gambar 2.12 Rangkaian Rotor Slip Ring**

Rotor tipe ini memiliki rangkaian kumparan pada ujungnya dan memiliki sejumlah slip ring di belakangnya. Tiap kumparan terhubung dengan salah satu slip ring dimana masing-masing slip ring juga terhubung dengan rangkaian yang sama dengan rangkaian kumparannya. Semisal rangkaian kumparannya berbentuk star maka rangkaian slip ring juga berbentuk star. Umumnya di tiap slip ring dipasang rheostat sehingga kecepatan putaran motor dapat diatur dengan mudah. Umumnya rotor jenis ini digunakan untuk beban-beban besar seperti untuk menggerakkan elevator atau lift.

- a. *Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fase, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya*

## **B. Stator.**

Stator pada motor induksi adalah sama dengan yang dimiliki oleh motor sinkron dan generator sinkron. Konstruksi stator terbuat dari laminasi-laminasi dari bahan besi silikon dengan ketebalan (4 s/d 5) mm dengan dibuat alur sebagai tempat meletakkan belitan/kumparan, secara detail ditunjukkan pada gambar 10 berikut.

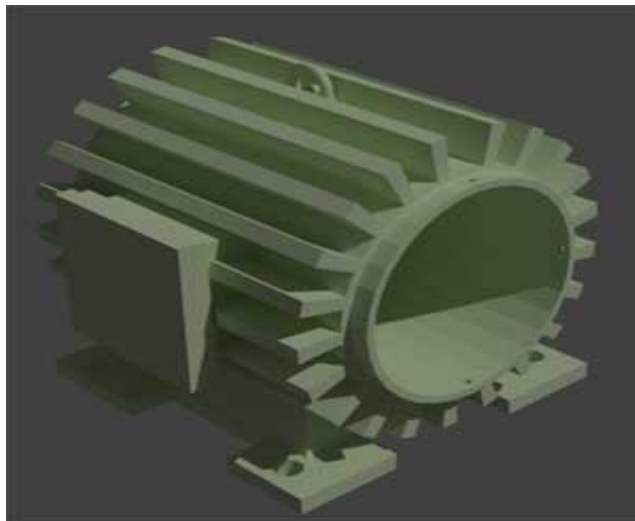


**Gambar 2.13 Konstruksi stator dengan alur-alurnya**

Dalam alur-alur stator diletakkan belitan stator yang posisinya saling berbeda satu dengan lainnya, sesuai dengan fase derajat listrik yaitu  $120^\circ$  antar fase (motor 3 fase). Jumlah gulungan pada stator dibuat sesuai dengan jumlah kutub dan jumlah putaran yang diinginkan atau ditentukan. Khusus untuk Stator pada motor-motor listrik dengan ukuran kecil dibentuk dalam potongan utuh. Sedangkan untuk motor-motor dengan ukuran besar adalah tersusun dari sejumlah besar segmen-segmen laminasi merupakan komponen yang tidak berputar pada mesin. Pada komponen ini dipasang stator winding berupa kumparan. Stator ini dihubungkan dengan

suplai 3 fasa untuk memutar rotor. Stator dibuat dari sejumlah stampings dengan slots untuk membawa gulungan tiga fase. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat. Stator sendiri memiliki 3 bagian penting

### **1. Frame**



**Gambar 2.14 Frame Stator**

Frame merupakan bagian terluar dari stator. Berfungsi sebagai tempat untuk memasang inti stator (stator core) dan juga melindungi keseluruhan komponen dari gangguan benda - benda dari luar (seperti batu yang dilemparkan ke motor atau semacamnya). Umumnya frame dibuat dari besi agar frame menjadi kuat. Dalam konstruksinya, air gap (celah udara) pada motor haruslah sangat kecil agar rotor dan stator konsentris dan mencegah induksi yang tidak merata. Air gap yang dimaksud disini ialah celah yang mungkin terbentuk pada permukaan frame bukan



lingkaran besar seperti pada gambar, karena lingkaran tersebut akan diisi oleh inti stator dan rotor.

## **2. Inti**

Inti stator merupakan tempat dimana stator winding dipasang. Inti stator bertugas untuk menghasilkan fluks. Fluks ini dihasilkan oleh kumparan pada stator winding dan dialiri oleh arus 3 fasa dari suplai 3 fasa. Untuk mencegah arus eddy yang besar pada stator winding umumnya inti stator dilapisi oleh lamina. Lamina sendiri terbuat oleh campuran besi silikon untuk mencegah rugi-rugi histerisis. Pada inti stator juga dipasang kutub-kutub magnet untuk menghasilkan fluks

## **3. Winding**

Stator winding merupakan kumparan yang masing-masing kumparannya dihubungkan menjadi rangkaian star atau delta, tergantung dari bagaimana metode untuk memutar mesin yang digunakan dan jenis rotor yang digunakan. Untuk rotor jenis sarang tupai umumnya menggunakan rangkaian delta sedangkan rotor jenis slip ring bisa menggunakan salah satu dari keduanya. Stator winding dipasang pada sela-sela inti stator dan berfungsi untuk menghasilkan fluks. Stator winding juga dikenal sebagai kumparan medan.

## 2.8 Kecepatan Motor Induksi

Motor induksi bekerja sebagai berikut, Listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan *medan magnet*. *Medan magnet* ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor. Arus rotor menghasilkan medan magnet kedua, yang berusaha untuk melawan medan magnet stator, yang menyebabkan rotor berputar. Walaupun begitu, didalam prakteknya motor tidak pernah bekerja pada *kecepatan sinkron* namun pada “kecepatan dasar” yang lebih rendah. Terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya “*slip/geseran*” yang meningkat dengan meningkatnya beban. Slip hanya terjadi pada motor induksi.

Untuk menghindari slip dapat dipasang sebuah cincin geser/ slip ring, dan motor tersebut dinamakan “*motor cincin geser/slip ring motor*”. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung persentase slip/geseran(Parekh, 2003):

$$\text{Slip} = (N_s - N_b)/N_s \times 100 \%$$

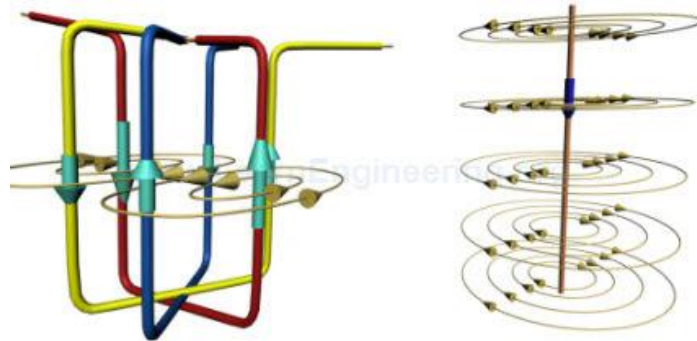
Dimana:  $N_s$  = kecepatan sinkron dalam RPM

$N_b$  = kecepatan dasar dalam RPM

## 2.9 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa

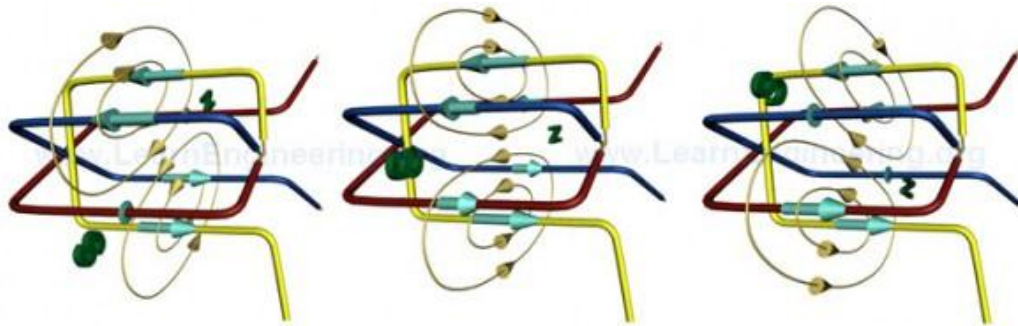
Motor Induksi 3 Fasa bekerja sebagai berikut. Misalkan kita memiliki sumber AC 3 fasa yang terhubung dengan stator pada motor. Karena stator terhubung dengan sumber AC maka arus dapat masuk ke stator melalui kumparan stator. Sekarang kita hanya melihat 1 kumparan stator saja. Sesuai hukum Faraday bahwa apabila terdapat arus yang mengalir pada suatu kabel maka arus itu dapat

menghasilkan fluks magnet pada kabel tersebut, dimana arahnya mengikuti kaidah tangan kanan.



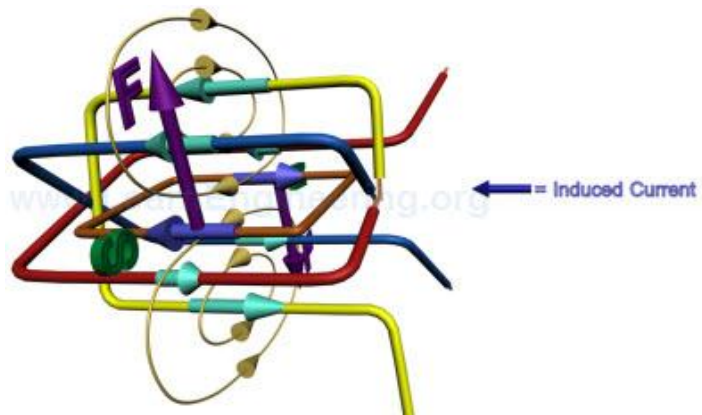
**Gambar 2.15 Arus pada Kabel menghasilkan Fluks**

Setiap fasa dalam kumparan stator akan mengalami hal yang sama karena setiap fasa dialiri arus, namun besarnya fluks yang dihasilkan tidak sama di setiap waktu. Hal ini disebabkan besarnya arus yang berbeda-beda pada tiap fasa di tiap waktunya. Misalkan fasa-fasa ini diberi nama a, b, dan c. Ada kalanya arus pada fasa a maksimum sehingga menghasilkan fluks maksimum dan arus fasa b tidak mencapai maksimum, dan ada kalanya arus pada fasa b maksimal sehingga menghasilkan fluks maksimum dan arus pada fasa a tidak mencapai maksimum. Hal ini mengakibatkan fluks yang dibangkitkan lebih cenderung pada fasa mana yang mengalami kondisi arus paling tinggi. Secara tidak langsung dapat dikatakan bahwa medan magnet yang dibangkitkan juga ikut “berputar” seiring waktu. Kecepatan putaran medan magnet ini disebut kecepatan sinkron.

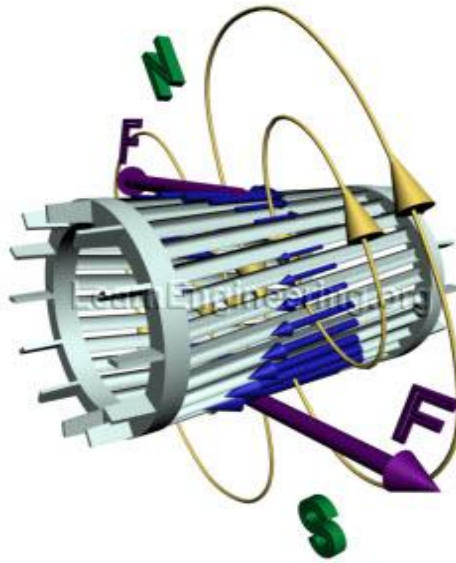


**Gambar 2.16 Berputarnya Medan Magnet akibat Arus 3 Fasa pada Rangkaian**

Sekarang ditinjau kasus rotor sudah dipasang dan kumparan stator sudah dialiri arus. Akibat adanya fluks pada kumparan stator maka arus akan terinduksi pada rotor. Anggap rotor dibuat sedemikian sehingga arus dapat mengalir pada rotor (seperti rotor tipe squirrel cage). Akibat munculnya arus pada rotor dan adanya medan magnet pada stator maka rotor akan berputar mengikuti hukum Lorentz. Hal yang menarik disini ialah kecepatan putaran rotor tidak akan pernah mencapai kecepatan sinkron atau lebih. Hal ini disebabkan karena apabila kecepatan sinkron dan rotor sama, maka tidak ada arus yang terinduksi pada rotor sehingga tidak ada gaya yang terjadi pada rotor sesuai dengan hukum Lorentz. Akibat tidak adanya gaya pada rotor maka rotor jadi melambat akibat gaya-gaya kecil (seperti gaya gesek dengan sumbu rotor atau pengaruh udara). Namun saat rotor melambat kecepatan sinkron dan kecepatan rotor jadi berbeda. Akibatnya pada rotor akan terinduksi arus sehingga rotor mendapatkan gaya berdasarkan hukum Lorentz. Dari gaya itulah motor dapat menambah kecepatannya kembali. Fenomena perbedaan kecepatan ini dikenal sebagai slip.



**Gambar 2.17 Gaya timbul akibat dari hukum Lorentz**



**Gambar 2.18 Gaya Akibat Fluks pada Stator dan Rotor**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu Dan Tempat**

Adapun tempat dan waktu penelitian dilakukan adalah :

Tempat : Workshop **PT SEMEN BOSOWA MAROS** alamat Desa Baruga  
Kecamatan Bantimurung Kabupaten Maros

Waktu : dilakukan selama 2 bulan Agustus – September 2017

#### **3.2 Alat Dan Bahan**

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada perancangan kumparan motor listrik induksi tiga phasa adalah :

##### **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 0,5 kg 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. Amperemeter
13. Voltmeter
14. Tang ampere

### **3.2.2 Bahan**

1. Kawat email
2. Kertas prispan / insulation paper
3. Lak / insulation laquer
4. Selongsong (slope)
5. Kertas gosok
6. Kabel NYAF
7. Pelumas/grace
8. Kuas
9. Timah

### **4.2 Data Spesifikasi Motor Rewinding**

Berikut adalah data spesifikasi motor rewinding :

1. Pabrikan : Sew – Eurodrive
2. Daya : 1,5 KW
3. Tegangan : 380 V
4. Arus nominal : 3,7 A
5. Putaran nominal : 1410 RPM
6. Phase : 3 phase
7. Frekuensi : 50 Hz

- 8. Kelas isolasi : F
- 9. Koneksi : bintang ( Y )
- 10. Jumlah slot stator : 36 alur

### **3.3 Metode Penelitian**

Dalam pembuatan skripsi dan penelitian, dibuat prosedur sebagai berikut :

#### **a. Tahap Persiapan :**

Tahap persiapan ini berisi tentang pengurusan administrasi, seminar proposal, pelatihan dan membuat garis besar rencana / konsep penelitian.

#### **b. Studi Literatur terhadap Obyek dan Penelitian**

Studi literatur meliputi pengumpulan jurnal yang berhubungan dengan penelitian sebagai referensi awal. Adapun bahan pustaka yang dibutuhkan antara lain adalah tentang segala sesuatu yang mendukung perancangan kumparan motor listrik induksi 3 phasa jenis rotor sangkar.

#### **c. Pengumpulan Data Motor Sebelum Dimodifikasi**

Dalam tahap ini dilakukan analisis motor induksi standart sebelum dilakukan modifikasi, pengumpulan data ini untuk memudahkan penelitian ketika melakukan perbandingan modifikasi sehingga bias mengetahui perbedaan yang signifikan.



**d. Perencanaan Untuk Modifikasi Kumputan Motor Listrik Induksi 3 Phasa**

Perencanaan ini meliputi rencana komponen yang dipakai pada stator, ukuran tembaga pada stator dan jumlah lilitan.

**e. Implementasi Sistem**

Pada tahap ini dilakukan modifikasi motor induksi pada kumputan stator berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.

**f. Melakukan Pengujian Sistem**

Pengujian sistem adalah tahap sesudah pelaksanaan perancangan sistem telah selesai, pada tahap ini dilakukan pengujian pada motor induksi yang telah di rancang.

**g. Analisis Sistem**

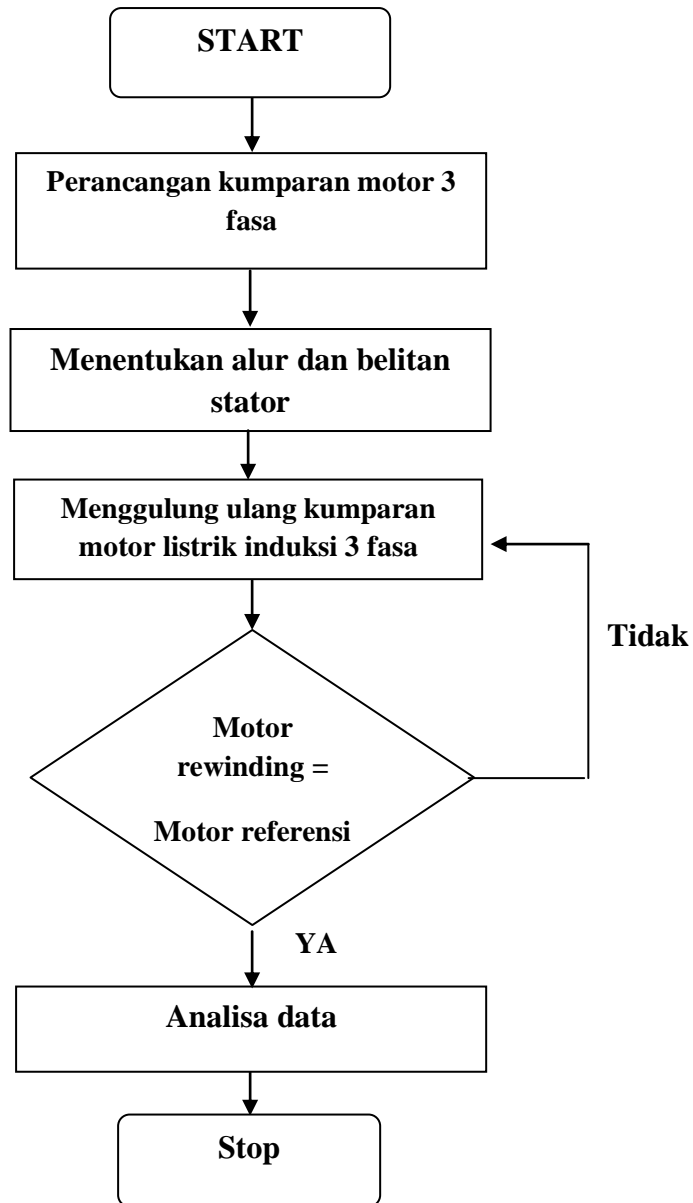
Analisis system meliputi analisis secara teknis yaitu melakukan pengukuran terhadap kecepatan putaran, torsi, dan daya yang dihasilkan dari perancangan kumputan motor listrik induksi 3 phasa jenis rotor sangkar.

**h. Pengambilan Kesimpulan dan Saran**

Pengambilan kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dari penelitian ini, pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada hasil pengujian implementasi sistem.

Sementara untuk saran digunakan untuk perbaikan-perbaikan yang mungkin terjadi, kemungkinan pengembangan dan aplikasi sebagai salah satu alternatif modifikasi motor induksi yang lebih efektif dan efisien.

### 3.4 Flowchart Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.5 Konstruksi Penelitian

Pada penelitian ini, hal pertama yang perlu dilakukan adalah membongkar motor induksi tiga fasa. Dengan dimensi yang sama, penelitian ini ditujukan untuk meningkatkan daya pada motor tersebut.

#### 3.5.1 Rangka Stator

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



**Gambar 3.2 Rangka stator**

#### 3.5.2 Inti Stator

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



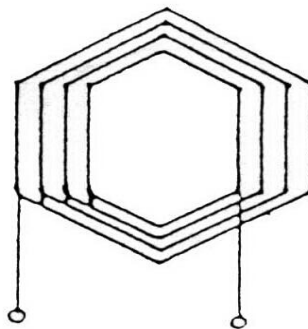
**Gambar 3.3 Inti stator**

### 3.5.3 Alur

Alur terbuat dari bahan yang sama dengan inti, dimana alur ini merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan stator). Pada penelitian ini alur yang digunakan sebanyak 36 alur.

### 3.5.4 Kumparan Stator

Kumparan stator terbuat dari tembaga. Untuk penelitian motor induksi 3 fasa kali ini, jenis kumparan yang digunakan adalah kumparan terpusat (konsentris). Untuk kawat tembaga yang digunakan sendiri yaitu jenis supreme, diameter tembaga yang digunakan 0,65 mm.



**Gambar 3.4 Kumparan terpusat**

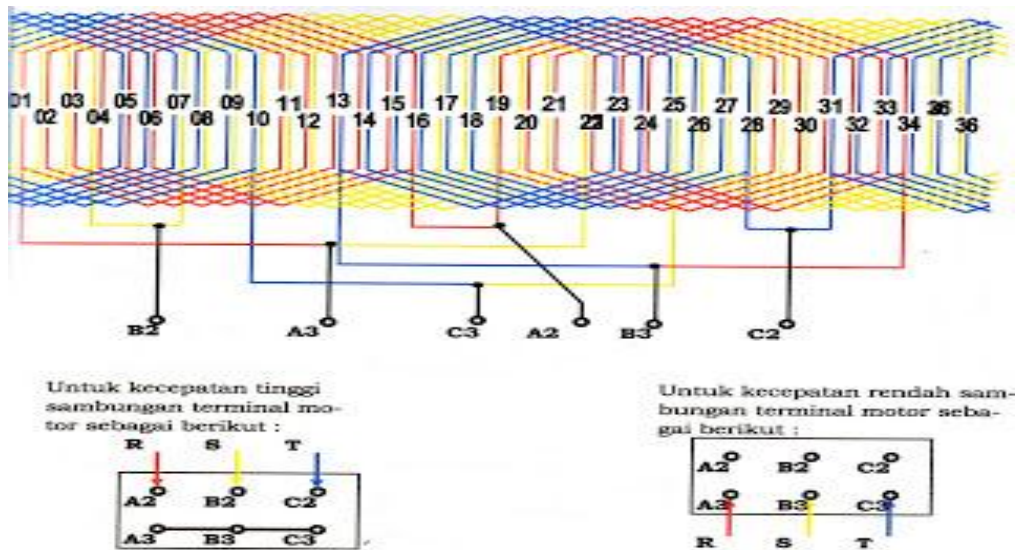
### 3.5.5 Menggulung kumparan stator

Untuk menggulung motor induksi tiga fasa dua kutub, hal yang diperlukan adalah menghitung langkah kumparan. Langkah kumparan merupakan nilai alur dibagi dengan dua kali pasangan kutub. Pada penelitian ini, alur yang digunakan (G) sebanyak 36, dan menggunakan sepasang kutub. Berarti untuk langkah kumparannya yaitu  $2 p/G = 36 / 2 \cdot 2 = 9$  kumparan bagian.

Setelah menentukan langkah kumparan, ditentukan jarak lubang alur dalam derajat radian (KAR), dengan rumus  $KAR = \frac{360}{p}$ , sehingga didapat nilai 10 radian.

Lalu di hitung pula jarak lubang alur dalam derajat listrik (KAL)

Dengan rumus  $KAL = KAR \cdot p$  maka diperoleh nilai  $KAL = 10$  listrik.



**Gambar 3.5 Alur penggulangan tembaga**

### 3.5.6. Penggabungan dengan Rotor

Setelah kumparan stator digulung, dan dimulai penggabungan stator dengan rotor untuk menguji keberhasilan rancang kumparan motor listrik induksi tiga phasa.



**Gambar 3.6 Rotor saat akan digabung dengan stator**

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Rewinding Motor Listrik**

Perancangan kumparan motor listrik induksi 3 phasa pada penelitian ini yaitu melakukan penggulangan ulang pada kumparannya dengan diameter tembaga yang berbeda, berikut penjelasannya. Penggulangan ulang untuk motor yang terbakar sudah umum dilakukan oleh sebuah industri. Penggulangan ulang motor yang dilakukan dengan hati-hati kadangkala dapat menghasilkan motor yang memiliki efisiensi yang sama dengan yang sebelumnya, penggulangan motor induksi sebaiknya memilih material konduktor dan jenis isolasi yang baik agar motor memiliki kinerja yang baik. Dalam penelitian ini dilakukan penggulangan ulang kumparan untuk mengetahui kinerja motor setelah digulung ulang (rewinding) dengan variasi berbeda dari sebelumnya. Hal yang dilakukan sebelum melakukan rewinding adalah memisahkan stator dan rotor, mengukur besar tembaga yang digunakan pada kumparan stator, dan menghitung jumlah lilitan sebelum digulung ulang. Variasi di titikberatkan pada kumparan untuk menganalisis perubahan yang terjadi. Jenis lilitan pada kumparan stator adalah lilitan alur tunggal dengan metode terpusat (concentric) dan kurang lebih jumlah lilitan sama dengan motor referensi. Setelah semuanya dirancang dengan benar maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian pada motor induksi, pengujiannya melalui dua tahap yaitu yang pertama mencari besar hambatan pada kumparan, lalu pengujian yang kedua yaitu mengetahui parameter kinerja

motor. Pengukuran besar tahanan pada kumparan bertujuan untuk menghitung daya mekanik yang dihasilkan oleh motor induksi, dan penghitungan daya mekanik juga berfungsi untuk mengetahui besar torsi. Berikut penjelasan lebih lanjut untuk stator dengan 36 alur :

1.  $Y_s = G/2p = 36/4 = 9$  .....(2.6)

2. Langkah belitan adalah 1 -10

$Q = G/2p.m = 36/4.3 =$  .....(2.7)

3. Berarti jumlah kumparan tiap kelompok adalah 3.

$K = G /2p = 36/4=9$  .....(2.8)

4. Tiap kutub terdiri dari 6 kumparan

5.  $KAR = 360/G = 360/36 = 10$  radia .....(2.9)

6. Jarak antar alur 15 radian

7.  $KAL = KAR .p = 10. 2=20$  listrik .....(2.10)

8.  $Kp = 120/KAL = 120/20 = 6$  .....(2.11)

Kalau phasa pertama di mulai dari alur 1 maka fasa kedua dari alur ke 7 daftar belitannya sebagai berikut.

Tabel 4.1 Daftar Belitan Alur Stator Kumparan

<b>U</b>	<b>1-10</b>	<b>19-28</b>	<b>X</b>
	<b>2-11</b>	<b>20-29</b>	
	<b>3-12</b>	<b>21-30</b>	
<b>V</b>	<b>7-16</b>	<b>25-34</b>	<b>Y</b>
	<b>8-17</b>	<b>26-35</b>	
	<b>9-18</b>	<b>27-36</b>	
<b>W</b>	<b>13-22</b>	<b>31-4</b>	<b>Z</b>
	<b>14-23</b>	<b>32-5</b>	
	<b>15-24</b>	<b>33-6</b>	





#### 4.2.1 Pengukuran Hambatan pada Kumparan

Berikut ini adalah hasil pengukuran besar hambatan pada kumparan.

##### a. Pengukuran Hambatan Pada Motor Rewinding

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Hambatan Motor *Rewinding*

No	V Rotor (V)	I Rotor ( A )	R Rotor ( $\Omega$ )	V Stator (V)	I Stator (A)	R Stator( $\Omega$ )
1	2	0,18	11,111	2	0,19	10,526
2	4	0,35	11,428	4	0,30	13,333
3	6	0,55	10,909	6	0,50	11,538
4	10	0,98	10,203	10	0,90	11,111
	Rata rata		10,913	Rata rata		11,627

##### b. Pengukuran Hambatan Pada Motor Referensi

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Hambatan Pada Motor Referensi

No	V Rotor (V)	I Rotor ( A )	R Rotor ( $\Omega$ )	V Stator (V)	I Stator (A)	R Stator( $\Omega$ )
1	2	0,14	14,28	2	0,12	16,66
2	4	0,31	12,90	4	0,26	15,38
3	6	0,45	13,33	6	0,38	15,78
	Rata rata		13,503	Rata rata		15,94

Untuk mengetahui hambatan pada masing-masing kumparan maka dilakukan pengukuran menggunakan rangkaian *DC test*. Masing-masing kumparan diberikan tegangan sesuai dengan Tabel 4.1, tegangan diberikan secara bertahap yaitu dari 2 V sampai dengan 10 V, yang diukur adalah besar arus yang dihasilkan pada masing-masing kumparan, untuk mengetahui nilai hambatannya dilakukan penghitungan dengan rumus dasar yaitu besar tegangan dibagi dengan besar arus.

#### 4.2.2 Analisis Pengukuran Hambatan

Motor *rewinding* dengan diameter kumparan 0,65 mm memiliki besar hambatan (R) pada rotor adalah 10,913  $\Omega$  dan pada stator adalah 11,627  $\Omega$ , Hal ini sama dengan pengukuran hambatan secara teoritis dengan rumus  $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$ , yaitu besar hambatan dapat dihitung dengan panjang kumparan dikalikan dengan hambatan jenis dan dibagi dengan luas penampang.

#### 4.3 Perhitungan Slip, Daya Mekanik, Torsi Dan Kecepatan Pada Motor Rewinding

##### 1. V = 380 Volt

$$\text{Slip} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \cdot 100 \%$$

$$S = \frac{1500 - 1480}{1500}$$

$$S = 1,3$$

a. Daya Mekanik

$$P_{mek} = \sqrt{3} \cdot I_2^2 \cdot R_2 \frac{(1-s)}{s} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$P_{mek} = 1,73 \cdot 0,45^2 \cdot 10,913 \cdot \frac{(1-1,3)}{1,3}$$

$$P_{mek} = 3,77 \cdot 0,23$$

$$P_{mek} = 0,86 \text{ watt}$$

b. Torsi

$$T = \frac{\sqrt{3} P_{mek}}{\omega r} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$T = \frac{\sqrt{3} P_{mek}}{\frac{2 \cdot \pi \cdot Nr}{50}}$$

$$T = \frac{\sqrt{3} P_{mek} \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot Nr}$$

$$T = \frac{1,73 \cdot 0,86 \cdot 50}{2 \cdot 3,14 \cdot 1480}$$

$$T = \frac{7,43}{9,29}$$

$$T = 0,7997 \text{ Nm}$$

#### 4.4 Perhitungan Slip, Daya Mekanik, Torsi Dan Kecepatan Pada Motor Referensi

1. V = 380 Volt

$$\text{Slip} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \cdot 100 \%$$

$$S = \frac{1500 - 1475}{1500}$$

$$S = 1,6$$

c. Daya Mekanik

$$P_{mek} = \sqrt{3} \cdot I_2^2 \cdot R_2 \frac{(1-s)}{s} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$P_{mek} = 1,73 \cdot 0,3^2 \cdot 13,503 \cdot \frac{(1-1,6)}{1,6}$$

$$P_{mek} = 2,10 \cdot 0,37$$

$$P_{mek} = 0,77 \text{ watt}$$

d. Torsi

$$T = \frac{\sqrt{3} P_{mek}}{\omega r} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$T = \frac{\sqrt{3} P_{mek}}{\frac{2 \cdot \pi \cdot Nr}{50}}$$

$$T = \frac{\sqrt{3} P_{mek} \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot Nr}$$

$$T = \frac{1,73 \cdot 2,55 \cdot 50}{2 \cdot 3,14 \cdot 1475}$$

$$T = \frac{66,60}{9,26}$$

$$T = 7,1922 \text{ Nm}$$

#### 4.5 Nilai Kecepatan Putaran, Torsi, Dan Daya Motor Listrik Induksi 3 Phasa

Berdasarkan hasil pengujian motor listrik induksi 3 phasa didapatkan data sebagai berikut :

a. Data Hasil Pengujian Motor Rewinding

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rewinding Motor Listrik Induksi 3 Phasa

No	Tegangan ( V )	Nr ( rpm )	I ( Ampere )	Pmek ( Watt )	Slip	Torsi ( Nm )
1	380	1480	0,45	0,86	1,3	0,7997

b. Data Hasil Pengujian Motor Referensi

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Motor Referensi

No	Tegangan ( V )	Nr ( rpm )	I ( Ampere )	Pmek ( Watt )	Slip	Torsi ( Nm )
1	380	1475	0,3	0,77	1,6	7,1922

#### 4.6 Pengujian Motor Listrik Induksi 3 Phasa

Pada pengujian ini diperoleh data-data antara lain kecepatan putaran rotor, arus, daya dan Pada tegangan nominal (380 V) diperoleh kecepatan putar rotor 1480 rpm dan arus sebesar 4,5 Ampere dan daya mekanik sebesar 88,15 watt sedangkan pada motor referensi diperoleh kecepatan 1498 dan arus 1,26 ampere dan daya mekanik 10,57 watt. Berdasarkan data pada tabel 4.4 maka biasa diambil data slip, daya mekanik dan torsi motor.

#### 4.7 Perbandingan Pengujian Motor

Tabel 4.6 Perbandingan Pengujian Motor

Motor rewinding				Motor referensi			
Nr(rpm)	Slip	Pmek(W)	Torsi(Nm)	Nr(rpm)	slip	Pmek(W)	Torsi(Nm)
1480	1,3	0,86	0,7997	1475	1,6	0,77	7,1922

Pengujian kedua motor menggunakan parameter yang sama, dapat dianalisis terhadap motor berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat dianalisis efisiensi motor berdasarkan pengujian yang telah dilakukan. Efisiensi motor merupakan perbandingan daya motor yang digunakan terhadap keluaran daya totalnya, faktor yang mempengaruhi efisiensi antara lain usia, kapasitas, kecepatan, suhu, beban, dan penggulangan ulang. Kecepatan putar rotor pada motor *rewinding* pada tegangan 380 V adalah 1480 rpm.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian perancangan kumparan pada motor induksi tiga fasa dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kecepatan putar motor *rewinding* ( rpm ) pada tegangan 380 V sebesar 1480 rpm, dan besar hambatan pada rotor sebesar 10,913  $\Omega$  dan hambatan pada stator 11,627  $\Omega$ . Sedangkan motor referensi diperoleh kecepatan 1475 rpm dan besar hambatan pada rotor 13,503  $\Omega$  dan hambatan pada stator 15,94  $\Omega$  arus 0,3 Ampere dan daya mekanik 0,77 watt.
2. Nilai torsi ( Nm ) pada motor *rewinding* pada tegangan 380 V sebesar 0,997 Nm. Nilai torsi pada motor referensi pada tegangan yang sama sebesar 7,1922 Nm
3. Daya mekanik motor *rewinding* adalah 0,86 Watt pada tegangan 380 V sedangkan pada motor referensi adalah 0,77 Watt pada tegangan yang sama.



## **5.2 Saran**

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

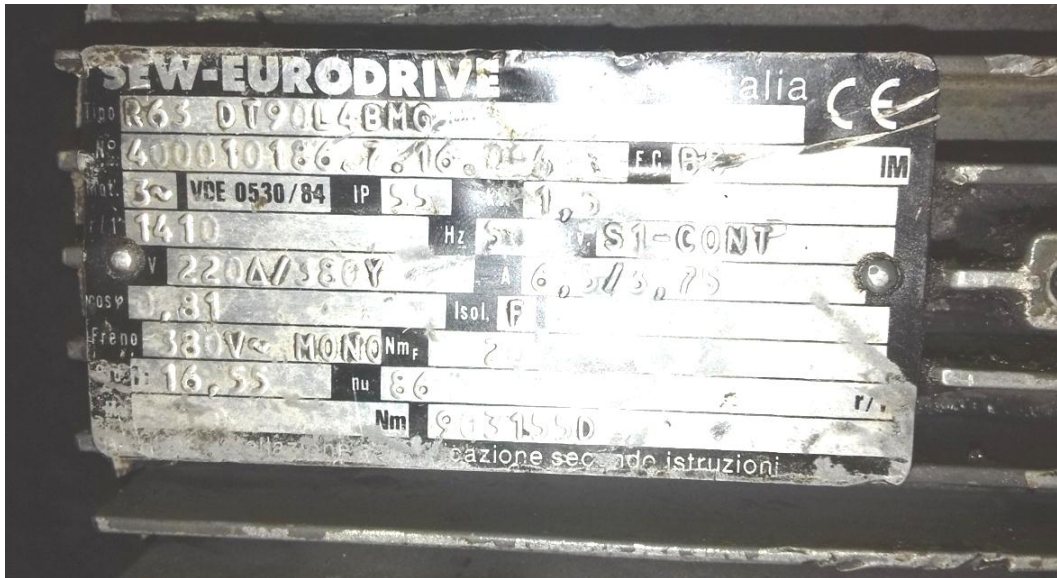
1. Sebaiknya dilakukan pemilihan motor induksi yang berkualitas baik dan alat ukur yang akurat pada penelitian selanjutnya.
2. Sebaiknya dilakukan pengembangan yang tepat untuk memperoleh motor induksi yang paling efisien guna memenuhi kebutuhan industri dan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Efendy,machmud.2009.*Rancang Bangun Motor Induksi Sebagai Generator (MISG)Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Gunawan,Hanapi.1993.*Mesin Dan Rangkaian Listrik*.Jakarta:Erlangga.
- Parekh ,2003.Dasar-Dasar Motor Induksi
- Sarjan,Muhammad.2011.*Perbandingan Karakteristik Motor Induksi Belitan Gelung Dengan Belitan Spiral*.Universitas Tadulako.
- Sumanto.1993.*Motor Listrik Arus Bolak Balik*.Yogyakarta:
- Anonym.2012.Teori Dasar Motor Induksi.<http://www.teknikelektro.com/teori-dasar-motor-induksi/>.Diakses pada tanggal 29 Mei 2017.
- Anonym.2013.Teori Motor Induksi.[http://www.slideshare.net/nemogalau/teori-motor induksi](http://www.slideshare.net/nemogalau/teori-motor-induksi).Diakses pada tanggal 25 Mei 2017.

## LAMPIRAN

### B. ALAT DAN BAHAN PENELITIAN



Data Name Plat Motor Listrik Induksi 3 Phasa



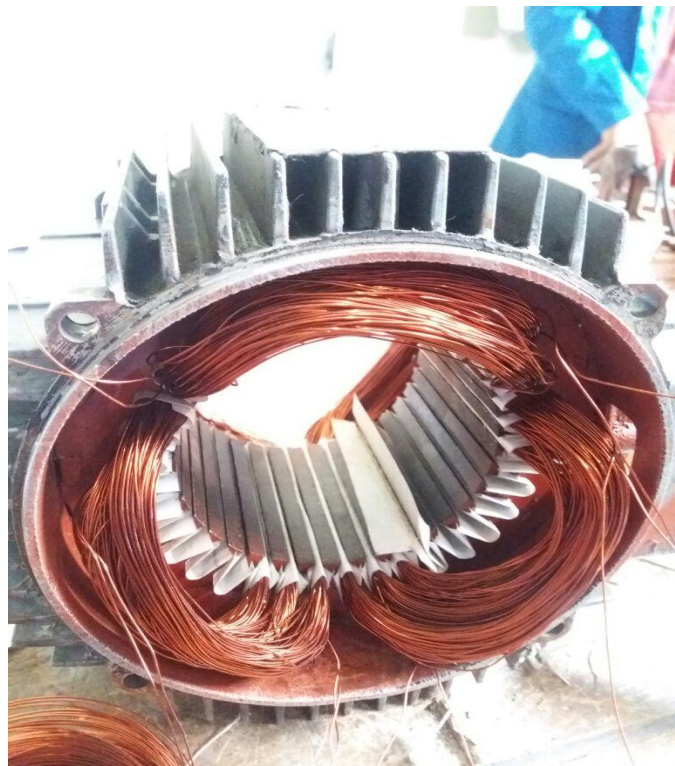
Kondisi Motor Sebelum Digulung Ulang



**Kawat email merek supreme ukuran 0,65**







**Bentuk kumparan terpusat ( konsentris )**

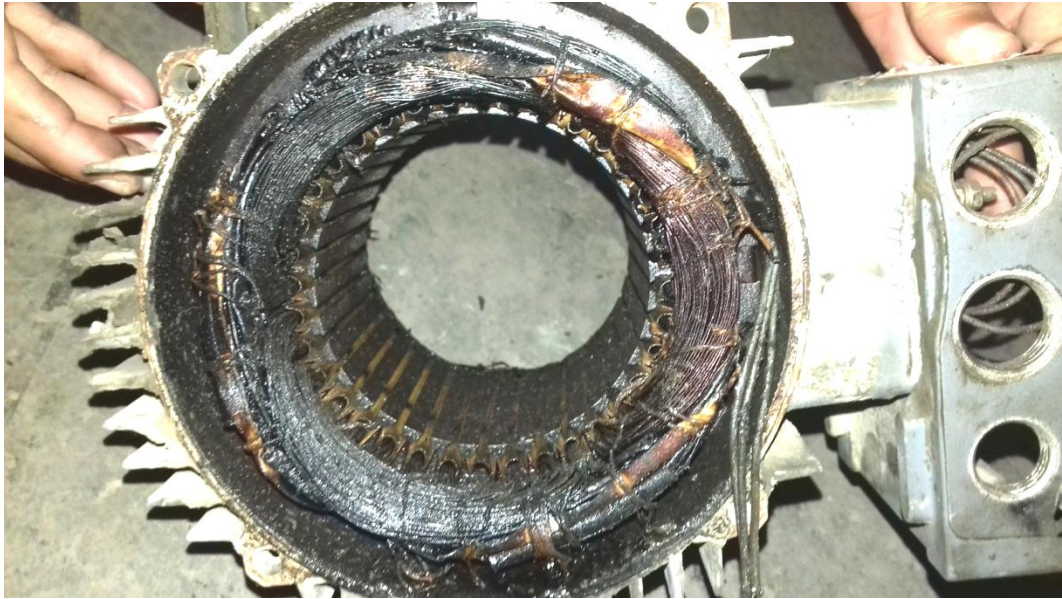


**Proses Penggulung Ulang Kumaran**





**Proses pemasangan Kawat Email/Kumparan Pada Stator**



**Proses Pemasangan Kertas Isolasi**





**Proses Pembongkaran Kumbaran Motor**