

**SKRIPSI**  
**PERENCANAAN LILIT ULANG MOTOR INDUKSI SATU**  
**PHASE**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2022**

**HALAMAN JUDUL**

**“PERENCANAAN LILIT ULANG MOTOR INDUKSI SATU PHASE”**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Disusun dan Diajukan Oleh :

**FERYYANSYAH**

**YUSHENDRI ISMAIL**

105821108917

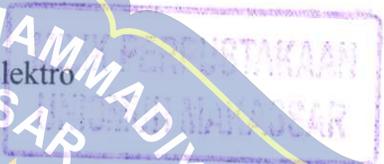
105821106217

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2022





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

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

Website: <https://teknik.unismuh.ac.id>, e\_mail: [teknik@unismuh.ac.id](mailto:teknik@unismuh.ac.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **PERENCANAAN LILIT ULANG MOTOR INDUKSI SATU PHASE**

Nama : 1. Feryansyah

2. Yushendri Ismail

Stambuk : 1. 105 82 11089 17

2. 105 82 11062 17

Makassar, 8 Agustus 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

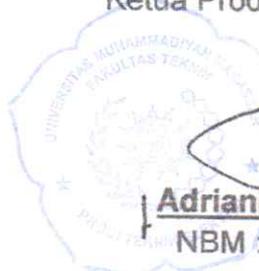
Pembimbing II

  
Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

  
Ir. Abdul Hafid, M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



  
Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Feryyansyah** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11089 17 dan **Yushendri Ismail** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11062 17, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 6 Agustus 2022.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar, 10 Muharram 1443 H  
08 Agustus 2022 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

b. Sekretaris : Adriani, S.T., M.T

3. Anggota

1. Andi Fharuddin, S.T., M.T

2. Suryani, S.T., M.T

3. Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T

Mengetahui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Ir. Abdul Hafid, M.T

Dekan



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

## Abstrak

Judul Tugas Akhir ini “ Perencanaan Lilit Ulang Motor Induksi Satu Phase”. Tujuan dari pembuatan laporan skripsi ini adalah mengetahui cara melilit ulang kumparan stator pada motor pompa sampai dapat dioperasikan Kembali. Motor induksi 1 fase yang lilitannya sudah terbakar/rusak untuk merencanakan melilit lagi memerlukan banyak konsep, dari konsep tersebut sehingga dapat memperkirakan kemampuan motor induksi 1 fase yang akan dililit kembali, konsep tersebut meliputi prosedur/tahapan-tahapan langkah yang akan kita ambil sebelum melakukan eksekusi. Motor induksi 1 fase hasil dari perencanaan lilitan baru, diperoleh jumlah alur sebanyak 24 alur dan 2 kutub. Terdapat 2 kumparan yaitu kumparan utama (*main*) dan kumparan bantu (*Auxiliary*), Kumparan utama dengan ukuran kawat 0.45 mm dan kumparan bantu dengan ukuran kawat 0.35 mm yang sudah ditentukan oleh rumus diatas. Proses perencanaan lilitan dilakukan dengan bentuk skema belitan, dengan 2 kutub yaitu N dan S. Sistem sambungan sangat berpengaruh pada lilitan, jika sistem sambungan terbalik maka akan mempengaruhi pada kemagnetan motor dan lilitan kawat tersebut. Selanjutnya tahap pengujian motor pada mesin pompa air serta pengisapannya.

**Kata kunci :** Perencanaan, Lilit Ulang, motor induksi , satu phase



### **Abstrack**

*The tittle of this final project is "Re-winding of a single Phase Induction Motor". The purpose of making this thesis report is to find out how to rewind the stator coild on the pump motor until it can be operated again, A 1-phase induction motor whose winding has been burned/damaged to plan to wind it again requires a lot of concepts, from that concept so that it can estimate the ability of a 1 -phase induction motor to be re-wound, the concept includes procedures/steps steps that we will take before executing. The 1 -phase induction motor as a result of planning a new winding obtained the number of grooves as many as 24 grooves and 2 poles. There are 2 coils, namely the main coil (main) and auxiliary coil (Auxiliary), the main coil with a wire size of 0.45 mm and an auxiliary coil with a wire size of 0.35 mm which has been determined by the above formula. The winding planning process is carried out in the form of a winding scheme, with 2 poles, namely N and S. The connection system is very influential on the winding, if the connection system is reversed it will affect the magnetism of the motor and the winding of the wire. The next stage is testing the motor on the water pump machine and its suction.*

**Keyword** : *Planning, Rewind, induction motor, single phase*



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur kami ucapkan kehadiran Allah SWT dan mengharapkan ridho yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PERENCANAAN LILIT ULANG MOTOR INDUKSI SATU PHASE”**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar. Shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumil akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. *Selaku* Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM. *Selaku* Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T *Selaku* Ketua Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Zahir Zainuddin, M.Eng. selaku Pembimbing I dan Bapak Ir. Abd Hafid, M.T selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing kami.
5. Bapak serta Ibu Dosen dan para staf Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayah dan ibu tercinta, kami mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
7. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2017 yang telah memberikan masukan dan semangat dalam penyusunan skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di kampus dan di masyarakat.

Makassar, 12 Maret 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Pembatasan Masalah .....	4
1.6 Manfaat .....	5
1.5 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Motor Induksi Satu Fasa ( <i>Single Phase Induction Motor</i> ) .....	6
2.2 Konstruksi Motor Induksi .....	10
2.2.1 Stator .....	11
2.2.2 Rotor .....	12
2.2.3 Bagian Kepala ( <i>Head</i> ) .....	13
2.2.4 Penutup dan Kipas .....	14
2.3 Slip dan Frekuensi .....	15

2.4 Bentuk Lilitanan atau Kumparan Stator .....	16
2.4.1 Kumparan Jerat ( <i>Lap Winding</i> ).....	16
2.4.2 Kumparan Sepusat ( <i>Concentric Winding</i> ) .....	17
2.5 Cara Lilit Kumparan Stator pada Motor Induksi Satu Fasa .....	17
2.5.1 Langkah Kumparan.....	18
2.5.2 Jumlah Alur per Kutub per Fasa .....	19
2.5.3 Menempatkan Kumparan.....	20
2.6 Peralatan untuk Melilit Ulang Kumparan Motor Induksi Satu Fasa .....	21
2.6.1 Alat Ukur Kelistrikan.....	21
2.6.2 Alat Ukur Mekanik.....	22
2.6.3 Peralatan pendukung.....	23
2.7 Bahan-bahan untuk Melilit Ulang Kumparan Stator Motor Induksi .....	25
2.7.1 Bahan-bahan pendukung.....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.2 Alat dan Bahan .....	28
3.3 Analisa Kebutuhan.....	29
3.3.1 Mengidentifikasi motor yang sudah rusak ( <i>name plate</i> ) .....	29
3.3.2 Memerlukan sebuah konsep untuk melilit motor induksi 1 fasa ...	29
3.4 Implementasi.....	30
3.4.1 Menghitung jumlah slot stator .....	30
3.4.2 Menentukan diameter kawat <i>email</i> .....	30
3.4.3 Menghitung jumlah lilitan per kutub secara manual.....	32

3.4.4	Menentukan jumlah alur per kutub per fasa .....	32
3.4.5	Menentukan langkah alur ( $Y_g$ ) .....	32
3.4.6	Menentukan langkah fasa ( $Y_f$ ) .....	33
3.4.7	Menggambar atau mendesain bentuk belitan (alur) .....	33
3.4.8	Diagram alir penelitian .....	34

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Identifikasi (pendataan) .....	36
4.2	Pembongkaran.....	38
4.2.1	Pembongkaran pada mesin.....	38
4.2.2	Pembongkaran kawat lama .....	39
4.2.3	Melakukan pengecatan ulang .....	40
4.3	Perencanaan Lilitan .....	40
4.3.1	Menghitung jumlah lilitan per kutub secara manual.....	41
4.3.2	Melakukan pemasangan mika prespan.....	42
4.3.3	Menghitung langkah alur dan banyak kumparan.....	42
4.3.4	Melilitkan kawat pada alat penggulung .....	46
4.3.5	Memasukkan kawat dalam alur.....	48
4.3.6	Penyambungan kumparan .....	50
4.3.7	Pengikatan kumparan .....	52
4.4	<i>Finishing</i> .....	53
4.4.1	Pemasangan mesin air .....	53
4.4.2	Pengujian motor .....	54

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....56

5.2 Saran .....57

**DAFTAR PUSTAKA** .....58

**LAMPIRAN** .....60



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Konstruksi motor induksi .....	10
<b>Gambar 2.2</b> Konstruksi stator .....	11
<b>Gambar 2.3</b> Rotor .....	12
<b>Gambar 2.4</b> Bagian kepala pada motor .....	13
<b>Gambar 2.5</b> Bagian penutup dan kipas .....	14
<b>Gambar 2.6</b> Kumparan jerat .....	17
<b>Gambar 2.7</b> Kumparan sepusat .....	17
<b>Gambar 2.8</b> Multimeter Analog .....	21
<b>Gambar 2.9</b> Tang <i>Ampere</i> .....	22
<b>Gambar 2.10</b> <i>Micrometer</i> .....	23
<b>Gambar 2.11</b> (a) Macam-macam kunci (b) Macam-macam <i>toolset</i> .....	23
<b>Gambar 2.12</b> <i>Trecker</i> 2 kaki dan 3 kaki .....	24
<b>Gambar 2.13</b> Mal lilitan .....	24
<b>Gambar 2.14</b> Prespan .....	25
<b>Gambar 2.15</b> Kawat <i>email</i> .....	26
<b>Gambar 2.16</b> Tali rami .....	26
<b>Gambar 2.17</b> Pasak .....	27
<b>Gambar 2.18</b> <i>Varnish</i> atau sirlak .....	27
<b>Gambar 3.1</b> <i>name plate</i> pada motor induksi 1 fasa .....	29
<b>Gambar 3.2</b> Penempatan kumparan sepusat pada stator motor 1 fasa .....	33
<b>Gambar 4.1</b> <i>Name plate</i> pada Motor 1 fasa yang rusak .....	37
<b>Gambar 4.2</b> Pembongkaran pada mesin induksi 1 phase .....	38

<b>Gambar 4.3</b> Pembongkaran kawat lama .....	39
<b>Gambar 4.4</b> Pengecetan ulang pada stator .....	40
<b>Gambar 4.5</b> Perhitungan jumlah lilitan secara manual .....	41
<b>Gambar 4.6</b> Pemasangan mika prespan .....	42
<b>Gambar 4.7</b> Skema bentuk belitan kumparan utama ( <i>main</i> ) .....	44
<b>Gambar 4.8</b> Bentuk hitungan belitan kumparan utama ( <i>main</i> ) .....	44
<b>Gambar 4.9</b> Skema bentuk belitan kumparan bantu ( <i>Auxiliary</i> ) .....	45
<b>Gambar 4.10</b> Bentuk hitungan belitan kumparan bantu ( <i>auxiliary</i> ) .....	46
<b>Gambar 4.11</b> Melilit kawat pada alat penggulung .....	46
<b>Gambar 4.12</b> Hasil lilitan kumparan utama ( <i>main</i> ) .....	47
<b>Gambar 4.13</b> Hasil lilitan kumparan bantu ( <i>Auxiliary</i> ) .....	47
<b>Gambar 4.14</b> Memasukkan kawat kumparan utama ( <i>main</i> ) .....	48
<b>Gambar 4.15</b> Memasukkan kawat kumparan bantu ( <i>Auxiliary</i> ) .....	49
<b>Gambar 4.16</b> Skema penyambungan kumparan .....	50
<b>Gambar 4.17</b> Penyambungan kumparan .....	51
<b>Gambar 4.18</b> Pengikatan kumparan .....	53
<b>Gambar 4.19</b> Pemasangan mesin air .....	53
<b>Gambar 4.20</b> Hasil pengujian mesin pompa air .....	54

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Besaran-besaran yang terdapat pada name plate pompa air .....	31
<b>Tabel 3.2</b> Jumlah lilitan per kutub secara manual .....	32
<b>Tabel 4.1</b> Jumlah hitungan lilitan per kutub secara manual di Lab.....	41
<b>Tabel 4.2</b> Hasil pengujian motor listrik sebelum dan sesudah dililit .....	54



## DAFTAR LAMPIRAN

Lokasi penelitian .....	59
Tampilan mesin pompa air sebelum dililit .....	60
Tampilan mesin pompa air sudah dililit .....	60
Pemasangan kertas mika prespan .....	61
Kawat email 0.45 mm di Kumparan utama ( <i>main</i> ) .....	61
Kawat email 0.35 mm di Kumparan bantu ( <i>Auxiliary</i> ) .....	62
Penyambungan Kumparan .....	62
Pengikatan Kumparan .....	63
Pemasangan mesin air .....	63
Pengujian motor listrik setelah dililit .....	64



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan motor listrik telah menjadi kebutuhan yang tidak terelakkan pada saat ini. Salah satu jenis motor listrik adalah motor AC, Sebagian besar alat industri dan alat rumah tangga menggunakan motor AC.

Motor induksi telah banyak melengkapi produksi, transisi, dan penggunaan system tenaga listrik AC. Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak-balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator (motor asinkron). Pemberian nama motor induksi berasal dari prinsip kerjanya yaitu arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik yang sering digunakan oleh manusia untuk memudahkan pekerjaannya, ada yang satu fase dan tiga fase. Motor induksi tiga fase digunakan pada industri-industri karena memiliki daya yang relatif lebih besar, sedangkan motor induksi satu fase penggunaannya banyak dijumpai pada peralatan rumah tangga seperti pompa air, kipas angin, mesin cuci, kompresor dingin, mesin pendingin ruangan.

Sebagian besar alat industri dan rumah tangga menggunakan tenaga listrik sebagai energi penggerak utamanya. Motor induksi AC ini banyak digunakan

dikarenakan memiliki beberapa kelebihan disbanding motor DC, diantaranya yaitu lebih murah dari pada motor DC.

Pada umumnya, untuk motor induksi satu fase dua kutub sendiri berupa pompa air yang sering digunakan oleh rumah tangga biasanya memiliki besar daya 100 sampai 250 Watt. Selain itu pada umumnya motor induksi satu fase dua kutub pada kumparan stator menggunakan kumparan terpusat.

Dengan adanya motor satu fase pada keperluan rumah tangga, manusia akan dimudahkan dalam melakukan pekerjaannya, namun sering ditemukan motor satu fase yang ada pada rumah tangga mengalami kerusakan dan tidak terpakai, padahal jika diperbaiki akan memiliki nilai ekonomis, dibanding dengan membeli motor satu fase yang baru.

Kerusakan-kerusakan tersebut umumnya bisa disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor lingkungan, mekanikal, elektrik. Khusus kerusakan dari segi elektrik Sebagian besar terletak pada lilitan (*winding*) tersebut, jika dioperasikan terus menerus akan menyebabkan lilitan tersebut terbakar, dengan kondisi seperti ini diwajibkan mengganti lilitan yang baru.

Untuk memanfaatkan kembali motor listrik yang rusak supaya dapat digunakan Kembali, perlu dilakukan perbaikan dengan cara lilit ulang pada motor listrik, namun perlu diperhatikan metode yang tepat dalam melilit ulang motor listrik. Kerusakan yang sering terjadi pada motor listrik disebabkan oleh faktor pemakaian yang terus menerus sehingga komponen motor listrik menjadi rusak, seperti rusaknya kumparan stator.

Hal ini sering ditemukan pada motor pompa air, karena hampir setiap rumah tangga menggunakan motor pompa air.

Keberadaan motor pompa air sangat berperan penting dalam meringankan pekerjaan manusia, perlu kiranya jika dilakukan perbaikan motor pompa air yang rusak, sebab motor pompa air bukan peralatan yang sekali pakai, namun dapat diperbaiki.

Dari hal tersebut jika dapat dilakukan perbaikan motor pompa air yang rusak atau melilit ulang motor pompa air yang tidak dipakai secara benar, maka akan menghasilkan nilai jual dan dimungkinkan untuk kepentingan bisnis.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yang ditemui sebagai berikut:

1. Masih banyaknya lilitan motor induksi satu fase yang rusak akibat terbakar yang hanya didiamkan rusak dan terbengkalai.
2. Motor pompa air yang dipakai dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan panas yang berlebih pada motor pompa air, sehingga kumparan statornya menjadi rusak, seperti terjadinya lumer pada kawat email tembaga atau kumparan statornya terbakar, maka motor pompa air harus diperbaiki dengan cara lilit ulang stator.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan lilitan ulang motor induksi 1 fase pada kumparan stator motor pompa air yang sudah rusak, sehingga mampu dioperasikan kembali ?
2. Bagaimanakah hasil dari motor induksi 1 fase yang menggunakan konsep rancangan lilitan baru ?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan laporan skripsi ini adalah :

1. Mengetahui cara melilit ulang kumparan stator pada motor pompa sampai dapat dioperasikan Kembali.
2. Mengetahui hasil penelitian dari konsep rancangan lilitan baru.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dan untuk menghindari meluasnya masalah maka diberikan Batasan – batasan masalah sebagai berikut:

1. Bentuk kumparan yang digunakan adalah kumparan sepusat.
2. Motor yang dililit ulang adalah pompa air satu fase yang telah rusak.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan laporan skripsi ini dapat dijadikan pengetahuan cara melilit ulang kumparan stator pada motor pompa air yang sudah rusak, dan diharapkan kemampuan melilit ulang motor pompa air dapat membuka lowongan pekerjaan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun *sistematika* penulisan Skripsi ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I: PENDAHULUAN**

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

### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan tentang teori dasar yang bersangkutan tentang judul yang diangkat menjadi skripsi.

### **BAB III: METODE PENELITIAN**

Membahas tentang langkah-langkah perencanaan penelitian dan juga tentang pembuatan *sistem* serta prinsip kerja.

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

Berisikan tentang hasil-hasil pengujian dan pengukuran dari penelitian

### **BAB V: PENUTUP**

Membuat kesimpulan dan saran yang didapat dalam pembahasan masalah

### **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi daftar yang mencantumkan *spesifikasi* sebuah buku yang meliputi judul buku, nama pengarang, penerbit dan informasi yang terkait.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Motor Induksi Satu Fase (*Single Phase Induction Motor*)

Secara umum motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Dalam motor DC energi motor listrik diambil langsung dari kumparan jangkar dengan melalui sikat dan komutator, oleh karena itu motor DC disebut motor konduksi. Berbeda dengan motor AC, pada motor AC kumparan rotor tidak menerima energi listrik secara langsung tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada energi kumparan sekunder transformator. Oleh karena itu, motor AC dikenal dengan motor induksi. Sebenarnya motor induksi dapat diidentifikasi dengan transformator yang kumparan sekundernya sebagai kumparan rotor sedangkan kumparan primer sebagai kumparan stator.

Motor induksi merupakan motor arus bolak balik (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa 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 yang umum dipakai adalah motor induksi tiga fase dan motor induksi satu fase. Motor induksi tiga fase dioperasikan pada sistem tenaga tiga fase dan banyak digunakan di dalam berbagai bidang industri dengan kapasitas yang besar. Motor induksi satu fase dioperasikan pada sistem tenaga satu fase dan banyak digunakan terutama untuk peralatan rumah tangga seperti kipas angin,

lemari es pompa air, mesin cuci dan sebagainya karena motor induksi satu fase mempunyai daya keluaran yang rendah. Ditinjau dari tegangannya yang menyuplainya, motor induksi dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Motor induksi satu fase
2. Motor induksi tiga fase

Secara teoritis motor induksi satu fase dapat kita bedakan menjadi:

1. Motor fase belah
2. Motor kapasitor
3. Motor kutub bayangan

Pada umumnya motor induksi dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fase yang digunakan, yaitu: motor induksi satu fase dan motor induksi tiga fase. Sesuai dengan namanya, motor induksi satu fase dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan satu fase. Motor induksi satu fase sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan yang memerlukan daya rendah dan kecepatan yang relative konstan. Hal ini disebabkan karena motor induksi satu fase memiliki beberapa kelebihan yaitu konstruksi yang cukup sederhana, kecepatan putar yang hamper konstan terhadap perubahan beban dan umumnya digunakan pada sumber jala-jala satu fase yang banyak terdapat pada perataan domestic. Walaupun demikian, motor ini juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu kapasitas pembebanan yang relatif rendah,, tidak dapat melakukan pengasutan sendiri tanpa pertolongan alat bantu dan efisiensi yang rendah.

Motor induks satu fase ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kendang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya.

Motor induksi bekerja bila kumparan stator diberi teganga bolak-balik maka arus akan mengalir pada kumparan rotor. Arus rotor motor ini bukan di peroleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*). Sehingga pada kumparan-kumparan rotor timbul gaya gerak listrik (GGL). Maka pada kumparan-kumparan rotor akan mengalir arus, adanya arus didalam kumparan akan timbul medan magnet pada kumparan rotor dan akan berinteraksi dengan garis gaya magnet pada kumparan stator. Sehingga menimbulkan gaya Lorentz yang cenderung memutar rotornya, sehingga menghasilkan persamaan:

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

Keterangan :

F = Gaya Lorentz (Newton)

B = Kerapatan fluks (weber/m<sup>2</sup>)

I = Kuat arus (Ampere)

L = Panjang kumparan (meter)

Pada prinsipnya motor induksi satu fase adalah motor listrik arus bolak-balik dua fase, yang memerlukan sumber tegangan sebesar 220 Volt AC agar dapat menghasilkan tenaga mekanis berupa putaran. Berdasarkan konstruksinya motor induksi satu fase mempunyai dua buah kumparan stator yaitu kumparan utama atau

kumparan kerja (*running winding*) dan kumparan pembantu atau kumparan bantu (*auxiliary winding*).

Bahwa masing-masing kumparan mempunyai fungsi yang berbeda. Kumparan utama adalah sebagai kumparan penggerak motor, selama kumparan tersebut diberi tegangan tertentu untuk mengoperasikan suatu beban tertentu, sedangkan kumparan pembantu berfungsi sebagai pemabntu kumparan utama untuk menggerakkan rotor. Setelah rotor berputar mencapai kurang lebih 75 % dari putaran penuh, maka hubungan rangkaian kedua kumparan tersebut terputus. Artinya motor kemudian bekerja hanya satu buah kumparan yaitu kumparann utama, sehingga kumparan utama disebut sebagai kumparan kerja.

Motor induksi tiga fase dapat dilihat, bahwa fluks magnet yang terbentuk disekitar stator merupakan medan magnet yang berputar karena listrik, yang dimasukkan pada lilitan stator sudah merupakan arus listrik yang berputar, lain halnya dengan medan magnet yang terbentuk disekitar stator pada motor induksi satu fase, dimana fluks magnet hanya bergantian arah, sehingga motor sewaktu dijalankan diperlukan bantuan yang pada prinsipnya dengan jalan membentuk medan magnet baru yang tidak sefase, dengan medan magnet stator utama. Yang berarti terdapat aliran listrik baru yang tidak sefase dengan arus listrik utama, yang berarti pula harus terdapat liltan kedua yang terpisah dari lilitan utama dari lilitan stator semula.

Sesungguhnya motor induksi satu fase mengguakan listrik satu fase tetapi didalam lilitan stator terdapat arus listrik dua fase dengan lilitan stator untuk dua fase. Untuk membentuk adanya dua arus listrik yang berbeda fase digunakan sistem

penggeser fase (*split fase*), sehingga dari satu fase listrik yang dimasukkan di dalam motor terbentuk listrik 2 fase, umumnya hal ini dapat dilakukan dengan cara memasang seri pada lilitan bantu pada stator sebuah rangkaian hambatan (*resistor*), kumparan (*inductor*) ataupun kapasitor (*capasitor*).

Dengan adanya kombinasi dari alat-alat di atas, maka akan terbentuk perbedaan fase antara aliran arus listrik pada lilitan pada lilitan utama dan lilitan bantu. Keadaan yang paling baik untuk kedua arus listrik tersebut adalah bila keduanya berbeda fase  $90^0$  listrik. Walaupun hal ini tidak dicapai mutlak dan dalam kenyataannya tidak begitu diperlukan.

## 2.2 Konstruksi Motor Induksi

Tiga bagian dasar dari motor AC adalah rotor, stator dan badan penutup. Stator dan rotor merupakan rangkaian listrik yang akan menghasilkan elektromagnet, berikut adalah gambar dari konstruksi motor induksi satu fase.



Gambar 2.1 Konstruksi motor induksi

Menurut Berahim (1991:121) konstruksi motor induksi terdiri dari:

1. Stator, bagian motor yang diam
2. Rotor, bagian motor yang berputar

3. Celah udara adalah ruangan antara stator dan rotor

### 2.2.1 Stator

Stator adalah bagian yang diam dari motor. Stator tersusun dari kumparan stator dan inti. Inti dari stator tersusun dari tumpukan lempengan besi baja tipis yang disatukan. Bagian ini berfungsi menghasilkan medan magnet, berikut adalah gambar dari stator motor induksi satu fase.



Gambar 2.2 Konstruksi stator

Bagian-bagian dari stator meliputi:

1. *Casing cover*, merupakan rumah motor yang terbuat dari pelat baja.
2. Lilitan atau kumparan, merupakan bagian stator yang berfungsi menghasilkan medan magnet arus induksi, bagian ini yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Lilitan pada motor listrik menggunakan kawat tembaga (*email*), dengan berbagai ukuran tergantung daya yang digunakan.
3. Inti Stator, merupakan tempat (dudukan) lilitan kawat tembaga yang berupa lubang-lubang. Banyak lubang biasanya tergantung merek motornya, seperti 8, 16, 24. Inti stator tersusun dari lempengan pelat baja.
4. Kabel, merupakan media untuk menyalurkan tegangan arus listrik.

### 2.2.2 Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar dari motor. Rotor terdiri dari tumpukan lempengan besi tipis yang dilaminasi dan batang konduktor yang mengitarinya. Tumpukan besi yang dilaminasi disatukan untuk membentuk inti rotor. Aluminium dimasukkan ke dalam slot inti rotor untuk membentuk serangkaian konduktor yang mengelilingi inti rotor. Arus yang akan mengalir melalui konduktor akan membentuk elektromagnet secara mekanik dan elektrik, berikut adalah konstruksi dari rotor motor induksi satu fase.



Gambar 2.3 Rotor

Pada rotor terbagi dua bagian meliputi :

1. Sumbu (poros) bagian motor tempat terjadinya perubahan medan magnet (fluks) pada stator yang menimbulkan gejala induksi (ggl), sehingga menyebabkan rotor berputar.
2. *Bearing* berfungsi sebagai tempat dudukan sumbu, agar berputar pada tempatnya. Pada pompa listrik umumnya dipasang dua buah *bearing*, yaitu *bearing* bagian depan dan belakang.

### 2.2.3 Bagian Kepala (*Head*)

Pada motor pompa air terdapat bagian kepala (*head*), berikut adalah gambar dari komponen yang terdapat pada bagian kepala meliputi :



Gambar 2.4 Bagian kepala pada motor

Bagian kepala motor meliputi :

1. Casing (*body*), merupakan bagian pelindung bagian kepala.
2. O-ring yang berfungsi sebagai paking supaya tidak bocor.
3. *Impeller*, merupakan alat pengisap air melalui sudut-sudutnya.
4. *Seal* berfungsi membantu mengisap, menyimpan, dan mengeluarkan air lewat saluran buang, *seal* terbuat dari karet kualitas tinggi yang di dalamnya dilengkapi dengan kawat spiral dan ujungnya terbuat dari keramik.
5. Lubang isap (*suctional*), merupakan saluran tempat air yang diisap oleh *impeller*.
6. Lubang pemancing tempat air pemancing yang digunakan sebelum motor dihidupkan. Saluran buang, merupakan saluran pembuangan dari tangki.

#### 2.2.4 Penutup dan Kipas

Penutup terdiri dari suatu rangka (*frame/Yoke*) dan dua ujung *brackets* (*bearing housing*). Stator ditempatkan didalam rangka. Rotor diletakkan di sisi dalam stator dan dipisahkan oleh rongga udara. Sehingga tidak ada hubungan fisik secara langsung antara rotor dan stator. Penutup juga melindungi dari bahaya listrik dan bagian motor yang berpegangan maupun berputar dari efek yang membahayakan lingkungan selama motor beroperasi. *Bearing* ditempelkan di as guna mendukung secara mekanis agar dapat rotor berputar.

Kipas (*blower*) merupakan bagian pompa yang berfungsi meredam panas. Dalam jangka waktu yang cukup lama, biasanya panas yang cukup tinggi (*Over heating*) akan mengakibatkan kerusakan yang cukup serius terutama bagian motor penggerak, yaitu motor penggerak menjadi hangus terbakar. Pada kipas juga terdapat tutup kipas yang berfungsi sebagai pelindung kipas.



Gambar 2.5 Bagian penutup dan kipas

### 2.3 Slip dan Frekuensi

Prinsip kerja mesin listrik telah di jelaskan bahwa GGL induksi baru akan terbentuk pada sebuah kumparan yang berada di dalam medan – medan magnet, bila antara kumparan dan *fluks* magnet terdapat gerakan relatif. Sehingga dalam hal ini antara *fluks* magnet stator dan putaran rotor harus terdapat perbedaan kecepatan berputar. Putaran *fluks* magnet stator akan sesuai dengan besar frekuensi listrik yang dimasukkan pada lilitan stator dan berbanding terbalik dengan jumlah kutub dari lilitan stator, motor tersebut dapat menghasilkan bentuk persamaan:

$$n_s = \frac{120.f}{p} \dots \dots \dots (2)$$

keterangan :

$n_s$  = Putaran sinkron *fluks* magnet stator (Rpm)

$f$  = Frekuensi listrik pada lilitan stator (Hz)

$p$  = Jumlah kutub magnet lilitan stator motor

Persamaan di atas yang menyatakan hubungan antara frekuensi putaran mesin dan jumlah kutub – kutub magnet pada sebuah mesin serempak (mesin sinkron). Karena itu bila banyak kutub-kutub magnet lilitan stator diketahui pula besar putaran sinkron (*synchronous speol*) dari motor tersebut, jadi supaya pada rotor senantiasa terbentuk GGL, dengan sendirinya kecepatan berputar stator harus lebih kecil dari putaran sinkron motor. Dalam pengertian umum yang dimaksud dengan putaran motor adalah putaran rotor sinkron dan putaran rotor terdapat perbedaan kecepatan berputar, yang disebut slip motor. Secara teknis, pengertian slip diartikan sebagai perbandingan antara putaran rotor dan putaran stator, yang diperhitungkan dalam bentuk persamaan:

$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100 \% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

$S$  = Slip motor (%)

$n$  = Putaran motor (Rpm)

$n_s$  = Putaran sinkron (Rpm)

Besar slip dari suatu induksi tergantung besar kecilnya daya motor tersebut, yang berkisar antara 1 – 10 %. Dengan adanya slip ini, berarti bahwa putaran motor lebih kecil dari putaran sinkron, maka motor induksi ini disebut juga motor tak serempak (*asynchronous motor*). Frekuensi listrik terbentuk pada rotor tidak sama dengan frekuensi listrik pada lilitan stator. Hal ini dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$f_2 = f_1 (1 - S) \dots \dots \dots (4)$$

keterangan :

$f_2$  = Frekuensi listrik pada rotor (Cps)

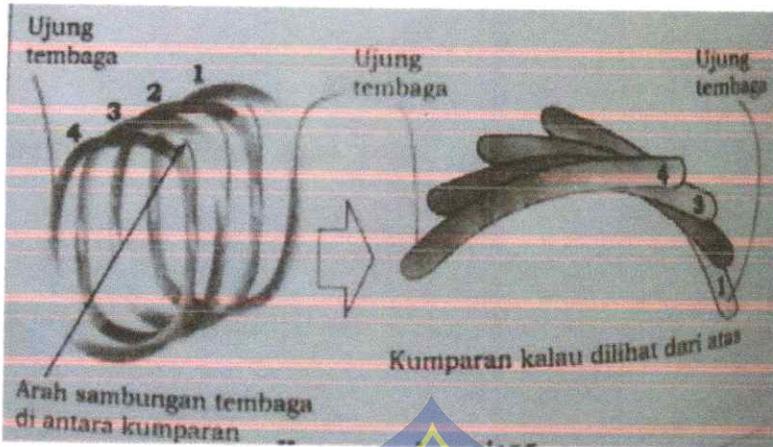
$f_1$  = Frekuensi listrik pada stator (Hz)

$S$  = Slip motor (%)

## 2.4 Bentuk Lilitanan atau Kumparan Stator

### 2.4.1 Kumparan Jerat (*Lap Winding*)

Bentuk lilitan yang satu alur di isi dengan dua lilitan atau bertumpuk, lilitan ini dinamakan lilitan spiral, biasanya banyak digunakan melilit motor atau generator dengan kapasitas daya relatif besar.



Gambar 2.6 Kumparan jerat

#### 2.4.2 Kumparan Sepusat (*Concentric Winding*)

Bentuk lilitan yang satu alur di isi dengan satu lilitan, umumnya digunakan untuk motor atau generator dengan kapasitas daya relatif kecil.



Gambar 2.7 Kumparan sepusat

### 2.5 Cara Lilit Kumparan Stator pada Motor Induksi Satu Fase

Seperti telah dijelaskan diatas bahwa motor induksi 1 fase sebenarnya adalah motor induksi 2 fase, hal tersebut terbukti dengan adanya dua kumparan yaitu kumparan utama dan kumparan bantu, kumparan utama mempunyai penampang kawat lebih kecil dengan jumlah belitan lebih banyak dengan sumber

tegangan tertentu, maka besarnya arus pada kedua kumparan tersebut yaitu  $I_u$  dan  $I_p$ , juga dapat kita namakan  $I_r$  dan  $I_s$ . Mempunyai nilai yang berbeda dengan menempatkan kedua buah kelompok kumparan tersebut pada stator yang sedemikian rupa satu sama lain, maka hal tersebut berpengaruh terhadap nilai arus  $I_u$  dan  $I_p$  yaitu mempunyai pergeseran fase sebesar  $90^\circ$ . Berikut ini dijelaskan cara melilit dan cara menghubungkan kumparan-kumparan utama dan pembantu.

### 2.5.1 Langkah Kumparan

Langkah kumparan adalah sudut kisar yang dibentuk antara kedua isi kumparan, langkah kumparan diberi tanda dengan huruf  $Y_g$ , untuk mendapatkan kopel putar yang maksimal maka langkah kumparan harus sama dengan satu jarak kutub. Satu jarak kutub adalah sudut kisar antara kutub utara (U) dan selatan (S) yang paling berdekatan dan jarak kutub diberi tanda dengan huruf  $\sigma$ . Satu jarak kutub adalah sebesar  $180^\circ$  listrik.

Perbandingan antara derajat lingkaran derajat busur ( $bs$ ) dan derajat listrik ( $el$ ). Apabila jumlah pasang kutub dari satu motor listrik kita sebut sebagai  $p$  maka jumlah kutubnya menjadi  $2p$ .

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 antar  $bs$  dan  $el$  dapat ditulis dengan rumus:

$$a^\circ bs = p \cdot a^\circ el$$

Apabila jumlah stator motor ada  $G$  alur, maka sudut kisar satu keliling stator atau  $G$  alur adalah  $= 360^\circ$  el. Satu keliling stator  $= 2.p$  jarak kutub atau  $G$  alur  $= 2.p$  jarak kutub.

$$\text{Jadi satu jarak kutub} = 1 \sigma = 180^\circ, \text{ el} = \frac{G}{2.p} \text{ alur.}$$

Karena langkah kumparan Yang  $= 1 \sigma$ , maka langkah kumparan menjadi :

$$Y_g = \frac{G}{2.p} \text{ alur.}$$

Untuk memperoleh kopel putar yang maksimal, maka diperlukan jumlah belitan yang besar pula. Jumlah belitan yang besar itu tidak mungkin ditampung oleh alur stator, untuk itu harus dibagi menjadi beberapa buah alur artinya satu buah kumparan akan dibagi menjadi beberapa belitan (kumparan).

Untuk motor induksi satu fase yang mempunyai satu pasang kutub dengan satu buah kumparan yang terdiri dari beberapa kumparan bagian dan setiap kumparan bagian membutuhkan dua buah alur stator. Maka suatu motor induksi satu fase yang mempunyai satu pasang kutub akan mempunyai  $\frac{G}{2.p}$  kumparan bagian. Untuk motor induksi 2 fase, maka seluruh alur stator motor tersebut dibagi dua sama banyak sehingga masing – masing fase memiliki  $\frac{G}{2.p.2}$  kumparan bagian.

### 2.5.2 Jumlah Alur per Kutub per Fase

Apabila jumlah fase  $= m$ , maka masing-masing fase akan memiliki kumparan bagian sebanyak  $\frac{G}{2.p.m}$ , sehingga pada setiap kutub untuk masing-

masing fase akan menempati alur sebanyak  $\frac{G}{2.p.m}$  alur. Apabila banyaknya alur pada setiap kutub untuk masing-masing fase diberi tanda dengan huruf g, maka jumlah alur untuk setiap kutub tiap fase menjadi  $g = \frac{G}{2.p.m}$  alur.

### 2.5.3 Menempatkan Kumparan

Untuk menempatkan kumparan dari setiap fase harus selalu ditempatkan saling bergeseran tempat hal tersebut dilakukan agar kopel putar yang dihasilkan saling bergeseran fase. Untuk motor induksi 2 fase pergeseran fase untuk dua kopel putar (kekuatan putar) adalah  $90^{\circ}$  el. Apabila pergeseran tempat tersebut diberikan tanda dengan huruf Yf, maka karena  $Yg = 180^{\circ}$  el, jadi untuk motor 2 fase nilai  $Yf = \frac{1}{2} Yg$ .

Dari uraian maka diperoleh beberapa rumusan yang digunakan untuk melilit motor-motor induksi, yaitu sebagai berikut:

a.  $p = \frac{60.f}{n}$  pasang kutub

b.  $q = \frac{G}{2.p.m}$  alur

c.  $Yg = \frac{G}{2.p}$  alur

d.  $Yf = \frac{1}{2} Yg$

Keterangan :

p = Jumlah pasang kutub

G = Jumlah alur pada stator

m = Jumlah per fase

$q$  = Jumlah perkutub perfase

$Y_g$  = Langkah alur untuk kumparan

$Y_f$  = Pergeseran tempat motor fase

## 2.6 Peralatan untuk Melilit Ulang Kumparan Motor Induksi Satu Fase

### 2.6.1 Alat Ukur Kelistrikan

Alat ukur yang digunakan untuk kegiatan melilit ulang kumparan motor induksi antara lain yaitu :

#### a. Multimeter

Multimeter atau multitester digunakan untuk mengukur nilai tahanan atau mengecek kondisi kumparan motor induksi, apakah masih baik atau telah rusak. Setelah dipastikan kumparan motor induksi tersebut telah rusak barulah kita bongkar dan kita lilit ulang kumparan tersebut. Bentuk dan tipe multimeter sangat beragam dari yang sederhana sampai dengan yang multi fungsi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Bentuk fisiknya dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Multimeter Analog

### b. Tang *Ampere*

Tang *ampere* digunakan untuk mengetahui besarnya nilai arus yang mengalir ke kumparan motor induksi apakah masih normal sesuai dengan nameplate yang tertera pada motor induksi tersebut. Jika sesuai berarti kumparan motor masih dalam kondisi baik dan jika tidak sesuai berarti kumparan motor telah rusak sehingga harus kita lilit ulang. Untuk lebih jelasnya bentuk fisik tang ampere dapat dilihat pada gambar 2.9.

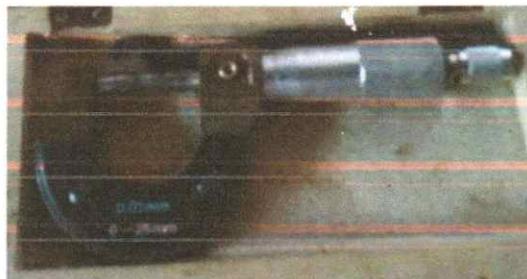


Gambar 2.9 Tang *Ampere*

## 2.6.2 Alat Ukur Mekanik

### a. *Micrometer*

Mikrometer digunakan untuk mengetahui ukuran kawat email tembaga yang akan digunakan untuk melilit ulang kumparan motor induksi yang akan kita lakukan. Untuk mendapatkan kumparan yang baik ukuran kawat email tembaga yang digunakan untuk melilit ulang harus sesuai dengan ukuran kawat email tembaga kumparan aslinya atau sesuai dengan perhitungan atau perencanaan yang telah dilakukan sebelumnya. Bentuk fisik mikrometer dapat dilihat pada gambar 2.10.

Gambar 2.10 *Micrometer*

### 2.6.3 Peralatan pendukung

#### a. Kunci-kunci dan *toolset*

Kunci-kunci dan *toolset* digunakan untuk membuka tutup motor induksi dan membongkar kumparan yang telah rusak. Kunci-kunci tersebut seperti kunci pas, kunci ring, kunci paralon, kunci T dan kunci L sebagai macam ukuran. Sedangkan *toolset* meliputi obeng, tespen, tang, *cutter* dsb. Untuk lebih jelasnya peralatan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.11.



a. Macam-macam kunci

b. Macam-macam *toolset*Gambar 2.11 (a) Macam-macam kunci (b) Macam-macam *toolset*

b. *Trecker*

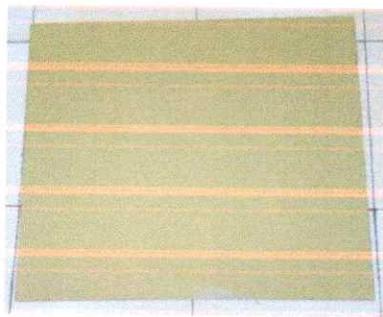
*trecker* digunakan untuk membuka atau menarik bearing yang terpasang pada as rotor agar rotor motor induksi dapat dikeluarkan, sehingga kumparan statornya dapat kita bongkar dan kita lilit ulang. *Trecker* ada yang mempunyai 2 kaki dan ada yang mempunyai 3 kaki, bentuk fisik dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Trecker* 2 kaki dan 3 kaki

c. Mal lilitan

Mal lilitan digunakan untuk mencetak besar kecilnya ukuran kepala lilitan (kumparan) agar bisa dimasukkan ke dalam alur-alur stator sesuai dengan yang telah direncanakan. Untuk mendapatkan kumparan yang baik jumlah lilitan dan ukuran kepala lilitan (kumparan) harus sesuai dengan kumparan aslinya atau sesuai dengan yang telah direncanakan, bentuk fisik dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Mal lilitan

## 2.7 Bahan-bahan untuk Melilit Ulang Kumparan Stator Motor Induksi

### a. Prespan

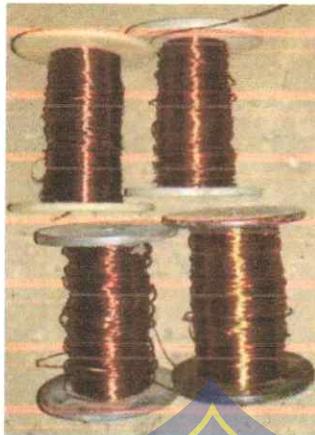
Prespan digunakan untuk melapisi alur-alur stator sebelum diisi kawat kumparan, hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya hubung singkat antara kawat kumparan dengan bodi stator motor jika terdapat lapisan kawat email tembaga yang lecet. Prespan yang ada dipasaran terdapat dua jenis yaitu ada yang terbuat dari kertas dan ada yang terbuat dari plastik mika dengan berbagai ukuran ketebalannya, tapi yang lebih baik adalah prespan yang terbuat dari plastik mika karena tahan terhadap panas yang tinggi.



Gambar 2.14 Prespan

### b. Kawat email tembaga

Kawat email tembaga adalah kawat yang terbuat dari tembaga yang dilapisi dengan isolasi *varnish* (sirlak), kawat ini digunakan untuk membuat lilitan (kumparan) yang akan dimasukkan ke dalam alur- alur stator motor induksi. Di pasaran, kawat email tembaga tersedia dengan berbagai merek dan ukuran diameternya. Bentuk fisik dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.15 Kawat email tembaga

### 2.7.1 Bahan-bahan pendukung

Bahan-bahan pendukung yang dimaksud disini adalah bahan-bahan yang digunakan untuk memperkuat kumparan yang telah dimasukkan ke dalam alur-alur stator motor induksi agar lebih padat, kokoh, tahan goresan dan tahan panas. Bahan-bahan tersebut antara lain yaitu:

- a. Tali rami atau benang wol

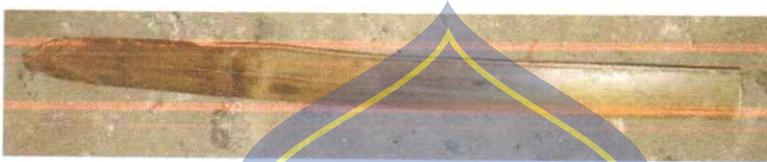
Tali rami atau benang wol digunakan untuk mengikat kumparan yang telah dimasukkan ke dalam alur-alur motor induksi. Tali rami ini terbuat dari benang nilon, untuk lebih jelasnya fisik dari tali rami dapat dilihat pada gambar 2.16



Gambar 2.16 Tali rami

b. Pasak

Pasak digunakan untuk memasak alur-alur stator motor induksi yang telah dimasuki kumparan, agar kawat kumparan tidak keluar dari alurnya. Pasak ini bisa dibuat dari kayu, bambu dan plastik mika, bentuk fisik pasak dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Pasak

c. *Varnish* atau sirlak

*Varnish* atau sirlak digunakan untuk melapisi kumparan yang telah dimasukkan ke dalam alur-alur stator motor induksi, agar lebih padat dan tebal lapisan isolasinya. *Varnish* atau sirlak ini sudah tersedia di pasaran dalam kemasan kaleng atau botol, jadi kita tinggal membelinya. Tapi jika kita ingin membuat sendiri bisa dibuat bahan sirlak yang direndam dalam spiritus dan didiamkan sampai sirlak tersebut larut dan mengental. Untuk lebih jelasnya bentuk fisik *varnish* atau sirlak dapat dilihat pada gambar

2.18



Gambar 2.18 *Varnish* atau sirlak

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan perencanaan serta pengambilan data secara mandiri di Laboratorium Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan saat melilit motor induksi satu phase :

1. Kunci-kunci dan *toolset*
2. Mikrometer
3. Multimeter Analog
4. Trekel
5. Mal lilitan

Ada pula bahan yang digunakan untuk melilit motor induksi satu phase :

1. Kawat email tembaga
2. Kertas Mika/prespan
3. Selongsong
4. Benang wol
5. Pasak/bambu
6. Sirlak

### 3.3 Analisa Kebutuhan

Dalam melilit motor induksi 1 fase memerlukan sebuah konsep dan perencanaan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, berikut ini adalah prosedur dalam melilit motor induksi 1 fase.

#### 3.3.1 Mengidentifikasi motor yang sudah rusak (*name plate*)

Identifikasi merupakan tahapan pertama dalam perencanaan untuk membuat lilitan pada motor induksi 1 fase, untuk yang pertama diidentifikasi adalah *name plate* yang tertera pada badan (*body*) motor induksi 1 fase tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengetahui batasan-batasan atau perhitungan yang akan direncanakan seperti halnya rpm, tegangan, arus, banyaknya kutub.



Gambar 3.1 *name plate* pada motor induksi 1 fase

#### 3.3.2 Memerlukan sebuah konsep untuk melilit motor induksi 1 fase

Motor induksi 1 fase yang lilitannya sudah terbakar/rusak untuk merencanakan melilit lagi memerlukan banyak konsep, dari konsep tersebut sehingga dapat memperkirakan kemampuan motor induksi 1 fase yang akan dililit kembali, konsep tersebut meliputi prosedur/tahapan-tahapan langkah yang akan

kita ambil sebelum melakukan eksekusi. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya meliputi :

- a. Menghitung jumlah slot stator
- b. Menentukan diameter kawat *email tembaga*
- c. Menghitung jumlah lilitan per kutub secara manual
- d. Menentukan jumlah alur per kutub per fase
- e. Menentukan langkah alur ( $Y_g$ )
- f. Menentukan langkah fase ( $Y_f$ )
- g. Menggambar atau mendesain bentuk belitan (alur)

### 3.4 Implementasi

Berikut ini akan menjelaskan tahapan-tahapan konsep dalam merencanakan melilit kembali sesuai konsep tahapan yang sudah dijelaskan.

#### 3.4.1 Menghitung jumlah slot stator

Slot pada stator merupakan tempat untuk menaruh gulungan lilitan, slot tersebut berbentuk lobang yang memanjang yang terdapat pada stator, slot stator terbuat dari lempengan baja yang sudah ditata sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk meletakkan 1 gulungan lilitan yang terdiri dari beberapa kawat tembaga.

#### 3.4.2 Menentukan diameter kawat *email tembaga*

Ukuran diameter kawat ditentukan oleh kepadatan arus. Yaitu besarnya kuat arus yang mengalir untuk tiap  $\text{mm}^2$  penampang kawat yang diijinkan untuk motor listrik. Kepadatan arusnya 3-4.5 A tiap  $\text{mm}^2$ . Dengan kepadatan arus ini maka motor akan mempunyai suhu di bawah  $60^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 3.1 Besaran-besaran yang terdapat pada name plate pompa air

Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Arus (A)	N (rpm)	Daya (W)	Cos $\phi$	Jumlah Alur
220	50	1.2	2900	130	0.8	24

Dalam tabel, berikut di bawah ini adalah cara mencari diameter kumparan utama (main) dan kumparan bantu (auxiliary).

a. Diameter Kawat

$$d : 2r$$

$$r : \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$A : \frac{In}{I}$$

$$In : \frac{P}{V \cdot \cos \mu}$$

$$In : \frac{130}{220 \cdot 0,8} = 0,73 \text{ A}$$

$$A : \frac{0,73}{4,5} = 0,162$$

$$r : \sqrt{\frac{0,162}{3,14}} = 0,227 \text{ mm}$$

$$d : 2r$$

$$= 2 \cdot 0,227$$

$$= 0.454 \text{ atau } 0.45 \text{ mm}$$

Jadi diameter kumparan utama (main) adalah 0,45 mm, sedangkan diameter kumparan bantu (auxiliary) yaitu (diameter kumparan utama – 0,1. Jadi 0,45 mm – 0,1 = 0,35 mm).

### 3.4.3 Menghitung jumlah lilitan per kutub secara manual

Tabel 3.2 Jumlah lilitan per kutub secara manual

Gulungan	Main	Auxiliary
Ukuran kawat (diameter mm)	0.45 mm	0.35 mm
Jumlah lilitan per kutub	1   50	1   45
	2   80	2   68
	3   120	3   140
	4   120	4   140

### 3.4.4 Menentukan jumlah alur per kutub per fase

$$q = \frac{G}{2 p \cdot m}$$

keterangan:

G = Jumlah alur pada stator.

p = Jumlah pasang kutub.

m = Fase.

### 3.4.5 Menentukan langkah alur (Yg)

$$Y_g = \frac{G}{2 p}$$

Keterangan:

Yg = Langkah alur.

G = Jumlah alur pada stator.

P = Jumlah pasang kutub.

### 3.4.6 Menentukan langkah fase (Yf)

$$Y_f = \frac{2}{3} \times (Y_g)$$

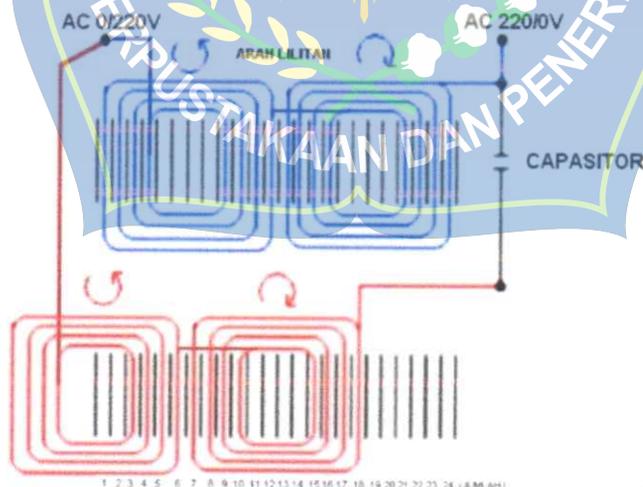
Keterangan:

Yf = Langkah fase.

Yg = Langkah alur.

### 3.4.7 Menggambar atau mendesain bentuk belitan (alur)

Untuk menggambar atau mendesain bentuk belitan (alur) kita harus mengetahui berbagai macam desain tentang bentangan kumparan tersebut, ada berbagai macam bentuk. Bentangan dari hasil identifikasi tentang motor induksi 1 fase tersebut kita dapat mengetahui tipe kumparan yang akan kita gunakan, sementara itu dari hasil perhitungan tahapan-tahapan perencanaan sebelumnya pasti kita dapat memperoleh hasilnya.

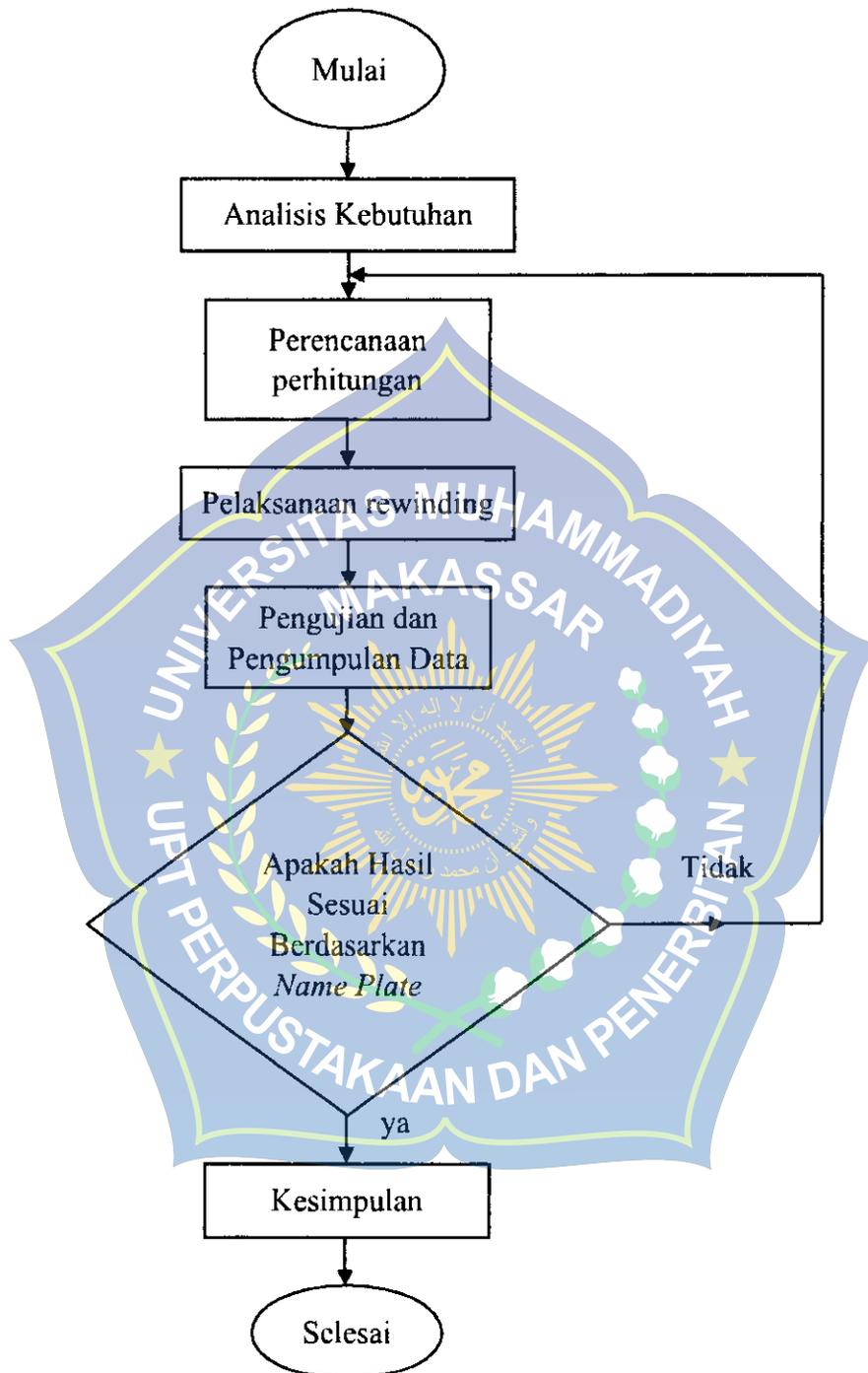


Gambar 3.2 Penempatan kumparan sepusat pada stator motor 1 fase

Catatan : biru = kumparan utama (*main*) dengan kawat 0.45 mm

merah = kumparan bantu (*auxiliary*) dengan kawat 0.35 mm

### 3.4.8 Diagram Alir Penelitian



Dalam melakukan perencanaan lilit ulang motor induksi satu *phase*, perlu diketahui tahap-tahap saat melakukan pekerjaannya. Berikut adalah tahap-tahap saat melakukan perencanaan lilit ulang motor induksi satu *phase* :

1. Pertama, sebelum melakukan pekerjaan kita harus menganalisis kebutuhan perencanaan berupa alat dan bahan lilit ulang motor induksi, apakah alat itu sudah ada dan baik digunakan pada saat lilit ulang motor induksi
2. Ketika kebutuhan sudah terlengkapi, selanjutnya melakukan perencanaan perhitungan pada kawat lama, agar hitungan kawat lamanya sama dengan hitungan kawat yang baru ketika mau digulungkan
3. Setelah semuanya sudah siap, saatnya melakukan pekerjaan rewinding. Pekerjaan rewinding ini harus sesuai dengan skema gambar dan perhitungan motor yang di ambil sebelumnya
4. Selanjutnya melakukan pengujian motor yang sudah dililit ulang serta pengambilan data dengan menggunakan *tachometer*.
5. Ketika semuanya sudah dilakukan, selanjutnya kita melihat apakah hasil yang didapat sama dengan hasil motor sebelumnya. Jika hasil tidak sesuai, kita kembali kepada analisis kebutuhan. Dan jika hasil nya sesuai, Selanjutnya kita mengambil kesimpulan.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Identifikasi (pendataan)

Sebelum melakukan perencanaan melilit motor induksi, ada beberapa tahapan-tahapan yang mesti kita lakukan, tahapan itu diantaranya:

1. Mencatat data-data motor (*identifikasi name plate*)
2. Membongkar motor untuk mengetahui banyaknya jumlah alur
3. Menghitung jumlah lilitan kawat secara manual
4. Setelah itu, dapat direncanakan rancangan belitan sesuai perhitungan
5. Tahap pengujian lilitan

Identifikasi merupakan salah satu langkah awal dalam perencanaan terutama untuk bisa mengetahui gambaran yang pasti sehingga nantinya mempermudah untuk membuat konsep dan cara menghitungnya, pendataan ini sesuai yang tertera pada name plate motor induksi yang digunakan, Motor yang akan direncanakan lilitannya dalam tugas akhir ini berupa motor bekas yang sudah terbakar, oleh karena itu spesifikasi akurat motor dapat diketahui karena pada badan motor terdapat *name plate*, berikut ini adalah gambar name plate motor induksi 1 fase yang akan direncanakan pengelilitannya:



Gambar 4.1 *Name plate* pada Motor 1 fase yang rusak

Dari *name plate* motor induksi diatas, dapat diperoleh data-data sebagai

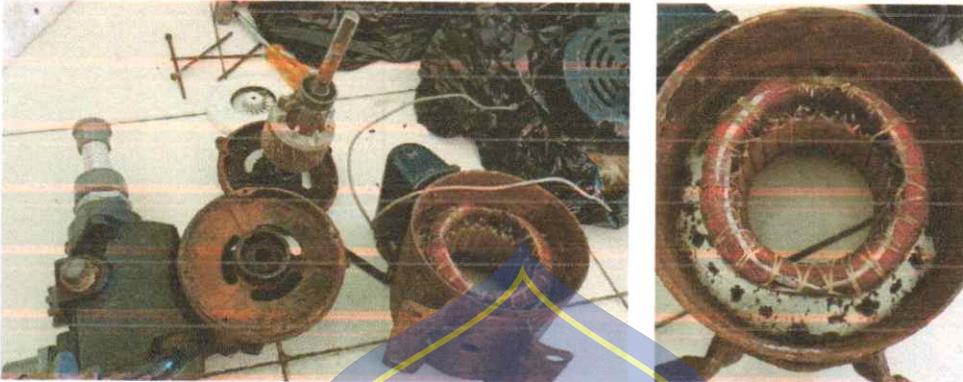
berikut:

1. Data motor :

- a. Merek : SHIMIZU
- b. Jenis : PS-135 E
- c. Type : Motor induksi 1 fase
- d. Voltage : 220 V
- e. Speed : 2900rpm
- f. Arus : 1,3 A
- g. Frekuensi : 50Hz
- h. Kapasitor : 8  $\mu$ F

## 4.2 Pembongkaran

### 4.2.1 Pembongkaran pada mesin

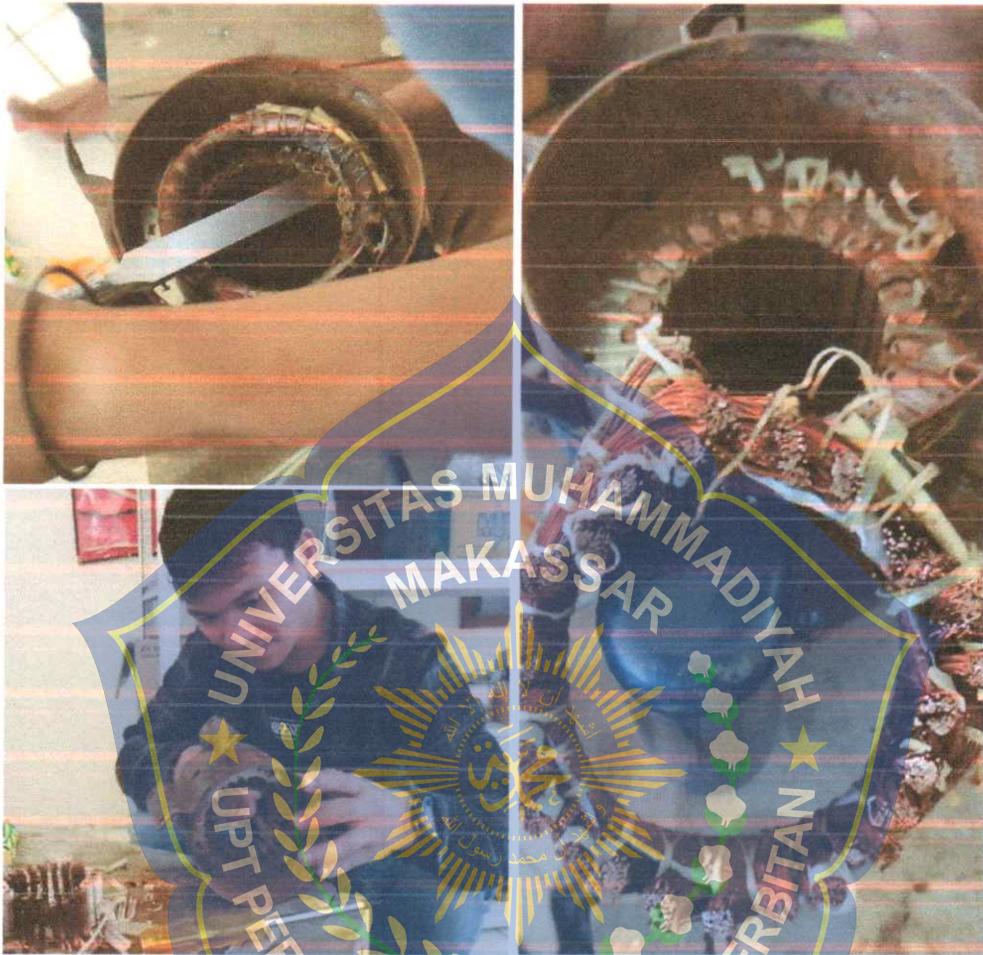


Gambar 4.2 Pembongkaran pada mesin induksi 1 fase

Setelah proses pembongkaran didapat hasil sebagai berikut :

1. Banyak bagian yang berkarat akibat korosi yang ditimbulkan oleh air, maka harus dilakukan pengecatan ulang.
2. Pada saat pembongkaran lilitan kawat *email tembaga* sudah tentu banyak kawat tersebut rusak/putus, selain itu juga beberapa kawat juga terbakar. Sehingga harus dilakukan penggulangan kawat kembali.
3. pada saat melihat kondisi pompa air di belakangnya terdapat seal shimizu juga dalam keadaan rusak atau karet sealnya, sehingga pompa air tidak akan mengisap air jika tidak digantikan dengan seal baru atau karet sealnya.

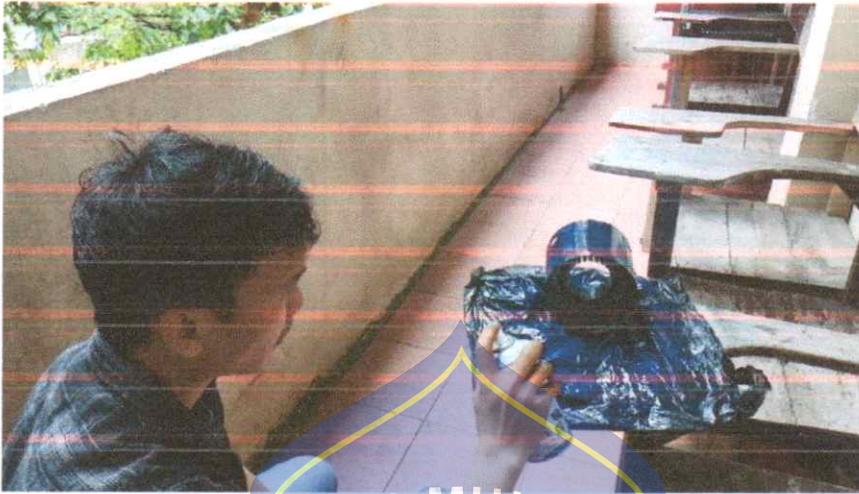
#### 4.2.2 Pembongkaran kawat lama



Gambar 4.3 Pembongkaran kawat lama

Sebelum melakukan perencanaan lilitan ulang kita harus melepas kawat lamanya yang sudah rusak atau sudah terbakar dengan cara menggunakan pahat dan palu. Cara melakukannya yaitu dengan cara pembetulan pada kawat lama seperti pada gambar di atas.

### 4.2.3 Melakukan pengecekan ulang



Gambar 4.4 Pengecekan ulang pada stator

Pada gambar 4.4 adalah melakukan pengecekan ulang pada stator di laboratorium, agar statornya kelihatan bersih dan karatannya tidak kelihatan pada dililitkan kawat di dalamnya.

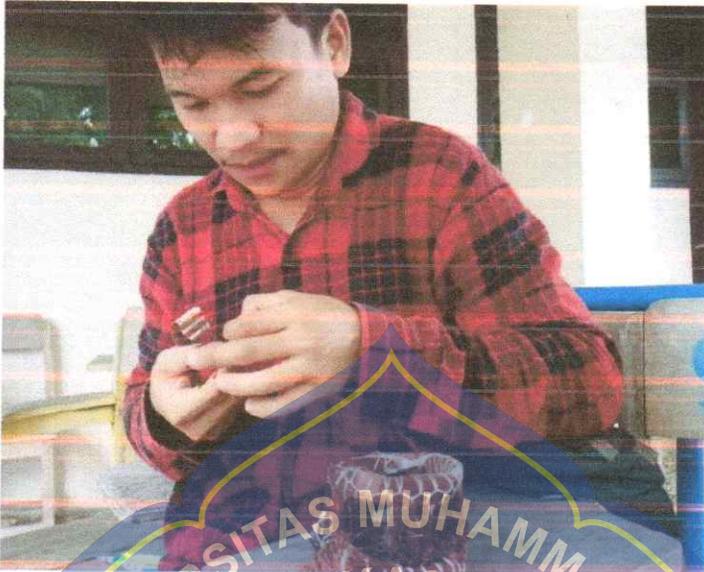
### 4.3 Perencanaan Lilitan

Setelah dibongkar dapat diperoleh spesifikasi motor

- a. Jumlah alur : 24 alur
- b. Jumlah kutub : 2 kutub
- c. Jumlah fase : 1 fase

Pada saat memulai penggulungan motor, harus dilakukan beberapa perencanaan, berikut di bawah ini beberapa perencanaan :

### 4.3.1 Menghitung jumlah lilitan per kutub secara manual



Gambar 4.5 Perhitungan jumlah lilitan secara manual

Terdapat gambar 4.5 adalah proses perhitungan jumlah lilitan per kutub secara manual, kami mengambil data perhitungan secara manual ini agar pada proses perlilitan kawat baru nanti sinkron dengan kawat lamanya, berikut di bawah ini adalah jumlah lilitan per kutub yang sudah kami hitung secara manual.

Tabel 4.1 Jumlah hitungan lilitan per kutub secara manual di Lab

Gulungan	<i>Main</i>		<i>Auxiliary</i>	
Ukuran kawat (diameter mm)	0.45 mm		0.35 mm	
Jumlah lilitan per kutub	1	50	1	45
	2	80	2	68
	3	120	3	140
	4	120	4	140

### 4.3.2 Melakukan pemasangan mika prespan



Gambar 4.6 Pemasangan mika prespan

Membuat mika prespan untuk melindungi kawat didalam alur stator motor sesuai perhitungan kebutuhan bahan prespan. Kertas mika prespan yang kami pakai adalah berwarna hijau karena bentuk kertasnya lebih lentur dan tidak susah jika mau dipasangkan kawat didalamnya nanti.

### 4.3.3 Menghitung langkah alur dan banyak kumparan

Diketahui :

a) motor 1 fase

c)  $f : 50 \text{ hz}$

b)  $G : 24 \text{ alur}$

d)  $n : 2900 \text{ rpm}$

Maka :

a) Langkah alur ( $Yg$ )

$$Yg = \frac{G}{2p} \text{ alur}$$

$$\text{Dimana } p = \frac{60.f}{n}$$

$$p = \frac{60.50}{2900} = 1$$

$$\text{Jadi } Yg = \frac{24}{2.1} = 12 \text{ langkah}$$

b) Banyak kumparan

❖ Kumparan utama (*main*)

$$q = \frac{G}{2p.m} \text{ alur}$$

$$= \frac{24}{2.1.2}$$

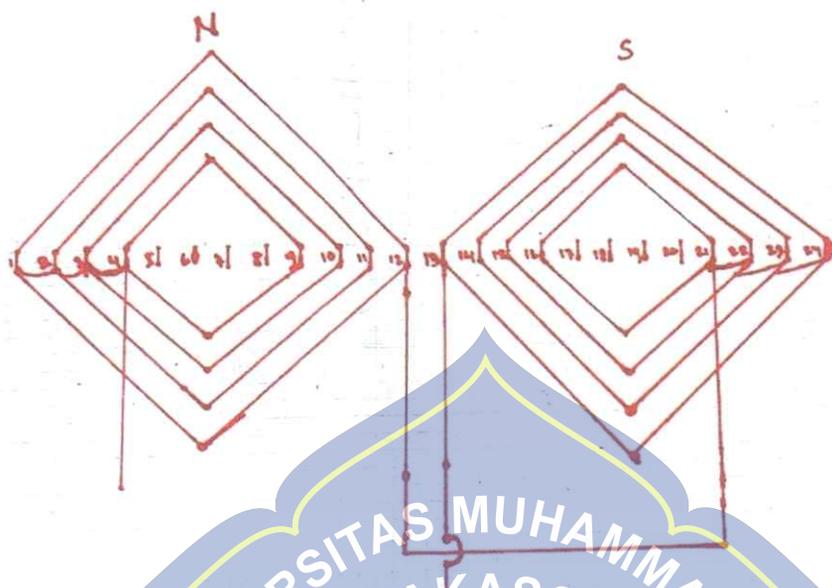
$$= 6 \text{ alur}$$

$$\text{Jadi } Yf = \frac{2}{3} Yg$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 12$$

$$= 8 \text{ alur}$$

$$= 4 \text{ bendel}$$



Gambar 4.7 Skema bentuk belitan kumparan utama (*main*)

Keterangan :

Garis merah : kumparan utama (*main*) dengan kawat 0.45 mm

Angka merah 1-24 : Lubang Stator

N – S : Kutub



Gambar 4.8 Bentuk hitungan belitan kumparan utama (*main*)

Keterangan :

Garis merah : Belitan kumparan utama (*main*)

Garis hitam : Lubang Stator

❖ Kumparan bantu (*Auxiliary*)

$$q = \frac{G}{2p.m} \text{ alur}$$

$$= \frac{24}{2.1.2}$$

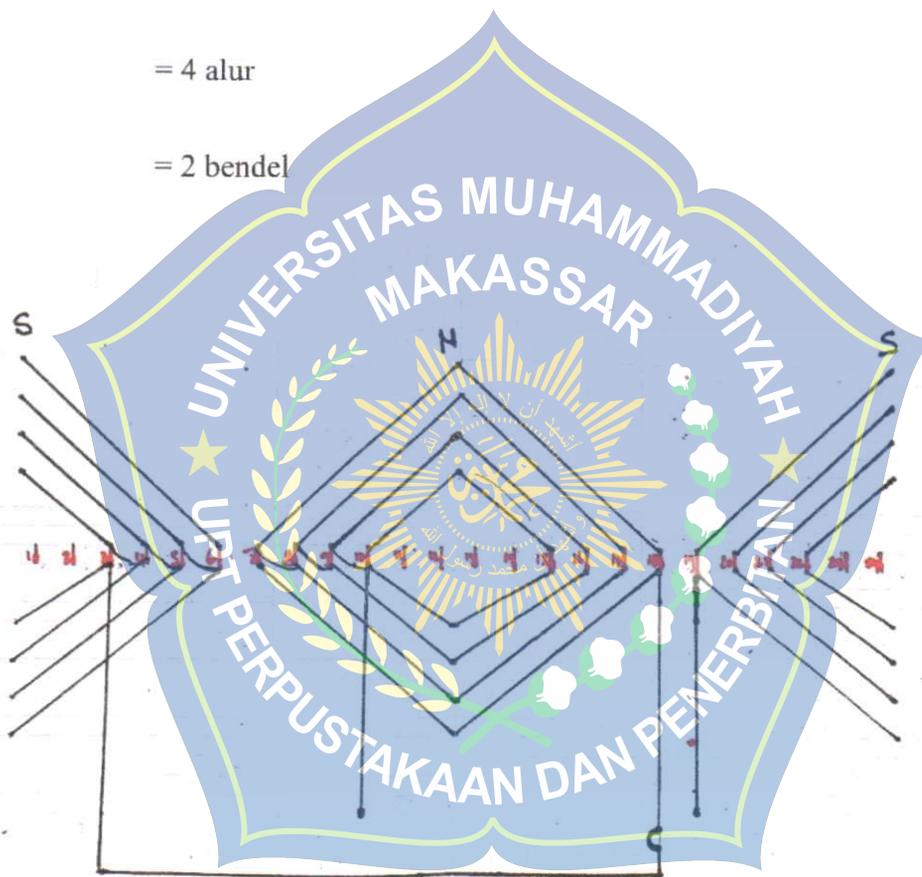
$$= 6 \text{ alur}$$

$$\text{Jadi } Y_f = \frac{1}{3} Y_g$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 12$$

$$= 4 \text{ alur}$$

$$= 2 \text{ bendel}$$



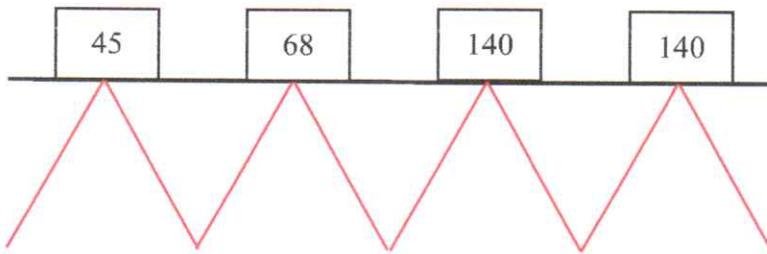
Gambar 4.9 Skema bentuk belitan kumparan bantu (*Auxiliary*)

Keterangan :

Garis hitam : kumparan bantu (*auxiliary*) dengan kawat 0.35 mm

Angka merah 1-24 : Lubang Stator

N – S : Kutub



Gambar 4.10 Bentuk hitungan belitan kumparan bantu (*auxiliary*)

Keterangan :

Garis merah : Belitan kumparan bantu (*auxiliary*)

Garis hitam : Lubang Stator

#### 4.3.4 Melilitkan kawat pada alat penggulung



Gambar 4.11 Melilit kawat pada alat penggulung

Pada gambar 4.11 adalah cara melilit kawat dengan menggunakan mal (karton). Cara mengukur bentuk ukuran kawat pada mal adalah dengan cara memasukkan kawat pada lobang stator yang sudah di ukur dan membentuk nya seperti lingkaran dan mengukurnya pada mal nanti. Setelah mengetahui ukuran malnya kita lilitkan kawat ke dalam mal dengan cara kumparan sepusat, jadi ada sebanyak 4 mal yang berbeda ukurannya dan hitungannya sesuai pada data manual

yang sudah di hitung. Di Bawah ini adalah gambar kumparan utama dan kumparan bantu yang sudah di lilit.

a. Kumparan utama (*main*)



Gambar 4.12 Hasil lilitan kumparan utama (*main*)

Pada gambar 4.12 ada 4 mal yang berbeda ukuran dalam lilitannya, mulai dari kecil ke yang besar yaitu 50, 80, 120, 120 lilitan, jadi ada sebanyak 2 kali kumparan dililitkan dalam 4 mal yang berbeda, total gulungan kumparan utama (*main*) adalah 8 kumparan

b. Kumparan bantu (*Auxiliary*)



Gambar 4.13 Hasil lilitan kumparan bantu (*Auxiliary*)

Pada gambar 4.13 ada 4 mal yang berbeda ukuran dalam lilitannya, mulai dari kecil ke yang besar yaitu 45, 68, 140, 140 lilitan, jadi ada sebanyak 2 kali kumparan dililitkan dalam 4 mal yang berbeda, total gulungan kumparan bantu (*Auxiliary*) adalah 8 kumparan.

#### 4.3.5 Memasukkan kawat dalam alur

- a. Kawat kumparan utama (*main*)



Gambar 4.14 Memasukkan kawat kumparan utama (*main*)

Memasukkan kawat email tembaga yang sudah dililitkan pada stator mesin air, kawat email tembaga tersebut adalah kawat kumparan utama (*main*) yang sudah dililitkan sebelumnya. Selanjutnya memasukkan lilitan terkecil ke yang terbesar sesuai pada skema belitan gambar sebelumnya, di dalam kawat kumparan utama (*main*) terdapat 2 kutub yaitu kutub N dan S, jadi pertama kita memasukkan kawat dengan kutub N sesuai jalurnya dalam 4 lilitan. Selanjutnya memasukkan kawat dengan kutub S di depan jalur N mulai dari kecil ke yang terbesar sesuai jalurnya dalam 4 lilitan.

b. Kawat kumparan bantu (*Auxiliary*)

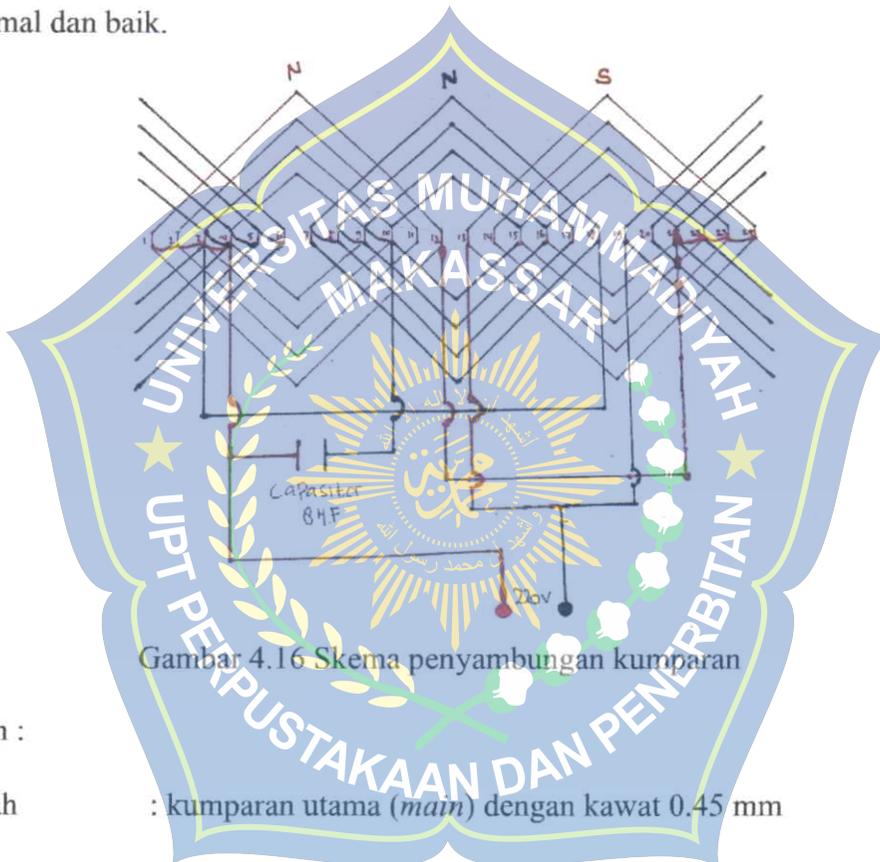


Gambar 4.15 Memasukkan kawat kumparan bantu (*Auxiliary*)

Selanjutnya memasukkan kawat kumparan bantu (*Auxiliary*) yang sudah dililitkan sebelumnya. Jadi cara memasukkannya yaitu sama halnya dengan kumparan utama (*main*) mulai dari lilitan terkecil ke yang terbesar sesuai pada skema belitan gambar sebelumnya, di dalam kawat kumparan bantu (*Auxiliary*) terdapat 2 kutub yaitu kutub N dan S, jadi pertama kita memasukkan kawat dengan kutub N sesuai jalurnya dalam 4 lilitan. Selanjutnya memasukkan kawat dengan kutub S di depan jalur N mulai dari kecil ke yang terbesar sesuai jalurnya dalam 4 lilitan. Setelah semua kawat sudah masuk, selanjutnya menutup kertas mika dengan menggunakan pasak atau bambu agar kawat di dalamnya tidak keluar.

#### 4.3.6 Penyambungan kumparan

Setelah semua kawat sudah dimasukkan selanjutnya adalah tahap penyambungan kumparan pada ujung-ujung kawat dengan menggunakan kabel, selongsong dan isolasi. Sebelum melakukan penyambungan kita harus mengetahui skema cara menyambung ujung-ujung kawat, agar mesin pompa air bisa berputar secara normal dan baik.



Keterangan :

Garis merah : kumparan utama (*main*) dengan kawat 0.45 mm

Garis hitam : kumparan bantu (*auxiliary*) dengan kawat 0.35 mm

Angka merah 1-24 : Lubang Stator

N – S : Kutub

Ketika sudah mengetahui skema penyambungan kumparannya, pertama-tama kita kupas ujung-ujung kawat dulu dengan menggunakan pisau, agar mesin pompa air cepat berputar dengan baik. Kalau tidak dikupas, mesin pompa air tidak

akan berputar dengan baik. Dibawah ini adalah gambar mesin pompa air yang ujung kawatnya sedang dikupas dan sedang melakukan penyambungan kumparan.



Gambar 4.17 Penyambungan kumparan

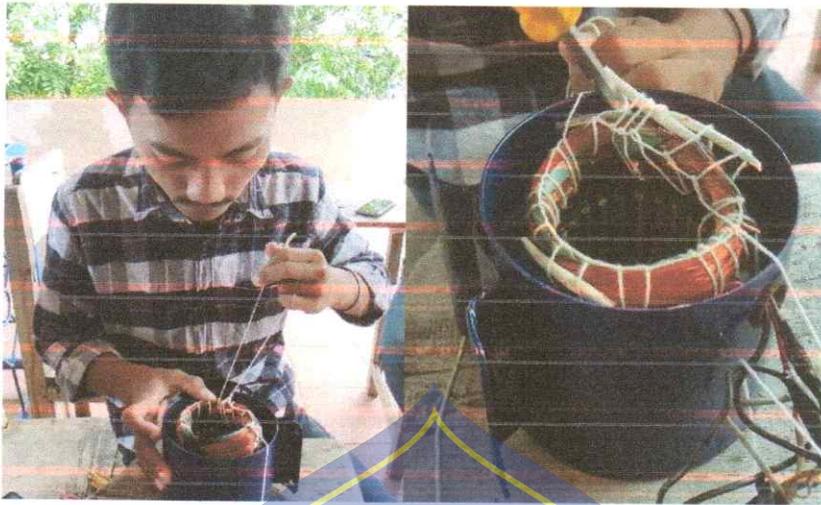
Pada gambar 4.15 adalah tahap penyambungan kumparan. Sebelum melakukan penyambungan kita harus mengupas ujung kawat terlebih dahulu seperti gambar diatas. Setelah itu cara penyambungan kumparan, cara penyambungan kumparan harus sama dengan skema penyambungan yang saya buat diatas sebelumnya, jadi terdapat pada ujung kawat awal pada kumparan utama (*main*) itu akan di sambung pada kabel kapasitor  $8\mu\text{F}$  dan menuju ke kabel 220 V, selanjutnya ujung kawat awal pada kumparan bantu (*Auxiliary*) akan disambung dengan kabel kapasitor  $8\mu\text{F}$ , dan selanjutnya pada ujung kawat akhir kumparan utama (*main*) dan kumparan bantu (*Auxiliary*) itu di sambung keduanya menuju ke kabel 220 V jadi mesin pompa air jika dipasang seperti aslinya nanti akan berputar ke kanan, sesuai dengan mesin pompa asli sebelumnya.

Jika pompa air ingin berputar kiri kita bisa mengubah pada posisi ujung kawat nya yaitu ujung kawat akhir kumparan bantu (*Auxiliary*) di sambung ke kabel kapasitor  $8\mu\text{F}$ , Selanjutnya ujung kawat awal kumparan bantu (*Auxiliary*) dan ujung kawat akhir kumparan utama (*main*) itu disambung keduanya menuju ke kabel 220 V, dan pada ujung kawat awal kumparan utama (*main*) itu tetap pada posisinya menuju ke kabel kapasitor  $8\mu\text{F}$  dan ke kabel 220 V. Jadi mesin pompa air akan berputar kiri nantinya, tetapi kita tidak mengetahuinya apakah dia akan mengisap atau tidak nantinya.

Jadi saya posisikan penyambungan kumparan itu sama dengan aslinya yaitu putar kanan, dia akan mengisap dan berputar kanan dengan baik. Setelah sudah melakukan penyambungan, selanjutnya yaitu memberikan selongsong pada ujung kabel yang sudah dililit dengan ujung kawat masing-masing. Kami memberikan selongsong pada masing-masing ujung kawat agar mereka tidak bersentuhan sesama kawat lainnya, selongsong juga sebagai tahanan isolasi, setelah memberikan selongsong lalu memberikan lagi kertas mika prespan pada bagian dalam antara batas kumparan utama (*main*) dan kumparan bantu (*Auxiliary*) agar tidak saling bersentuhan.

#### **4.3.7 Pengikatan kumparan**

Ketika sudah dilakukan penyambungan kumparan sudah baik dan pemberian isolasi juga sudah baik, langkah selanjutnya adalah pengikatan kumparan. Pada proses ini harus dilakukan dengan rapi dengan memastikan seluruh bendel kawat/kumparan terikat dengan kuat sehingga dapat diminimalisir bagian rotor yang mengenai kumparan sehingga bisa merusaknya.



Gambar 4.18 Pengikatan kumparan

#### 4.4 *Finishing*

##### 4.4.1 Pemasangan mesin air

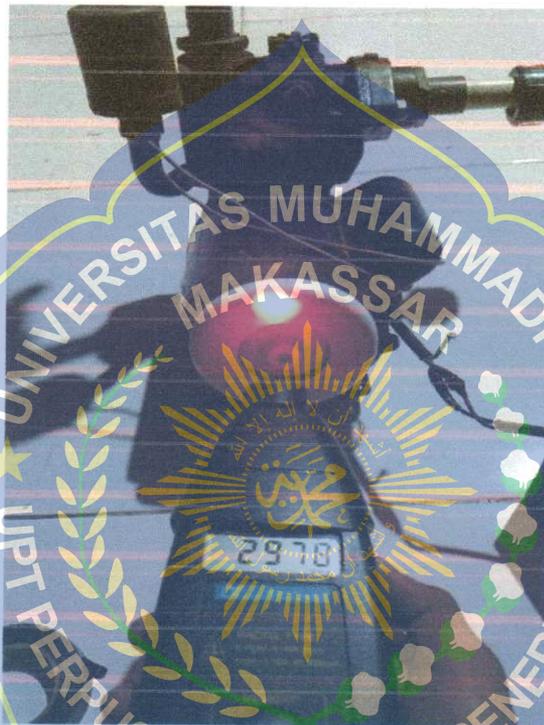
Tahap selanjutnya adalah tahap pemasangan pada mesin pompa air yang sudah di ikat dengan rapi, dan melakukan pengeleman kawat atau sirlak pada kawat kumparan agar mesin air tidak akan panas dan kendor jika saat di lem nantinya. Setelah dilem melakukan pemasangan kembali ke rotornya dan penutup mesin air, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.19 Pemasangan mesin air

#### 4.4.2 Pengujian motor

Semua bagian motor dari rotor, kapasitor dan kipasnya sudah terpasang dengan tempatnya. Kemudian pengujian motor dilakukan dengan menghubungkan fase dan netral pada terminal dan mencoba untuk mengukur arus dan putaran (rpm) pada motor tersebut serta melakukan uji coba pengisapan pada mesin pompa air.



Gambar 4.20 Hasil pengujian mesin pompa air

Tabel 4.2 Hasil pengujian motor listrik sebelum dan sesudah dililit

Perbandingan	Motor Listrik 1 ( <i>name plate</i> )	Motor Listrik 2 (sudah dililit)
Arus (A)	1,3 A	1,02 A
Putaran (rpm)	2900 rpm	2978 rpm

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian tugas akhir ini terfokus pada analisa perencanaan lilitan stator motor induksi 1 fase berdasarkan *nameplate* serta data manual yang kami hitung sesuai dengan aslinya. Dari penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Motor induksi 1 fase hasil dari perencanaan lilitan baru, diperoleh jumlah alur sebanyak 24 alur dan 2 kutub. Terdapat 2 kumparan yaitu kumparan utama (*main*) dan kumparan bantu (*Auxiliary*), Kumparan utama dengan ukuran kawat 0.45 mm dan kumparan bantu dengan ukuran kawat 0.35 mm yang sudah ditentukan oleh rumus diatas. Proses perencanaan lilitan dilakukan dengan bentuk skema belitan, dengan 2 kutub yaitu N dan S. Sistem sambungan sangat berpengaruh pada lilitan, jika sistem sambungan terbalik maka akan mempengaruhi pada kemagnetan motor dan lilitan kawat tersebut. Selanjutnya tahap pengujian motor pada mesin pompa air sert pengisapannya.
2. Dalam penentuan konsep lilitan stator motor induksi 1 fase yang telah diterapkan dapat dinyatakan bahwa hasil pengujian pada motor induksi 1 fase dalam keadaan yang cukup baik.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan sehubungan dengan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Apabila hendak ingin melilit ulang motor pompa air harus memilih bahan-bahan yang baik. Sehingga dihasilkan lilit ulang motor pompa air yang memiliki kemampuan kehandalan dan ketahanan sehingga tidak kalah baiknya dengan motor pompa air yang baru.
2. Ketika hendak lilit motor pompa air selain memperhatikan bahan juga harus memperhatikan ketika kita memasukkan lilitan baru pada stator, diusahakan jangan sampai kawat email tembaga (kawat lilitannya) rusak atau tergores dan menempel dengan bodi pada motor. Karena bisa mengakibatkan konsleting dan lilitan pada stator bisa terbakar. Dan sebaiknya ketika sudah usai melilit dipastikan kabel tidak ada yang rusak atau hubung singkat pada bodi motor agar tidak terjadi konsleting dan terbakarnya kumparan pada stator.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, Z., & Erhaneli, E. (2018). Desain Lilitan Motor Induksi 1-Fasa dengan 4 (David Sigalingging, 2021)Efisiensi Motor). *Jurnal EECCIS*, 12(2), 89-92.
- Anthony, Z., & Erhaneli, E. (2017, July). Disain baru bentuk lilitan kumparan motor induksi 1-fasa berbasis bentuk lilitan motor induksi 3-fasa. In *Seminar Nasional: Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD) 2017*.
- Berahim, H. (1991). *Pengantar Teknik Tenaga Listrik Teori Ringkas dan Penyelesaian Soal*. Yogyakarta: Andi Offset.
- David Sigalingging, S. (2021, April 4). *Gambar Skema Cara Menggulung Dinamo Pompa Air SHIMIZU 125 Watt 24 Alur*. Diambil kembali dari bintang News: <https://www.bintanews.com/2021/04/gambar-skema-cara-menggulung-dinamo.html>
- Dewi, Y. K. (2014). *Rancang Bangun Kumparan Stator Motor Induksi 1 Fasa 4 Kutub dengan Metode Kumparan Jerat*. Jember: Universitas Jember.
- Gunawan, I. (2012). *Panduan Menggulung Ulang Kumparan Motor Listrik Satu Fasa*. Yogyakarta: ANDI.
- Ismail Muchsin. ST., MT (2002) . *Elektronika dan Motor Listrik*
- Kristianto, A. (2016). *Perencanaan Lilitan Motor Induksi 3 Fasa 220/380 V*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Labsheet Praktik Mesin Listrik. (2008). Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Rewinding (Melilit Kembali) Mesin Listrik. (2014). PT. Mega Andalan Kalasan Sleman.

Sumanto. (1989). Mesin Arus bolak-balik . Andi Offset . Yogyakarta.

Sulistiyar, R. B. C. 2014. *Rancang Bangun Kumparan Stator Motor Induksi 1 Fasa 2 Kutub Split Capacitor dengan Metode Jerat (Spiral)*. Jember: Universitas Jember.

Zuhail. 2000. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

