

**PERANCANGAN SISTEM *STARTING* BINTANG KE SEGITIGA
UNTUK MOTOR INDUKSI 3 *PHASA***

SKRIPSI



**UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT**

**DEDI ROMADON
NIM. 20202011008**

**PROGAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM RADEN RAHMAT
MALANG
2024**

**PERANCANGAN SISTEM *STARTING* BINTANG KE SEGITIGA UNTUK
MOTOR INDUKSI 3 PHASA**

SKRIPSI

Diajukan kepada

**Universitas Islam Raden Rahmat Malang
untuk memenuhi salah satu persyaratan
dalam menyelesaikan progam sarjana**



**DEDI ROMADON
NIM. 20202011008**

**PROGAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM RADEN RAHMAT
MALANG**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

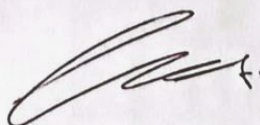
Judul : Perancangan Sistem *Starting* Bintang ke Segitiga Untuk Motor
Induksi 3 *Phasa*

Penyusun : Dedi Romadon
NIM : 20202011008

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji pada tanggal 18 Juli 2024

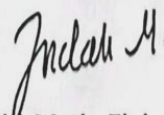
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Candra Pradhana, M.Si
NIDN.0722058903

Pembimbing II,



Indah Martha Fitriani, M.Tr.T
NIDN.0714039501



UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Perancangan Sistem *Starting* Bintang Segitiga Untuk Motor
Induksi 3 *Phasa*

Penyusun : Dedi Romadon

NIM : 20202011008

Skrripsi oleh Dedi Romadon ini telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 18 juli 2024.

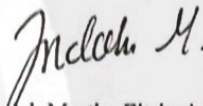
Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Candra Pradhana, M.Si
NIDN.0722058903

Pembimbing II,



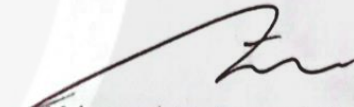
Indah Martha Fitriani, M.Tr.T
NIDN.0714039501

Penguji I,



M. Rizal Akbar Zamzami, S.S.,M.Pd
NIDN.0723128904

Penguji II,



Muhammad Ana Zamzami, M.Pd
NIDN.0720048803

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Zainal Abidin, M.Si
NIDN.0704018804

Mengetahui,
Progam Studi Teknik Elektro



Candra Pradhana, M.Si
NIDN.0722058903

UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawa ini :

Nama : Dedi Romadon

NIM : 20202011008

Progam Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat
Malang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya.

Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil plagiasi, baik sebagian atau seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut dengan ketentuan berlaku.

Malang, 18 juli 2024
Yang membuat pernyataan,

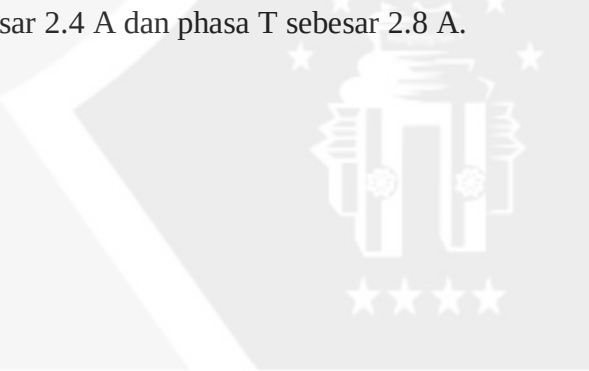


Dedi Romadon
NIM.20202011008

UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT

ABSTRAK

Hampir semua motor (AC) yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi tiga phasa yang paling banyak dipakai di perindustrian. Motor induksi tiga phasa sangat banyak dipakai sebagai penggerak di perindustrian karena banyak memiliki keuntungan, tetapi ada juga kelemahannya. Jenis penelitian terbagi menjadi dua yaitu pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Penelitian kualitatif merupakan suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi yang menyelidiki suatu fenomena sosial dan masalah manusia. Penelitian kuantitatif merupakan teknik pengumpulan sampel pada umumnya dilakukan secara random, Pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Nilai pengukuran Arus yang dihasilkan pada sistem delta dengan beban adalah sebesar 3,2 A, sedangkan nilai arus menurut perhitungan adalah 3.74 A. Terdapat perbedaan pengukuran dan perhitungan sekitar 0.54 A, perbedaan ini dapat disebabkan karena faktor ($\cos \phi$). Sistem starting bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 phasa bertujuan untuk menekan arus start pengasutan motor listrik yang tinggi, saat motor terhubung bintang (Y) arus starting yang digunakan lebih kecil dari arus starting jika dalam hubungan segitiga. Nilai hasil pengukuran arus listrik dengan menggunakan hubungan bintang (Y) pada phasa R sebesar 1.7 A, phasa S sebesar 1.2 A dan phasa T sebesar 1.5 A. Dengan menggunakan hubungan segitiga (Δ) pada phasa R sebesar 2.9 A, phasa S sebesar 2.4 A dan phasa T sebesar 2.8 A.



UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT

KATA PENGANTAR

Segalah puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karu'annya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi bear Muhammad SAW yang mengantarkan kita semua dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang beneran ini. Penyusun skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat-syarat guna mencapai gelar (S1) khususnya di Fakultas Sains dan Teknologi Unira Malang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidk mungkin terselesaikan tanpa dukungan berbagai pihak baik secara moral maupun material. Oleh karena itu, atas nama pribadi penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal skripsi ini terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang telah mendukung dan mendo'akan saya, untuk melakukan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr.Zainal Abidin, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Raden Rahmat Malang.
3. Bapak Candra Pradhana, M.Si, selaku Ketua Progam Studi Teknik Elektro Universitas Islam Raden Rahmat Malang dan dosen pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Indah Martha, M.Tr.T, selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
5. Segenap Dosen Pengajar Progam Studi Teknik Elektro Universitas Islam Raden Rahmat Malang.
6. Rekan-rekan Jurusan Teknik Elektro dan Seluruh Pihak yang Terkait membantu kelancaran dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa saya ucapkan satu-persatu.
7. Teman dan saudara yang berasal dari luar kampus yang ikut serta mendukung.

Malang, 18 Juli 2024
Penyusun,

Dedi Romadon

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengertian Motor Induksi	3
2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi	4
2.3 Kontruksi Motor Induksi	5
2.4 Hubungan Bintang (Y) Segitiga (Δ) Pada Motor Induksi 3 <i>Phasa</i>	6

2.5 Sistem Kendali Elektromagnetik.....	7
2.6 Peralatan Kontrol.....	8
2.7 Peralatan Pengaman	12
2.8 Rumus Untuk Menghitung Tegangan dan Arus Motor 3 <i>Phasa</i>	14
2.9 Induksi Elektromagnetik.....	14
2.10 Penelitian Terdahulu.....	16
 BAB III METODE PENELITIAN	 17
3.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan	17
3.2 Diagram Proses Penelitian	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Alat Dan Bahan Yang Digunakan Dalam Perancangan	20
3.5 Spesifikasi Alat Dan Bahan	21
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 26
4.1 Wiring Diagram Penelitian	26
4.2 Cara Kerja Rangkaian Daya dan Pengendali	27
4.3 Pengukuran Tegangan line – 0.....	29
4.4 Pengukuran Tegangan line – line.....	30
4.5 Hasil Pengukuran arus tiap <i>phasa</i> R, S dan T dengan hubungan bintang (Y) dan segitiga (Δ)	32
 BAB V PENUTUP	 35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran.....	35
 DAFTAR PUSTAKA	 37
 LAMPIRAN	 40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan yang digunakan dalam perancangan.....	20
Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam perancangan.....	21
Tabel 4.1 Tegangan line – 0.....	29
Tabel 4.2 Tegangan line – line.....	31
Tabel 4.3 Hasil pengukuran arus.....	32



UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi motor Induksi.....	5
Gambar 2.2 Komponen stator motor induksi tiga <i>phasa</i>	5
Gambar 2.3 Hubungan bintang motor induksi 3 <i>phasa</i>	7
Gambar 2.4 Hubungan segitiga motor induksi 3 <i>phasa</i>	7
Gambar 2.5 Simbol kontaktor.....	9
Gambar 2.6 Konstruksi <i>push Button</i> tipe NO.....	11
Gambar 2.7 Konstruksi <i>Push Button</i> tipe NC.....	11
Gambar 2.8 Konstruksi <i>Push Button</i> tipe NC dan NO.....	12
Gambar 2.9 Coil <i>Over Load</i>	13
Gambar 2.10 Induksi Elektromagnetik.....	15
Gambar 3.1 Proses Penelitian.....	18
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Perencanaan.....	19
Gambar 3.3 Motor Induksi.....	22
Gambar 3.4 Kontaktor.....	22
Gambar 3.5 <i>Over Load</i>	23
Gambar 3.6 Timer.....	23
Gambar 3.7 Lampu Tanda.....	24
Gambar 3.8 <i>Push Button</i>	24
Gambar 3.9 Tang <i>Ampere</i>	25
Gambar 4.1 Rangkaian pengendali.....	26
Gambar 4.2 <i>Wairing</i> cara kerja <i>start</i>	27
Gambar 4.3 <i>Wairing</i> cara kerja <i>delta</i>	28
Gambar 4.4 <i>Wairing</i> cara kerja <i>off star delta</i>	29
Gambar 4.5 Tegangan line – 0.....	30
Gambar 4.6 Tegangan line - line.....	31
Gambar 4.7 Pengukur Arus.....	33
Gambar 4.8 Pengukur Arus beban.....	33



UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor listrik termasuk ke dalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar impeller pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain sebagainya. Motor listrik juga dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu. Dan juga banyak digunakan dalam industri (Saputra, 2014).

Pada dasarnya motor listrik terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor listrik DC (arus searah) dan motor listrik AC (arus bolak balik). Kemudian dari jenis tersebut motor listrik arus bolak-balik (AC) digolongkan menjadi motor sinkron dan motor induksi, motor induksi diklasifikasi menjadi dua yaitu motor induksi 1 *phasa* dan motor induksi 3 *phasa*. Motor listrik tiga *phasa* merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan secara luas baik dalam industri besar maupun kecil, dibandingkan dengan motor jenis lain. Hal ini dimungkinkan karena motor jenis tiga *phasa* memiliki keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomis serta memiliki kemampuan daya yang tinggi (Sinaga et al., 2020).

Motor listrik dalam dunia industri seringkali disebut dengan istilah “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa dalam sebuah industri rata-rata konsumsi listrik untuk motor listrik adalah sekitar 65-70% dari total awal yang besarnya 5 sampai 7 kali arus nominal motor listrik itu sendiri, namun dapat diatasi dengan sistem pengasutan bintang (Y) - segitiga (Δ) dimana sistem ini sangat sederhana dan dapat diterapkan untuk semua jenis motor listrik tiga *phasa*. Pada saat ini dimana perkembangan teknologi sudah sangat maju, motor induksi banyak digunakan dalam perusahaan produksi untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksinya (Capinera, 2021).

Maka dari itu peneliti merancang alat Sistem *Starting* Bintang (Y) Segitiga (Δ) Untuk Motor Induksi 3 *Phasa*, diharapkan dapat mengurangi besar arus pengasutan pada saat motor mulai bekerja. Penelitian ini juga membuat sistem kontrol dan

proteksi pada pengasutan bintang (Y) segitiga (Δ) motor listrik tiga *phasa*, sistem ini berguna bila pada pengasutan bintang (Y) segitiga (Δ) motor induksi tiga *phasa* terjadi suatu keadaan tidak normal (gangguan), maka hal ini tidak akan mempengaruhi sistem.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain bentuk rangkaian sistem *starting* bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 *phasa* ?
2. Bagaimana cara pengoperasian alat sistem *starting* bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 *phasa* ?
3. Berapa besar arus asut motor induksi 3 *phasa* pada saat motor mulai *start* hingga motor bekerja ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui desain bentuk rangkaian sistem *starting* bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 *phasa*.
2. Mengetahui cara pengoperasian rangkaian alat pengendali sistem *starting* bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 *phasa*.
3. Memperoleh besar hasil ukur arus pada motor induksi 3 *phasa* pada saat motor mulai start hingga motor bekerja.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah komponen utama seperti kontaktor, *overload*, timer dan lain-lain pada pengoperasian sistem *starting* bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 *phasa* serta desain perancangan alat sistem *starting* bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 *phasa*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi pada penulis dan pembaca mengenai pengoperasian sistem *starting* bintang (Y) segitiga (Δ) untuk motor induksi 3 *phasa* untuk mengurangi pengasutan arus awal motor listrik.
2. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Motor Induksi

Motor induksi adalah motor listrik arus bolak-balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan putar pada stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat selisih putaran yang disebut slip (Andreansyah, 2019)

(Nizar & Baihaqi, 2020) Motor induksi merupakan motor yang memiliki konstruksi yang baik, harganya lebih murah dan mudah dalam pengaturan kecepatannya, Stabil ketika berbeban dan mempunyai efisiensi tinggi. Mesin induksi adalah mesin (AC) yang paling banyak digunakan dalam industri dengan skala besar maupun kecil, dan dalam rumah tangga. Alasannya adalah bahwa karakteristiknya hampir sesuai dengan kebutuhan dunia industri, pada umumnya dalam kaitannya dengan harga, kesempurnaan, pemeliharaan, dan kestabilan kecepatan. Mesin induksi (asinkron) ini pada umumnya hanya memiliki satu suplai tenaga yang mengeksitasi belitan stator. Belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini dieksitasi oleh induksi dari perubahan medan magnetik yang disebabkan oleh arus pada belitan stator (Sudaryana, 2015).

Hampir semua motor (AC) yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi tiga *phasa* yang paling banyak dipakai di perindustrian. Motor induksi tiga *phasa* sangat banyak dipakai sebagai penggerak di perindustrian karena banyak memiliki keuntungan, tetapi ada juga kelemahannya (Capinera, 2021).

Keuntungan motor induksi tiga *phasa* :

1. Motor induksi tiga *phasa* sangat sederhana dan kuat.
2. Biayanya murah dan dapat diandalkan.
3. Motor induksi tiga fasa memiliki efisiensi yang tinggi pada kondisi kerja normal.
4. Perawatannya mudah.

Kelemahan motor induksi tiga *phasa* :

5. Kecepatannya tidak bisa bervariasi tanpa merubah efisiensi.
6. Kecepatannya tergantung beban.
7. Pada torsi *start* memiliki kekurangan.

2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi

(Berlianti, 2015) Menyatakan bahwa motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Apabila sumber tegangan tiga *phasa* dipasang pada kumparan stator, timbullah medan putar yang berputar dengan kecepatan sinkron (N_s), besarnya N_s ditentukan oleh jumlah kutub p dan frekuensi stator f yang dirumuskan dengan :

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} \text{ (rpm)} \dots \dots \dots (1.1)$$

Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor, sehingga pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi atau gaya gerak listrik (ggl) per *phasa* sebesar : $E_r = 4,44 f s N_r \Phi_m$ (volt)

E_r = Tegangan induksi pada rotor saat rotor dalam keadaan diam (volt)

N_r = Jumlah lilitan kumparan rotor

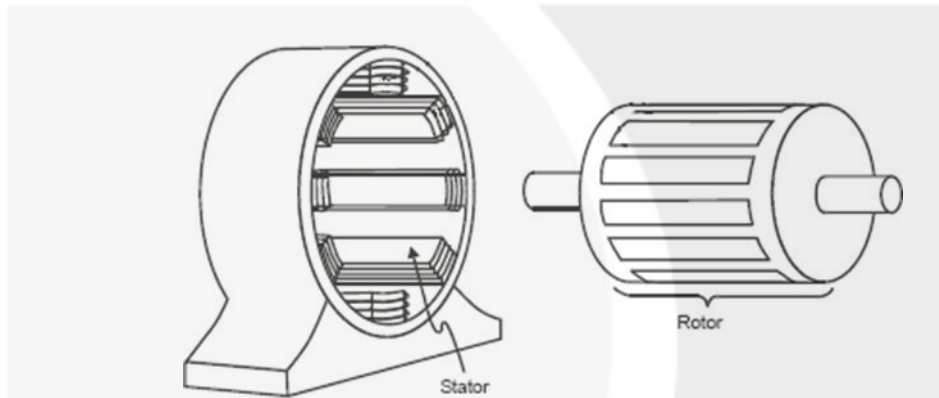
Φ_m = Fluksi maksimum (Wb)

Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup GGL (E) akan menghasilkan arus (I). Adanya arus (I) di dalam medan magnet menimbulkan gaya (F) pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya *Lorenz* (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya bahwa tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor rotor oleh medan magnet putar stator (Berlianti, 2015). Artinya agar adanya tegangan terinduksi maka diperlukan relatif antara kecepatan medan magnet putar stator (N_s) dan kecepatan putar rotor (N_r). Dan perbedaan antara N_s dan N_r ini disebut dengan slip (S) yang dinyatakan dengan :

$$S = \frac{(N_s - N_r)}{N_r} \times 100\% \dots \dots \dots (1.2)$$

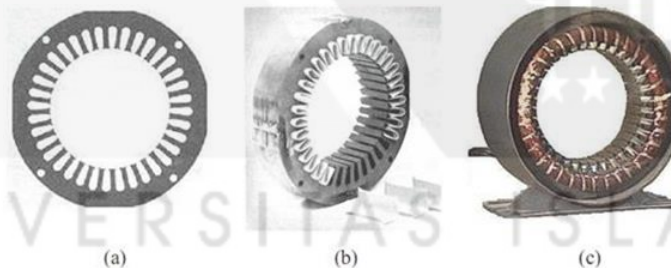
Bila $N_r = N_s$ maka slip bernilai nol, tidak ada fluks yang memotong belitan rotor sehingga pada belitan rotor tidak diinduksikan tegangan, maka tidak ada arus yang mengalir pada belitan rotor, dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Kopel motor akan timbul bila $N_r < N_s$. Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron (Berlianti, 2015).

2.3 Kontruksi Motor Induksi



Gambar 2.1 Kontruksi Motor Induksi
Sumber : (Saputra, 2014)

Motor induksi adalah motor AC yang paling banyak dipergunakan, karena konstruksinya yang kuat dan karakteristik kerjanya yang baik (Bukit, 2022). Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator bagian yang diam. Diantara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil, konstruksi motor induksi dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.2 Belitan Motor Induksi
Sumber : (Saputra, 2014)

(Hamdani, et al., 2019) Komponen stator adalah bagian terluar dari motor yang

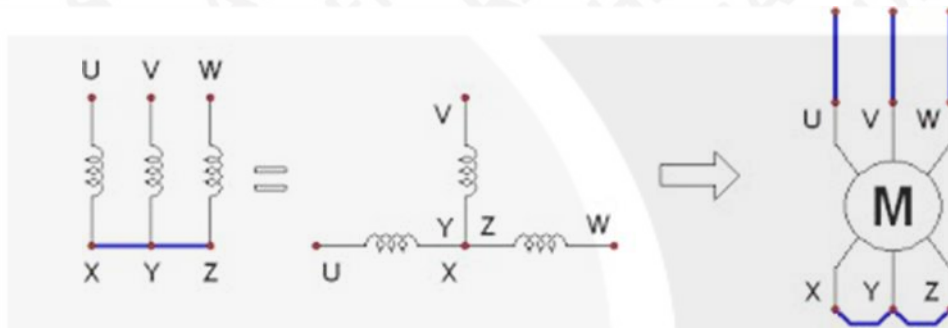
merupakan bagian yang diam dan mengalirkan arus *phasa*. Stator terdiri atas tumpukan laminasi inti yang memiliki alur yang menjadi tempat kumparan dililitkan yang berbentuk silindris. Alur pada tumpukan laminasi inti diisolasi dengan kertas (Gambar 2.2 (b)). Tiap elemen laminasi ini dibentuk dari lembaran besi (Gambar 2.2 (a)). Tiap lembaran besi tersebut memiliki beberapa alur dan beberapa lubang pengikat untuk menyatukan inti. Tiap kumparan tersebar dalam alur yang disebut belitan *phasa* dimana untuk motor tiga *phasa*, belitan tersebut terpisah secara listrik sebesar 120° . Kawat kumparan yang digunakan terbuat dari tembaga yang dilapis dengan isolasi tipis, kemudian tumpukan inti dan belitan stator diletakkan dalam cangkang silindris (Gambar 2.2 (c)). Berikut ini contoh lempengan laminasi inti, lempengan inti yang telah disatukan, belitan stator yang telah dilekatkan pada cangkang luar untuk motor induksi tiga *phasa*. Gambar 2.2 Komponen stator motor induksi tiga *phasa*, (a) Lempengan inti, (b) Tumpukan inti dengan kertas isolasi pada beberapa alurnya, (c) Tumpukan inti dan kumparan dalam cangkang stator.

2.4 Hubungan Bintang (Y) Segitiga (Δ) Pada Motor Induksi 3 *Phasa*

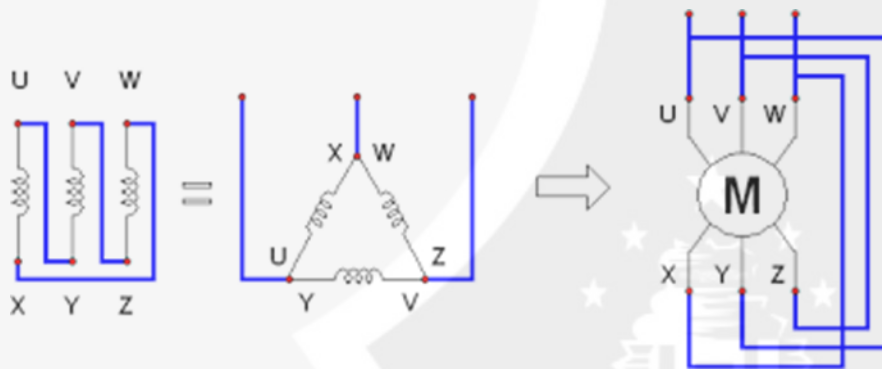
Sesuai dengan namanya yaitu bintang segitiga atau sering disebut *star delta*, pengasutan ini bekerja dengan rangkaian belitan bintang (Y), dan beberapa saat rangkaian bintang terlepas kemudian digantikan dengan rangkaian segitiga (Δ). Melalui metode bintang segitiga ini arus awal yang sampai 6 kali dapat dihindarkan dengan cara menurunkan arus *starting* sebesar 33,33%. Arus yang mengalir pun dapat ditekan menjadi $1/3$ dari arus pengasutan langsung (Arifin & Umar, 2021).

(ZULFAHMI, 2021) Prinsipnya adalah saat sebuah motor 3 *phasa* distart awal, motor tidak dikenakan nilai tegangan penuh dan hanya arus saja yang digunakan secara penuh. Tentunya motor induksi bertipikal seperti ini hanya motor induksi dengan daya diatas 5.5 HP (Horse Power), sedangkan 1 HP adalah bernilai 0.75 KW (kilowatt). Karena penggunaan arus mula yang lumayan besar ini, maka diperlukanlah hubungan bintang (Y) untuk meminimalisir arus. Setelah motor berputar dan arus sudah mulai turun, barulah dipindahkan menjadi hubungan segitiga (Δ) sehingga motor tersebut mendapatkan nilai tegangan secara penuh.

Motor yang digunakan dalam pengasutan ini adalah jenis motor induksi 3 *phasa*. Pada dasarnya, motor listrik tiga *phasa* memiliki tiga kumparan stator yang terpisah satu dengan lainnya. Masing-masing kumparan stator terdiri atas satu ujung masuk dan satu ujung keluar. Oleh karena itu, secara keseluruhan pada sebuah motor listrik tiga *phasa* terdapat enam ujung sisi kumparan stator. Berikut merupakan hubungan belitan motor bintang (Y) dan segitiga (Δ).



Gambar 2.3 Hubungan Bitang
Sumber : (FAKHURDIN et al., 2020)



Gambar 2.4 Hubungan Segitiga
Sumber : (FAKHURDIN et al., 2020)

2.5 Sistem Kendali Elektromagnetik

(Sudarsana, 2017) Pengendali adalah segala usaha yang dilakukan untuk membimbing suatu proses dalam mencapai suatu tujuan. Jadi yang tergolong atau yang dimaksud dengan pengendalian motor adalah meliputi pengaturan dan pengendalian motor dari saat *start* sampai motor itu berhenti, agar operasi atau kerja dari motor tersebut sesuai dengan ketentuan atau kebutuhan. Tahapan mengoperasikan motor pada dasarnya dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :