



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor arus bolak – balik (ac) yang paling banyak digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relative antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator. [5]

Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor – konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus dan sesuai dengan hukum Lorentz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor, yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun. [5]

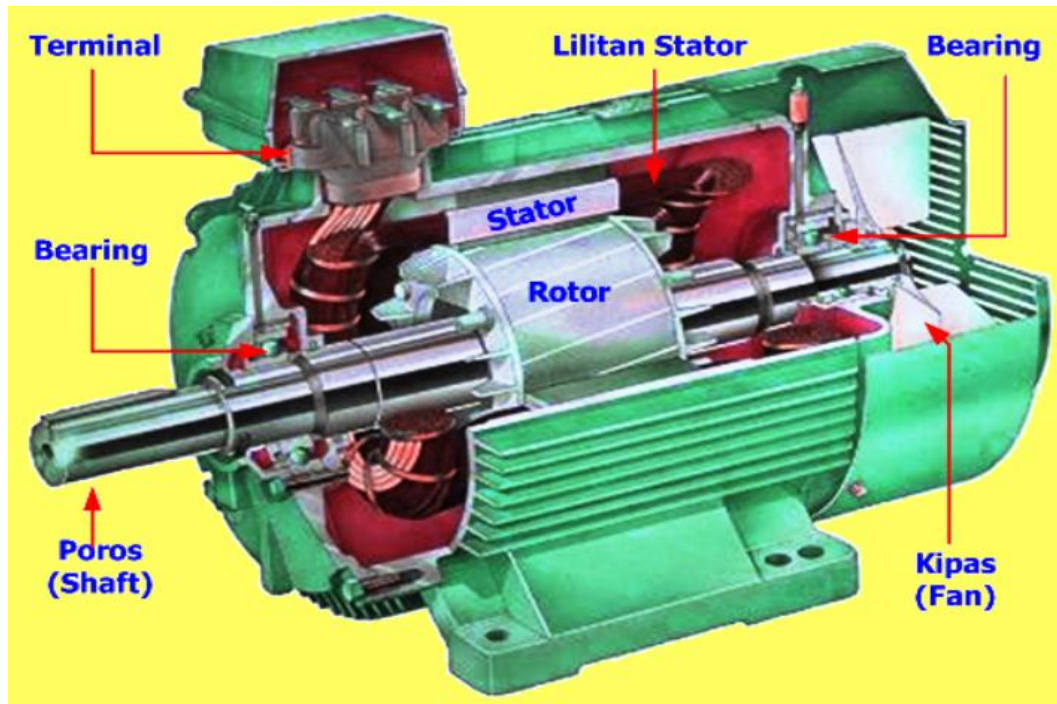
Penggunaan motor induksi yang banyak dipakai di dunia industri mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Bentuknya yang sederhana dan memiliki konstruksi yang kuat.
2. Harga relatif murah dan dapat diandalkan.
3. Perawatan yang minimum.
4. Efisiensi tinggi pada keadaan berputar normal, tidak memerlukan sikat sehingga rugi – rugi daya yang diakibatkannya dari gesekan dapat dikurangi.
5. Pengaturan pengoperasian (pengontrolan) yang mudah dan sederhana.

Namun disamping hal tersebut diatas, terdapat pula faktor – faktor kerugian yang tidak menguntungkan dari motor induksi yaitu sebagai berikut :

1. Pengaturan kecepatan dari motor induksi sangat mempengaruhi efisiensinya.
2. Kecepatan motor induksi akan menurun seiring dengan bertambahnya beban, tidak seperti motor DC atau motor shunt

3. Kopel awal mutunya rendah dibandingkan dengan motor DC shunt.
4. Kecepatan tidak mudah dikontrol.
5. Power faktor rendah pada beban ringan.
6. Arus start biasanya 5 – 7 kali dari arus nominal. [1]



Gambar 2.1 Konstruksi Motor Induksi

2.1.1 Macam-Macam Motor Induksi

Berdasarkan prinsip kerjanya :

- ✓ Motor induksi rotor sangkar
- ✓ Motor induksi rotor belitan
- ✓ Motor komutator seri
- ✓ Motor kompensasi
- ✓ Motor shunt, dan motor repulsion. Berdasarkan arcs dan tegangan :
 - Motor induksi tiga fasa
 - Motor induksi satu fasa



Berdasarkan kecepatan putarnya :

- ✓ Bervariasi
- ✓ Dapat diatur

Berdasarkan strukturnya

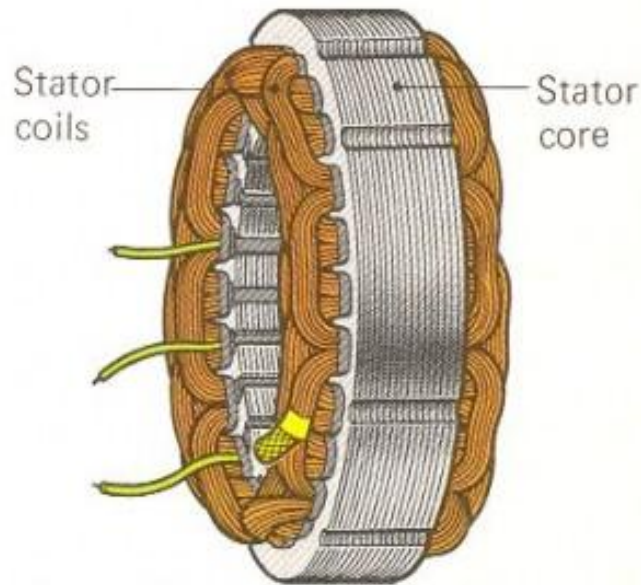
- ✓ Terbuka
- ✓ Tertutup
- ✓ Setengah tertutup
- ✓ Berventilasi [3]

2.1.2 Konstruksi Motor Induksi

Pada dasarnya motor induksi memiliki suatu bagian yang tidak bergerak (stator) dan bagian yang bergerak (rotor).

a. STATOR

Pada dasarnya belitan stator motor induksi tiga fasa sama dengan belitan motor sinkron. Konstruksi besi atau baja pada statornya belapis- lapis dan mempunyai alur untuk melilitkan kumparan. Stator mempunyai tiga bagian kumparan, ujung-ujung belitan kumparan dihubungkan melalui terminal untuk memudahkan penyambungan dengan sumber tegangan (bisa dilihat pada gambar 2.2). Masing-masing kumparan stator mempunyai beberapa buah kutub, jumlah kutub ini menentukan kecepatan motor tersebut. Semakin banyak jumlah kutubnya maka putaran yang terjadi semakin rendah. [1]



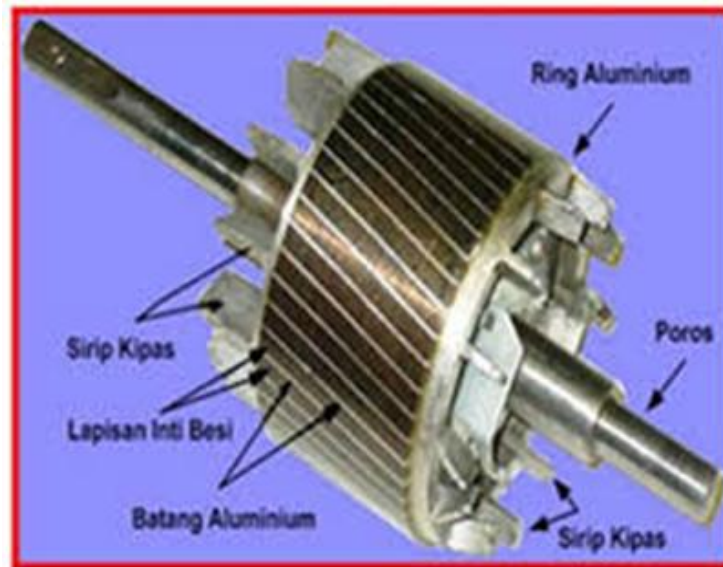
Gambar 2.2 Stator

b. ROTOR

Dalam hal konstruksi rotornya, motor induksi dibagi atas dua jenis, jenis rotor sangkar (squirrel – cage rotor) dan jenis rotor belitan (wound rotor).

- **Motor Rotor Sangkar**

Motor induksi jenis rotor sangkar lebih banyak digunakan daripada jenis rotor lilit, sebab rotor sangkar mempunyai bentuk yang sederhana. Belitan rotor terdiri atas batang-batang penghantar yang ditempatkan di dalam alur rotor. Batang penghantar ini terbuat dari tembaga, alloy atau alumunium. Ujung - ujung batang penghantar dihubung singkat oleh cincin-cincin, sehingga berbentuk sangkar burung. Motor induksi yang menggunakan rotor ini disebut motor induksi rotor sangkar. Karena batang penghantar rotor yang telah dihubung singkat, maka tidak dibutuhkan tahanan luar yang dihubungkan seri dengan rangkaian rotor pada saat awal berputar. Alur-alur rotor biasanya tidak dihubungkan sejajar dengan sumbu (poros) tetapi sedikit miring (lihat pada gambar 2.3). [1]

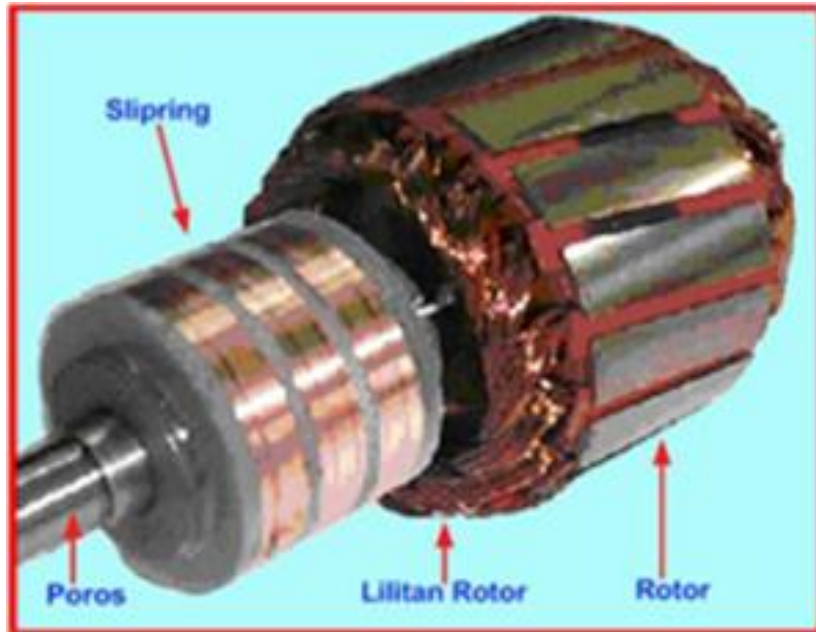


Gambar 2.3 Rotor Sangkar

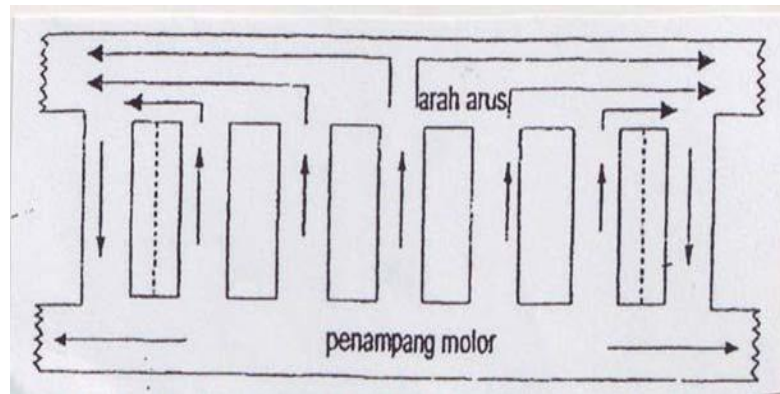
- **Motor Rotor Lilit**

Rotor lilit terdiri atas belitan fasa banyak, belitan ini dimasukkan ke dalam alur - alur inti rotor. Belitan ini sama dengan belitan stator, tetapi belitan selalu dihubungkan secara bintang. Tiga buah ujung-ujung belitan dihubungkan ke terminal- terminal sikat dan cincin seret yang terletak pada poros rotor. Pada jenis rotor lilit kita dapat mengatur kecepatan motor dengan cara mengatur tahanan belitan rotor tersebut. Pada keadaan kerja normal sikat karbon yang berhubungan dengan cincin seret tadi dihubung singkat (lihat pada gambar 2.4). Motor induksi rotor lilit dikenal dengan sebutan Motor induksi slipring atau motor induksi rotor lilit. [1]

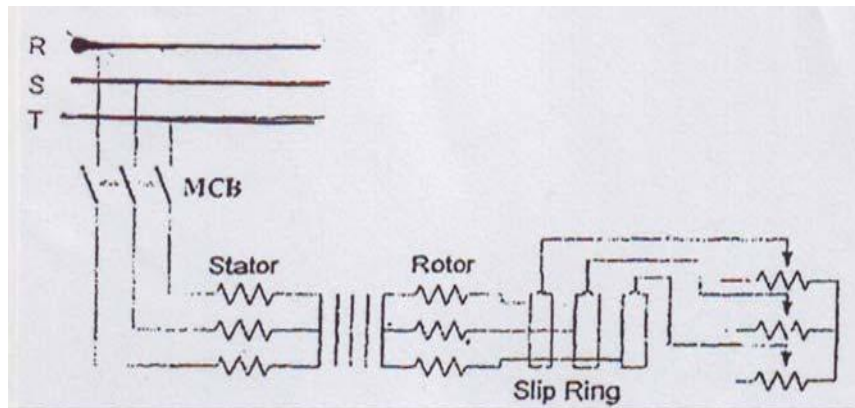
Suatu keuntungan dari motor induksi dengan rotor lilit adalah dapat ditambah dengan tahanan luar. Hal ini sangat menguntungkan untuk starting motor pada saat berbeban berat dan sekaligus sebagai pengatur putaran motor. Rangkaian motor induksi dengan rotor lilit dilengkapi dengan tahanan luar (bisa dilihat pada gambar 2.6). [1]



Gambar 2.4 Rotor Lilit



Gambar 2.5 Arus Pada Rotor Sangkar



Gambar 2.6 Rangkaian Rotor Lilit Dengan Tahanan Luar



2.1.3 Prinsip Kerja Motor Induksi

Pada dasarnya ada beberapa prinsip penting pada motor – motor induksi yaitu :

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator akan timbul medan putar dengan kecepatan $n_s = \frac{120 \times f}{p}$(2.1)

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.

3. Akibatnya pada kumparan rotor timbul tegangan induksi (ggl) sebesar :
 $E_{2s} = 4.44 f_2 N_2 \Phi_m$(2.2)

4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup, maka ggl (E) akan menghasilkan arus (I).

5. Adanya arus (I) didalam medan magnet menimbulkan gaya (F) pada rotor.

6. Bila kopel mula dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.

7. Seperti telah dijelaskan pada (3) tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya agar tegangan terinduksi diperlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan berputar rotor (n_r).

8. Perbedaan kecepatan antara kecepatan rotor (n_r) dan kecepatan putar (n_s) disebut slip (s) yang dinyatakan dengan :

a. $s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$(2.3)

9. Bila $N_r = N_s$, tegangan tidak terinduksi dan arus tidak akan mengalir pada kumparan jangkar (rotor), dengan demikian tidak akan dihasilkan kopel. Kopel motor akan ditimbulkan apabila n_r lebih kecil dari n_s

10. Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron. [3]



2.2 Jenis – Jenis Pengasutan Motor Induksi

Pada dasarnya, menjalankan motor induksi hampir sama dengan menghubungkan – singkatkan sebuah transformator, akibatnya arus start yang diambil sangat besar, hal tersebut tidak boleh dilakukan untuk setiap motor induksi. [3]

Motor – motor dengan daya yang lebih kecil dari 5 HP (Horse Power) dapat distart secara langsung ke jala – jala sumber listrik, tetapi untuk motor dengan daya besar (di atas 5 HP) arus startnya harus diatur, sehingga motor yang beroperasi tidak mengalami arus start yang sangat besar. [3]

Untuk mengurangi arus start tersebut, maka digunakanlah beberapa pengasutan motor seperti berikut ini. Beberapa jenis pengasutan (starter) motor yang umum diantaranya adalah :

1. Direct On Line (DOL) atau langsung.
2. Star Delta atau Bintang Segitiga.
3. Auto Transformator.
4. Pengasutan dengan tahanan seri.
5. Pengasutan dengan tahanan mula jalan (start). [3]

1. Direct On Line (DOL) atau Langsung

Motor diperbolehkan operasi secara langsung bila daya motor tidak terlalu besar/kurang dari 5 HP (Horse Power). Menjalankan motor secara langsung artinya motor dihubungkan langsung ke jala-jala dan hanya dilengkapi pengaman beban lebih atau sekering. [3]

Pengontrolan secara manual dapat dilakukan dengan menggunakan saklar fungsi ON dan OFF, misalnya saklar tekan udara untuk kompresor, saklar pengapung pada control mesin pompa, thermostat pada mesin pendingin dan banyak lagi yang dapat kita temukan di industry, pengontrolan secara otomatis dapat dilakukan dengan alat-alat kontrol relay magnet seperti kontaktor. [3]

Jika tombol run ditekan maka tegangan dari sumber akan menghidupkan kontaktor, ketika kontaktor menyala anak kontak berubah dari NO (Normally open) menjadi NC (Normally close), tegangan dari sumber akan menghidupkan/mengoperasikan motor. Jika kontaktor bekerja ditandai dengan

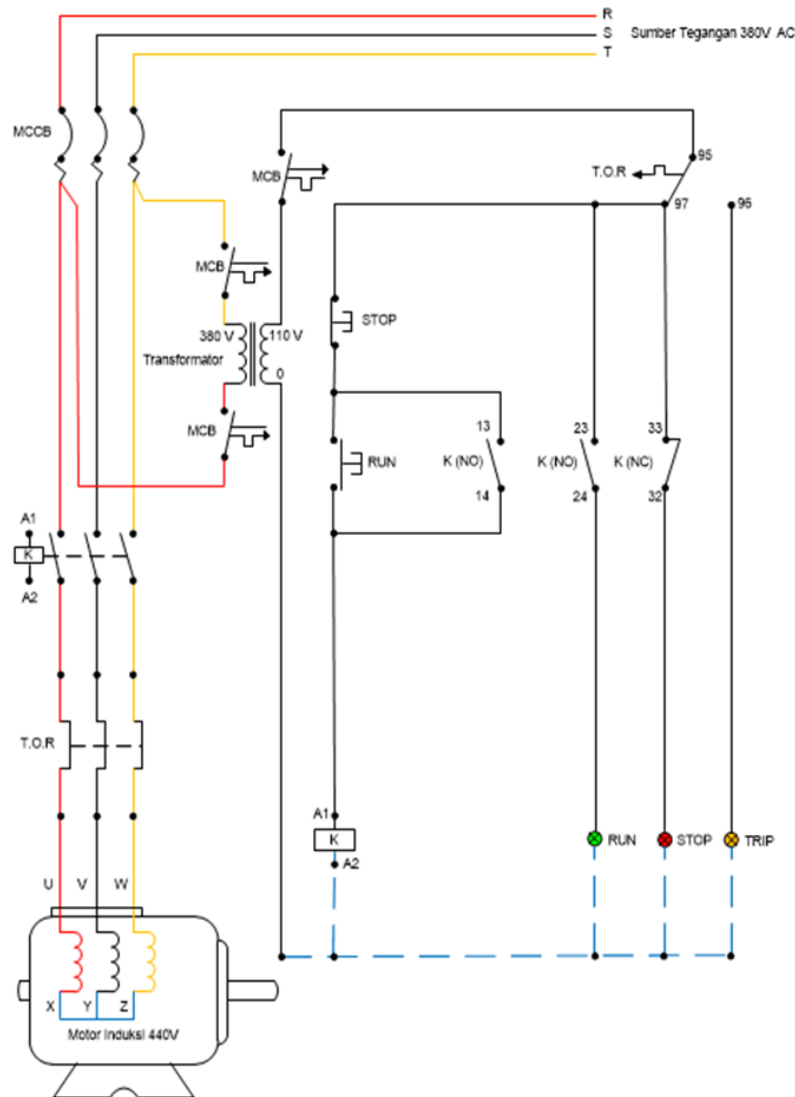


lampu hijau, jika kontaktor tidak bekerja ditandai dengan menyalnya lampu merah dan jika terjadi gangguan lampu kuning akan menyala, menyalnya lampu kuning menandakan overload bekerja itu berarti motor dalam keadaan beban lebih. Jika tombol run dilepas kontaktor akan tetap beroperasi, ini diakibatkan karena adanya kontak bantu NO (Normally open) dari kontaktor yang telah berubah menjadi NC, jika tombol stop ditekan maka akan memutuskan rangkaian control dan motor akan berhenti bekerja, jika ada arus beban lebih pada saat dioperasikan maka MCB pada rangkaian control akan memutuskan rangkaian, jika terjadi gangguan antara fasa dengan fasa atau fasa dengan ground maka MCCB akan bekerja secara otomatis (lihat gambar 2.7).

Besar arus startnya dari 4 sampai 7 dari arus beban penuhnya (bila tidak diketahui biasanya dipakai 6x arus beban penuhnya). Hal ini terjadi karena motor pada saat diam memiliki momen inersia (motor dalam keadaan diam), sehingga untuk mengalahkannya momen inersia ini dibutuhkan arus yang besar.

$$I_{DOL} = I_n \times 6 \text{ s} \dots \dots \dots (2.4)$$

Starter ini terdiri dari Breaker sebagai proteksi hubung singkat, Magnetik Contactor, Over Current Relay dan komponen control seperti push button, MCB dan pilot lamp. Kontrol Start dan Stop dilakukan dengan push button yang mengontrol tegangan pada coil contactor. Sementara itu output OCR terangkai secara seri sehingga jika OCR trip, maka output OCR akan melepas tegangan ke coil contactor. Komponen penyusun starter ini harus mempunyai kapasitas yang cukup besar. Perlu diperhitungkan juga arus saat start motor, demikian juga ukuran range overloadnya. [6]



Gambar 2.7 Rangkaian Pengasutan DOL (Direct On Line)

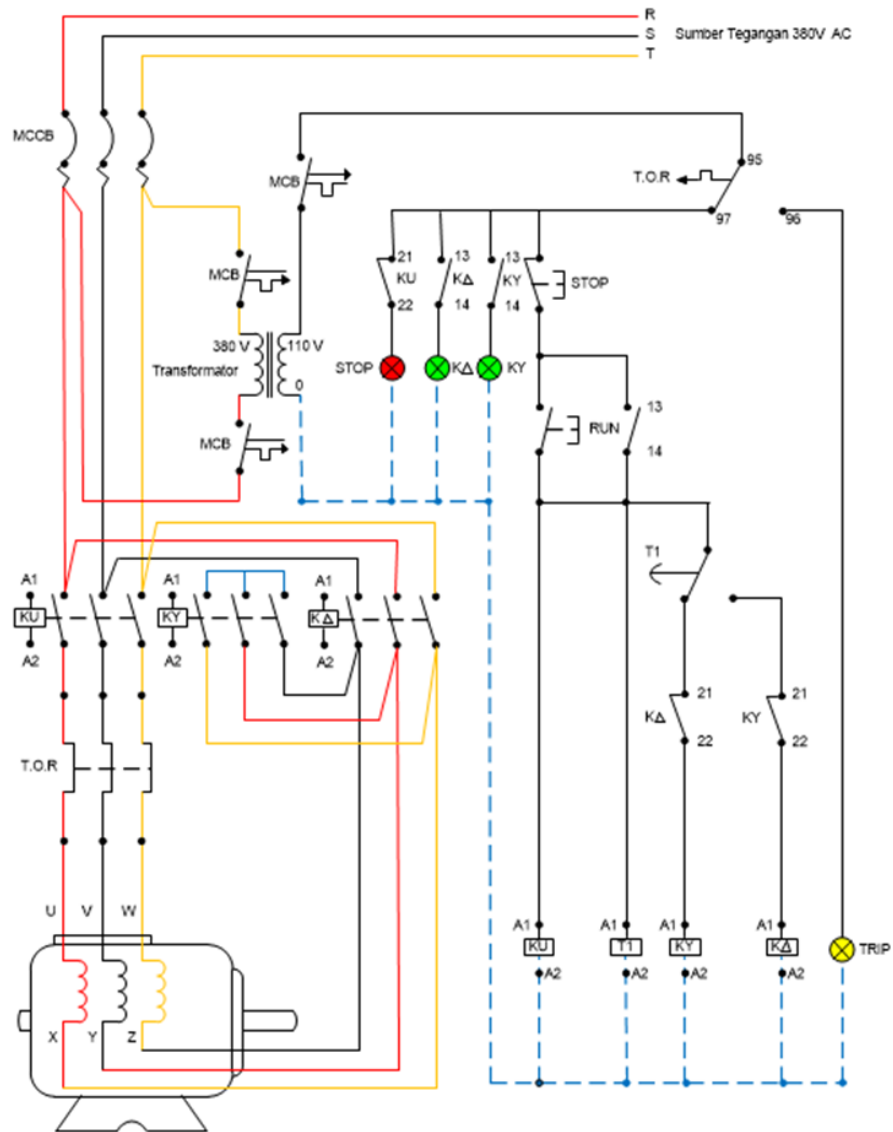
2. Start Delta atau Bintang Segitiga

Starter ini mengurangi lonjakan arus dan torsi pada saat start. Tersusun atas 3 buah contactor yaitu Main Contactor, Star Contactor dan Delta Contactor, Timer untuk pengalihan dari Star ke Delta serta sebuah overload relay. Pada saat start, starter terhubung secara Star. Gulungan stator hanya menerima tegangan sekitar $0,578 \left(\frac{V_{L-L}}{\sqrt{3}} \right)$. Jadi arus dan torsi yang dihasilkan akan lebih kecil dari pada DOL Starter. Setelah mendekati speed normal starter akan berpindah menjadi



terkoneksi secara Delta. Starter ini akan bekerja dengan baik jika saat start motor tidak terbebani dengan berat. [3]

Jika tombol run ditekan maka akan mengoperasikan kontaktor utama, timer, dan kontaktor (Y) dan motor akan beroperasi dalam hubungan bintang (Y). Jika timer bekerja selama setting waktu yang telah ditentukan maka anak kontak dari timer yang tadinya NC (Normally close) untuk menghubungkan motor dalam hubungan bintang (Y) berpindah kontak yang tadinya NO (Normally open) menjadi NC (Normally close) untuk hubungan delta (Δ), motor dalam hubungan bintang (Y) akan ditandai dengan lampu hijau (Y), motor dalam hubungan (Δ) akan ditandai dengan lampu (Δ), jika terjadi gangguan lampu kuning akan menyala, menyalnya lampu kuning menandakan overload bekerja itu berarti motor dalam keadaan beban lebih, jika ada arus beban lebih pada saat operasi maka MCB pada rangkaian control akan memutus rangkaian, jika terjadi gangguan antar fasa atau fasa dengan ground maka MCCB akan bekerja secara otomatis, jika tombol stop ditekan maka akan memutus rangkaian control dan motor akan berhenti beroperasi.



Gambar 2.8 Rangkaian Pengasutan Star-Delta

Pada star delta starter, arus yang mengalir adalah

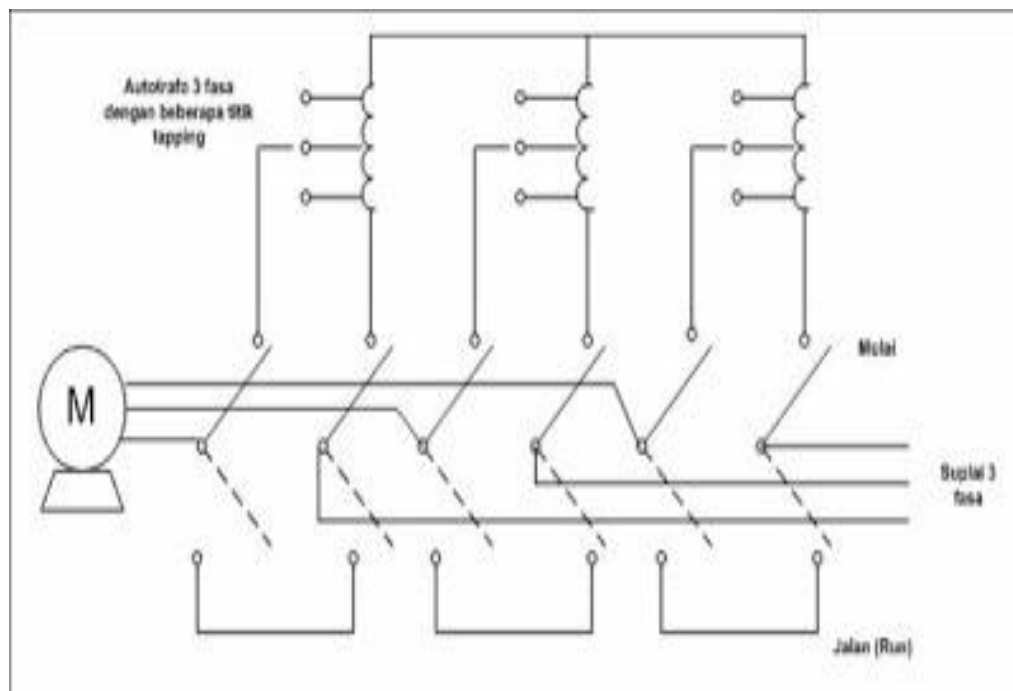
$$I = \frac{I_{DOL}}{3} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana I_{DOL} = Arus start langsung [2]

3. Pengasutan Dengan Auto – Transformator

Sebuah pengasutan motor dengan autotransformator merupakan salah satu metode lain yang dapat digunakan untuk mengurangi besarnya arus pengasutan motor dengan cara mengurangi besarnya tegangan selama proses-proses awal pengasutan karena pengurangan tegangan akan berakibat berkurangnya torsi asut maka tegangan akan direduksi secukupnya saja untuk mengurangi arus pengasutan, dengan cara memilih tingkat tegangan tertentu yang dikenal sebagai tapping tegangan. [6]

Rangkaian pengasutan dengan autotransformator ditunjukkan pada gambar rangkaian (lihat gambar 2.9) dengan memposisikan saklar pada posisi mulai (start) maka akan diperoleh hubungan seri antara belitan-belitan autotransformator, dengan belitan pengasutan motor yang terhubung delta. Ketika kecepatan putaran motor telah cukup tinggi, maka saklar dipindahkan ke posisi jalan (run) yang akan menghubungkan belitan-belitan motor secara langsung ke suplai tegangan 3 fasa. Pengasutan motor ini juga dilengkapi dengan peralatan proteksi beban lebih serta proteksi terhadap terjadinya kehilangan tegangan. [5]



Gambar 2.9 Rangkaian Pengasutan dengan Autotransformator



Pada autotransformer starter, arus yang mengalir adalah

$$I = \left[\frac{V_m}{V_1} \right]^2 \times I_{DOL} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

V_m = Tegangan sekunder dari Auto-Transformator

V_1 = Tegangan supply

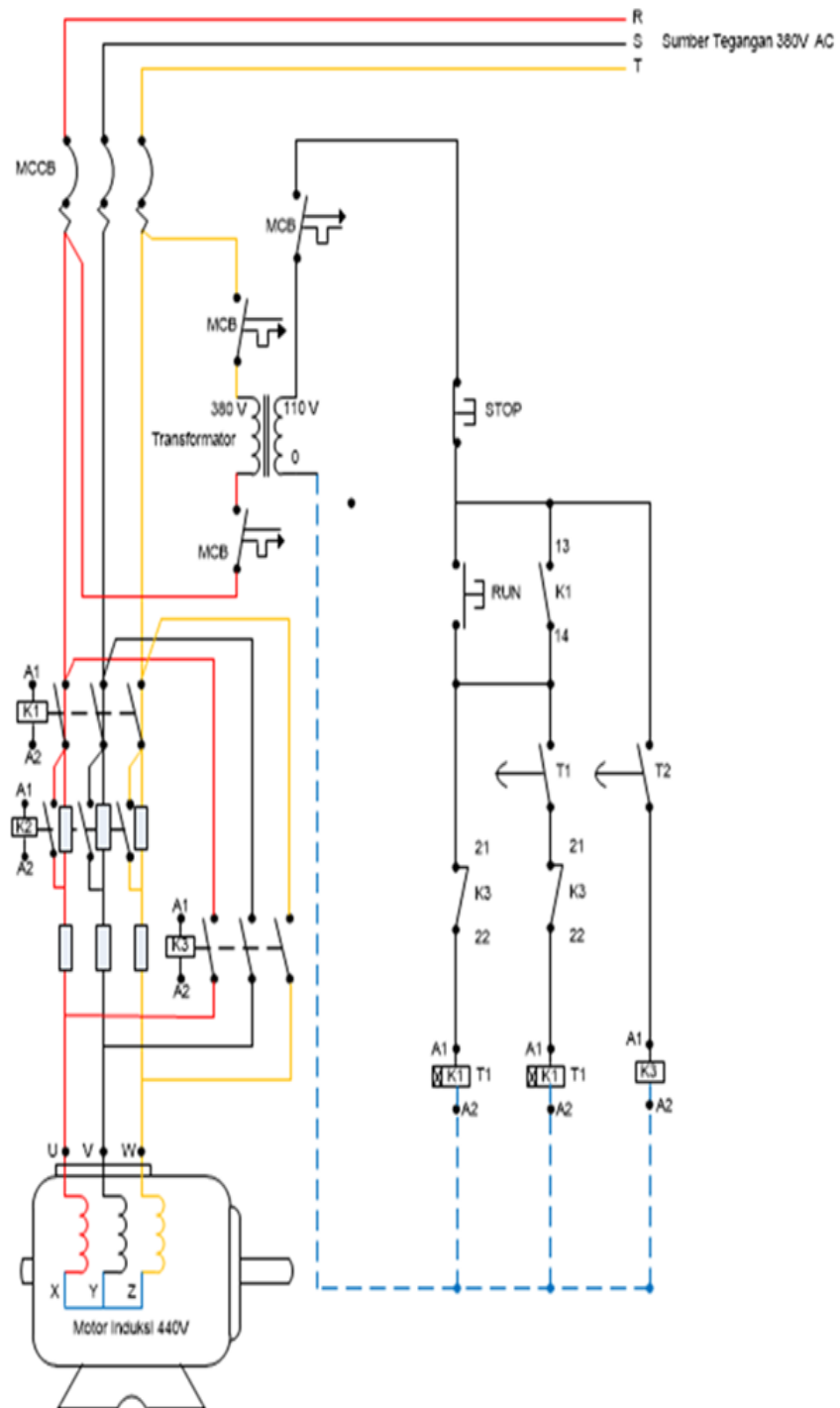
I_{DOL} = Arus start langsung [2]

4. Pengasutan Dengan Tahanan Seri

Pengurangan tegangan ke motor dapat dilakukan dengan menambah tahanan seri terhadap motor. Bila arus motor yang dijalankan besar maka dapat menimbulkan guncangan yang cukup kuat pada saat start awal dan trip pada pengaman beban lebih terlalu cepat. [3]

Dengan memasang tahanan seri, kita dapat mengatur kecepatan motor secara bertahap, secara otomatis dan mendapat kopel mula yang diinginkan, terutama untuk motor dengan daya besar diatas 5 HP. [3]

Starter dengan tahanan seri kita primer dapat kita lakukan satu tingkat atau lebih bergantung pada daya motor yang hendak dioperasikan. Gambar 2.10 menunjukkan diagram daya dengan tahanan primer dua tahap. [3]



Gambar 2.10 Rangkaian Pengasutan Tahanan Seri



Berdasarkan gambar 2.10 jika tombol run ditekan maka akan mengoperasikan KT 1 motor akan beroperasi dalam keadaan $R = 1$, jika tombol run dilepas kontaktor akan tetap beroperasi ini diakibatkan karena adanya kontak bantu NO (Normally Open) dari kontaktor yang telah berubah menjadi NC (Normally close). Beberapa saat kemudian (dalam setting waktu yang telah ditentukan) anak kontak KT 1 yang tadinya NO (Normally open) berubah menjadi NC (Normally close) dan akan mengoperasikan KT 2, hal ini mengakibatkan motor beroperasi dalam keadaan $R = 1/2$. Beberapa saat kemudian anak kontak KT 2 yang tadinya NO (Normally Open) berubah menjadi NC (Normally close) dan mengoperasikan K 3, Beroperasinya K 3 menghentikan beroperasinya KT 1 dan KT 2 akan tetapi K 3 tetap beroperasi karena adanya bantuan dari anak kontak bantu K 3, motor dalam keadaan beroperasi $R = 0$. jika ada arus beban lebih pada saat operasi maka MCB pada rangkaian control akan memutus rangkaian, jika terjadi gangguan antar fasa atau fasa dengan ground maka MCCB akan bekerja secara otomatis, jika tombol stop ditekan maka akan memutus rangkaian control dan motor akan berhenti beroperasi.

5. Pengasutan Tahanan Mula Jalan

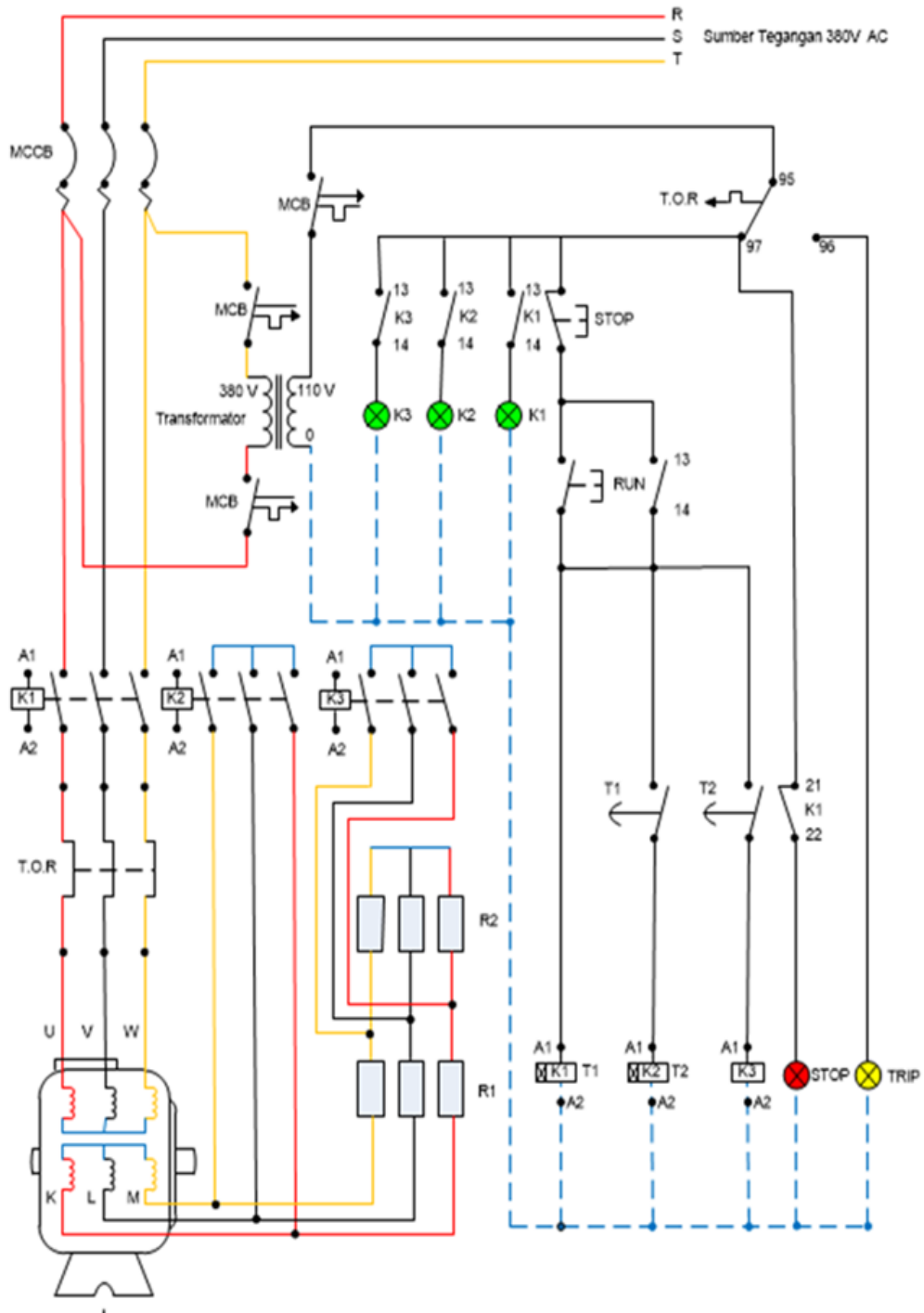
Pengasutan dengan tahanan mula jalan dilakukan pada motor belitan (slip ring/cincin geser). Kumputan rotor motor dihubungkan pada cincin geser dan sikat arang pada tahanan mula jalan. [2]

Pada saat start kumputan rotor disambung seri dengan tahanan atur dalam kedudukan penuh/maksimum, hal ini membuat arus rotor berkurang, sehingga arus start dari sumber pun menurun. Pada saat putaran penuh tahanan mula jalan terhubung singkat, menyebabkan kumputan jangkar hubung singkat dengan adanya peralatan mekanik, kontak khusus yang terdapat pada sumbu. Sehingga motor berputar seperti umumnya jenis motor induksi, dimana rotor dalam hubung singkat. [3]

Berdasarkan gambar 2.11 jika tombol run ditekan maka akan mengoperasikan KT 1 dan akan menghidupkan motor dalam keadaan $R = 1$, jika tombol run dilepas kontaktor akan tetap beroperasi ini diakibatkan karena adanya kontak



bantu dari kontaktor yang telah berubah menjadi NC (Normally close). Beberapa saat kemudian (dalam setting waktu yang telah ditentukan) KT 1 pada kontak timer 1 akan merubah dari NO (Normally open) ke NC (Normally close) untuk menghidupkan KT 2, saat KT 2 beroperasi motor dalam keadaan $R = 1/2$. Beberapa saat kemudian KT 2 pada timernya akan mengubah kontaknya dari NO (Normally open) ke NC (Normally close) untuk mengoperasikan K 3, pada hal ini motor beroperasi dalam keadaan $R = 0$. KT 1 beroperasi ditandai lampu hijau K 1, KT 2 beroperasi ditandai lampu hijau K 2, K 3 beroperasi ditandai lampu hijau menyala dan jika terjadi gangguan lampu kuning menyala, lampu kuning menyala menandakan overload bekerja, itu berarti motor dalam keadaan beban lebih, jika ada arus beban lebih pada saat motor beroperasi maka MCB pada rangkaian control akan memutuskan rangkaian, jika terjadi gangguan antar fasa atau fasa dengan ground maka MCCB akan bekerja secara otomatis, jika tombol stop ditekan maka akan memutus rangkaian control dan motor akan berhenti beroperasi.

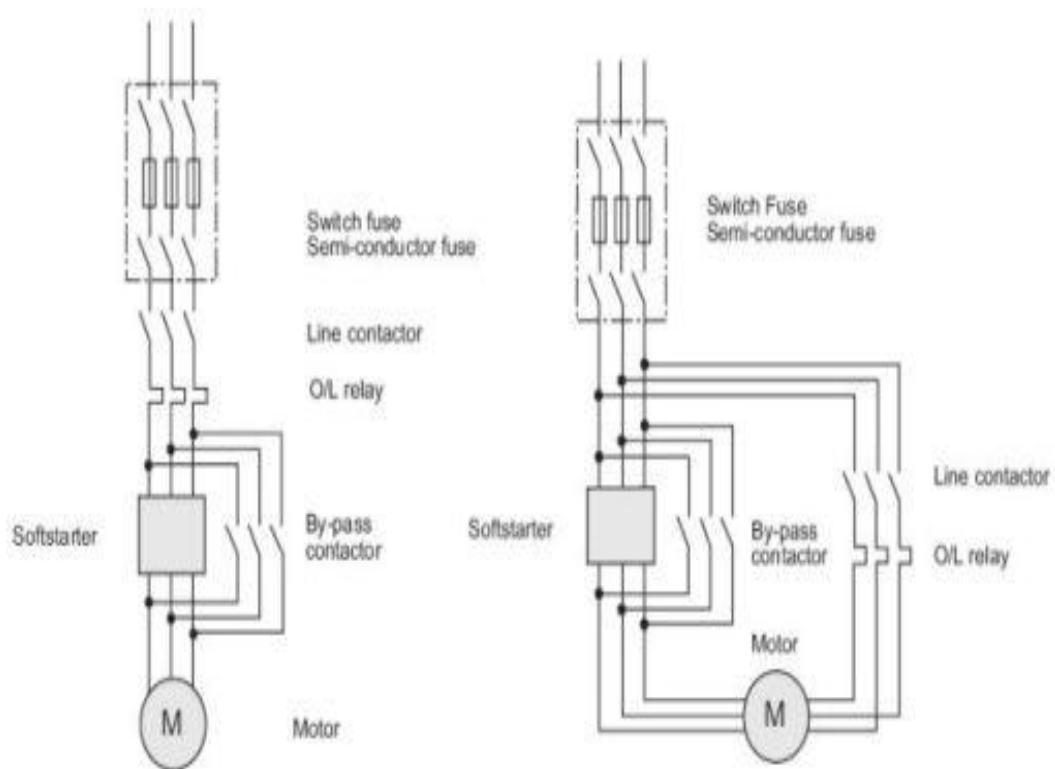


Gambar 2.11 Rangkaian Pengasutan Tahanan Mula Jalan

2.3 Soft Starter

Soft starting adalah suatu cara lain penurunan tegangan pengasutan dari Motor Induksi . Soft starting merupakan metode pengasutan yang prinsip kerja dari pengasutan yang hampir sama dengan pengasutan motor menggunakan primary resistance atau primary reactance yang diseri dengan suplai tegangan ke motor. Soft starting terdiri dari komponen solid state thyristor untuk mengontrol tegangan yang masuk ke motor secara bertahap sampai tegangan penuh. Tujuannya untuk mendapatkan pengasutan yang terkendali, sehalus mungkin serta terproteksi dan tercapai kecepatan nominal yang konstan. Berikut adalah gambar rangkaian dasar soft starting. [4]

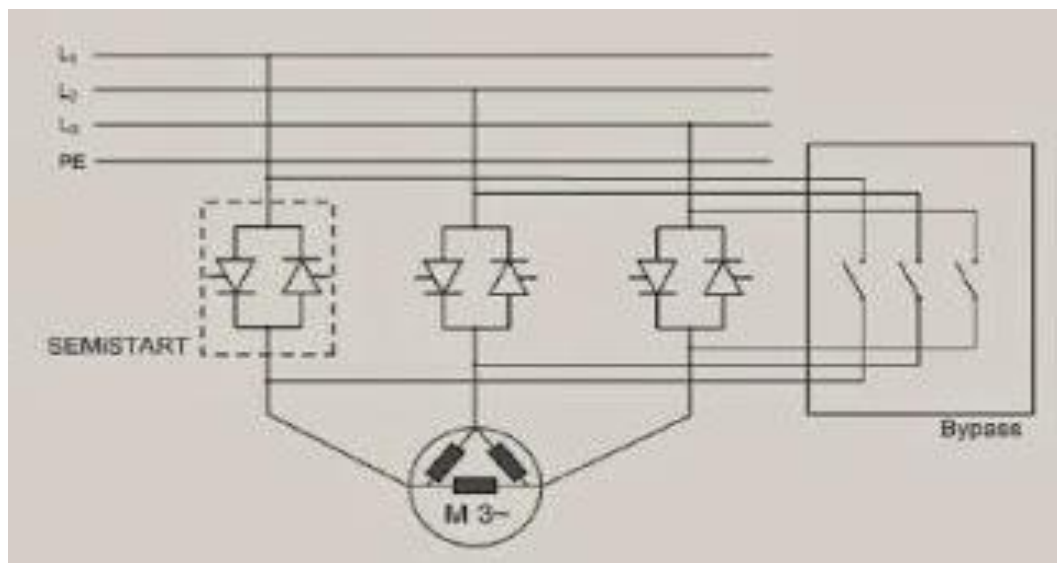
Pertama-tama motor hanya diberikan tegangan yang rendah sehingga arus dan torsi pun juga rendah. Pada level ini motor hanya sekedar bergerak perlahan dan tidak menimbulkan kejutan. Selanjutnya tegangan akan dinaikan secara bertahap sampai ke nominal tegangannya dan motor akan berputar dengan dengan kondisi RPM yang nominal (lihat gambar 2.12). [9]



Gambar 2.12 Rangkaian Dasar Soft Starting

Komponen utama softstarter adalah thyristor dan rangkaian yang mengatur trigger thyristor. Seperti diketahui, output thyristor dapat di atur via pin gate nya. Rangkaian tersebut akan mengontrol level tegangan yang akan dikeluarkan oleh thyristor (lihat gambar 2.13). Thyristor yang terpasang bisa pada 2 phase atau 3 phase. [9]

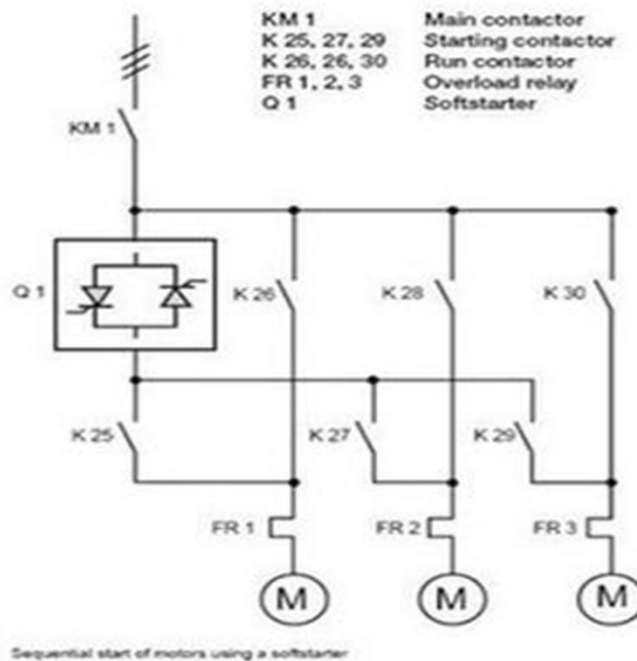
Komponen utama soft starter terdiri dari 6 buah thyristor untuk 3 fasa yang dipasang anti paralel.



Gambar 2.13 Rangkaian Soft Starter Motor 3 Fasa

setelah putaran mesin tercapai nominal dengan selisih slip yang kecil dari frekuensi jala-jala, maka rangkaian soft starting akan digantikan dengan by pass kontaktor. [8]

Selain untuk starting motor, Softstarter juga dilengkapi fitur soft stop. Jadi saat stop, tegangan juga dikurangi secara perlahan atau tidak dilepaskan begitu saja seperti pada starter yang menggunakan contactor (lihat gambar 2.14). [9]



Gambar 2.14 Diagram Line Rangkaian Soft Starter

2.4 Beban Motor Listrik

Dalam memahami sebuah motor listrik, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok:

- Beban torsi konstan, adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun torsi nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torsi konstan adalah conveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.
- Beban dengan torsi variabel, adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan torsi variabel adalah pompa sentrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
- Beban dengan energi konstan, adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin. [7]



2.5 Pembatasan Arus Mula Jalan

Untuk menghindari terjadinya perubahan tegangan jala – jala yang disebabkan oleh arus mula motor – motor listrik, keharusan PUIL dalam mengawasi semua perencanaan instalasi. Segala macam peralatan mula jalan adalah hasil suatu keharusan.

Untuk mendapatkan sumber daya utama, diharuskan menentukan pemakaian daya tiap – tiap motor, pula arus maksimum (arus mula jalan). Tiap motor melalui perhitungan – perhitungan yang telah ditentukan.

Arus mula jalan tertinggi harus ditambahkan dengan arus nominal dari lain – lain motor untuk mendapatkan arus total dari jala – jala.

Hal ini diharuskan sebab motor – motor tersebut tidak selalu dijalankan pada saat yang bersamaan. Berikut ditunjukkan tabel nilai nominal atau setelan tertinggi alat pengaman rangkaian motor terhadap hubung singkat.

Jenis Motor	Persentase arus beban penuh	
	Pemutus Sirkuit %	Pengaman Lebur %
Motor Sangkar atau Serempak, dengan pengasutan bintang segitiga., langsung pada jaringan, dengan resistor, dan motor fasa tunggal	250	400
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan autotransformator, atau motor sangkar reaktans tinggi.	200	400
Motor rotor lilit atau searah	150	400

Tabel 1. Persentase arus beban penuh untuk beberapa jenis motor listrik