



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar Motor Induksi Tiga Fasa

2.1.1 Motor induksi tiga fasa

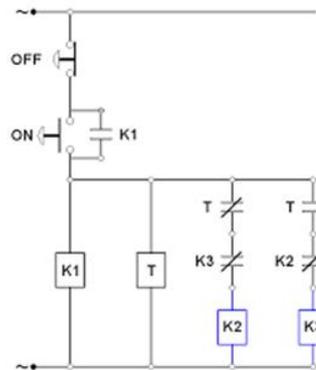
Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (ac) yang paling banyak digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating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

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ($n_s = 120f/p$). Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, dan sesuai dengan hukum lenz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar rotor. 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.

Pengasutan pada motor induksi 3 fasa ini merupakan metoda penyambungan kumparan-kumparan dalam motor 3 phase. Ada 2 model penyambungan kumparan pada motor 3 phase:

1. Sambungan Bintang/Star/Y

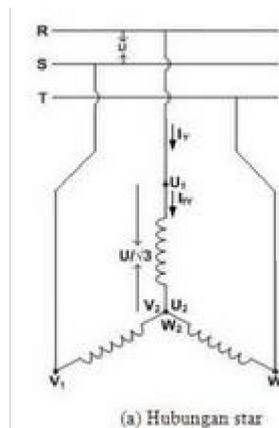
Sambungan bintang dibentuk dengan menghubungkan salah satu ujung dari ketiga kumparan menjadi satu. Ujung kumparan yang digabung tersebut menjadi titik netral, karena sifat arus 3 phase yang jika dijumlahkan ketiganya hasilnya netral atau nol.



Gambar 2.1 rangkaian kendali motor bintang

(Sumber : belajarelektronika.net/pengertian-motor-listrik-3-fasa)

Prinsip kerja rangkaian pengendali motor bintang segitiga secara otomatis adalah saat tombol Start S1 ditekan maka arus akan mengalir ke kontaktor K1, timer T dan kontaktor K2. Dalam kondisi ini motor akan hidup dengan sambungan bintang. Dalam waktu yang ditentukan atau disetting sebelumnya timer akan bekerja dan memutuskan arus ke kontaktor K2 sedangkan kontak NO pada timer akan menutup sehingga arus akan masuk ke kontaktor K3 sehingga menghidupkan motor dalam hubungan segitiga.

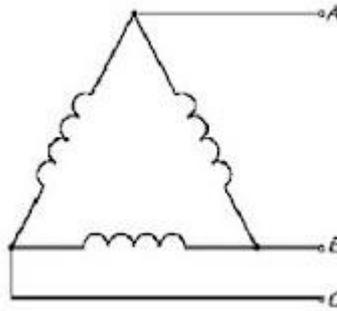


Gambar 2.2 rangkaian star

(Sumber : belajarelektronika.net/pengertian-motor-listrik-3-fasa)

2. Sambungan Segitiga/Delta

Sambungan delta atau segitiga didapat dengan menghubungkan kumparan-kumparan motor sehingga membentuk segitiga. Pada sambungan delta tegangan kumparan = tegangan antar phase akan tetapi arus jaringan sebesar $\sqrt{3}$ arus line.



Gambar 2.3 rangkaian delta

(Sumber : belajarelektronika.net/pengertian-motor-listrik-3-fasa)

Definisi motor induksi 3 fasa adalah suatu mesin listrik yang merubah energy listrik menjadi energy gerak dengan menggunakan gandingan medan listrik dan mempunyai slip antara stator dan rotor. Motor induksi merupakan motor yang paling banyak dijumpai di industri.

Motor induksi banyak digunakan dikalangan industri, ini berkaitan dengan beberapa keuntungan dan kerugian.

Keuntungan :

1. Sangat sederhana dan daya tahan kuat (konstruksi hampir tidak pernah terjadi kerusakan, khususnya tipe *squirrel cage*).
2. Harga relatif murah dan perawatan mudah.
3. Efisiensi tinggi. Pada kondisi berputar normal, tidak dibutuhkan sikat dan karenanya rugi daya yang diakibatkannya dapat dikurangi.
4. Tidak memerlukan starting tambahan dan tidak harus sinkron.

Kerugian :

1. Kecepatan tidak dapat berubah tanpa pengorbanan efisiensi.
2. Tidak seperti motor DC atau motor shunt, motor induksi tiga fasa kecepatannya akan menurun seiring dengan tambahan beban.
3. Kopel awal mutunya rendah dibandingkan dengan motor DC shunt.

2.1.2 Prinsip Kerja

Dalam motor induksi, tidak ada hubungan listrik ke rotor, arus rotor merupakan arus induksi. Konduktor rotor pada motor induksi mengalirkan arus dalam medan magnetik sehingga terjadi gaya padanya yang berusaha menggerakkannya dalam arah tegak lurus medan.

Jika lilitan stator diberi energi dari catu tiga fasa, dibangkitkan medan magnetik putar yang berputar pada kecepatan sinkron. Ketika medan melewati konduktor rotor, dalam konduktor ini diinduksikan ggl yang sama seperti ggl yang diinduksikan dalam lilitan sekunder transformator oleh fluksi arus primer. Rangkaian rotor adalah lengkap, baik melalui cincin ujung atau tahanan luar, ggl induksi menyebabkan arus mengalir dalam konduktor rotor. Jadi konduktor rotor yang mengalirkan arus dalam medan stator mempunyai gaya yang bekerja padanya.

Untuk arah fluksi dan gerak yang ditunjukkan, penggunaan aturan tangan kanan Fleming menunjukkan bahwa arah arus induksi dalam konduktor rotor menuju pembaca. Pada kondisi seperti itu, dengan konduktor pengalir arus berada dalam medan magnet seperti yang ditunjukkan, gaya pada konduktor mengarah ke atas karena medan magnet di bawah konduktor lebih kuat daripada medan di atasnya. Tetapi, konduktor-konduktor rotor yang berdekatan lainnya dalam medan stator juga mengalirkan arus dalam arah seperti pada konduktor yang ditunjukkan, dan juga mempunyai suatu gaya ke arah atas yang dikerahkan pada mereka. Pada setengah siklus berikutnya, arah medan stator akan dibalik, tetapi arus rotor juga akan dibalik, sehingga gaya pada rotor tetap ke atas. Demikian pula konduktor rotor di bawah kutub-kutub medan stator lain akan mempunyai gaya yang semuanya cenderung memutar rotor searah jarum jam. Jika kopel yang dihasilkan cukup besar untuk mengatasi kopel beban yang menahan, motor akan melakukan percepatan searah jarum jam atau dalam arah yang sama dengan perputaran medan magnet stator.

Apabila sumber tegangan 3 fase dipasang pada kumparan stator, akan timbul medan putar dengan kecepatan seperti rumus berikut :

$$N_s = 120 f/P$$



dimana:

N_s = Kecepatan Putar

f = Frekuensi Sumber

P = Kutub motor

Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor. Akibatnya pada batang konduktor dari rotor akan timbul GGL induksi. Karena batang konduktor merupakan rangkaian yang tertutup maka GGL akan menghasilkan arus (I). Adanya arus (I) di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya (F) pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator. GGL induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya agar GGL induksi tersebut timbul, diperlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan berputar rotor (n_r).

Perbedaan kecepatan antara n_r dan n_s disebut slip (s), dinyatakan dengan

$$S = (n_s - n_r) / n_s$$

Bila $n_r = n_s$, GGL induksi tidak akan timbul dan arus tidak mengalir pada batang konduktor (rotor), dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa motor ini memiliki 3 fasa pada masing-masing kumparan statornya. Karena besarnya arus yang dibangkitkan dari masing-masing fasa berbeda tiap waktunya, maka fluks yang dihasilkan juga berbeda-beda, seolah-olah medan magnet yang dihasilkan juga ikut “berputar” seiring waktu. Sehingga jika ada rotor yang diam dipasang diantara medan magnet ini maka rotor akan mengalami gaya karena terjadi perbedaan kecepatan antara rotor dan medan magnet ini. Berbeda dengan motor induksi 1 fasa yang medan magnetnya juga diam. Karena rotor dan medan magnet sama-sama diam maka rotor tidak mengalami gaya, atau lebih tepat dikatakan resultan gayanya nol karena gaya yang dihasilkan fluks sama dengan gaya yang dihasilkan arus induksi pada rotor. Secara terperinci prinsip motor induksi:



1. Apabila catu daya arus bolak-balik tiga fasa dihubungkan pada kumparan stator (jangkar). maka akan timbul medan putar dengan kecepatan:

$$N_s = \frac{120f}{P} \dots\dots\dots (2-1)$$

N_s : Putaran stator

f : Frekuensi

P : Jumlah kutub

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.
3. Akibatnya pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi (GGL) sebesar :

$$E_{2s} = 4,44 \cdot f_2 \cdot N_2 \cdot \phi_m \dots\dots\dots (2-2)$$

E_{2s} : Tegangan induksi pada saat rotor berputar

N_2 : Putaran rotor

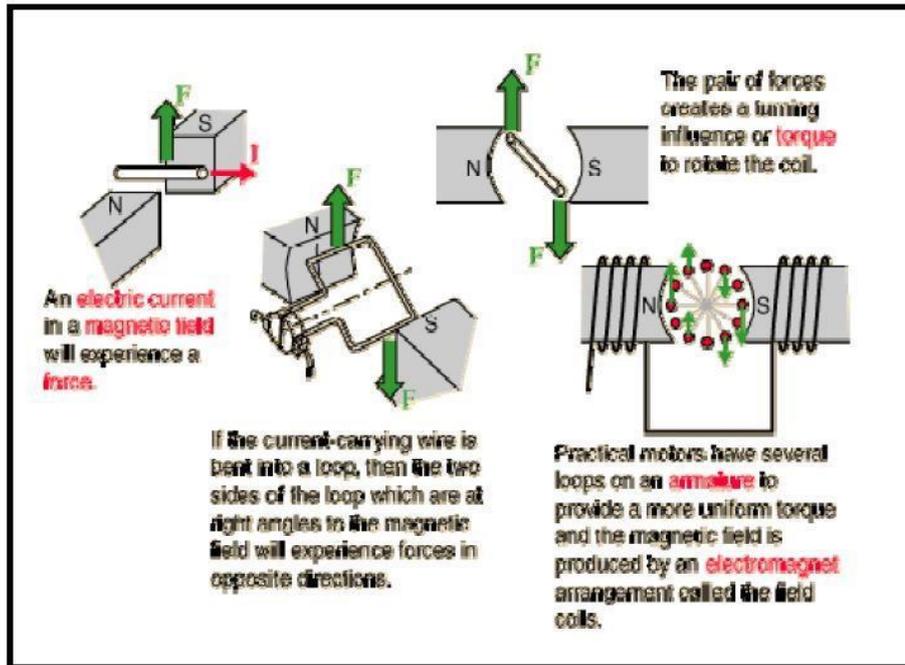
f_2 : Frekuensi rotor

ϕ_m : Fluks

4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup maka E_{2s} akan menghasilkan arus (I).
5. Adanya arus (I) dalam medan magnet akan menimbulkan gaya F pada rotor.
6. Bila kopel awal yang dihasilkan oleh gaya F pada rotor cukup besar untuk menggerakkan beban, maka rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
7. Tegangan induksi terjadi karena terpotongnya konduktor rotor oleh medan putar, artinya agar terjadi tegangan induksi maka diperlukan adanya perbedaan kecepatan medan putar stator (N_s) dengan kecepatan medan putar rotor (N_r).
8. Perbedaan kecepatan antara N_s dan N_r disebut Slip (S).

$$S = \frac{(N_s - N_r)}{N_s} \times 100 \dots\dots\dots(2-3)$$

9. Bila $N_r = N_s$ maka tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak akan mengalir, dengan demikian kopel tidak akan ada dan motor tidak berputar, kopel motor akan ada kalau ada perbedaan antara N_r dengan N_s .



Gambar 2.4
Prinsip Dasar dari Kerja Motor Listrik
(Nave, 2005)

2.1.3 Bagian-bagian Motor Induksi Tiga Fasa

Secara umum motor induksi tiga fasa terdiri dari beberapa bagian yaitu:

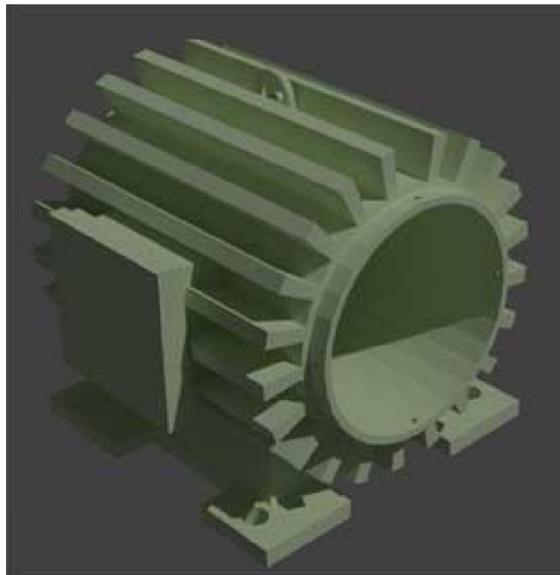
- a. stator (bagian yang diam)

Stator merupakan bagian dari motor yang tidak berputar dan terleak pada bagian luar. Dibuat dari besi bundar berlaminasi dan mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan kumparan. Pada komponen ini terdapat winding (kumparan yang dihubungkan dari sumber listrik 3 fasa untuk menggerakkan rotor.

Bagian utama dari stator:

1. Frame

Frame adalah bagian terluar dari stator. Fungsinya untuk memasang inti stator (stator core) dan juga melindungi seluruh komponen dari gangguan benda benda dari luar. Umumnya frame dibuat dari besi agar lebih kuat.



Gambar 2.5
Frame

(www.electrical4u.com)

2. Kumbaran (winding)

Kumbaran stator masing-masing kumparannya dihubungkan menjadi rangkaian star atau delta, tergantung dari metode bagaimana memutar mesin yang digunakan dan jenis rotor yang digunakan. Untuk rotor jenis tupai umumnya menggunakan rangkaian delta sedangkan rotor jenis slip ring biasanya menggunakan salah satu dari keduanya. Kumbaran stator pada sela-sela inti stator dan berhasil untuk menghasilkan fluks. kumbaran stator sering disebut juga dengan kumbaran medan.

3. Inti

Inti stator merupakan tempat dimana stator winding dipasang. Inti stator bertugas untuk menghasilkan fluks. Fluks ini dihasilkan oleh kumbaran pada stator winding umumnya inti stator winding dan dialiri oleh arus 3 fasa dari

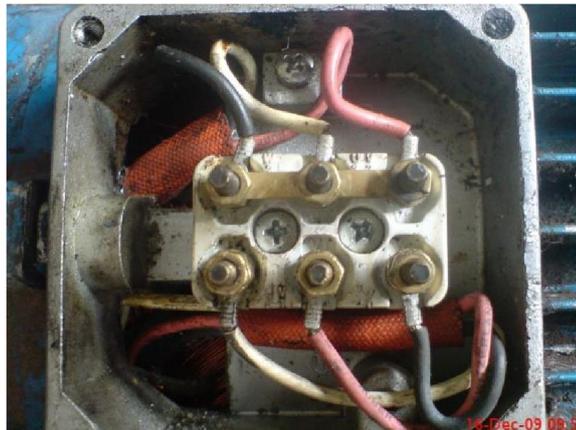
suplai 3 fasa. Untuk mencegah arus yang besar pada stato winding umumnya inti stator dilapisi oleh lamina. Lamina terbuat dari campuran besi silicon untuk mencegah rugi-rugi histeris. Pada inti stator dipasang kutub-kutub magnet untuk menghasilkan fluks.

4. Terminal box

Salah satu bagian yang cukup penting untuk dapat memahami motor starter. Terminal box adalah “stop kontak” yang bertugas menyambung aliran listrik dari sumber ke motor.

Dari terminal box, pengaturan starter star atau delta dapat dilakukan. Pengaturan star atau delta mengacu pada informasi yang tertera pada nameplate motor.

Terminal box terdapat winding, jika anda sering melihat format U1-V1-W1 dan W2-U2-V2, disinilah tempatnya.



Gambar 2.6
Terminal box motor 3 fasa
(www.electrical4u.com)

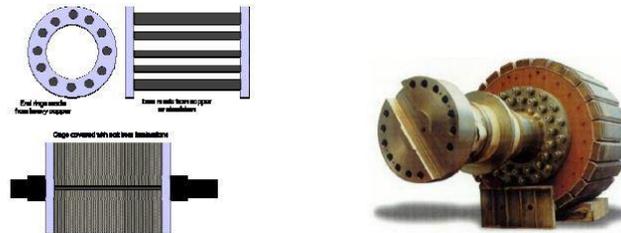
b. rotor (bagian yang bergerak)

Rotor merupakan bagian motor yang dapat berputar. Rotor tersebut nantinya akan dihubungkan pada beban yang akan diputar dengan sebuah shaft yang terpasang pada pusat rotor.

1. Rotor sangkar (squirrel cage rotor)

Rotor ini terbuat dari besi laminasi yang mempunyai slot dengan batang aluminium/tembaga. Rotor ini berbentuk tabung dan diberi beberapa slot pada

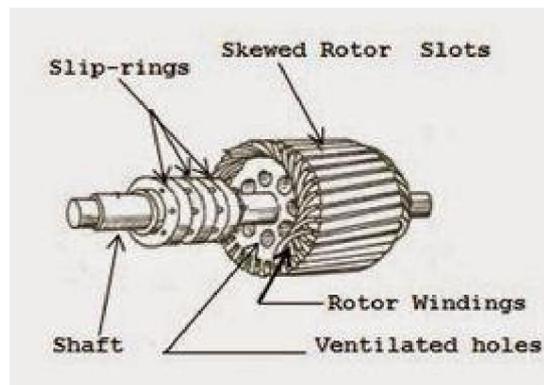
permukaannya. Slot ini tidak dibuat lurus namun sedikit miring untuk memperhalus kinerja motor dan membuat “konduktor” pada rotor. Di kedua ujung rotor dipasang cincin aluminium. Umumnya rotor jenis ini terbuat dari aluminium atau tembaga.



Gambar 2.7
rotor sangkar (squirrel cage rotor)
(www.electrical4u.com)

2. Rotor kumparan (wound rotor)

Rotor kumparan memiliki rangkaian kumparan pada ujungnya serta memiliki sejumlah slip ring di belakangnya. Tiap kumparan terhubung dengan salah satu dimana masing-masing slip ring juga terhubung dengan rangkaian yang sama dengan rangkaian kumparannya. Rotor jenis ini banyak digunakan pada motor untuk menggerakkan beban – beban besar.

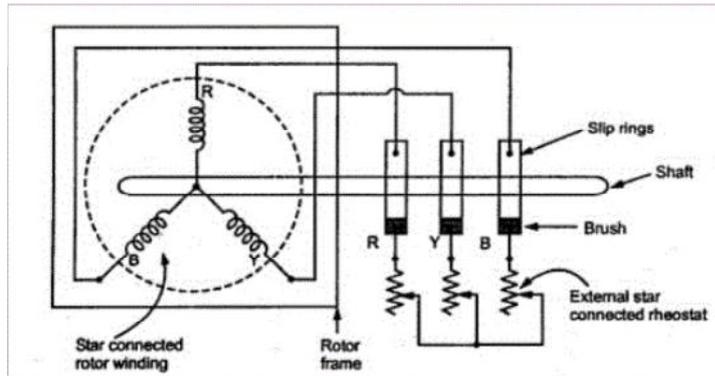


Gambar 2.8
Bagian-bagian rotor
(www.electrical4u.com)

3. Slip ring

Rotor tipe ini merupakan rangkaian kumparan pada ujungnya dan memiliki sejumlah slip ring di belakangnya. Tiap kumparan memiliki hubungan yang

sama dengan kumparan yang lainnya. Semisal kumparanya berbentuk star maka kumparan slip ring juga berbentuk rangkaian star. Umumnya di tiap slip ring dipasang rheostat sehingga kecepatan putaran motor dapat diatur dengan mudah. Umumnya rotor jenis ini digunakan untuk beban-beban seperti untuk menggerakkan elevator atau lift.

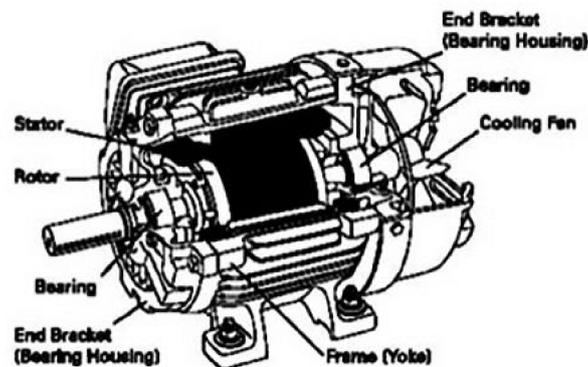


Gambar 2.9
Rangkaian rotor slip ring
(www.electrical4u.com)

4. Rotor lilit

Rotor lilit terdiri atas belitan fasa yang banyak, belitan ini dimasukkan dalam alur-alur lilitan ini rotor. Belitan ini sama dengan belitan kumparan stator, tetapi belitan secara bintang, tiga buah ujung-ujung belitan dihubungkan ke terminal-terminal sikatcincin seret yang terletak pada poros rotor. Jenis rotor ini kita dapat mengatur kecepatan motor dengan cara mengatur tahanan belitan rotor tersebut. Pada keadaan kerja normal sikat carbon yang berhubungan dengan cincin seret tadi dihubungkan singkatkan. Motor induksi rotor lilit dikenal dengan sebutan motor induksi slip ring atau motor induksi rotor lilit.

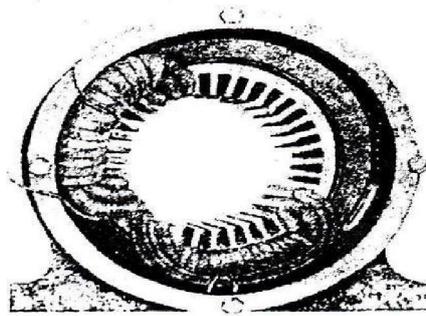
- c. tutup/tempat bantalan
- d. kipas / pan
- e. lubang ventilasi
- f. kotak ujung.



Gambar 2.10

Bentuk motor induksi tiga fasa

(Sumber : belajarelektronika.net/pengertian-motor-listrik-3-fasa)



Gambar 2.11

Konstruksi stator motor induksi

(Sumber : Mochtar Wijaya, S.T., 2001)

Belitan stator untuk kedua golongan sama, ketiga belitan fasanya dapat dibentuk dalam hubungan delta (Δ) maupun hubungan bintang (Y). Tipe-tipe belitan stator motor induksi sama dengan belitan motor sinkron yang secara prinsipnya tidak jauh beda dengan belitan mesin arus searah. Kadang-kadang belitan motor induksi dibuat dengan bermacam hubungan dengan maksud :

1. Memungkinkan motor dapat bekerja pada dua macam tegangan dengan perubahan hubungan delta atau bintang. Ataupun bagi keperluan start motor guna memperkecil arus start.

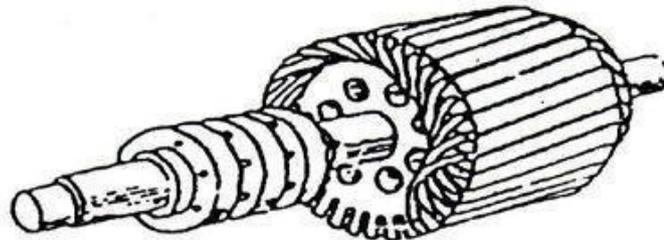
2. Memungkinkan motor bekerja pada beberapa macam putaran berdasarkan perubahan jumlah kutub stator.

Menurut bentuk rotor, motor induksi terbagi atas dua kelompok :

1. Motor Induksi Rotor Belitan

Motor induksi jenis ini memiliki rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti kumparan stator. Kumparan stator dan rotor juga memiliki jumlah kutub yang sama. Penambahan tahanan luar sampai harga tertentu, dapat membuat kopel mula mencapai harga kopel maksimumnya.

Kopel mula yang besar memang diperlukan pada waktu start. Motor induksi dengan rotor belitan memungkinkan penambahan (pengaturan) tahanan luar. Tahanan luar yang dapat diatur ini dihubungkan ke rotor melalui cincin. Selain untuk menghasilkan kopel mula yang besar, tahanan luar diperlukan untuk mengatasi arus mula yang besar pada saat start. Disamping itu dengan mengubah-ubah tahanan luar, kecepatan motor dapat diatur.^[8]



Gambar 2.12
Rotor belitan

(Sumber : Drs. Sumanto, MA, 1993)

2. Motor Induksi Rotor Sangkar

Motor merupakan equipment atau alat yang dapat mengubah daya listrik menjadi daya mekanik.. Motor induksi yang umum dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fasanya, yaitu motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Motor induksi cukup banyak digunakan, hal ini karena motor induksi mempunyai keuntungan sebagai berikut :

- Bentuknya sederhana, konstruksinya cukup kuat.
- Harga murah dan dapat diandalkan.
- Efisiensi tinggi pada keadaan normal.
- Perawatan yang minimum.
- Pada waktu mulai beroperasi tidak memerlukan peralatan khusus.

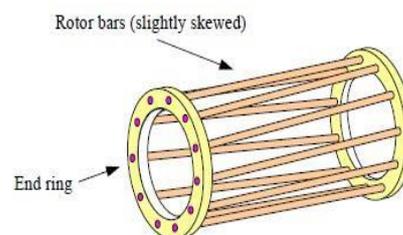
Motor rotor sangkar mempunyai gulungan yang rotornya selalu dihubungkan singkat maka motor ini dinamakan motor hubung singkat. Keuntungan menggunakan motor 3 fasa jenis motor rotor sangkar adalah :

- Kecepatan putarannya konstan pada setiap variasi bebannya.
- Kapasitas Overloadnya tinggi.
- Pengoperasiannya sederhana.
- Efisiensi dan faktor kerjanya lebih tinggi dibanding motor induksi rotor lilit.

Motor induksi jenis ini memiliki rotor dengan kumparan yang terdiri dari beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar tupai. Kontruksi rotor seperti ini sangat sederhana bila dibandingkan dengan rotor mesin listrik lainnya. Dengan demikian harganya pun murah. Karena konstruksinya yang demikian, padanya tidak memungkinkan diberi pengaturan tahanan luar seperti pada motor rotor belitan. Untuk membatasi arus start yang besar, tegangan sumber harus dikurangi dan biasanya digunakan ototransformator atau saklar bintang segitiga. Tetapi berkurangnya arus akan berakibat berkurangnya kopel mula. Rotor jenis saklar ganda dapat digunakan untuk mengatasi berkurangnya kopel mula tersebut.



a. bentuk rotor sangkar



b. kumparan dikeluarkan dari rotor

Gambar 2.13 Rotor sangkar motor induksi

(Sumber : Perencanaan Belt Conveyor Dengan Kapasitas 30 Ton Per Jam)

2.1.4 Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa pada PT. Tanjungenim Lestari

Motor listrik banyak sekali digunakan dalam dunia industri sekarang ini. Karena banyaknya manfaat dari motor listrik ini untuk mempermudah pekerjaan sehingga motor listrik tersebut harus dijaga dengan baik agar tetap dapat bekerja secara kontinyu.

Contoh gangguan yang bisa terjadi pada motor listrik misalnya arus listrik yang diserapnya terlalu besar melebihi kemampuan maksimalnya. Desebabkan pembebanan mekanik yang berat sehingga dapat mempengaruhi meningkatnya arus listrik.

Jika masalahnya seperti ini makabiasanya motor listrik pemasangannya dilengkapi dengan thermal overload relay. Fungsi thermal overload relay adalah mendeteksi panas berlebih akibat arus yang mengalir pada bimetalthermal yang dipasang seri terhadap motor listrik.

Gangguan lain yang bisa terjadi dan dapat merusak motor listrik 3 fasa adalah adanya suplay dari sumber listrik yang salah satu dari ketiga fasa ada yang hilang atau terputus. Dengan demikian suplay listrik yang masuk ke motor listrik 3 fasa hanya 1 atau 2 saja. Sehingga dengan daya motor yang tetap dan fasa yang berkurang maka arus listrik akan meningkat sehingga dalam waktu yang lama kumparan motor listrik akan panas dan terbakar.

Selain melakukan pemeliharaan untuk motor-motor listrik di lokasi, unit kerja dibagian PT.TEL juga memberikan alat pengaman khusus untuk motormotor listrik, yaitu:

1. Circuit Breaker



Gambar 2.14 circuit breaker
(www.electrical4u.com)

Circuit breaker (CB) atau Pemutus Daya (PMT) adalah peralatan pada sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk memutuskan hubungan antara sisi sumber tenaga listrik dan sisi beban yang dapat bekerja secara otomatis ketika terjadi gangguan atau secara manual ketika dilakukan perawatan atau perbaikan (Circuit breaker ini pada prinsipnya sama seperti fungsi MCB di meteran listrik rumah kita. Jika terjadi korsleting listrik atau pemakaian listrik yang berlebihan, maka otomatis seluruh aliran listrik dirumah akan terputus (mati)). Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu PMT agar dapat melakukan hal-hal diatas, adalah sebagai berikut:

1. Mampu menyalurkan arus maksimum sistem secara terus-menerus.
2. Mampu memutuskan dan menutup jaringan dalam keadaan berbeban maupun terhubung singkat tanpa menimbulkan kerusakan pada pemutus tenaga itu sendiri.
3. Dapat memutuskan arus hubung singkat dengan kecepatan tinggi agar arus hubung singkat tidak sampai merusak peralatan sistem, membuat sistem kehilangan kestabilan, dan merusak pemutus tenaga itu sendiri.

Setiap PMT dirancang sesuai akan tugas yang akan dipikulnya, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam merancang suatu PMT, yaitu :

1. Tegangan efektif tertinggi dan frekuensi daya dimana pemutus daya itu akan dipasang. Nilainya tergantung pada jenis pentanahan titik netral sistem.



2. Arus maksimum kontinyu yang akan dialirkan melalui pemutus daya. Nilai arus ini tergantung pada arus maksimum sumber daya atau nominal beban dimana pemutus daya tersebut dipasang.
3. Arus hubung singkat maksimum yang akan diputuskan pemutus daya tersebut.
4. Lamanya maksimum arus hubung singkat yang boleh berlangsung. Hal ini berhubungan dengan waktu pembukaan kontak yang dibutuhkan.
5. Jarak bebas antara bagian yang bertegangan tinggi dengan objek lain disekitarnya.
6. Jarak rambat arus bocor pada isolatornya.
7. Kekuatan dielektrik media isolator sela kontak.
8. Iklim dan ketinggian lokasi pemutusan daya.

Tegangan pengenalan PMT dirancang untuk lokasi yang ketinggiannya maksimum 1000 meter di atas permukaan laut. Jika PMT dipasang pada lokasi yang ketinggiannya lebih dari 1000 meter, maka tegangan operasi maksimum dari PMT tersebut harus dikoreksi dengan factor yang diberikan.

Tentunya berbagai jenis dan type dari Circuit Breaker harus disesuaikan dengan kondisi dan jumlah beban (arus dan tegangan) yang melaluinya

a. Pengaman Beban Lebih

Yaitu circuit breaker yang akan membuka secara otomatis apabila ada arus yang mengalir melebihi arus setting yang telah ditentukan.

b. Pengaman Hubung Singkat

Circuit breaker mempunyai pengaman arus hubung singkat pada setiap kutubnya. Apabila terjadi hubung singkat pada salah satu kutubnya maka semua kutub akan terbuka.

c. Pengaman Tegangan Kurang

Circuit breaker mempunyai pengaman tegangan kurang pada setiap kutubnya. Apabila terjadi tegangan kurang atau tegangan jatuh maka motor akan tercegah untuk beroperasi pada waktu tegangan inputnya kurang dari harga setting tegangan.

d. Oil Circuit Breaker

Pada breaker ini menggunakan minyak untuk memadamkan bunga api pada saat ON tau OFF, yang mana kontak-kontaknya terendam dalam minyak

e. Air Circuit Breaker

Pada breaker ini untuk memadamkan bunga api nya menggunakan udara bertekanan tinggi yang ditiup ke arah kontaktor.

Pada prinsipnya, air circuit breaker akan bekerja jika terdapat tegangan pada UVT (under voltage toggle) sehingga memunculkan tarikan pada toggle. Ketika toggle ini terlepas maka sistem mekanik air cickut breaker akan terkunci atau berada diposisi off.

Cara kerja air circuit breaker ini ditinjau dari closing realesnya adalah sebagai berikut, ketika tegangan masuk, maka toggle akan menarik air circuit breaker sehingga ia akan berada pada mode ON. Sementara itu, jika dilepas tegangannya maka ia akan tertutup kembali. Selain itu untuk dapat memastikan closing realesnya terputus dan benar-benar tidak bekerja lagi, biasanya digunakan cara mengunci (interlock) salah satu komponen yang disebut cable control.

Shunt trip pada air circuit breaker adalah sering juga disebut dengan MX. Tugasnya adalah untuk membuka circuit breaker dengan cara mendorong toggle mekanik sehingga menjadi off sementara circuit breaker on. Sistem ini bekerja dengan melawatkan kabel wiring melalui auxiliary contact terlebih dahulu.

Auxiliary contact merupakan alat yang merupakan tombol atau switch on/off dengan beberapa kondisi:

- Normaly open, dimana kondisi normal terbuka atau sering pula disebut lepas.

- Normaly close yang artinya kondisi normal berhubungan sedang tersambung

f. Magnetic Ballast Circuit Breaker

Dimana pada saat breaker ini memadamkan bunga api dilakukan dengan gaya magnetic. Medan magnet yang dihasilkan oleh coil yang dilewati bunga api akan mendorong keluar memanjang dan kemudian keluar.

2. Protection Earth (PE)

Dilokasi pembuatan pulp sangat rentan terhadap debu- debu dari kayu yang menempel pada permukaan motor-motor listrik, hal ini dapat menyebabkan kelembaban pada motor tersebut, apabila motor dalam keadaan yang lembab maka akan terjadi arus bocor dan mengalir ke body motor tersebut. Untuk mengatasi masalah ini agar tidak membahayakan operator dari tegangan sentuh maka dipasang kawat pentanahan pada tiap-tiap motor.

3. Skring (Fuse)

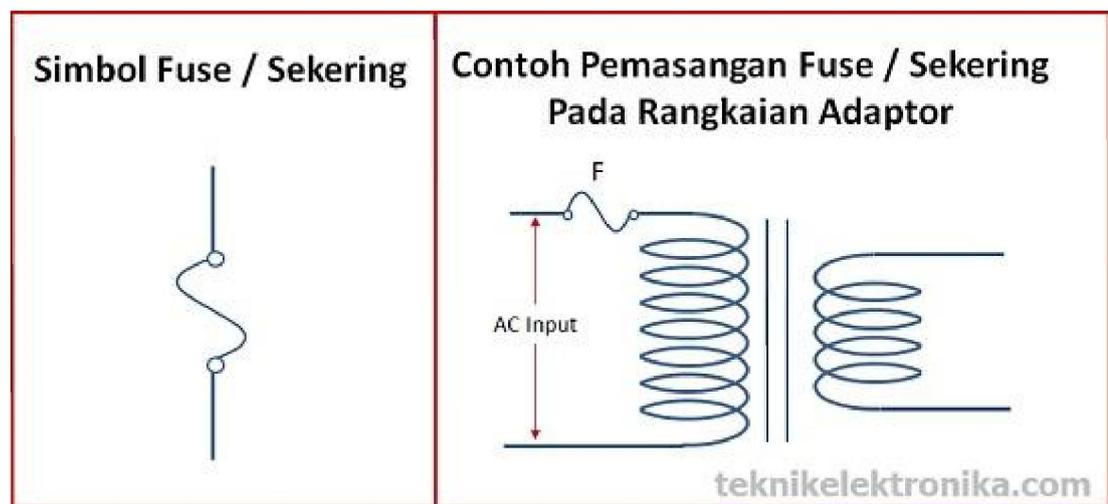
Fuse atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam Rangkaian Elektronika maupun perangkat listrik. Fuse (Sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh Arus Listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (short circuit) dalam sebuah peralatan listrik / Elektronika. Dengan putusnya Fuse (sekering) tersebut, Arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat masuk ke dalam Rangkaian Elektronika sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat dalam rangkaian Elektronika yang bersangkutan. Karena fungsinya yang dapat melindungi peralatan listrik dan peralatan Elektronika dari kerusakan akibat arus listrik yang berlebihan, Fuse atau sekering juga sering disebut sebagai Pengaman Listrik.

Fuse atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam Rangkaian Elektronika maupun

perangkat listrik. Fuse (Sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh Arus Listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (short circuit) dalam sebuah peralatan listrik / Elektronika. Dengan putusnya Fuse (sekering) tersebut, Arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat masuk ke dalam Rangkaian Elektronika sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat dalam rangkaian Elektronika yang bersangkutan. Karena fungsinya yang dapat melindungi peralatan listrik dan peralatan Elektronika dari kerusakan akibat arus listrik yang berlebihan, Fuse atau sekering juga sering disebut sebagai Pengaman Listrik.

Fuse terdiri dari 2 terminal dan di pasang biasanya secara seri dengan rangkaian elektronika atau listrik yang akan di lindunginya sehingga apabila fuse tersebut terputus maka akan terjadi open circuit yang memutuskan hubungan aliran listrik agar arus listrik tidak dapat mengalir masuk ke dalam rangkaian yang dilindunginya

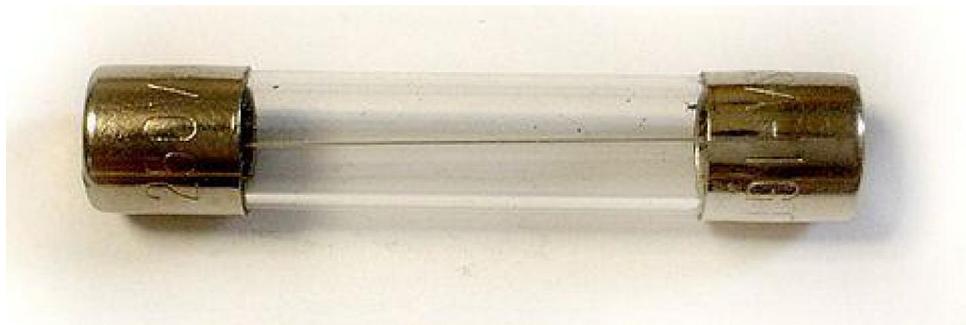
Berikut ini adalah symbol fuse dan posisi pemasangan fuse secara umum.



Gambar 2.15 simbol fuse
(Teknik Elektronika.com)

Bentuk fuse yang paling sering di temukan adalah berbentuk tabung atau silinder dan pisau. Fuse dapat berbentuk tabung atau pisaau sering di temukan di peralatan listrik rumah tangga sedangkan fuse yang berbentuk pisau lebih sering digunakan di bidang otomotif.

Dalam rangkaian elrkronika maupun listrik fuse atau skring ini di lamabangkan dengan huruf F



Gambar 2.16 skring/fuse
(Teknik Elektronika.com)

4. Thermal Overload Relay

Thermal Overload Relay (TOR) adalah suatu alat pengaman peralatan listrik terhadap arus beban lebih. Pengaman ini bekerja berdasarkan panas yang ditimbulkan oleh adanya arus listrik yang melebihi batas harga nominalnya. Energi panas tersebut akan diubah menjadi energi mekanik oleh logam bimetal untuk melepaskan kontak- kontak akibat arus yang mengalir diatas harga nominalnya maka akan membuka (memutuskan) suatu rangkaian kelistrikan. Sehingga melindungi peralatan listrik tersebut dari kerusakan yang diakibatkan oleh arus lebih tersebut.

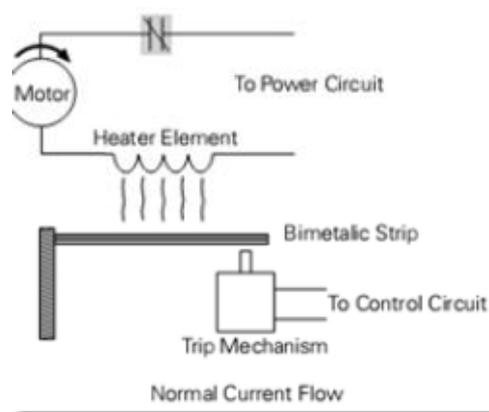
Prinsip Kerja thermal overload Relay

Thermal Overload Relay bekerja saat suhu pada dalam TOR tersebut terpenuhi, jadi TOR ini terdapat sebuah settingan berapa maksimum amper untuk melakukan trip jika *ampere* tersebut sudah terpenuhi. Didalam TOR tersebut ada sebuah Bimetal Element yang menjadi panas saat *ampere* beban sudah melebihi *ampere* settingan TOR. Ketika suhu tersebut terpenuhi maka akan

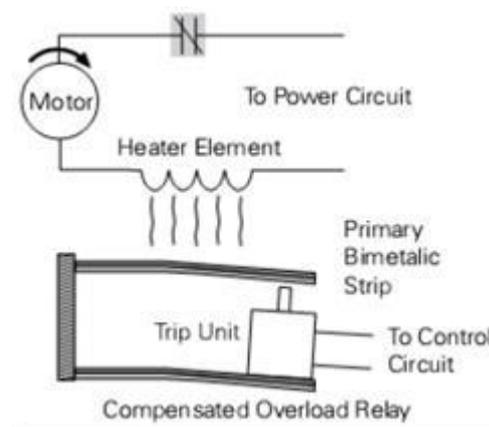
menggerakan sebuah *coil* untuk menutup atau membuka kontak yang ada di TOR tersebut.

Beberapa penyebab terjadinya beban lebih adalah :

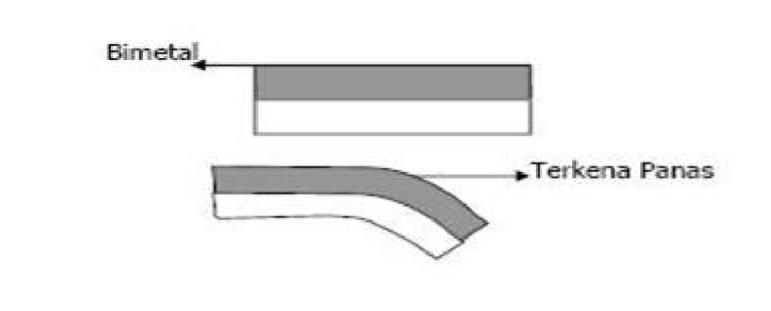
- Terlalu besarnya beban mekanik pada motor.
- Arus start yang terlalu besar atau motor berhenti secara mendadak.
- Terbukanya salah satu fasa dari motor 3 fasa.



Gambar 2.17 TOR dalam keadaan normal
(Teknik Elektronika)



Gambar 2.18 TOR dalam keadaan beban lebih
(Teknik Elektronika.com)



Gambar 2.19 Bimetal Terkena Panas

(Teknik Elektronika.com)

Pengamanan motor induksi bertugas mencegah kerusakan motor bila terjadi gangguan, macam – macam gangguan yang sering terjadi yaitu :

- a. Gangguan arus lebih yang terjadi dari arus lebih hubung singkat dan arus beban lebih. Gangguan ini disebabkan oleh overload atau beban lebih
- b. Gangguan tegangan kurang atau salah satu fasa hilang. Gangguan ini sangat berbahaya sekali karena arus akan naik dengan cepat yang pada akhirnya belitan motor akan terbakar bila tidak diatasi segera

Gangguan dari komponen mekanis motor. Gangguan ini lebih bersifat kepada gangguan pada bearingnya, fan pendingin dan lain-lain, jika dibiarkan dalam waktu yang lama akan sangat berbahaya bagi motor

2.2 Definisi Belt Conveyor

Conveyor atau biasa disebut dengan mesin kompeyor merupakan peralatan sederhana yang dapat memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain sebagai alat untuk mengangkat barang untuk kapasitas kecil sampai kapasitas besar. Kompeyor dijadikan sebagai alat transportasi yang cepat dan efisien. Conveyor sendiri terdiri dari beberapa macam yaitu : conveyor roller, belt conveyor dan lain sebagainya.

Dalam beberapa industry kadang-kadang terdapat barang yang berat dan juga berbahaya bahkan tidak bisa jika dibawa atau diangkat oleh manusia.

Sehingga diperlukan alat bantu angkut untuk mengatasi keterbatasan manusia tersebut dalam hal tenaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan para pekerja industry. Untuk itu mesin komveyor banyak dipilih sebagai alat angkut bahan-bahan industry yang padat. Berikut macam-macam conveyor yang ada pada perusahaan

- Roller conveyor
 - Pengertian roller conveyor

Roller conveyor merupakan spesifikasi dari conveyor yang menggunakan roller untuk mengangkut barang. Dalam perpindahannya, roller conveyor memanfaatkan gaya gravitasi bumi. Namun, ada juga yang ditarik atau didorong.

Sedikit berbeda dengan jenis conveyor yang lain, sistem roller didesain khusus sehingga dapat sesuai dengan barang yang akan diangkut misalnya berbahan logam, karet, dan lainnya.

- Komponen utama roller conveyor
- Rangka badan

Rangka badan berguna untuk menopang roller sehingga posisinya tidak berpindah-pindah.
- Tiang penyangga

Tiang penyangga berfungsi sebagai pondasi untuk badan roller conveyor.
- Motor penggerak

Motor penggerak adalah bagian yang menggerakkan drive roller sehingga dapat bergerak atau berputar sesuai dengan kecepatan yang telah diatur sebelumnya oleh operator.
- Roller

Fungsi roller adalah memindahkan barang yang diangkut. Roller menjadi komponen utama sehingga desain dan bentuknya harus diupayakan tidak membuat getaran saat berjalan sehingga tidak merusak batang. Komponen roller antara lain pipa, poros, snap ring, rumah bearing, seal, c-ring, dan bantalan.
- Sistem transmisi

Sistem transmisi dibedakan menjadi dua yaitu transmisi motor penggerak dengan drive roller dan transmisi drive roller dengan roller yang lain.

- Belt Conveyor

- Pengertian conveyor belt

Pada dasarnya belt conveyor memiliki bentuk yang sederhana. Seperti namanya conveyor belt dilengkapi dengan adanya sabuk yang dapat menahan benda-benda padat saat diangkut. Belt atau sabuk terbuat dari berbagai macam jenis tergantung dari sifat benda yang akan diangkut. Misalnya untuk mengangkut bahan-bahan yang panas, maka diperlukan belt yang terbuat dari logam sehingga dapat tahan terhadap panas.

- Karakteristik belt conveyor

- Berkapasitas tinggi
- Kapasitasnya dapat diatur
- Mampu beroperasi mendatar atau miring dengan sudut 18 derajat
- Sabuk ditahan oleh plat roller conveyor sehingga aman untuk membawa bahan
- Bersifat kontinu
- Kecepatan 600 ft/m
- Bisa naik dan turun
- Perawatan belt conveyor mudah

- Prinsip Kerja Belt Conveyor

Belt conveyor berfungsi memindahkan barang dengan putaran dari motornya. Penggerak utama motor terhubung dengan drum yang disebut pulley. Drum tersebutlah yang diselubungi oleh sabuk yang lebar dan panjangnya menyesuaikan dengan kapasitas dan jarak angkut.

- Fungsi Belt Conveyor

Belt conveyor dapat mengangkut material berkapasitas besar, sedangkan konstruksi dari belt conveyor antara lain:

- Pengangkutan arah horizontal
- Pengangkutan arah diagonal atau miring
- Pengangkutan arah horizontal dan diagonal

3. Conveyor Rantai

Conveyor rantai adalah conveyor dimana rantainya tidak terputus dari jenis seluruh conveyor yang melakukan penarikan dari unit penggerak daripada beberapa hasil pembawa beban untuk transport. Material/beban besar dapat dibawa secara langsung pada rantai, pada pencantelan khusus yang diikatkan pada rantai baik pengangkatan yang ditekan maupun digandeng oleh rantai atau dapat ditekan atau ditarik oleh rantai dengan pencantelan khusus pada rantai.

Sebuah conveyor digunakan untuk membawa, menarik, garufan atau menggerakkan material yang dikirimkan oleh conveyor melalui feeder. Conveyor rantai cocok untuk sistem conveyor yang membutuhkan penutupan sempurna untuk menahan debu, seksi penyilangan kecil, kemampuan penahanan atau pengisian berlipat atau sedang, kombinasi horizontal dan garis edar vertical, penanganan material pada temperatur tinggi tetapi membutuhkan keamanan yang dibutuhkan oleh pabrik.

Pada banyak industri, penggunaan conveyor rantai telah berkurang selama 30 tahun yang lalu karena dipertimbangkan pada pemeliharaan tinggi yang tidak pantas. Banyak masalah yang dihadapi meskipun demikian disebabkan oleh ketidakcukupan engineering dan atraksi ekonomi yang besar. Hal ini terlihat begitu sederhana untuk pembuat baja kecil untuk merakit sistem conveyor rantai yang menggunakan komponen standar murah

Sistem conveyor yang dibuat dengan baik dengan komponen kualitas tinggi terbuat dari baja logam campuran yang diperlakukan panas atau tuangan yang tidak pasti murah. Program pemeliharaan preventive biasanya dapat menghindari kerusakan tidak pada waktunya dan gangguan pada proses produksi.

Conveyor rantai bisa diartikan sebagai rantai berjalan, karena terdiri dari rangkaian rantai yang dirancang bergerak secara memutar.

Rantai conveyor terdiri dari blok bantalan pendukung yang menjaga kesatuan mata rantai saat berputar.

Produksi rantai berjalan untuk diaplikasikan di dunia industry harus memenuhi standar mutu internasional seperti tersebut dibawah ini :

- British Standard (BS)
Dibuat untuk memenuhi standard pasar dan rancang bangun yang didominasi buatan inggris.
- ISO
Dibuat untuk memenuhi standar pasar eropa, kecuali jerman yang memiliki standar mutu sendiri.
- DIN
Dibuat untuk memenuhi standar yang khusus untuk memenuhi kebutuhan pasar di jerman.

pada banyak industri, penggunaan konveyor rantai telah berkurang selama 30 tahun yang lalu karena di pertimbangkan pada pemeliharaan tinggi yang tidak pantas. Banyak masalah yang dihadapi meskipun demikian disebabkan oleh ketidakcukupan engineering dan atraksi ekonomi besar “ penawaran rendah “.

Hal ini terlihat begitu sederhana untuk pembuat baja kecil untuk merakit sistem konveyor rantai yang menggunakan komponen standar murah. Sistem konveyor yang dibuat dengan baik dengan komponen kualitas tinggi terbuat dari baja logam campuran yang di perlakukan panas atau tuangan yang pastinya tidak murah.

2.2.1 Prinsip Kerja

Material atau bahan besar dapat dibawa secara langsung pada rantai, pada pencantelan khusus yang diikat pada rantai baik untuk pengangkatan yang ditekan atau digandeng oleh rantai dengan pencantelan khusus pada rantai. Peralatan haruslah dengan hati-hati ditekan pada material terhadap material untuk ditangani terutama pada penggetaman. Program pemeliharaan preventive biasanya dapat menghindari kerusakan tidak pada waktunya dan interupsi/gangguan pada proses produksi

2.2.2 Spesifikasi Pokok

Pertimbangan dalam perencanaan erat hubungannya terhadap jenis konveyor adalah kelas konveyor, empat kelas konveyor telah ditentukan pada

dasar factor friksi atau gesekan yang disertakan dengan pergerakan rantai (penyorong atau penggulangan) dan pergerakan material.

1. Chain sliding (penyorongan rantai)

Metode ini adalah sederhana dalam konstruksi, memiliki bagian pergerakan yang lebih sedikit dan biasanya paling rendah biayanya untuk beban yang diberikan . hal ini paling efektif dalam pada peralatan “ kotor “ dan konstruksi tidak datar, baik atau cocoknya untuk pengaruh kondisi. Peralatan daya adalah lebih tinggi daripada untuk rantai penggulang.

2. Chain rolling (penggulang rantai)

Metode ini memiliki operasi yang lebih halus, pulsasi yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan penyorong rantai. Semakin lebih rendah gesekan pada pusat yang lebih rendah, maka semakin sedikit pergerakan dan semakin rendah biaya operasi. Hal ini tidak cocok untuk peralatan “ kotor “ sebagaimana bahan luar dapat mengganggu penggulangan.

Dengan sederhana didefinisikan “ rantai adalah untai material yang fleksibel, biasanya metal dibuat dari jenis elemen yang keras, biasanya disebut lingkaran, saling dikunci atau dihubungkan satu sama lain tetapi bebas untuk bergerak pada satu atau banyak bidang.

Chain konveyor dapat dibagi atas beberapa jenis konveyor, yaitu :

a. Scraper konveyor

Scraper konveyor merupakan conveyor yang sederhana dan paling murah diantara jenis-jenis conveyor lainnya. Conveyor jenis ini dapat digunakan dalam kemiringan yang besar. Conveyor jenis ini digunakan untuk mengangkut material-material ringan yang tidak mudah rusak, seperti abu, kayu, dan kepingan.

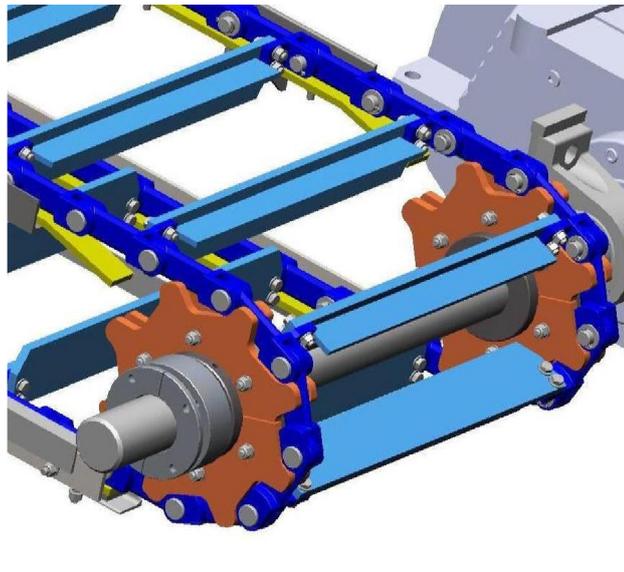
Karakteristik dan performance dari scraper conveyor :

- Dapat beroperasi dengan kemiringan sampai 45 derajat.
- Mempunyai kecepatan maksimum 150ft/m. kapasitas pengangkut hingga 360ton/jam. Dan harganya murah.

Kelemahan pada scraper konveyor :

- Mempunyai jarak yang pendek.

- Biaya perawatan yang besar seperti biaya service yang teratur. Mengangkut beban yang ringan dan tidak tetap.



Gambar 2.20 scraper conveyor
(www.dnm.co.id)

b. Apron conveyor

Apron conveyor digunakan untuk variasi yang lebih luas dan untuk beban yang lebih berat dengan jarak yang pendek. Apron conveyor yang sederhana terdiri dari dua rantai yang terbuat dari rantai yang dapat di tempa dan di tanggalkan dengan alat tambahan A. palang kayu dari tarikan conveyor. Untuk bahan yang berat dan pengangkutan yang lama dapat di tambahkan pada roller pada alat tambaahan A. selain digunakan roller, palang kayu dapat juga digantikan dengan plat baja untuk mengangkut bahan yang berat.

Karakteristik dan performance dari apron conveyor :

- Dapat beroperasi dalam kemiringan sampai dengan 25 derajat.
- Kapasitas pengangkut hingga 100ton/jam.
- Kecepatan maksimum mencapai 100ft/m.
- Dapat digunakan untuk bahan yang kasar, berminyak maupun yang besar.
- Perawatan murah.

Kelemahan-kelemahan apron conveyor :

- Kecepatan yang relative rendah.
- Kapasitas pengangkut yang kecil.
- Hanya satu arah gerakan.



Gambar 2.21 apron conveyor

(www.dnm.co.id)

c. Bucket conveyor

Bucket conveyor sebenarnya merupakan bentuk yang menyerupai conveyor apron yang dalam. Bucket conveyor dapat mengangkut bahan dengan kemiringan yang sangat curam melebihi kemiringan chain conveyor yang lainnya. terdapat bucket atau timba yang dibawa atau digerakkan oleh rantai. Timba-timba tersebut memiliki bentuk yang berbeda-beda tergantung pada fungsinya masing-masing.

- Bentuk minneapolis untuk mengangkut material kering yang lumat atau butiran-butiran kecil
- Bentuk sticky material lebih datar untuk mengangkut bahan material yang lengket
- Bentuk timba crushed rock untuk mengangkut bahan yang besar dan berat

Karakteristik dan performance dari bucket conveyor :



- Bucket terbuat dari baja.
- Bucket di gerakkan dengan baja

Kelemahan bucket konveyor :

- Ukuran partikel yang di angkut 2-3in.
- Investasi mahal.

d. Screw conveyor.

Merupakan salah satu jenis pesawat pemindah bahan yang menggunakan prinsip ulir dalam proses kerjanya dengan keistimewaan desainnya yang sederhana. Sedangkan material yang dipindah oleh screw conveyor terbatas pada jenis material curah. Untuk mendapatkan kapasitas yang diinginkan, bila screw conveyor diputar pada putaran tertentu, variasi jarak pitch screw berpengaruh terhadap daya yang di butuhkan screw conveyor.

e. Pneumatic conveyor

Merupakan salah satu mesin pemindah bahan, khususnya untuk pengangkut beban curah. Prinsip kerja dari pneumatic conveyor adalah mengalirkan material didalam pipa dengan bantuan aliran udara bertekanan. Perawatan yang relative rendah, konsumsi daya yang kecil, dan fleksibilitas pengangkut merupakan factor yang menjadikan conveyor ini banyak digunakan di dunia industry.

Keempat jenis elevator tersebut pada dasarnya menggunakan rantai sebagai alat bantu untuk menggerakkan material.

Alat yang dipakai dalam pneumatic conveyor :

- Pompa atau kipas sebagai penghasil udara
 - Cyclon untuk pemisah partikel berukuran besar
 - Kotak penyaring atau bag filter sebagai penyerap debu
-
- Cara Kerja Pneumatic Conveyor
 - Pompa yang terhubung dengan sedotan dalam sistem pengangkutan akan menghisap bahan-bahan melalui selang yang bisa dipindah bagian

ujungnya. Kemudian bahan padat diangkut oleh aliran udara menuju siklon untuk berikutnya menuju pompa.

- Jika bahan-bahan padat yang diangkut tersebut mengandung debu, maka debu tersebut akan masuk dalam kotak penyaring di bagian antara siklon dan pompa. Jika tidak, tentu saja debu akan merusak pompa dan membahayakan udara dan lingkungan jika dibuang begitu saja ke udara.
- Conveyor aliran udara ini sangat cocok digunakan untuk alat angkut bahan yang harus selalu terjaga kebersihannya misalnya biji-bijian, bahan lumut seperti soda, dan lain sebagainya. Sehingga bahan material tetap dalam keadaan yang baik dan tidak mengandung zat-zat yang berbahaya atau beracun seperti timbal dan arsen.

- beberapa jenis rantai conveyor

- Rantai lingkaran yang dilepaskan
- Rantai pintle kelas 400
- Rantai penggiling H
- Rantai tarikan H
- Rantai tarikan C
- Rantai tarikan SD
- Rantai pintle kelas 700
- Rantai bushed kelas 800
- Rantai kombinasi
- Rantai penggulung lunak/dapat tempa
- Rantai baja mesin di bus-kan
- Rantai tanpa paku yang di tempa
- Rantai baja yang dilepas
- Rantai khusus

2.3 Kapasitas Belt Conveyor

Kapasitas merupakan hal utama dari kerja suatu belt conveyor, yaitu dalam satuan ton/jam:



$$Q = 3600 . A . v . \gamma \dots\dots\dots(2.3.1)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

Q= Kapasitas angkut belt conveyor (tph)

A = Luas penampang (m²)

v = Kecepatan belt(m/s)

Y= Material density (ton/m³)

2.4 Daya listrik secara umum

Daya listrik adalah laju perpindahan energi persatuan waktu, yang dilambangkan dengan P. Satuan internasional untuk daya adalah watt, yang diambil dari nama **James Watt** (1736-1819). Dalam satuan yang umumnya dipakai adalah *Horse Power* (HP), dimana : 1 HP = 746 watt

Adapun beberapa pengertian daya yakni : daya aktif (daya nyata), daya reaktif dan daya semu ialah :

- a. Daya aktif (nyata) adalah daya yang dapat diubah menjadi daya thermis mekanis langsung dapat dirasakan oleh konsumen. Satuannya adalah watt (W), kilo watt (KW), dan Mega Watt (MW).
- b. Daya reaktif adalah daya yang diperlukan oleh rangkaian magnetisasi peralatan listrik. Jadi tidak langsung dipakai, hanya untuk tujuan magnetisasi. Satuannya Volt Ampere Reaktif (VAR), Kilo Volt Ampere Reaktif (KVAR), dan Mega Volt Ampere Reaktif. (MVAR).
- c. Daya semu adalah jumlah secara *vektoris* daya aktif (nyata) dan daya reaktifnya. Satuannya adalah Volt Ampere (VA). Kilo Volt Ampere (KVA), Mega Volt Ampere (MVA).



2.5 Perhitungan Kebutuhan Daya Motor Listrik Penggerak Conveyor

2.5.1 Daya untuk memindahkan *conveyor* tanpa beban (kW)

$$P1 = \frac{0,06xwxV.(L+Lo)}{367} \dots\dots\dots(2.5.1)$$

2.5.2 Daya untuk menggerakkan beban pada permukaan (kW)

$$P2 = \frac{fxQ.(L+Lo)}{367} \dots\dots\dots(2.5.2)$$

2.5.3 Daya angkat beban (kW)

$$P3 = \frac{HxQ}{367} \dots\dots\dots(2.5.3)$$