

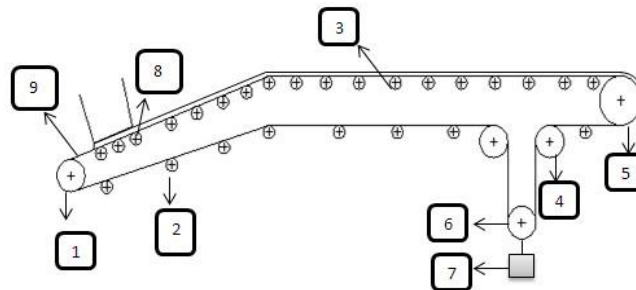


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Belt Conveyor

*Belt conveyor* merupakan mesin pemindah material sepanjang arah horizontal atau dengan kemiringan tertentu secara kontinu. Belt conveyor secara luas digunakan pada berbagai industri. Sebagai contoh : Penyalur hasil produksi urea curah ke gudang penyimpanan dan sebagainya. Skema konstruksi utama belt conveyor terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Kontruksi Utama *Belt Conveyor*

(Sumber: Kontruksi Belt Conveyor, 2008)

Berdasarkan standar dari *Conveyor Equipment Manufacturers Association* (CEMA) konstruksi dasar *conveyor* secara umum terdiri dari :

1. *Tail Pulley* ( dalam kasus tertentu dapat sebagai drive pulley dengan drive-unit yang dipasangkan padanya ).
2. *Snub Pulley* ( pada *head-end* dan *tail-end* )
3. *Internal belt cleaner* ( *internal belt scraper* )
4. *Impact idlers* ( *impact rollers* )
5. *Return idlers* ( *return rollers* )
6. *Belt*
7. *Bend pulleys*
8. *Take-up pulley*
9. *Take-up unit*



10. *Carrying idlers*
11. *Pulley cleaner*
12. *Eksternal belt cleaner ( eksternal belt scraper )*
13. *Head pulley ( biasanya sebagai discharge pulley dan juga drive pulley )*<sup>[1]</sup>

Ada beberapa pertimbangan yang mendasari dalam penelitian pesawat pengangkut :

1. Karakteristik pemakaian, hal ini menyangkut jenis dan ukuran material, sifat material, serta kondisi medan atau ruang kerja alat.
2. Proses produksi, mengangkut kapasitas perjam dari unit, kontinuitas pemindahan, metode penumpukan material dan lamanya alat beroperasi.
3. Prinsip-prinsip ekonomi, meliputi ongkos pembuatan, pemeliharaan, pemasangan, biaya operasi dan juga biaya penyusutan dari harga awal alat tersebut.

## 2.2 Bagian-bagian Belt Conveyor

*Belt conveyor* mempunyai bagian-bagian diantaranya adalah :

### 1. *Tail Pulley*

*Tail pulley* merupakan *pulley* terakhir (ujung) *belt conveyor* dan bergerak mengikuti *head pulley* yang berfungsi sebagai tempat berputarnya *belt conveyor* menuju *return roll*. *Tail pulley* (Gambar 2.2) biasanya merupakan titik ujung dari pemindahan material.



Gambar 2.2 *Tail Pulley*

<sup>1</sup> Dwi James.2008.*Kontruksi Belt Conveyor*.Hal:5



## 2. *Return roll*

*Return roll* berfungsi sebagai *roll* penumpu *belt* agar tidak melendut saat berputar kembali tanpa muatan menuju ke *head pulley*. Pada penggunaannya *Return roll* selalu digunakan satu buah pada satu titik tumpuan dengan panjang yang hampir sama dengan lebar *belt*. *Return roll* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Return roll*

## 3. *Carrying Roll*

*Carrying Roll* (Gambar 2.4) merupakan *roll* yang menumpu *belt conveyor* yang berisi material angkut di atasnya. Berbeda dengan *return roll*, *carrying roll* terdiri dari tiga buah *roll* pada satu titik tumpuan, dimana *roll* tengah diposisikan datar dan *roll* sebelah luar diposisikan miring untuk menjaga agar material yang dibawa tidak tumpah. Selain hal tersebut, jarak antara titik tumpu *carrying roll* lebih pendek dari pada *return roll* agar tidak terjadi lendutan *belt* akibat pengaruh berat material yang diangkut. Foto *carrying roll* yang ada di lapangan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 *Carrying Roll*



#### 4. *Bend Pulley*

*Bend Pulley* merupakan *pulley* penghubung atau pembelok *belt* menuju *take up pulley* atau *pulley* pemberat. Dimana *Bend Pulley* bekerja mengatur keseimbangan *belt* pada pemberat. *Belt conveyor* pada perusahaan ini menggunakan dua buah *bend pulley* untuk membelokkan *belt* menuju *take up pulley* (yang berada di posisi lebih rendah). Gambar 2.5 berikut adalah foto salah satu *bend pulley*.



Gambar 2.5 *Bend Pulley*

#### 5. *Head Pulley*

*Head Pulley* merupakan *pulley* yang berhubungan langsung dengan *gearbox* sehingga langsung terhubung dengan penggerak. *Head pulley* berfungsi sebagai penggerak awal dari suatu sistem *belt conveyor*, fotonya bisa dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Head Pulley*



## 6. *Take up pulley*

*Take up pulley* (Gambar 2.7) berfungsi sebagai pengencang *belt*, menjaga agar kekencangan *belt* sama antara sisi yang bermuatan dan sisi yang tidak bermuatan, yang seolah-olah menambah jarak antara *head pulley* dan *tail pulley*.

*Take up pulley* dibedakan menjadi dua jenis:

- *Screw Take-up*

*Screw take-up* merupakan pengencang *belt* dengan memberi gaya tarik pada *belt* dengan menggunakan ulir pada kedudukan *pulley* dan biasanya digunakan untuk *belt* dengan panjang posisi angkut sekitar 50 – 100 m.

- *Gravity Take-up*

*Gravity Take-up* merupakan pengencang *belt horizontal* dan *vertical* yang cara kerjanya adalah dengan memberi gaya tarik pada *belt* menggunakan gaya gravitasi bumi, dan dipakai untuk sistem yang panjangnya lebih dari 100 m. *Belt conveyor* yang ditinjau menggunakan *take up pulley* jenis ini dan fotonya adalah pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 *Take Up Pulley*

## 7. *Take up unit*

*Take up unit* merupakan unit pemberat yang digunakan sebagai penyeimbang pada kelonggaran *belt* saat beroperasi pada muatan dan tanpa muatan. Agar *belt conveyor* tetap kencang, *take up unit* akan turun kalau tidak ada material yang dibawa dan naik kalau ada material angkut pada *belt conveyor*.

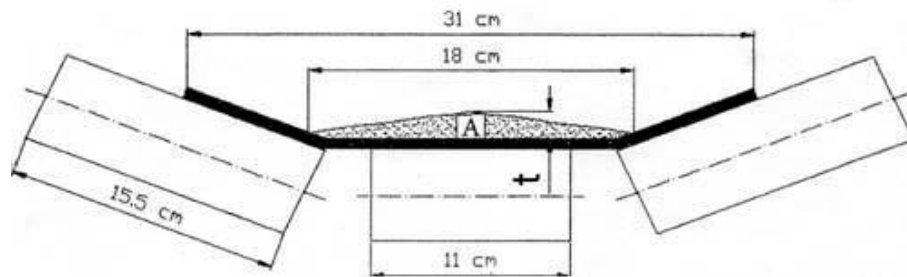


### 8. Impact roll

*Impact roll* merupakan *roll* dengan karet di bagian luar yang biasanya di pasang di bagian jatuhnya material sehingga ada gaya dorong kembali.

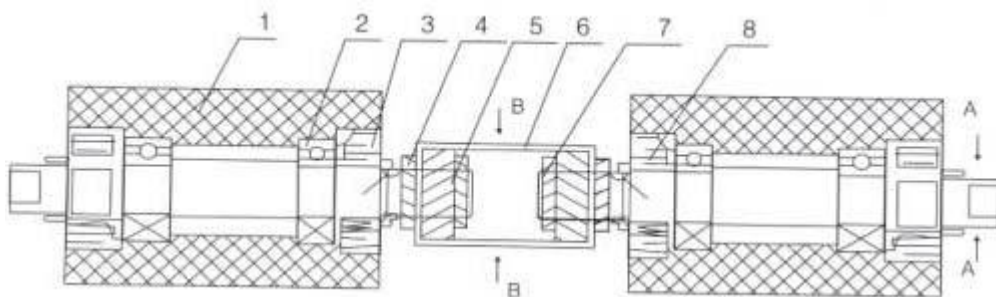
### 9. Idler

*Belt* disangga oleh *idler*. Jenis *idler* yang digunakan kebanyakan adalah *roller idler*. Berdasarkan lokasi *idler* di *conveyor*, dapat dibedakan menjadi *idler* atas dan *idler* bawah. Gambar susunan *idler* atas dapat dilihat pada Gambar 2.8. Sudut antara *idler* bawah dan *idler* atas dapat divariasikan sesuai keperluan.



Gambar 2.8 *Idler* bagian atas  
(Sumber: Definisi Belt Conveyor)

*Idler* atas menyangga *belt* yang membawa beban. *Idler* atas bisa merupakan *idler* tunggal atau tiga *idler*. *Idler* dibuat sedemikian rupa sehingga mudah untuk dibongkar pasang. Ini dimaksudkan untuk memudahkan perawatan. Jika salah satu komponen *idler* rusak, dapat dilakukan penggantian secara cepat. Kontruksi *idler* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Kontruksi *roller Idler*  
(Sumber: Definisi Belt Conveyor)



Komponen-komponen *roller idler* diatas adalah:

1. Selubung bagian luar, yang langsung berfungsi untuk menopang *belt*.
2. Selubung bagian dalam.
3. Bantalan.
4. Karet perlindungan, yang berfungsi untuk melindungi bantalan dari debu atau kotoran lainnya.
5. Pengunci bantalan.
6. Poros *idler*.
7. Baut.
8. Bantalan

10. *Belt*

*Belt* adalah salah satu elemen utama dari *conveyor*. *Belt* terbuat dari bermacam- macam bahan, seperti: *steel*, *nylon*, katun, karet dan lain lain . *Belt* harus memenuhi persyaratan, yaitu kemampuan menyerap air rendah, kekuatan tinggi, ringan, lentur, regangan kecil, ketahanan pemisahan lapisan yang tinggi dan umur pakai panjang. Untuk persyaratan tersebut, *belt* berlapis karet adalah yang terbaik.



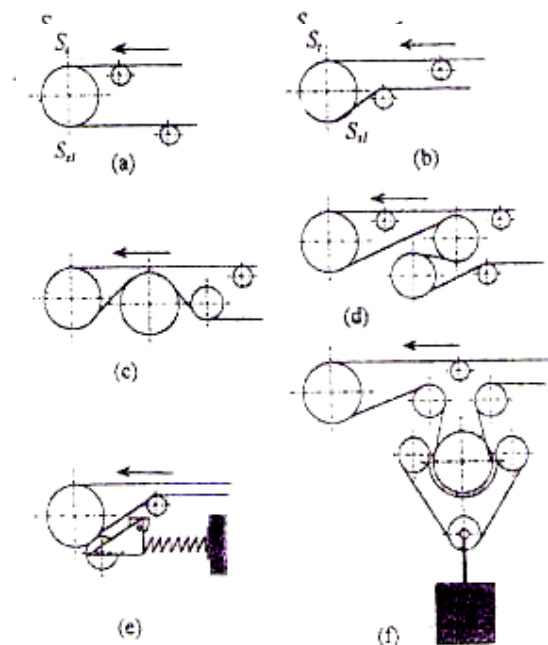
Gambar 2.10. *Belt Conveyor*<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Erinofiardi.2012.*Analisa Kerja Belt Conveyor*.Hal:451



### 2.3 Unit penggerak Belt Conveyor

Daya penggerak pada *belt conveyor* ditransmisikan kepada *belt* melalui gesekan yang terjadi antar *belt* puli penggerak yang digerakkan dengan motor listrik. Unit penggerak terdiri dari beberapa bagian, yaitu puli, motor serta roda gigi transmisi antara motor dan puli. Tipe-tipe susunan puli penggerak untuk *belt conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.12. Gambar a dan b menunjukkan puli penggerak tunggal (*single pulley drive*) dengan sudut  $\alpha = 180$  dan  $\alpha \approx 2100$  s.d 2300. Peningkatan sudut kontak seperti Gambar b dapat diperoleh jika *idler* pembalik diletakkan lebih keatas dan jarak dengan puli penggerak lebih dekat. Gambar c dan d menunjukkan dua puli penggerak dengan sudut kontak 3500 dan 4800. Pada gambar e dan f diperlihatkan puli penggerak khusus, dan digunakan pada *conveyor* yang panjang serta beban yang berat. Susunan puli penggerak pada gambar e menggunakan pegas tekan pada gambar f menggunakan beban *take-up* (*Metriadi, 2005*). Tetapi dalam aplikasi dilapangan, konstruksi seperti pada Gambar 2.11 (b) lebih banyak digunakan.



Gambar 2.11 Susunan puli penggerak *belt conveyor* a dan b puli tunggal; c dan d sistem dua puli; e dan f menggunakan bagian penekan<sup>3</sup>

<sup>3</sup>USU.Definisi Belt Conveyor.Hal:30





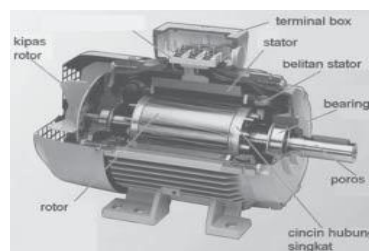
## 2.4 Komponen-Komponen Pendukung Belt Conveyor

Dalam pengoperasian *belt conveyor* dilapangan, ada beberapa komponen pendukung yang ditambahkan pada sistim tersebut seperti :

1. *Hopper*, berfungsi untuk mencurahkan bebas keatas *belt conveyor*. Kapasitas beban dapat diatur dari curahan *hopper* tersebut.
2. Peralatan pembongkar (*discharging device*), berfungsi untuk membongkar muatan *belt conveyor*
3. Rem penahan otomatis (*automatic hold back brakes*) berfungsi untuk mematikan sistem seketika jika ada gangguan.
4. Pembersih *belt*, yang dipasangkan pada puli bagian depan. Alat ini dipasang untuk *conveyor* yang membawa material basah dan lengket
5. *Feeder*, sebagai pengumpan dari *hopper* ke *belt*, *feeder* ini memiliki dua bentuk yaitu sudu dan *screw*.

## 2.5 Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor AC yang paling banyak digunakan karena kesederhanaan nya, konstruksinya yang kuat dan karakteristik kerjanya yang baik. Motor induksi terdiri dari dua bagian : stator atau bagian yang diam dan rotor atau bagian yang berputar. Tipe motor induksi tiga fasa yaitu motor rotor sangkar tupai dan motor rotor lilitan. Kedua motor tersebut bekerja pada prinsip dasar yang sama dan mempunyai konstruksi stator yang sama tetapi berbeda dalam konstruksi rotor. Disebut motor induksi, karena dalam hal penerimaan tegangan dan arus pada rotor dilakukan dengan jalan induksi. Jadi pada rotor induksi, rotor tidak langsung menerima tegangan atau arus dari luar.



Gambar 2.12 Bentuk Motor Induksi 3 Fasa

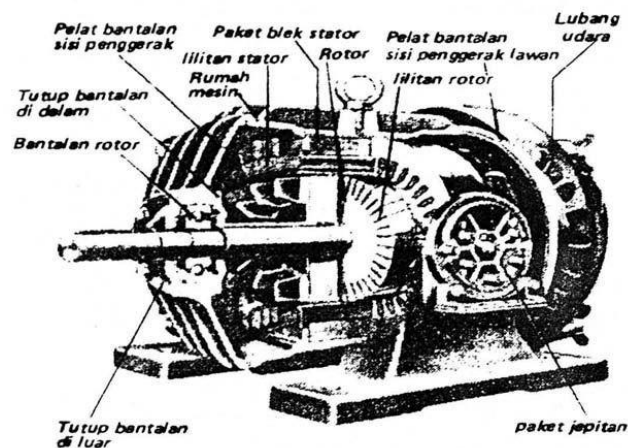
(Dasar-Dasar Mesin Listrik, 2011)



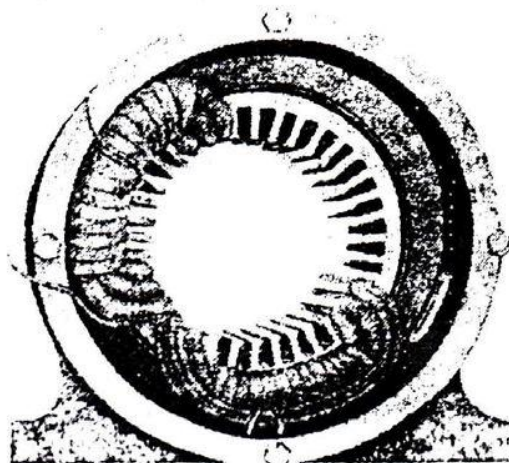
## 2.6 Bagian – Bagian Motor Induksi Tiga Fasa

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

- a. Body (frame)
- b. Stator (bagian yang diam)
- c. Rotor (bagian yang bergerak)
- d. Belitan stator
- e. Bearing
- f. Name Plate<sup>4</sup>



Gambar 2.13 Bentuk motor induksi tiga fasa



Gambar 2.15 Kontruksi stator motor induksi

(Mochtar Wijaya, S.T., 2001)

<sup>4</sup> Mochtar Wijaya.2001.Dasar-Dasar Mesin Listrik. Hal: 155-156



Menurut bentuk rotor, motor induksi terbagi atas dua kelompok :

- a. Motor induksi rotor belitan
- b. Motor induksi rotor sangkar

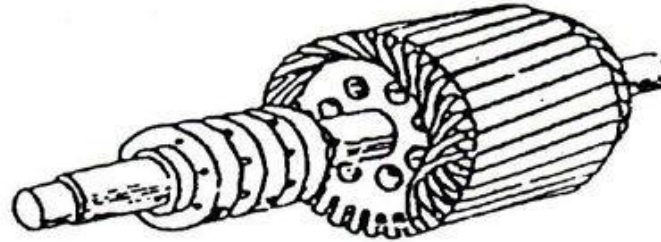
Belitan stator untuk kedua golongan sama, ketiga belitan fasanya dapat dibentuk dalam hubungan delta ( $\Delta$ ) maupun hubungan bintang (Y).

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.

a. Motor induksi rotor belitan

Motor induksi jenis ini memiliki rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti kumparan stator tetapi selalu dalam bentuk hubungan bintang. 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 juga dapat untuk mengatur kecepatan putaran motor.

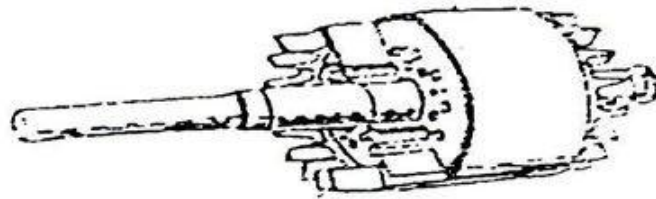


Gambar 2.15 Konstruksi rotor belitan

(Drs. Sumanto, MA, 1993)

#### b. Motor induksi rotor sangkar

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 sederhana bila dibandingkan dengan rotor belitan. Karena kontruksinya yang sedemikian rupa, 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 oto transformator atau saklar bintang segitiga. Tetapi berkurangnya arus akan berakibat berkurangnya kopel mula. Untuk mengatasi hal ini dapat digunakan rotor jenis sangkar ganda.<sup>[5]</sup>



Gambar 2.16 Kontruksi rotor sangkar

(Drs. Sumanto, MA, 1993)

## 2.7 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.

<sup>5</sup> Sumanto.1993.Motor Listrik Arus bolak Balik.Hal:82



Jika lilitan stator diberi energi dari catu tiga fasa, dibangkitkan medan magnetik putar yang berputar pada kepesatan 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. <sup>[6]</sup>

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

<sup>6</sup> Eugene C.Lister.1993.Mesin dan Rangkaian Listrik.Hal:214



$f$  : 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

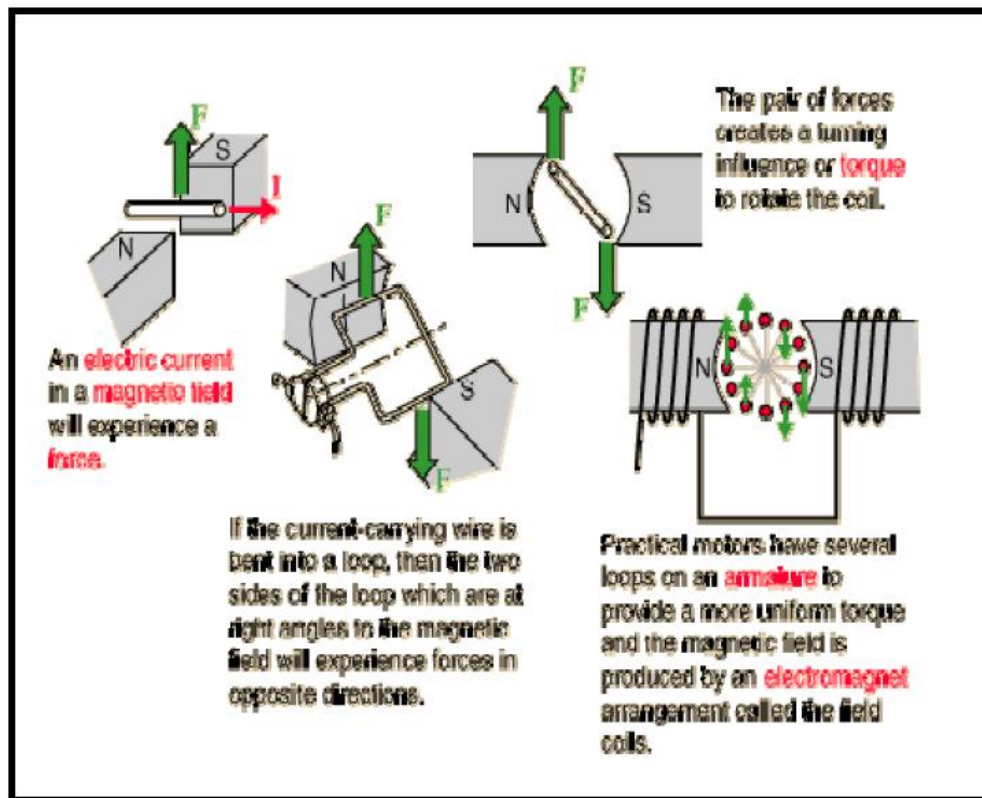
$\phi_m$  : Fluks

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 ( $S$ ).

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

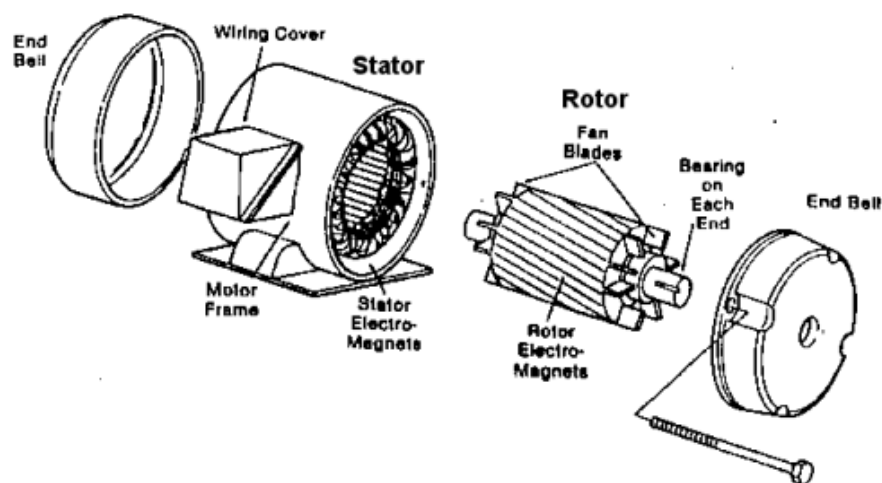
9. Bila  $N_r = N_s$  maka tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak akan mengalir, dengan demikian kopel tidak akan ada dan motor tidak berputar, kopel motor akan ada kalau ada perbedaan antara  $N_r$  dengan  $N_s$ .<sup>[7]</sup>

<sup>7</sup> Mochtar Wijaya.2001.Dasar-Dasar Mesin Listrik.Hal:157



Gambar 2.17 Prinsip Dasar dari Kerja Motor Listrik  
(Nave, 2005)

## 2.8 Konstruksi Motor Induksi



Gambar 2.18 Konstruksi motor induksi  
(Automated Buildings)



Prinsip dasar motor induksi terdiri dari bagian stator dan rotor. Pada bagian stator terdapat beberapa slot yang merupakan tempat kawat (konduktor) dari tiga kumparan tiga fasa yang disebut kumparan stator, yang masing-masing kumparan mendapatkan suplai arus tiga fasa.

Jika kumparan stator mendapatkan suplai arus tiga fasa, maka pada kumparan tersebut segera timbul fluks magnet putar. Karena adanya fluks magnet putar pada kumparan stator, mengakibatkan rotor berputar karena adanya induksi magnet dengan kecepatan putar rotor sinkron dengan kecepatan putar stator ( $N_s = \frac{120f}{p}$ ).

Bagian rotor yang merupakan tempat kumparan rotor adalah bagian yang bergerak atau berputar. Ada dua jenis kumparan rotor yaitu rotor sangkar tupai dan rotor lilit. Hampir 90% kumparan rotor dari motor induksi menggunakan jenis rotor sangkar tupai. <sup>[8]</sup>

Ini karena bentuk kumparannya sederhana dan tahan terhadap guncangan. Ciri khusus dari rotor sangkar tupai adalah ujung-ujung kumparan rotor terhubung singkat secara permanen. Jika kita bandingkan antara rotor sangkar tupai dan rotor lilit maka ada perbedaan-perbedaannya yaitu :

- Karakteristik motor induksi rotor sangkar tupai sudah fixed, sedang pada motor induksi dengan rotor lilit masih dimungkinkan adanya variasi karakteristik dengan cara menambahkan rangkaian luar melalui slip ring/singkatnya.
- Jumlah kutub pada rotor sangkar tupai menyesuaikan terhadap jumlah kutub pada lilitan statornya, sedangkan jumlah kutub pada rotor lilit sudah tertentu.

Keuntungan dari motor induksi dengan rotor lilit ialah bahwa motor ini dapat ditambah dengan tahanan luar. Hal ini sangat menguntungkan untuk starting motor pada beban yang berat dan sekaligus sebagai pengatur putaran motor. Rangkaian motor induksi dengan rotor lilit yang dilengkapi dengan tahanan luar.

---

<sup>8</sup> Yon Rijono.1997.Dasar Teknik Tenaga Listrik.Hal:310





---

---

## 2.9 Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa pada PT. Pupuk Sriwidjaja

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

### 1. Circuit Breaker

Circuit breaker adalah alat penghubung tenaga listrik yang mempunyai kemampuan untuk membuka dan menutup rangkaian listrik. Circuit Breaker biasanya dilengkapi dengan alat-alat pengaman, antara lain:

#### 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.

#### 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 pengantongan pupuk urea sangat rentan terhadap debu- debu dari urea 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. Sekering (Fuse)

Fuse adalah alat pengaman kelistrikan yang berfungsi sebagai pengaman terhadap arus hubung singkat.

## 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 diakibatkanoleh arus lebih tersebut

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
- c. 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



Politeknik Negeri Sriwijaya

---

bagi

motor.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Angga Wijaya.2010.Analisa Daya Motor Listrik 3 Fasa.Hal:11



---

---

## 2.10 Ukuran Motor Untuk Beban Yang Bervariasi

Motor industri seringkali beroperasi pada kondisi beban yang bervariasi karena permintaan proses. Praktek yang umum dilakukan dalam situasi seperti ini adalah memilih motor berdasarkan beban antisipasi tertinggi. Namun hal ini membuat motor lebih mahal padahal motor hanya akan beroperasi pada kapasitas penuh untuk jangka waktu yang pendek, dan beresiko motor bekerja pada beban rendah. Alternatifnya adalah memilih motor berdasarkan kurva lama waktu pembebanan untuk penggunaan khusus. Hal ini berarti bahwa nilai motor yang dipilih sedikit lebih rendah daripada beban antisipasi tertinggi dan sekali-kali terjadi beban berlebih untuk jangka waktu yang pendek. Hal ini memungkinkan, karena motor memang dirancang dengan faktor layanan (biasanya 15% diatas nilai beban) untuk menjamin bahwa motor yang bekerja diatas nilai beban sekali-sekali tidak akan menyebabkan kerusakan yang berarti. Resiko terbesar adalah pemanasan berlebih pada motor, yang berpengaruh merugikan pada umur motor dan efisiensi dan meningkatkan biaya operasi. Kriteria dalam memilih motor adalah bahwa kenaikan suhu rata-rata diatas siklus operasi aktual harus tidak lebih besar dari kenaikan suhu pada operasi beban penuh yang berkesinambungan (100%). Pemanasan berlebih dapat terjadi dengan:

1. Perubahan beban yang ekstrim, seperti seringnya jalan/berhenti, atau tingginya beban awal.
2. Beban berlebih yang sering dan/atau dalam jangka waktu yang lama
3. Terbatasnya kemampuan motor dalam mendinginkan, contoh pada lokasi yang tinggi, dalam lingkungan yang panas atau jika motor tertutupi atau kotor.

Jika beban bervariasi terhadap waktu, metode pengendalian kecepatan dapat diterapkan sebagai tambahan terhadap ukuran motor yang tepat.



### **2.11 Menurunkan Pembebanan Yang Kurang (Dan Menghindari Motor Yang Ukurannya Berlebih/ Terlalu Besar)**

Beban yang kurang akan meningkatkan kehilangan motor dan menurunkan efisiensi motor dan faktor daya. Beban yang kurang mungkin merupakan penyebab yang paling umum ketidakefisiensian dengan alasan-alasan:

1. Pembuat peralatan cenderung menggunakan faktor keamanan yang besar bila memilih motor.
2. Peralatan kadangkala digunakan dibawah kemampuan yang semestinya. Sebagai contoh, pembuat peralatan mesin memberikan nilai motor untuk kapasitas alat dengan beban penuh. Dalam prakteknya, pengguna sangat jarang membutuhkan kapasitas penuh ini, sehingga mengakibatkan hampir selamanya operasi dilakukan dibawah nilai beban.
3. Dipilih motor yang besar agar mampu mencapai keluaran pada tingkat yang dikehendaki, bahkan jika tegangan masuk rendah dalam keadaan tidak normal.
4. Dipilih motor yang besar untuk penggunaan yang memerlukan *torque* penyalan awal yang tinggi akan tetapi lebih baik bila digunakan motor yang lebih kecil yang dirancang dengan *torque* tinggi.

Ukuran motor harus dipilih berdasarkan pada evaluasi beban dengan hati-hati. Namun bila mengganti motor yang ukurannya berlebih dengan motor yang lebih kecil, juga penting untuk mempertimbangkan potensi pencapaian efisiensi. Motor yang besar memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada motor yang lebih kecil. Oleh karena itu, penggantian motor yang beroperasi pada kapasitas 60 – 70% atau lebih tinggi biasanya tidak direkomendasikan. Dengan kata lain tidak ada aturan yang ketat yang memerintahkan pemilihan motor dan potensi penghematan perlu dievaluasi dengan dasar kasus per kasus. Contoh, jika motor yang lebih kecil merupakan motor yang efisien energinya sedangkan motor yang ada tidak, maka efisiensi dapat meningkat.

Untuk motor yang beroperasi konstan pada beban dibawah 40% dari nilai kapasitasnya, pengukuran yang murah dan efektif dapat dioperasikan dalam mode bintang. Perubahan dari operasi standar delta ke operasi bintang meliputi



penyusunan kembali pemasangan kawat masukan daya tiga fase pada kotak terminal. Mengoperasikan dalam mode bintang akan menurunkan tegangan dengan faktor ' $\sqrt{3}$ '. Motor diturunkan ukuran listriknya dengan operasi mode bintang, namun karakteristik kinerjanya sebagai fungsi beban tidak berubah. Jadi, motor dalam mode bintang memiliki efisiensi dan faktor daya yang lebih tinggi bila beroperasi pada beban penuh daripada beroperasi pada beban sebagian dalam mode delta. Bagaimanapun, operasi motor pada mode bintang memungkinkan hanya untuk penggunaan dimana permintaan *torque* ke kecepatannya lebih rendah pada beban yang berkurang. Disamping itu, perubahan ke mode bintang harus dihindarkan jika motor disambungkan ke fasilitas produksi dengan keluaran yang berhubungan dengan kecepatan motor (karena kecepatan motor berkurang pada mode bintang). Untuk penggunaan untuk kebutuhan *torque* awal yang tinggi dan *torque* yang berjalan rendah, tersedia *starter* Delta-Bintang yang dapat membantu mengatasi *torque* awal yang tinggi.

## 2.12 Perawatan Motor Listrik

Hampir semua inti motor dibuat dari baja silikon atau baja gulung dingin yang dihilangkan karbonnya, sifat-sifat listriknya tidak berubah dengan usia. Walau begitu, perawatan yang buruk dapat memperburuk efisiensi motor karena umur motor dan operasi yang tidak handal. Sebagai contoh, pelumasan yang tidak benar dapat menyebabkan meningkatnya gesekan pada motor dan penggerak transmisi peralatan. Kehilangan resistansi pada motor, yang meningkat dengan kenaikan suhu. Kondisi ambien dapat juga memiliki pengaruh yang merusak pada kinerja motor. Sebagai contoh, suhu ekstrim, kadar debu yang tinggi, atmosfer yang korosif, dan kelembaban dapat merusak sifat-sifat bahan isolasi; tekanan mekanis karena siklus pembebanan dapat mengakibatkan kesalahan penggabungan.

Perawatan yang tepat diperlukan untuk menjaga kinerja motor. Sebuah daftar periksa praktek perawatan yang baik akan meliputi:

1. Pemeriksaan motor secara teratur untuk pemakaian *bearings* dan rumahnya (untuk mengurangi kehilangan karena gesekan) dan untuk



- 
- kotoran/debu pada saluran ventilasi motor (untuk menjamin pendinginan motor)
2. Pemeriksaan kondisi beban untuk meyakinkan bahwa motor tidak kelebihan atau kekurangan beban. Perubahan pada beban motor dari pengujian terakhir mengindikasikan suatu perubahan pada beban yang digerakkan, penyebabnya yang harus diketahui.
  3. Pemberian pelumas secara teratur. Pihak pembuat biasanya memberi rekomendasi untuk cara dan waktu pelumasan motor. Pelumasan yang tidak cukup dapat menimbulkan masalah, seperti yang telah diterangkan diatas. Pelumasan yang berlebihan dapat juga menimbulkan masalah, misalnya minyak atau gemuk yang berlebihan dari *bearing* motor dapat masuk ke motor dan menjenuhkan bahan isolasi motor, menyebabkan kegagalan dini atau mengakibatkan resiko kebakaran.
  4. Pemeriksaan secara berkala untuk sambungan motor yang benar dan peralatan yang digerakkan. Sambungan yang tidak benar dapat mengakibatkan sumbu as dan *bearings* lebih cepat aus, mengakibatkan kerusakan terhadap motor dan peralatan yang digerakkan.
  5. Dipastikan bahwa kawat pemasok dan ukuran kotak terminal dan pemasangannya benar. Sambungan-sambungan pada motor dan *starter* harus diperiksa untuk meyakinkan kebersihan dan kekencangnya.
  6. Penyediaan ventilasi yang cukup dan menjaga agar saluran pendingin motor bersih untuk membantu penghilangan panas untuk mengurangi kehilangan yang berlebihan. Umur isolasi pada motor akan lebih lama: untuk setiap kenaikan suhu operasi motor 10°C diatas suhu puncak yang direkomendasikan, waktu pegulangan ulang akan lebih cepat, diperkirakan separuhnya.

### 2.13 Memperbaiki Kualitas Daya

Kinerja motor dipengaruhi oleh kualitas daya yang masuk, yang ditentukan oleh tegangan dan frekuensi aktual dibandingkan dengan nilai dasar. Fluktuasi dalam tegangan dan frekuensi yang lebih besar daripada nilai yang



diterima memiliki dampak yang merugikan pada kinerja motor. Ketidakseimbangan tegangan bahkan dapat lebih merugikan terhadap kinerja motor dan terjadi apabila tegangan tiga fase dari motor tiga fase tidak sama. Hal ini biasanya disebabkan oleh perbedaan pasokan tegangan untuk setiap fase pada tiga fase. Dapat juga diakibatkan dari penggunaan kabel dengan ukuran yang berbeda pada sistim distribusinya.

Tegangan masing-masing fase pada sistim tiga fase besarnya harus sama, simetris, dan dipisahkan oleh sudut  $120^\circ$ . Keseimbangan fase harus 1% untuk menghindarkan penurunan daya motor dan gagalnya garansi pabrik pembuatnya. Beberapa faktor dapat mempengaruhi kesetimbangan tegangan: beban fase tunggal pada setiap satu fase, ukuran kabel yang berbeda, atau kegagalan pada sirkuit. Ketidakseimbangan sistim meningkatkan kehilangan pada sistim distribusi dan menurunkan efisiensi motor.

Ketidakseimbangan tegangan dapat diminimalisir dengan:

1. Menyeimbangkan setiap beban fase tunggal diantara seluruh tiga fase
2. Memisahkan setiap beban fase tunggal yang mengganggu keseimbangan beban dan umpankan dari jalur/trafo terpisah<sup>[10]</sup>

## 2.14 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 :  $1 \text{ HP} = 746 \text{ watt}$

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 termis 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

<sup>10</sup> UNEP.Peralatan Energi Listrik:Motor Listrik.Hal:16





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).

d. Persamaan daya untuk tiga fasa

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (\text{volt-ampere}) \dots\dots\dots(2-4)$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos \varphi \quad (\text{watt}) \dots\dots\dots(2-5)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \sin \varphi \quad (\text{volt ampere reaktif}) \dots\dots\dots(2-6)$$

## 2.15 Perhitungan Kebutuhan Daya Motor Listrik Penggerak Belt Conveyor

Daya untuk memindahkan *belt* tanpa beban (kW)

$$P_1 = \frac{0,06 \times f \times W \times V \cdot (L+L_0)}{367} \dots\dots\dots(2-7)$$

Daya untuk menggerakkan beban pada permukaan (kW)

$$P_2 = \frac{f \times Q \cdot (L+L_0)}{367} \dots\dots\dots(2-8)$$

Daya angkat beban (kW)

$$P_3 = \pm \frac{H \times Q}{367} \dots\dots\dots(2-9)$$

+ Untuk *conveyor* mendaki

- Untuk *conveyor* turun

Keterangan:

f : Faktor kekencangan *belt*

W : Berat *belt* (kg/m)

V : Kecepatan *belt*(m/s)

L : Panjang *belt* (m)

Lo : Jarak pusat ke pusat *idler* (m)



Catatan :

f & Lo : Dari tabel

W : Dari tabel

Q : Kapasitas beban belt

H : Ketinggian belt

Tabel 2.1 Daya untuk menggerakkan *tripper* (kW)<sup>[11]</sup>

Tebal belt (mm)	400	450	500	600	750	900	1050	1200
Pt (kW)	1,5			2,65		3,55		

Total daya :  $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_t$  (kW).....(2-10)

Tabel 2.2 Faktor Kekencangan *Idler* dan Jarak Pusat Ke Pusat *Idler*<sup>[12]</sup>

F	Lo	
	ft	M
0,03	161	49
0,022	216	66
0,012	512	156

Tabel 2.3 Berat *Belt* Tanpa Material<sup>[13]</sup>

Lebar Belt	in	16	18	20	24	30	36	42
	mm	400	450	500	600	750	900	1050
W	(lbs/ft)	15	19	20	24	36	42	54
	(kg/m)	22,4	28	30	36	53	63	80

<sup>11</sup>Bando.Bando Conveyor Belt. Hal:23

<sup>12</sup>Ibid

<sup>13</sup> Ibid