
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 luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator.

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ($n_s = 120f/2p$). 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. (Zuhal, 1995:101).

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.
(Drs. Yon Rijono, 1997:310-311).

2.1.2 Prinsip kerja motor induksi tiga fasa

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dihubungkan pada kumparan stator, akan timbul medan putar dengan kecepatan (Zuhal, 1995: 105) :

$$N_s = \frac{120.f}{P} \dots\dots\dots (2.1)$$

N_s = kecepatan stator
 f = frekuensi jala-jala
 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 (Zuhal, 1995: 105) :

$$E_2S = 4.44. f_2. N_2. \emptyset \dots\dots\dots (2.2)$$

E_2S = tegangan induksi
 f_2 = frekuensi jala-jala
 N_2 = banyaknya lilitan
 \emptyset = fluks magnet

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 sudah cukup besar untuk menggerakkan beban, maka rotor akan berputar searah dengan putar stator.
7. Tegangan induksi terjadi karena terpotongnya konduktor rotor oleh medan putar, artinya agar terjadi tegangan induksi maka diperlukan

adanya perbedaan kecepatan antara kecepatan medan putar stator (N_s) dengan kecepatan medan putar rotor (N_r).

8. Perbedaan kecepatan antara N_s dengan N_r disebut Slip (S) (Zuhal, 1995: 105) :

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \cdot 100 \% \dots\dots\dots (2.3)$$

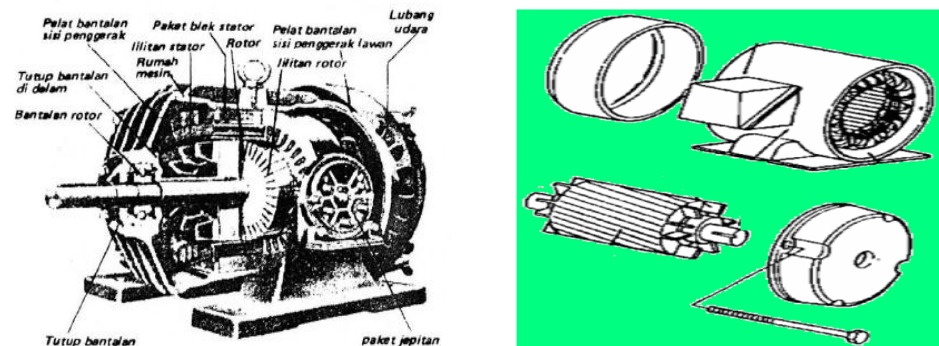
9. Bila $N_r = N_s$ maka tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak akan mengalir, dengan demikian kopel tidak akan ada dan motor tidak berputar, kopel motor akan ditimbulkan apabila ada perbedaan antara N_r dengan N_s ($N_r < N_s$).

10. Kesimpulannya yaitu jenis motor ini termasuk jenis motor asinkron (tak serempak).

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)
- b. rotor (bagian yang bergerak)
- c. tutup/tempat bantalan
- d. kipas
- e. lubang ventilasi
- f. kotak ujung (Herman Yani, S.T., 2004: 11).



a. Bagian-bagian motor induksi

b. Penampang motor induksi

Gambar 2.1 Bentuk motor induksi tiga fasa



Gambar 2.2 Kontruksi stator motor induksi

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. (Zuhal,1995: 118 - 119).



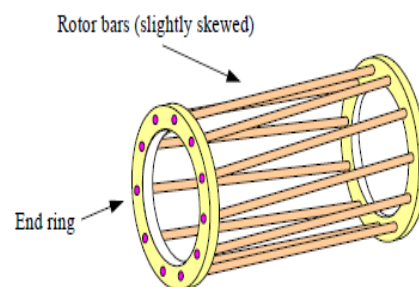
Gambar 2.3 Rotor belitan

2. 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 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. (Zuhal, 1995: 119).



a. bentuk rotor sangkar



b. kumparan dikeluarkan dari rotor

Gambar 2.4 Rotor sangkar motor induksi



2.2 Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa

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 atau OFF, yang mana kontak-kontaknya terendam dalam minyak.

e. Air circuit breaker

Pada breaker ini untuk memadamkan bunga api dengan 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 magnetik. Medan magnet yang dihasilkan oleh coil/ujung kumparan 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 diakibatkan oleh 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 segera diatasi.
- c. Gangguan dari komponen mekanis motor. Gangguan ini lebih bersifat kepada gangguan pada bearingnya, kipas pendingin dan lain-lain, jika dibiarkan dalam waktu yang lama akan sangat berbahaya bagi motor.

2.3 Definisi Belt Conveyor

Belt conveyor atau konveyor sabuk adalah pesawat pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau tumpahan, dengan arah horizontal atau membentuk sudut dakian/inklinasi dari suatu sistem operasi yang satu ke sistem operasi yang lain dalam suatu line proses produksi, yang menggunakan sabuk sebagai penghantar muatannya. Muatan yang dapat diangkut bermacam-macam meliputi unit beban dan material curah. Jenis material muatan ini sangat berpengaruh terhadap spesifikasi konveyor yang mengangkutnya (Zamrudin Nasher,2014:1). Belt Conveyor merupakan alat transportasi material secara mekanis yang memiliki arah lintasan horizontal, miring atau kombinasi dari keduanya yang terdiri dari sabuk yang bertumpu pada beberapa roller dan pulley sebagai penggerak (Kartolo, 1991:8).

Belt Conveyor (konveyor sabuk) memiliki komponen utama berupa sabuk yang berada diatas roller-roller penumpu. Sabuk digerakkan oleh motor penggerak melalui suatu pulley, sabuk bergerak secara translasi dengan melintas datar atau miring tergantung kepada kebutuhan dan perencanaan. Material diletakkan diatas sabuk dan bersama sabuk bergerak kesatu arah. Pada pengoperasiannya konveyor sabuk menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik dengan perantara roda gigi yang dikopel langsung ke puli penggerak. Sabuk yang berada diatas roller-roller akan bergerak melintasi roller-roller dengan kecepatan sesuai putaran dan puli penggerak.

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 yang meliputi ongkos-ongkos/biaya pembuatan, pemeliharaan-pemeliharaan, pemasangan, biaya operasi dan juga biaya penyusutan dari harga awal tersebut.
4. Berdasarkan pertimbangan diatas maka dipilihnya belt conveyer sebagai pesawat pengangkut yang paling sesuai untuk mengalirkan pupuk dari Prilling Tower ke bulk storage, unit PPU dan ke QSL.

2.3.1 Kelebihan dan kelemahan belt conveyer

A. Kelebihan belt conveyer

1. Mampu membawa beban berkapasitas besar.
2. Kecepatan sabuk dapat diatur untuk menetapkan jumlah material yang dipindahkan persatuan waktu.
3. Dapat beroperasi dalam arah/posisi yang miring tanpa membahayakan operator yang mengoperasikannya.
4. Memerlukan daya motor penggerak yang lebih kecil, sehingga menekan biaya operasinya.
5. Tidak mengganggu lingkungan dan ekosistem karena tingkat kebisingan dan polusi yang rendah.
6. Lebih ringan dari pada conveyer rantai maupun bucket conveyer.
7. Aliran pengangkutan berlangsung secara terus menerus.

Belt conveyer adalah mesin pemindah yang paling universal karena kapasitas cukup besar (500 s.d 5000 m³/jam atau lebih), sanggup memindahkan material pada jarak relatif besar (500 s/d 1000 m atau lebih), desain yang sangat sederhana dan pengoperasian yang baik. Belt conveyer dapat digunakan untuk memindahkan berbagai unit material sepanjang arah horizontal atau pada suatu kemiringan tertentu pada berbagai industri.

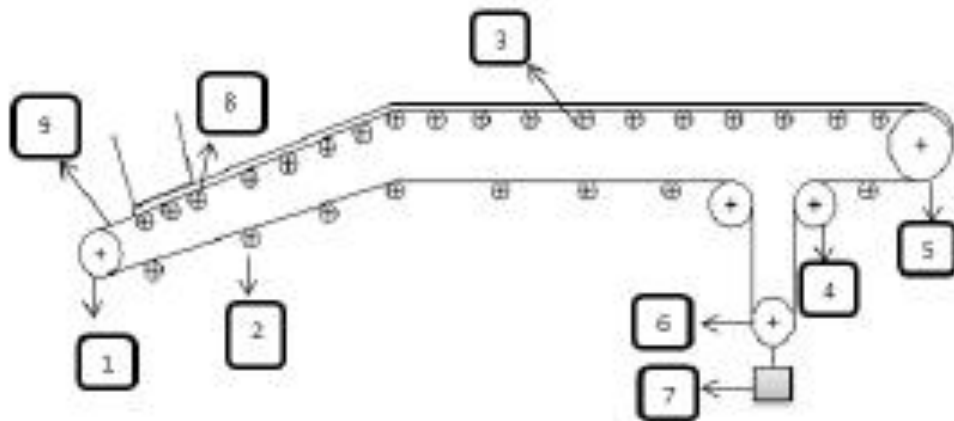
Contohnya pada industri pupuk, tambang batubara, semen, industri makanan dan lain-lain.

B. Kelemahan belt conveyer

1. Sabuk sangat peka terhadap pengaruh luar, misalnya timbul kerusakan pada pinggir dan permukaan belt, sabuk bisa robek karena zat kimia yang terkandung didalam pupuk atau lepasnya sambungan sabuk.
2. Biaya perawatannya mahal.
3. Jalur pemindahan (transfer line). Karena untuk satu unit belt conveyer hanya bisa dipasang untuk jalur lurus.
4. Kemiringan/sudut inklinasi yang terbatas.

2.3.2 Komponen-komponen utama pada belt conveyer

Komponen-komponen utama belt conveyer dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Komponen-komponen Utama Belt Conveyer

1. Tail pulley

Tail pulley merupakan pulley terakhir (ujung) belt conveyer pada gambar 2.5 dan bergerak mengikuti head pulley yang berfungsi sebagai tempat berputarnya belt conveyer menuju return idler. Tail pulley (Gambar 2.6) biasanya merupakan titik ujung dari pemindahan material. Berikut ini adalah foto dari tail pulley.



Gambar 2.6 Tail Pulley

2. Return idler

Return Idler berfungsi sebagai idler penumpu belt agar tidak melendut saat berputar kembali tanpa muatan menuju ke head pulley. Pada penggunaannya Return Idler selalu digunakan satu buah pada satu titik tumpuan dengan panjang yang hampir sama dengan lebar belt. Return Idler dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Return Idler

3. Carring idler

Carring Idler (Gambar 2.8) merupakan roll yang menumpu belt conveyor yang berisi material angkut di atasnya. Berbeda dengan return idler, carring idler terdiri dari tiga buah idler pada satu titik tumpuan, dimana idler tengah diposisikan datar dan idler sebelah luar diposisikan miring untuk menjaga agar material yang dibawa tidak tumpah. Selain hal tersebut, jarak antara titik tumpu carring idler lebih pendek dari pada return idler agar tidak terjadi lendutan belt akibat pengaruh berat material yang diangkut. Foto carring idler yang ada di lapangan adalah seperti Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Carring Idler

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 di PT. PUSRI Palembang ini menggunakan dua buah bend pulley untuk membelokkan belt menuju take up pulley (yang berada di posisi lebih rendah). Pada Gambar 2.9 merupakan salah satu dari Bend Pulley yang digunakan di lapangan.



Gambar 2.9 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 2.10.



Gambar 2.10 Head Pulley

6. Take up pulley

Take up pulley 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 yaitu :

1. Screw take up pulley

Screw take-up merupakan pengencang belt dengan memberi gaya tarik pada belt dengan menggunakan ulir pada dudukan pulley dan biasanya di gunakan untuk belt dengan panjang posisi angkut sekitar 50 – 100 meter.

2. Gravity take up pulley

Gravity Take-up merupakan pengencang belt horizontal dan vertikal 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 menggunakan take up pulley jenis ini terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Take Up Pulley

7. Take up unit

Take up unit (Gambar 2.12) 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.

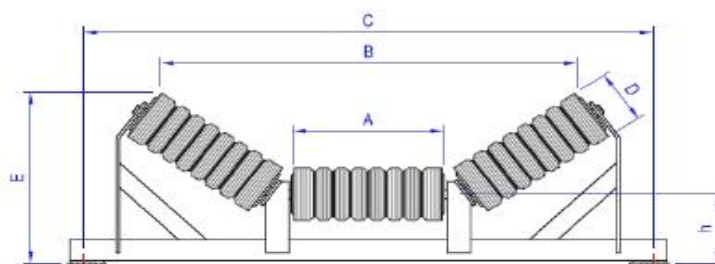


Gambar 2.12 Take Up Unit

8. Impact idler

Impact idler umumnya terdiri dari 3 roller yang dibending. Sudut bending impact idler, panjang roller, atau kuantitas roller normalnya sama dengan idler-idler lain yang dibending dalam sebuah konveyor.

Impact idler digunakan untuk menopang belt pada zona penerimaan material. Impact idler dapat diandalkan saat menangani tumpahan dari material berat dengan menyerap daya benturan yang dihasilkan dari material yang jatuh dan untuk melindungi belt dari kerusakan. Idler ini terdiri dari 3 nos roller dan penopang frame baja. Roller-roller ini standar dengan konstruksi tubular, akan tetapi memiliki komponen yang lebih kuat untuk menyamai kapasitas loading. Roller ini dipasang pada frame baja yang terukur untuk menyediakan sudut bending dari 20° , 25° , 30° , 35° , 40° , atau 45° .



Gambar 2.13 Impact Iddler

9. Belt/Sabuk

Belt terbuat dari bahan tekstil, baja lembaran atau jalinan kawat baja. Belt yang terbuat dari tekstil berlapis karet paling banyak ditemukan dilapangan.



Gambar 2.14 Belt Conveyor

Syarat-syarat belt :

1. Tahan terhadap beban tarik
2. Tahan beban kejut
3. Harus fleksibel
4. Tidak menyerap air
5. Ringan

Belt yang digunakan pada belt conveyor terdiri dari beberapa tipe seperti bulu unta, katun dan beberapa jenis belt tekstil berlapis karet. 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. Belt tekstil berlapis karet terbuat dari beberapa lapisan yang dikenal dengan plies.

Lapisan-lapisan tersebut dihubungkan dengan menggunakan (vulkanisasi) atau dengan karet alam maupun sintetis. Belt dilengkapi dengan cover karet untuk melindungi tekstil dari kerusakan-kerusakan. Karena beberapa jenis material yang dibawa mempunyai sifat abrasif.

2.4 Karakteristik Material Angkut

Belt conveyor digunakan untuk memindahkan material angkut memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik dilihat dari ukuran, bentuk dan



massa jenisnya. Bentuk dan ukuran dari material tersebut mempengaruhi dalam kerja belt conveyor, yaitu berpengaruh terhadap luas area yang terpakai oleh material angkut pada belt conveyor dan berpengaruh terhadap kapasitas yang dihasilkan. Sudut segitiga sama kaki yang terbentuk karena tumpukan material angkut di atas belt akan berbeda untuk jenis material gumpalan besar dan halus, karena ukuran panjang atau lebar dari suatu partikel (dilambangkan dengan a dalam satuan mm) berbeda-beda.

Tabel 2.1 Pengelompokan material menurut ukuran partikel

Jenis Material	Size of largest characteristic particle a (mm)
Gumpalan Besar	Over 160
Gumpalan Sedang	60 – 160
Gumpalan Kecil	10 – 60
Butiran	0,5 – 10
Halus	Bellow 0,5

Selain itu, material angkut juga dikelompokkan berdasarkan berat jenisnya. Batubara dikelompokkan ke dalam kelompok material sedang yang mempunyai density berbeda dengan biji besi yang tergolong kelompok sangat berat. Berikut ini adalah tabel pengelompokan material berdasarkan berat jenisnya:

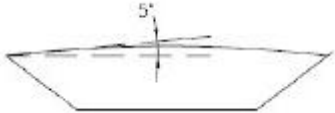
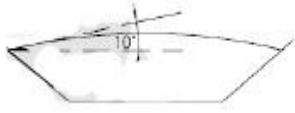
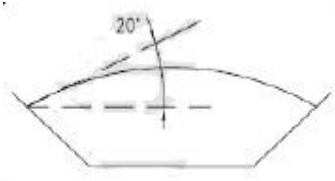
Tabel 2.2 Material Density

Berat	Berat (ton/m^3)	Material
Ringan	Sampai 0.6	Saw Dust, Peat, Coke
Sedang	0.6 – 1.1	Wheat, Coal, Slag
Berat	1.2 – 2.0	Sand, Gravel, Core, Raw mix
Sangat Berat	Lebih 2.0	Iron core, Cobbe Stone

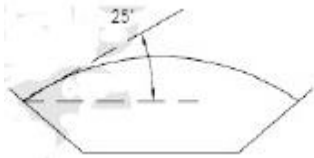
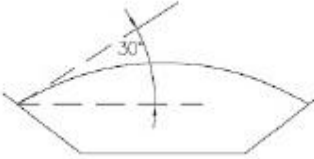
Dari ukuran karakteristik material, akan membentuk sudut surcharge atau sudut tumpukan material pada bagian atas belt conveyor. Sudut ini menentukan luas area angkutnya. Jika ukuran material berupa

butiran kecil, maka akan mengalami abrasi dan membentuk sudut surcharge yang kecil sedangkan jika ukuran material angkut berupa gumpalan besar tidak akan terjadi abrasi sehingga akan membentuk sudut surcharge yang besar.

Tabel 2.3 Sudut-sudut yang dibentuk dari karakteristik material

Material Characteristic	Angle of Repose (Degree)	Flowability	Angle of Surcharge (Degree)	Illustration
Very small rounded particles with uniform size and smooth surface, either very wet or very dry. Material such as cement, urea prills, wet concrete, etc	15 to 19	Very free flowing	5	
Non spherical, rounded/dry/smooth surfaced particles such as whole grains, beans, etc.	20 to 29	Free flowing	12 – Oct	
Granular or lumpy material having irregular shape and surface. Materials such as coal, earth, clay, cotton-seeds meal, cracked, grains, certain minerals, ores, stones, etc.	30 to 36	Average	20	



Granular or lumpy material having irregular shape and surface with more internal friction. Material such as coal, certain ores, minerals, stones, etc.	37 to 41	Average	25	
Irregulars, stringy, fibrous and interlocking material such as tempered foundry sand shredded canes, baggasse, wood chips, shredded rubber, etc	42 and upwards	Sluggish	30	

2.5 Kapasitas Belt Conveyor

Kapasitas merupakan hal utama dari kerja suatu belt conveyor, yaitu dalam satuan ton/jam (Erinofiardi, 2012:453):

$$Q = 3600 \cdot A \cdot v \cdot \gamma \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

Q = Kapasitas angkut belt conveyor (tph)

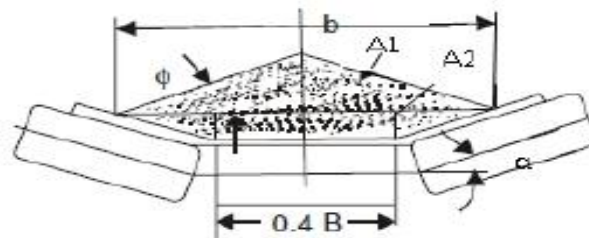
A = Luas penampang (m²)

v = Kecepatan belt (m/s)

γ = Material density (ton/m³)

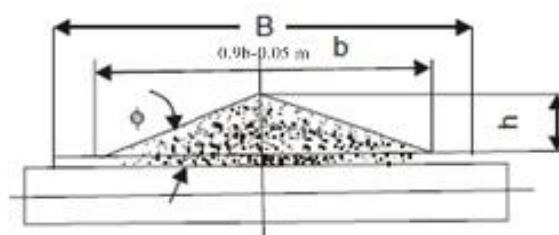
2.6 Luas Penampang

Luas penampang keseluruhan dari suatu belt conveyor yang berisi material angkut di atasnya adalah penjumlahan dari segitiga sama kaki yang terjadi akibat penumpukan material (dilambangkan dengan A_1) pada sisi sebelah atas dan luas trapesium dibawahnya yang terjadi akibat posisi dudukan carrying roll (dilambangkan dengan A_2). Gambar 2.15 menunjukkan luas penampang total belt conveyor.



Gambar 2.15 Luas Penampang Total Conveyor

Pada belt conveyor, material angkut dapat mengalir bebas dan dianggap membentuk segitiga sama kaki pada bagian atasnya (Gambar 2.16) dan membentuk trapesium pada bagian bawahnya. Pada luas area dipengaruhi oleh lebar belt, sudut tumpukan material (surcharge) dan sudut repose (sudut dari kemiringan dari carrying roll).



Gambar 2.16 Luas Penampang Bagian Atas

Untuk menghindari tumpahan, lebar sabuk (B) diambil pada sedikitnya 25% dari dasar segitiga (b). Jadi $b = 0.8B$. Pada ketentuan tertentu $b = 0.9B - 0.05$ meter, untuk $B \leq 2$ meter. Dimana B adalah lebar belt pada kondisi terpasang.



$$A1 = 0.16 \cdot B^2 \cdot \text{tg } \theta \dots\dots\dots (2.5)$$

Luas bagian bawah :

$$A2 = 0.12 \cdot B^2 \cdot \text{tg } \alpha \dots\dots\dots (2.6)$$

Jadi luas total :

$$A \text{ total} = A1 + A2 \text{ (m}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.7)$$

2.7 Kecepatan Belt Conveyor

Kecepatan belt dapat dicari dengan menggunakan rumus kapasitas setelah diketahui lebar belt, karakteristik material, sudut-sudut yang dibentuk dari material dan kapasitas angkut yang dihasilkan. Kecepatan belt meningkat sebanding dengan lebar belt. Berikut tabel ketetapan kecepatan belt maksimum berdasarkan lebar belt.

Tabel 2.4 Kecepatan maksimum belt conveyor

Material being conveyed	Belt Speeds (fpm)	Belt Width (Inches)
Grain or other free-flowing. Nonabrasive material	500	18
	700	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
Coal,damp clay,soft ores,overburden and earth.finocrushed stone.	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-96
Heavy,hard,sharp-edged ore,coarse-crushed stone	350	18
	500	24-36
	600	Over 36
Foundry sand,prepared or damp:shakeout sand with small cores,with or without small castings(not hot enough to harm belt)	350	Any Width
Prepared foundry sand and similar damp(or dry abrasive) materials discharged from belt Prepared foundry sand and similar damp(or dry abrasive) materials discharged from belt by rubber edged plows	200	Any Width
Nonabrasive material discharged from belt by means or plows.	200 Excep: for wood pulp.where 300 t0 400 is preferable.	Any Width
Feeder belt, flat or troughed for feeding fine,nonabrasive or mildly abrasive materials from hopper and bins.	50-100	Any Width



Gaya tarik belt adalah gaya yang diterima conveyor karena adanya tarikan dari head pulley pada saat belt beroperasi. Adapun gaya tarik belt terbagi menjadi tiga yaitu sebagai berikut :

1. Gaya Tarik Efektif Belt (F_e)

$$F_e = 10000 (W_m \times H + 0,04 (2 \times W_b + W_m) \times L) \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

F_e = Gaya tarik efektif (N)

W_b = Berat Belt (Kg/m)

L = Jarak Pemindahan (m)

H = Ketinggian (m)

Berat bagian yang bergerak (W) :

Berat material (W_m) dengan satuan ton per meter.

$$W_m = \frac{Q}{v} \dots\dots\dots (2.9)$$

Tabel 2.5 Berat belt yang bergerak dilihat dari lebar belt

Belt Width (mm)	W_b Belt Weight (kg/m)	W_3 Weight of rotating part of a roller (kg)	
		Carrying	Return
	500	8	2.3
600	9	2.5	5.2
750	13	3.6	8.5
900	16	4.1	9.7
1.050	23	6.1	14.5
1.200	28	6.6	16.1
1.400	33	10.2	23.4
1.600	38	11.2	26.0
1.800	46	12.5	29.8
2.000	51	13.5	32.3

2. Gaya Tarik Maksimum Belt (F_{max})

$$F_{max} = F_e \times m \text{ (N)} \dots\dots\dots (2.10)$$

m = drive factor (1.4)

3. Gaya Tarik Kerja Persatuan Lebar Belt (F_k)

$$F_k = \frac{F_{max}}{l} \dots\dots\dots (2.11)$$



F_k = Gaya tarik kerja (N/mm)

l = Lebar belt (mm)

Penggerak belt conveyor adalah motor listrik. Daya pada motor listrik dipengaruhi oleh gaya tarik efektif yang ditimbulkan oleh kerja conveyor. Hal ini akan berpengaruh terhadap kapasitas, berat belt, ketinggian dan panjang pemindahan (Erinofiardi, 2012:455).

$$P = \frac{F_e \times v}{33000} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

P = Daya motor penggerak belt (Hp)

F_e = Gaya tarik efektif (lbs)

v = Kecepatan belt (fpm)

Gaya tarik efektif dari suatu belt juga merupakan selisih gaya tarik dari belt pada sisi kencang dan sisi kendur belt conveyor. Dalam menghitung kapasitas daya motor yang terpakai secara keseluruhan menggunakan toleransi yang terdapat pada motor, agar memiliki ketahanan motor yang lebih lama. Dimana dayanya dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P_m = \frac{P}{\eta} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

P_m = Kapasitas maksimum daya motor (kW)

P = Daya motor (kW)

η = efisiensi motor yang diberikan (0.85)