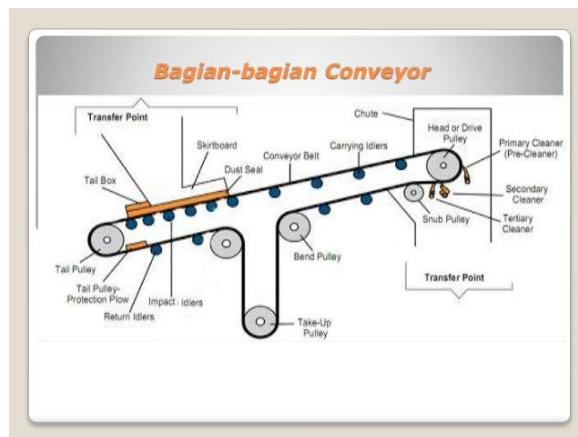


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Belt Conveyor

Belt conveyor merupakan suatu alat pemindah material yang berbasis teknologi tinggi yang semakin banyak digunakan pada industri - industri yang sedang berkembang di beberapa negara. Dengan menggunakan Belt conveyor, perusahaan mampu menghemat biaya produksi yang sangat tinggi, serta meningkatkan laju produksi dengan kecepatan yang signifikan dan stabil. Secara umum bagian-bagian pokok yang terdapat pada alat pemindah bahan yaitu pesawat pengangkut belt conveyor, adapun bagian atau komponen dari belt conveyor seperti gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Skema Kontruksi Utama Belt Conveyor

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 driveunit 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).

Keuntungan penggunaan belt conveyer antara lain adalah :

1. Daya angkut maksimal karena material mengalir secara tetap.
2. Mampu mengangkut hampir semua material, baik kering maupun basah, baik bongkahan kecil maupun bongkahan besar.
3. Kemungkinan rusak materialnya kecil.
4. Dapat mengangkut material yang terletak pada medan curam.
5. Tingkat arus yang rendah.
6. Perbandingan daya angkut kosong dan muatan terhitung menguntungkan secara ekonomis sehingga biaya pengangkutan material rendah.
7. Jumlah material yang diangkut dapat diatur dan dipindahkan secara utuh dengan jalan menggesernya.

Kerugian dari penggunaan belt conveyor antara lain :

1. Harga sabuk mahal dan peka terhadap gangguan luar.
2. Bila salah satu conveyor mengalami gangguan maka sistem industri akan terganggu karena dalam sistem industri menggunakan sistem terus-menerus (continuous mining).

Pesawat pengangkat dan pengangkut dipergunakan untuk memindahkan barang atau material pabrik dan industri, areal pembangunan, pergudangan, pertambangan, dan tempat-tempat penampungan material dan sebagainya. Mesin pemindah bahan ini diklarifikasikan kedalam dua kelompok sesuai dengan fungsinya yaitu:

1. Pesawat pengangkat
2. Pesawat pengangkut

Sementara pada PT Pupuk Sriwidjaja Palembang pada bagian pemindahan angkutan batu bara dari dermaga sampai ke coal storage menggunakan pesawat pengangkut, dimana ada beberapa pertimbangan yang mendasari dalam penelitian pesawat pengangkut diantaranya :

1. Karakteristik pemakaian, hal ini menyangkut jenis dan ukuran material, sifat material, serta kondisi medan atau ruang kerja alat.
2. Proses 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 :

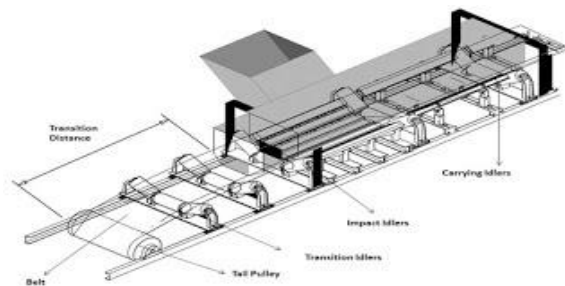
1. Drive Pulley

Merupakan Pulley yang berfungsi menyalurkan energi gerak putar pada Belt sehingga Belt bergerak. Biasanya sebagai discharge Pulley dan juga drive Pulley. (Gambar 2.1.)

2. Tail Pulley dan Head Pulley

Head Pulley adalah Pulley yang berada pada ujung depan Belt dimana material dicurahkan. Untuk beberapa desain pulley ini digunakan sebagai Pulley penggerak. (Gambar 2.1)

Tail Pulley merupakan Pulley yang pada umumnya berada diujung belakang Belt dan tidak berputar secara langsung oleh Drive-unit tetapi berputar karena mengikuti gerakan Belt.(Gambar 2.2)



Gambar 2.2. Konstruksi Belt Conveyor pada daerah dekat Loading Chute (CEMA, 2007)

3. Snub Pulley (pada head-end dan tail-end)

Merupakan Pulley tambahan yang berfungsi untuk memperbesar sudut lilitan Belt pada Drive. Lokasi pemasangan Snub Pulley dapat dilihat ada (Gambar 2.1.)

4. Bend Pulley

Merupakan Pulley yang memiliki fungsi melengkungkan atau mengubah arah Belt.(Gambar 2.1)

5. Take-up Pulley

Merupakan Pulley yang dikombinasikan dengan sistem Take Up, pada gambar 2.4 dapat dilihat Pulley ini dikombinasikan dengan beberapa macam sistem Take Up. Untuk Automatic Take Up Pulley ini dirancang untuk dapat bergerak mengimbangi operasional Belt Conveyor.

6. Belt

Merupakan bagian yang berfungsi menerima transfer energi gerak dari Pulley yang berputar, Belt akan mengangkut material dari satu ujung suatu konstruksi Belt Conveyor ke ujung lainnya. Belt dapat dibuat dari beberapa bahan, salah satu diantaranya adalah tenunan benang kapas (Cotton) sehingga membentuk suatu Carcas maupun berupa rangkaian kawat baja yang disebut Steel Cord (Gambar 2.2)

## 7. Idlers

Berfungsi untuk menahan atau menyangga Belt pada bagian Carryin dan Return. Jarak antar Idlers tergantung dari fungsi kegunaannya, berikut ini adalah pembagian Idlers menurut fungsi kegunaannya :

### a) Impact Idlers (Impact roller)

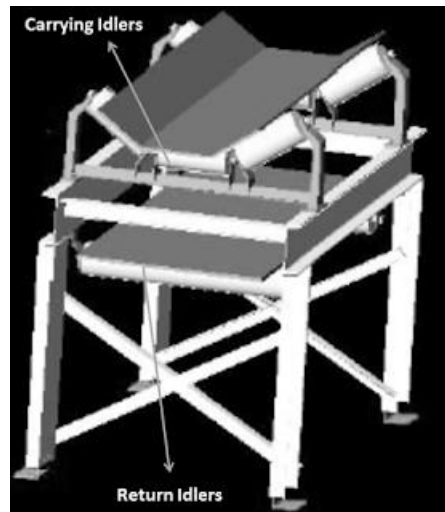
Merupakan Idlers yang terletak pada daerah tumpahan material ke dalam Belt, biasanya terbuat dari Rubber yang berfungsi menahan beban Impact dari material yang jatuh diatas Conveyor, sehingga dapat mengurangi kerusakan Belt. ( Gambar 2.2)

### b) Carry Idlers

Carrying Idlers adalah Idlers yang berfungsi untuk menyangga Belt yang membawa muatan material. dapat dilihat pada Gambar 2.3.

### c) Return Idlers (Return roller)

Merupakan Idlers yang berfungsi untuk menyangga Belt dengan muatan kosong, secara umum terletak pada bagian bawah Carrying Idlers (Gambar 2.3.)



Gambar 2.3. Cross section konstruksi Conveyor Belt (CEMA, 2007)

d) Transition Idlers

Merupakan Idlers dengan sudut yang disesuaikan guna menghindari ketidakstabilan Belt ketika terjadi perubahan sudut Idlers, baik dari kecil menjadi besar ataupun sebaliknya. (Gambar 2.2.)

e) Weighing Idlers

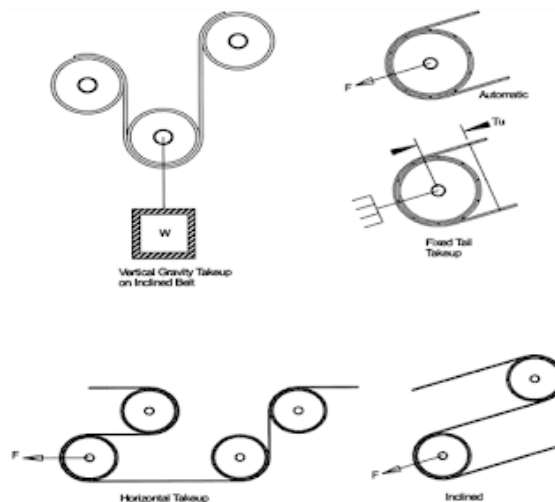
Idlers ini merupakan Carry Idler yang ditempatkan pada Weight Bridge (timbangan). Dengan tingkat kepresisian yang lebih tinggi dari pada Carry Idler lainnya.

f) Training Idlers

Idlers ini digunakan untuk membantu kelurusan sabuk yang berfungsi membawa (Carrying) material maupun yang tidak membawa material (Return).

8. Take-up unit

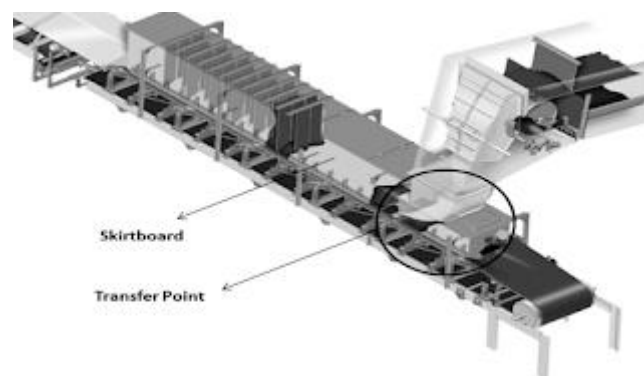
Merupakan system yang diinstalasi guna mempertahankan ketegangan Belt yang mengimbangi peregangan Belt saat operasional pengangkutan sedang dilakukan. Terdapat dua macam system Take Up yaitu Manual Take Up dan Automatic Take Up.



Gambar 2.4. Beberapa macam sistem Take Up (CEMA,2007)

## 9. Skirtboards

Merupakan instalasi yang dipasang setelah Loading Chute yang bertujuan membentuk Profile tumpukan batubara dan menstabilkan tumpukan batubara hingga mampu mengimbangi kecepatan Belt. (Gambar 2.5)



Gambar 2.5. Skirtboard Setelah Daerah Transfer Point (CEMA, 2007)

## 10. Cleaner

Cleaner merupakan peralatan yang digunakan untuk membersihkan sisi Belt dari material sisa yang tidak tercurahkan saat terjadi Loading dan tetap menempel pada sisi Belt, penggunaan Cleaner dapat dilihat pada Gambar 2.6.

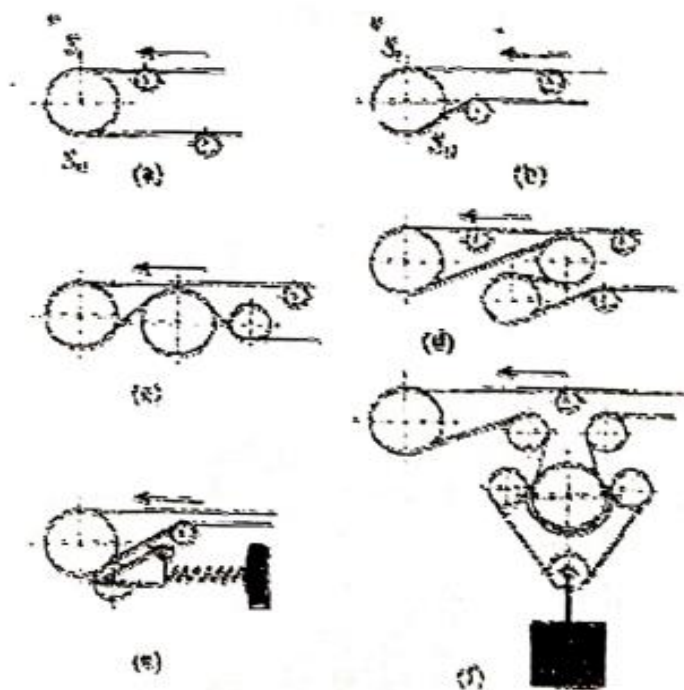


Gambar 2.6. Multiple Belt Cleaning System (CEMA, 2002)

## 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 2.7. Gambar a dan b menunjukkan puli penggerak tunggal (single pulley drive) dengan sudut  $\alpha = 180^\circ$  dan  $\alpha = 210^\circ$  s.d  $230^\circ$ . 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  $350^\circ$  dan  $480^\circ$ . 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 2.7 (b) lebih banyak digunakan.



Gambar 2.7 Susunan puli penggerak belt conveyor a dan b puli tunggal; c dan sistem dua puli; e dan f menggunakan bagian penekan



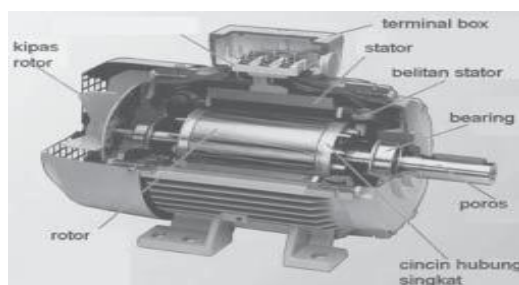
## 2.4 Komponen-Komponen Pendukung Belt Conveyor

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 dipasang 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 berbedadalam 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.

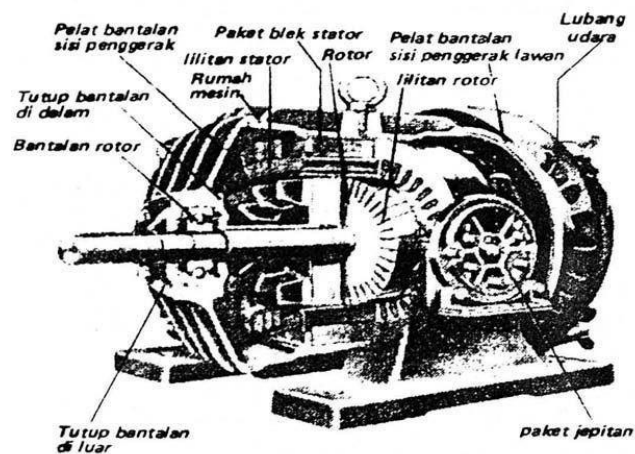


Gambar 2.8 Bentuk Motor Induksi

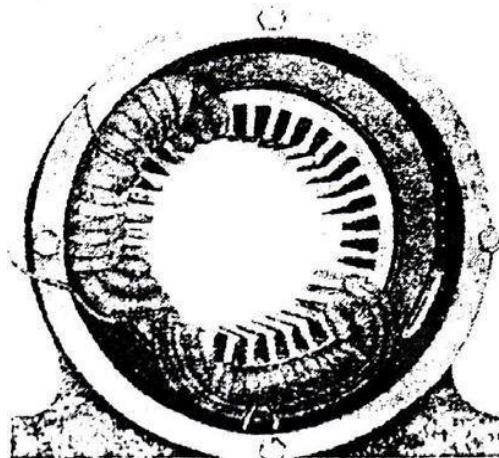
## 2.6 Bagian – Bagian Motor Induksi Tiga Fasa

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



Gambar 2.9 Bentuk motor induksi tiga fasa



Gambar 2.10 Kontruksi stator motor induksi

(Mochtar Wijaya, S.T., 2001)

Menurut bentuk rotor, motor induksi terbagi atas dua kelompok :

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

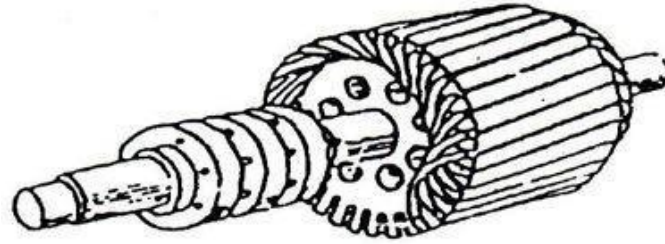
Belitan stator untuk kedua golongan sama, ketiga belitan fasanya dapat dibentuk dalam hubungan delta ( $\Delta$ ) maupun hubungan bintang (Y).

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.

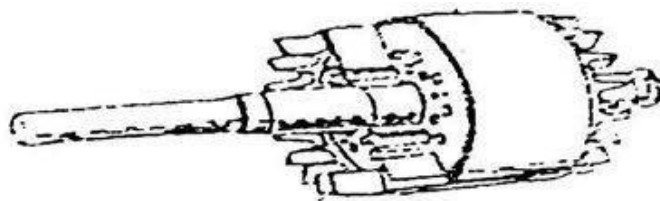


Gambar 2.11 Konstruksi rotor belitan

(Drs. Sumanto,MA, 1993)

b. 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.



Gambar 2.12 Kontruksi rotor sangkar

(Drs. Sumanto,MA, 1993)

## 2.7 Peralatan Proteksi Yang Terdapat Pada Belt Convayer

Beberapa peralatan pengaman (Safety Device) yang terdapat di belt conveyor batu bara PT.Pupuk Sriwidjaja Palembang yaitu:

1. Misalignment switch, berfungsi sebagai alat pengaman apabila belt conveyor dalam keadaan tidak stabil dimana belt conveyor akan menyentuh safety device ini dan mematikan motor.



Gambar 2.13 Misalignment Switch

2. Pullcord switch sebagai proteksi untuk menghentikan sistem pada belt conveyor jika terjadi kondisi bahaya, baik dari peralatan maupun manusia. Safety device ini bekerja dengan cara menarik kabel baja yang berada di samping belt conveyor, yang dihubungkan dengan misalignment switch dan akan mematikan motor.



Gambar 2.14 Pull cord Switch

3. Back stop atau hold back merupakan peralatan mekanis yang memungkinkan belt conveyor atau poros penggerak hanya bisa berputar satu arah saja.



Gambar 2.15 Back Stop atau Hold Back

4. Chute Block Switch berfungsi apabila chute tersumbat dan batu bara menumpuk sampai hopper, yang akan menyentuh switch ini dan mematikan belt conveyor sehingga tidak merusak belt conveyor.



Gambar 2.16 Block Chute Switch

5. Zero speed switch berfungsi sebagai pencatat kecepatan conveyor per detik serta pendeteksi jika terjadi ketidak normalan kecepatan belt conveyor. Switch ini apabila terjadi head pulley slip akibat licin, pulley yang dipasang sensor ini akan berhenti dan sensor akan mematikan motor. Sehingga belt conveyor yang slip akan segera berhenti dan tidak merusak beltnya. Switch ini juga dipasang pada tail pulley atau pulley lainnya (bukan dipasang pada drive pulley).

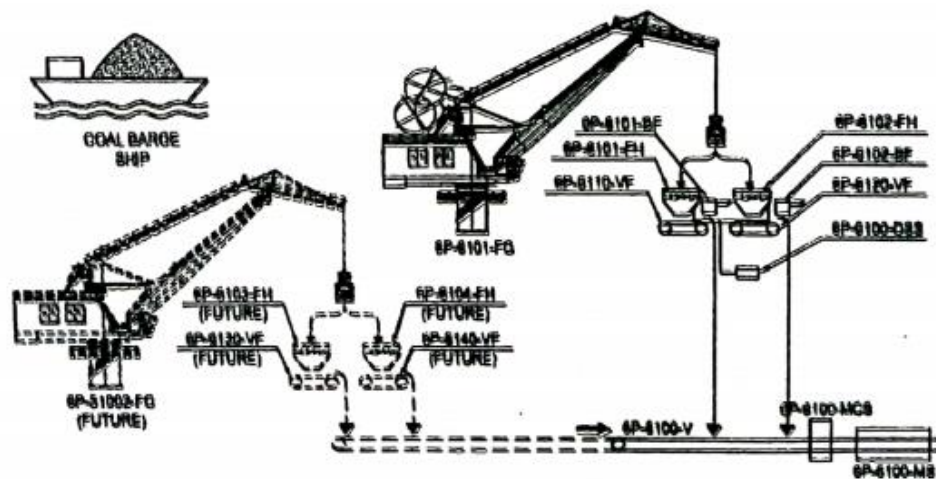


Gambar 2.17 Zero/Low Speed Switch

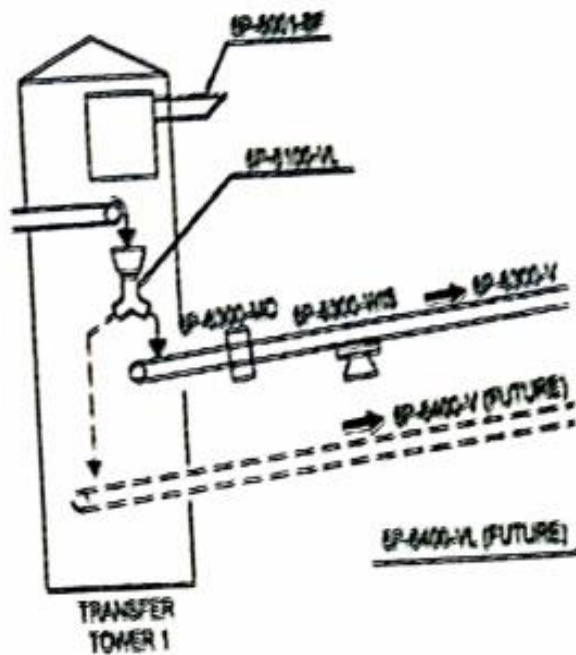


## 2.8 Diagram Alir Belt Conveyor Dari Jetty Menuju Coal Storage

Berikut gambar-gambar diagram alir belt conveyor mulai dari jetty (Dermaga) sampai ke coal storage penampungan batu bara :

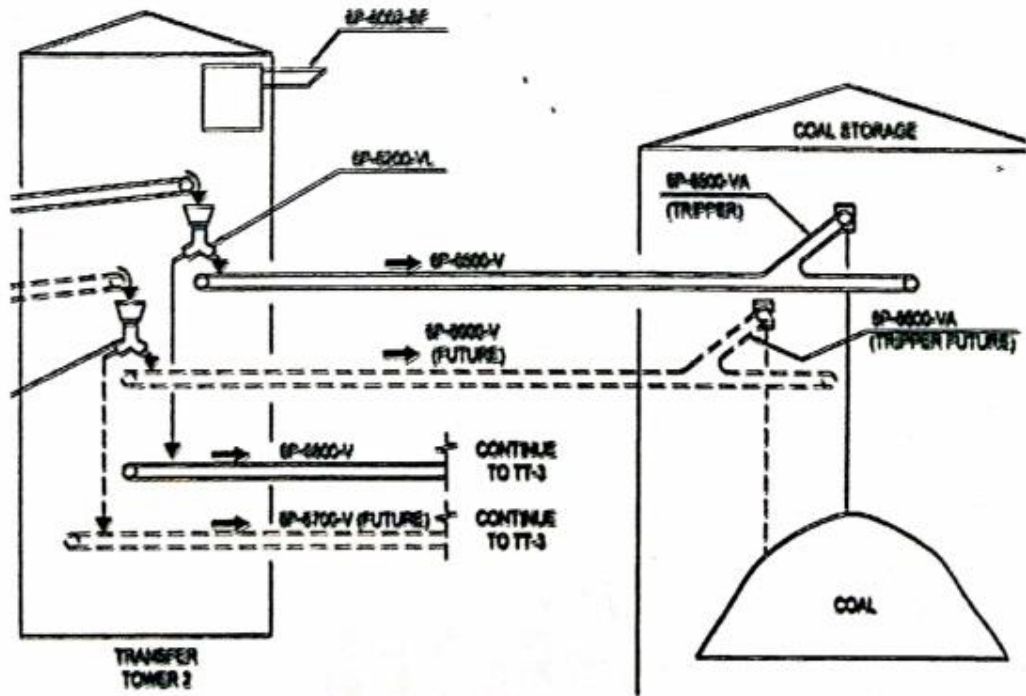


Gambar 2.18 Diagram alir dari tongkang menuju Transfer Tower 1



Gambar 2.19 Diagram alir dari transfer Tower 1 menuju transfer Tower 2





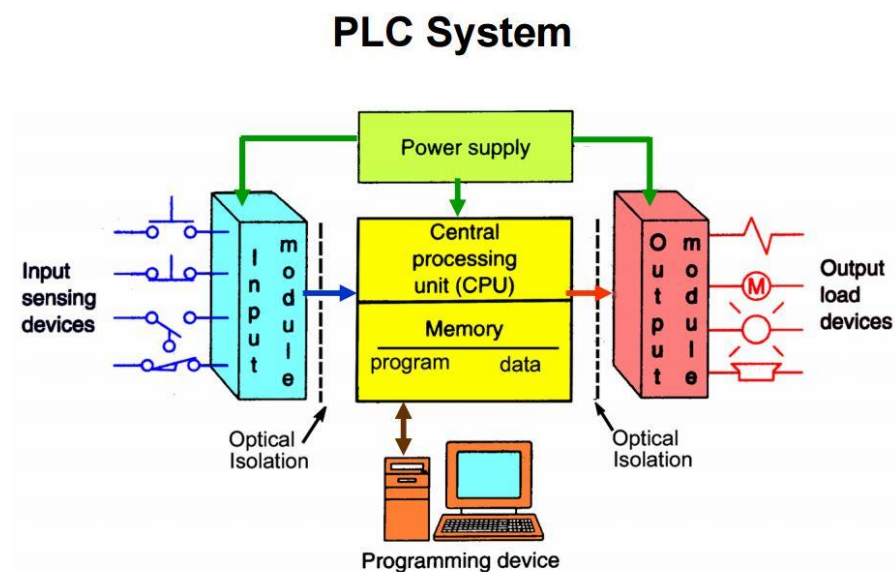
Gambar 2.20 Diagram alir transfer dari Tower 2 menuju Coal Storage

## 2.9 Programmable Logic Controller

PLC (Programmable Logic Controller) adalah sebuah peralatan elektronik yang dapat diprogram agar bisa mengontrol atau mengoperasikan mesin. Jadi pertama, PLC akan menerima sinyal masukan yang akan disimpan kedalam memori. Kedua, PLC melakukan instruksi logika untuk menjalankan fungsinya. Ketiga, sinyal masukan (input) yang diterimanya akan diproses sehingga menghasilkan keadaan keluaran (output) yang menyesuaikan dengan keinginan pemakainya.

PLC (Programmable Logic Controller) juga memiliki beberapa konsep yaitu :

1. Programmable, yakni PLC memiliki kemampuan menyimpan memori program. Program ini bisa berubah-ubah, tergantung dari fungsi dan kegunaannya.
2. Logic, yakni PLC memiliki kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan logic (ALU). Maksudnya adalah PLC dapat melakukan beragam operasi. Membagi, menambah, kali, negasi, OR, AND dan lain-lain.
3. Controller, kemampuan PLC dalam mengontrol atau mengatur sebuah proses untuk menghasilkan output tertentu.



Gambar 2.21 diagram komponen peralatan PLC

Secara umum fungsi PLC dapat dibagi menjadi dua, yaitu kontrol sekuensial dan monitoring plant. Agar kita dapat lebih mudah memahaminya, berikut ini penjelasan setiap fungsinya :

1. Kontrol sekuensial

Fungsi ini dapat diartikan sebagai penjagaan, agar setiap step atau langkah-langkah dalam proses sekuensial berlangsung sesuai dengan urutan yang tepat. Proses input sekuensial umumnya berupa sinyal biner yang akan dikelola kembali sehingga menjadi output.

2. Monitoring plant

Fungsi ini akan dapat memonitor atau mengawasi suatu sistem (seperti tekanan, temperatur) dan akan menampilkan pesan tersebut ke operator. Selain itu, fungsi ini juga akan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses kontrolnya, contohnya seperti nilai sudah melebihi batas.

Sedangkan fungsi PLC secara khusus mempunyai peran sebagai pemberi masukan (input) ke CNC (Computerized Numerical Control) untuk pemrosesan lebih lanjut. Dibanding PLC, CNC mempunyai tingkat ketelitian yang lebih tinggi dan mahal harganya. CNC biasanya dipakai untuk proses penyelesaian (finishing), moulding, membentuk benda kerja dan sebagainya. Selain itu, berikut fungsi khusus lain dari PLC (secara umum) :

1. Sebagai Relay Logic
2. Sebagai Pengunci (Locking)
3. Sebagai Pencacah (Counting)
4. Sebagai Penambah
5. Sebagai Pengurang
6. Sebagai Pengatur Waktu (Timing)
7. Untuk Kontrol PID
8. Untuk Operasi BCD
9. Untuk Membuat Manipulasi Data
10. Untuk Membuat Pembanding

Programmable Logic Controller (PLC) kini menjadi perangkat penting pada sebuah industri, terutama untuk menggantikan sistem pengkabelan yang masih digunakan pada sistem lama. Berikut ini adalah kelebihan Programmable Logic Controller (PLC) :

- Fleksibel
- Harga yang lebih murah
- Dapat melakukan pemrograman, pembaharuan dan perbaikan dengan mudah
- Keamanan lebih terjamin
- Adanya record data dan antarmuka yang memudahkan pengguna
- Menggunakan system wirelles.

Selain itu, ada juga ciri khusus dari Programmable Logic Controller (PLC):

1. Programmable Logic Controller (PLC) dirancang untuk dipakai di lingkungan-lingkungan bidang industri. Komponen ini dirancang untuk debu, panas, guncangan dan lain-lain.
2. Programmable Logic Controller (PLC) dibuat untuk mudah dioperasikan. Misalnya oleh teknisi pabrik.
3. Programmable Logic Controller (PLC) sebagian besarnya tidak dilengkapi dengan monitor. Tapi PLC dilengkapi dengan peripheral port, fungsinya untuk memasukkan program dan memonitor datanya.

Setiap perangkat tentunya mempunyai komponen utama yang dapat berguna sebagai pendukung agar fungsinya bisa berjalan dengan baik. Begitupun pada Programmable Logic Controller (PLC), adapun komponen utama didalamnya sebagai berikut :

1. Central Prosesing Unit

CPU mempunyai fungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian pada PLC dan menjalankan program yang disimpan didalam memori. CPU juga dapat memproses waktu pengawasan dan pelaksanaan perangkat lunak serta menterjemahkan program perantara yang umumnya berisi logika.

2. Memori

Memori pada PLC mempunyai fungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi hasil perhitungan dapat disimpan didalamnya. PLC menggunakan memori semi konduktor seperti RAM (Random Acces Memory), ROM (Read Only Memory) dan PROM (Programmable Read Only Memory). RAM mempunyai waktu akses yang cepat dan program yang terdapat didalamnya dapat diperbaharui sesuai dengan keinginan pemakainya. Karena RAM merupakan volatile memory, maka PLC harus diberikan supply cadangan daya listrik berupa baterai yang disimpan pada komponen tersebut. Biasanya CMOS RAM dipilih untuk pemakaian daya yang rendah, baterai ini juga mempunyai jangka waktu cukup lama sekitar lima tahun sebelum harus diganti.

3. Input/Output

Input/output menjadi sebuah modul yang penting pada PLC. Alasannya, karena PLC berfungsi untuk memproses atau mengoperasikan sebuah mesin. Peran input/output akan menjadi perantara diantara perangkat kontrol dengan CPU. Input pada PLC adalah untuk menghubungkan suatu peralatan dari sinyal. Selain itu, ada juga input poin yang akan menjadi sinyal dan dikirimkan pada PLC serta memberikan suatu lokasi didalam

memori. Lokasi memory ini dapat disebut dengan input bit. Setiap input/output memiliki alamat dan nomor urutan khusus yang dimilikinya selama membuat program untuk memonitor aktivitasnya. Adapun indikasi urutan statusnya yang ditandai dengan LED (Light Emiting Diode) pada PLC, hal ini bertujuan untuk pengecekan proses pengoperasiannya.

#### 4. Power Supply

Tanpa Power Supply, maka PLC tidak akan dapat beroperasi. Power Supply berguna sebagai sumber daya dari PLC, sehingga ia dapat beroperasi dan menjalankan fungsi-fungsinya. Power Supply akan mengkonversikan pasokan listrik dari PLN (220V) ke daya yang dibutuhkan CPU serta modul input/output.

Programmable Logic Controller (PLC) adalah komponen yang memiliki bahasa program. Ada lima jenis bahasa program yang biasa dipakai untuk membuat PLC dapat bekerja. Meskipun semuanya tidak di-support oleh PLC. Berikut bahasanya:

1. Bahasa Program LD (Ladder Diagram)
2. Bahasa Program IL (Instruction List) atau SL (Statement List)
3. Bahasa Program SFC / (Grafcet (Sequential Block Diagram))
4. Bahasa Program FBD (Function Block Diagram)
5. Bahasa Program High Level. Misalnya seperti Visual Basic