



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Reverse Engineering / Rekayasa Balik

Reverse engineering (RE) merupakan suatu proses sistematis yang melibatkan kegiatan pengukuran, analisis, dan pengujian terhadap suatu objek dengan tujuan untuk memperoleh kembali bentuk, fungsi, serta informasi desain dari objek tersebut. Proses ini dilakukan dengan cara merekonstruksi ulang suatu produk, komponen, maupun *subassembly* berdasarkan data yang tersedia[3].

Dalam penerapannya di dunia industri, *reverse engineering* digunakan sebagai metode untuk memahami karakteristik suatu produk atau peralatan yang telah ada (*existing equipment*), sehingga dapat dilakukan pembuatan ulang komponen dengan fungsi yang serupa. Selain itu, metode ini juga memungkinkan adanya peningkatan kinerja produk, melalui perbaikan desain sehingga dapat menghasilkan produk yang lebih efisien dan kompetitif.

Secara umum, *reverse engineering* lebih menitikberatkan pada upaya untuk mengetahui bagaimana suatu komponen diproduksi, bukan menjelaskan alasan di balik desain tersebut. Namun demikian, dalam perkembangannya, *reverse engineering* tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis, tetapi juga berperan sebagai teknologi inovasi ulang (*reinvention*). Pada konteks ini, fungsi dari *Reverse Engineering* diantaranya adalah:

1. Untuk menduplikasikan atau memproduksi sparepart *original equipment manufacturer (OEM)* yang data desain nya tidak tersedia.
2. Untuk memperbaiki atau mengganti suku cadang yang aus tanpa sepengetahuan data desain asli.
3. Untuk menghasilkan model atau prototype berdasarkan bagian yang ada untuk dianalisis.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2 Konsep Dasar Perancangan

Suatu hasil pada produk yang baik dikarenakan adanya konsep perancangan yang baik pula. Oleh karena itu, dibutuhkan perancangan yang matang sebelum memulai eksekusi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Berikut beberapa penjelasan mengenai perancangan.

2.2.1 Definisi Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Pengertian perancangan lainnya menurut bin Ladjamudin (2005:39) “Perancangan adalah tahapan perancangan (*design*) memiliki tujuan untuk mendesain sistembaru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik”. [3]

Sedangkan perancangan menurut Kusri (2007:79) “Perancangan adalah proses pengembangan spesifikasi sistem baru berdasarkan hasil rekomendasi analisis sistem”. Berdasarkan pengertian di atas penulis dapat menyimpulkan bahwa perancangan adalah suatu proses untuk membuat dan mendesain sistem yang baru [4].

2.2.2 Kriteria Perancangan

Kriteria perancangan merupakan suatu ukuran yang menjadi dasar penetapan atau penilaian terhadap suatu perancangan yang dirancang. Kriteria perancangan diperlukan agar hasil dari perancangan sesuai dari yang diinginkan. Dalam hal ini, kriteria yang digunakan oleh setiap perancang berbeda beda dan juga memiliki banyak kriteria. Meskipun demikian, pada dasarnya sesuai kriteria tersebut mengacu pada 6 kriteria dasar. Kriteria yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. *Function* (fungsi/pemakaian)
2. *Safety* (keamanan)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. *Reliability* (dapat diandalkan)
4. *Cost* (Biaya)
5. *Manufacturrability* (dapat diproduksi/manufaktur)
6. *Marketability* (dapat dipasarkan)

2.2.3 Prosedur Umum Perancangan

Suatu perancangan memerlukan prosedur sebagai aturan perancangan agar jalannya perancangan tertata dengan baik. Dalam perancangan suatu alata tau mesin, tidaka da aturan yang baku. Hal itu dikarenakan masalah perancangan dapat diselesaikan dengan berbagai cara. Walaupun demikian, prosedur dasar atau umum untuk menyelesaikan masalah perancangan yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengenali kebutuhan/tujuan
Pertama adalah membuat pernyataan yang lengkap dari masalah perancangan, menunjukkan kebutuhan/tujuan, maksud/usulan dari mesin yang dirancang
- 2) Mekanisme
Pilih mekanisme atau kelompok mekanisme yang mungkin.
- 3) Analisis Gaya
Menentukan gaya aksi pada setiap bagian mesin dan energi yang ditransmisikan pada setiap bagian mesin.
- 4) Pemilihan material
Pilih material yang paling sesuai untuk setiap bagian dari mesin.
- 5) Rancang elemen-elemen (ukuran dan tegangan)
Tentukan bentuk dan ukuran bagian mesin dengan mempertimbangkan gaya aksi pada elemen mesin dan tegangan yang diijinkan untuk material yang digunakan.
- 6) Modifikasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Mengubah/memodifikasi ukuran berdasarkan pengalaman produksi yang lalu. Pertimbangan ini biasanya untuk menghemat biaya produksi.

7) Gambar Detail

Menggambar secara detail setiap komponen dan perakitan mesin dengan spesifikasi lengkap untuk proses produksi.

8) Produksi

Komponen bagian mesin seperti tercantum dalam gambar detail diproduksi di workshop.

Untuk memudahkan dalam pemahaman. Berikut ini merupakan diagram alir prosedur umum dalam perancangan mesin maupun alat.



Gambar 2. 1 Diagram Prosedur Perancangan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.4 Standard Dalam Perancangan

Perancangan yang baik menggunakan *standard* yang telah ditetapkan. Hal tersebut agar proses pelaksanaannya, terutama sampai pada eksekusi desain (produksi) dan pelaksanaan lain menjadi lebih terstruktur dan memiliki standard yang sama. Standard didefinisikan sebagai kriteria, aturan, prinsip, atau Gambaran yang dipertimbangkan oleh seorang ahli, sebagai dasar perbandingan atau Keputusan atau sebagai desain yang diakui.

Satuan standard yang digunakan dalam perancangan adalah SI (Satuan internasional) dengan penggunaan satuan metrik. Berikut merupakan tabel satuan internasional dan awalan awalan yang dipakai dalam perancangan[3].

Tabel 2. 1 Satuan Internasional

Besaran	Satuan (SI)	Satuan Lainnya
Panjang atau Jarak	Meter (m)	Inci (in)
	Milimeter (mm)	Kaki (ft)
Luas	Meter persegi (m ²) atau Milimeter (m ²)	Inci (in ²)
Gaya	Newton	Pound (lb)
	1 N = 1 kg.m/s	Kip (K) = (1000 lb)
Masa	Kilogram (kg)	Slug (lb.s ² /ft)
Waktu	Detik (s)	Detik (s)
Sudut	Radian (Rad) atau Derajat (°)	Derajat (°)
Suhu	Derajat Celcius (°C)	Derajat Fahrenheit (°F)
Torsi atau Momen	Newton meter (Nm)	Pound-in (lb.in)
Eneergi atau Kerja	Joule	Pound-in (lb.in)
	1 J = 1 N.m	
Daya	Watt (W) atau Kilowatt (Kw)	Daya Kuda (HP)
Tegangan, Tekanan, Modulus Elastisitas	Pascal (Pa) = 1 N/ m ²	lb/in ² atau Psi
Modulus Penampang	Meter persegi (m ³) atau Milimeter (m ³)	Inci kubik (in ³)
Momen Kelembaban	Meter persegi (m ⁴) atau Milimeter (m ⁴)	Inci pangkat 4 (in ⁴)
Kecepatan Reaksi	Radian per detik (rad/s)	Putaran per menit (rpm)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2. 2 Awalan Dalam Satuan

Awalan	Simbol (SI)	Faktor
Mikro-	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
Milli-	m	$10^{-3} = 0,001$
Kilo-	k	$10^3 = 1000$
Mega-	M	$10^6 = 1000\ 000$
Giga-	G	$10^9 = 1000\ 000\ 000$

2.3 Material Pembentuk Semen

Dalam industri semen, bahan baku yang digunakan tidak terbatas pada mineral alami, tetapi juga dapat berasal dari produk atau material hasil samping proses industri, selama memenuhi persyaratan kimia yang dibutuhkan[1]. Secara *fundamental*, bahan baku semen merupakan suatu campuran yang diformulasikan untuk menyediakan komponen utama penyusun klinker, yaitu *kalsium oksida* (CaO), *silikon dioksida* (SiO_2), *aluminium oksida* (Al_2O_3), dan *besi oksida* (Fe_2O_3). Sumber utama CaO umumnya diperoleh dari batu kapur, sedangkan SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 dapat berasal dari bahan mineral seperti tanah liat atau material alternatif lainnya. Komposisi dan keseimbangan kimia dari keempat oksida utama tersebut sangat berperan dalam menentukan reaktivitas bahan baku selama proses pembakaran di *rotary kiln*, pembentukan fase mineral klinker, serta kualitas akhir semen yang dihasilkan [1]



Gambar 2. 2 Material Pembentuk Semen

Hak Cipta :

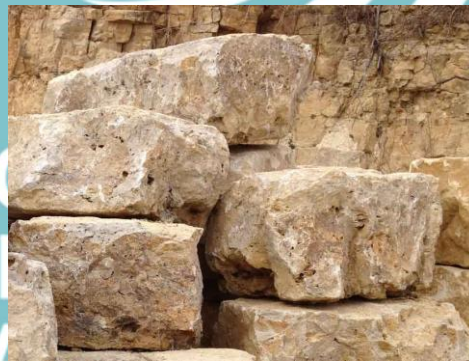
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.1 Material Utama

Didalam kandungan semen, terdapat *kalsium oksida* (CaO), *silikon dioksida* (SiO_2), *aluminium oksida* (Al_2O_3), dan *besi oksida* (Fe_2O_3). Kandungan tersebut merupakan kandungan utama yang didapat dari material utama dari proses pembuatan semen. Berikut material utama pembentuk semen:

2.3.1.1 Limestone

Limestone atau batu kapur merupakan bahan baku utama pembentuk semen yang memiliki peranan sangat penting dalam pembentukan raw meal. Batu kapur umumnya mengandung *kalsium karbonat* (CaCO_3) dalam jumlah dominan. Kadar CaCO_3 dalam batu kapur berisr 70-80% sehingga menjadi sumber utama dalam senyawa kalsium oksida (CaO) didalam klinker[1].



Gambar 2. 3 Limestone

Selain sifat kimia dalam batu kapur, karakteristik fisik batu kapur juga sangat berpengaruh terhadap proses produksi, seperti ukuran butir, kekerasan, serta kandungan kelembapan. Sifat sifat tersebut akan menentukan metode penambangan, sistem penghancuran (*crushing*) serta pemilihan alat atau mesin yang digunakan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.1.2 Tanah Liat

Clay atau tanah liat merupakan salah satu bahan baku utama dalam industri semen yang berfungsi sebagai sumber silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan sebagian besi oksida (Fe_2O_3). Tanah liat terbentuk melalui proses pelapukan batuan yang mengandung senyawa silikat aluminium, khususnya dari kelompok mineral feldspar, akibat pengaruh cuaca, air, dan aktivitas kimia dalam jangka waktu yang panjang. Proses pelapukan ini menghasilkan material berbutir halus dengan sifat plastis yang khas.



Gambar 2. 4 Tanah Liat

Kandungan utama clay dalam bahan baku semen terdiri dari silika dan alumina yang berperan penting dalam pembentukan senyawa klinker seperti *dicalcium silicate* (C_2S), *tricalcium aluminate* (C_3A), dan *tetracalcium aluminoferrite* (C_4AF). Keberadaan oksida-oksida tersebut sangat menentukan sifat reaksi kimia selama proses pembakaran di kiln serta memengaruhi kualitas akhir semen yang dihasilkan.

2.3.1.3 Pasir Silica

Silica sand atau pasir silika merupakan salah satu bahan baku dalam industri semen yang berfungsi sebagai sumber utama silika (SiO_2). Silika diperlukan untuk melengkapi komposisi kimia bahan baku utama, khususnya dalam pembentukan senyawa klinker

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

seperti *dicalcium silicate* (C_2S) dan *tricalcium silicate* (C_3S). Pasir silika umumnya memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi dengan tingkat kemurnian yang relatif baik, sehingga sangat berpengaruh terhadap nilai *silica modulus* (SM), yang merupakan salah satu parameter penting dalam pengendalian kualitas *raw meal*.



Gambar 2. 5 Pasir Silika

2.3.1.4 Pasir Besi

Iron ore atau bijih besi merupakan salah satu bahan baku tambahan dalam industri semen yang berfungsi sebagai sumber utama besi oksida (Fe_2O_3). Kandungan besi oksida dalam *raw meal* diperlukan untuk membantu pengendalian parameter kimia seperti *alumina modulus* (AM) dan *silica modulus* (SM). Selain itu juga membantu dalam proses pembentukan senyawa klinker, khususnya pembentukan senyawa *tetracalcium aluminoferrite* (C_4AF).



Gambar 2. 6 Pasir Besi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.1 Alternative Raw Material

Alternative raw material atau bahan baku alternatif merupakan material pengganti sebagian bahan baku utama dalam proses pembuatan semen yang digunakan untuk mendukung efisiensi produksi, penghematan sumber daya alam, serta mengurangi dampak lingkungan. Penggunaan bahan baku alternatif juga menjadi salah satu upaya industri semen dalam menerapkan konsep *sustainable development* dan *green industry*.

Bahan baku alternatif umumnya berasal dari limbah industri, hasil samping proses produksi, maupun material alam yang masih memiliki kandungan oksida utama seperti kalsium oksida (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3). Material tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian batu kapur, tanah liat, pasir silika, maupun pasir besi dalam penyusunan komposisi *raw meal*.

Salah satu bahan baku yang digunakan dalam proses produksi semen khususnya dalam pembentukan *raw meal* yang baik adalah *fly ash* dan *bottom ash* (FABA). Material ini merupakan hasil samping dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang masih memiliki kandungan silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3) yang cukup tinggi. Kandungan tersebut menjadikan *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) berpotensi digunakan sebagai bahan baku alternatif pengganti sebagian tanah liat, pasir silika maupun pasir besi dalam komposisi *raw meal*.



Gambar 2. 7 FABA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Fly ash merupakan material berbentuk abu halus yang terbawa bersama gas hasil pembakaran dan ditangkap menggunakan alat pengendali debu seperti *electrostatic precipitator* atau *bag filter*. Sementara itu, *bottom ash* merupakan abu yang memiliki ukuran partikel lebih kasar dan berada di bagian dasar tungku pembakaran. Perbedaan karakteristik tersebut menyebabkan *fly ash* lebih banyak dimanfaatkan sebagai sumber silika dan alumina, sedangkan *bottom ash* dapat membantu memperbaiki komposisi mineral dan tekstur campuran bahan baku.

Dalam penggunaannya, komposisi *fly ash* dan *bottom ash* harus disesuaikan dengan kebutuhan parameter kimia *raw meal* seperti *lime saturation factor* (LSF), *silica modulus* (SM), dan *alumina modulus* (AM). Pengendalian parameter tersebut sangat penting untuk menjaga kestabilan proses pembakaran, mempermudah pembentukan klinker, serta menghasilkan kualitas semen yang sesuai standar. Dengan pemanfaatan bahan baku alternatif ini, industri semen dapat menerapkan proses produksi yang lebih ekonomis, efisien, dan ramah lingkungan.

2.4 Densitas

Massa jenis atau densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata – rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air).

Rumus untuk menentukan massa jenis:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dimana:

$$\rho = \text{Massa Jenis (kg/m}^3\text{)}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

m = Massa (kg)

V = Volume (m^3)

2.5 Belt Conveyor[5]

Didalam proses produksi semen, banyak alat yang digunakan untuk mentransport *raw material* dari satu proses ke proses lainnya, salah satunya adalah *belt conveyor*. Pada area *Raw Material* PT Solusi Bangun Indonesia Pabrik Cilacap, *belt conveyor* digunakan untuk mentransport berbagai jenis material seperti batu kapur, tanah liat, pasir silica, pasir besi hingga bahan baku alternative seperti *fly ash* dan *bottom ash*. Material tersebut ditransport dari stokpile menuju pengimanan sementara atau BIN dan akan ditransport kembali menuju unit penggilingan yaitu *Raw Mill*.

2.4.1 Introduction

Belt conveyor merupakan suatu alat transportasi material yang bekerja secara kontinu dengan menggunakan *belt* (sabuk) sebagai media pembawa material. Belt tersebut bergerak secara terus-menerus dan digerakkan oleh sistem *pulley*, yang terdiri dari *pulley* penggerak (*drive pulley*) dan *pulley* pembalik (*tail pulley*), serta ditopang oleh *roller* atau *idler* sebagai penyangga agar *belt* tetap berada pada posisi yang stabil selama beroperasi. Sistem ini berfungsi untuk memindahkan material dari satu titik ke titik lainnya dalam jarak tertentu, baik secara *horizontal*, menanjak (*incline*), menurun (*decline*), maupun kombinasi dari ketiganya.



Gambar 2. 8 Belt Conveyor

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

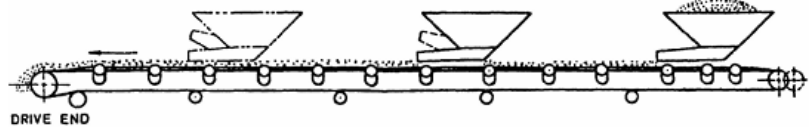
Dalam operasinya, *belt conveyor* dirancang untuk mengangkut material curah (*bulk material*) maupun material satuan (*unit load*) dengan kapasitas tertentu sesuai dengan kebutuhan proses produksi. Kinerja belt conveyor sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter utama, seperti lebar dan kecepatan belt, karakteristik material yang diangkut, sudut kemiringan lintasan, serta panjang conveyor.

2.4.2 Tipe Belt Conveyor

Belt conveyor memiliki beberapa tipe yang digunakan sesuai dengan kebutuhan proses dan karakteristik material yang diangkut. Berikut beberapa tipe *belt conveyor* yang umum digunakan dalam industri, khususnya industri semen[6]:

1. Horizontal Belt Conveyor

Horizontal belt conveyor merupakan conveyor yang digunakan untuk memindahkan material pada lintasan mendatar atau sejajar permukaan tanah.



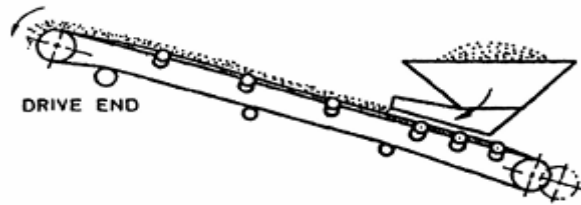
Gambar 2. 9 Horizontal Belt Conveyor

2. Inclined Belt Conveyor

Inclined belt conveyor merupakan conveyor yang dirancang untuk memindahkan material pada lintasan miring atau *elevasi* tertentu. *Conveyor* ini digunakan ketika material harus dipindahkan ke tempat yang lebih rendah menuju tempat yang lebih tinggi.

Hak Cipta :

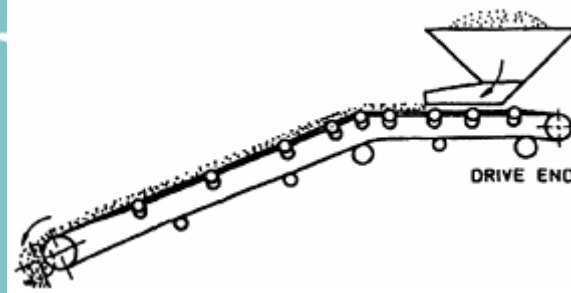
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 10 Inclined Belt Conveyor

3. Declined Belt Conveyor

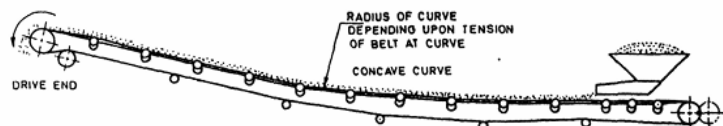
Declined merupakan kebalikan dari *inclined* dimana *belt conveyor* digunakan untuk memindahkan material dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah.



Gambar 2. 11 Declined Belt Conveyor

4. Combination Inclined and horizontal conveyor

Combination inclined and horizontal conveyor merupakan jenis *conveyor* yang menggabungkan lintasan *horizontal* dan lintasan miring dalam satu sistem. *Conveyor* ini digunakan untuk memindahkan material secara mendatar sekaligus menaikkan atau menurunkan material ke ketinggian tertentu sehingga proses transportasi material menjadi lebih efisien[7].



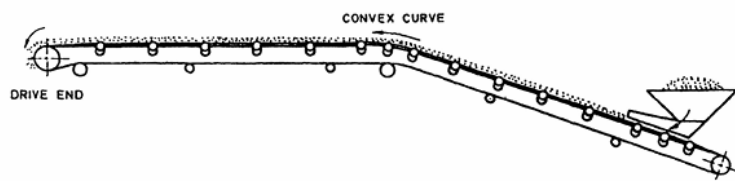
Gambar 2. 12 Combination Inclined and horizontal conveyor

5. Combination declined and horizontal conveyor

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Combination declined and horizontal conveyor merupakan jenis conveyor yang menggabungkan lintasan horizontal dan lintasan menurun (*declined*) dalam satu sistem. *Conveyor* ini digunakan untuk memindahkan material secara mendatar sekaligus menurunkan material ke area atau tingkat yang lebih rendah sehingga proses transportasi material dapat berjalan lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan tata letak produksi.



Gambar 2. 13 Combination declined and horizontal conveyor

2.4.3 Komponen Belt Conveyor

1. Head Pulley

Head pulley merupakan komponen utama yang berfungsi untuk menyalurkan daya dari motor melalui drum sehingga *belt* dapat bergerak.[8]



Gambar 2. 14 Head Pulley

2. Tail Pulley

Tail pulley adalah pulley yang berada di ujung lain dari conveyor, biasanya pada bagian pemuatan material. Fungsi utamanya adalah untuk membantu menjaga ketegangan *belt* yang cukup.

Hak Cipta :

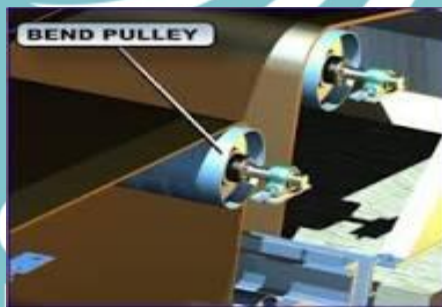
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 15 Tail Pulley

3. *Bend Pulley*

Bend pulley adalah *pulley* yang ditempatkan pada lokasi perubahan arah *belt* yang signifikan, seperti pada bagian miring atau transisi antara *horizontal* ke *incline*. Pemasangan *bend pulley* membantu mendistribusikan tegangan *belt* dan mencegah *belt slip* saat terjadi perubahan sudut yang besar.



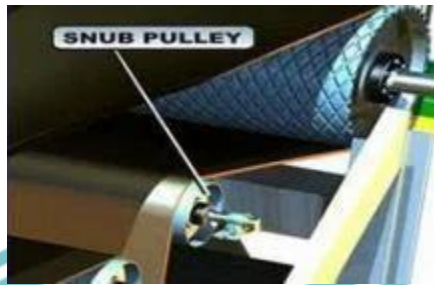
Gambar 2. 16 Bend Pulley

4. *Snub Pulley*

Snub pulley adalah *pulley* yang dipasang dekat dengan *head pulley* dengan tujuan meningkatkan kontak *belt* dengan *head pulley*, sehingga meningkatkan gesekan (*traction*) dan efisiensi transmisi gaya

Hak Cipta :

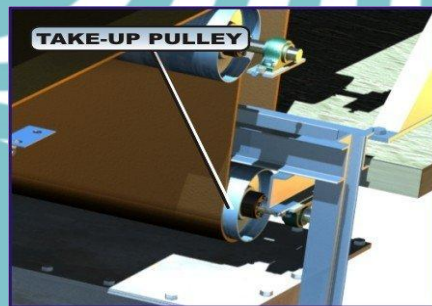
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 17 Snub Pulley

5. *Take Up pulley*

Take-up pulley berfungsi untuk mengatur ketegangan *belt* pada *conveyor*. Karena *belt* akan mengalami regangan saat beroperasi.



Gambar 2. 18 Take Up pulley

6. *Carrier Roller*

Merupakan *roller* pembawa material pada *belt conveyor*. Posisinya ada diatas sehingga dapat menahan beban *belt* dan material.



Gambar 2. 19 Carrier Roller

7. *Return Roller*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

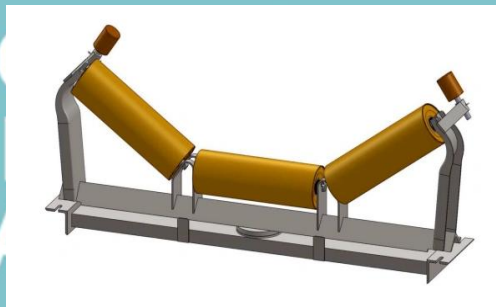
Return roller merupakan rol-rol yang menyangga bagian *belt* yang kembali (*returning*) setelah material dibuang pada *head pulley*. *Return roller* memastikan *belt* kembali dalam jalur yang lurus dan stabil menuju *tail pulley*.



Gambar 2. 20 Return Roller

8. *Stabilizer Roller*

Roller yang berfungsi untuk menjaga *belt* agar tidak *tracking* dan tetap pada posisinya. *Stabilizer roller* biasanya pada lintasan panjang atau bagian yg cenderung mengalami defleksi tinggi.



Gambar 2. 21 Stabilizer Roller

9. *Impact roller*

Impact roller adalah *roller* yang ditempatkan pada zona masuk material untuk mengurangi gaya bentur (*impact*) yang dihasilkan ketika material jatuh ke *belt conveyor*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 22 Impact roller

10. Belt

Belt merupakan komponen utama dari *conveyor* yang menjadi media pembawa material. *Belt* umumnya terbuat dari beberapa lapisan karet *reinforced* dengan kain atau baja untuk memperoleh kekuatan tarik, fleksibilitas, dan ketahanan terhadap aus. Karakteristik *belt*, seperti kekuatan tarik, ketebalan, dan lebar (BW), ditentukan berdasarkan kapasitas angkut yang dibutuhkan.



Gambar 2. 23 Belt

11. Cleaner

Cleaner adalah perangkat yang dipasang di area *head pulley* atau *idler* tertentu untuk membersihkan sisa material yang menempel pada *belt* setelah material diturunkan. Biasanya terdapat 3 *cleaner* pada *belt conveyor* yaitu *primary*, *secondary*, dan *tertiary*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 24 Cleaner

12. Skirtboard

Skirtboard adalah pelindung sepanjang jalur *loading* (zona masuk material) yang berfungsi untuk mencegah material tertiuap atau terlempar keluar dari *belt conveyor* saat material dimuat ke *belt*, serta membantu mengurangi debu di area *loading*.



Gambar 2. 25 Skirtboard

13. Main Drive

Main drive merupakan unit penggerak utama yang terdiri dari motor penggerak, *coupling* dan *gearbox*. *Main drive* berfungsi sebagai penggerak *belt* agar dapat beroperasi dan memindahkan material.

14. Chute

Pada sistem *belt conveyor*, *chute* berfungsi sebagai tempat masuk (*inlet*) maupun keluarnya material (*outlet*) agar material dapat berpindah dengan terarah, aman, dan mengurangi terjadinya tumpahan selama proses transportasi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 26 Chute

2.4.4 *Safety Device pada Belt Conveyor*

2.4.4.1 *Pull Wire Switch*

Sebenarnya, *switch emergency pull cord/pull wire* adalah stop darurat. Itu hanya dapat diaktifkan dengan menekan tombol stop darurat. Untuk mengaktifkannya, kita harus menarik kabel atau kabel pemicunya. Panjang *wire* yang terhubung ke *conveyor* bervariasi. Alat keamanan ini tidak hanya memiliki kabel tetapi juga memiliki komponen pendukung lainnya.



Gambar 2. 27 Pull Wire Switch

2.4.4.2 *Belt Drift Switch*

Sensor *belt drift switch* berfungsi sebagai pengatur posisi *belt conveyor* bergerak ke kiri atau ke kanan. Pada prinsipnya, jika *belt* bergerak dan menyentuh *arm* atau *tuas sensor*, *arm* akan bergerak. Pada derajat tertentu, *switch* akan ON.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 28 Belt Drift Switch

2.4.4.3 Motion Detector

Alat yang dikenal sebagai detektor putaran, atau RT, memiliki kemampuan untuk mengukur kecepatan putaran *conveyor*. Ini biasanya digunakan untuk menentukan apakah putaran *conveyor* melambat dan secara bertahap berhenti saat *conveyor* diposisikan "berputar" oleh pengontrol. RT biasanya dipasang pada *tail pulley*.



Gambar 2. 29 Motion Detector

2.6 Perhitungan Kapasitas Angkut[9]

Kapasitas angkut *belt conveyor* dalam satuan waktu dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya kecepatan *belt*, tipe *carrier roller* yang digunakan, sudut kemiringan *conveyor* baik menaik maupun menurun, serta karakteristik dan bentuk material yang ditransportasikan.

$$Q_t = 60 A \cdot v \cdot \gamma \cdot s$$

Dimana:

$$Q_t = \text{Kapasitas Angkut (ton/hour)}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$A = \text{Luas Penampang Muatan (m}^2\text{)}$

$\gamma = \text{Apparent specific gravity (ton/m}^3\text{)}$

$v = \text{Kecepatan Belt}$

$s = \text{Koefisien Sudut Kemiringan}$

2.6.1 Ukuran Material yang ditransport dan lebar belt

Lebar *belt conveyor* bervariasi sesuai dengan kapasitas angkut dan ukuran material yang ditransportasikan. Semakin besar ukuran material yang diangkut, maka semakin besar pula lebar *belt* yang diperlukan agar proses pengangkutan dapat berlangsung secara optimal.

Tabel 2. 3 Lump Size

Minimum Belt Width (mm)	Lump Size (mm)	
	Uniform (A)	Mixed (B)
400	64	100
450	75	125
500	85	150
600	110	200
650	125	225
750	145	275
800	157	300
900	180	350
1000	203	400
1050	215	425
1200	250	500
1400	297	600
1600	345	700
1800	380	800
2000	440	900
2200	500	1000
2400	550	1100
2600	600	1200
2800	650	1300
3000	700	1400
3150	750	1500

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.2 Sudut Kemiringan Incline / Decline

Sudut kemiringan pada *belt conveyor* dipengaruhi oleh karakteristik dan bentuk dari material yang diangkut. Berikut tabel sudut kemiringan pada *belt conveyor*:

Tabel 2. 4 Max Permissible

Material	Lump Size	Max Permissible Incline/Decline Angle (°)
Coal	Over 100 mm	15
	Under 100 mm	16
	Non-uniform	18
	Dry fine	20
	Wet fine	22
Coke	Uniform	17
	Non-uniform	18
	Fine	20
Concrete	150 mm	12
	100 mm	20
	50 mm	24
Rock	Over 100 mm	15
	10 - 100 mm	16 - 18
	Under 10 mm	20
Ore	Over 100 mm	18
	Under 100 mm	20
Limestone	Over 100 mm	18
	Under 100 mm	20
Lime	Fine	23
Cement	Fine	22
Sulphur	Fine	23
Phospate Ore	Over 100 mm	15
	Under 100 mm	25
	Fine	30
Gravel	Washed, uniform	12
	Unwashed, non-uniform	15
	Non-uniform	18
Sand	Dry	15
	Wet	20
	For Casting	24
Earth	Dry	20
	Wet	22
Wood	Chips	27
	Boxes	15 - 25
Salt		20

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.3 Kecepatan Belt

Kecepatan *belt conveyor* tidak dibatasi hanya pada kapasitas angkutnya saja, melainkan pada lebar *belt* dan karakteristik material yang diangkut.

Tabel 2. 5 Belt Speed

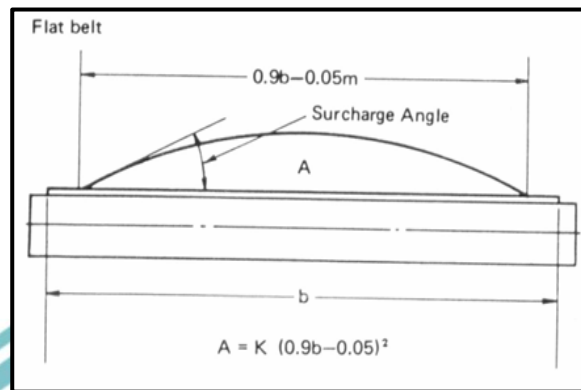
Belt Width (mm)	A	B	C
400	180	150	150
450	210	180	180
500	240	180	180
600	240	210	200
650	240	210	200
750	270	240	220
800	270	240	220
900	300	250	240
1000	300	250	240
1050	300	250	240
1200	330	300	270
1400	360	330	270
1600	360	330	270
1800	-	360	300
2000	-	360	300
2200 - 3000	-	360	300

2.6.4 Luas Penampang Muatan

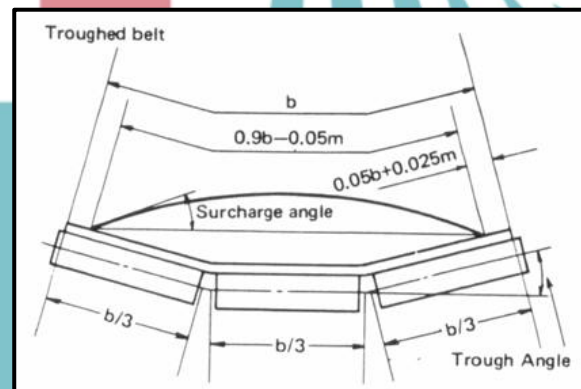
Luas penampang muatan pada *belt conveyor* dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Baik untuk *flat belt conveyor* maupun *through belt conveyor*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 30 flat belt conveyor



Gambar 2. 31 trough belt conveyor

Luas penampang tersebut dihitung berdasarkan bentuk muatan pada *belt*, yaitu bagian sisi atas muatan yang membentuk sudut tertentu serta bagian dasar muatan yang berbentuk trapesium. Perhitungan luas penampang muatan pada *belt conveyor* pada dasarnya cukup kompleks, namun terdapat persamaan sederhana yang dapat digunakan untuk mempermudah proses perhitungan, yaitu sebagai berikut:

$$A = K (0,9B - 0,05)^2$$

Dimana:

A = Luas Penampang Muatan (m^2)

K = Koefisien Luas Penampang

B = Lebar Belt (m)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.5 Sudut Tumpukan Material

Istilah sudut tumpukan material atau *surcharge angle* adalah sudut kemiringan material yang akan diangkut saat berada dalam keadaan diam. Umumnya, sudut kemiringan beban suatu material selama pengangkutan lebih kecil daripada saat material tersebut dalam keadaan diam. Nilai sudut kemiringan ada pada tabel berikut ini:

Tabel 2. 6 *Surcharge Angle*

Surcharge Angle (Degree)	Type & Condition of Materials
10	Dry fine material
20	When Bulk Material (coal, gravel, most ores, etc) are transported by ordinary equipment under ordinary conditions.
30	When the material is comparatively large and the loading facility is properly arranged so that the material is constanly loaded on the belt in a uniform and full manner.

2.6.6 Apparent Specific Gravity of Material

Apparent specific gravity suatu material curah didefinisikan sebagai berat material per satuan volume yang dihitung dengan memperhitungkan ruang kosong di antara butiran atau gumpalan material selama proses pengangkutan. Nilai *apparent specific gravity* ini berbeda dengan *specific gravity* sebenarnya, karena *specific gravity* hanya mempertimbangkan massa jenis material padat tanpa memperhitungkan rongga udara di dalamnya[9].

2.6.7 Koefisien Sudut Kemiringan

Kapasitas angkut material dipengaruhi oleh besarnya sudut kemiringan *incline/decline*. Semakin curam sudut kemiringannya, maka semakin sedikit material yang dapat diangkut. Nilai nilai koefisien ditunjukkan melalui table berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2. 7 Koefisien Sudut Kemiringan

Incline / Decline Angle (°)	Diminishing Coefficient
2	1.00
4	0.99
6	0.98
8	0.97
10	0.95
12	0.93
14	0.91
16	0.89
18	0.85
20	0.81
21	0.78
22	0.76
23	0.73
24	0.71
25	0.68
26	0.66
27	0.64
28	0.61
29	0.59
30	0.56

2.7 Perhitungan Berat Material yang Diangkut

Belt conveyor memiliki fungsi utama adalah mengangkut material. Berat material yang diangkut dalam 1 meter *belt* dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$W_m = \frac{Q_t}{0,06 \cdot v}$$

Dimana:

W_m = Berat material yang diangkut per meter (kg/m)

Q_t = Kapasitas Angkut (ton/hour)

v = Kecepatan Belt

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8 Perhitungan Berat Komponen Bergerak

Istilah ini mengacu pada total berat komponen *conveyor* yang bergerak selama operasi, seperti *belt*, *idler*, *pulley* tertentu, tanpa material yang diangkut. Parameter ini digunakan dalam perhitungan tegangan *belt* dan kebutuhan daya penggerak *conveyor*.

$$W = \frac{W_c}{\ell_c} + \frac{W_r}{\ell_r} + 2W_1$$

Dimana

W = Berat komponen bergerak (kg/m)

W_c = Berat komponen berputar pada carrier roller (kg)

W_r = Berat komponen berputar pada return roller (kg)

W_1 = Berat belt per meter (kg/m)

ℓ_c = Pitch of Carrier Roller (m)

ℓ_r = Pitch of Return Roller (m)

Dibawah ini merupakan tabel berat komponen bergerak tanpa material. Nilai nilai ini dapat digunakan secara umum dalam melakukan desain belt conveyor.

Tabel 2. 8 Berat Komponen Bergerak

Minimum Belt Width (mm)	W (kg/m)
400	22
450	28
500	30
600	36
650	41
750	53
800	56
900	63
1000	69
1050	80
1200	90
1400	114

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Minimum Belt Width (mm)	W (kg/m)
1600	130
1800	154
2000	174
2200	214
2400	232
2600	249
2800	298
3000	319
3150	329

Dalam melakukan desain belt conveyor. Menurut standard dari buku bridgestone bahwa sudah terdapat nilai berat komponen berputar baik sisi carrier side maupun sisi return. Dengan catatan bahwa nilai dibawah ini merupakan acuan dalam melakukan desain. Untuk nilai berat yang lebih detail dapat dilihat dari masing” catalog

Tabel 2. 9 Berat komponen berputar pada Idler

Minimum Belt Width (mm)	Wc (kg/set)	Wr (kg/set)
400	6.6	5.0
450	7.1	5.4
500	7.5	5.9
600	8.3	6.8
650	9.0	7.3
750	13.2	11.6
800	13.9	12.2
900	15.1	13.4
1000	19.6	18.0
1050	21.3	18.9
1200	23.6	21.1
1400	36.6	32.6
1600	41.4	36.6
1800	47.4	42.5
2000	52.2	46.5
2200	75	65
2400	81	70
2600	86	75
2800	114	100

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Minimum Belt Width (mm)	Wc (kg/set)	Wr (kg/set)
3000	121	106
3150	128	111

Dibawah ini merupakan tabel standard standard jarak antar carier idler maupun return idler berdasarkan buku standard bridgestone. Nilai ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan daya dan juga tension pada perancangan belt conveyor.

Tabel 2. 10 Pitch Of Idler

Belt Width	Carier Idler Pitch (m)		Return Idler Pitch (m)
	1.6	1.6	
400	1.35	1.35	3.00
450	1.35	1.20	3.00
500	1.35	1.20	3.00
600	1.20	1.10	3.00
650	1.20	1.10	3.00
750	1.20	1.00	3.00
800	1.20	1.00	3.00
900	1.00	1.00	3.00
1000	1.00	1.00	3.00
1050	1.00	1.00	3.00
1200	1.00	1.00	3.00
1400	1.00	1.00	3.00
1600	1.00	1.00	3.00
1800	1.00	1.00	3.00
2000	1.00	1.00	2.40
2200	1.00	1.00	2.40
2400	1.00	1.00	2.40
2600	1.00	1.00	2.40
2800	1.00	1.00	2.40
3000	1.00	1.00	2.40
3150	1.00	1.00	2.40

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dibawah ini merupakan acuan berat belt per satuan meter dengan ketebalan tertentu. Nilai berat belt per satuan meter ini dapat digunakan untuk menghitung daya penggerak pada perancangan belt conveyor

Tabel 2. 11 Belt Width

Belt Width (mm)	Belt Weight (kg/m)	Approx Belt Thickness (mm)
400	4.5	9
450	7	12
500	7.5	
600	9.0	
650	10.3	
750	13.0	13
800	13.8	
900	15.5	
1000	20.5	17
1050	23.0	
1200	26.0	
1400	33.0	18
1600	38.0	
1800	46.0	
2000	51.0	20
2200	56.0	
2400	61.0	
2600	66.0	
2800	71.0	
3000	77.0	
3150	81.0	

Faktor f dibawah ini merupakan nilai koefisien gesek antara idler dengan belt. Sedangkan nilai l_0 dibawah ini merupakan panjangnya penyeimbangan belt (adjusted horizontal length) dari conveyor. Nilai ini digunakan untuk menghitung daya dan tension pada belt conveyor.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2. 12 Koefisien Gesek

f	lo (m)	Conveyor Condition
0.03	49	a) Conveyor with poor alignment; temporary or portable conveyors
		B) Conveyor operating in extremely cold condition with frequent stoping and starting, or extended operation at or below -40°C
0.022	66	Permanent or other conveyor with good alignment and normal, regular maintenance
0.012	156	In cases where the bracking power of a downhill conveyor must be calculated

2.9 Perhitungan Daya Penggerak Belt Conveyor[5]

Daya yang dibutuhkan dalam menggerakkan *shaft* dari *belt conveyor* harus dihitung sesuai. Hal ini dilakukan untuk memastikan putaran dari *belt conveyor* berjalan dengan baik. Oleh karena itu, berikut merupakan rumus perhitungan untuk menghitung daya pada *drive pulley* pada *belt conveyor*:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_t$$

Dimana:

P = Perhitungan daya penggerak pada *drive pulley* (kw)

P_1 = Daya poros tanpa beban pada kondisi horizontal (kw)

P_2 = Daya poros dengan beban pada kondisi horizontal (kw)

P_3 = Daya poros dengan beban pada kondisi vertikal (kw)

2.8.1 Mencari Daya Poros Tanpa Beban pada Kondisi Horizontal

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan *belt conveyor* pada posisi horizontal tanpa adanya material yang diangkut. Daya tersebut digunakan untuk mengatasi gesekan dan menggerakkan komponen *conveyor*, seperti *belt* dan *idler*, selama operasi tanpa beban.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$P_1 = \frac{f(\ell + \ell_0)W \cdot v}{6,120}$$

Dimana:

P_1 = Daya poros tanpa beban pada kondisi horizontal (kw)

f = Koefisien gesek idler bearing

ℓ = Panjang horizontal conveyor (m)

ℓ_0 = Panjang horizontal setelah diadjust pada conveyor (m)

W = Berat komponen bergerak (kg/m)

v = Kecepatan Belt

2.8.2 Mencari Daya Poros dengan Beban pada Kondisi Horizontal

Daya yang diperlukan pada poros penggerak untuk mengoperasikan belt conveyor pada kondisi horizontal dengan material yang sedang diangkut.

$$P_2 = \frac{f(\ell + \ell_0)Q_t}{367} = \frac{f(\ell + \ell_0)W_m \cdot v}{6,120}$$

Dimana:

P_2 = Daya poros dengan beban pada kondisi horizontal (kw)

f = Koefisien gesek idler bearing

ℓ = Panjang horizontal conveyor (m)

ℓ_0 = Panjang horizontal setelah diadjust pada conveyor (m)

W_m = Berat material yang diangkut per meter (kg/m)

v = Kecepatan Belt

Q_t = Kapasitas Angkut (ton/hour)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8.3 Mencari Daya Poros dengan Beban pada Kondisi Vertikal

Daya poros dengan beban pada kondisi vertikal merupakan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan *belt conveyor* saat mengangkat material pada lintasan vertikal atau kondisi miring.

$$P_3 = \frac{H \cdot Q_t}{367} = \frac{H \cdot W_m \cdot v}{6,120}$$

Dimana:

P_3 = Daya poros dengan beban pada kondisi vertikal (kw)

H = Lift (termasuk tinggi tripper) (m)

$H = \ell \cdot \tan a$

a = sudut *incline/decline* pada conveyor (°)

ℓ = Panjang horizontal conveyor (m)

W_m = Berat material yang diangkut per meter (kg/m)

v = Kecepatan Belt

Q_t = Kapasitas Angkut (ton/hour)

2.10 Perhitungan Belt Conveyor Tension [9]

2.9.1 Effective Tension

Effective tension merupakan gaya tarik efektif *belt conveyor* yang dihasilkan oleh daya motor penggerak. Nilai *effective tension* dihitung menggunakan persamaan Bridgestone sebagai berikut.

$$F_p = \frac{6120 P}{v}$$

Dimana:

F_p = Effective Tension (kg)

P = Daya penggerak pada drive pulley (kw)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$v = \text{Kecepatan Belt}$

2.9.2 *Tight-Side Tension and Slack-Side Tension*

Tight side tension merupakan gaya tarik *belt* pada sisi kencang *pulley* penggerak. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan *Euler-Eytelwein* berdasarkan metode *Bridgestone*.

$$F_1 = F_p \frac{e^{u\theta}}{e^{u\theta} - 1}$$

Sedangkan *Slack side tension* merupakan gaya tarik *belt* pada sisi kendur *pulley* penggerak.

$$F_2 = F_p \frac{1}{e^{u\theta} - 1}$$

Hubungan antara *effective tension*, *tight side tension* dan *slack side tension* dapat diketahui dengan persamaan berikut ini.

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{u\theta} \quad F_p = F_1 - F_2$$

Dimana:

$F_p = \text{Effective Tension (kg)}$

$F_1 = \text{Tight side tension (kg)}$

$F_2 = \text{Slack side tension (kg)}$

$u = \text{koefisien gesek antara permukaan pulley dan belt}$

$\theta = \text{Sudut kontak pada drive pulley dan belt (rad)}$

$e = \text{Napierian log base}$

2.9.3 *Koefisien Gesek Antara Permukaan Pulley dan Belt*

Koefisien gesekan antara *drive pulley* dan *belt* bervariasi mengacu pada kondisi permukaan dari *pulley* dan material yang dibuat untuk *pulley*. Nilai koefisien tersebut berada pada table dibawah ini[5]:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2. 13 Koefisien Gesek

Type of Drive Pulley	Surface Condition	Friction Coeffisien
Bare Steel Pulley	Dirty & Wet	0.1
	Moist	0.1 - 0.2
	Dry	0.3
Grooved and Rubber lagged Pulley	Dirty & Wet	0.2
	Moist	0.2 -0.3
	Dry	0.35

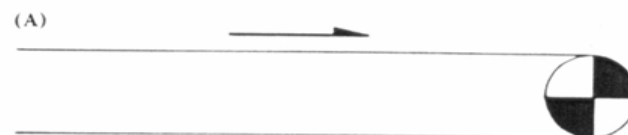
2.9.4 Sudut Kontak

Sudut kontak pada *pulley* dan *belt* bergantung pada tipe penggerak pada *belt conveyor*. Berikut beberapa jenis penggerak yang dapat mempengaruhi besarnya sudut kontak pada *belt conveyor*.

Tabel 2. 14 Sudut Kontak

Type of Drive	Angle of Wrap (degree)
(A) Single Drive	180
(B) Single Drive With Snub Pulley	200 - 220
(C) Tandem Type Single Drive	220 -240
(D) Tandem Drive	400 - 440
(E) Dual Drive	Primary : 170 - 220
	Secondary : 190 - 220

1. Single Drive

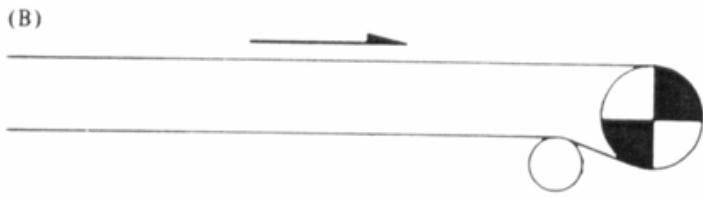


Gambar 2. 32 Single Drive

2. Single Drive with Snub Pulley

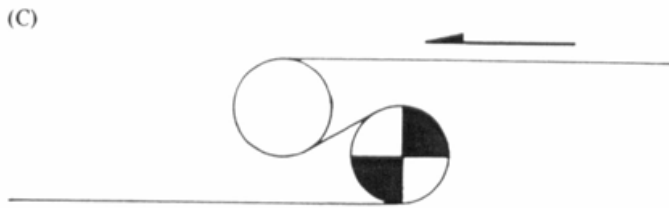
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



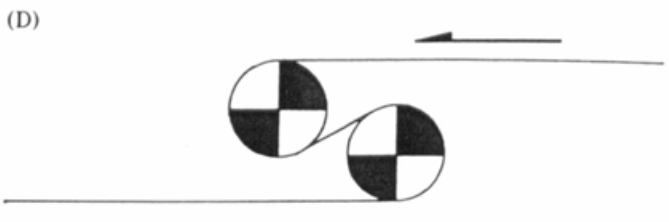
Gambar 2. 33 Single Drive with Snub Pulley

3. Tandem Type Single Drive



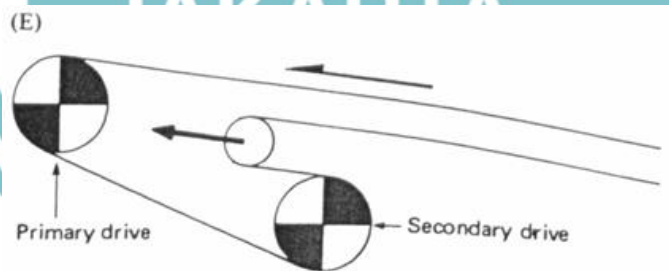
Gambar 2. 34 Tandem Type Single Drive

4. Tandem Drive



Gambar 2. 35 Tandem Drive

5. Duel Drive



Gambar 2. 36 Duel Drive

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.9.5 Tension due to Incline

Pada konveyor miring, sabuk terus-menerus mengalami tegangan akibat beratnya sendiri; sabuk cenderung meluncur ke belakang, sehingga menimbulkan hambatan. Tegangan akibat kemiringan dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$F_3 = W_1 \cdot \ell (\tan \alpha) - f$$

Dimana:

F_3 = Incline tension of uphill slope (kg)

W_1 = Berat belt per meter (kg/m)

ℓ = Panjang horizontal conveyor (m)

α = sudut incline/decline pada conveyor (°)

f = Koefisien gesek idler bearing

2.9.6 Minimum Tension

Tegangan minimum adalah tegangan yang diperlukan untuk membatasi kelonggaran sabuk antar *idler* hingga 2% dari jarak antar *carrier roller* atau *return roller*. Untuk memperoleh nilai ini, rumus-rumus berikut umumnya digunakan:

$$F_{4c} = 6.25\ell_c(W_m + W_1)$$

$$F_{4r} = 6.25\ell_r \cdot W_1$$

Dimana:

F_{4c} = Minimum tension of carrier side (kg)

F_{4r} = Minimum tension of return side (kg)

ℓ_c = Pitch of Carrier Roller (m)

ℓ_r = Pitch of Return Roller (m)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

W_1 = Berat belt per meter (kg/m)

W_m = Berat material yang diangkut per meter (kg/m)

2.9.7 Maximum Tension

Maximum belt tension digunakan untuk menentukan keamanan belt conveyor terhadap beban kerja maksimum.

2.11 Overland Conveyor[9]

Overland conveyor merupakan sistem belt conveyor jarak jauh yang digunakan untuk memindahkan material curah (*bulk material*) secara kontinu dalam kapasitas besar. Dibandingkan dengan belt conveyor konvensional, overland conveyor memiliki karakteristik berupa lintasan yang lebih panjang, profil conveyor yang lebih kompleks, serta *tension belt* yang lebih tinggi akibat pengaruh panjang lintasan dan *elevasi conveyor*.

Semakin panjang conveyor dan semakin besar sudut *incline*, maka resistansi dan *tension belt* yang terjadi juga akan semakin besar. Kondisi tersebut menyebabkan motor penggerak memerlukan daya yang lebih besar untuk mengangkut material, sehingga analisis *tension belt* menjadi aspek penting dalam sistem overland conveyor.

Menurut Buku Bridgestone dijelaskan bahwa overland conveyor mengalami peregangan akibat *tension* yang tinggi dan panjang pada belt nya. Peregangan tersebut harus dikompensasi menggunakan sistem *take-up* agar *tension belt* dapat tetap stabil selama beroperasi.

2.12 Acceleration Tension and Acceleration Time

Acceleration tension merupakan tambahan tegangan pada belt conveyor yang terjadi saat conveyor mengalami percepatan dari kondisi diam hingga mencapai kecepatan operasi. Tegangan ini muncul akibat adanya inersia belt, material, pulley, dan komponen conveyor lainnya yang harus dipercepat saat *start-up*.

Besarnya *acceleration tension* dipengaruhi oleh massa conveyor, kecepatan belt, dan *acceleration time*. *Acceleration time* merupakan waktu yang dibutuhkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

conveyor untuk mencapai kecepatan normal. Semakin singkat *acceleration time*, maka *acceleration tension* yang terjadi akan semakin besar sehingga dapat menimbulkan *shock load* dan meningkatkan risiko kerusakan *belt conveyor*:

$$F_A = \frac{v(\ell + \ell_0)(W + W_m)}{588 t}$$

Pada *uphill conveyor*, persamaan yang digunakan untuk menghitung *acceleration tension* dan *acceleration time* adalah sebagai berikut

$$P_A = \frac{v(\ell + \ell_0)(W + W_m)}{588 t \cdot k [f(\ell + \ell_0)(W + W_m) + W_m \cdot h]}$$

$$t = \frac{v(\ell + \ell_0)(W + W_m)}{588 P_A \cdot k [f(\ell + \ell_0)(W + W_m) + W_m \cdot h]}$$

Dimana:

F_A = Acceleration tension (kg)

$F_A = 0.35 F_{max}$

t = Acceleration time (sec.)

f = Koefisien gesek idler bearing

v = Kecepatan Belt

ℓ = Panjang horizontal conveyor (m)

ℓ_0 = Panjang horizontal setelah diadjust pada conveyor (m)

W = Berat komponen bergerak (kg/m)

W_m = Berat material yang diangkut per meter (kg/m)

h = Lift (m)

$$k = 1 + \frac{1}{e^{u\theta} - 1}$$

$$P_A = \frac{F_A}{F_{max}}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.13 Braking Tension and Braking Time

Braking tension merupakan tambahan tegangan pada *belt conveyor* yang terjadi saat *conveyor* mengalami perlambatan hingga berhenti. Tegangan ini dipengaruhi oleh massa *conveyor*, kecepatan *belt*, dan *braking time*. *Braking time* merupakan waktu yang dibutuhkan *conveyor* untuk berhenti dari kecepatan operasi menuju kondisi diam. Semakin singkat *braking time*, maka *braking tension* yang terjadi akan semakin besar sehingga dapat menimbulkan *shock load* pada *belt conveyor*.

2.14 Additional Resistance[9]

2.14.1 Pull-Out Resistance From Hopper

Pull out resistance from hopper merupakan tahanan tambahan yang terjadi saat material ditarik keluar dari *hopper* menuju *belt conveyor*. Tahanan ini disebabkan oleh tekanan material di dalam *hopper* yang menahan aliran material menuju *belt conveyor*. Semakin besar tekanan material pada *hopper*, maka *resistance* yang terjadi juga akan semakin besar sehingga meningkatkan *tension belt conveyor*.

$$F_h = \frac{1000}{3} u \cdot b \cdot c \cdot h \cdot r$$

Dimana:

F_h = Pull out resistance from hopper (kg)

u = koefisien gesek antara permukaan pulley dan belt

b = lebar hopper pada bagian bawah (m)

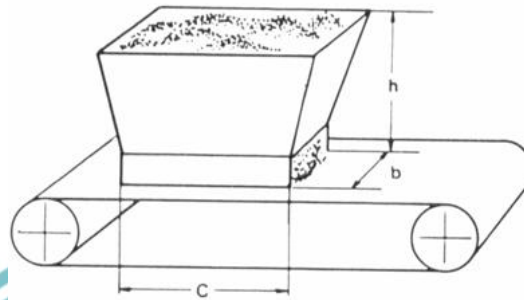
c = panjang hopper pada bagian bawah

r = Apparent Specific Gravity of Material

h = Tinggi Hopper (m)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 37 Hopper

2.14.2 Skirtboard Friction Resistance

Skirtboard friction resistance merupakan tahanan gesek antara *belt conveyor* dengan *skirtboard* pada area loading material. Tahanan ini terjadi akibat kontak antara *skirtboard* dan *belt conveyor* yang berfungsi untuk mencegah material spill. Semakin besar tekanan *skirtboard* terhadap *belt*, maka gaya gesek dan resistance conveyor yang terjadi juga akan semakin besar.

$$F_k = \frac{u \cdot Q_m^2 \cdot \ell k \cdot r}{3600^2 \cdot v^2 \cdot b^2}$$

Dimana:

F_k = Skirtboard Friction Resistance (kg)

u = koefisien gesek antara permukaan pulley dan belt

b = lebar hopper pada bagian bawah (m)

v = Kecepatan Belt

r = Apparent Specific Gravity of Material

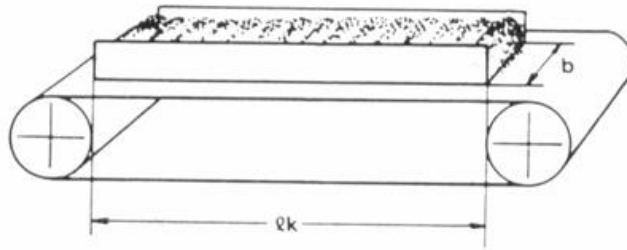
b = lebar hopper pada bagian bawah (m)

ℓk = Panjang skirt

Q_m = Volume material (m^3/hr)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 38 Skirtboard

2.15 Minimum Bending Radius[7]

Sudut bending merupakan sudut kelengkungan yang terjadi pada *belt conveyor* saat *belt* melewati *pulley* maupun area *vertical curve*.

2.15.1 Convex Curves

Convex curve merupakan kelengkungan vertikal *conveyor* yang melengkung ke atas, umumnya terjadi pada perubahan lintasan dari *incline* menuju lintasan yang lebih landai atau horizontal.

2.15.2 Concave Curves

Kebalikan dari *convex curves*, *concave curve* merupakan kelengkungan vertikal *conveyor* yang melengkung ke bawah, biasanya terjadi pada transisi lintasan horizontal menuju *incline conveyor*.

2.16 Conveyor Loading and Discharge[10]

2.15.1 Conveyor Loading

Proses *conveyor loading* harus dirancang agar material jatuh secara terpusat di atas *belt conveyor* dengan arah dan kecepatan material mendekati kecepatan *belt conveyor*. Kondisi tersebut bertujuan untuk mengurangi turbulensi material pada area loading sehingga material dapat terbentuk secara stabil tanpa menyebabkan penumpukan maupun material spill. Selain itu, kesesuaian kecepatan material dan *belt conveyor* juga dapat mengurangi keausan belt, kebutuhan daya *conveyor*, serta pembentukan debu material.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

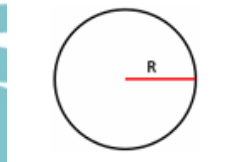
2.15.2 Conveyor Discharge

Conveyor discharge merupakan proses pengeluaran material dari *belt conveyor* pada area *head pulley* atau *discharge chute*. Pada proses ini, material akan terlempar mengikuti arah putaran *belt conveyor* akibat gaya sentrifugal dan gravitasi. Oleh karena itu, sistem *discharge* harus dirancang dengan baik agar aliran material tetap stabil dan tidak menimbulkan penumpukan maupun material spill.

2.18 Dasar Perhitungan

2.18.1 Keliling

1. Keliling Lingkaran



Gambar 2. 39 Lingkaran

$$K = \pi \times R \times 2$$

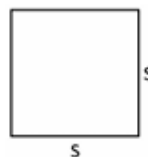
Dimana:

K = Keliling Lingkaran (m)

R = Jari Jari lingkaran (m)

π = Phi = 3,14

2. Keliling Persegi



Gambar 2. 40 Persegi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

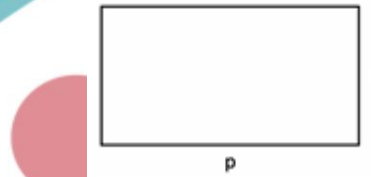
$$K = 4 \times s$$

Dimana:

K = Keliling Persegi (m)

S = Sisi (m)

3. Keliling Persegi Panjang



Gambar 2. 41 Persegi Panjang

$$K = 2 \times (p + l)$$

Dimana:

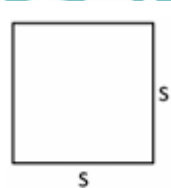
K = Keliling Persegi Panjang (m)

p = Panjang (m)

l = Lebar (m)

2.18.2 Luas

1. Luas Persegi



$$A = s \times s$$

Dimana:

A = Luas Persegi (m^2)

S = Sisi (m)

2. Luas Persegi Panjang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

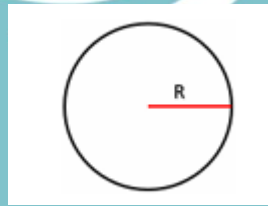


$$A = p \times l$$

Dimana:

- A = Luas Persegi panjang (m^2)
 p = Panjang (m)
 l = Lebar (m)

3. Luas Lingkaran



$$A = \pi \times r^2$$

Dimana:

- A = Luas lingkaran (m^2)
 R = Jari jari (m)

2.18.3 Volume

1. Volume Tabung



Gambar 2. 42 Tabung

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

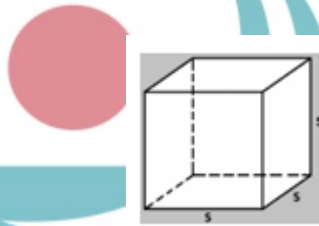
Dimana:

V = Volume Tabung (m^3)

R = Jari jari (m)

T = Tinggi (m)

2. Volume Kubus



Gambar 2. 43 Kubus

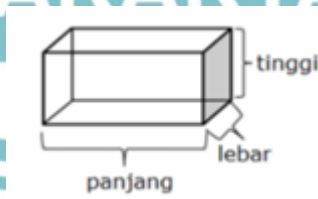
$$V = s \times s \times s$$

Dimana:

V = Volume Kubus (m^3)

s = Sisi (m)

3. Volume Balok



Gambar 2. 44 Balok

$$V = p \times l \times t$$

Dimana:

V = Volume Balok (m^3)

p = Panjang (m)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

l = Lebar (m)
t = Tinggi (m)

4. Volume Kerucut



Gambar 2. 45 Kerucut

$$V = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t$$

Dimana:

V = Volume Kerucut (m^3)
R = Jari jari (m)
t = Tinggi (m)

2.19 Gaya[11]

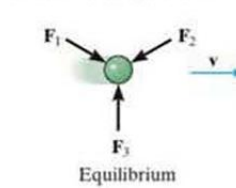
2.19.1 Hukum Newton 1

Suatu benda akan tetap berada dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan selama tidak ada resultan gaya yang bekerja padanya. Hukum Newton I menjelaskan bahwa setiap benda memiliki sifat kelembaman (*inertia*), yaitu kecenderungan untuk mempertahankan keadaan geraknya. Secara matematis, pada kondisi kesetimbangan berlaku:[12]

$$\sum F = 0$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 46 Hukum Newton 1

2.19.2 Hukum Newton 2

Percepatan yang dialami suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya, serta memiliki arah yang sama dengan arah gaya tersebut. Hukum Newton II menunjukkan hubungan antara gaya, massa, dan percepatan suatu benda. Persamaan matematisnya adalah:

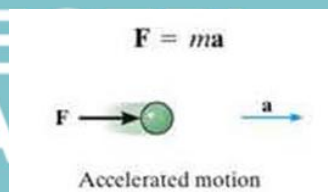
$$\sum F = m \cdot a$$

Dimana:

$\sum F = 0$ = Resultan Gaya (N)

m = massa benda (kg)

a = percepatan (m/s^2)



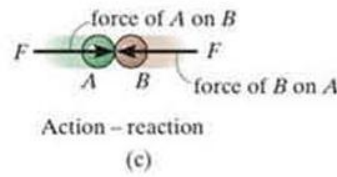
Gambar 2. 47 Hukum Newton 2

2.19.3 Hukum Newton 3

Untuk setiap aksi selalu terdapat reaksi yang sama besar tetapi berlawanan arah. Hukum Newton III menjelaskan bahwa gaya selalu bekerja secara berpasangan. Apabila suatu benda memberikan gaya pada benda lain, maka benda kedua akan memberikan gaya reaksi yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 48 Hukum Newton 3

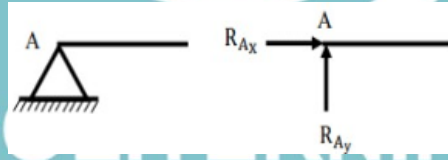
2.20 Pembebanan Pada Beam[13]

Pembebanan pada beam harus diperhitungkan untuk memastikan bahwa material pada beam dapat dikatakan aman untuk menaham semua beban yang terjadi saat alat bekerja.

2.20.1 Jenis Tumpuan

1) Tumpuan Engsel/Sendi[14]

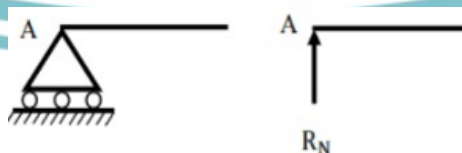
Tumpuan engsel merupakan jenis tumpuan yang mampu menahan dua komponen gaya reaksi, yaitu gaya dalam arah vertikal dan horizontal, namun tidak dapat menahan momen.



Gambar 2. 49 Tumpuan Engsel

2) Tumpuan Rol[15]

Tumpuan rol adalah jenis tumpuan yang hanya dapat menahan gaya reaksi dalam arah vertikal, sementara memungkinkan pergerakan bebas dalam arah horizontal.



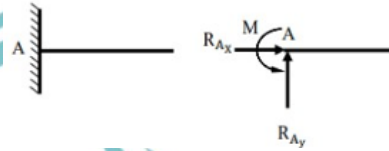
Gambar 2. 50 Tumpuan Rol

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3) Tumpuan Jepit

Tumpuan jepit merupakan tumpuan yang mampu menahan gaya reaksi dalam arah vertikal, horizontal, serta momen akibat kekakuan penjepitan pada dua penampang yang terhubung.



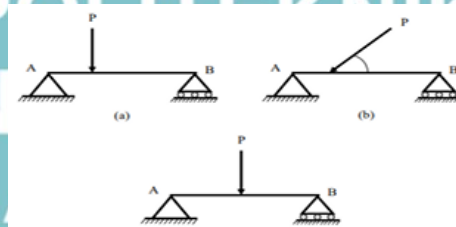
Gambar 2. 51 Tumpuan Jepit

2.20.2 Jenis Pembebanan[16]

Salah satu factor yang mempengaruhi terjadinya suatu defleksi, disebabkan oleh berbagai jenis pembebanan yang diberikan. Berikut ini berbagai macam pembebanan:

1. Beban Terpusat

Beban terpusat yaitu suatu pembebanan yang paling sederhana dari jenis pembebanan lainnya. Pembebanan ini hanya mampu bekerja pada satu titik pegang dengan arah dan besar tertentu.



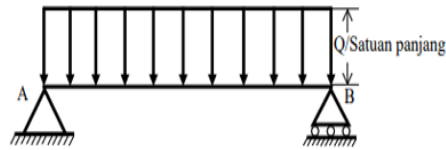
Gambar 2. 52 Beban Terpusat

2. Beban Terbagi Merata

Beban terbagi merata merupakan suatu beban yang terbagi secara merata pada suatu balok atau beam, yang tersebar secara merata baik ke arah luas ataupun ke arah memanjang, dimana satuannya dinyatakan dalam q_m (kg/m atau KN/m).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 53 Beban Terbagi Merata

3. Beban Bervariasi Uniform

Disebut beban bervariasi uniform atau dikenal dengan sebutan beban segitiga, karena hanya terdapat pada sepanjang batang yang memiliki besaran berbeda.



Gambar 2. 54 Beban Bervariasi (Uniform)

2.21 Analisis Tegangan dan Kekuatan Struktur[17]

2.21.1 Tegangan

Tegangan (σ) adalah besarnya gaya yang bekerja pada tiap satuan luas penampang.[18]

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ = Tegangan (N/mm^2)

F = Gaya (N)

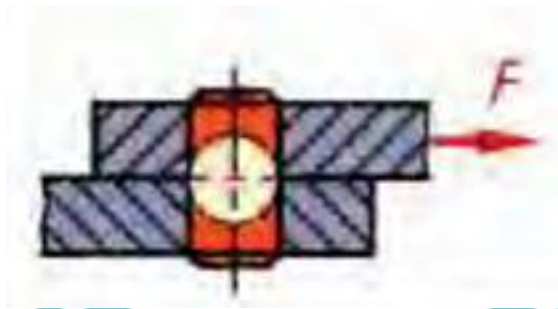
A = Luas Penampang (mm^2)

2.21.2 Shear Stress

Tegangan geser adalah tegangan yang bekerja sejajar terhadap bidang penampang suatu material akibat adanya gaya geser yang berusaha menggeser satu bagian material terhadap bagian lainnya. Untuk menghitung tegangan geser dapat menggunakan rumus berikut ini:[19]

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 55 Shear Stress

$$\tau_s = \frac{F}{S}$$

Nilai cross-sectional area, secara matematis dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Untuk mencari tegangan geser yang diizinkan dapat diperoleh dari Persamaan dibawah ini:

$$\tau_{s,allow} = \frac{\tau_{sB}}{v}$$

Sedangkan untuk mencari gaya geser yang diizinkan (allowable shear force) diperoleh dari rumus berikut:

$$F_{allow} = S \cdot \tau_{s, allow}$$

Dimana:

τ_s = Tegangan Geser (N/mm^2)

F = Gaya yang diberikan (N)

S = Luas Penampang (mm^2)

D = Diameter Benda (mm)

$\tau_{s,allow}$ = Tegangan geser yang diizinkan (N/mm^2)

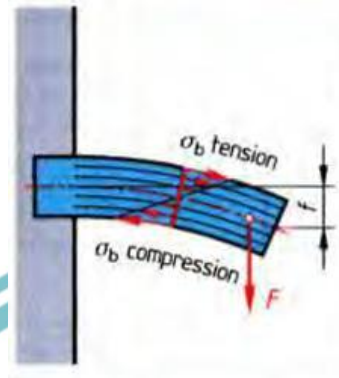
F_{allow} = Gaya geser yang diizinkan (N)

2.21.2 Bending Stress

Tegangan lentur (*bending stress*) adalah tegangan yang timbul pada suatu elemen struktur akibat momen lentur yang bekerja. Tegangan ini menyebabkan serat pada satu sisi penampang mengalami tarik dan sisi lainnya mengalami tekan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



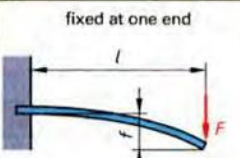
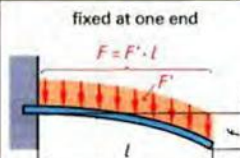
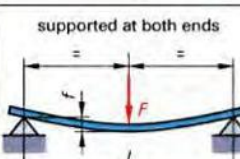
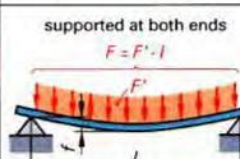
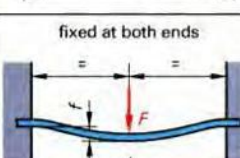
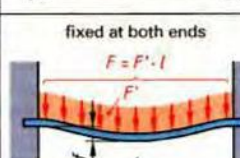
Gambar 2. 56 Bending Stress

Bending stress dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$

Load case untuk perhitungan tegangan bending pada berbagai macam beam dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

Tabel 2. 15 Tabel Bending Stress

Bending load cases in beams	
Beam loaded with a concentrated load	Beam with a uniformly distributed load
fixed at one end  $M_b = F \cdot l$ $f = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}$	fixed at one end  $M_b = \frac{F \cdot l}{2}$ $f = \frac{F \cdot l^3}{8 \cdot E \cdot I}$
supported at both ends  $M_b = \frac{F \cdot l}{4}$ $f = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$	supported at both ends  $M_b = \frac{F \cdot l}{8}$ $f = \frac{5 \cdot F \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I}$
fixed at both ends  $M_b = \frac{F \cdot l}{8}$ $f = \frac{F \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I}$	fixed at both ends  $M_b = \frac{F \cdot l}{12}$ $f = \frac{F \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I}$

Hak Cipta :

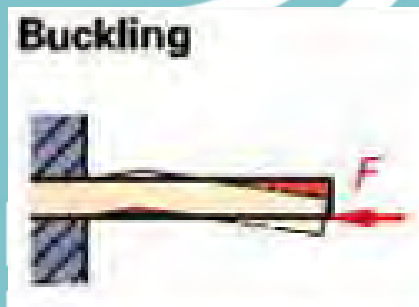
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dimana:

σ_b	= Tegangan bengkok	(N/mm^2)
M_b	= Momen bending	(Nmm)
W	= Axial section modulus	(mm^3)
F	= Gaya	(N)
l	= Panjang	(mm)
E	= Modulus elastisitas	(N/mm^2)
I	= Momen inersia	($kgmm^2$)

2.21.3 Buckling Stress

Buckling stress adalah Ketidakstabilan yang menyebabkan modulus kegagalan. Buckling stress juga disebut Proses di mana suatu struktur tidak dapat mempertahankan bentuk aslinya juga.



Gambar 2. 57 Buckling Stress

Untuk menghitung buckling stress dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{bu,allow} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2_{bu} \times v}$$

Dimana:

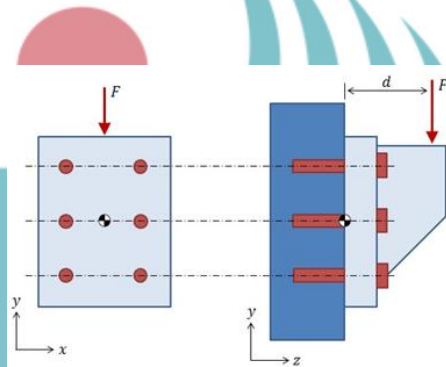
E	= Modulus elastisitas	(N/mm^2)
l^2_{bu}	= Free buckling length	(mm)
I	= Momen Inersia	($kgmm^2$)
V	= Safety faktor	

Hak Cipta :

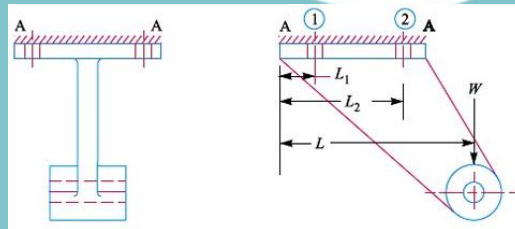
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.22 Perhitungan Baut[20]

Baut adalah elemen mesin dengan alur heliks pada permukaannya yang berfungsi untuk mengikat dua atau lebih komponen (fastener) yang bersifat non-permanen, artinya dapat dibongkar pasang untuk melepas elemen mesin yang digabungkan. Diameter baut menjadi faktor kunci dalam perencanaan, karena ketika tidak mampu menahan beban, baut dapat patah. Pada perencanaan ini diakibatkan karena beban eksentris yang mempunyai persamaan sebagai berikut:[14]



Gambar 2. 58 Distribusi Gaya Tegak Lurus dengan Baut



Gambar 2. 59 Arah gaya sejajar dengan baut

2.22.1 Mencari beban masing-masing baut

$$F_0 = \frac{F}{n}$$

Dimana:

- F_0 = Beban Setiap Baut (N)
 F = Beban Maksimum (N)
 n = Jumlah Baut



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.22.2 Mencari beban tarik *maximum*

$$F_x = \frac{F \times L \times L_2}{2(L_1^2 + L_2^2)}$$

Dimana:

- F_x = Beban Tarik Maksimum Baut Terjatuh dari Tepi Bawah (N)
 F = Beban Maksimum (N)
 L = Panjang Baut terhadap Beam (mm)
 L_1 = Panjang Baut Terdekat dengan Tepi bawah (mm)
 L_2 = Panjang Baut Terjauh dengan Tepi bawah (mm)

2.22.3 Mencari beban tarik yang diterima (arah gaya tegak lurus)

$$F_t = \frac{F_x + \sqrt{F_x^2 + 4F_0^2}}{2}$$

Dimana:

- F_t = Beban Tarik yang Diterima [N]
 F_x = Beban Tarik Maksimum [N]
 F_0 = Beban Setiap Baut [N]

2.22.4 Mencari beban tarik yang diterima (arah gaya sejajar)

$$F_t = F_x + F_0$$

Dimana:

- F_t = Beban Tarik yang Diterima [N]
 F_x = Beban Tarik Maksimum [N]
 F_0 = Beban Setiap Baut [N]

2.22.5 Mencari tegangan tarik ijin

$$\sigma_{tallow} = \frac{\sigma_t}{v}$$

Dimana:

- σ_{tallow} = Tegangan Tarik Ijin (N/mm^2)
 σ_t = Tegangan Tarik (N/mm^2)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

v = Safety Factor

2.22.6 Mencari diameter baut

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \times F_t}{\pi \times \sigma_{tallow}}}$$

Dimana:

d_c = Diameter Minor Baut (mm)

F_t = Beban Tarik yang Diterima (N)

σ_{tallow} = Tegangan Tarik Ijin (N/mm^2)

2.23 Bantalan[15]

Bantalan (*bearing*) merupakan elemen mesin yang berfungsi untuk menopang poros yang berputar atau bergerak bolak-balik sehingga gerakannya dapat berlangsung dengan halus, aman, dan memiliki umur pakai yang panjang. Bantalan berperan dalam menahan beban yang bekerja pada poros sekaligus menjaga posisi poros agar tetap berada pada sumbu putarnya selama beroperasi. Bantalan harus memiliki kekuatan dan kekakuan yang memadai untuk menahan beban radial maupun aksial yang timbul selama operasi.

Menurut jenis elemen gelindingnya bantalan dibedakan atas bentuk bola dan rol. Namun, menurut tumpuan beban, bantalan dapat dikasifikasikan menjadi:

1. Bantalan radial: arah beban yang ditumpu adalah tegak lurus sumbu poros.
2. Bantalan axial: arah beban yang ditumpu sejajar dengan sumbu poros.
3. Bantalan khusus (kombinasi): dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.23.1 Perhitungan Beban Bantalan

Beban yang di terima bantalan adalah beban ekuivalen yang dimaksud beban radial konstan yang bekerja pada bantalan dengan inner ring yang berputar, dari beban radial konstan ini akan memberikan gambaran kondisi real dari pembebanan dan umur bearing. Namun pada

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kenyataan nya bantalan biasanya menerima beban kombinasi yaitu antara beban radial dan beban aksial, serta dimana dengan kondisi inner ring yang tidak berputar sedangkan outer ring berputar, ini menghasilkan persamaan beban ekuivalen (P). Beban ekuivalen (P) juga diberikan faktor koreksi, setelah adanya factor koreksi tersebut diperoleh rumus.

$$P = (X.V.Fr + Y.Fa)K_s \times K_T$$

Dimana:

- Fr = Beban radial
 Fa = Beban axial
 X = Faktor beban radial
 Y = Faktor beban axial
 V = Faktor rotasi
 K_s = Faktor keamanan
 K_T = Faktor suhu

Tabel 2. 16 Faktor Rotasi

Faktor rotasi (putaran)		
V	1	Apabila beban putar pada cincin dalam
V	1,2	Apabila beban putar pada cincin luar

Tabel 2. 17 Faktor suhu

t° C	125°	150°	200°
K _t	1,05	1,1	1,25

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Beban Bantalan	K _s	Contoh-contoh penggunaan
Beban tetap. Tidak ada kejutan		Bantalan yang digunakan
Beban dengan kejutan beban lebih sampai 125%.	1,3 - 1	Bantalan untuk penggerak roda gigi, untuk gaya luar yang tetap mesin-mesin perkakas, motor-motor listrik, konveyor.
Beban dengan kejutan bebas, beban lebih sampai 150% dari beban nominal.	1,3 - 1 81,8	Bantalan untuk traktor, kereta api, kereta barang, mobil, motor bakar, mesin skrap, mesin ketam dan sebagainya (K _r = 1,5 - 1,8)
Beban dengan kejutan berat, beban lebih sampai 300% dari beban nominal.		Bantalan untuk mesin-mesin tempa, penghancur batu, roll meja, rolling mill.

2.23.2 Perhitungan Umur Bantalan

Tekanan dan gesekan pada bidang kontak menyebabkan elemen putar dan cincin akan membawa ke titik kelelahannya, hingga bantalan menjadi tidak berfungsi sebagaimana hasilnya. Dengan diperolehnya pembebanan ekuivalen (P), maka dapat ditentukan umur bantalan dalam putaran bantalan per satuan waktu ditulis dengan perhitungan berikut:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^a$$

Dimana:

L_{10} = Umur bantalan dalam 10^6 putaran

C = Kapasitas beban dinamis bantalan (N)

P = Beban Ekuivalen (N)

a = Eksponen umur jenis bantalan, 3 ball bearing; $\frac{10}{3}$ roller bearing.

$$L_{10/h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P} \right)^a$$

Dimana:

$L_{10/h}$ = Umur bantalan dalam satuan waktu dalam 10^6 putaran.

n = Jumlah putaran dalam satu menit (rpm)

C = Kapasitas beban dinamis bantalan (N)

P = Beban Equivalen (N)

a = Eksponen umur bantalan, 3 ball bearing; $\frac{10}{3}$ roller bearing.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



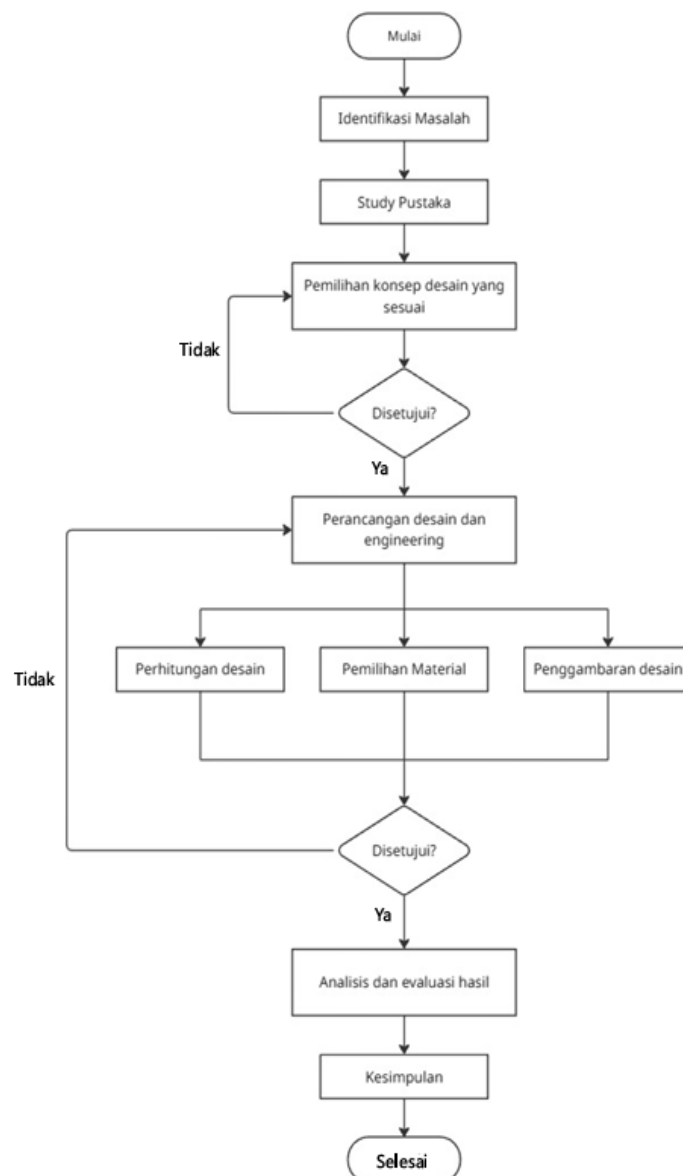
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 3 METODODLOGI

3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir

Untuk memudahkan pelaksanaan, berikut ini adalah diagram dari metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini:



Gambar 2. 60 Diagram Alir Tugas Akhir

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2 Metode Penyelesaian

3.2.1 Mulai

Pengerjaan tugas akhir dapat dimulai apabila judul telah ditentukan dan proposal telah disusun. Tugas akhir ini dimulai dari peningkatan penggunaan *alternative raw material* yang kian meningkat. Peningkatan penggunaan material *Fly Ash & Bottom ash* dinilai signifikan karena kandungannya yang serupa dengan clay. Permasalahan timbul karena alat transport yang digunakan yaitu *belt conveyor* dengan kode *SAC X92-BCI* memiliki lebar yang terlalu kecil sehingga sering terjadi keterlambatan pengisian *BIN* dan sering terjadi material tumpah pada sekitar *belt conveyor*. Oleh karena itu dengan adanya *Reverse Engineering* dapat membantu untuk melakukan pengoptimalan transportasi material.

3.2.2 Identifikasi Masalah

Proses mengidentifikasi masalah yang terjadi di *area raw material preparation* dengan melakukan pengecekan secara langsung dilapangan serta merumuskan permasalahan apa yang terjadi pada *belt conveyor X92-BCI*. Selain itu melakukan diskusi dengan beberapa kariawan terkait permasalahan yang terjadi.

3.2.3 Studi Pustaka

Untuk mendapatkan hasil rancangan yang akurat dan sesuai dengan yang diharapkan, perlu dilakukannya Studi Pustaka. Studi Pustaka harus memiliki asal-usul yang jelas, baik itu berasal dari buku, jurnal, maupun internet. Literatur memuat referensi berupa teori-teori yang berhubungan dengan perancangan yang akan dilakukan. Selain itu, dilakukan juga studi dokumen, studi lapangan dan studi dengan expert (karyawan).

1. Studi Dokumen

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data yang berkaitan dengan *belt conveyor*. Data yang dimaksud berupa record



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

capacity di TIS, detail drawing, stoplog, history notification dan work order, dan spesifikasi belt conveyor yang sesuai.

2. Studi Lapangan

Selain studi dokumen, dilakukan juga proses pengumpulan data yang berkaitan dengan belt conveyor dengan metode wawancara dan observasi secara langsung di lapangan. Wawancara dilakukan dengan karyawan process engineer rawmill area, mechanical engineer rawmill area, preventive maintenance rawmill area, dll.

3. Studi Expert

Didalam suatu project dibutuhkan komunikasi yang baik. Hal tersebut dilakukan agar tidak terjadi kesalahpahaman terkait pekerjaan yang sedang dilakukan. Langkah yang dilakukan adalah berdiskusi dengan expert. Expert yang dimaksud disini adalah orang yang sudah memiliki pengalaman dibidang nya terutama terkait dengan belt conveyor. Oleh karena itu, penulis berdiskusi dengan kariawan dilapangan, dosen pembimbing, mentor lapangan, dan semua pihak yang terkait dengan tugas akhir ini, sehingga progres dan masukan dapat termonitor dengan baik.

3.2.4 Pemilihan konsep desain yang Sesuai

Diskusi dengan pembimbing lapangan untuk memilih desain dan metode peningkatan kapasitas yang paling mungkin diterapkan pada *belt conveyor* X92-BC1 dengan mempertimbangkan nilai kelebihan dan kekurangan masing masing alternatif konsep

3.2.5 Perancangan Desain dan Engineering

Merancang desain belt conveyor baru yang sesuai dengan kebutuhan yang paling efektif dan efisien. Tahap tahap yang dilakukan saat perancangan :

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan

Pada tahapan ini, mulai perhitungan desain *belt conveyor* dari mulai perhitungan kapasitas, *belt width*, perhitungan *power* pada motor, perhitungan desain *chute* hingga perhitungan *frame* dan pembebanan yang terjadi pada *belt conveyor*.

2. Pemilihan material yang sesuai

Pemilihan tipe material yang sesuai menjadi kunci dalam sebuah perancangan alat. Pemilihan material dapat dilakukan dengan melakukan analisa kecepatan motor, Analisa *load* dan beban material, analisa gaya yang bekerja pada *belt conveyor*, analisa jenis material pada *frame belt conveyor* serta termasuk analisa biaya dalam *project Re-Engineering Belt conveyor* yang dilakukan.

3. Melakukan Drawing New Belt Conveyor

Setelah dilakukan perancangan desain melalui perhitungan, langkah selanjutnya adalah melakukan drawing. Didalam project tentunya hal yang paling penting adalah adanya drawing. Drawing dilakukan dengan mempertimbangkan aspek – aspek lain , seperti kemudahan dalam fabrikasi, keefektifan desain, dan lain lain. Drawing dilakukan baik secara 2D maupun 3D dengan menggunakan *software Autocad* maupun *Solidworks* serta dilakukan simulasi yang bertujuan untuk mensimulasikan apakah desain *belt conveyor* yang dirancang sudah sesuai atau belum.

3.2.6 Analisis dan Evaluasi Hasil

Mengevaluasi hasil perancangan baik perhitungan maupun drawing harus tepat dan sesuai dengan standard dan kebutuhan. Dari hasil evaluasi, didapat Kesimpulan setelah dilakukan perancangan *Re-Engineering belt conveyor X92-BC1* dan tercapainya tujuan dari tugas akhir ini.

3.2.7 Selesai

Tugas akhir dapat dikatakan selesai apabila penguji dan pembimbing telah menyerahkan nilai akhir dan dinyatakan memenuhi syarat kelulusan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Masalah

Penggunaan *alternative raw material* dalam proses produksi semen kian meningkat seiring berjalannya waktu. Hal ini didorong oleh kebutuhan industri untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam serta mengurangi dampak lingkungan dari kegiatan produksi. Salah satu material alternatif yang dimanfaatkan adalah *fly ash* dan *bottom ash* (FABA), yang memiliki kandungan kimia menyerupai bahan baku utama seperti *clay* dan *iron ore*.

Dalam konteks operasional, peningkatan penggunaan *alternative raw material* ini berdampak langsung terhadap sistem *transport* material, khususnya pada *belt conveyor X92-BC1*. Efektivitas *transport* material menjadi aspek krusial dalam menjaga *supply raw material* menuju *RawMill*. Kurang efektifnya *transport* material berdampak langsung dalam pengisian BIN *raw material*. Keterlambatan pengisian bin ini dapat mempengaruhi persentase jumlah material dalam *rawmix design* yang dimana akan membuat kualitas *rawmeal* dalam produksi klinker dan semen menjadi kurang baik. Oleh karena itu diperlukan *Re-Engineering* untuk mengoptimalkan *transport* material.

4.2 Identifikasi Desain Existing

Berdasarkan equipment data sheet, pada kondisi awal *belt conveyor X92-BC1* dirancang untuk mentransportasikan material *silica sand* dan *iron ore* dengan kapasitas masing-masing sebesar 120 T/H dan 130 T/H. Namun, sejak sekitar tahun 2012, material *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) mulai dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam proses produksi semen. Sejak saat itu, *belt conveyor X92-BC1* tidak hanya mengangkut dua jenis material, tetapi menjadi tiga jenis material yang memiliki karakteristik dan kapasitas aliran yang berbeda. Kondisi ini menyebabkan adanya perubahan beban operasional pada conveyor yang perlu diperhitungkan dalam evaluasi kinerja sistem.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.1 Perhitungan Desain *Existing*

Jika berbicara terkait *belt conveyor*, hal yang paling penting adalah terkait dengan kapasitas angkut *belt conveyor* itu sendiri. *Belt conveyor X92-BCI* ini mengangkut tiga material secara bergantian, memang sudah diketahui kapasitas *belt conveyor existing* sekarang untuk material *silica sand* dan *iron ore*. Sedangkan untuk kapasitas angkut material FABA masih belum diketahui, oleh karena itu diperlukan analisis kapasitas angkut *belt conveyor* lebih mendalam. Perhitungan kapasitas ini penting karena bertujuan untuk menganalisis kapasitas *belt conveyor* sebagai pertimbangan dalam melakukan *Re-Engineering belt conveyor* tersebut.

4.3 Identifikasi Desain yang Direncanakan

Berdasarkan data yang sudah dijelaskan sebelumnya, perhitungan kebutuhan kapasitas angkut *belt conveyor* baru dapat dilakukan. Perhitungan *belt conveyor* dilakukan dengan memadukan standard desain *CEMA*, *DIN*, dan *ANSI Standard* serta *standard design kriteria* yang diterapkan oleh PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk.

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai *bulk density* dari material *silica*, *iron ore* dan *FABA* masing-masing memiliki perbedaan. Nilai *bulk density* untuk material *silica* itu sendiri berkisar diangka 1,4 hingga 1,6 (t/m^3). Nilai *bulk density* untuk material *iron ore* ini cukup besar yaitu berkisar diangka 2,2 hingga 2,8 (t/m^3). Lalu untuk material FABA, nilai *bulk density* dilakukan dengan melakukan uji coba langsung dan menghasilkan nilai sebesar 0,7 (t/m^3). Parameter tersebut memiliki peran penting didalam perancangan dan perhitungan kapasitas angkut dari *belt conveyor*. Semakin tinggi nilai *bulk density* maka semakin besar juga kapasitas yang dapat diangkut dalam *belt conveyor*.

Dalam menentukan kapasitas angkut *belt conveyor*, diperlukan memastikan kebutuhan dalam pengisian BIN material per jam nya. Dibawah ini data pengisian BIN material sebagai acuan dalam menentukan kapasitas angkut dari *belt conveyor* itu sendiri.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Setelah dilakukan pertimbangan untuk kapasitas angkut *belt conveyor*, selanjutnya adalah memastikan kecepatan *belt conveyor*, dan lebar *belt conveyor* harus sesuai dengan *standard design criteria* agar *belt conveyor* dapat beroperasi dengan aman.

4.3.1 Konsep Desain 1

Pada desain ini akan dibuat *equipment belt conveyor* baru disamping *belt conveyor X92-BC1*. *Belt conveyor* baru ini akan digunakan untuk mentransport material FABA saja. Sehingga untuk *belt conveyor X92-BC1* tidak lagi mentransport material FABA melainkan hanya untuk material silica dan *iron ore*.

Prinsip kerja untuk desain 1 ini adalah material FABA akan diloadingkan dari stockpile menggunakan loader lalu akan diangkut kedalam hopper pada *belt conveyor T92-BC1*. Selanjutnya dari *belt conveyor T92-BC1* material FABA akan masuk kedalam inlet *belt conveyor* baru. *Belt conveyor* baru ini akan mentransport material FABA menuju *X92-BC2* dan material akan masuk kedalam bin didalam WF building.

Akan tetapi didalam desain ini memiliki beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan modifikasi pada *belt conveyor T92-BC1* agar chute outlet masuk kedalam jalur *belt conveyor* baru karena untuk *belt conveyor T92-BC1* sekarang masuk kedalam *X92-BC1*.
2. Perlu dilakukan penambahan struktur civil untuk *belt conveyor* baru yg naik keatas WF bulding agar *belt conveyor* dapat dibangun.
3. Perlu dilakukan penambahan lantai untuk bagian head pulley dari dari *belt conveyor* yang berada pada WF Building agar posisinya tepat berada pada *belt conveyor X92-BC2*.
4. Jika kita asumsikan dari segi cost, untuk penambahan jalur baru ini akan jauh lebih banyak jika project ini direalisasikan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dari data diatas, dapat dihitung untuk kapasitas angkut dari belt conveyor ini.

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas angkut belt conveyor desain 1 ini adalah... Hal ini dapat menjadi pertimbangan karena meningkatkan penngoptimalan dalam transport material karena belt conveyor hanya untuk 1 material saja. Selain itu untuk belt conveyor X92-BC1 menjadi lebih maksimal juga dalam mentransport material (tidak terlalu sibuk). Sehingga dengan desain 1 ini membuat proses produksi raw meal menjadi lebih stabil.

4.3.2 Konsep Desain 2

Pada alternatif desain 2, dilakukan modifikasi terhadap *belt conveyor X92-BC1* dengan membagi sistem *conveyor* menjadi dua segmen berdasarkan kebutuhan kapasitas dan kondisi operasional. Segmen pertama tetap menggunakan *belt conveyor* dengan lebar 600 mm (BW600), sedangkan segmen kedua dirancang menggunakan *belt conveyor* dengan lebar 900 mm (BW900) untuk meningkatkan kapasitas angkut pada bagian yang lebih kritis. Dalam konfigurasi ini, sistem conveyor dibedakan menjadi dua unit, yaitu X92-BC1 untuk segmen BW600 dan X92-BCA untuk segmen BW750. Pembagian ini bertujuan untuk mengoptimalkan distribusi beban material serta meningkatkan kinerja *conveyor* tanpa harus melakukan perubahan secara menyeluruh pada sistem *existing*.

Prinsip dasar dari desain ini adalah mempertahankan penggunaan *belt conveyor* dengan lebar 600 mm (BW600) pada segmen awal, yaitu dari area *stockpile* silica hingga titik pertemuan dengan *NEW BIN FABA*. Pada segmen ini, belt conveyor X92-BC1 hanya difungsikan untuk mentransportasikan material *silica* dan *iron ore* dari masing-masing *stockpile*, sehingga beban angkut yang diterima relatif lebih terkontrol. Selanjutnya, pada titik pertemuan tersebut dilakukan perubahan dimensi conveyor dengan menggunakan belt berlebar 900 mm (BW900). Segmen X92-BCA ini

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dirancang untuk mengakomodasi transport tiga jenis material , yaitu *silica*, *iron ore*, dan FABA, menuju *belt conveyor* berikutnya, yaitu X92-BC2, sebelum akhirnya material masuk ke dalam bin yang berada di dalam *WF Building*.

Penerapan konsep ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas angkut pada bagian kritis conveyor, khususnya setelah terjadi penggabungan aliran material. Dengan memperbesar lebar belt pada segmen tersebut, diharapkan distribusi material khususnya material FABA menjadi lebih optimal. Akan tetapi, dalam memilih konsep desain kedua ini juga memiliki beberapa pertimbangan diantaranya:

1. Perlu dilakukan modifikasi pada X92-BC1 yaitu dengan pemotongan dan penambahan chute outlet baru.
2. Perlu dilakukan perubahan ukuran frame pada belt conveyor menjadi BW900.
3. Perlu adanya penambahan *system drive* untuk *belt conveyor* X92-BCA.
4. Jika kita asumsikan dengan biaya, modifikasi ini akan jauh lebih murah karena tidak melakukan pernggantian secara keseluruhan.

Berdasarkan data diatas, maka perhitungan kapasitas dapat dilakukan sebagai kunci utama dalam perancangan desain *belt conveyor* ini.

4.3.3 Konsep Desain 3

Pada desain ke 3, dilakukan peningkatan kapasitas angkut *belt conveyor* X92-BC1 melalui penyesuaian kecepatan putar motor penggerak. Pada desain ini peningkatan tidak melalui perubahan dimensi pada *belt conveyor*, melainkan melalui perubahan kecepatan putar pada *belt conveyor*. Sehingga dengan kecepatan *belt* yg lebih cepat dapat mengalirkan material dengan jumlah yg lebih banyak juga. Secara toritis, kapasitas *belt conveyor* berbanding lurus dengan kapasitas.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Namun demikian, pertimbangan dalam meningkatkan kapasitas melalui desain ke 3 ini memerlukan banyak pertimbangan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan kecepatan belt dapat meningkatkan risiko *spillage*, terutama untuk material dengan karakteristik halus seperti FABA.
2. Perlu dilakukan analisis lebih mendalam terutama terkait motor, *gearbox* dan *kopling* yang sesuai untuk menggerakkan *belt conveyor*
3. Mempercepat keausan pada komponen mekanis seperti *roller*, *belt* dan *pulley*.

Dengan hanya melakukan penyesuaian pada kecepatan putar motor penggerak, implementasi desain ini menjadi relatif lebih sederhana dan tidak memerlukan perubahan signifikan pada sistem existing. Selain itu, dari sisi waktu pelaksanaan, desain ini cenderung lebih cepat untuk diterapkan karena tidak memerlukan pekerjaan fabrikasi atau pemasangan komponen baru seperti pada desain lainnya. Hal ini juga berdampak pada biaya investasi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan alternatif desain yang melibatkan perubahan dimensi atau penambahan jalur conveyor.

4.4 Penentuan Konsep Desain

Setelah melalui proses penyusunan alternatif desain, tahap selanjutnya adalah melakukan pemilihan desain yang paling sesuai dengan kriteria konsep perancangan yang telah ditetapkan berdasarkan analisis kebutuhan pengguna. Proses ini bertujuan untuk menentukan desain yang paling optimal dengan mempertimbangkan aspek teknis, operasional, dan ekonomi. Penilaian dilakukan menggunakan metode skoring dengan rentang nilai 1 hingga 5, di mana nilai 5 menunjukkan kategori sangat baik, nilai 4 baik, nilai 3 cukup baik, nilai 2 kurang baik, dan nilai 1 tidak baik. Hasil penilaian dari masing-masing alternatif desain kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah proses evaluasi dan penentuan desain yang paling ideal.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 1 Tabel Penentuan Konsep Design

No	Kriteria	Bobot	Konsep desain		
			1	2	3
1	Kekuatan	10	+	+	0
2	Kemudahan Perancangan	10	0	0	+
3	Kemudahan Fabrikasi dan instal	10	0	+	+
4	Kapasitas Angkut	10	0	+	+
5	Keamanan	10	+	+	0
6	Biaya yang efisien	10	0	+	0

4.5 Perhitungan Perencanaan Desain Conveyor

Pada tugas akhir ini, penulis melakukan perencanaan desain berdasarkan keputusan desain yang sudah ditentukan diatas. Perencanaan desain akan dilakukan dengan membagi menjadi 2 buah *conveyor* yang akan dinamakan dengan X92-BC1 dan X92-BCA. Perhitungan dilakukan dengan mengacu pada *standard CEMA, DIN, ANSI* serta *standard design criteria* yang diterapkan oleh PT. Solusi Bangun Indonesia.

Perencanaan perhitungan dilakukan dengan membagi 2 yaitu Perhitungan Desain *Belt Conveyor X92-BC1* dan Perhitungan Desain *Belt Conveyor X92-BCA*. Perhitungan tersebut khususnya untuk X92-BC1 dapat dilakukaun

4.5.1 Perhitungan Desain Belt Conveyor X92-BC1

Perencanaan desain X92-BC1 mengacu pada data yang sudah ada atau data existing. Perubahan panjang karena desain pemotongan belt conveyor tentu mempengaruhi kapasitas dan kebutuhan daya dari belt conveyor X92-BC1. Berikut ini dilakukan perhitungan desain X92-BC1 untuk memastikan alat dapat beroperasi dengan maksimal.

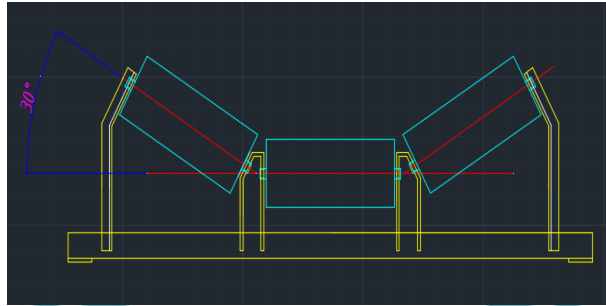
4.5.1.1 Seleksi Idler

1) Bentuk Idler

Bentuk carier idler pada desain existing yaitu menggunakan tipe 3 rol atau through idler dengan sudut through angle sebesar 30°.

Hak Cipta :

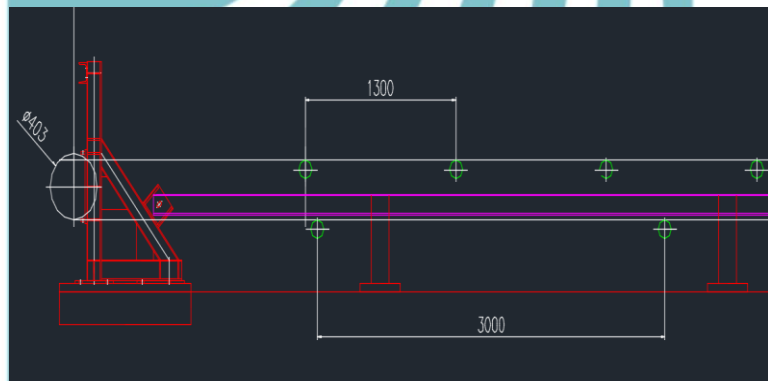
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 61 Carrier Roller

2) Jarak Spasi Idler

Jarak spasi antara idler pada desain existing sudah diketahui yaitu 1300mm pada carier side dan 3000mm pada return side.



Gambar 2. 62 Jarak Spasi Idler

3) Diameter Idler

Diameter idler pada belt conveyor X92-BC1 mengikuti dengan *standard design criteria* yaitu sebesar 114mm. standard ini juga sudah tertera pada catalog milik rollent yang menjadi acuan ketika melakukan pemesanan idler.

4.5.1.2 Menghitung Kapasitas Angkut

Pada kondisi existing, belt conveyor X92-BC1 dapat mengangkut material silica sebesar 120 t/h dan pair besi sebesar 130 t/h. Dengan rencana melakukan pemotongan pada X92-BC1 sekarang, maka kita tetap dapat menggunakan X92-BC1 existing hanya setengah dari panjangnya saja. Oleh

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

karena itu untuk kapasitas angkut dari desain baru ini akan dihitung dibawah ini.

1) Menhitung Luas Penampang

$$A = K(0,9B - 0,05)^2$$
$$A = 0,1488(0,9 \times 0,6m - 0,05)^2$$
$$A = 0,0357 (m^2)$$

2) Menghitung Kapasitas Angkut Conveyor

Kapasitas angkut belt conveyor dipengaruhi oleh, kecepatan belt, luas penampang dan juga densitas material. Berikut merupakan perhitungan kapasitas untuk material silica sand.

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \gamma \times s$$
$$Q_t = 60 \times 0,0357 \times 48,4 m/min \times 1,6ton \times 0,95$$
$$Q_t = 157 t/h$$

Berikut perhitungan kapasitas untuk material pasir besi.

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \gamma \times s$$
$$Q_t = 60 \times 0,0357 \times 48,4 m/min \times 2,2ton/m^3 \times 0,95$$
$$Q_t = 216,67t/h$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas, belt conveyor X92-BC1 masih sangat aman untuk mengangkut material pasir silica dan pasir besi.

4.5.1.3 Menghitung Daya Penggerak Conveyor

Pada belt conveyor X92-BC1 menggunakan motor dengan daya sebesar 45 Kw. Dalam menentukan daya yang digunakan untuk mengangkut material dan memutar conveyor maka dibagi menjadi 3 yaitu *no load power*, *horizontal load power* dan *lifting load power*. Sebelum itu kita juga harus mengetahui berat berat dari komponen belt conveyor serta berat material per meter sebelum menghitung daya tersebut.

Diketahui data pada X92-BC1 sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$W_c = \text{Berat Carrier Roller/set} \quad 8,3 \text{ kg}$$

$$W_r = \text{Berat Return Roller/set} \quad 6,8 \text{ kg}$$

$$W_1 = \text{Berat belt} \quad 9,0 \text{ kg}$$

$$\ell_c = \text{Jarak Carrier Roller} \quad 1,3 \text{ m}$$

$$\ell_r = \text{Jarak Return Roller} \quad 3 \text{ m}$$

- 1) Menghitung berat material per meter (W_m)

Berikut merupakan berat material silica dalam satuan per meter

$$W_m = \frac{Q_t}{0,06 \times v}$$

$$W_m = \frac{157 \text{ t/h}}{0,06 \times 48,4 \text{ m/min}}$$

$$W_m = 54,06 \text{ kg/m}$$

- 2) Menghitung Berat Komponen Bergerak per Meter (W)

Berikut merupakan berat komponen bergerak pada X92-BC1.

$$W = \frac{W_c}{\ell_c} + \frac{W_r}{\ell_r} + 2W_1$$

$$W = \frac{8,3 \text{ kg}}{1,3 \text{ m}} + \frac{6,8 \text{ kg}}{3 \text{ m}} + 2 \times 9,0 \text{ kg/m}$$

$$W = 26,65 \text{ kg}$$

- 3) Menghitung Tinggi Elevasi (H)

Berikut merupakan perhitungan elevasi pada belt conveyor X92-BC1

$$H = \ell \times \tan a$$

$$H = 175,3 \text{ m} \times \tan 8,89^\circ$$

$$H = 27,41 \text{ m}$$

- 4) Menghitung No Load Power (P_1)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$P_1 = \frac{f(\ell + \ell)W_m \cdot v}{6120}$$

$$P_1 = \frac{0,022(175,3 \text{ m} + 66)54,06 \text{ kg} \times 48,4 \text{ m/min}}{6120}$$

$$P_1 = 2,26 \text{ kW}$$

- 5) Menghitung Horizontal Load Power (P_2)

$$P_2 = \frac{f(\ell + \ell)W \cdot v}{6120}$$

$$P_2 = \frac{0,022(175,3 \text{ m} + 66)26,65 \text{ kg} \times 48,4 \text{ m/min}}{6120}$$

$$P_2 = 1,21 \text{ kW}$$

- 6) Menghitung Lifting Load Power (P_3)

$$P_3 = \frac{H \times W_m \times v}{6120}$$

$$P_3 = \frac{27,41 \text{ m} \times 54,06 \text{ kg} \times 48,4 \text{ m/min}}{6120}$$

$$P_3 = 11,00371 \text{ kW}$$

- 7) Menghitung Total Daya Belt Conveyor (P)

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P = 2,26 \text{ kW} + 1,21 \text{ kW} + 11,71 \text{ kW}$$

$$P = 15,18 \text{ kW}$$

4.5.1.4 Perencanaan Motor

Motor yang digunakan dalam perancangan ini adalah motor induksi jenis *squarel cage*. Pemilihan motor ini mempertimbangkan daya yang dibutuhkan dan juga harga yang relative murah. Perencanaan motor didasarkan pada perhitungan kapasitas angkut belt conveyor yaitu sebesar t/h dan memerlukan daya sebesar 15,18 kW.

Daya motor dihitung dengan rumus berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$P_{motor} = P \times f_c$$

$$P_{motor} = 15,18 \text{ kW} \times 1,2$$

$$P_{motor} = 18,22 \text{ kW}$$

Tabel 4. 2 Tabel Standard Motor

Selected according to DIN 42973

1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11	15	18.5
22	30	37	45	55	75	90	110	132
160	200	250	315	400	500	630		

Dari hasil perhitungan diatas maka dibutuhkan motor dengan daya minimal 20 kW untuk memastikan belt conveyor dapat mengangkat material dengan aman. Untuk motor existing milik X92-BC1 saat ini adalah dengan menggunakan daya motor sebesar 45 kW. Pada perancangan ini jika menggunakan motor tersebut masih sangat jauh dan dapat dinilai sebagai waste design. Oleh karena itu apabila mengacu pada table diatas maka motor yang cocok adalah menggunakan daya sebesar 30 kW.

4.5.1.5 Perencanaan Reducer

Reducer digunakan untuk mereduksi putaran motor agar putaran pada *drive pulley* dapat sesuai dengan kebutuhan. Diketahui adalah putaran *output* motor adalah 1470 rpm dan kecepatan *belt conveyor* adalah 48,4 m/min. Berikut perhitungan ratio reducer beserta output putaran reducer nya.

$$n = \frac{v}{\pi \times D}$$

Diketahui sebelumnya bahwa diameter pulley yg akan digunakan dalam perancangan ini adalah 487mm.

$$n = \frac{48,4 \text{ m/min}}{\pi \times 0,487 \text{ m}}$$

$$n = 31,63 \text{ rpm}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jadi untuk kecepatan *output reducer* yakni sebesar 31,63 rpm. Maka untuk perhitungan rasionya adalah sebagai berikut:

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{1470 \text{ rpm}}{31,63 \text{ rpm}}$$

$$i = 46,47$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan *ratio redeucer* yang dibutuhkan ada 46 : 1 agar dapat mentransmisikan putaran sesuai dengan kebutuhan kapasitas angkut dari *belt conveyor*. Reducer existing memiliki ratio 45:1 maka dapat disimpulkan bahwa reducer tersebut masih dapat digunakan untuk perancangan ini.

4.5.1.6 Perencanaan Kopling

Perhitungan kopling dilakukan untuk memverifikasi karakteristik teknis kopling pada sisi *high speed* maupun *low speed* sesuai kondisi operasi *conveyor*. Pemilihan kopling didasarkan pada nilai torsi kopling yang harus lebih besar dari torsi *minimum* sistem setelah dikalikan dengan *service factor*.

- 1) Menghitung torsi high speed

$$T_{HS} = \frac{P_m \times 9549}{n_1}$$

$$T_{HS} = \frac{30 \text{ kW} \times 9549}{1470 \text{ rpm}}$$

$$T_{HS} = 194,87 \text{ kW}$$

- 2) Menghitung torsi low speed

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$T_{LS} = \frac{P_m \times 9549}{n_2}$$

$$T_{LS} = \frac{30 \text{ kW} \times 9549}{31,63 \text{ rpm}}$$

$$T_{LS} = 9056,90 \text{ kW}$$

Setelah diketahui torsi pada kopling, selanjutnya adalah menentukan nilai minimum torsi pada kopling untuk menentukan tipe kopling yang digunakan. Pada belt conveyor, service factor untuk menghitung nilai ini sudah konstan yaitu 1,5, sehingga nilai minimum torsi adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung minimum torsi kopling high speed

$$T_{min} = T_{HS} \times sf$$

$$T_{min} = 194,87 \times 1,5$$

$$T_{min} = 292,30 \text{ kW}$$

- 2) Menghitung minimum torsi kopling low speed

$$T_{min} = T_{LS} \times sf$$

$$T_{min} = 9056,90 \text{ kW} \times 1,5$$

$$T_{min} = 13585,35 \text{ kW}$$

Berdasarkan perhitungan minimum torsi yang dibutuhkan untuk memilih coupling diatas, maka dapat disimpulkan bahwa untuk coupling antara motor dengan reducer dapat menggunakan *fluida* kopling dan antara reducer dengan *shaft drive pulley* dapat menggunakan *gear* kopling

4.5.1.7 Perhitungan Belt Tension

Tension atau tegangan belt merupakan hal yang menentukan operasi dari suatu *belt conveyor*. *Belt conveyor* dapat beroperasi secara baik apabila memiliki tegangan *belt* yang baik. *Tension* atau tegangan belt merupakan hal yang menentukan operasi dari suatu *belt conveyor*. *Belt*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

conveyor dapat beroperasi secara baik apabila memiliki tegangan *belt* yang baik.

Tabel 4. 3 Wrap Angle

Type of Drive	Angle of Wrap (degree)
(A) Single Drive	180
(B) Single Drive with snub pulley	200 ~ 220
(C) Tandem Type Single Drive	220 ~ 240
(D) Tandem Drive	400 ~ 440
(E) Dual Drive	Primary 170 ~ 220, Secondary 190 ~ 220

Pada design existing dari X92-BC1 sendiri sudah menggunakan drive tipe B yaitu dengan menggunakan snub pulley pada bagian head. Sehingga untuk nilai sudut kontak yaitu sebesar 200-220°. Nilai ini digunakan untuk menghitung tension. Selain itu semakin besar sudut kontak artinya kemungkinan belt untuk terjadi slip akan sangat kecil.

$$\theta = \alpha \times 0,0174 \text{ rad}$$

$$\theta = 200^\circ \times 0,0174 \text{ rad}$$

$$\theta = 3,48 \text{ rad}$$

Koefisien gesek antara *drive pulley* dan permukaan belt sangat bervariasi. Koefisien gesek dipengaruhi oleh kondisi *pulley* dan material dari *pulley* itu sendiri.

Tabel 4. 4 Koefisien Gesek

Type of Drive Pulley	Surface Condition of Drive Pulley	Friction Coefficient "u"
Bare Steel Pulley	Dirty & Wet	0.1
	Moist	0.1~0.2
	Dry	0.3
Grooved and Rubber-Lagged Pulley	Dirty & Wet	0.2
	Moist	0.2~0.3
	Dry	0.35

Tabel diatas menunjukkan nilai koefisien gesek antara *drive pulley* dengan permukaan *belt*. Mengacu pada *standard design criteria* diketahui bahwa semua *drive pulley* pada *belt conveyor* menggunakan *rubber lagging*. Untuk *surface condition* pada *belt conveyor* ini cenderung kering karena

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

material yang diangkut sudah dalam serbuk/butiran. Sehingga untuk koefisien gesek antara *pulley* dengan *belt* adalah 0,35.

1) Menghitung *Efektif Tension*

$$F_p = \frac{6120 \times P}{v}$$

$$F_p = \frac{6120 \times 15,18kW}{48,4 \text{ m/min}}$$

$$F_p = 1919,45 \text{ kg}$$

2) Menghitung *Tight Side Tension*

$$F_1 = F_p \frac{e^{u\theta}}{e^{u\theta} - 1}$$

$$F_1 = 1919,45 \text{ kg} \frac{2,718^{0,35 \times 3,48}}{2,718^{0,35 \times 3,48} - 1}$$

$$F_1 = 2725,94 \text{ kg}$$

3) Menghitung *Slack Side Tension*

$$F_2 = F_p \frac{1}{e^{u\theta} - 1}$$

$$F_2 = 1919,45 \text{ kg} \frac{1}{2,718^{0,35 \times 3,48} - 1}$$

$$F_2 = 806,49 \text{ kg}$$

4) Menghitung *Tension pada kemiringan conveyor*

Pada *conveyor* yang memiliki sudut kemiringan, *belt* mengalami tegangan akibat pengaruh gravitasi sehingga menimbulkan hambatan selama proses pengangkutan material. Besarnya tegangan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$F_3 = W_1 \times \ell (\tan a - f)$$

$$F_3 = 9 \text{ kg} \times 175,3 \text{ m} (\tan 8,89^\circ - 0,022)$$

$$F_3 = 212,07 \text{ kg}$$

Jadi, besarnya tegangan tambahan akibat pengaruh gravitasi terhadap *belt conveyor* yang memiliki sudut *incline* adalah sebesar 212,07 kg.

5) Menghitung *minimum tension*

Carrier dan return idler pada overland conveyor harus dipastikan agar lendutan atau sag memiliki nilai minimum sebesar 1% dari jarak antara idler. Nilai minimum tension pada sisi carrier idler untuk memastikan nilai lendutan nya aman dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$F_{4c} = 12,5 \times \ell_c (W_m + W_1)$$

$$F_{4c} = 12,5 \times 1,3 \text{ m} (54,06 \text{ kg/m} + 9 \text{ kg})$$

$$F_{4c} = 1919,45 \text{ kg}$$

6) Menghitung *maximum tension*

Perhitungan *maximum belt tension* pada penelitian ini menggunakan persamaan untuk kategori uphill conveyor dengan head drive berdasarkan metode Bridgestone.

$$F_r = f(\ell + \ell_0)(W_1 + W_r/\ell_r) - (H \times W_1)$$

$$F_r = 0,022(175,3 \text{ m} + 66 \text{ m})(9 \text{ kg/m} + 6,8 \text{ kg/3 m}) - (27,41 \text{ m} \times 9 \text{ kg})$$

$$F_r = -186,87 \text{ kg}$$

Jadi, untuk nilai *tension* akibat kemiringan pada *belt conveyor* adalah sebesar -186,87 kg. Dari nilai tersebut maka dapat dihitung *max tension* yang dibutuhkan untuk *belt conveyor* dengan mengikuti perhitungan berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$F_{max} = F_P + F_{4c} - F_r$$

$$F_{max} = 1919,45 \text{ kg} + 1919,45 \text{ kg} - (-186,87 \text{ kg})$$

$$F_{max} = 4025,77 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Bridgestone, diperoleh nilai *maximum tension* pada *belt conveyor* sebesar 4025,77 kg.

4.5.1.8 Menghitung *Peripheral Force* Saat *Running*

Peripheral force merupakan gaya total yang dihasilkan pulley pada saat conveyor beroperasi.

$$F_u = F_H + F_N + F_{ST} + F_S$$

$$F_U = C \times f \times L \times g [2 \times M_R + (M_G + M_L) \cos \delta] + H \times g \times M_L + F_S$$

$$F_U = 1,4 \times 0,022 \times 175,3 \text{ m} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$[2 \times 8,3 \text{ kg}(9,0 \text{ kg} + 54,06 \text{ kg/m}) \cos 8,89^\circ] + 27,41 \text{ m} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 54,06 \text{ kg/m} + 0$$

$$F_u = 69315,40 \text{ N} = 69,31 \text{ kN}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan untuk conveyor ini *running* adalah sebesar 69,31 kN.

4.5.1.9 Menghitung *Peripheral Force* Saat *Start-Up*

Peripheral force saat *start-up* adalah gaya tambahan yang muncul Ketika conveyor mulai bergerak. Nilai ini lebih besar dibanding pada saat conveyor sudah *running* normal karena conveyor harus mengatasi inersia seluruh system.

Nilai F_A lebih besar 1,3-1,5 dari F_U

$$F_A = 1,5 \times 69,31 \text{ kN}$$

$$F_A = 103,96 \text{ kN}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.1.10 Menghitung *Acceleration*

Untuk membuat *start-up* lebih halus maka harus memastikan *acceleration* yang sesuai dengan gaya *start-up* nya. Berikut untuk perhitungan *acceleration*.

$$a_A = \frac{F_A - F_U}{L(M_R + 2 \times M_G + M_L) + \sum M_{A_{red}} + \sum M_{red}}$$

$$a_A = \frac{103,96kN - 69,31kN}{175,3 m(8,3 kg + 2 \times 9 kg + 54,06 kg/m) + 0}$$

$$a_A =$$

4.5.1.11 Menentukan jenis belt untuk X92-BC1

Dalam melakukan pemilihan jenis *belt* yang akan digunakan, maka perlu diketahui kode-kode penamaan dari jenis jenis bahan *belt*.

Tabel 4. 5 Kode Kode Penamaan Belt

Symbol	Ply Materials	
B	Cotton	(Natural fibre)
P	Polyamide	(Synthetic fibre)
E	Polyester	(Synthetic fibre)
EP	Polyester-Polyamide	(Synthetic fibre)
D	Aramid	(Synthetic fibre)
F	Steel Weave	(Ferroxflex)
ST	Steel Cord	(ST belt)

Berdasarkan table perbandingan diatas, lapisan EP menjadi pilihan karena memiliki lapisan *ply* dengan karakteristik yang sangat baik. Pada PT. Solusi Bangun Indonesia juga paling sering menggunakan belt dengan jenis EP ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 6 Spesifikasi Belt Existing

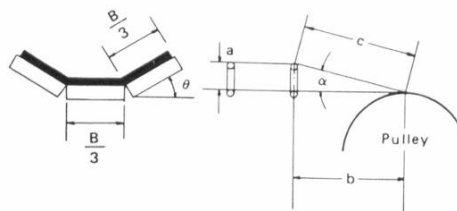
SPECIFICATION		
ITEM NO	3258CA	
MAT'L CONVEYED	SILICA	IRON ORE
CAPACITY	120 T/H	130 T/H
BELT WIDTH	600 mm	
BELT SPEC	NN200x5Px4,8/2,4	
BELT SPEED	48.4 m/min	
HORIZ LENGTH	404500 mm	
LIFT	28790 mm	
INCLINATION	12.38 DEG	
TAKE-UP TYPE	GRAVITY TYPE	
MOTOR	45KWx4Px50HZx380V	
REDUCER	1/45(PARALLEL)	
COUPLING	HIGH	FLUID COUPLING
	LOW	GEAR COUPLING
BACK STOP	YES	
BRAKE	NA	
IDLER PITCH	CARRIER	1300 mm
	IMPACT	300 mm
	RETURN	3000 mm
REMARKS		
SWITCH	PULL WIRE S/W	26 SETS
	ROTATION DETECTOR	1 SET
	DEVIATION DETECTOR	8 SETS
	JAMMING DETECTOR	1 SET

Tabel diatas merupakan spesifikasi belt pada design existing dari belt conveyor X92-BC1. Dimana tertera menggunakan belt tipe NN200 x 5P x 4,8/2,4. Akan tetapi, berjalannya waktu sering dilakukan penggantian belt dengan menggunakan tipe EP pada PT.Solusi Bangun Indonesia Tbk. Oleh karena itu pada design belt conveyor ini menggunakan belt dengan tipe EP karena memiliki kekuatan yang baik.

4.5.1.12 Through Transition Distance

Trough transition distance merupakan jarak belt conveyor dari kondisi datar pada pulley pada carrying idler conveyor. Pada desain existing, posisi dari permukaan pulley dan juga carrier idler rata. Perhitungan through transition distance adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Through Transition Distance



$$b = \frac{100B}{3} \sqrt{\frac{2(1 - \cos \theta)}{\epsilon^2 + 200\epsilon}}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\epsilon^2 = 0$$

$$b = \frac{10B}{3} \sqrt{\frac{1 - \cos \theta}{\epsilon}}$$

$$b = \frac{10 \times 0,6 \text{ m}}{3} \sqrt{\frac{1 - \cos 30^\circ}{0,8}}$$

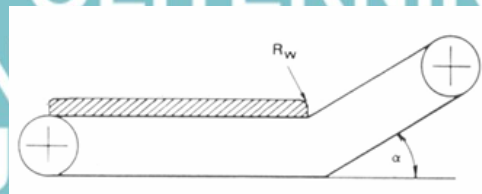
$$b = 0,81 \text{ m}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan jarak through diatas, maka dapat disimpulkan bahwa jarak head pulley dengan idler sisi carrier adalah sebesar 0,81 m atau 810mm.

4.5.1.13 Concave Vertical Curve

Concave vertical curve merupakan lengkungan vertikal cekung pada jalur belt conveyor yang terjadi saat belt conveyor berubah dari posisi horizontal menuju incline.

- 1) Pada saat membawa material



Gambar 4. 1 Concave Curve

$$R_w = \frac{T}{(W_1 + W_m) \cos a}$$

$$R_w = \frac{1,35 \times 4025,77 \text{ kg}}{(9 \text{ kg} + 54,06 \text{ kg}) \cos 8,89^\circ}$$

$$R_w = 87,23 \text{ m}$$

- 2) Pada saat tidak membawa material

$$R = \frac{T_0}{W_1 \cos a}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$R = \frac{1,35 \times 806,49 \text{ kg}}{9 \text{ kg} \cos 8,89^\circ}$$

$$R = 122,4 \text{ m}$$

Radius concave pada desain conveyor adalah sebesar 122,22 m. Radius aktual pada belt conveyor sekarang adalah sebesar 130 m sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi existing skrng masih aman untuk mengatasi start up dan perubahan beban conveyor.

4.5.2 Perhitungan Desain Belt Conveyor X92-BCA

Pada dasarnya permasalahan adalah dalam mengangkut material FABA pada saat ini dinilai kurang efisien karena lebar belt yg terlalu kecil. Penggunaan material FABA semakin meningkat sedangkan diperlukan alat transport material yang memadai. Oleh karena itu diperlukan desain alat transport yang memadai untuk mengatasi masalah ini. Berikut desain perancangan X92-BCA yg akan digunakan untuk mentransport material silica sand, iron ore dan juga FABA.

4.5.2.1 Seleksi Idler

1) Menentukan Bentuk Idler

Bentuk carier idler bervariasi tergantung pada aplikasi. Jumlah roll idler pada carrying side dan besarnya through angle sangat menentukan luas penampang muatan dan kapasitas angkut dari belt conveyor itu sendiri.



Gambar 4. 2 Tipe of Through Angle

Berdasarkan standard design criteria, digunakan jumlah roll idler sebanyak 3 serta besarnya sudut angkut atau through angle harus lebih besar dari 30°. Hal ini akan sangat memungkinkan fleksibilitas pengangkutan yang lebih besar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2) Menentukan Jarak Spasi Idler

Jarak spasi idler carrier side maupun return side dapat ditentukan setelah mengetahui lebar belt. Diketahui sebelumnya untuk rencana lebar belt pada perancangan belt conveyor ini adalah 900mm (BW900) maka untuk jarak spasi idler nya adalah 1 m pada carrier side dan 3 m pada return side.

Tabel 4. 8 Pitch Idler

Belt Width (mm)	Carrier Idler Pitch "C" (m)		Return Idler Pitch "R" (m)
	Under 1.6	Over 1.6	
400	1.35	1.35	3.00
450	1.35	1.20	3.00
500	1.35	1.20	3.00
600	1.20	1.10	3.00
650	1.20	1.10	3.00
750	1.20	1.00	3.00
800	1.20	1.00	3.00
900	1.00	1.00	3.00
1,000	1.00	1.00	3.00
1,050	1.00	1.00	3.00
1,200	1.00	1.00	3.00
1,400	1.00	1.00	3.00
1,600	1.00	1.00	3.00
1,800	1.00	1.00	3.00
2,000	1.00	1.00	2.40
2,200	1.00	1.00	2.40
2,400	1.00	1.00	2.40
2,600	1.00	1.00	2.40
2,800	1.00	1.00	2.40
3,000	1.00	1.00	2.40
3,150	1.00	1.00	2.40

3) Menentukan Diameter Idler

Berdasarkan standard design criteria, diketahui bahwa untuk lebar belt 650 mm hingga 1000 mm idler yang digunakan adalah lebih dari 100 mm dan kurang dari 127 mm. Apabila melihat dari standard diameter idler maka dapat ditentukan untuk diameternya adalah 108 mm

Tabel 4. 9 Standard Diameter of idler

Carrying Idlers	51	63.5	88.9	108	133	159	193.7	219
Impact Idlers				156	180	215	250	290
Return Run								
Support Discs		120	138	150	180	215	250	290

Selain diameter, panjang dari roll idler juga harus dipastikan karena bagian dari tengah idler dengan total 3 roller sangat mempengaruhi luas penampang muatan dan kapasitas angkut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.2.2 Menghitung Kapasitas Angkut

Target kapasitas angkut FABA adalah 200 t/h agar pengisian BIN pada masing masing material menjadi lebih cepat dan efisien. Desain X92-BCA ini akan dirancang menjadi belt conveyor dengan lebar 900mm dan memiliki sudut incline sebesar $12,38^\circ$. Berikut perhitungan transport kapasitas untuk desain X92-BCA.

1) Menghitung Luas Penampang

$$A = K(0,9B - 0,05)^2$$

$$A = 0,1488(0,9 \times 0,9m - 0,05)^2$$

$$A = 0,0859 (m^2)$$

2) Menghitung Kapasitas Angkut

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \gamma \times s$$

$$Q_t = 60 \times 0,0859 \times 48,4 m/min \times 0,7 ton/m^3 \times 0,93$$

$$Q_t = 162,4 t/h$$

Berdasarkan perhitungan diatas, untuk kapasitas angkut material dengan belt conveyor dengan lebar 900mm dan kecepatan belt yang sama seperti sebelumnya masih kurang dari target. Target nya adalah 200 t/h lalu untuk kapasitasnya hanya 162,4 t/h. Oleh karena itu diperlukan melakukan perhitungan pada kecepatan belt nya.

Diketahui data sebagai berikut:

- Output Motor Existing = 1470 rpm
- Ratio Gearbox Existing = 45:1
- Diemeter Head pulley = 478 mm

1) Menghitung Output putaran gearbox Existing

$$n = \frac{n^1}{ratio}$$

$$n = \frac{1470}{45}$$

$$n = 32,67 rpm$$

2) Menghitung Kecepatan Belt

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$v = \frac{\pi \times 478 \times 32,67}{1000}$$

$$v = 49,05 \text{ m/min}$$

Berdasarkan perhitungan *existing* diatas sangat mendekati dengan nilai *existing* yaitu 48,4 m/min. Dengan nilai tersebut perlu menaikkan kecepatan putar menjadi sekitar 60 m/min atau dengan kata lain menurunkan *ratio gearbox* agar dapat mencapai target kapasitas angkut sebesar 200 t/h. Berikut perhitungannya.

Diketahui data sebagai berikut:

- Output RPM Motor = 1470 rpm
- Ratio Gearbox = 40:1
- Diameter Head Pulley = 529 mm

1) Menghitung *Output Putaran Gearbox*

$$n = \frac{n^1}{ratio}$$

$$n = \frac{1470}{40}$$

$$n = 36,75 \text{ rpm}$$

2) Menghitung *Kecepatan Belt*

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$v = \frac{\pi \times 529 \times 36,74}{1000}$$

$$v = 61,07 \text{ m/min}$$

Dengan hasil perhitungan kecepatan menjadi 61,07 m/min, kapasitas angkut juga dapat ditingkatkan. Berikut merupakan perhitungan kapasitas angkut dengan kecepatan belt 61,07 m/min.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \gamma \times s$$

$$Q_t = 60 \times 0,0859 \times 61,07 \text{ m/min} \times 0,7 \text{ ton/m}^3 \times 0,93$$

$$Q_t = 204,9 \text{ t/h}$$

Jadi, dengan perhitungan kapasitas diatas dapat disimpulkan bahwa target kapasitas sudah tercapai yaitu 204,9 t/h.

4.5.2.3 Menentukan Daya Belt Conveyor

Pada belt conveyor daya yang digunakan untuk mengangkut material dan memutar conveyor dibagi menjadi 3 yaitu *no load power*, *horizontal load power* dan *lifting load power*. Sebelum itu kita juga harus mengetahui berat dari komponen belt conveyor serta berat material per meter sebelum menghitung daya tersebut.

Diketahui Data sebagai berikut:

$$W_c = \text{Berat Carrier Roller/set} \quad 15,1 \text{ kg}$$

$$W_r = \text{Berat Return Roller/set} \quad 13,4 \text{ kg}$$

$$W_1 = \text{Berat belt} \quad 15,5 \text{ kg}$$

$$\ell_c = \text{Jarak Carrier Roller} \quad 1 \text{ m}$$

$$\ell_r = \text{Jarak Return Roller} \quad 3 \text{ m}$$

1) Menghitung Berat Material per Meter (W_m)

$$W_m = \frac{Q_t}{0,06 \times v}$$

$$W_m = \frac{204,9 \text{ t/h}}{0,06 \times 61,07 \text{ m/min}}$$

$$W_m = 55,91 \text{ kg}$$

2) Menghitung Berat Komponen Bergerak per Meter (W)

$$W = \frac{W_c}{\ell_c} + \frac{W_r}{\ell_r} + 2W_1$$

$$W = \frac{15,1 \text{ kg}}{1 \text{ m}} + \frac{13,4 \text{ kg}}{3 \text{ m}} + 2 \times 15,5 \text{ kg/m}$$

$$W = 50,56 \text{ kg}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 3) Menghitung Tinggi Elevasi (H)

$$H = \ell \times \tan a$$

$$H = 231,4 \tan 12,38^\circ$$

$$H = 45,51 \text{ (m)}$$

- 4) Menghitung No Load Power (P_1)

$$P_1 = \frac{f(\ell + \ell)W_m \cdot v}{6120}$$

$$P_1 = \frac{0,022(231,4 \text{ m} + 66)55,91 \text{ kg} \times 61,07 \text{ m/min}}{6120}$$

$$P_1 = 3,301 \text{ kw}$$

- 5) Menghitung Horizontal Load Power (P_2)

$$P_2 = \frac{f(\ell + \ell)W \cdot v}{6120}$$

$$P_2 = \frac{0,022(231,4 \text{ m} + 66)50,56 \text{ kg} \times 61,07 \text{ m/min}}{6120}$$

$$P_2 = 3,65 \text{ kw}$$

- 6) Menghitung Lifting Load Power (P_3)

$$P_3 = \frac{H \times W_m \times v}{6120}$$

$$P_3 = \frac{45,51 \text{ m} \times 55,91 \text{ kg} \times 61,07 \text{ m/min}}{6120}$$

$$P_3 = 25,39 \text{ kw}$$

- 7) Menghitung Total Daya Belt Conveyor (P)

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P = 3,30 \text{ kw} + 3,65 \text{ kw} + 25,39 \text{ kw}$$

$$P = 32,34 \text{ kw}$$

4.5.2.4 Perencanaan *Pulley*

Berdasarkan *standard design criteria*, semua *drive pulley* harus menggunakan *rubber lagging*. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan

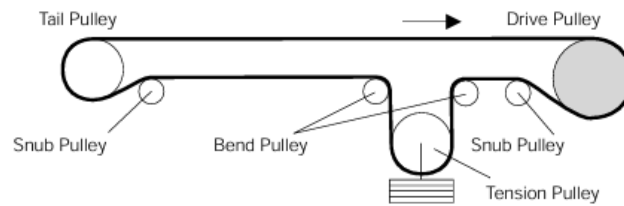
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

gesekan antar *pulley* dengan *belt* sehingga dapat mengurangi resiko *belt slip*.

1) Diameter *pulley*

Pada *belt conveyor pulley* pada dasarnya dibedakan menjadi beberapa *pulley* berdasarkan posisi dan juga sudut kontakunya.



Gambar 4. 3 Jenis *Pulley* pada *Conveyor*

Untuk menentukan diameter *pulley*, Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan diameter head *pulley* terlebih dahulu.

Tabel 4. 10 Diameter Head *Pulley*

C_{Tr}	Material of Carcase in Warp or Belt Type	
90	Polyamide (P)	
80	DUNLOFLEX	2 ply Belt
95	TRIOFLEX	3 ply Belt
108	SUPERFORT	Multiplies Belt (EP)
138	FERROFLEX	Steel Weave Type
145	SILVERCORD	Steel Cord Belt
100	DUNLOPLAST	Monoply Belt

Tabel diatas menjelaskan tentang menentukan nilai dari C_{Tr} . Nilai C_{Tr} merupakan nilai kontak material carcase atau belt type. Maka diperoleh nilai C_{Tr} adalah 108.

Belt type (mm)	Carcase thickness (kg/m ²)	Carcase weight	Belt Weight m'G (kg/m ²) Sum of carrying and pulley side covers (mm)						
			3	4	5	6	8	10	12
S 200/3	2.7	3.1	6.6	7.7	8.9	10.0	12.3	14.6	16.9
S 250/3	2.8	3.2	6.7	7.8	9.0	10.1	12.4	14.7	17.0
S 315/3	3.0	3.4	6.9	8.0	9.2	10.3	12.6	14.9	17.2
S 315/4	3.7	4.3	7.8	8.9	10.1	11.2	13.5	15.8	18.1
S 400/3	3.2	3.7	7.2	8.3	9.5	10.6	12.9	15.2	17.5
S 400/4	4.1	4.6	8.1	9.2	10.4	11.5	13.8	16.1	18.4
S 500/3	3.6	4.0	7.5	8.6	9.8	10.9	13.2	15.5	17.8
S 500/4	4.3	5.0	8.5	9.6	10.8	11.9	14.2	16.5	18.8
S 630/3	3.9	4.3	7.8	8.9	10.1	11.2	13.5	15.8	18.1
S 630/4	4.8	5.3	8.8	9.9	11.1	12.2	14.5	16.8	19.1
S 630/5	5.5	6.2	9.7	10.8	12.0	13.1	15.4	17.7	20.0
S 800/3	4.5	5.0	8.5	9.6	10.8	11.9	14.2	16.5	18.8
S 800/4	5.2	5.8	9.3	10.4	11.6	12.7	15.0	17.3	19.6
S 800/5	6.0	6.7	10.2	11.3	12.5	13.6	15.9	18.2	20.5

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel diatas menjelaskan terkait belt type dan ketebalan material carcass. Didapatkan nilai ketebalan sebesar $4,1 \text{ kg/m}^2$. Setelah mendapatkan data diatas, maka dapat dihitung untuk diameter pulley yaitu sebagai berikut:

$$D_{Tr} = C_{Tr} \times d$$

$$D_{Tr} = 108 \times 4,1$$

$$D_{Tr} = 442,8 \text{ mm}$$

Jadi diameter yang dibutuhkan untuk desain pada belt conveyor ini adalah sebesar 443 mm. Jika mengacu pada desain existing, diameter pulley yang digunakan adalah 487 mm untuk tail pulley. Akan tetapi, pada perancangan ini dilakukan upgrade diameter pulley untuk mendapatkan target kapasitas angkut. Diameter pulley pada desain perancangan ini adalah 529mm pada bagian head pulley, lalu 443 pada bagian tail dan 300 pada bagian snub pulley.

4.5.2.5 Perencanaan Motor

Motor yang digunakan dalam perancangan ini adalah motor induksi jenis *square cage*. Pemilihan motor ini mempertimbangkan daya yang dibutuhkan dan juga harga yang relative murah. Perencanaan motor didasarkan pada perhitungan kapasitas angkut belt conveyor yaitu sebesar 204,9 t/h dan memerlukan daya sebesar 32,34 kW.

Daya motor dihitung dengan rumus berikut:

$$P_{motor} = P \times f_c$$

$$P_{motor} = 32,34 \text{ kW} \times 1,2$$

$$P_{motor} = 38,808 \text{ kW}$$

Tabel 4. 11 Standard Motor Power

Selected according to DIN 42973

1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11	15	18.5
22	30	37	45	55	75	90	110	132
160	200	250	315	400	500	630		

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dari hasil perhitungan diatas maka dibutuhkan motor dengan daya minimal 45 kw untuk memastikan belt conveyor dapat mengangkut material dengan aman.

4.5.2.6 Perencanaan Reducer

Reducer digunakan untuk mereduksi putaran motor agar putaran pada *drive pulley* dapat sesuai dengan kebutuhan. Diketahui adalah putaran *output* motor adalah 1470 rpm dan kecepatan *belt conveyor* adalah 61,07 m/min. Berikut perhitungan ratio reducer beserta output putaran reducer nya.

$$n = \frac{v}{\pi \times D}$$

Diketahui sebelumnya bahwa diameter pulley yg akan digunakan dalam perancangan ini adalah 529mm.

$$n = \frac{61,07 \text{ m/min}}{\pi \times 0,529 \text{ m}}$$

$$n = 36,74 \text{ rpm}$$

Jadi untuk kecepatan *output reducer* yakni sebesar 36,74 rpm. Maka untuk perhitungan rasionya adalah sebagai berikut:

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{1470 \text{ rpm}}{36,74 \text{ rpm}}$$

$$i = 40,01$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan *ratio redeucer* yang dibutuhkan ada 40 : 1 agar dapat mentransmisikan putaran sesuai dengan kebutuhan kapasitas angkut dari *belt conveyor*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.2.7 Perencanaan Kopling

Perhitungan kopling dilakukan untuk memverifikasi karakteristik teknis kopling pada sisi *high speed* maupun *low speed* sesuai kondisi operasi *conveyor*. Pemilihan kopling didasarkan pada nilai torsi kopling yang harus lebih besar dari torsi *minimum* sistem setelah dikalikan dengan *service factor*.

- 1) Menentukan Nilai Torsi pada Kopling High-speed

$$T_{HS} = \frac{P_m \times 9549}{n_1}$$

$$T_{HS} = \frac{45 \text{ kW} \times 9549}{1470 \text{ rpm}}$$

$$T_{HS} = 293,31 \text{ kW}$$

- 2) Menentukan Nilai Torsi pada Kopling Low-speed

$$T_{LS} = \frac{P_m \times 9549}{n_2}$$

$$T_{LS} = \frac{45 \text{ kW} \times 9549}{36,74 \text{ rpm}}$$

$$T_{LS} = 11695,83 \text{ kW}$$

Setelah diketahui torsi pada kopling, selanjutnya adalah menentukan nilai minimum torsi pada kopling untuk menentukan tipe kopling yang digunakan. Pada belt conveyor, service factor untuk menghitung nilai ini sudah konstan yaitu 1,5, sehingga nilai minimum torsi adalah sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1) Minimum Torsi *Coupling High Speed*

$$T_{min} = T_{HS} \times sf$$

$$T_{min} = 293,31 \text{ kW} \times 1,5$$

$$T_{min} = 439,96 \text{ kW}$$

2) Minimum Torsi *Coupling Low-Speed*

$$T_{min} = T_{LS} \times sf$$

$$T_{min} = 11695,83 \text{ kW} \times 1,5$$

$$T_{min} = 17543,74 \text{ kW}$$

Berdasarkan perhitungan minimum torsi yang dibutuhkan untuk memilih coupling diatas, maka dapat disimpulkan bahwa untuk coupling antara motor dengan reducer dapat menggunakan *fluida* kopling dan antara reducer dengan *shaft drive pulley* dapat menggunakan *gear* kopling

4.5.2.8 Menghitung *peripheral force* saat *running*

Peripheral force merupakan gaya total yang dihasilkan pulley pada saat conveyor beroperasi.

$$F_u = F_H + F_N + F_{ST} + F_S$$

$$F_U = C \times f \times L \times g[2 \times M_R + (M_G + M_L) \cos \delta] + H \times g \times M_L + F_S$$

$$F_U = 1,4 \times 0,020 \times 231,4 \text{ m} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$[2 \times 15,1 \text{ kg/m} (15,5 \text{ kg/m} + 55,91 \text{ kg/m}) \cos 12,38^\circ]$$

$$+ 45,51 \text{ m} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 55,91 \text{ kg/m} + 0$$

$$F_U = 31349,38 \text{ N} = 31,35 \text{ kN}$$

Jadi, gaya total yang dihasilkan pada saat conveyor running adalah sebesar 31,35 kN.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.2.9 Menghitung *peripheral force start-up*

Peripheral force saat *start-up* adalah gaya tambahan yang muncul Ketika *conveyor* mulai bergerak. Nilai ini lebih besar dibanding pada saat *conveyor* sudah running normal karena *conveyor* harus mengatasi inersia seluruh system.

Nilai F_A lebih besar 1,3-1,5 dari F_U

$$F_A = 1,5 \times 31,35 \text{ kN}$$

$$F_A = 47,02 \text{ kN}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan drive pulley untuk *start-up* *conveyor* adalah sebesar 47,02 kN.

4.5.2.10 Menghitung *Acceleration*

Untuk membuat *start-up* lebih halus maka harus memastikan *acceleration* yang sesuai dengan gaya *start-up* nya. Berikut untuk perhitungan *acceleration*.

$$a_A = \frac{F_A - F_U}{L(M_R + 2 \times M_G + M_L) + \sum M_{A_{red}} + \sum M_{red}}$$

$$a_A = \frac{47,02 \text{ kN} - 31,35 \text{ kN}}{231,4 \text{ m} (15,1 \text{ kg/m} + 2 \times 15,5 \text{ kg/m} + 55,91 \text{ kg/m}) + 0}$$

$$a_A = 0,66 \text{ m/s}^2$$

Nilai *acceleration* sebesar 0,66 m/s² termasuk kondisi *acceleration* yang cepat. Oleh karena itu kita harus tau waktu yang dibutuhkan untuk *belt conveyor* dari *start-up* hingga mencapai kondisi operasi normal. Waktu tersebut dinamakan *acceleration time*.

1) *Acceleration Time*

$$t_A = \frac{v}{0,66}$$

$$t_A = 1,54 \text{ detik}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2) *Acceleration Distance*

$$S_A = \frac{v \times t_A}{2}$$

$$S_A = \frac{1,018 \text{ m/s} \times 1,54 \text{ s}}{2}$$

$$S_A = 0,7 \text{ m}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan dan jarak yang dicapai *belt conveyor* dari *start up* hingga mencapai kondisi operasi adalah 1,54 detik dengan jarak 0,7m.

4.5.2.11 Perhitungan Belt Tension

Tension atau tegangan belt merupakan hal yang menentukan operasi dari suatu *belt conveyor*. *Belt conveyor* dapat beroperasi secara baik apabila memiliki tegangan *belt* yang baik. Langkah pertama dalam menentukan tegangan *belt* adalah dengan menentukan sudut kontak antara permukaan *pulley* dengan *belt*.

Tabel 4. 12 *Wrap Angle*

Type of Drive	Angle of Wrap (degree)
(A) Single Drive	180
(B) Single Drive with snub pulley	200 ~ 220
(C) Tandem Type Single Drive	220 ~ 240
(D) Tandem Drive	400 ~ 440
(E) Dual Drive	Primary 170 ~ 220, Secondary 190 ~ 220

Pada design ini menggunakan tipe *drive* B yaitu *single drive* dengan menggunakan *snub pulley* dengan sudut kontak yang dihasilkan bisa mencapai 200-220°. Sudut kontak ini berfungsi untuk mengurangi resiko *slip* pada saat *belt* beroperasi.

$$\theta = \alpha \times 0,0174 \text{ rad}$$

$$\theta = 200^\circ \times 0,0174 \text{ rad}$$

$$\theta = 3,48 \text{ rad}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Koefisien gesek antara *drive pulley* dan permukaan belt sangat bervariasi. Koefisien gesek dipengaruhi oleh kondisi *pulley* dan material dari *pulley* itu sendiri.

Tabel 4. 13 Koefisien Gesek

Type of Drive Pulley	Surface Condition of Drive Pulley	Friction Coefficient "u"
Bare Steel Pulley	Dirty & Wet	0.1
	Moist	0.1~0.2
	Dry	0.3
Grooved and Rubber-Lagged Pulley	Dirty & Wet	0.2
	Moist	0.2~0.3
	Dry	0.35

Tabel diatas menunjukkan nilai koefisien gesek antara *drive pulley* dengan permukaan *belt*. Mengacu pada *standard design criteria* diketahui bahwa semua *drive pulley* pada *belt conveyor* menggunakan *rubber lagging*. Untuk *surface condition* pada *belt conveyor* ini cenderung kering karena material yang diangkut sudah dalam serbuk/butiran. Sehingga untuk koefisien gesek antara *pulley* dengan *belt* adalah 0,35.

1) Menghitung *Efektif Tension*

Efektif tension dihitung berdasarkan daya pada poros penggerak.

Perhitungan *efektif tension* adalah sebagai berikut:

$$F_p = \frac{6120 \times P}{v}$$

$$F_p = \frac{6120 \times 32,34 \text{ kW}}{61,07 \text{ m/min}}$$

$$F_p = 3240,88 \text{ kg}$$

Jadi *efektif tension* pada perancangan *belt conveyor* ini adalah sebesar 3240,88 kg. Apabila dikonversi menjadi satuan kN maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$F_p = m \times g$$

$$F_p = 3240,88 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_p = 31792,03 \text{ N}$$

$$F_p = \frac{31792,03}{1000}$$

$$F_p = 31,79 \text{ kN}$$

2) *Tight Side Tension*

$$F_1 = F_p \frac{e^{u\theta}}{e^{u\theta} - 1}$$

$$F_1 = 3240,88 \text{ kg} \frac{2,718^{0,35 \times 3,48}}{2,718^{0,35 \times 3,48} - 1}$$

$$F_1 = 4595,85 \text{ kg}$$

Jadi, nilai *tight tension* pada desain ini adalah 4595,85 kg. Jika dirubah menjadi satuan kN maka perhitunganya adalah sebagai berikut:

$$F_1 = 4595,85 \text{ kg}$$

$$F_1 = m \times g$$

$$F_1 = 4595,85 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_1 = 45085,28 \text{ N}$$

$$F_1 = \frac{45085,28}{1000}$$

$$F_1 = 45,08 \text{ kN}$$

3) *Slack Side Tension*

4)

$$F_2 = F_p \frac{1}{e^{u\theta} - 1}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$F_2 = 3240,88 \text{ kg} \frac{1}{2,718^{0,35 \times 3,48} - 1}$$

$$F_2 = 1361,71 \text{ kg}$$

Jadi *slack side tension* pada desain ini adalah sebesar 1361,71 kg. Jika mengubahnya menjadi satuan kN maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$F_2 = 1361,71 \text{ kg}$$

$$F_2 = m \times g$$

$$F_2 = 1361,71 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_2 = 13358,37 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{13358,37 \text{ N}}{1000}$$

$$F_2 = 13,35 \text{ kN}$$

4) Menghitung *Tension* pada Kemiringan *Conveyor*

Pada *conveyor* miring, belt mengalami tegangan akibat pengaruh gravitasi sehingga menimbulkan hambatan selama proses pengangkutan material. Besarnya tegangan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$F_3 = W_1 \times \ell (\tan a - f)$$

$$F_3 = 15,5 \text{ kg/m} \times 231,4 \text{ m} (\tan 12,38^\circ - 0,022)$$

$$F_3 = 708,36 \text{ kg}$$

Jadi, besarnya tegangan tambahan akibat pengaruh gravitasi terhadap *belt conveyor* yang memiliki sudut *incline* adalah sebesar 708,36 kg. Jika dirubah menjadi satuan kN perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$F_3 = 708,36 \text{ kg}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$F_3 = m \times g$$

$$F_3 = 708,36 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_3 = 6949,01 \text{ N}$$

$$F_3 = 6,94 \text{ kN}$$

5) Minimum Tension

Carrier dan return idler pada overland conveyor harus dipastikan agar lendutan atau sag memiliki nilai minimum sebesar 1% dari jarak antara idler. Nilai minimum tension pada sisi carrier idler untuk memastikan nilai lendutan nya aman dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$F_{4c} = 12,5 \times \ell_c (W_m + W_1)$$

$$F_{4c} = 12,5 \times 1 \text{ m} (55,91 \text{ kg/m} + 15,5 \text{ kg/m})$$

$$F_{4c} = 892,62 \text{ kg}$$

Jika dalam satuan kN, maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$F_{4c} = 892,62 \text{ kg}$$

$$F_{4c} = m \times g$$

$$F_{4c} = 892,62 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_{4c} = 8756,60 \text{ N}$$

$$F_{4c} = 8,75 \text{ kN}$$

Nilai *minimum tension* pada sisi *return idler* untuk memastikan nilai lendutan nya aman dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$F_{4R} = 12,5 \times \ell_r \times W_1$$

$$F_{4R} = 12,5 \times 3 \text{ m} \times 15,5 \text{ kg/m}$$

$$F_{4R} = 581,25 \text{ kg}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jika dalam satuan kN maka hasilnya adaah sebagai berikut:

$$F_{4R} = 581,25 \text{ kg}$$

$$F_{4R} = m \times g$$

$$F_{4R} = 581,25 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_{4R} = 5702,06 \text{ N}$$

$$F_{4R} = 5,70 \text{ kN}$$

Perhitungan *minimum belt tension* dilakukan untuk membatasi lendutan *belt conveyor* di antara *idler conveyor* agar tidak melebihi batas yang diizinkan. Berdasarkan metode Bridgestone diperoleh *minimum carrying side tension* sebesar 8,75 kN dan *minimum return side tension* sebesar 5,70 kN. Nilai *tension* tersebut menunjukkan bahwa *belt conveyor* masih memenuhi kriteria *sag belt conveyor* sesuai *standard design conveyor* sehingga *belt conveyor* dapat beroperasi secara stabil selama proses pengangkutan material berlangsung.

6) Maximum Tension pada Conveyor

Perhitungan *maximum belt tension* pada penelitian ini menggunakan persamaan untuk kategori uphill conveyor dengan head drive berdasarkan metode Bridgestone. Pemilihan persamaan tersebut dilakukan karena conveyor yang dirancang memiliki sudut kemiringan sebesar $12,38^\circ$ sehingga material mengalami pengaruh gravitasi selama proses pengangkutan menuju arah atas. Selain itu, sistem penggerak conveyor berada pada head pulley sehingga distribusi tegangan terbesar terjadi pada sisi belt sebelum memasuki drive pulley. Oleh karena itu, perhitungan maximum tension dilakukan apabila sudah mengetahui tension akibat kemiringan pada belt conveyor. Berikut merupakan tension akibat kemiringan pada belt conveyor:

$$F_r = f(\ell + \ell_0)(W_1 + W_r/\ell_r) - (H \times W_1)$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$F_r = 0,022(231,4m + 66m) \left(15,5 \text{ kg/m} + \frac{13,4 \text{ kg/m}}{3 \text{ m}} \right) \\ - (45,51m \times 15,5 \text{ kg/m})$$

$$F_r = -574,76 \text{ kg}$$

Jadi, untuk nilai *tension* akibat kemiringan pada *belt conveyor* adalah sebesar -574,76 kg. Dari nilai tersebut maka dapat dihitung *max tension* yang dibutuhkan untuk *belt conveyor* dengan mengikuti perhitungan berikut:

$$F_{max} = F_p + F_{4c} - F_r$$

$$F_{max} = 3240,88 \text{ kg} + 581,25 \text{ kg} - (-574,76 \text{ kg})$$

$$F_{max} = 3240,88 \text{ kg} + 581,25 \text{ kg} + 574,76 \text{ kg}$$

$$F_{max} = 4396,89 \text{ kg}$$

Jika dalam satuan kN, maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$F_{max} = 4396,89 \text{ kg}$$

$$F_{max} = m \times g$$

$$F_{max} = 4396,89 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_{max} = 43133,49 \text{ N}$$

$$F_{max} = \frac{43133,49 \text{ N}}{1000}$$

$$F_{max} = 43,13 \text{ kN}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Bridgestone, diperoleh nilai *maximum tension* pada *belt conveyor* sebesar 43,13 kN. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar dalam pemilihan spesifikasi *belt conveyor* dan *diameter pulley* agar *conveyor* dapat beroperasi secara aman dan stabil.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.2.12 Menentukan Jenis *Belt*

Dalam melakukan pemilihan jenis *belt* yang akan digunakan, maka perlu diketahui kode-kode penamaan dari jenis jenis bahan *belt*.

Tabel 4. 14 Kode kode penamaan *belt*

Symbol	Ply Materials
B	Cotton (Natural fibre)
P	Polyamide (Synthetic fibre)
E	Polyester (Synthetic fibre)
EP	Polyester-Polyamide (Synthetic fibre)
D	Aramid (Synthetic fibre)
F	Steel Weave (Ferroflex)
ST	Steel Cord (ST belt)

Tabel diatas menjelaskan tentang simbol dari bahan *ply* pada *belt* yang biasa digunakan untuk *belt conveyor*. Selama bertahun tahun , lapisan yang sepenuhnya sintetis telah terbukti menjadi yang terbaik dari berbagai jenis lapisan tekstil. Lapisan seperti *poliester* (E) pada *lungsin* (arah memanjang) dan *poliamida* (P) pada pakan (arah melintang) dikenal sebagai EP.

Tabel 4. 15 Karakteristik of *belt*

Characteristics	Key and evaluation of the plies						
	B	P	E	EP	D	F	ST
Tensile Strength	-	++	++	++	+++	++	+++
Adhesion	-	++	++	++	++	++	+++
Elongation	-	-	++	++	+++	+++	+++
Moisture Resistance	--	+	++	++	++	+	++
Impact Resistance	-	+	+	+	+	++	+++

-- = bad - = medium + = good ++ = very good +++ = excellent

Berdasarkan table perbandingan diatas, lapisan EP menjadi pilihan karena memiliki lapisan *ply* dengan karakteristik yang sangat baik. Pada PT. Solusi Bangun Indonesia juga paling sering menggunakan belt dengan jenis EP ini.

Tabel 4. 16 Kualitas cover pada *belt*

DIN 22102 (April 1991)					
Cover grade		W	X	Y	Z
Tensile strength	N/mm ² min.	18	25	20	15
Breaking elongation	%	400	450	400	350
Abrasion loss	mm ³ max.	90	120	150	250

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Standar DIN 22102 digunakan untuk menentukan kualitas cover rubber belt conveyor berdasarkan tensile strength, breaking elongation, dan abrasion loss. Cover grade W memiliki ketahanan abrasi yang tinggi dan cocok untuk material seperti FABA, silica sand dan iron ore.

Tabel 4. 17 Ketebalan cover belt

Conveyor Load/Duty	Cover Thickness (mm)	
	Carrying Side	Pulley Side
Light package Conveying	2	2
Gravel, Earth, Potash etc.	2 - 4	2 - 3
Ore, Ballast, Coal	4 - 8	2 - 3
Slag	4 - 8	2 - 3
Coarse ballast, coarse Ore	8 - 12	3 - 5
large lump Coal	8 - 12	3 - 5

Tabel diatas menjelaskan terkait ketebalan dari cover belt disisi carrier dan juga disisi return berdasarkan muatan dari conveyor. Maka dengan mengacu pada table diatas untuk ketebalan disisi carrier digunakan pada range 4-8 dan disisi return digunakan pada range 2-3 karena karakteristik material silica, iron ore dan FABA yang cukup abrasif.

Berdasarkan standard design criteria, diketahui bahwa minimum jumlah ply yang harus digunakan pada belt untuk belt conveyor adalah sebanyak 3 ply. Oleh karena itu untuk memastikan kondisi operasi yang aman maka untuk desain pada belt conveyor ini menggunakan belt dengan jumlah 4 ply.

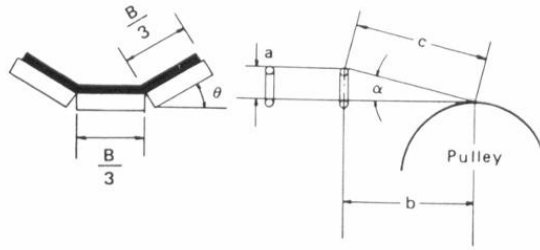
Berikut merupakan spesifikasi belt yang akan digunakan dalam perancangan ini yaitu menggunakan tipe EP400 x 5P x 4,8/2,4

4.5.2.13 Through Transition Distance

Trough transition distance merupakan jarak belt conveyor dari kondisi datar pada pulley pada carrying idler conveyor. Pada perancangan ini, posisi dari permukaan pulley dan juga carrier idler rata. Perhitungan through transition distance adalah sebagai berikut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 4 Through Transition Distance

$$b = \frac{100B}{3} \sqrt{\frac{2(1 - \cos \theta)}{\epsilon^2 + 200\epsilon}}$$

$$\epsilon^2 = 0$$

$$b = \frac{10B}{3} \sqrt{\frac{1 - \cos \theta}{\epsilon}}$$

$$b = \frac{10 \times 0,9 \text{ m}}{3} \sqrt{\frac{1 - \cos 30^\circ}{0,8}}$$

$$b = 1,23 \text{ m}$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas untuk jarak trough antara pulley dengan carrier idler adalah sebesar 1,23m. Nilai ini juga sudah sesuai dengan table dari bridgestone dimana untuk belt width dengan tipe trough transition distance posisi pulley rata dengan idler dan tipe fabric belt nilainya adalah sebesar 1,2 m.

4.5.2.14 Concave Vertical Curve

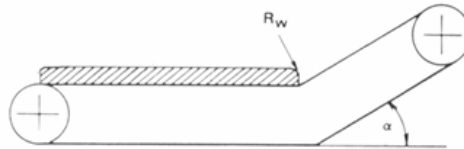
Concave vertical curve merupakan lengkungan vertikal cekung pada jalur belt conveyor yang terjadi saat belt conveyor berubah dari posisi horizontal menuju incline. Pada daerah ini terdapat risiko belt conveyor terangkat dari carrying idler terutama saat start-up atau perubahan beban conveyor akibat perubahan distribusi tegangan belt conveyor.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Oleh karena itu diperlukan desain radius curve yang sesuai agar belt conveyor tetap stabil. Perhitungan pada buku bridgestone dibagi menjadi 2 yaitu pada saat tidak membawa material dan pada saat membawa material.

- 3) Pada saat membawa material



Gambar 4. 5 Concave Curves

$$R_w = \frac{T}{(W_1 + W_m) \cos a}$$

$$R_w = \frac{1,35 \times 4396,89 \text{ kg}}{(15,5 \text{ kg} + 55,91 \text{ kg}) \cos 12,38^\circ}$$

$$R_w = 85,10 \text{ m}$$

- 4) Pada saat tidak membawa material

$$R = \frac{T_0}{W_1 \cos a}$$

$$R = \frac{1,35 \times 1361,71 \text{ kg}}{15,5 \text{ kg} \cos 12,38^\circ}$$

$$R = 121,42 \text{ m}$$

Radius concave pada desain conveyor adalah sebesar 121,42 m. Radius aktual pada belt conveyor sekarang adalah sebesar 150 m sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi existing skrng masih aman untuk mengatasi start up dan perubahan beban conveyor.

Pada rencana desain pada X92-BCA ini tidak perlu melakukan perubahan kemiringan. Karena fokus nya adalah menaikkan lebar belt

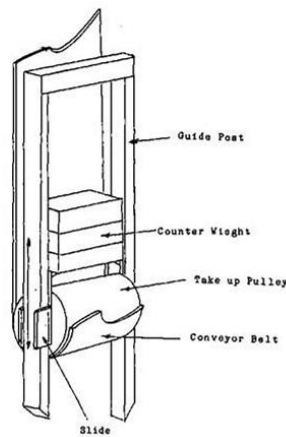
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sehingga yg perlu dirubah hanyalah frame dari belt conveyornya saja bukan kemiringannya.

4.5.2.15 Take Up Weight

Take-up weight merupakan sistem pengencang pada belt conveyor yang berfungsi untuk menjaga tegangan belt tetap stabil selama operasi. Sistem ini digunakan untuk mencegah slip antara belt dan drive pulley, menjaga tracking belt, serta mengurangi belt sag dengan memberikan gaya tarik konstan pada belt conveyor.



Gambar 4. 6 Take Up Pulley

Untuk menentukan take up tension pada conveyor, rumus dibawah ini digunakan untuk menghitung tension nya.

$$F_V = T_3 + T_4$$

Atau

$$F_V = 2 \times T_2$$

Nilai T_2 sama dengan nilai F_2 yaitu nilainya sebesar 13,35 kN. Sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$F_V = 2 \times T_2$$

$$F_V = 2 \times 13,35 \text{ kN}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$F_V = 26,70 \text{ kN}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, tension pada take up senilai 26,70 kN. Selanjutnya, berat take up dapat dihitung dengan perhitungan dibawah ini.

$$G_V = \frac{F_V}{g}$$

$$G_V = \frac{26,70 \text{ kN}}{9,81}$$

$$G_V = 2,721 \text{ ton}$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh berat counterweight adalah 2,721 ton. Nilai tersebut merupakan batas minimum counterweight yang diperlukan untuk menjaga belt conveyor tetap dalam tegangan yang baik.

4.6 Perhitungan Rangka Belt Conveyor

Belt Conveyor memerlukan frame yang kokoh untuk menopang idler, belt, serta material yang diangkut olehnya. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan yang benar untuk mencapai tujuan tersebut.

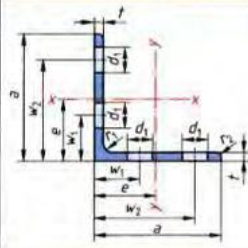
Frame belt conveyor terdiri dari kerangka dukungan frame idler dan juga kaki dari belt conveyor. Kerangka kaki belt conveyor menerima beban dari material yang menghasilkan gaya searah sumbu aksial dan menyebabkan terjadinya gaya tekuk (buckling). Metode yang digunakan melibatkan penentuan dimensi dan material yang sesuai, kemudian memeriksa kekuatannya apakah sudah memenuhi standard keamanan atau masih memerlukan peningkatan.

Pada perhitungan ini, diketahui jarak antar kaki pada belt conveyor adalah sepanjang 3000 mm. Material yang diambil untuk perhitungan ini adalah Profile Angle atau L-Beam 60 x 60 x 5 dengan material Mild Steel St 37 karena mempertimbangkan secara visual agar terlihat rigid. Selain itu, rata rata belt conveyor yang ada di PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Cilacap juga sudah menggunakan material ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ditentukan nilai nilai yang diketahui dibawah ini:



S cross-sectional area
 I second moment of inertia
 W axial section modulus
 m' linear mass density

Material: Unalloyed structural steel DIN EN 10025-2, e.g. S235J0
Delivery type: From 20 x 20 x 3 to 200 x 250 x 35, in manufactured lengths $\geq 6\text{ m} < 12\text{ m}$, normal lengths $\geq 6\text{ m} < 12\text{ m} \pm 100\text{ mm}$

$r_1 \approx t$

$r_2 \approx \frac{t}{2}$

Designation L	Dimensions in mm		S cm ²	m' kg/m	Distances to axes e cm	For the bending axis x - x and y - y		Tracing dimension accord. to DIN 997		
	a	t				$I_x = I_y$ cm ⁴	$W_x = W_y$ cm ³	w ₁ mm	w ₂ mm	d ₁ mm
20 x 20 x 3	20	3	1.12	0.882	0.598	0.39	0.28	12	-	4.3
25 x 25 x 3	25	3	1.42	1.12	0.723	0.80	0.45	15	-	6.4
25 x 25 x 4	25	4	1.85	1.45	0.762	1.02	0.59	15	-	6.5
30 x 30 x 3	30	3	1.74	1.36	0.835	1.40	0.65	17	-	8.4
30 x 30 x 4	30	4	2.27	1.78	0.878	1.80	0.85	17	-	8.4
35 x 35 x 4	35	4	2.67	2.09	1.00	2.95	1.18	18	-	11
40 x 40 x 4	40	4	3.08	2.42	1.12	4.47	1.55	22	-	11
40 x 40 x 5	40	5	3.79	2.97	1.16	5.43	1.91	22	-	11
45 x 45 x 4.5	45	4.5	3.90	3.06	1.25	7.14	2.20	25	-	13
50 x 50 x 4	50	4	3.89	3.06	1.36	8.97	2.46	30	-	13
50 x 50 x 5	50	5	4.80	3.77	1.40	11.0	3.05	30	-	13
50 x 50 x 6	50	6	5.69	4.47	1.45	12.8	3.61	30	-	13
60 x 60 x 5	60	5	5.82	4.57	1.64	19.4	4.45	35	-	17
60 x 60 x 6	60	6	6.91	5.42	1.69	22.8	5.29	35	-	17
60 x 60 x 8	60	8	9.03	7.09	1.77	29.2	6.89	35	-	17
65 x 65 x 7	65	7	8.70	6.83	1.85	33.4	7.18	35	-	21
70 x 70 x 6	70	6	8.13	6.38	1.93	36.9	7.27	40	-	21
70 x 70 x 7	70	7	9.40	7.38	1.97	42.3	8.41	40	-	21
75 x 75 x 6	75	6	8.73	6.85	2.05	45.8	8.41	40	-	23
75 x 75 x 8	75	8	11.4	8.99	2.14	59.1	11.0	40	-	23
80 x 80 x 8	80	8	12.3	9.63	2.26	72.2	12.6	45	-	23
80 x 80 x 10	80	10	15.1	11.9	2.34	87.5	15.4	45	-	23
90 x 90 x 7	90	7	12.2	9.61	2.45	92.6	14.1	50	-	25
90 x 90 x 8	90	8	13.9	10.9	2.50	104	16.1	50	-	25

Langkah pertama dalam menghitung beban yang akan diterima oleh *L-Beam* adalah dengan menghitung berat material kanal penopang *idler* dan juga berat dari *idler* itu sendiri. Disepakati dari sini bahwa perhitungan ini dilakukan dengan mengacu pada jarak antar kaki yaitu sebesar 3000 mm. Beban yang terjadi dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\text{Berat Material per Meter } (W_m) = 55,91 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Komponen Bergerak per Meter } (W) = 50,56 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Kanal Penopang Idler UNP12} = 11,3 \text{ kg}$$

$$W_{Idler} = m \times 3$$

$$W_{Idler} = 55,91 \text{ kg} + (11,3 \text{ kg} \times 2) \times 3$$

$$W_{Idler} = 73,16 \text{ kg} \times 3$$

$$W_{Idler} = 219,48 \text{ kg}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$W_{Idler} = m \times g$$

$$W_{Idler} = 219,48 \text{ kg} \times 9,81$$

$$W_{Idler} = 2153,09 \text{ N}$$

Jadi berat komponen dalam kondisi tanpa material adalah 2153,09 N. Dari perhitungan 4.5.2.3 (hal) untuk berat material yang diangkut dalam satuan meter sudah diketahui sebelumnya yaitu sebesar 55,91 kg.

$$W_m = m \times g$$

$$W_m = 55,91 \text{ kg} \times 9,81$$

$$W_m = 548,28 \text{ N}$$

$$W_m = m \times g$$

$$W_m = 55,91 \text{ kg} \times 9,81$$

$$W_m = 548,28 \text{ N}$$

Setelah semua beban diketahui, beban dicari disetiap titik dengan cara membagi total beban menjadi empat bagian yang sama untuk setiap titik pada *frame belt conveyer* tersebut.

$$W_{Total} = W_m + W_{Idler}$$

$$W_{Total} = 548,28 \text{ N} + 2153,09 \text{ N}$$

$$W_{Total} = 2701,37 \text{ N}$$

$$W_{per \text{ kaki}} = \frac{W_{Total}}{4}$$

$$W_{per \text{ kaki}} = \frac{2701,37 \text{ N}}{4}$$

$$W_{per \text{ kaki}} = 675,34 \text{ N}$$

Jadi beban yang diterima setiap kaki *frame belt conveyer* adalah sebesar 675,34 N. Setelah diketahui beban setiap titik nya, maka dapat dilakukan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

perhitungan untuk mencari tegangan yang terjadi. Berdasarkan tabel material *properties* diatas, *L-Beam* 60x60x5 sudah diketahui luas penampangnya sehingga dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{949,63 \text{ N}}{582 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 1,63 \text{ N/mm}^2$$

Jadi, tegangan yang terjadi pada setiap kaki *frame belt conveyor* adalah $1,63 \text{ N/mm}^2$. Langkah terakhir adalah menentukan tegangan yang diizinkan untuk material *Mild Steel St 37*. Tegangan tarik yang terjadi $1,63 \text{ N/mm}^2$ untuk material *Mild Steel St 37* yang bertegangan maksimum 370 N/mm^2 berarti mempunyai kekuatan sangat besar sehingga material ini dapat sangat kuat menahan beban maupun tegangan yang terjadi. Oleh karena itu digunakan *safety factor* sebesar 6 dan mengingat dapat terjadinya beban *dynamic* pada *belt conveyor* khususnya pada saat *start up* dan *stop*.

$$\sigma_{allow} = \frac{\sigma_{allow}}{v}$$

$$\sigma_{allow} = \frac{370 \text{ N/mm}^2}{6}$$

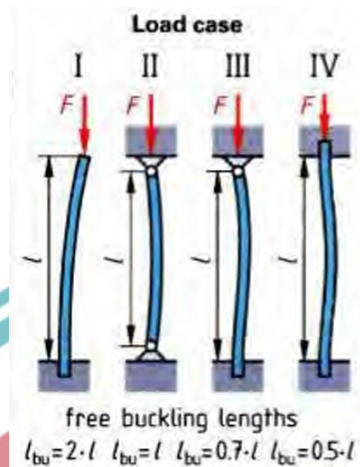
$$\sigma_{allow} = 61,7 \text{ N/mm}^2$$

Jika dibandingkan dengan tegangan yang terjadi yaitu sebesar $1,63 \text{ N/mm}^2$ dengan tegangan yang diizinkan untuk material *Mild Steel St 37* dengan *safety factor* 6 yaitu $61,7 \text{ N/mm}^2$ maka pemilihan dimensi serta material *frame* kaki *belt conveyor* dinyatakan **aman**, karena tegangan yang terjadi masih jauh dibawah tegangan yang diizinkan ($1,63 \text{ N/mm}^2 < 61,7 \text{ N/mm}^2$).

Lalu apabila dianalisa dari gaya izin buckling yang diterima oleh *frame* kaki *belt conveyor* dengan jenis tumpuan jepit-jepit sehingga menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



$$l_{bu} = 0,5 \times l$$

$$F_{allow} = \frac{\pi \times E \times I}{l_{bu}^2 \times v}$$

Nilai v merupakan *safety factor*. Nilai *safety factor* dalam konstruksi mesin diketahui kisaran 3-10.

$$F_{allow} = \frac{\pi \times 19600000 \text{ N/cm}^2 \times 19,4 \text{ cm}^2}{(0,5 \times 100 \text{ cm})^2 \times 10}$$

$$F_{allow} = 47782,36 \text{ N}$$

Beban yang diterima setiap batangnya adalah 949,63 N yang berarti kurang dari gaya izin *buckling* yaitu 47782,36 N sehingga konstruksi dapat dikatakan **aman**.

4.7 Kebutuhan Material

Setelah melakukan pemilihan desain, perhitungan teknis dan juga drawing, tahap berikutnya yang harus dilakukan adalah pendataan kebutuhan material yang diperlukan untuk dalam *project* tersebut. Pendataan ini mencakup kebutuhan idler, kebutuhan pulley, kebutuhan frame, kebutuhan struktur termasuk consumable material yang digunakan selama proses fabrikasi hingga instalasi.

Untuk memperoleh estimasi kebutuhan material secara akurat, maka dilakukan perhitungan terkait jumlah idler, pulley hingga menghitung luas area



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

chute dan juga struktur dari belt conveyor yang dirancang ini, yang kemudian dibandingkan dengan luas lembaran material yang tersedia. Perbandingan ini digunakan untuk menentukan banyaknya material yang dibutuhkan, serta mengoptimalkan pemakaian material guna mengurangi sisa potongan (waste material) selama proses fabrikasi. Berikut merupakan kebutuhan material pada project reverse engineering belt conveyor ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 18 Tabel Kebutuhan Material

List Material Project Reverse Engineering Belt Conveyor X92-BC1						
No	Description Material	MMID	Jumlah	Unit	Unit Cost	Total Cost
I PREPARATION						
A Fabrication of Chute Outlet BC X92-BC1						
1	PLATE,STEEL,1500MM W,2000MM LG,6MM T	450000011683	10	Sheet	Rp 6.083.914,00	Rp 60.839.140,00
2	WEAR PLATE,F500,1500MM W,3000MML,12MM T	400000001462	10	Sheet	Rp 12.081.000,00	Rp 120.810.000,00
3	WELD ROD,3.2MM DIA,KOBE,LB-52U	450000013626	8	Box	Rp 227.000,00	Rp 1.816.000,00
4	WELD ROD,4MM DIA,KOBE,LB-52U	450000013627	8	Box	Rp 153.000,00	Rp 1.224.000,00
5	OXYGEN O2	450000007370	20	Bot	Rp 40.000,00	Rp 800.000,00
6	ACETYLENE (C2 H2) @ 5KG5/CYL C2H2	450000007383	10	Bot	Rp 225.000,00	Rp 2.250.000,00
7	DISC GRINDER 4 INCH DIA	450000014041	20	EA	Rp 10.912,00	Rp 218.240,00
B Fabrication of Frame Pulley X92-BCA						
1	PROFILE,CHANNEL U,150X50X20X3.2MM,6M,A36	455000008333	5	EA	Rp 1.400.000,00	Rp 7.000.000,00
2	PROFILE,CHANNEL U,125 X 65 X 6 X 6000MM L,STEEL	450000007583	5	EA	Rp 983.365,00	Rp 4.916.825,00
3	PLATE,STEEL,1200X2400MM,A36/SS400,16MM T	450000007591	1	EA	Rp 3.100.000,00	Rp 3.100.000,00
4	BOLT & NUT M16 X 50MM FT	-	25	EA	Rp 2.400,00	Rp 60.000,00
5	BOLT & NUT M20 X 70MM FT	-	50	EA	Rp 50.000,00	Rp 2.500.000,00
6	WELD ROD,3.2MM DIA,KOBE,LB-52U	450000013626	4	Box	Rp 227.000,00	Rp 908.000,00
7	OXYGEN O2	450000007370	10	Bot	Rp 40.000,00	Rp 400.000,00
8	ACETYLENE (C2 H2) @ 5KG5/CYL C2H2	450000007383	7	Bot	Rp 225.000,00	Rp 1.575.000,00
C Fabrication of Frame Belt Conveyor X92-BCA						
1	PROFILE,CHANNEL U,125 X 65 X 6 X 6000MM L,STEEL	450000007583	80	EA	Rp 983.365,00	Rp 78.669.200,00
2	PROFILE,ANGLE,75X75X6MM,6M,A36/SS400	450000007488	60	EA	Rp 280.000,00	Rp 16.800.000,00
3	PROFILE,ANGLE,50X50X5MM,6M,A36/SS400	450000007477	7	EA	Rp 150.000,00	Rp 1.050.000,00
4	BOLT & NUT M12 X 50MM FT	-	30	EA	Rp 1.600,00	Rp 48.000,00
5	BOLT & NUT M16 X 70MM FT	-	30	EA	Rp 2.400,00	Rp 72.000,00
D Fabrication of Frame Belt Conveyor X92-BC1						
1	PROFILE,CHANNEL U,125 X 65 X 6 X 6000MM L,STEEL	450000007583	15	EA	Rp 983.365,00	Rp 9.833.650,00
2	PROFILE,ANGLE,75X75X6MM,6M,A36/SS400	450000007488	10	EA	Rp 280.000,00	Rp 1.960.000,00
3	PROFILE,ANGLE,50X50X5MM,6M,A36/SS400	450000007477	7	EA	Rp 150.000,00	Rp 1.050.000,00
4	BOLT & NUT M12 X 50MM FT	-	100	EA	Rp 1.600,00	Rp 160.000,00
5	BOLT & NUT M16 X 70MM FT	-	100	EA	Rp 2.400,00	Rp 240.000,00
E Fabrication of Civil Komponen (Stringer & Plateform for New X92-BC1)						
1	PROFILE,H BEAM,300X300X10X15MM,12,HR	450000013705	5	EA	Rp 15.510.000,00	Rp 77.550.000,00
2	PROFILE,ANGLE,65X65X6MM,6M,A36/SS400	450000014014	20	EA	Rp 215.000,00	Rp 4.300.000,00
3	PROFILE,H BEAM,200X200X8X12MM,6,HR	450000010483	16	EA	Rp 2.500.000,00	Rp 40.000.000,00
4	PLATE,STEEL,1500MM W,2000MM LG,6MM T	450000011683	33	EA	Rp 6.083.914,00	Rp 200.769.162,00
5	WELD ROD,3.2MM DIA,KOBE,LB-52U	450000013626	12	Box	Rp 227.000,00	Rp 2.724.000,00
6	OXYGEN O2	450000007370	30	Bot	Rp 40.000,00	Rp 1.200.000,00
7	ACETYLENE (C2 H2) @ 5KG5/CYL C2H2	450000007383	20	Bot	Rp 225.000,00	Rp 4.500.000,00
F Fabrication New Building for Chute X92-BC1						
1	PROFILE,H BEAM,300X300X10X15MM,12,HR	450000013705	12	EA	Rp 15.510.000,00	Rp 186.120.000,00
2	PROFILE,H BEAM,200X200X8X12MM,6,HR	450000010483	2	EA	Rp 2.500.000,00	Rp 5.000.000,00
3	PROFILE,ANGLE,65X65X6MM,6M,A36/SS400	450000014014	8	EA	Rp 215.000,00	Rp 1.720.000,00
4	BOLT & NUT M16 X 70MM FT	-	100	EA	Rp 212.000,00	Rp 21.200.000,00
5	WELD ROD,3.2MM DIA,KOBE,LB-52U	450000013626	8	Box	Rp 227.000,00	Rp 1.816.000,00
6	OXYGEN O2	450000007370	15	Bot	Rp 40.000,00	Rp 600.000,00
7	ACETYLENE (C2 H2) @ 5KG5/CYL C2H2	450000007383	10	Bot	Rp 225.000,00	Rp 2.250.000,00
II INSTALLATION						
A Idler Roller Installation						
1	STAND,CARRIER & IMPACT,600MM W,BW-600	300000082292	133	EA	Rp 775.000,00	Rp 103.075.000,00
2	CARRIER & IMPACT STAND FOR BW-900	300000082295	231	EA	Rp 775.000,00	Rp 179.025.000,00
3	ROLLER BELT,CARRIER,114MM DIA,315MM LG	300000060241	231	EA	Rp 234.908,00	Rp 54.263.748,00
4	ROLLER BELT,CARRIER,114MM DIA,210MM LG	300000060239	133	EA	Rp 198.019,00	Rp 26.336.527,00
5	ROLLER BELT,IMPACT,115MM DIA,315MM LG	300000060249	5	EA	Rp 450.000,00	Rp 2.250.000,00
7	ROLLER BELT,RETURN,114MM DIA,1000MM LG	300000059861	77	EA	Rp 435.489,00	Rp 33.532.653,00
8	ROLLER BELT,RETURN,114MM DIA,660MM LG	300000059859	58	EA	Rp 166.293,00	Rp 9.644.994,00
9	BELT CLEANER,PRIMARY,BW900,PU,HIGH TEMP.	305000117475	1	EA	Rp 19.420.800,00	Rp 19.420.800,00
10	BELT CLEANER,SECONDARY,BW900,TUNGS,NORM	305000117485	1	EA	Rp 18.950.000,00	Rp 18.950.000,00
11	BLADE,B CLEANER,PRIMARY,BW750,PU,NORMAL	305000117499	1	EA	Rp 6.537.340,00	Rp 6.537.340,00
12	BLADE,B CLEANER,SECOND,BW750,TUNGS,NORM	305000117516	1	EA	Rp 13.636.147,00	Rp 13.636.147,00
13	BELT,C-FO:900,EP1504,4.8x2.4.2,T0 S	300000094121	407,29	mm	Rp 1.190.000,00	Rp 484.675.100,00
14	BELT,C CONV,600mmW,13mmT,5PLY,OE	300000094103	350,58	mm	Rp 593.750,00	Rp 208.156.875,00
15	Head Pulley	-	1	EA	Rp 19.000.000,00	Rp 19.000.000,00
16	Tail Pulley	-	1	EA	Rp 19.000.000,00	Rp 19.000.000,00
17	Send Pulley	-	2	EA	Rp 19.000.000,00	Rp 38.000.000,00
18	Take Up pulley	-	1	EA	Rp 19.000.000,00	Rp 19.000.000,00
19	Snub Pulley	-	1	EA	Rp 19.000.000,00	Rp 19.000.000,00
Total						Rp 2.156.063.301,00

Berdasarkan tabel diatas, analisis perhitungan rincian kebutuhan material (*Bill of Materials*) yang telah dilakukan untuk *project Re-Engineering* ini. Total estimasi biaya pengadaan seluruh komponen dan material yang diperlukan adalah sebesar **Rp 2.156.063.301,00**.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Nilai tersebut merupakan akumulasi dari harga keseluruhan item material, mulai dari komponen fabrikasi utama seperti pelat baja dan beam, hingga komponen pendukung seperti *pulley*, *roller*, *belt cleaner*, dan baut pengikat, sebagaimana dirincikan pada tabel material diatas.

4.8 Keuntungan Project

4.8.1 Operational

Kondisi saat ini untuk pengisian *bin raw material* menjadi hal yang sangat krusial karena berhubungan dengan komposisi *raw mix design* pada *raw meal*. Apabila terjadi keterlambatan pengisian *bin raw material*, maka akibat yang diberikan dari keterlambatan tersebut adalah komposisi *raw mix desain* yang kurang baik. Oleh karena itu dilakukan *reverse engineering* ini untuk memastikan sistem transport material *silica*, *iron ore* dan FABA menjadi lebih optimal dan mengurangi kemungkinan terjadinya kekosongan *bin* atau material mengalami *deadstock* pada *bin*.

Pada *reverse engineering* ini seperti yang dibahas pada perhitungan diatas, penulis menargetkan untuk merancang *belt conveyor* yang semula memiliki kapasitas angkut 120 t/h menjadi 200 t/h agar proses transport material menjadi lebih cepat. Berikut merupakan hasil perbandingan antara kondisi kapasitas angkut *existing* dan hasil perhitungan dari perancangan ini.

Diketahui:

Kapasitas *BIN Silica* (X92-3B2) = 150 ton

Kapsitas *BIN FABA* (X92-3B1) = 150 ton

Kapasitas *BIN Iron Ore* (T92-3B1) = 70 ton

Batas *Destock* material *Silica* = 30 ton

Batas *Destock* material FABA = 30 ton

Batas *Destock* material *Iron Ore* = 20 ton

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\text{Feed rate 332-WF3} = 45 \text{ t/h}$$

$$\text{Feed rate 332-WF4} = 55 \text{ t/h}$$

$$\text{Feed rate T92-WF1} = 20 \text{ t/h}$$

Data diatas merupakan data yang didapatkan dari CCR (*Central Control Room*) sebagai data *operational* pada area *Raw Meal Preparation*. Selanjutnya penulis melakukan perbandingan dengan menggunakan data *belt conveyor existing* dan juga hasil dari *reverse engineering* ini.

Karena pengisian bin ini dilakukan secara bersamaan dengan material keluar dari bin, maka dapat dicari untuk waktu pengisian bin nya dengan mengikuti perhitungan dibawah ini sesuai dengan masing masing dari material nya. Berikut merupakan perhitungan waktu pengisian bin pada X92-3B1 dengan menggunakan kapasitas angkut dari X92-BC1.

$$Q = \text{Kapasitas Angkut BC} - \text{Feed rate WF}$$

$$Q = 120 \text{ t/h} - 55 \text{ t/h}$$

$$Q = 65 \text{ t/h}$$

$$t = \frac{150 \text{ ton}}{65 \text{ t/h}}$$

$$Q = 2,3 \text{ h}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi material *silica* dair kondisi kosong mencapai kondisi penuh adalah selama 2,3 jam. Selanjutnya adalah menghitung waktu pengisian bin FABA dengan menggunakan kapasitas angkut dari X92-BC1.

$$Q = \text{Kapasitas Angkut BC} - \text{Feed rate WF}$$

$$Q = 120 \text{ t/h} - 45 \text{ t/h}$$

$$Q = 75 \text{ t/h}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$t = \frac{150 \text{ ton}}{75 \text{ t/h}}$$

$$t = 2 \text{ h}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi material FABA dari kondisi kosong mencapai kondisi penuh adalah selama 2 jam. Selanjutnya adalah perhitungan waktu pengisian *bin iron ore* yang dihitung dengan menggunakan kapasitas angkut X92-BC1.

$$Q = \text{Kapasitas Angkut BC} - \text{Feed rate WF}$$

$$Q = 130 \text{ t/h} - 20 \text{ t/h}$$

$$Q = 110 \text{ t/h}$$

$$t = \frac{150 \text{ ton}}{110 \text{ t/h}}$$

$$t = 1,3 \text{ h}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi material *iron ore* dari kondisi kosong mencapai kondisi penuh adalah selama **1,25 jam**.

Data tersebut merupakan data pada kondisi pengisian dari kosong hingga bin terisi penuh. Pada aktualnya Ketika material sudah memasuki kondisi kritis atau *destock*, dari pihak operator CCR akan langsung melakukan pengisian *bin*. Hal ini dikarenakan untuk memastikan *supply raw material* tetap terjaga. Sehingga untuk menghitung waktu yg dibutuhkan dari kondisi *destock* hingga mencapai penuh adalah sebagai berikut ini.

Untuk *bin silica* dan FABA sama sama memiliki *batas destock* pada **30 ton** sedangkan untuk material *iron ore* memiliki *batas destock* pada 20 ton. Sehingga apabila dengan menggunakan rumus untuk mencari waktu seperti pada perhitungan diatas maka hasilnya adalah sebagai berikut ini:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk material *silica sand*

$$t = \frac{\text{Kapasitas Bin} - \text{Destock Material}}{\text{Feed rate WF}}$$

$$t = \frac{150 \text{ ton} - 30 \text{ ton}}{55 \text{ t/h}}$$

$$t = 2,18 \text{ h}$$

Untuk material FABA

$$t = \frac{\text{Kapasitas Bin} - \text{Destock Material}}{\text{Feed rate WF}}$$

$$t = \frac{150 \text{ ton} - 30 \text{ ton}}{45 \text{ t/h}}$$

$$t = 2,67 \text{ jam}$$

Untuk material *Iron Ore*

$$t = \frac{\text{Kapasitas Bin} - \text{Destock Material}}{\text{Feed rate WF}}$$

$$t = \frac{70 \text{ ton} - 20 \text{ ton}}{20 \text{ t/h}}$$

$$t = 2,5 \text{ h}$$

Sistem pengisian bin pada *raw meal preparation* adalah secara bergantian antara ketiga material diatas. Oleh karena itu *belt conveyor* X92-BC1 ini terbilang sangat sibuk dan krusial. Apabila melihat dari perhitungan waktu pengisian diatas maka akan ada kemungkinan keterlambatan pengisian dari salah satu material. Oleh karena itu, pada *reverse engineering* ini dilakukan peningkatan kapasitas *belt conveyor* X92-BC1 menjadi 200 t/h. Hasil dari peningkatan tersebut secara langsung berdampak kepada waktu pengisian bin. Berikut merupakan hasil perhitungan waktu pengisian bin dengan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menggunakan hasil analisis peningkatan kapasitas *belt conveyor* menjadi **200 t/h**.

Untuk material *silica*

$$Q = \text{Kapasitas Angkut BC} - \text{Feed rate WF}$$

$$Q = 200 \text{ t/h} - 55 \text{ t/h}$$

$$Q = 145 \text{ t/h}$$

Dengan adanya destock material pada bin silica dengan batas di 30 ton maka perhitungannya sebagai berikut:

$$t = \frac{120 \text{ ton}}{145 \text{ t/h}}$$

$$t = 0,82 \text{ h}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bin silica dengan menggunakan perhitungan kapasitas *belt conveyor* dan *feed rate weight feeder* hanya selama **0,82 jam** atau sekitar **49 menit**.

Untuk material FABA

$$Q = \text{Kapasitas Angkut BC} - \text{Feed rate WF}$$

$$Q = 200 \text{ t/h} - 45 \text{ t/h}$$

$$Q = 155 \text{ t/h}$$

$$t = \frac{120 \text{ ton}}{155 \text{ t/h}}$$

$$t = 0,77 \text{ h}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bin silica dengan menggunakan perhitungan kapasitas *belt conveyor* dan *feed rate weight feeder* hanya selama **0,77 jam** atau sekitar **46 menit**.

$$Q = \text{Kapasitas Angkut BC} - \text{Feed rate WF}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$Q = 200 \text{ t/h} - 20 \text{ t/h}$$

$$Q = 180 \text{ t/h}$$

$$t = \frac{50 \text{ ton}}{180 \text{ t/h}}$$

$$t = 0,26 \text{ h}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi *bin silica* dengan menggunakan perhitungan kapasitas *belt conveyor* dan *feed rate weight feeder* hanya selama **0,26 jam** atau sekitar **16 menit**.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**