

Rancangan *Belt Conveyor* 241BC3 *Limestone Clay* Kapasitas 2200 Ton/Jam Area *Crusher* Tuban 1 Di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban

Annisa Aulia Nurrizki¹, Bambang Puguh Manunggal², Indriyani³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : annisa.aulia.tken417@polban.ac.id

²E-mail : bambang.puguh@polban.ac.id

³E-mail : indriyani@polban.ac.id

ABSTRAK

Crusher merupakan unit pertama dalam tahapan pembuatan semen. Pada unit *crusher*, penggunaan sistem konveyor sabuk adalah salah satu bagian penting karena dibutuhkan untuk pendistribusian bahan baku semen. Konveyor sabuk sendiri didefinisikan sebagai suatu alat yang digunakan untuk mengangkut atau memindahkan material dari satu tempat ke tempat lain secara terus menerus. Konveyor sabuk dirancang untuk mengangkut batu kapur dengan kapasitas 2200 ton/jam, kecepatan sabuk 1,43 m/s dan panjang 398 m. Rancangan sistem konveyor sabuk ditentukan oleh dimensi kecepatan sabuk, perhitungan kapasitas batu kapur, karakteristik batu kapur, luas permukaan batu kapur dan kondisi lingkungan area *crusher*. Standar acuan yang digunakan pada perancangan yaitu CEMA edisi 5 dan hasil perhitungan divalidasi menggunakan aplikasi *sidewinder*. Hasil rancangan yang diperoleh menyatakan bahwa kecepatan 1,43 m/s dapat memenuhi kapasitas 2200 ton/jam dan didapatkan lebar sabuk 2000 mm. Daya motor yang dibutuhkan untuk menggerakkan konveyor sebesar 246 kW, dan tegangan efektif untuk sabuk yang didapatkan adalah sebesar 49520,94 lbs. Jumlah ply sabuk yang dipilih adalah 9 ply sesuai rekomendasi CEMA untuk lebar sabuk 2000 mm. Semakin besar kapasitas yang diangkut, maka lebar konveyor yang digunakan akan semakin lebar.

Kata Kunci

Crusher, Konveyor Sabuk, CEMA

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, kegiatan transportasi sering dilakukan baik itu transportasi barang, material, tanaman, hewan, hingga transportasi yang digunakan oleh manusia. Begitu pun dengan transportasi padatan yang dilakukan di pabrik atau industri. Transportasi padatan menjadi bagian yang penting di industri dengan menggunakan alat yaitu konveyor sabuk (*belt conveyor*) [1].

Konveyor sabuk ini telah lama dikenal, pertama kali digunakan pada tahun 1800 untuk mengangkut barang hasil tambang. Selain mengangkut barang hasil tambang, di tahun 1905 konveyor sabuk mulai digunakan di dalam proses pertambangan bawah tanah secara langsung. Seiring dengan berkembangnya zaman dan teknologi, saat ini konveyor sabuk digunakan untuk berbagai kegiatan produksi di industri [2].

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi semen, perusahaan ini termasuk perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara). Selama proses pembuatan semen di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk hampir seluruhnya menggunakan mesin atau alat dengan transportasi material yang digunakan yaitu *belt conveyor* [12]. Peranan *belt conveyor* sangat penting karena digunakan untuk mentransportasikan bahan baku

semen (umpan) dari *hopper* dan *feeder* menuju *storage* atau *stockpile* [6].

Konstruksi sabuk pada sistem konveyor ini berupa karet memanjang yang tidak terputus dengan lebar 2000 mm yang digulungkan di antara 2 buah *pulley* yang terletak pada ujung *belt conveyor* [4]. *Belt* merupakan bagian yang bersentuhan langsung dengan material yang dapat membawa material dari satu titik ke titik lain [5].

Dalam penelitian digunakan metode statistik inferensial. Metode statistik inferensial ini merupakan teknik analisis data yang digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan antara hasil yang diperoleh dengan nilai yang dihitung secara manual, kemudian dari analisis tersebut dilakukan penarikan kesimpulan [8].

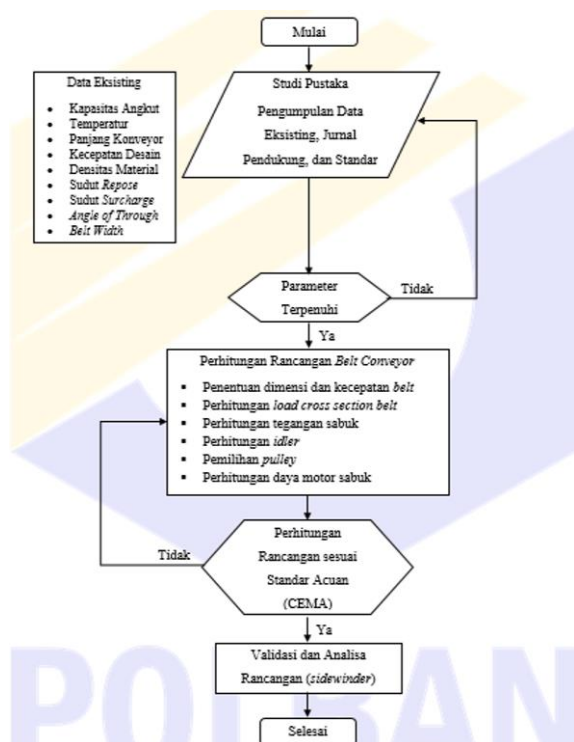
Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang sistem konveyor sabuk yang memiliki kapasitas 2200 ton/jam. Parameter pada rancangan sistem konveyor sabuk ditentukan oleh dimensi kecepatan sabuk, perhitungan kapasitas material angkut, karakteristik material angkut, luas permukaan material angkut dan kondisi lingkungan area *crusher* [11]. Standar acuan yang digunakan pada perancangan yaitu CEMA edisi 5 dan hasil perhitungan divalidasi menggunakan aplikasi *sidewinder*.

Pada penelitian lain menjelaskan tentang rancangan sistem konveyor dengan analisis kekuatan pada *feeder* dibagian konveyor [9]. Adapun penelitian yang merancang sistem konveyor sabuk dilihat dari segi

pemasangannya, perawatan konveyor sabuk itu sendiri, dan peralatan pendukung yang terpasang pada sistem konveyor tersebut [15].

2. METODE

Dalam merancang suatu sistem *belt conveyor* diperlukan data awal untuk menentukan dimensi sabuk dan kebutuhan daya motor diantaranya adalah material angkut, kapasitas puncak material yang akan diangkut, geometri konveyor, dan kondisi operasi di lapangan yang tergambar pada Gambar 1. Diagram alir rancangan.



Gambar 1. Diagram Alir Rancangan *Belt Conveyor*

Selain informasi data eksisting pada Gambar 1. terdapat beberapa informasi penting tentang material angkut yang perlu diketahui dalam perhitungan perancangan konveyor, diantaranya [13]:

- 1) Ukuran *lump, grain* dan *powder*
- 2) Distribusi *lump, grain* dan *powder* (%)
- 3) Densitas material angkut (besar volume (t/m^3))
- 4) *Angle of repose* (keadaan *standstill* material setelah penjatuhan)
- 5) *Angle of surcharge* (sudut ketika material pada keadaan istirahat selama penggerakan konveyor)
- 6) *Moisture content* (%)
- 7) *Temperature* ($^{\circ}C$)
- 8) Karakteristik khusus yaitu kekerasan, debu, dan bubuk
- 9) Kondisi yang dibutuhkan selama diangkut
- 10) Nama material yang diangkut

2.1 Kapasitas, Lebar, dan Kecepatan *Belt Conveyor*

Kecepatan untuk *belt conveyor* yang paling sesuai bergantung pada beberapa faktor yaitu lebar sabuk,

ukuran dan sifat material angkut, serta sudut inklinasi konveyor. Konversi satuan kapasitas angkut ton/jam menjadi ft^3/jam diformulasikan pada persamaan (1) sebagai berikut [7]:

$$\frac{ft^3}{jam} = \frac{Q \times 2000}{\gamma} \quad (1)$$

Q : Kapasitas angkut (ton/jam)

γ : Densitas material (lb/ft^3)

Berikut adalah persamaan (2) untuk mengkonversi kapasitas agar diketahui kapasitas ekuivalen pada 100 fpm [3]:

$$Q_{eku} = \frac{ft^3}{jam} \times \left(\frac{100}{v}\right) \quad (2)$$

Q_{eku} : Kapasitas ekuivalen pada 100 fpm (ft^3/jam)

v : Actual belt speed (fpm)

Untuk kecepatan *belt conveyor* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (3) kapasitas awal dari sistem *belt conveyor* sebagai berikut [7]:

$$Q = 60 \cdot A \cdot V \cdot \gamma \quad (3)$$

Q : Kapasitas sistem konveyor (ton/jam)

A : Total *cross-sectional area* yang terbentuk pada *belt* akibat penopang *idler* dan *angle of surcharge* (m^2)

V : Kecepatan *belt* (m/min)

γ : Densitas material (t/m^3)

Tabel 1. Rekomendasi Maksimum Kecepatan Sabuk [3]

Material Being Conveyed	Belt Speeds (fpm)	Belt Width (inches)
Grain or other free-flowing, nonabrasive material	500	18
	700	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
Coal, damp clay, soft ores, overburden and earth, fine-crushed stone	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1.000	72-95
Heavy, hard, sharp-edged ore, coarse-crushed stone	350	18
	500	24-36
	600	Over 36
Foundry sand, prepared or damp; shake-out sand with small cores, with or without small casting (not hot enough to harm belting)	350	Any width
Prepared foundry sand and similar damp (or dry abrasive) materials discharged from belt by rubber-edged plows	200	Any width
Nonabrasive materials discharged from belt by means of plows	200, except for wood pulp, where 300 to 400 is preferable	Any width
Feeder belts, flat or troughed, for feeding fine, nonabrasive, or mildly abrasive materials from hoppers and bins	50 to 100	Any width

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

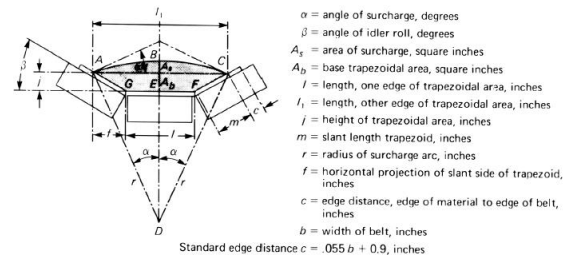
Tabel 1. menampilkan rekomendasi maksimum kecepatan sabuk berdasarkan material yang diangkat dan menampilkan rekomendasi lebar sabuk.

2.2 Load Cross Section Area

Di dalam *load cross section area* terdapat dua bagian utama yaitu *troughed belt area* dan *flat belt area*. Pada *troughed belt area* terbagi kembali menjadi dua area yaitu area trapezoid (A_b) dan area *circular* atau lingkaran (A_s), di mana kedua area ini akan ditotalkan dan disebut sebagai *total cross-sectional area* yang dilambangkan dengan A_t .

2.2.1 Troughed Belt Area

Berikut adalah bagian pertama pada *load cross section area*. [3]



Gambar 2. Load Cross Section pada Troughed Belt (Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

Gambar 2. di atas menampilkan gambaran untuk *troughed belt area* yang terbagi menjadi dua area yaitu area trapezoid (A_b) dan area *circular* atau lingkaran (A_s)

A. Area Trapezoid (A_b)

Area trapezoid dapat dicari melalui persamaan (4) dan komponen-komponen pada area trapezoid ini dapat dicari dengan persamaan (5), (6), (7), (8), dan (9). [16]

$$(AECFG)_{A_b} = \left(\frac{l+l_1}{2}\right)j \quad (4)$$

$(AECFG)_{A_b}$: area trapezoid troughed belt load Areas

l : panjang dari titik tengah ke sisi (inch)

l_1 : panjang dari ujung sisi awal ke sisi yang lainnya (inch)

Nilai l , l_1 , dan j dapat dicari menggunakan persamaan dibawah ini:

$$l_1 = l + 2f \quad (5)$$

$$c = 0,055b + 0,9 \quad (6)$$

$$l_1 = (0,371b + 0,25) + (2 \times (0,2595b - 1,025) \cos\beta) \quad (7)$$

$$j = (0,2595b - 1,025) \sin\beta \quad (8)$$

$$A_b = [0,371b + 0,25 + (0,259b - 1,025)\cos\beta] \times [(0,2592 - 1,025)\sin\beta] \quad (9)$$

B. Area Circular atau Lingkaran (A_s)

Sebelum mencari nilai luas area *circular*, pertama harus diketahui nilai jari-jari (r) yang dapat diketahui dari persamaan (10) berikut [3]:

$$r = \left(\frac{0,5 l_1}{\sin\alpha}\right) = \left(\frac{l_1}{2 \sin\alpha}\right) \quad (10)$$

r : jari-jari (inch)

Nilai l_1 di atas didapatkan dengan menggunakan persamaan (6) yang kemudian disubstitusikan ke

dalam persamaan (11) sehingga persamaan menjadi:

$$r = \frac{0,1855b + 0,125 + (0,2595b - 1,025) \cos \beta}{\sin \alpha} \quad (11)$$

Dari nilai jari-jari tersebut, maka nilai area circular akan diketahui dengan persamaan (12) sebagai berikut [3]:

$$(ABCE)_{As} = r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \quad (12)$$

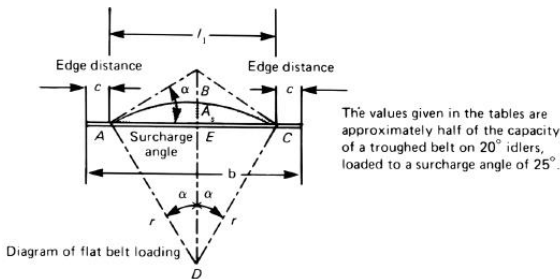
Dimana:

$$(ABCE)_{As} : \text{area circular troughed belt load areas}$$

$$\text{Total area, } A_t (ft^2) = \frac{A_b + A_s}{144} \quad (13)$$

2.2.2 Flat Belt Area

Bagian kedua pada load cross section area adalah flat belt area yang digambarkan pada Gambar 3 di bawah ini [3].



Gambar 3. Load Cross Section Area pada Flat Belt
(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

Dalam menghitung luas pada flat belt area, area circular dihitung menggunakan persamaan (12). Perbedaan dengan area troughed belt terletak di perhitungan l_1 , karena berada pada panjang sisi lain pada area trapezoid dengan permukaan sabuk yang berbeda. Persamaan (14) merupakan persamaan untuk menghitung l_1 . [3]

$$l_1 = b - 2c = b - 2(0,55b + 0,9) = 0,890b - 1,8 \quad (14)$$

Setelah mengetahui nilai l_1 maka nilai jari-jari untuk menghitung luas area flat belt akan diketahui dengan persamaan (15) berikut [3]:

$$r = \frac{0,455b - 0,9}{\sin \alpha} \quad (15)$$

Selanjutnya luas flat belt area ini dapat diketahui dengan mensubstitusikan persamaan (14) ke persamaan (11) [3]:

$$(ABCE)_{As} = \left(\frac{0,455b - 0,9}{\sin \alpha} \right)^2 \times \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \quad (16)$$

2.3 Tegangan Tarik Sabuk (T_e)

Tegangan efektif (T_e) akan menghasilkan daya yang dibutuhkan pada drive pulley, besar daya ini akan digunakan untuk mendorong atau mengendalikan konveyor sabuk yang sedang bermuatan pada kecepatan sabuk desain V dalam bentuk fpm dengan persamaan (17) berikut [10]:

$$h_p = \frac{T_e \times V}{33000} \quad (17)$$

Dimana:

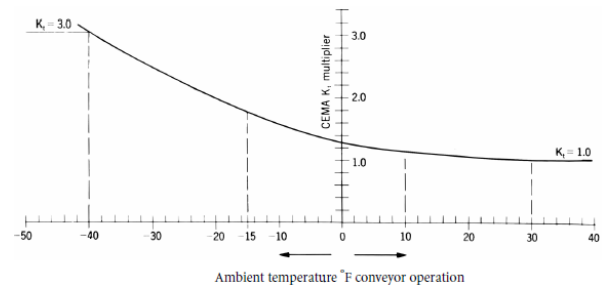
T_e : Tegangan efektif (lbs)

V : Kecepatan konveyor (fpm)

h_p : Daya yang digunakan oleh belt (horsepower/hp)

2.3.1 Faktor Koreksi pada Tegangan Efektif Sabuk

Dalam menentukan nilai tegangan efektif sabuk, diperlukan nilai faktor koreksi K_t yang berfungsi sebagai faktor pengali, tujuannya untuk meningkatkan perhitungan tegangan efektif pada sabuk. Faktor koreksi ini nantinya akan mentoleransi resistansi yang timbul secara meningkat. Apabila resistansi meningkat, maka akan berakibat pada penurunan temperature [3].



Gambar 4. Grafik Faktor Koreksi Temperatur (K_t) terhadap Temperatur

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

Pada Gambar 4. di atas dijelaskan grafik faktor koreksi temperatur (K_t) terhadap temperatur.

2.3.2 Faktor Gesekan Idler (K_x)

K_x dapat dicari menggunakan persamaan (18) dibawah ini [3]:

$$K_x = 0,00068(W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i} \quad (18)$$

Berikut adalah nilai A_i untuk beberapa kelas konveyor; $A_i = 1,5$ untuk 6-inch diameter Idler roll, CEMA C6, D6

$A_i = 1,8$ untuk 5-inch diameter Idler roll, CEMA B5, C5,

D5

$A_i = 2,3$ untuk 4-inch diameter Idler roll, CEMA B4, C4

$A_i = 2,4$ untuk 7-inch diameter Idler roll, CEMA E7

$A_i = 2,8$ untuk 8-inch diameter Idler roll, CEMA E6

2.3.3 Faktor Gaya Belt dan Beban Flexure pada Idler (K_y)

Tahanan belt terhadap flexure yang bergerak di atas idler dan tahanan beban flexure material di atas sabuk yang bertumpu pada idler itu akan menghasilkan gaya tegangan pada sabuk Untuk menghitungnya, dibutuhkan K_y (faktor perkalian untuk menghitung gaya tegangan tersebut) [3].

Tabel 2. Faktor K_y , Values

Conveyor Length (ft)	W_b+W_m (lbs/ft)	Percent Slope							
		0	3	6	9	12	24	33	
		Approximate Degree							
		0	2	3.5	5	7	14	18	
250	20	0.035	0.035	0.034	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
	50	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.028	0.027	0.027
	75	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.027	0.025	0.025
	100	0.035	0.033	0.032	0.031	0.030	0.026	0.023	0.023
	150	0.035	0.035	0.034	0.033	0.031	0.025	0.021	0.021
	200	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.024	0.018	0.018
	250	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.021	0.018	0.018
	300	0.035	0.032	0.032	0.030	0.030	0.019	0.019	0.019
	75	0.035	0.033	0.031	0.029	0.029	0.026	0.025	0.025
400	20	0.034	0.032	0.030	0.030	0.028	0.022	0.019	0.019
	50	0.035	0.034	0.034	0.031	0.027	0.019	0.016	0.016
	75	0.035	0.035	0.035	0.033	0.027	0.016	0.014	0.014
	100	0.035	0.035	0.034	0.030	0.026	0.017	0.016	0.016
	150	0.035	0.035	0.034	0.029	0.024	0.018	0.018	0.018
	200	0.035	0.035	0.034	0.030	0.025	0.021	0.016	0.015
	250	0.035	0.035	0.035	0.029	0.024	0.019	0.018	0.018
	300	0.035	0.032	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
	75	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016	0.016
500	20	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.019	0.016	0.016
	50	0.035	0.033	0.030	0.027	0.024	0.016	0.016	0.016
	75	0.033	0.032	0.029	0.027	0.027	0.021	0.019	0.019
	100	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.019	0.016	0.016
	150	0.035	0.033	0.030	0.027	0.024	0.016	0.016	0.016
	200	0.035	0.035	0.030	0.027	0.023	0.016	0.016	0.016
	250	0.035	0.035	0.030	0.025	0.021	0.016	0.015	0.015
	300	0.035	0.035	0.029	0.024	0.019	0.018	0.018	0.018
	75	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016	0.016
600	20	0.035	0.031	0.024	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016
	50	0.035	0.031	0.023	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	75	0.035	0.031	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
	100	0.032	0.029	0.028	0.026	0.025	0.021	0.018	0.018
	150	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016	0.016
	200	0.035	0.031	0.026	0.024	0.019	0.016	0.016	0.016
	250	0.035	0.031	0.026	0.021	0.017	0.016	0.016	0.016
	300	0.035	0.031	0.023	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	75	0.031	0.029	0.026	0.024	0.022	0.016	0.016	0.016
800	20	0.031	0.028	0.025	0.022	0.020	0.016	0.016	0.016
	50	0.034	0.028	0.023	0.019	0.019	0.016	0.016	0.016
	75	0.035	0.027	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.035	0.026	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.035	0.025	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	200	0.035	0.025	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	250	0.035	0.026	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.035	0.025	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	75	0.031	0.029	0.026	0.024	0.022	0.016	0.016	0.016

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

Tabel 2. merupakan nilai faktor koreksi K_y yang bekerja untuk gaya sabuk dan beban *flexure* pada *idler*.

2.3.4 Komponen Tegangan Efektif (T_e)

Nilai tegangan efektif (T_e) dapat diketahui dengan cara mengidentifikasi dan mengevaluasi masing-masing gaya yang bekerja di dalam konveyor sabuk.

Persamaan (19) untuk menghitung tegangan efektif (T_e) adalah sebagai berikut [10]:

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \quad (19)$$

Berikut rumus tegangan efektif konveyor sabuk:

$$T_x = \text{Tahanan akibat gesekan pada idler (lbs)}$$

$$= L \times K_x \times K_t$$

$$T_{yc} = \text{Tahanan belt flexure pada carrying idler (lbs)}$$

$$= L \times K_y \times W_b \times K_t$$

$$T_{yr} = \text{Tahanan belt flexure pada return idler (lbs)}$$

$$= L \times 0,015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{ym} = \text{Tahanan material flexure (lbs)}$$

$$= L \times K_y \times W_m$$

$$T_m = \text{Tahanan material lift (+) atau lower (-) (lbs)}$$

$$= \pm H \times W_m$$

$$T_p = \text{Tahanan pulley (lbs)}$$

$$= \text{Lihat sub-bab 2.3.5}$$

$$T_{ac} = \text{Tahanan dari aksesoris (lbs)}$$

$$= \text{Lihat sub-bab 2.3.6.}$$

$$T_{pl} = \text{Tahanan percepatan material (lbs)}$$

$$= 2,8755 \times 10^{-4} \times Q \times (V \pm V_0)$$

Dimana:

$$L = \text{Panjang konveyor (ft)}$$

$$H = \text{Ketinggian vertikal (m)}$$

$$K_x = \text{Faktor gesekan idler (lbs/ft)}$$

$$K_t = \text{Faktor koreksi temperatur lingkungan}$$

$$K_y = \text{Faktor perhitungan gaya sabuk dan beban flexure pada idler}$$

2.3.5 Tahanan Pulley (T_p)

Berikut adalah tabel untuk menentukan besarnya nilai tahanan *pulley* [14].

Tabel 3. Belt Tension to Rotate Pulleys

Location of Pulleys	Degree Wrap of Belt	Pounds of Tension at belt Line
Tight side	150° to 240°	200 lbs/pulley
Slack side	150° to 240°	150 lbs/pulley
All other pulleys	Less than 150°	100 lbs/pulley

Note: Double the above values for pulley shafts that are not opening in antifriction bearings.

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

Tabel 3. merupakan rekomendasi nilai tahanan *pulley* berdasarkan lokasi pemasangan *pulley*.

2.3.6 Tahanan Aksesoris (T_{ac})

A. Plows

Berikut adalah tabel 4. yaitu rekomendasi nilai tahanan *plows* (T_{pl}) berdasarkan type *plow* yang digunakan [3].

Tabel 4. Discharge Plow Allowance

Type of Plow	Additional Belt Pull per Plow, at Belt Line (lbs/in belt width)
Full V or single slant plow, removing all material from belt	5.0
Partial V or single slant plow, removing half material from belt	3.0

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

B. Scraper (Belt Cleaning Equipment)

Tahanan dari peralatan *scraper* dilambangkan dengan (T_{bc}). Umumnya terdapat lebih dari satu tahanan dibutuhkan (sekitar 2 sampai 3 lbs/inch dari lebar *belt*) yang bekerja menekan *belt*. Tahanan belt cleaning ini dapat diketahui melalui persamaan (20) berikut [3]:

$$T_{bc} = n \times 3 \times B \text{ (lbs)} \quad (20)$$

Dimana, B = Lebar belt (inch)

C. Skirtboard

Skirtboard ini nilainya lebih baik dipersempit untuk menghindari gesekan pada ujung-ujung rubber. Tegangan pada skirtboard ini dapat dicari melalui persamaan (21) [3]

$$T_{sb} = (2 \times C_s \times L_b \times h_s) + (6 \times L_b) \text{ (lbs)} \quad (21)$$

Dimana,

$$C_s = \text{Faktor dari beberapa material pada Gambar 5}$$

$$L_b = \text{Panjang skirtboard (ft)}$$

$$h_s = \text{Kedalaman material mengenai skirtboard}$$

$$= 0,1 \times \text{lebar belt (inc)}$$

Material	Factor C_s	Material	Factor C_s	Material	Factor C_s
Alumina, pulv. dry	0.1210	Coke, ground fine	0.0452	Limestone, pulv., dry	0.1280
Ashes, coal, dry	0.0571	Coke, lumps and fines	0.0186	Magnesium chloride, dry	0.0276
Bauxite, ground	0.1881	Copra, lumpy	0.0203	Oats	0.0219
Beans, navy, dry	0.0798	Cullet	0.0836	Phosphate rock, dry, broken	0.1086
Borax	0.0734	Flour, wheat	0.0265	Salt, common, dry, fine	0.0814
Bran, granular	0.0238	Grains, wheat, corn or rye	0.0433	Sand, dry, bank	0.1378
Cement, Portland, dry	0.2120	Gravel, bank run	0.1145	Sawdust, dry	0.0086
Cement clinker	0.1228	Gypsum, 1/2" screenings	0.0900	Soda ash, heavy	0.0705
Clay, ceramic, dry fines	0.0924	Iron ore, 200 lbs/cu ft	0.2760	Starch, small lumps	0.0623
Coal, anthracite, sized	0.0538	Lime, burned, 1/2"	0.1166	Sugar, granulated dry	0.0349
Coal, bituminous, mined	0.0754	Lime, hydrated	0.0490	Wood chips, hogged fuel	0.0095

Gambar 5. Nilai untuk *Skirtboard Friction Factor* (C_s)
(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association
Fifth Edition, July 2002)

Nilai *skirtboard friction factor* ini penting diketahui dan nilai ini ditampilkan pada Gambar 5.

D. Tripper

Tripper merupakan tahanan yang berasal dari *pulley tripper* dan berat *belt* pada *tripper* (T_{tr}). *Tripper* dapat diketahui melalui persamaan (22) berikut [3]:

$$T_{tr} = T_{pr} + (H + W_b) \quad (22)$$

Dimana,

H = Ketinggian vertikal (m)

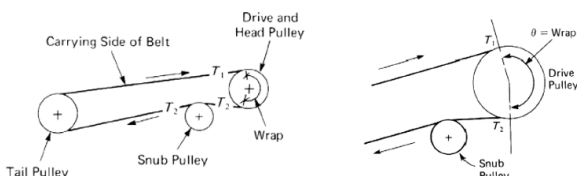
W_b = Berat *belt* (lb/ft)

Sehingga tahanan aksesoris dapat dicari menggunakan persamaan (23) [3]:

$$T_{ac} = T_{pl} + T_{bc} + T_{sb} + T_{tr} \quad (23)$$

2.3.7 Wrap Factor (C_w)

Wrap factor (C_w) adalah nilai matematika yang digunakan untuk menentukan tegangan tarik efektif *belt* yang dihasilkan oleh *drive pulley* [3].



Gambar 6. Penampang Pulley dan Sabuk dengan Wrap dan Posisi Nilai T_1 dan T_2

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association
Fifth Edition, July 2002)

Pada Gambar 6. diperlihatkan penampang pulley pada sabuk dengan nilai faktor wrap.

$$C_w = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{e^{f\theta - 1}} \quad (24)$$

Dimana,

$T_e = T_1 - T_2$ = Tegangan efektif (lbs)

T_1 = Tegangan *tight-side* pada *pulley* (lbs)

T_2 = Tension *slack-side* pada *pulley* (lbs)

e = basis naperian logarithms = 2.718

f = koefisien gesekan antara permukaan *pulley* dan permukaan *belt* (0,25 karet permukaan *belt* *uncover* baja atau besi cor katrol; 0,35 permukaan karet sabuk penggerak karet permukaan *pulley* yang tertinggal).

θ = *wrap of belt* disekitar *pulley*, radians (one degree = 0.0174 radian)

C_w = *wrap factor* (Tabel 5)

Tabel 5. *Wrap Factor* (C_w) *Rubber-Surface Belt*

Type of Pulley Drive	θ Wrap	Automatic Takeup		Manual Takeup	
		Bare Pulley	Lagged Pulley	Bare Pulley	Lagged Pulley
Single, no snub	180°	0.84	0.50	1.2	0.8
Single with snub	200°	0.72	0.42	1.0	0.7
	210°	0.66	0.38	1.0	0.7
	220°	0.62	0.35	0.9	0.6
	240°	0.54	0.30	0.8	0.6
Dual*	380°	0.23	0.11	0.5	0.3
	420°	0.18	0.08	-	-

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association
Fifth Edition, July 2002)

Untuk nilai besaran faktor wrap pada sabuk dapat melihat Tabel 5. yang menampilkan nilai *wrap factor* berdasarkan tipe *pulley* yang digunakan.

2.3.8 Sag antara Idler

Sag adalah komponen yang berada di antara *idler* yang bekerja sebagai pembatas, fungsinya untuk menghindarkan material agar tidak tumpah dari sabuk. *Sag* antara *idler* berkaitan dengan berat sabuk dan material, *spasi idler*, dan tegangan sabuk. Untuk mencari nilai *sag* pada *idler* diketahui melalui persamaan (25) [3]

$$y = \frac{S_i^2(W_b + W_m)}{8T} \quad (25)$$

Dimana,

y = *Vertical drop (sag)* antar *idler* (ft)

W_b = Berat sabuk (lbs/ft)

W_m = Berat material (lbs/ft)

S_i = Jarak *spasi idler* (ft)

T = Tegangan pada sabuk (lbs)

Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh Virgy (2020), ketika *sag* pada sabuk konveyor lebih besar 3% daripada jarak antar *idler*, maka persamaannya ada pada persamaan (26) menjadi:

$$y = \frac{S_i^2(W_b + W_m)}{8T} = \frac{3S_i}{100} \quad (26)$$

2.4 Idler

2.4.1 Jarak Spasi *Idler* dan *Roll Diameter*

Dalam memilih jarak *spasi idler*, terdapat beberapa faktor yang menjadi pertimbangan yaitu berat sabuk, berat material angkut, jarak sabuk, rating sabuk, tegangan sabuk, *idler life*, *idler load rating*, dan jarak pada kurva vertikal. Untuk sabuk yang memiliki lebar diatas 48 inch atau setara dengan 1219 mm, maka direkomendasikan *spasi* untuk *return idler* dengan memerhatikan dua faktor yaitu nilai *idler load ratings* dan jarak *belt* [3].

2.4.2 Calculated *Idler Load*

Nilai *calculated idler load* (CIL dan CIL_R) dibutuhkan untuk memilih kelas *idler* pada konveyor sabuk. Untuk mengetahui kelas *idler* ini yaitu dengan membandingkan nilai *calculated idler load* (CIL dan CIL_R) dengan *idler load ratings*. Berikut adalah persamaan (27) dan (28)

untuk mencari nilai *calculated idler load* (CIL dan CIL_R) [3]:

$$CIL = (WB + (WM \times K1) \times SI) + IML \quad (27)$$

$$CIL_R = (WB \times SI) + IML \quad (28)$$

Dimana,

CIL = *Calculated Idler Load* (lbs)

CIL_R = *Calculated Idler Load Ratings* (lbs)

WB = Berat *belt* (lbs/ft) menggunakan taksiran dari Tabel 6.

WM = Berat material (lbs/ft) = $(Q \times 2000) / (60 \times V_{ee})$

Q = Jumlah material yang disalurkan (ton/jam)

V_{ee} = Desain kecepatan *belt* (fpm)

SI = Spasi *idler* (ft)

K1 = *Lump adjustment factor* (tabel K1-*lump adjustment factor*)

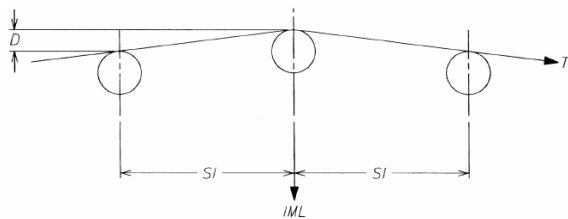
IML = *Idler misalignment load* (lbs) karena deviasi ketinggian *idler* dan tegangan *belt* = $\frac{D \times T}{6 \times SI}$

D = *Misalignment* (in)

T = Ketegangan *sabuk* (lbs)

SI = Spasi *idler* (ft)

Nilai IML pada konveyor *sabuk* ini dapat dilihat dari Gambar 7. di bawah ini.



Gambar 7. *Idler Misalignment Load (IML)*

(Sumber: *Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002*)

Pada Gambar 7. diperlihatkan posisi hubungan antara D, T dan Si. Sedangkan nilai berat *sabuk* pada konveyor ini penting untuk diketahui agar rancangan yang didapatkan sesuai dengan standar yang berlaku.

Tabel 6. *WB-Perkiraan Rata-rata Berat Sabuk, Multiple- and Reduced-ply Belt, lbs/ft*

Belt Width (inches (b))	Material Carried, lbs/cu ft		
	30-74	75-129	130-200
18	3.5	4.0	4.5
24	4.5	5.5	6.0
30	6.0	7.0	8.0
36	9.0	10.0	12.0
42	11.0	12.0	14.0
48	14.0	15.0	17.0
54	16.0	17.0	19.0
60	18.0	20.0	22.0
72	21.0	24.0	25.0
84	25.0	30.0	33.0
96	30.0	35.0	38.0

(Sumber: *Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002*)

Tabel 6. di atas merupakan tabel rata-rata berat *sabuk* untuk melihat besaran *sabuk* yang direncanakan.

Tabel 7. *K1-lump Adjustment Factor*

Maximum Lump Size (inches)	Material Weight, lbs/cu ft						
	50	75	100	125	150	175	200
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
6	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
10	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
12	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
14	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
16	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
18	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4

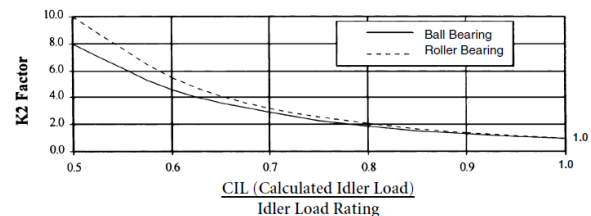
(Sumber: *Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002*)

Sedangkan untuk maksimum *lump size* dapat dilihat pada Tabel 7. untuk melihat faktor penambahan pada maksimum *lump size*.

2.4.3 Faktor Koreksi pada Umur *Idler*

Faktor-faktor yang digunakan untuk mengetahui umur *idler* dilambangkan dengan faktor K2, K3, dan K4. Oleh CEMA, penting untuk mengetahui *bearing L10 life* atau umur *idler* tersebut karena akan digunakan sebagai penunjuk untuk menentukan *idler ratings*.

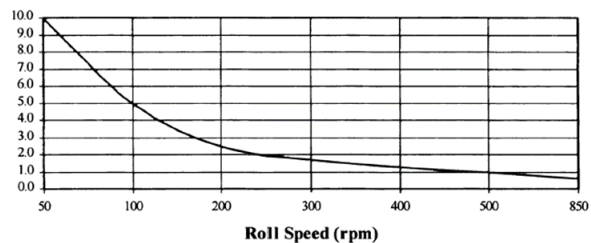
Nilai CIL berbanding terbaik dengan *load rating*, apabila nilai CIL lebih kecil daripada *load rating* CEMA pada series *idler* tertentu, maka umur *idler* akan meningkat [3].



Gambar 8. Grafik Faktor Koreksi K2

(Sumber: *Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002*)

Gambar 8. merupakan grafik faktor K2 yang berlaku untuk mengoreksi umur *idler*.



Gambar 9. Grafik Faktor Koreksi K3A

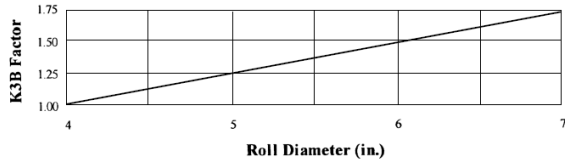
(Sumber: *Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002*)

Gambar 9. merupakan grafik faktor koreksi K3A yang membutuhkan nilai roll speed untuk mengetahui

besarnya nilai faktor K3A. Roll speed dapat dicari melalui persamaan (29) berikut [3]:

$$\text{Roll Speed (rpm)} = \frac{\text{Belt Speed (fpm)} \times 12}{\text{Roll Diameter (in)} \times \pi} \quad (29)$$

Sedangkan untuk faktor koreksi K3B dapat dicari melalui grafik di bawah ini [3]:



Gambar 10. Grafik Faktor Koreksi K3B (pada Kecepatan Sabuk yang sama)

(Sumber: Conveyor Equipment Manufacturers Association Fifth Edition, July 2002)

Gambar 10. menampilkan grafik faktor K3B pada kecepatan roll idler yang sama seperti faktor K3A.

2.4.4 Impact Idler

Impact idler ini digunakan untuk menyerap energi yang disebabkan (impact atau akibat) oleh lump ketika keluar dari chute menuju sabuk. Maka dalam menentukan impact idler perlu diketahui dahulu ukuran lump size atau jatuhnya maksimum melalui persamaan (30) [3].

$$\text{Number of Idlers Required} = \left(\frac{L_i}{S_i} \right) - 1 \quad (30)$$

Dimana,

L_i = Jatuhnya maksimum (foot drop)

S_i = Spasi impact idler (ft)

2.5 Pemilihan Pulley

Pemilihan pulley ini penting karena berpengaruh pada sabuk agar sabuk tidak mudah terlepas dari pulley. Lebar permukaan pulley yang direkomendasikan oleh CEMA untuk sabuk konveyor yang memiliki lebar lebih dari 32 inch dapat dicari melalui persamaan (31) berikut [3]:

$$P_f = B + 3 \text{ inch} \quad (31)$$

Dimana,

B = Lebar belt (inch)

Untuk kecepatan putar pulley, didapatkan dari persamaan (32) berikut [3]:

$$n = \frac{60V \cdot 1000}{\pi D} \quad (32)$$

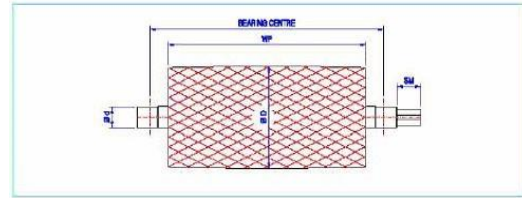
Dimana,

V = Kecepatan konveyor (m/s)

D = Diameter drive pulley (mm)

Diameter pulley yang dipilih pada perancangan ini diambil dari katalog perusahaan PT. Kharisma Mitra Mandiri yang dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 berikut [9].

Tabel 8. Dimensi Drive Pulley

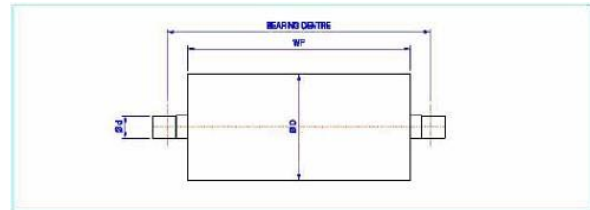


DRIVE PULLEY					
BELT WIDTH	DIMENSIONS				
	DIAMETER PULLEY (Ø D)	SHAFT BEARING (Ø S)	W.P	BEARING CENTRE	SM *
600	Ø 406	Ø 85	750	975	
800	Ø 406	Ø 85	950	1225	
1000	Ø 508	Ø 100	1150	1315	
1200	Ø 600	Ø 125	1350	1690	
1400	Ø 800	Ø 160	1550	2000	
1600	Ø 800	Ø 160	1750	2000	

(Sumber: Katalog PT. Kharisma Mitra Mandiri)

Tabel 8. menampilkan dimensi pulley untuk bagian drive pulley.

Tabel 9. Dimensi Non-Drive Pulley



IDLER PULLEY				
BELT WIDTH	DIMENSIONS			
	DIAMETER PULLEY (Ø D)	SHAFT BEARING (Ø S)	W.P	BEARING CENTRE
600	Ø 185 (Ø 6")	Ø 50	750	975
	Ø 218 (Ø 8")	Ø 50	750	975
	Ø 267 (Ø 10")	Ø 75	750	975
	Ø 318 (Ø 12")	Ø 85	750	975
	Ø 185 (Ø 6")	Ø 50	950	1060
800	Ø 218 (Ø 8")	Ø 50	950	1060
	Ø 267 (Ø 10")	Ø 75	950	1060
	Ø 318 (Ø 12")	Ø 75	950	1060
	Ø 218 (Ø 8")	Ø 50	1150	1315
	Ø 267 (Ø 10")	Ø 50	1150	1315
1000	Ø 318 (Ø 12")	Ø 75	1150	1315
	Ø 406 (Ø 16")	Ø 85	1150	1315
	Ø 267 (Ø 10")	Ø 50	1350	1690
	Ø 318 (Ø 12")	Ø 75	1350	1690
	Ø 406 (Ø 16")	Ø 90	1350	1690
1200	Ø 508 (Ø 20")	Ø 110	1550	1950
	Ø 318 (Ø 12")	Ø 75	1550	1950
	Ø 406 (Ø 16")	Ø 100	1550	1950
	Ø 508 (Ø 20")	Ø 110	1750	2150
	Ø 610 (Ø 24")	Ø 140	1750	2150
1400	Ø 318 (Ø 12")	Ø 75	1750	2150
	Ø 406 (Ø 16")	Ø 100	1750	2150
	Ø 508 (Ø 20")	Ø 110	1950	2350
	Ø 610 (Ø 24")	Ø 140	1950	2350
	Ø 318 (Ø 12")	Ø 75	1750	2150
1600	Ø 406 (Ø 16")	Ø 100	1750	2150
	Ø 508 (Ø 20")	Ø 110	1750	2150
	Ø 610 (Ø 24")	Ø 140	1750	2150
	Ø 318 (Ø 12")	Ø 75	1950	2350
	Ø 406 (Ø 16")	Ø 100	1950	2350

(Sumber: Katalog PT. Kharisma Mitra Mandiri)

Tabel 9. di atas menampilkan dimensi pulley untuk bagian non-drive pulley.

2.6 Daya pada Konveyor Sabuk

Daya yang bekerja ini dibutuhkan untuk menjalankan konveyor sabuk. Daya tersebut didapatkan dari hasil

turunan berat tegangan efektif (T_e), yang akan dibutuhkan pada *drive pulley* untuk bekerja mendorong atau mengendalikan konveyor yang sedang bermuatan pada kecepatan desain sabuk V dalam fpm. Persamaan yang digunakan untuk mencari daya tersebut sama seperti persamaan (19) [3].

2.7 Sistem Transmisi Daya

Untuk melakukan perencanaan sistem transmisi daya, maka dibutuhkan motor listrik sebagai penggerakannya. Daya dari motor listrik yang dihasilkan kemudian ditransmisikan ke *pulley* oleh *transmission gear*. Sistem konveyor sabuk yang dirancang saat ini terdiri atas sebuah konveyor horizontal [3].

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Rancangan Belt Conveyor

Konveyor sabuk yang dirancang adalah untuk *Crusher Tuban 1* yang mengangkut bahan baku semen yaitu batu kapur (*limestone*) dan tanah liat (*clay*). Kapasitas angkut konveyor sabuk ini sebesar 2200 ton/jam dengan kecepatan desain konveyor yaitu 1,43 m/s dan memiliki panjang 398 m yang memanjang dari bawah permukaan tanah hingga menuju *stockpile/storage* yang berada di permukaan tanah. Dasar dan panduan dalam proses perancangan konveyor sabuk ini adalah standar CEMA edisi 5.

Tabel 10. Material Properties

Parameter	Hasil	Satuan
Kapasitas	2200	Ton/Jam
Massa Jenis	1318	kg/m ³
Max. Lump Size	100	mm
Surcharge Angle	25	deg

Tabel 10. di atas merupakan ringkasan dimensi sabuk untuk material angkut dari hasil rancangan untuk konveyor yang di desain.

Untuk merancang suatu sistem konveyor sabuk, maka fokus utama rancangan adalah pada bagian *belt* atau sabuk. Sabuk merupakan komponen yang lebih mudah aus dibanding komponen lainnya, hal ini karena sabuk akan bergesekan langsung dengan material yang diangkut. Oleh karena itu, sabuk harus di desain dengan sangat baik karena desain yang tidak baik akan mengakibatkan sabuk cepat aus dan mudah sobek. Akibatnya, akan timbul kerugian karena harus mengeluarkan biaya lebih yang cukup tinggi untuk perawatan (*maintenance*) atau penggantian sabuk tersebut.

Umumnya, sabuk (*belt*) terdiri dari beberapa bagian utama yang meliputi lapisan atas (*top cover*), *carcase*, dan lapisan bagian bawah (*bottom cover*). Lapisan atas dan lapisan bawah sabuk berfungsi untuk melindungi *carcase* yang berada ditengah lapisan dari keausan dan kerusakan selama operasi. *Carcase* sendiri berfungsi untuk meneruskan tegangan pada sabuk *start* dan

selama proses pemindahan muatan atau material berlangsung. Namun kekuatan konveyor sabuk bukan artinya harus dilihat dari tebalnya setiap lapisan, melainkan tergantung pada jumlah lapisan penguat (*ply*) dan tegangan tarik per *ply* (*tensile strength*).

Spesifikasi di lapangan untuk jumlah *ply* ini belum sesuai dengan standar CEMA. Untuk *belt* yang memiliki lebar 2000 mm direkomendasikan untuk menggunakan 9-14 *ply*. Namun, jumlah *ply* yang terpasang di lapangan adalah sebanyak 5 *ply*. Sehingga akan lebih baik jika digunakan 9 *ply*, karena akan membuat *belt* lebih tahan lama (tidak mudah aus).

Tabel 11. Belt Properties

Parameter	Hasil	Satuan
Width	2000	mm
Speed	1,43	m/s
Weight (W_b)	56,7	kg/m

Tabel 11. di atas merupakan ringkasan nilai sabuk hasil rancangan untuk konveyor yang di desain.

Nilai luas *load cross sectional area* pada *troughed belt* dan *flat belt* perlu diketahui untuk mengukur kelayakan dari perancangan konveyor sabuk (*belt conveyor*) tersebut, apakah rancangannya sudah sesuai dengan kriteria dan parameter yang ditetapkan oleh standar CEMA atau belum.

Tabel 12. Cross Sectional Loading

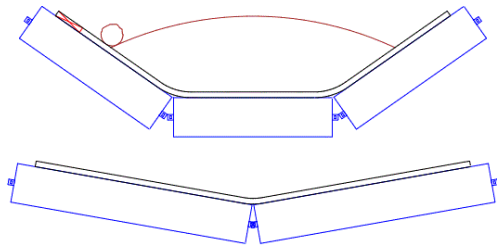
Parameter	Hasil	Satuan
Material Mass (W_m)	427,4	kg/m
Combiened Mass ($W_b + W_m$)	484,1	kg/m
Cross Sectional Area	0,324	m ²

Tabel 12. merupakan ringkasan load cross sectional untuk sabuk yang berkaitan dengan permukaan material dari hasil rancangan untuk konveyor yang di desain.

Tabel 13. Idler Set Data

Parameter	Idler Location and Function	
	Carry	Return
Series Name	E7	E7
Trough Angle	35°	10°
Idler Spacing	1,10 m	3,30 m
Calc Idler Load	6815 N	1977 N
L10 life (1000 hours)	276,0	350,0

Pada Tabel 13. ditampilkan ringkasan nilai parameter pada idler. Menurut CEMA untuk *idler* pada konveyor sabuk ini termasuk ke dalam klasifikasi E7 yang artinya diameter rol untuk *idler* ini adalah 7 inch atau 178/194 mm. *Idler* kelas E7 ini memiliki uraian penggunaan yang termasuk berat. Untuk kecepatan maksimum pada *idler* kelas E7 yaitu sebesar 7,5 m/s dan jangkauan lebar sabuk (*belt width*) yaitu antara 900 – 2400 mm.



Gambar 11. Skema Penampang Idler

Gambar 11. tersebut di atas merupakan skema penampang idler hasil rancangan.

Tabel 14. Drive Station

Parameter	Hasil	Satuan
Type	Squirrel Cage	
Synchronous	1800	rpm
Total Power	280	kW

Selain mengetahui nilai idler, nilai untuk motor penggerak atau drive ini diperlukan agar diketahui daya yang dibutuhkan untuk menjalankan konveyor. nilai drive ini dapat dilihat pada Tabel 14.

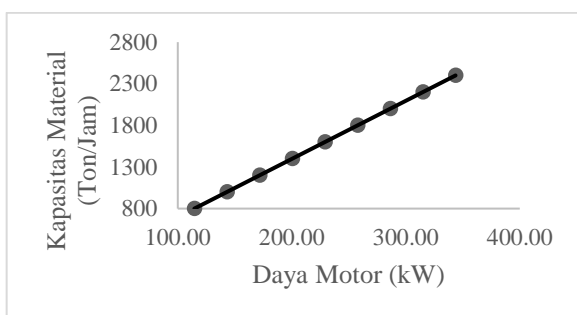
Tabel 15. Take-Up Data

Parameter	Hasil	Satuan
Type	Gravity	
Counterweight Mass	18,2	Ton
Panjang Lintasan	7,94	m

Lalu agar terlihat berapa panjang lintasan yang akan dilalui setiap pemasangan idler maka perlu diketahui data take up yang dapat dilihat pada tabel 15 di atas.

3.2 Analisis Rancangan

Analisis pengaruh perubahan beban terhadap daya motor, diperlukan untuk mengetahui karakteristik dalam pembebanan, hingga tidak hanya diketahui beban motor pada saat beban penuh saja.

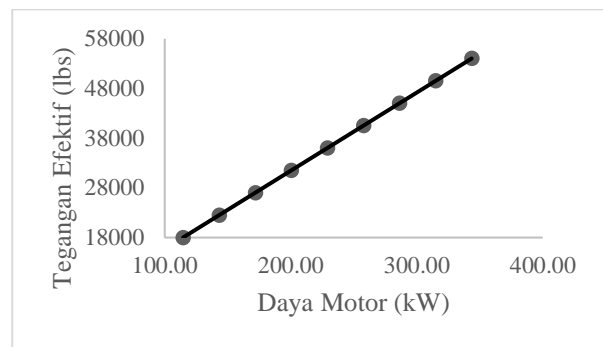


Gambar 12. Grafik Kapasitas Angkut Konveyor terhadap Daya Motor

Gambar 12. menunjukkan bahwa besar kapasitas angkut konveyor (kapasitas material) berbanding lurus dengan daya yang motor yang dibutuhkan. Jika dibebani terlalu tinggi atau di atas batas kemampuan angkut konveyor maka akan membuat motor harus bekerja lebih tinggi.

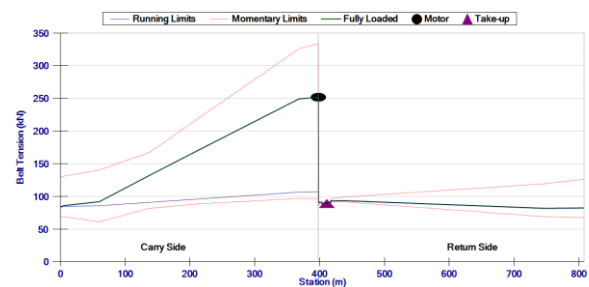
Apabila kondisi ini dibiarkan maka motor yang digunakan akan lebih cepat rusak.

Selain kapasitas angkut konveyor, yang memengaruhi daya motor adalah tegangan efektif yang diberikan belt. Hal ini dikarenakan tegangan efektif menjadi penentu daya yang dibutuhkan untuk drive pulley untuk mendorong dan mengendalikan konveyor yang bermuatan agar memiliki kecepatan yang cukup dan sesuai dengan rekomendasi CEMA.



Gambar 13. Grafik Tegangan Efektif terhadap Daya Motor

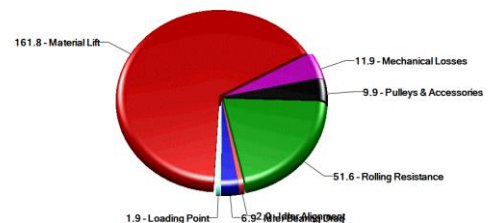
Gambar 13 menampilkan hubungan antara nilai tegangan efektif terhadap daya motor.



Gambar 14. Belt Tension

Pada gambar 14 ini diperlihatkan grafik sabuk pada keadaan beban, tidak dibebani dan saat dibebani minimum atau maksimum dari kapasitas yang ditentukan.

(FL) Fully Loaded - Normal Friction - Power Breakdown (246.0 kW)



Gambar 15. Power Summary

Gambar 15. memberikan informasi bahwa daya motor yang dibutuhkan untuk mengangkut kapasitas 2200 ton/jam ini dibutuhkan 246 kW dengan maksimal daya motor adalah 280 kW. Dari nilai tersebut dapat terlihat pembagian daya motor tersebut, dan didapatkan bahwa

daya motor terbesar disalurkan untuk *material lift* (mengangkut material) yaitu sebesar 161,8 kW.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Hasil rancangan didapatkan untuk sistem konveyor sabuk dengan kapasitas 2200 ton/jam dibutuhkan kecepatan 1,43 m/s dengan daya motor sebesar 246 kW dan maksimum sebesar 280 kW. Dan tegangan efektif yang didapatkan adalah sebesar 49520,94 lbs dengan lebar sabuk 2000 mm.
- 2) Jumlah ply yang direkomendasikan adalah sebanyak 9-14 ply. Sedangkan di lapangan ply yang ada hanya sebanyak 5 ply. Maka akan lebih baik jika digunakan 9 ply sesuai rekomendasi untuk lebar sabuk 2000 mm.
- 3) Dari analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa desain yang kurang tepat dapat menyebabkan gangguan pada sistem konveyor sabuk yang mengakibatkan kerugian karena memerlukan biaya tambahan yang cukup mahal untuk perawatan sistem konveyor sabuk itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alspaugh, Mark. (2008). *Bulk Material Handling by Conveyor Belt 7*. USA: Colorado, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc. (SME).
- [2] Arinaldo, D., & Adiatma, J. C. (2019). *Dinamika Batu Bara Indonesia: Menuju Transisi Energi yang Adil*. Jakarta, Indonesia: Institute for Essential Services Reform (IESR).
- [3] *Belt Conveyors for Bulk Materials*. (2002). United States of America: Conveyor Equipment Manufacturers Association.
- [4] Cahyadi, D., & Azis, G. F. (n.d.). PERANCANGAN BELT CONVEYOR KAPASITAS 30 TON/JAM UNTUK ALAT ANGKUT KERTAS. *SINTEK VOL 9 NO 1*, 13-17.
- [5] Chrise, A. Y., & Syarif. (2017). PERANCANGAN BARK BELT CONVEYOR 27B KAPASITAS 244 TON/JAM. *Jom FTEKNIK Volume 4 No. 2*, 1-6.
- [6] Deodalkar, S.P. (2016). *Designing Green Cement Plants*. USA: Oxford, Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- [7] E. Fayed, Muhammad, S. Skocir, Thomas. *Mechanical Conveyors Selection and Operation*. First Edition. Taylor & Francis Group: CRC Press.
- [8] Erinofiardi. (2012). Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam. *ISSN 0216-468X*, 9.
- [9] James, D. (2008). *Perancangan Sistem Konveyor Kapasitas 1500 TPH dan Analisa Kekuatan Pin pada Rantai Reclaim Feeder*. Depok: UI.
- [10] Junkovsky, N. (1966). *Conveying Crushing Washing and Screening Machinery*. Moscow: MIR Publishers.
- [11] McGuire M., Patrick. (2010). *Conveyors Application, Selection, and Integration*. Taylor & Francis Group: CRC Press.
- [12] *OPERATION & MAINTENANCE MANUAL FOR CRUSHER UNIT*. (n.d.). PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban.
- [13] Soetjipto, Dwi. (2013). *Road to Semen Indonesia. Transformasi Korporasi Mengubah Konflik Menjadi Kekuatan*. Jakarta: PT. Kompas Media Nusantara.
- [14] Spivakovsky, A., & V, D. (n.d.). *Conveyors and Related Equipment*. Moscow: Peace Publishers.
- [15] Toha, J. (2002). *Perancangan, Pemasangan, dan Perawatan Konveyor Sabuk dan Peralatan Pendukung*. Bandung: PT. Junto Engineering.
- [16] Youssef, G. S., Taha, I., Shihata, L. A., Abdelghany, W. E., & Ebeid, S. J. (2015). Improved energy efficiency in troughed belt conveyors: Selected factors and effects. *International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR)*, 7.