

# Evaluasi Kinerja *Long Belt* Jalur 71 Untuk Pengangkutan *Limestone* di PT. Semen Padang Kecamatan Lubuk Kilangan Provinsi Sumatera Barat.

Jeffrey Leonardi Nurkamal <sup>1\*</sup>, Mulya Gusman <sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

[\\*jeffreyleonardin123@gmail.com](mailto:*jeffreyleonardin123@gmail.com)

[\\*\\*mulyagusman@ft.unp.ac.id](mailto:**mulyagusman@ft.unp.ac.id)

**Abstract.** PT Semen Padang is one of the departments in the oldest cement company in Southeast Asia, namely PT Semen Padang. The mining department is tasked with supplying the company's basic needs, namely limestone or limestone as raw material for cement production. The mining department of PT Semen Padang is located about 10 km to the east of the factory site so that in delivering limestone material PT Semen Padang uses a belt conveyor as the material conveying medium. The evaluation carried out on the belt conveyor which has a small capacity is carried out by changing the gear box specifications to a higher specification in accordance with the maximum capability of the belt so that it is expected that the speed of the conveyor belt will increase and increase the capacity of the conveyor belt so that production and material delivery can be maximized and can meet the company's limestone production target of 26,181 tons/day, in December there were several days that did not meet the production target and the lowest was only 4,500 tons/day. Recommendations to increase the productivity of the 6A1J03 belt conveyor with a speed of 1.5 m/s, an angle of 20° and a belt width of 3000 mm with a yield of 2939,632 tons/hour and for a 6A1J10 belt conveyor with a speed of 2.5 m/s, an angle of 35° and belt width 1600 mm with a yield of 2587.02 tons/hour.

**Keywords:** *Limestone, Belt Conveyor, Production, Speed*

## 1. Pendahuluan

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT Semen Padang adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining*. Kegiatan berupa perintisan, pembersihan area *drilling*, pengeboran, peledakan, pemuatan, dan pengangkutan material dari *loading area* ke *crusher* hingga pengangkutan oleh *belt conveyor* menuju storage PT. Semen Padang.

PT. Semen Padang memiliki *belt conveyor* yang sangat banyak dari *belt conveyor* lama hingga yang baru, terutama *belt conveyor* yang baru yaitu *longbelt* Jalur 71, yang memiliki panjang *belt* 2336 m sampai dengan 3041,34 m.

Dalam hal pengiriman *limestone* untuk pabrik, Departemen Tambang PT. Semen Padang melakukan proses peremukan (*crushing*) dengan menggunakan *Lime Stone Crusher* (LSC). PT. Semen Padang sendiri saat ini memiliki 3 unit *Lime Stone Crusher* (LSC). Dari 4 unit LSC (LSC II, LSC IIIA, LSC IIIB dan LSC VI) yang dimiliki

PT. Semen Padang, total *belt conveyor* yang beroperasi pada LSC tersebut berjumlah 23 *belt* dengan ukuran lebar *belt* yang berbeda. Masing – masing *belt* ada yang memiliki lebar dengan ukuran 1 meter, 1,2 meter, 1,4 meter hingga 1,8 meter. Begitu juga dengan kecepatan pada masing-masing *belt* pun berbeda, tergantung dari kemampuan *gearbox* yang terpasang pada masing – masing motor *belt conveyor*.

Pada beberapa rangkaian *belt conveyor*, ditemukan material *limestone* tumpah ke bawah rangkaian *belt*. Untuk meningkatkan produksi *limestone* maka di lakukan pengkajian evaluasi kinerja *belt conveyor*, agar target produksi tercapai. Sesuai dengan keinginan PT semen Padang.

Dalam jalur *belt conveyor* PT Semen Padang terdiri dari beberapa *belt* yang disambung-sambung satu persatu. *Belt conveyor* yang dipergunakan memiliki spesifikasi yang berbeda-beda sehingga memiliki kapasitas daya tampung meterial yang berberbeda juga sehingga mempengaruhi tonase pengiriman material dari departemen tambang

menuju *storage* PT Semen Padang. Perbedaan kapasitas *belt* mempengaruhi kinerja *belt conveyor* dalam pengiriman *limestone*.

PT. Semen Padang menggunakan *belt conveyor* kapasitas 2500 ton/jam sebagai media angkut *limestone* menuju *storage*, kinerja *belt conveyor* berhubungan erat dengan kapasitas transfer yang dapat dilakukannya disesuaikan dengan spesifikasinya. Agar dapat mengoptimalkan kapasitas alat angkut *limestone*, yang dalam hal ini menggunakan alat angkut *belt conveyor*, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja *belt conveyor* aktual dilapangan. Parameter- parameter yang digunakan untuk mendapatkan kapasitas angkut *belt conveyor* yang diinginkan antara lain kecepatan konveyor, lebar *belt*, dan sudut *idler*. Hasil dari evaluasi kinerja *belt conveyor* ini dapat menjadi rekomendasi untuk PT. Semen Padang dalam upaya mengoptimalkan kapasitas transfer *belt conveyor*.

Oleh karena itu penelitian ini sangat penting untuk mengevaluasi dan memberikan rekomendasi dalam peningkatan *belt conveyor* sehingga dapat mencapai target produksi yang diinginkan oleh perusahaan.

## 2. Kajian Pustaka

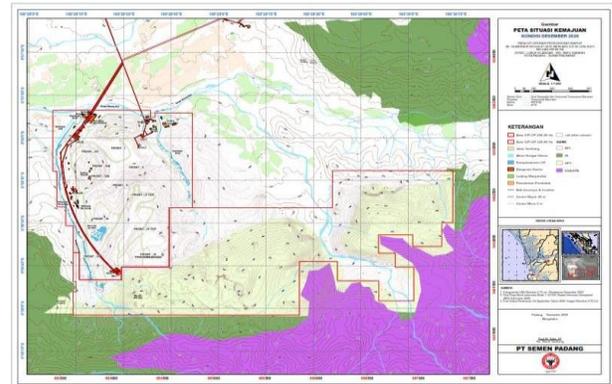
### 2.1. Kesampaian Daerah dan Lokasi Penelitian

PT. Semen Padang berlokasi di kelurahan Indarung, kecamatan Lubuk Kilangan, Kotamadya Padang, Sumatera Barat. ±15 km di sebelah timur kota Padang yang terletak pada koordinat 100°28'05" BT–100°28'55" BT dan 00°57'50" LS–00°58'55"LS dengan Ketinggian lebih kurang 225 m dari permukaan laut dengan puncak tertinggi mencapai 549 m dari permukaan laut. Indarung terletak di kaki Pegunungan Bukit Barisan, di daerah ini mengalir beberapa sungai antara lain Sungai Batang Kuranji, Sungai Batang Idas, Sungai Batang Kasumba dan Sungai Batang Arau. *Quarry* batugamping (Bukit Karang Putih) terletak di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan ±2 Km dari pabrik Semen Padang ke arah selatan Indarung yang dihubungkan dengan sebuah jalan yang terbuat dari beton.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT. Semen Padang

Peta Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Semen Padang



**Gambar 2.** Peta WIUP PT. Semen Padang

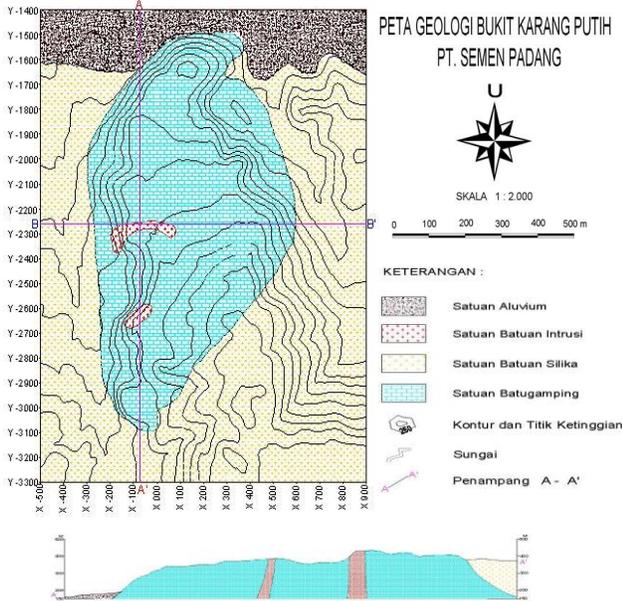
### 2.2. Struktur Geologi

#### 2.2.1 Keadaan Geologi Daerah Penelitian

Menurut penelitian Kastowo, Gerhard W leo, S Gafor, dan T.C.amin (1996), Keadaan geologi di area PT Semen Padang didominasi oleh batu kapur (*limestone*), yaitu batuan yang tersusun oleh mineral kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ), terjadi secara organik rombakan dan kimia. Jenis organik rombakan berasal dari kumpulan endapan, sisa makhluk hidup laut yang bercangkang keras.

#### 2.2.2 Geomorfologi

Secara umum, Bukit Karang Putih merupakan daerah perbukitan bergelombang hingga kemiringan yang sangat terjal dan merupakan bagian dari Bukit Barisan, dengan kemiringan lereng berkisar dari 10% - 85%, dengan ketinggian dari 225 m - 720 m dari permukaan air laut. Geologi permukaan karang putih dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber : PT. Semen Padang  
**Gambar 3.** Peta Geologi Permukaan Bukit Karang Putih

**2.2.3 Stratigrafi**

Berdasarkan ciri-ciri litologinya dan mengacu pada hasil penelitian dari Kastowo, Gerhard W leo, S Gafor, dan T.C.amin (1996), maka tatanan batuan daerah Bukit Karang Putih tersusun dari batuan tua ke yang muda, yaitu batuan kersikan dan satuan batukapur kristalin formasi kuantan, satuan konglomerat formasi Tuhur, batuan intrusi, dan satuan batu vulkanik. Statigrafi daerah Bukit Karang Putih PT Semen Padang dapat dilihat pada Gambar 4.

Unit Batuan	Tebal Rata-Rata (m)	Simbol Batuan	Pemerian	Sumber Bahan
Endapan Resen	0,8-3,0	[Symbol]	Material Timbunan/Urugan	
	0,4-2,5	[Symbol]	Lempung Residu/Foil	Alumina Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Endapan Vulkanik	13,6	[Symbol]	Tufa	Silika (SiO <sub>2</sub> )
	68,9	[Symbol]	Tufa Kersikan Tektonik Deposit (Bahan Rombakan)	
Batuan Metasedimen dan Metamorf	±360	[Symbol]	Batugamping-Mammer	Kapur Cao,Mgo
	>500	[Symbol]	Batulempung Tufaan (Batuan Kersikan)	Silika (SiO <sub>2</sub> )

Sumber : PT. Semen Padang  
**Gambar 4.** Stratigrafi Bukit Karang Putih

**2.2.4 Analisis belt conveyor**

Setiap material yang akan dipindahkan akan memiliki sifat mampu alir, *Angle of Surcharge* dan *Angle of Repose* yang berbeda dengan material lainnya tergantung karakteristiknya. Hubungan antara sifat mampu alir, karakteristik material, *Angle of Surcharge* dan *Angle of Repose* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

(Swinderman, 2004)

**Tabel 1.** Hubungan Antara Karakteristik Material, Sifat Mampu Alir, *Angle of Surcharge* dan *Angle of Repose*

Sifat Aliran				
Sangat lancar	Lancar	Normal	Kurang lancar	Tidak lancar
<i>Surcharge angle</i>				
5°	10°	20°	25°	30°
<i>Angle of repose</i>				
0-19°	20-29°	30-34°	35-39°	>40°
Karakteristik material				
Ukuran butir halus dan seragam, bentuk butir relative bulat sangat basah atau sangat kering Seperti : pasir silica, semen dan lain lain	Bentuk partikel relative bulat, permukaan kering dan licin berat jenis medium Seperti : biji-bijian dan butir kacang	Bentuk tidak beraturan granular atau bongkahan dengan berat jenis medium Seperti : batubara antasit, tanah liat dan lain-lain	Material curah secara umum Seperti : batubara bituminous, bijih tambang dan lain-lain	Bentuk tiak beraturan berserat, berserat saling mengunci Seperti : cacahan kayu pasir untuk pengecoran yang sudah dikeraskan

Sumber : Swiderman (2004)

**2.2.4.1 Karakteristik Material Angkut**

setiap material yang akan diangkut atau di pindahkan memiliki karakteristik yang berbeda baik dalam segi ukuran, jenis dan massa nya. Bentuk dan ukuran di pengaruhi oleh *crushing* karena melalui proses peremukan.

Ukuran dan bentuk sangat mempengaruhi belt conveyor dalm melakukan pengiriman material dari crusing menuju storage PT semen Padang. Tabel berikut adalah material menurut ukuran partikel dapat dilihat pada Tabel 2. (Erinofiardi, 2012)

**Tabel 2.** material menurut ukuran partikel

Jenis Material	Size of largest characteristic particle a (mm)
Gumpalan Besar	Over160
Gumpalan Sedang	60 – 160
Gumpalan Kecil	10 – 60
Butiran	0,5 – 10
Halus	Bellow 0,5

Sumber : Erinofiardi (2012)

Selain itu, material angkut juga dapat dikelompokkan berdasarkan berat jenisnya. *Limestone* dikelompokkan ke dalam kelompok material sedang yang mempunyai *density* berbeda dengan biji besi yang tergolong kelompok sangat berat. Berikut ini adalah tabel pengelompokan material berdasarkan berat jenisnya dapat di lihat pada Tabel 3. (Erinofiardi, 2012)

**Tabel 3. Material Density**

Berat	Berat, ton/m <sup>3</sup>	Material
Ringan	Sampai 0,6	<i>Saw Dust, Peat, Coke</i>
Sedang	0,6 - 1,1	<i>Wheat, Coal, Slag</i>
Berat	1,2 - 2,0	<i>Sand, Gravel, Core, Raw mix</i>
Sangat berat	Lebih 2,0	<i>Iron core, Cobbe Stone</i>

Sumber : Erinofiardi (2012)

Dari ukuran karakteristik material, akan membentuk sudut *surcharge* atau sudut tumpukan material pada bagian atas *belt conveyor*. Sudut ini menentukan luas area angkutnya. Jika ukuran material berupa butiran kecil, maka akan mengalami abrasi dan membentuk sudut *surcharge* yang kecil sedangkan jika ukuran material angkut berupa gumpalan besar tidak akan terjadi abrasi sehingga akan membentuk sudut *surcharge* yang besar dapat dilihat pada Tabel 4. (Spivakovsky A, 1928)

**Tabel 4. Sudut-sudut yang dibentuk dari ukuran karakteristik material**

Material characteristics	Angle of repose (degree)	FLOWABILITY	Angle of surcharge (degree)	Illustration
Very small rounded particles with uniform sizes and smooth surface; either very wet or very dry. Material such as cement, urea prills, wet concrete, etc	15 to 19	Very free flowing	5	
Non-spherical rounded/dry/smooth surfaced particles such as whole grains, beans, etc	20 to 29	Free flowing	12-Oct	
Granular or lumpy material having irregular shape and surface. Materials such as coal, earth, clay, cotton-seeds meal, cracked grains, certain minerals, ores, stone, etc	30 to 36	Average	20	
Granular or lumpy material having irregular shape and surface with more internal friction. Material such as coal, certain, ores, minerals, stones, etc	37 to 41	Average	25 (*)	
Irregular, stringy, fibrous and interlocking material such as tamped foundry sand, shredded canes, baggasse, wood chips, shredded rubber, etc	42 & upwards	Sluggish	30	

Sumber : Spivakovsky A (1928)

**2.2.4.2 Kapasitas Belt Conveyor**

Untuk menghitung kapasitas dari *belt conveyor* dapat dilakukan dengan rumus (dalam satuan ton/jam):

$$Q_t = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S \tag{1}$$

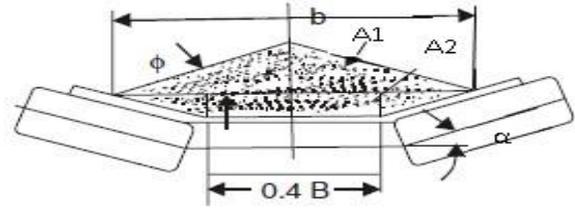
Keterangan:

$Q_t$  = Kapasitas *belt conveyor* (ton/jam)

- A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)
- V = Kecepatan (m/s)
- S = Koefisien kemiringan *belt*

**2.2.4.3 Luas Penampang (m<sup>2</sup>)**

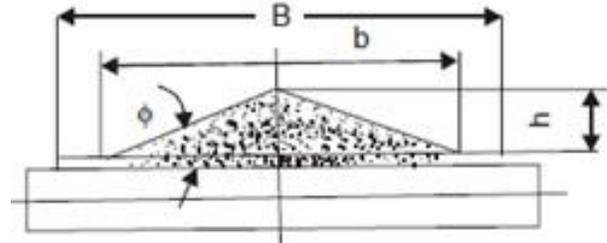
luas penampang dapat berbentuk seperti trapesium atau segitiga sama kaki dikarenakan terbentuk dari tumpahan material yang di angkut oleh *belt conveyor*. Dalam *belt conveyor* posisi kedudukan carrying roll sangat berpengaruh dalam pembentukan luas penampang akan kah segitiga sama kaki atau trapesium. Seperti pada gambar 5.



Sumber : Ray Siddhartha (2008)

**Gambar 5.** Luas Penampang Total Conveyor (Ray siddhartha, 2008)

Pada *belt conveyor*, material angkut dapat mengalir bebas dan dianggap membentuk segitiga sama kaki pada bagian atasnya (Gambar 6) dan membentuk trapesium pada bagian bawahnya. Pada luas area dipengaruhi oleh lebar *belt*, sudut tumpukan material (*surcharge*) dan sudut *repose* (sudut dari kemiringan dari *carrying roll*).



Sumber : Ray Siddhartha (2008)

**Gambar 6.** Luas Penampang Bagian Atas (Ray Siddhartha, 2008)

**2.2.4.4 Perhitungan Luas Penampang Belt**

Untuk perhitungan luas penampang dapat menggunakan rumus dibawah:

$$A = k (0.9B - 0.05) \tag{2}$$

Keterangan :

K = Koefisien section area

B = Lebar *belt* (m)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

**Tabel 5. Koefisien Section Area “K” (Fadhilla Elka Putri, 2017)**

Tipe Bel	Sudut Trough	Sudut Surcharge		
		10°	20°	30°
Flat	0°	0,0295	0,0591	0,0906
3-Idler rolls trough	10°	0,0649	0,0945	0,1253
	15°	0,0817	0,1106	0,1408
	20°	0,0963	0,1245	0,1538
	25°	0,1113	0,1381	0,1661
	30°	0,1232	0,1488	0,1754
	35°	0,1348	0,1588	0,1837
	40°	0,1426	0,1649	0,1882
	45°	0,1500	0,1704	0,1916
	50°	0,1538	0,1725	0,1919
	55°	0,1570	0,1736	0,1907
5-Idler rolls trough	60°	0,1568	0,1716	0,1869
	30°	0,1128	0,1399	0,1681
	40°	0,1336	0,1585	0,1843
	50°	0,1495	0,1716	0,1946
	60°	0,1598	0,1790	0,1989
	70°	0,1648	0,1808	0,1945

Sumber : Fadhilla Elka Putri (2017)

**2.2.4.5 Koefisien Kemiringan Belt Conveyor**

Koefisien kemiringan digunakan untuk membantu dalam perhitungan kapasitas daya tampung pada belt conveyor yang di mana kita dapat mengetahuinya dengan mencari sudut idler pada suatu belt conveyor.

Yang di mana ini sangat mempengaruhi dalam perhitungan luas penampang kerana setiap sudut idler memiliki nilai tersendiri pada tabel 6.

**Tabel 6. Koefisien Sudut Kemiringan “S”**

Sudut Kemiringan	Koefisien
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

Sumber : Fadhilla Elka Putri (2017)

**2.2.4.6 Kecepatan Belt Conveyor**

Kecepatan belt conveyor dapat dihitung berdasarkan waktu tempuh belt dari head pully sampai tail pully dengan menggunakan stopwatch. Cara pengamatannya adalah dengan menandai sisi belt dengan selotip, spidol dan cat berwarna saat belt conveyor dalam posisi diam. Kecepatan belt meningkat sebanding dengan lebar belt. Rumus kecepatan adalah:

$$V = s/t \tag{3}$$

Keterangan :

V = Kecepatan belt(m/s)

S = Panjang belt (m)

t = Waktu belt satu putaran (s)

**2.2.5 Analisis Efisiensi Kerja**

Efisiensi kerja biasanya ditentukan guna untuk menjaga umur alat, atau mengetahui kemampuan alat dalam peningkatan produksi nantinya. Efisiensi kerja dapat diketahui dengan perhitungan production rate index.

Production rate index merupakan faktor yang menunjukkan kinerja alat dalam melakukan produksi, dengan rumus sebagai berikut:

$$PRI = \frac{\text{produktivitas aktual}}{\text{kapasitas terpasang}} \times 100 \% \tag{4}$$

### 3 Metodologi Penelitian

#### 3.2 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan dalam penelitian nantinya, akan menggunakan data berupa angka-angka. Penelitian kuantitatif adalah proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis, menghitung dan mengevaluasi untuk mendapatkan hasil yang optimal pada subjek penelitian.

#### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

##### 3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas di lapangan melalui buku-buku, artikel serta laporan tugas akhir yang berkaitan. Penulis mempelajari tentang teori-teori yang berhubungan dengan *belt conveyor* dan materi-materi yang berkaitan dengan judul yang diangkat oleh penulis.

##### 3.3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah mempelajari literatur dan orientasi lapangan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Data primer diambil langsung dilapangan, sedangkan data sekunder didapat dari literatur perusahaan atau laporan perusahaan. Dalam penyelesaian masalah pada skripsi ini penulis melakukan pengambilan data antara lain :

#### 3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data menurut Hasan (2006) adalah memperkirakan atau dengan menentukan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari suatu kejadian ke suatu kejadian lainnya, serta memperkirakan/meramalkan kejadian lainnya. Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data penelitian, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data - data yang diperlukan penulis menggunakan rumus - rumus melalui literatur yang ada untuk menganalisis data. Analisis data yang dilakukan antara lain :

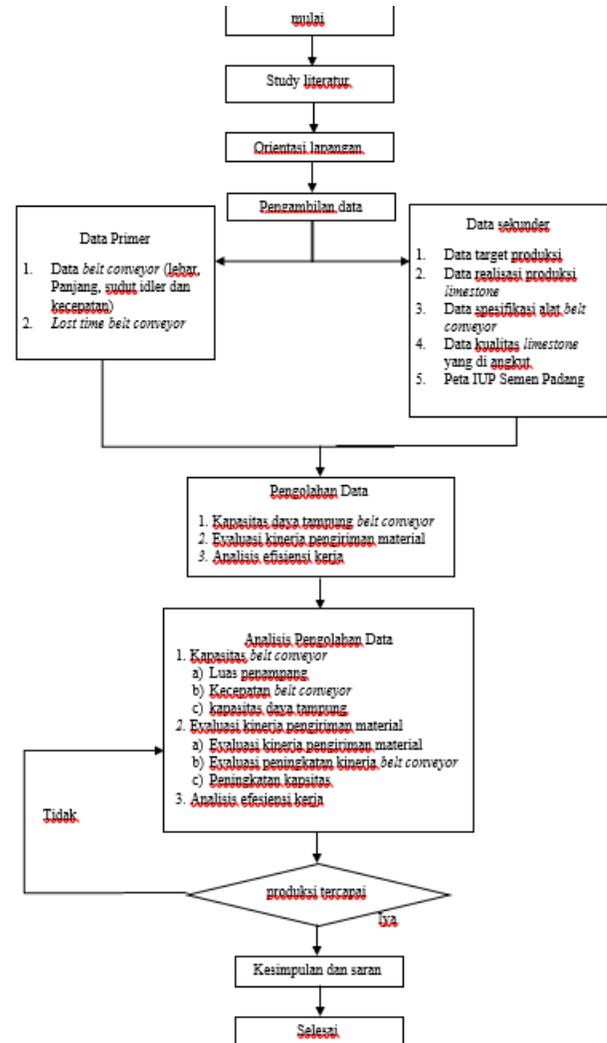
##### 3.4.1 Kapasitas *belt conveyor*

- a) Luas penampang
- b) Kecepatan *belt conveyor*
- c) kapasitas daya tampung

##### 3.4.2 Evaluasi kinerja pengiriman material

- a) Evaluasi kinerja pengiriman material
- b) Evaluasi peningkatan kinerja *belt conveyor*
- c) Peningkatan kapasitas

##### 3.4.3 Analisis efisiensi kerja



Gambar 7. Diagram Alir

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Target produksi

Pada tahun 2021 PT Semen Padang menargetkan produksi *limestone* sebesar 9.112.140 ton/tahun. Pada target produksi bulanan *limestone* PT Semen Padang tidak membagi rata target produksi tahunan ke dalam 12 bulan tetapi membagi berdasarkan banyak hari pada bulan tersebut dan adanya bulan Ramadhan serta libur lebaran. PT Semen Padang menerapkan produksi harian *limestone* sebesar 26.181 ton/hari.

Material *limestone* hasil peledakan pada *front* penambangan masih berukuran rata-rata 1 m<sup>2</sup> sehingga di perlukan proses peremukan atau pengecilan ukuran *limestone* sesuai dengan permintaan pabrik ± 50 mm

### 4.2 Kapasitas Daya Tampung *Belt Conveyor*

Kapasitas daya tampung dari *belt conveyor* di pengaruhi oleh kecepatan lebar sabuk *belt* dan bobot material yang diangkut oleh *belt conveyor*.

Untuk menghitung kapasitas dari *belt conveyor* dapat dilakukan dengan rumus (dalam satuan ton/jam) :

$$QT = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S$$

Keterangan:

QT = Kapasitas *belt conveyor* (ton/jam)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan (m/s)

S = Koefisien kemiringan *belt*

Berdasarkan spesifikasi *belt conveyor* yang penulis dapatkan dari PT. Semen Padang, dapat di ketahui kpsitas teoritis daya tampung material *limestone* yang dapat diangkut oleh *belt conveyor* saat ini.

#### 4.2.1 Luas Penampang *Belt Conveyor*

Untuk perhitungan luas penampang dapat menggunakan rumus dibawah:

$$A = k (0.9B - 0.05)$$

Keterangan :

K = Koefisien section area

B = Lebar *belt* (m)

A = Luas penampang *belt* (m<sup>2</sup>)

**Tabel 7. Luas penampang *belt conveyor***

belt	Surcharge	Trough	K	lebar	(0,9B)	(0,9B-0,05)	A
6AIJ03	20	20	0,1245	3	2,7	2,65	0,329925
6AIJ04	20	35	0,1588	1,2	1,08	1,03	0,163564
6AIJ05	20	35	0,1588	1,2	1,08	1,03	0,163564
6AIJ06	20	35	0,1588	1,6	1,44	1,39	0,220732
6AIJ07	20	35	0,1588	1,2	1,08	1,03	0,163564
6AIJ08	20	35	0,1588	1,2	1,08	1,03	0,163564
6AIJ10	20	35	0,1588	1,8	1,62	1,57	0,249316

Luas penampang *belt conveyor* yang mengantarkan material *limestone* dari *crushing plant* yang berada di departemen tambang PT. Semen Padang menuju *limestone storage* pabrik PT. Semen Padang.

#### 4.2.2 Perhitungan kecepatan

Kecepatan pada *belt conveyor* dapat dihitung berdasarkan waktu jarak tempuh *belt* dari *head pully* sampai *tail pully* dengan menggunakan *stopwatch*. Cara pengamatannya adalah memberi tanda pada sisi *belt* dengan selotip, spidol ketika *belt conveyor* dalam posisi diam. Rumus kecepatan adalah :

$$V = s/t$$

Keterangan :

V = Kecepatan *belt*(m/s)

S = Panjang *belt* (m)

t = Waktu *belt* satu putaran (s)

**Tabel 8 . Kecepatan *belt conveyor***

nama belt	waktu(s)	panjang belt(m)	kecepatan (v)
6AIJ03	86,16666667	70	0,81237911
6AIJ04	610,53333333	3041,34	4,981447914
6AIJ05	479,53333333	2336	4,871402753
6AIJ06	18,18266667	41,8	2,298892718
6AIJ07	910,2	3958	4,348494836
6AIJ08	88,36666667	439,94	4,978574123
6AIJ10	254	339,94	1,338346457

#### 4.2.3 Kapasitas Daya Tampung

Kapasitas merupakan hasil dari *belt conveyor* dalam pengangkutan material, yaitu (dalam satuan ton/jam) :

$$QT = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S$$

Keterangan:

Qt = Kapasitas *belt conveyor* (ton/jam)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan (m/s)

S = Koefisien kemiringan *belt*

**Tabel 9. Kapasitas daya tampung *belt conveyor***

nama belt	A	v	γ	s	QT
6AIJ03	0,329925	1,483868472	1,65	1	1592,064
6AIJ04	0,163564	4,981447914	1,65	0,9	4355,844
6AIJ05	0,163564	4,871402753	1,65	0,98	4638,251
6AIJ06	0,220732	2,298892718	1,65	1	3014,189
6AIJ07	0,163564	4,348494836	1,65	0,81	3422,143
6AIJ08	0,163564	4,978574123	1,65	0,97	4691,923
6AIJ10	0,249316	1,338346457	1,65	1	1982,007

#### 4.2.4 Efisiensi kinerja *belt conveyor*

Efisiensi kerja digunakan mengetahui kemampuan alat dalam peningkatan produksi nantinya.

*Production rate index* merupakan faktor yang menunjukkan kinerja alat dalam melakukan produksi, agar dapat menegahui tingkat produksi suatu alat, dengan rumus sebagai berikut:

$$PRI = \frac{\text{produktivitas aktual}}{\text{kapasitas teoritis}} \times 100 \%$$

Tabel 10. Efisiensi kinerja *belt conveyor*

belt	kapasitas terpasang	Kapasitas teoritis	PRI (%)
6AIJ03	2939,63175	1592,063617	54,15860735
6AIJ04	4372,06572	4355,843532	99,62895829
6AIJ05	4760,693784	4638,251361	97,42805505
6AIJ06	3015,640584	3014,188774	99,95185732
6AIJ07	3934,859148	3422,142937	86,96989673
6AIJ08	4712,115276	4691,923036	99,57148246
6AIJ10	2961,87408	1982,00684	66,91732283

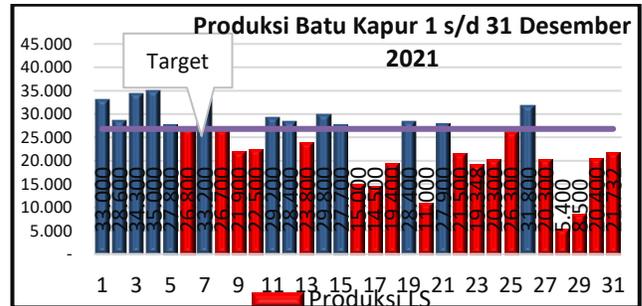
4.2.5 Produksi *limestone* PT Semen Padang

PT. Semen padang merencanakan target produksi *limestone* dengan target harian, target *limestone* di 26.805 perhari. Namun ketercapaian produksi di semen padang masih ada yang di bawah target yang di mana produksi terendah mencapai 5.400 ton/hari pada tanggal 28 desember 2021 yang dimana jauh dari target yang di tetapkan oleh PT Semen Padang.

Berikut tabel dan grafik produksi dalam 1 bulan penelitian dapat di lihat pada tabel dan grafik dibawah ini :

Tabel 11. Tabel Produksi *Limestone*

Tanggal	Produksi LS	Target LS Per Hari
1	33.000	26.805
2	28.600	26.805
3	34.300	26.805
4	35.000	26.805
5	27.800	26.805
6	26.800	26.805
7	33.200	26.805
8	26.700	26.805
9	21.900	26.805
10	22.500	26.805
11	29.200	26.805
12	28.400	26.805
13	23.800	26.805
14	29.800	26.805
15	27.700	26.805
16	15.000	26.805
17	14.500	26.805
18	19.400	26.805
19	28.400	26.805
20	11.000	26.805
21	27.900	26.805
22	21.500	26.805
23	19.348	26.805
24	20.300	26.805
25	26.300	26.805
26	31.800	26.805
27	20.300	26.805
28	5.400	26.805
29	8.500	26.805
30	20.400	26.805
31	21.732	26.805



Gambar 8. Diagram produksi *limestone*

4.3 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas *Belt Conveyor*

4.3.1 Cuaca

Cuaca sangat mempengaruhi seperti hujan lebat. Karena hujan dapat menghambat lajunya produksi ketika hujan lebat jalan tambang berkabut dan berbahaya sehingga ketika tidak memungkinkan maka produksi dihentikan ini menyebabkan produktivitas *belt conveyor* menurun.

4.3.2 Maintenance

Kegiatan untuk merawat dan memelihara agar kondisi *belt conveyor* selalu baik , perawatan dan perbaikan biasanya di lakukan pada *belt* ketika terjadi kerusakan yang menyebabkan *belt conveyor* di hentikan.

Dalam perawatan semen padang selalu melakukan perawatan terjadwal 1 minggu 2 kali pengecekan agar menghindari kerusakan yang menyebabkan *belt conveyor* berhenti.

Hal hal di lapangan yang kadang tidak dapat diprediksi, kerusakan yang sering terjadi di *belt conveyor* sehingga harus memberhentikan *belt conveyor*, yaitu : kerusakan pada *idler*, *belt* mengelip, kerusakan pada *belt damage*, *belt* yang robek, sampai pada *belt* yang harus di ganti. Berikut perbaikan pada *belt* mengelip sampai pada penggantian *belt*.



Gambar 9. Perbaikan pada *belt* yang mengelip



**Gambar 10.** Penggantian *belt conveyor*

4.3.3 *Other Downtime*

*Other downtime* adalah waktu lainnya di luar operasional yang menghambat kerja. Adapun jenis waktu hambatannya adalah sebagai berikut :

1. Penggantian waktu pekerja / *shift*  
 Menghentikan pekerjaan atau membiarkan pekerjaan yang belum selesai karena pergantian *shift* sudah menjadi kebiasaan. Sehingga pekerjaan yang belum selesai menjadi terbengkalai untuk beberapa saat pengantian waktu pekerja.
2. Keterlambatan suku cadang atau tempat pengambilan yang jauh.  
 Pada saat perbaikan terhadap keusakan ini hal yang sering terjadi karena suku cadang lama datang dan tempat pengambilannya jauh sehingga memakan waktu yang lama agar perbaikan nya selesai.

**4.4 Pembahasan**

**4.4.1 Evaluasi kinerja pengiriman material oleh *belt conveyor***

4.4.1.1 Evaluasi kinerja pengiriman material saat ini

Kinerja pengiriman material oleh *belt conveyor* di pengaruhi oleh luas penampang dari *belt* dan kecepatan dari *belt conveyor*. PT Semen Padang memiliki *belt* yang sangat banyak dan penulis lebih memfokuskan pada jalur *belt* 71 sampai *storage* indarung VI.

Sebanyak 7 jalur *belt* yang menghantarkan material *limestone* dari *crushing plant* menuju *limestone storage* pabrik. Sehingga kinerja sebuah *crushing plant* dalam memperkecil ukuran *limestone* dibatasi oleh kemampuan daya tampung terkecil yang dimiliki oleh *belt conveyor* dalam satu jaringan *belt*.

PT. Semen Padang membagi *belt conveyor* yang menghantarkan material *limestone* menuju *storage* pabrik kedalam beberapa jalur pengiriman. Jalur pengiriman yang dimiliki oleh PT. Semen Padang adalah:

1. Jalur Tambang

Jalur tambang dimulai dari LSC VI dengan kemampuan produksi maksimum sebesar 2000 ton/jam dan

MS 1 dengan kemampuan produksi sebesar 1800 ton/jam sampai dengan terminal Batu Gadang. Adapun daya tampung teoritis *belt conveyor* yang berada pada jalur tambang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 12. Kapasitas daya tampung *belt* jalur tambang**

No	Kode <i>Belt Conveyor</i>	Kapasitas <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)
1	6AIJ03	1592,064

Berdasarkan hasil tabel, diketahui bahwa kapasitas daya tampung teoritis dari *belt conveyor* yang berada pada jalur tambang dapat, menghantarkan material apabila *crushing plant* bekerja maksimal, Kapasitas terkecil dalam jalur ini yaitu 6AIJ03 memiliki kapasitas daya tampung sebesar 1592,064 ton/jam.

2. Jalur Batu Gadang

Jalur Batu Gadang merupakan jalur yang meliputi kode *belt conveyor* 6AIJ04, 6AIJ05 dan 6AIJ06. Adapun kapasitas teoritis pada jalur batu gadang dapat dilihat pada tabel di bawah ini

**Tabel 13. Kapasitas daya tampung *belt* jalur batu gadang**

Berdasarkan hasil tabel, daya tampung teoritis *belt*

No	Kode <i>Belt Conveyor</i>	Kapasitas <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)
1	6AIJ04	4355,843532
2	6AIJ05	4638,251361
3	6AIJ06	3014,188774

*conveyor* pada jalur batu gadang dapat mengantarkan material *limestone* dengan baik dan maksimal. Kapasitas terkecil dalam jalur ini yaitu 6AIJ06 yang memiliki kapasitas daya tampung sebesar 3014,188774 ton/jam.

3. Jalur Pabrik

Jalur pabrik merupakan jalur *belt conveyor* yang di mulai dari batu gadang menuju pabrik PT Semen Padang. Adapun kapasitas daya teoritis *belt conveyor* yang berada pada jalur barik dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 15. Kapasitas daya tampung *belt* jalur pabrik**

No	Kode <i>Belt Conveyor</i>	Kapasitas <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)
1	6AIJ07	3422,142937

Berdasarkan hasil tabel, diketahui adanya *belt conveyor* yang mempunyai kapasitas penghantar material *limestone*. Kapasitas dalam jalur ini yaitu *belt* 6AIJ07 yang memiliki kapasitas daya tampung sebesar 3422,142937 ton/jam.

4. Jalur Storage

Jalur storage merupakan jalur yang mengantarkan material langsung menuju *storage* indarung IV. Adapun kapasitas daya teoritis *belt conveyor* yang berada pada jalur barik dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 16. Kapasitas daya tampung *belt* jalur *storage***

No	Kode <i>Belt Conveyor</i>	Kapasitas <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)
1	6AIJ08	4691,923036
2	6AIJ10	1982,007

Berdasarkan hasil tabel, diketahui adanya *belt conveyor* yang mempunyai kapasitas penghantar material *limestone*. Kapasitas terkecil dalam jalur ini yaitu *belt* 6AIJ10 yang memiliki kapasitas daya tampung sebesar 1982,007ton/jam

4.4.1.2 Evaluasi peningkatan kinerja *belt conveyor*

Dengan peningkatan evaluasi kinerja *belt conveyor* dapat memaksimalkan *belt* dalam pengiriman *limestone* dari *crushing plant* menuju *storage* indarung VI PT Semen Padang.

Terdapat 2 *belt conveyor* yang kapasitas nya tidak sesuai dengan kpsitas rancangan *belt conveyor* sebesar 2500 ton/jam. 2 *belt* yang tidak sesuai yaitu *belt* dengan kode 6AIJ03 dan 6AIJ10.

Peningkatan kpsitas pada *belt* 6AIJ03 dan 6AIJ10 dapat di lakukan dengan meningkatkan kecepatan *belt*. Peningkatan kecepatan dari *belt* dapat di lakukan dengan upaya meningkatkan spesifikasi *gearbox* yang di gunakan.

a. Peningkatan kapasitas *belt* 6AIJ03

1) Spesifikasi *belt conveyor*

Lebar <i>belt</i> (m)	Koefisien <i>belt</i>	D drive pulley (m)	R driver pulley (m)	Gearbox (rpm)	Luas penampang (m <sup>2</sup> )
3	1	0,8	0,4	19,39	0,329925

2) Peningkatan kecepatan *belt conveyor*

Kecepatan *belt* 6AIJ03 dapat ditingkatkan dengan meningkatkan spesifikasi *gearbox*. Peningkatan spesifikasi dari 19,39 rpm menjadi 30,5 rpm akan meningkatkan kecepatan *belt conveyor* dari 0,81237911 m/s menjadi 1,277 m/s.

Sebelum penaikan	Setelah penaikan
$V = r \times RPM \times 0,10472$ $= 0,4 \times 19,39 \times 0,10472$ $= 0,81237911 \text{ m/s}$	$V = r \times RPM \times 0,10472$ $= 0,4 \times 30,5 \times 0,10472$ $= 1,27 \text{ m/s}$

3) Peningkatan kapasitas *belt conveyor*

Setelah kecepatan *belt* 6AIJ03 yang di tingkatkan dari dari 0,81237911 m/s menjadi 1,277 m/s,

kapasitas daya tampung teoritis *belt conveyor* secara langsung terjadi peningkatan, seperti perhitungan berikut :

Sebelum penaikan	Setelah penaikan
$QT = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S$ $= 3600 \times 0,32 \times 0,812379$ $\times 1,65 \times 1$ $= 1592,064 \text{ ton/jam}$ Dimana : <ul style="list-style-type: none"> <li>Jari-jari drive pulley : 0,4 m</li> <li>n gearbox : 19,39 rpm</li> </ul>	$QT = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S$ $= 3600 \times 0,32 \times 1,277 \times$ $1,65 \times 1$ $= 2503,751 \text{ ton/jam}$ Dimana : <ul style="list-style-type: none"> <li>jari-jari drive pulley : 0,4 m</li> <li>n ge arbox : 30,5 rpm</li> </ul>

6AIJ03 mengalami peningkatan kapasitas daya tampung secara teoritis dari sebelumnya sebesar 1592,064 ton/jam menjadi 2503,751 ton/jam sehingga pengiriman material menjadi maksimal.

b. Peningkatan kapasitas *belt* 6AIJ10

1) Spesifikasi *belt conveyor*

Lebar <i>belt</i> (m)	Koefisien <i>belt</i>	D drive pulley (m)	R driver pulley (m)	Gearbox (rpm)	Luas penampang (m <sup>2</sup> )
1,8	1	0,8	0,4	31,95	0,249316

2) Peningkatan kecepatan *belt conveyor*

Kecepatan *belt* 6AIJ10 dapat ditingkatkan dengan meningkatkan spesifikasi *gearbox*. Peningkatan spesifikasi dari 31,95 rpm menjadi 41,5 rpm akan meningkatkan kecepatan *belt conveyor* dari 1,338346457 m/s menjadi 1,738352 m/s.

Sebelum penaikan	Setelah penaikan
$V = r \times RPM \times 0,10472$ $= 0,4 \times 31,95 \times 0,10472$ $= 1,338346457 \text{ m/s}$	$V = r \times RPM \times 0,10472$ $= 0,4 \times 41,5 \times 0,10472$ $= 1,738352 \text{ m/s}$

3) Peningkatan kapasitas *belt conveyor*

Setelah kecepatan *belt* 6AIJ03 yang di tingkatkan dari dari 1,338346457 m/s menjadi 1,738352 m/s, kpsitas daya tampung *belt conveyor* secara langsung terjadi peningkatan, seperti perhitungan berikut :

Sebelum penaikan	Setelah penaikan
$QT = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S$ $= 3600 \times 0,32 \times 1,3383 \times$ $1,65 \times 1$ $= 1982,007 \text{ ton/ jam}$ Dimana : <ul style="list-style-type: none"> <li>Jari-jari drive pulley : 0,4 m</li> <li>n gearbox : 31,95 rpm</li> </ul>	$QT = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S$ $= 3600 \times 0,32 \times 1,738 \times$ $1,65 \times 1$ $= 2574,39 \text{ ton/jam}$ Dimana : <ul style="list-style-type: none"> <li>jari-jari drive pulley : 0,5 m</li> <li>n gearbox : 41,5rpm</li> </ul>

Belt conveyor 6A1J10 mengalami peningkatan kapasitas daya tampung dari sebelumnya 1982,007 ton/ jam menjadi 2574,39 ton/jam sehingga pengiriman material menjadi maksimal.

4.4.1.3 Upaya Meningkatkan Kinerja *Belt Conveyor*

Perhitungan kapasitas dari belt conveyor PT. Semen Padang menunjukkan bahwa target produksi tidak tercapai oleh karena itu dilakukan perencanaan variasi perhitungan pada kapasitas belt conveyor terhadap kecepatan belt conveyor, lebar belt, dan sudut idler sehingga dapat dilakukan analisis terhadap kapasitas belt conveyor 6A1J03 dan 6A1J10.

Variasi kecepatan pada belt 6A1J03 dilakukan pada nilai berkisar 1 m/s hingga 2,5 m/s dengan skala 0,5 m/s. nilai variasi kecepatan belt yang akan digunakan yaitu 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s dan 2,5m/s.

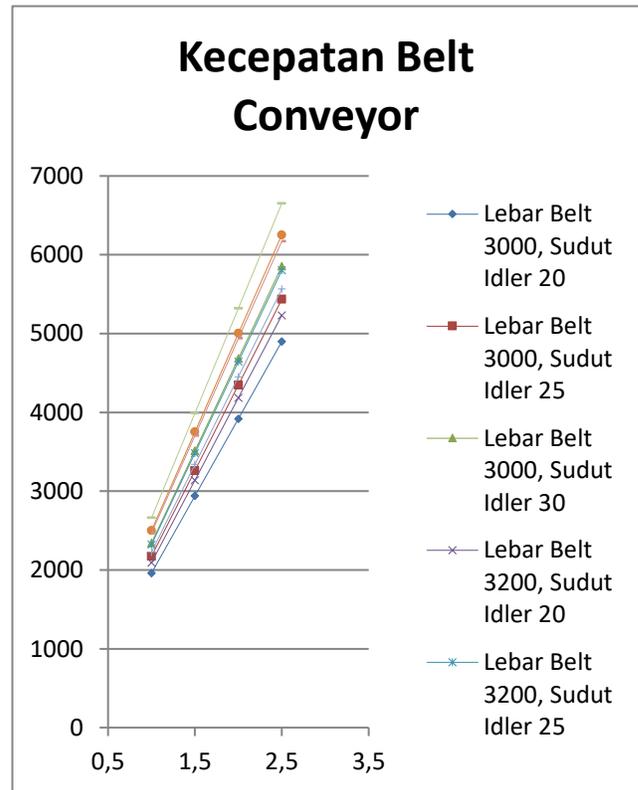
Variasi lebar belt dilakukan pada nilai 3000 mm, 3200 m dan 3400 mm sesuai dengan rekomendasi yang disarankan.

Variasi sudut idler dilakukan pada nilai 20°, 25° dan 30° sesuai dengan standar yang digunakan PT. Semen Padang untuk mengurangi tumpahan material.

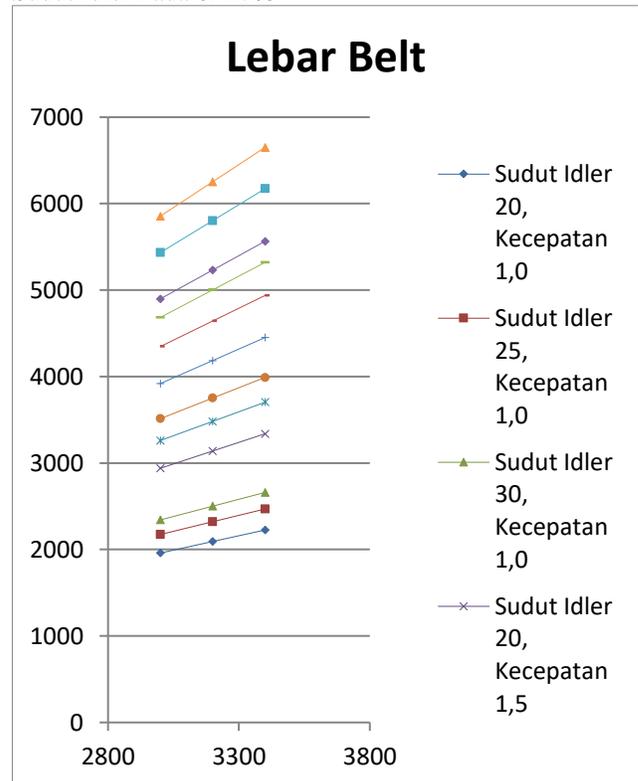
Sedangkan variasi kecepatan pada belt 6A1J10 dilakukan pada nilai berkisar 2 m/s hingga 4 m/s dengan skala 0,5 m/s. nilai variasi kecepatan belt yang akan digunakan yaitu 2,5 m/s, 3 m/s, 3,5 m/s dan 4 m/s.

Variasi lebar belt dilakukan pada nilai 1200 mm, 1400 m dan 1600 mm sesuai dengan rekomendasi yang disarankan.

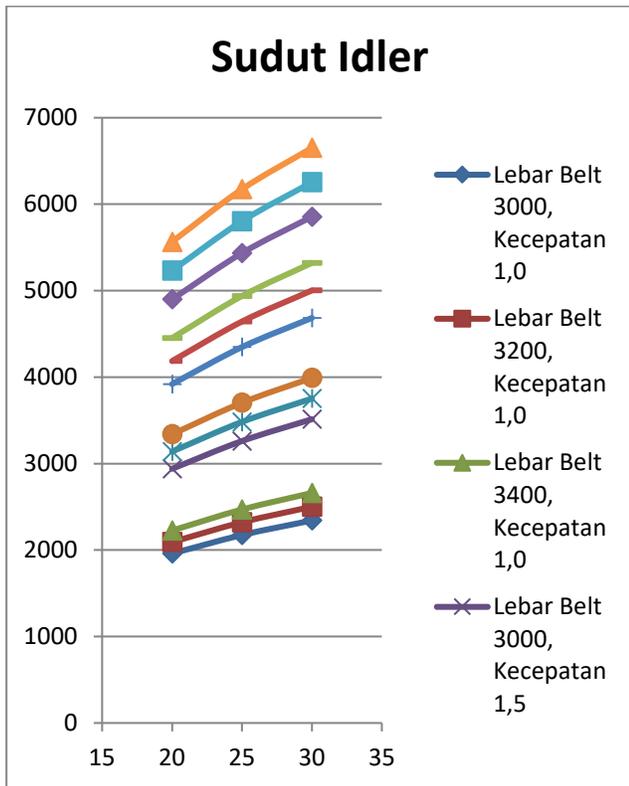
Variasi sudut idler dilakukan pada nilai 35°, 40° dan 45° sesuai dengan standar yang digunakan PT. Semen Padang dan amerika (eropa) untuk mengurangi tumpahan material.



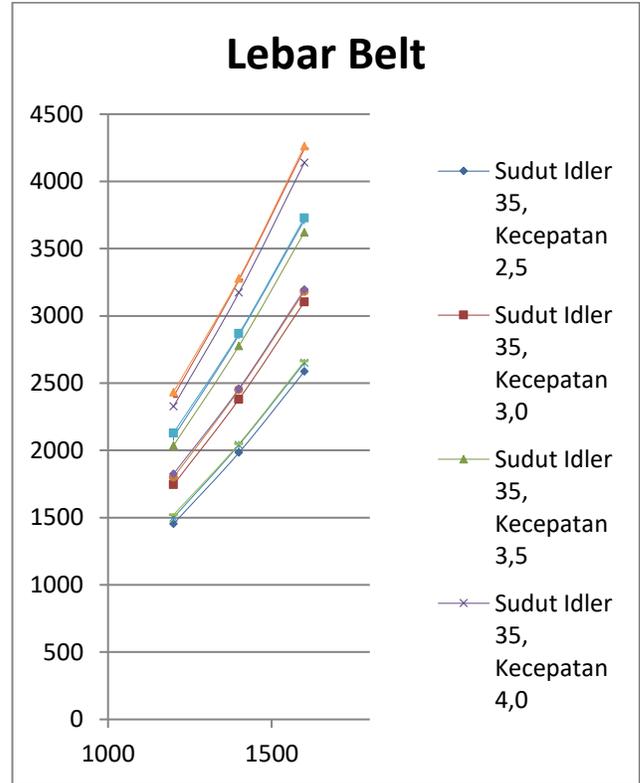
Gambar 11. Pengaruh Kecepatan Terhadap Lebar Belt Dan Sudut Idler Pada 6A1J03



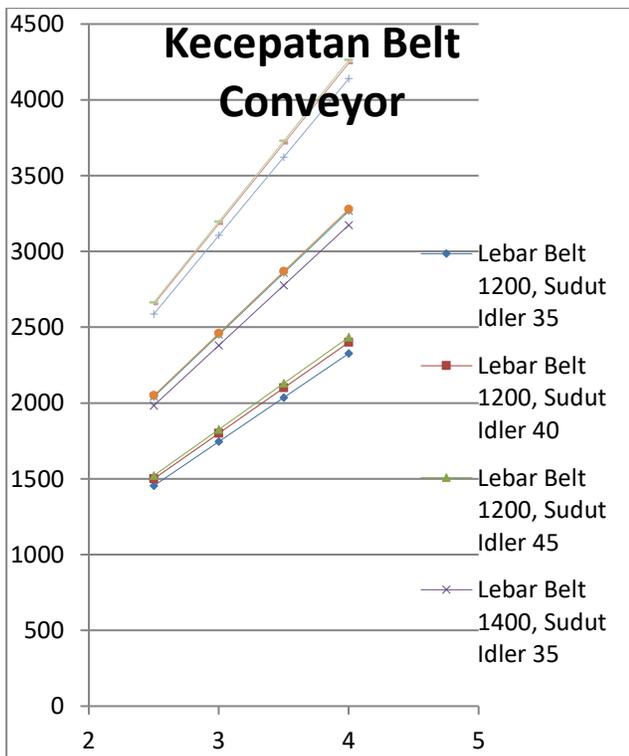
Gambar 12. Pengaruh Lebar Belt Terhadap Lebar Belt Dan Sudut Idler Pada 6A1J03



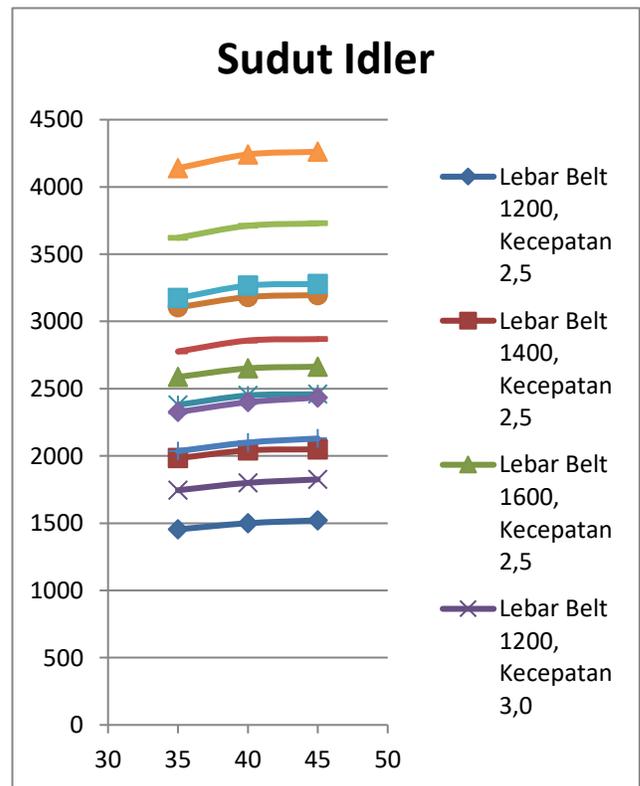
Gambar 13. Pengaruh Sudut Idler Terhadap Lebar Belt Dan Lebar Belt Pada 6A1J03



Gambar 15. Pengaruh Lebar Belt Terhadap Lebar Belt Dan Sudut Idler Pada 6A1J10



Gambar 14. Pengaruh Kecepatan Terhadap Lebar Belt Dan Sudut Idler Pada 6A1J10



**Gambar 16.** Pengaruh Sudut *Idler* Terhadap Lebar *Belt* Dan Lebar *Belt* Pada 6AIJ10

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

maka dapat di simpulkan :

1. Kapasitas produksi pada *belt conveyor* dari *crusher* VI menuju *storage limestone* indarung VI

no	Nama <i>Belt Conveyor</i>	Daya tampung (ton/jam)
1	6AIJ03	1592,063
2	6AIJ04	4355,843
3	6AIJ05	4638,251
4	6AIJ06	3014,188
5	6AIJ07	3422,142
6	6AIJ08	4691,923
7	6AIJ10	1982,00684

2. Pada tahun 2021 PT Semen Padang menargetkan produksi *limestone* sebesar 9.112.140 ton/tahun. PT Semen Padang menerapkan produksi harian *limestone* sebesar 26.181 ton/hari.
3. Upaya peningkatan *belt* yang dibawah kapasitas 2500 ton/jam dengan peningkatan kecepatan *belt* 6AIJ03 yang di tingkatkan dari dari 0,81237911 m/s menjadi 1,277 m/s sehingga peningkatan kapasitas daya tampung secara teoritis dari sebelumnya sebesar 1592,064 ton/jam menjadi 2503,751 ton/jam. Peningkatan Setelah kecepatan *belt* 6AIJ10 yang di tingkatkan dari dari 1,338346457 m/s menjadi 1,738352 m/s, sehingga mengalami peningkatan kapasitas daya tampung dari sebelumnya 1982,007 ton/ jam menjadi 2574,39 ton/jam
4. Rekomendasi untuk meningkatkan produktivitas *belt conveyor* 6AIJ03 dengan kecepatan 1,5 m/s, sudut 20° dan lebar *belt* 3000 mm dengan hasil 2939,632 ton/jam dan untuk *belt conveyor* 6AIJ10 dengan kecepatan 2,5 m/s, sudut 35° dan lebar *belt* 1600 mm dengan hasil 2587,02 ton/jam

### 5.2 Saran

1. Agar rencana target produksi yang akan dikirim menuju *storage* tercapai dari *crusher* VI harus memenuhi kapasitas produksi 2000 ton/jam dan kapasitas yang terpasang pada *belt conveyor* 2500 ton/ jam atau lebih dari kapasitas yang terpasang pada *belt conveyor*.

2. Untuk *belt* yang tidak memenuhi kapasitas yang terpasang sebesar 2500 ton/jam maka dari itu sebaiknya dilakukan penambahan kecepatan pada *belt* yang tidak memenuhi kapasitas daya tampung agar dapat meningkatkan kapasitas daya tampung pada *belt conveyor* yang tidak memenuhi kapasitas yang di tetapkan.
3. Untuk upaya peningkatan pada *Belt* 6AIJ03 peningkatan spesifikasi dari 19,39 rpm menjadi 30,5 rpm akan meningkatkan kecepatan *belt conveyor* dari 0,81237911 m/s menjadi 1,277 m/s, dan upaya peningkatan spesifikasi pada *Belt* 6AIJ10 dari dari 31,95 rpm menjadi 41,5 rpm akan meningkatkan kecepatan *belt conveyor* dari 1,338346457 m/s menjadi 1,738352 m/s.

## 6. Daftar Pustaka

- [1]. Alfian, H. 2011. *Analisa Pengaruh Ukuran Butir dan Tingkat Kelembaban Pasir Terhadap Performansi Belt Conveyor pada Pabrik Pembuatan TiangBeton*. Jurnal Dinamis Fakultas Teknik Usu, Volume.II No.8. Medan
- [2]. Anonim. 2011. *Conveyor and Elevator Belt Handbook*. Association for Rubber Products Manufacturers, Inc : Indianapolis
- [3]. CEMA. (2007). *Belt Conveyor for Bulk Materials Six Edition 2<sup>nd</sup> Printing*. USA: Conveyor Equipment Manufacturers Association.
- [4]. Charles. GW.1964. *Material and Belt Conveyor*. Milwaukee Sewerage Commission : United States
- [5]. Conveyor Equipment Manufacturer Association (CEMA),2002, *Belt Conveyor for Bulk Material*, USA
- [6]. Erinofiardi. (2012). *Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.3, No.3 Tahun 2012 : 450-458. ISSN 0216 468X
- [7]. Hartman, H.L. 1992. *SME Mining Engineering Handbook*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc : Colorado
- [8]. Hasan, Iqbal. 2006. *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara
- [9]. Ilhami,P., Tamrin, K ., Mulya, G. (2017). *Kajian Teknis Kinerja Alat Transport Rubber Bel Conveyor pada Pengiriman Batu Kapur ke Storage Pabrik di Departemen Tambang PT. Semen Padang*. Jurnal Bina Tambang, Vol. 3, No. 3. ISSN: 2302-3333

- [10]. Kastowo, Gerhard W. Leo, S. Gafoer dan T.C. Amin. 1996. *Peta geologi lembar Padang, Sumatera*
- [11]. Siddhartha, Ray. (2008). *Introduciton to Material Handling*. New Age International.KOLKATA
- [12]. Suharsimi Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Rineka Cipta
- [13]. Swinderman. 2004. *Belt Conveyors for Bulk Materials*. Conveyor Equipment Manufacturers Association: United States
- [14]. Wahyu Gusri Andra. (2017). *Analisa Tegangan Tarik Pada Belt Conveyor Pengangkut Batu Bara 5f1j13 Di Pemeliharaan Mesin Cement Mill V Pt Semen Padang*. Laporan Pengalaman Lapangan Industri
- [15]. Zainuri, M.A. 2006. *Mesin Pemindah Bahan*. CV.Andi Offset : Yogyakarta