

Kajian Teknis Produktivitas Dan Efisiensi Kerja Belt Conveyor Dalam Pengiriman *Limestone* & *Silicastone* Ke Storage Indarung Pada Pt. Semen Padang Sumatera Barat

Fadhilla Elka Putri^{1*}, and Rijal Abdullah¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*fadhillaquetri21@gmail.com

Abstract. *PT. Semen Padang has a 31-lane conveyor system for limestone transportation and 6 lanes for transport of silicastone delivered from 4 units of limestone crusher, 1 unit of mosher silica to 5 industrial plants. Belt conveyor at PT. Semen Padang has different sizes so that the capacity of each belt for the delivery of raw materials will differ according to the delivery path. Therefore, production capacity of conveyor belt will depend on its minimum production capacity. PT. Semen Padang in the long-term 5 years plan to increase production target of 12,300.00 tons in 2021. Thus, it is necessary a technical study and evaluation so that belt conveyor can be used. In this research, combined between theory with field data, so get problem solving approach. And the results of data processing will be analyzed for subsequent to be generated a recommendation. Based on the results of research conducted can be summed up some of the following. First, the minimum production capacity of conveyor belt in limestone delivery is 1,744,954 ton / hour and silicastone 1,484,922 ton / hour. Second, the design of a limestone delivery line is a new belt carry connecting A1J12C-6A1J07 and A1J12B-A4J13. Third, several anticipations in increasing production targets include: adding mosher silica to the pit limit area, crushing conveying need for maintenance before operation, decrease material size before entering the hopper.*

Keywords: Productivity, Work Efficiency, Belt Conveyor, Limestone, Silicastone

1. Pendahuluan

Kekayaan sumber daya alam di Indonesia dan kemajuan teknologi yang semakin canggih sekarang ini telah memberikan dampak yang sangat positif pada segala bidang, khususnya pada kemajuan dibidang industri dan pertambangan. Contohnya PT. Semen Padang, merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri semen.

PT. Semen Padang merupakan salah satu *operating company* PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, selain Semen Tonasa, Semen Gresik, dan Thang Long Cement yang bergerak dibidang pertambangan batu kapur sebagai bahan galian utamanya. Selain itu, PT. Semen Padang juga memproduksi batu silika dan basalt. Bahan galian tersebut diperoleh dari hasil penambangan yang terletak di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

Area Bukit Karang Putih, terbagi atas dua blok penambangan, yakni blok *eksisting* dan *pit limit*, saat ini

masih aktif sebagai area produksi batu kapur dan batu silika dengan estimasi cadangan batu kapur di area *eksisting* diperhitungkan akan habis pada tahun 2020. Tahun 2017 penambangan batu kapur telah mulai difokuskan di area *pit limit* sebagai mengurangi aktifitas produksi di area *eksisting* (bawah). Pada saat cadangan di area *eksisting* habis di tahun 2020, kebutuhan bahan baku selanjutnya akan disuplay dari area *pit limit* (sekitar 40%) dan area Bukit Tajarang (sekitar 60%)^[1].

Kegiatan produksi PT. Semen Padang menggunakan dua jenis alat transportasi material *limestone* diantaranya yaitu, alat transportasi yang mengangkut material dari *front* penambangan menuju *crusher* untuk dilakukan reduksi ukuran material seperti *dumpruck* dan alat transportasi yang mengangkut material hasil *crusher* menuju *storage* seperti *belt conveyor*.

PT. Semen Padang mempunyai 4 unit *crusher*, yakni *crusher* II, *crusher* IIIA, *cusher* IIIB, dan *cusher* IV yang akan mensuplai batu kapur menggunakan *belt conveyor*

ke lima pabrik produksi, yaitu produksi Indarung II, III, IV, V, dan VI. Sementara, unit pengolahan silika menggunakan *masher II* dan *secondary crusher II*.

Rencana Jangka Panjang 5 tahun yang telah ditetapkan oleh manajemen, PT. Semen Padang akan terus menaikkan kapasitas produksi dengan mulai dioperasikannya pabrik baru Indarung VI di awal tahun 2017 dan optimalisasi serangkaian pabrik *eksisting* (pabrik Indarung II, III, IV, dan V) hingga tercapai target 12.300.000 ton/tahun pada tahun 2021. Peningkatan kapasitas pabrik secara langsung akan berpengaruh terhadap kenaikan kebutuhan bahan baku yang akan disuplai oleh Dapertemen Tambang^[1]. Peningkatan rencana produksi bahan baku dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana Produksi Bahan Baku s.d 5 Tahun Kedepan (2018-2022)

Bahan Galian	Area	Cadangan 2017 (Ton)	Target Produksi Tahun (x 10 ⁵ Ton)					Sisa Cadangan Tahun 2022
			2018	2019	2020	2021	2022	
Batu Kapur	Eksisting	10.784.591	3.918,8	4.120	2.060	-	-	605.791
	Pt Limb	51.134.248	2.969,1	3.090	2.090	3.690	3.690	34.605.148
	Tajarang	377.632.565	2.969,1	3.090	5.150	8.610	8.610	349.203.465
Total		419.511.404	9.897	10.300	10.300	12.300	12.300	384.414.404
Batu Silika	Pt Limb	8.132.177	793,06	273,6	273,6	292,8	321,6	6.389.515
		4.591.118	279,96	684	684	732	804	1.447.149
		TOTAL	12.923.295	1.073,02	957,6	957,6	1.024,6	1.125,6

Perusahaan menggunakan *belt conveyor* untuk pengiriman *limestone* dan *silicestone* dari *crusher* menuju storage. Beberapa *belt conveyor* berada di jalur depan (jalur dari *crusher II*) dan jalur belakang (jalur dari *crusher IIIA*, *crusher IIIB*, dan *crusher VI*). Kedua jalur tersebut akan berakhir di stasiun *belt conveyor* dimana pada stasiun tersebut material yang diangkut akan di transfer menuju jalur A4J12P, 6A1J07, atau A1J12B yang menentukan kemana material tersebut akan dikirim.

PT. Semen Padang dapat melakukan proses penambangan batu kapur dan batu silika dengan produktivitas yang tinggi, didukung oleh 4 *unit* alat muat, 12 *unit* alat angkut, 4 *unit crusher* batu kapur serta 1 *unit masher II* dan *secondary crusher II* milik perusahaan. Namun, produktivitas penambangan batu kapur dan batu silika yang tinggi di PT. Semen Padang dibatasi oleh kinerja *belt conveyor*. *Belt conveyor* pada PT. Semen Padang memiliki ukuran yang berbeda-beda sehingga kapasitas yang dimiliki per masing-masing *belt* untuk pengiriman *limestone* dan *silicestone* akan berbeda sesuai jalur pengirimannya. Untuk itu kapasitas produksi *belt conveyor* tersebut akan bergantung kepada kapasitas produksi per jalurnya.

Berdasarkan pengamatan penulis di lapangan, *belt conveyor* di PT. Semen Padang juga terkadang berhenti beroperasi karena terjadi gangguan sehingga pengiriman batu kapur terhambat.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas produksi *belt conveyor* dalam pengiriman *limestone* dan *silicestone* menuju storage Indarung pada PT. Semen Padang, perancangan jalur pengiriman *limestone* dan *silicestone* serta mengetahui beberapa upaya dalam peningkatan target produksi bahan baku di PT. Semen Padang.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi PT. Semen Padang terletak di Indarung, sekitar ± 15 Km di sebelah timur Kota Padang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

Indarung terletak di Kaki Bukit Barisan yang membujur dari Utara ke Selatan, secara geografis terletak antara garis meridian 01°04'30"LS sampai 01°06'30"LS dan 100°15'30"BT sampai 100°18'30"BT^[2].

Lokasi penambangan PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, sekitar ± 2 Km di sebelah Selatan Indarung. Secara geografis Karang Putih terletak antara koordinat 0°57'50,58"LS sampai 0°57'51,66"LS dan 100°28'8,56"BT sampai 100°28'51,79"BT.



Gambar 1. Lokasi PT. Semen Padang

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret tahun 2018. Lokasi penelitian di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis data yang diperoleh maka penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian terapan (*applied research*).

Dimana penelitian terapan dilakukan dengan tujuan menerapkan, menguji, dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang diterapkan dalam memecahkan masalah-masalah praktis^[3].

Dalam penyusunan Artikel, penulis menggabungkan antara teori dan kenyataan di lapangan yang didapat dari data primer melalui pengamatan secara langsung di lapangan dan data sekunder yang didapat dari perusahaan.

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dari studi literatur lalu pengamatan langsung di lapangan, serta mengambil data primer berupa kecepatan masing-masing rangkaian *belt conveyor*, waktu kerja efektif *belt conveyor*, tonase

limestone dan *silicestone* di *storage*. Data sekunder berupa spesifikasi *belt conveyor*, berat jenis *limestone & silicestone*, peta jalur pengiriman *limestone & silicestone*, dan pengembangan PT. Semen Padang (rencana produksi jangka panjang 5 tahun PT. Semen Padang).

3.3 Tahap Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan dengan menghitung kecepatan masing-masing rangkaian *belt conveyor* dengan menggunakan alat pengukur waktu. Selanjutnya dengan menggunakan perhitungan terhadap aspek-aspek teknis yang mempengaruhi kapasitas *belt conveyor* diantaranya perhitungan luas penampang *belt*^[4], perhitungan koefisien kemiringan *belt*, dan densitas *limestone* serta *silicestone*. Hasil perhitungan tersebut dinamakan kapasitas *belt conveyor*. Dari hasil kapasitas masing-masing *belt conveyor*, dapat diketahui kapasitas *belt conveyor* per jalur pengirimannya, dilihat dari nilai terkecil *belt conveyor* per jalur pengiriman tersebut^[5].

Untuk perhitungan produktivitas aktual *belt conveyor* didapatkan dari hasil perhitungan melalui saat proses pengiriman material berlangsung, dimana jumlah tonase *limestone & silicestone* diangkat ke *storage* Indarung dibagi dengan waktu kerja efektif *belt conveyor*, sehingga didapat hasil perhitungan produktivitas aktual *belt conveyor* yaitu dengan satuan ton/jam.

Hasil perhitungan produktivitas aktual *belt conveyor* digunakan untuk mendapatkan efisiensi kerja *belt conveyor* per jalur pengiriman, dimana produktivitas aktual *belt conveyor* dibagi dengan kapasitas produksi *belt conveyor* yang terpasang. Selanjutnya, merancang jalur pengiriman *limestone & silicestone*, serta mengkaji antisipasi peningkatan target produksi.

3.4 Tahap Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, 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:

Analisis Kapasitas Produksi *Belt Conveyor*

Kapasitas pengangkutan *belt conveyor* per satuan waktu diatur oleh kecepatan *belt*, jenis pembawa, sudut kemiringan/penurunan, karakteristik dan bentuk material yang akan diangkut, dll^[5]. Namun untuk keperluan umum kapasitas dapat dihitung dengan rumus, (*Bridgestone Conveyor Belt Handbook*, 2007), sebagai berikut:

$$Q_t = 3600 \times A \times V \times \gamma \times S \quad (1)$$

Keterangan:

- Q_t = Produktivitas (kapasitas) *belt conveyor* (ton/jam)
- A = Luas penampang *belt* (m²)
- V = Kecepatan *belt* (m/s)
- γ = Berat jenis material (ton/m³)
- S = Koefisien kemiringan *belt*

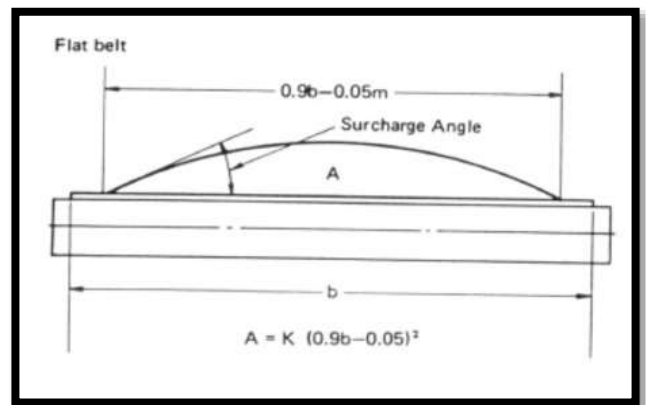
Luas Penampang *Belt Conveyor*^[6]

Luas penampang melintang adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3 di bawah ini. Biasanya dihitung dari bagian atas jika muatannya yang disebut “busur”, dan bagian dasarnya disebut “trapesium”, perhitungan luas penampang dihitung dengan rumus, (*Bridgestone Conveyor Belt Handbook*, 2007), yaitu:

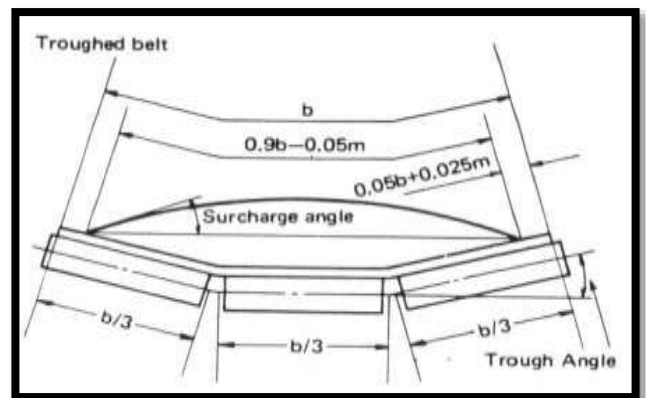
$$A = K (0,9B - 0,05)^2 \quad (2)$$

Keterangan:

- A = Luas penampang (m²)
- K = Koefisien *section area*
- B = Lebar *belt* (m)



Gambar 2. Cross Section Area



Gambar 3. Load Cross Section

Nilai koefisien *section area* “K” didapat dari Tabel 2 berikut memnerikan nilai numerik sehubungan dengan pengaturan *belt* pembawa dan sudut kemiringan material^[6].

Tabel 2. Koefisien *Section Area* “K”

Tipe Bel	Sudut Trough	Sudut Surchage		
		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

Kemiringan sudut *idler* juga berpengaruh terhadap kapasitas angkut suatu *belt conveyor*, semakin besar sudut kemiringan *idler* maka akan semakin meningkatkan kapasitas angkut *belt conveyor*. Hal ini karena besarnya kemiringan sudut *idler* berpengaruh pada luas penampang material pada *belt conveyor*^[7].

Kecepatan *Belt Conveyor*

Kecepatan *belt conveyor* merupakan dapat dihitung berdasarkan waktu tempuh *belt* dari ujung alat hingga mencapai ujung lainnya dengan menggunakan *stopwatch*. Cara pengamatannya adalah dengan menandai sisi *belt* dengan selotip berwarna saat *belt conveyor* dalam posisi diam^[8]. Kecepatan *belt* meningkat sebanding dengan lebar *belt*^[9]. Rumus kecepatan adalah^[10]:

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

Keterangan:

V = Kecepatan (m/s)

S = Jarak perpindahan *belt* (m)

t = Waktu (s)

Berat Jenis Material

Berat jenis dari setiap bahan curah adalah beratnya per satuan volume, termasuk ruang antara benjolan individu dari bahan yang diangkut. Perhatikan bahwa berat jenis material tampak berbeda dari berat jenis material yang sebenarnya.

Nilai γ adalah densitas material dalam keadaan *loose cubic meters*. Dalam hal ini *density* material *limestone* sebesar 1,65 ton/m³, dan material *silicstone* sebesar 1,55 ton/m³.

Koefisien Kemiringan *Belt Conveyor*

Kapasitas sabuk berjalan bervariasi dalam kaitannya dengan kemiringan/penurunan sudut. Semakin curam lereng, semakin sedikit jumlah material yang bisa diangkut.

Tabel 3. 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

Analisis Produktivitas Aktual *Belt Conveyor*

Perhitungan produktivitas *belt conveyor* aktual dilakukan dengan cara menentukan jumlah batubara yang telah dimuat dalam satu kali proses pemuatan material kedalam *storage* dibagi dengan waktu kerja *belt conveyor*^[11]. Banyaknya muatan batu kapur di dalam *storage* dihitung berdasarkan pengamatan di *storage*. Produktivitas *belt conveyor* aktual ditentukan menggunakan persamaan:

$$\text{Produktivitas aktual} : \frac{\text{tonase batu kapur di dalam storage}}{\text{waktu kerja belt conveyor}} \tag{4}$$

Keterangan:

Produktivitas aktual = ton/jam

Tonase batu kapur di dalam *storage*= ton

Waktu kerja *belt conveyor* = jam

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*.

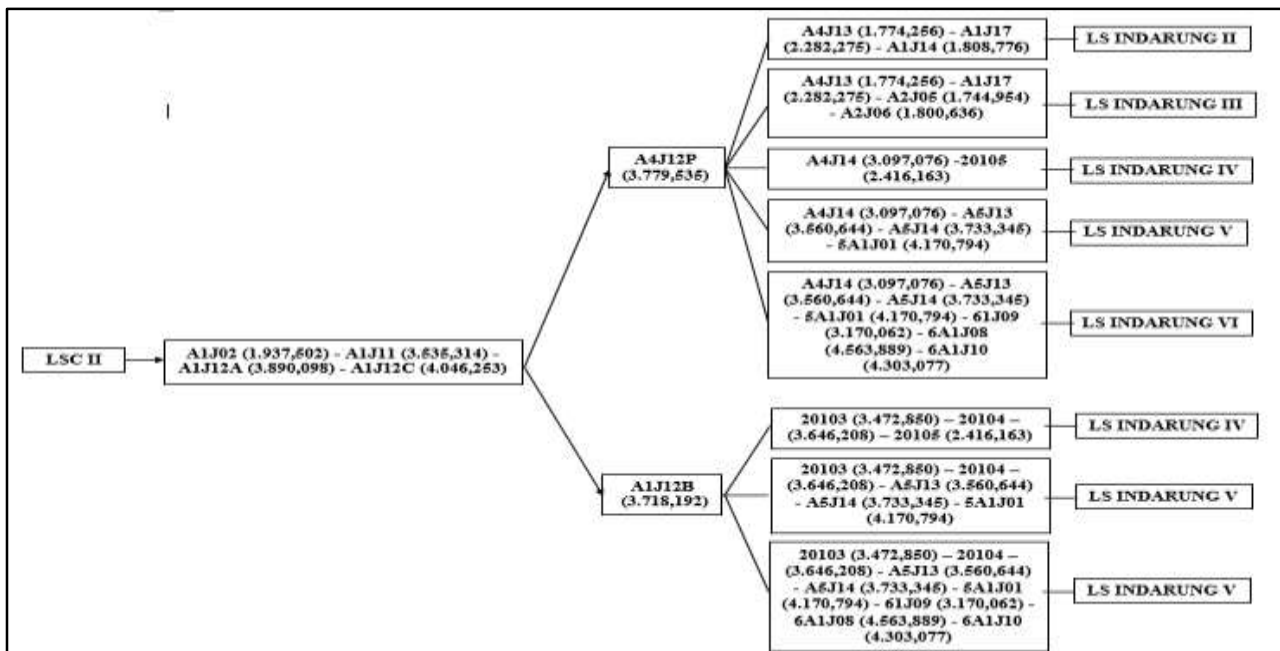
Production rate index merupakan faktor yang menunjukkan kinerja alat dalam melakukan produksi, dengan rumus sebagai berikut:

$$PRI = \frac{\text{produktivitas aktual}}{\text{kapasitas terpasang}} \times 100 \% \quad (5)$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Produktivitas Belt Conveyor

4.1.1 Produktivitas Belt Conveyor dalam Pengiriman Limestone



Gambar 4. Jalur Pengiriman Limestone dari Crusher II Menuju Storage Limestone Indarung II, III, IV, V, dan VI

Belt Conveyor A1J02

Diketahui:

Tipe belt conveyor : three section idler
Trough angle : 30°
Surcharge angle : 15°
Lebar belt : 1.800 mm = 1,8 m

$$\begin{aligned} A &= K (0,9B - 0,05)^2 \\ &= 0,136 ((0,9 \times 1,8 \text{ m}) - 0,05)^2 \\ &= 0,33523 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan belt conveyor dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ V &= \frac{3 \text{ meter}}{3,082 \text{ sekon}} \\ V &= 0,973 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

Besar sudut kemiringan belt conveyor A1J02 sebesar 0° maka berdasarkan tabel koefisien kemiringan belt adalah 1^[12].

Pengiriman limestone pada PT. Semen Padang ditransfer dari 4 unit crusher (crusher II, crusher IIIA, crusher IIIB, dan crusher VI) menuju 5 pabrik industri (limestone Indarung II, limestone Indarung III, limestone Indarung IV, limestone Indarung V, dan limestone Indarung VI). Ada 31 jalur pengiriman limestone dari crusher menuju storage di PT. Semen Padang dengan 31 rubber belt conveyor dengan ukuran yang berbeda-beda.

1. Crusher II Menuju Storage Limestone

Jalur pengiriman dari crusher II menuju storage Indarung di PT. Semen Padang ada 8 jalur pengiriman. Jalur pengiriman tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

$$\begin{aligned} Q_t &= 3600 \times A \times V \times \gamma \times S \\ &= 3600 \times 0,33523 \text{ m}^2 \times 0,973 \text{ m/s} \times 1,65 \text{ ton/m}^3 \times 1 \\ &= 1.937,502 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Belt Conveyor A1J11

Diketahui:

Tipe belt conveyor : three section idler
Trough angle : 30°
Surcharge angle : 15°
Lebar belt : 1.800 mm = 1,8 m

$$\begin{aligned} A &= K (0,9B - 0,05)^2 \\ &= 0,136 ((0,9 \times 1,8 \text{ m}) - 0,05)^2 \\ &= 0,33523 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan belt conveyor dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ V &= \frac{5 \text{ meter}}{2,563 \text{ sekon}} \\ V &= 1,951 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

Besar sudut kemiringan *belt conveyor* A1J11 sebesar 14° maka berdasarkan tabel koefisien kemiringan *belt* adalah 0,91.

$$\begin{aligned} Q_t &= 3600 \times A \times V \times \gamma \times S \\ &= 3600 \times 0,3352 \text{ m}^2 \times 1,951 \text{ m/s} \times 1,65 \text{ ton/m}^3 \times 0,91 \\ &= 3.535,314 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Belt Conveyor A1J12A

Diketahui:

Tipe *belt conveyor* : three section idler
Trough angle : 30°
Surcharge angle : 15°
Lebar *belt* : 1.800 mm = 1,8 m

$$\begin{aligned} A &= K (0,9B - 0,05)^2 \\ &= 0,136 ((0,9 \times 1,8 \text{ m}) - 0,05)^2 \\ &= 0,33523 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan *belt conveyor* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ V &= \frac{5 \text{ meter}}{2,483 \text{ sekon}} \\ V &= 2,014 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

Besar sudut kemiringan *belt conveyor* A1J12A sebesar 7° maka berdasarkan tabel koefisien kemiringan *belt* adalah 0,97.

$$\begin{aligned} Q_t &= 3600 \times A \times V \times \gamma \times S \\ &= 3600 \times 0,3352 \text{ m}^2 \times 2,014 \text{ m/s} \times 1,65 \text{ ton/m}^3 \times 0,97 \\ &= 3.890,098 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Belt Conveyor A1J12C

Diketahui:

Tipe *belt conveyor* : three section idler
Trough angle : 30°
Surcharge angle : 15°
Lebar *belt* : 1.800 mm = 1,8 m

$$\begin{aligned} A &= K (0,9B - 0,05)^2 \\ &= 0,136 ((0,9 \times 1,8 \text{ m}) - 0,05)^2 \\ &= 0,33523 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan *belt conveyor* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ V &= \frac{2 \text{ meter}}{0,984 \text{ sekon}} \end{aligned}$$

$$V = 2,032 \text{ m/s.}$$

Besar sudut kemiringan *belt conveyor* A1J12C sebesar 0° maka berdasarkan tabel koefisien kemiringan *belt* adalah 1.

$$\begin{aligned} Q_t &= 3600 \times A \times V \times \gamma \times S \\ &= 3600 \times 0,3352 \text{ m}^2 \times 2,014 \text{ m/s} \times 1,65 \text{ ton/m}^3 \times 1 \\ &= 4.046,253 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kapasitas Produksi *Belt Conveyor* dari *Crusher II* ke *Limestone Storage* Indarung

No	Kode Belt	A	V	S	Qt
1	A1J02	0,33523	0,973	1	1.937,502
2	A1J11	0,33523	1,951	0,91	3.535,314
3	A1J12A	0,33523	2,014	0,97	3.890,098
4	A1J12C	0,33523	2,032	1	4.046,253
5	A4J12P	0,14428	4,500	0,98	3.779,535
6	6A1J07	0,15574	5,020	0,81	3.761,627
7	A1J12B	0,33523	1,925	0,97	3.718,192
8	A4J13	0,19912	1,500	1	1.774,256
9	A1J17	0,19912	1,969	0,98	2.282,275
10	A1J14	0,09826	3,099	1	1.808,776
11	A2J05	0,14428	2,099	0,97	1.744,954
12	A2J06	0,14428	2,101	1	1.800,636
13	A4J14	0,14428	3,805	0,95	3.097,976
14	20105	0,19912	2,106	0,97	2.416,163
15	20103	0,33523	1,798	0,97	3.472,850
16	20104	0,33523	1,948	0,94	3.646,208
17	A5J13	0,33523	1,965	0,91	3.560,644
18	A5J14	0,33523	2,016	0,93	3.733,345
19	5A1J01	0,40215	1,746	1	4.170,794
20	6A1J09	0,33523	1,592	1	3.170,062
21	6A1J08	0,15574	5,086	0,97	4.563,889
22	6A1J10	0,36185	2,002	1	4.303,077

Keterangan:

A = Luas penampang (m²)

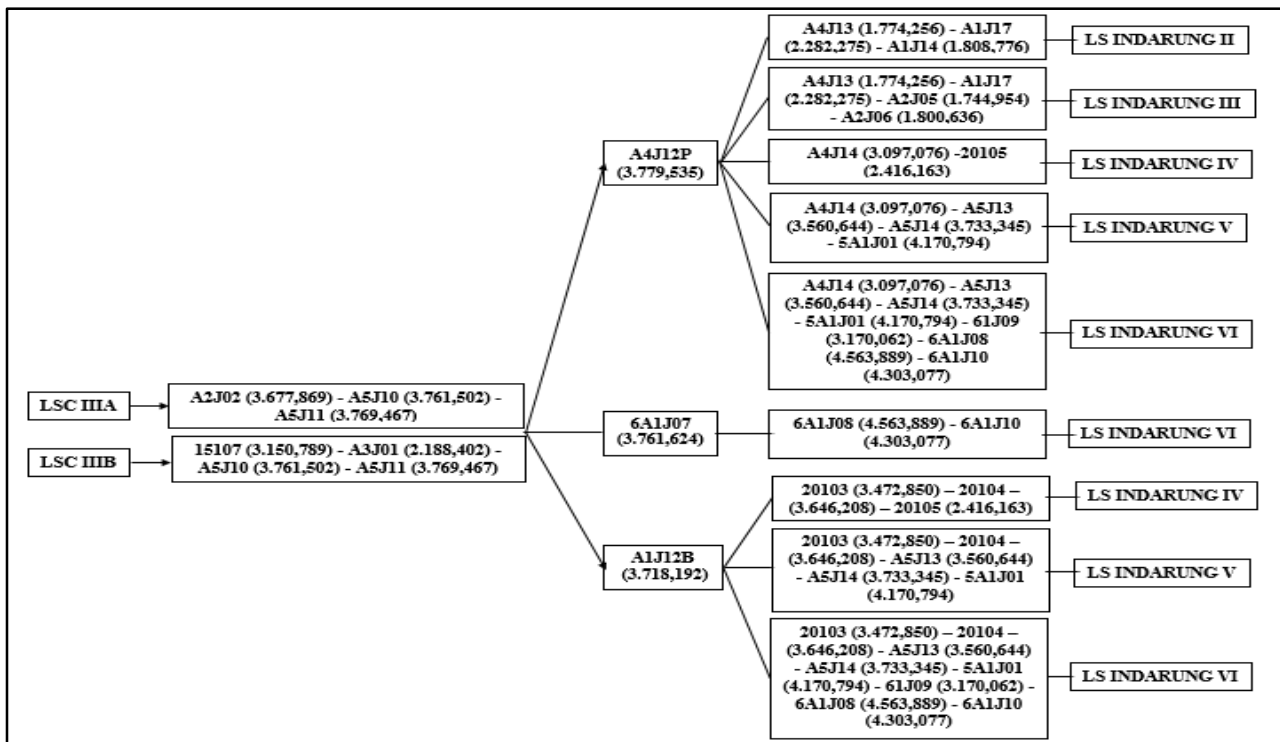
V = Kecepatan (m/s)

S = Koefisien kemiringan *belt*

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

2. *Crusher IIIA* dan *IIIB* Menuju *Storage* Indarung

Jalur pengiriman dari *crusher IIIA* dan *IIIB* menuju *storage* Indarung di PT. Semen Padang ada 18 jalur pengiriman. Jalur pengiriman tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jalur Pengiriman *Limestone* dari *Crusher* IIIA dan IIIB Menuju *Storage Limestone* Indarung II, III, IV, V, dan VI

Belt Conveyor A2J02

Diketahui:

- Tipe belt conveyor : three section idler
- Trough angle : 30°
- Surcharge angle : 15°
- Lebar belt : 1.800 mm = 1,8 m

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

$$= 0,136 ((0,9 \times 1,8 \text{ m}) - 0,05)^2$$

$$= 0,33523 \text{ m}^2$$

Kecepatan belt conveyor dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V = \frac{s}{t}$$

$$V = \frac{5 \text{ meter}}{2,540 \text{ sekon}}$$

$$V = 1,847 \text{ m/s.}$$

Besar sudut kemiringan belt conveyor A1J12A sebesar 0° maka berdasarkan tabel koefisien kemiringan belt adalah 1.

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

$$= 3600 \times 0,3352 \text{ m}^2 \times 1,847 \text{ m/s} \times 1,65 \text{ ton/m}^3 \times 1$$

$$= 3.677,869 \text{ ton/jam}$$

Hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kapasitas Produksi Belt Conveyor dari Crusher II ke Limestone Storage Indarung

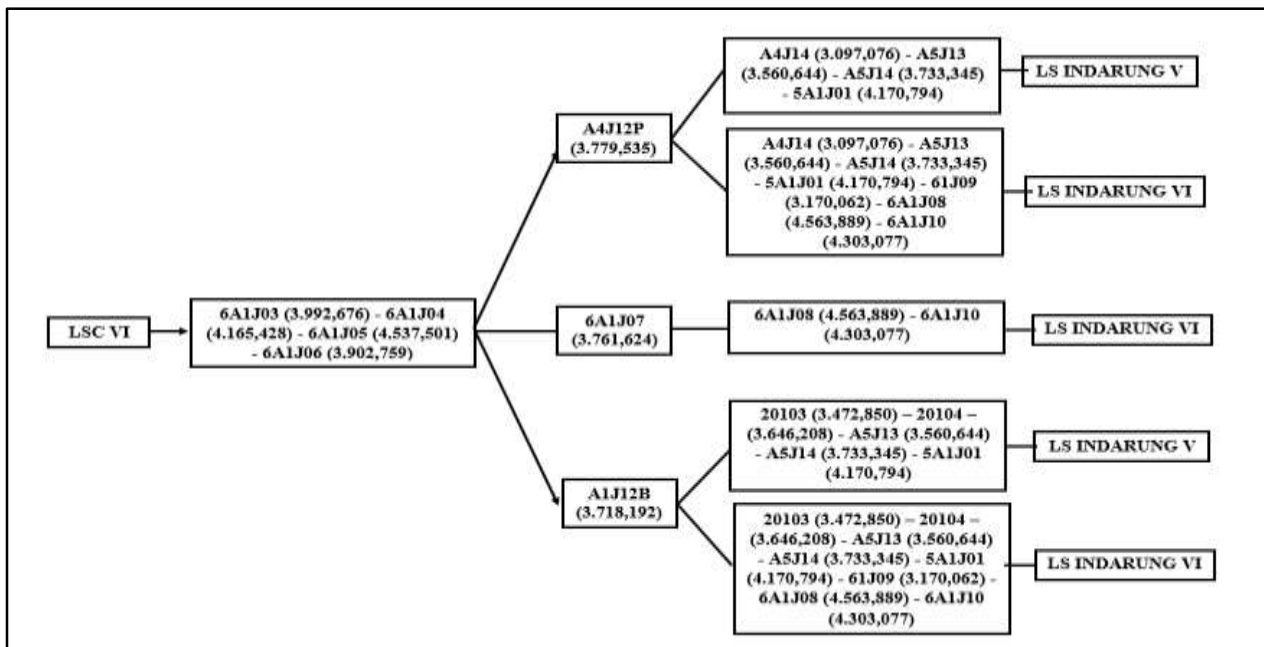
No	Kode Belt	A	V	S	Qt
1	A2J02	0,33523	1,847	1	3.677,869
2	A5J10	0,33523	1,889	1	3.761,502
3	A5J11	0,33523	1,893	1	3.769,467
4	15107	0,40215	1,319	1	3.150,789
5	A3J01	0,33523	1,099	1	2.188,402

Keterangan:

- A = Luas penampang (m²)
- V = Kecepatan (m/s)
- S = Koefisien kemiringan belt
- Qt = Kapasitas belt conveyor (ton/jam)

3. Crusher VI Menuju Limestone Storage Indarung

Jalur pengiriman dari crusher VI menuju storage Indarung di PT. Semen Padang ada 5 jalur pengiriman. Jalur pengiriman tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Jalur Pengiriman *Limestone* dari *Crusher VI* Menuju *Storage Limestone Indarung V*, dan *VI*

Belt Conveyor 6A1J03

Diketahui:

Tipe *belt conveyor* : *three section idler*

Trough angle : 20°

Surcharge angle : 15°

Lebar *belt* : 3.000 mm = 3 m

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

$$= 0,1104 ((0,9 \times 3 \text{ m}) - 0,05)^2$$

$$= 0,77528 \text{ m}^2$$

Kecepatan *belt conveyor* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V = \frac{s}{t}$$

$$V = \frac{5 \text{ meter}}{5,768 \text{ sekon}}$$

$$V = 0,867 \text{ m/s.}$$

Besar sudut kemiringan *belt conveyor* A1J12A sebesar 0° maka berdasarkan tabel koefisien kemiringan *belt* adalah 1.

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

$$= 3600 \times 0,77528 \text{ m}^2 \times 0,867 \text{ m/s} \times 1,65 \text{ ton/m}^3 \times 1$$

$$= 3.992,676 \text{ ton/jam}$$

Hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 6. Kapasitas Produksi *Belt Conveyor* dari *Crusher VI* Menuju Batu Gadang

No	Kode Belt	A	V	S	Qt
1	6A1J03	0,77528	0,867	1	3.992,676
2	6A1J04	0,15574	5,003	0,9	4.165,428
3	6A1J05	0,15574	5,005	0,98	4.537,501
4	6A1J06	0,26277	2,500	1	3.902,759

Keterangan:

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan (m/s)

S = Koefisien kemiringan *belt*

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

Secara teoritis, kapasitas *belt conveyor* per jalur dapat dilihat dari kapasitas *belt conveyor* terkecil untuk masing-masing rangkaian jalur pengiriman. Berikut adalah produktivitas *belt conveyor* secara teoritis dari masing-masing jalur pengiriman pada Tabel 7 di bawah^[13].

Tabel 7. Kapasitas *Belt Conveyor* Per Jalur Pengiriman *Limestone*

No	Jalur Pengiriman (Crusher – Belt Utama - Storage)	Kapasitas <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)
1	LSC II – A4J12P – IND II	1.774,256
2	LSC II – A4J12P – IND III	1.744,854
3	LSC II – A4J12P – IND IV	1.937,502
4	LSC II – A4J12P – IND V	1.937,502
5	LSC II – A4J12P – IND VI	1.937,502
6	LSC II – A1J12B – IND IV	1.937,502
7	LSC II – A1J12B – IND V	1.937,502
8	LSC II – A1J12B – IND VI	1.937,502
9	LSC IIIA – A4J12P – IND II	1.774,256
10	LSC IIIA – A4J12P – IND III	1.744,954
11	LSC IIIA – A4J12P – IND IV	2.416,163
12	LSC IIIA – A4J12P – IND V	3.097,976
13	LSC IIIA – A4J12P – IND VI	3.097,976
14	LSC IIIA – A1J12B – IND IV	2.416,163
15	LSC IIIA – A1J12B – IND V	3.472,850
16	LSC IIIA – A1J12B – IND VI	3.170,062
17	LSC IIIA – 6A1J07 – IND VI	3.677,869
18	LSC IIIB – A4J12P – IND II	1.774,256
19	LSC IIIB – A4J12P – IND III	1.744,954
20	LSC IIIB – A4J12P – IND IV	2.188,402
21	LSC IIIB – A4J12P – IND V	2.188,402
22	LSC IIIB – A4J12P – IND VI	2.188,402
23	LSC IIIB – A1J12B – IND IV	2.188,402
24	LSC IIIB – A1J12B – IND V	2.188,402
25	LSC IIIB – A1J12B – IND VI	2.188,402
26	LSC IIIB – 6A1J07 – IND VI	2.188,402
27	LSC VI – A4J12P – IND V	3.097,976
28	LSC VI – A4J12P – IND VI	3.097,976
29	LSC VI – A1J12B – IND V	3.472,850
30	LSC VI – A1J12B – IND VI	3.170,062
31	LSC VI – 6A1J07 – IND VI	3.761,624

4.1.2 Produktivitas *Belt Conveyor* dalam Pengiriman *Silicestone*

Untuk pengiriman *silicestone* pada PT. Semen Padang ditransfer dari *mosher crusher* II dan *secondary crusher* II menuju 4 pabrik industri (*silicestone* Indarung II, *silicestone* Indarung III, *silicestone* Indarung V, dan *silicestone* Indarung VI). Ada 6 jalur pengiriman *silicestone* dari *mosher* menuju *storage* di PT. Semen Padang dengan 26 *rubber belt conveyor* dengan ukuran yang berbeda-beda. Sementara *rubber belt conveyor* yang khusus mengangkut material *silicestone* berjumlah 14 *belt*. Jalur Pengiriman *silicestone* dari *mosher* II menuju *storage silicestone* II, III, V, dan VI di PT. Semen Padang dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah.

***Belt Conveyor* A5M21**

Diketahui:

Tipe *belt conveyor* : *three section idler*

Trough angle : 30°

Surcharge angle : 10°

Lebar *belt* : 2.400 mm = 2,4 m

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

$$= 0,1232 ((0,9 \times 2,4 \text{ m}) - 0,05)^2$$

$$= 0,54850 \text{ m}^2$$

Kecepatan *belt conveyor* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V = \frac{s}{t}$$

$$V = \frac{3,2 \text{ meter}}{1,708 \text{ sekon}}$$

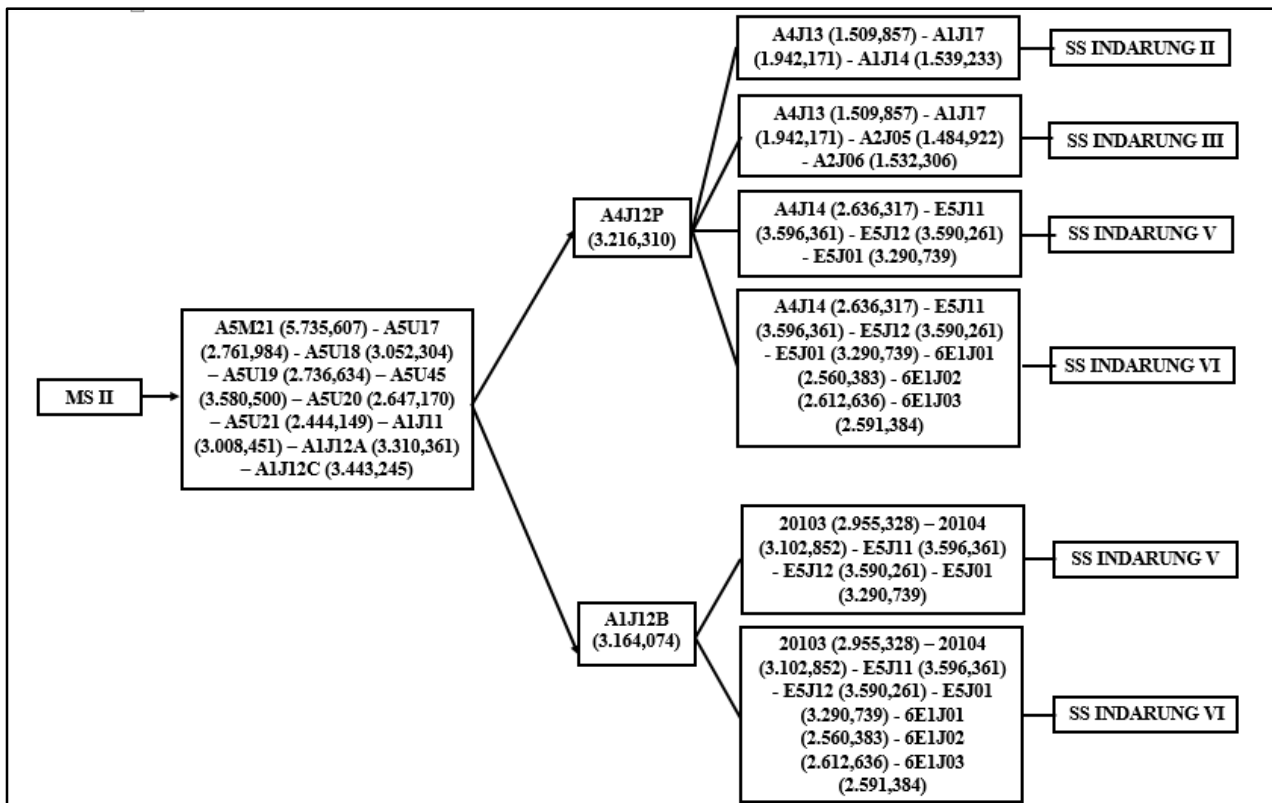
$$V = 1,874 \text{ m/s.}$$

Besar sudut kemiringan *belt conveyor* A5M21 sebesar 0° maka berdasarkan tabel koefisien kemiringan *belt* adalah 1.

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

$$= 3600 \times 0,54850 \text{ m}^2 \times 1,874 \text{ m/s} \times 1,65 \text{ ton/m}^3 \times 1$$

$$= 5.735,607 \text{ ton/jam}$$



Gambar 7. Jalur Pengiriman *Silicastone* dari *Mosher II* Menuju *Storage Silicastone* di PT. Semen Padang

Hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kapasitas Produksi *Belt Conveyor* untuk Pengiriman *Silicastone* dari *Mosher II* ke *Storage Silicastone* di PT. Semen Padang

No	Kode Belt	A	V	S	Qt
1	A5M21	0,54850	1,874	1	5.735,607
2	A5U17	0,30368	1,734	0,94	2.761,984
3	A5U18	0,30368	1,857	0,97	3.052,304
4	A5U19	0,30368	1,615	1	2.736,634
5	A5U45	0,30368	2,113	1	3.580,500
6	A5U20	0,23803	1,993	1	2.647,170
7	A5U21	0,23803	1,937	0,95	2.444,149
8	A1J11	0,30368	1,951	0,91	3.008,451
9	A1J12A	0,30368	2,014	0,97	3.310,361
10	A1J12C	0,30368	2,032	1	3.443,245
11	A4J12P	0,13070	4,500	0,98	3.216,310
12	A4J13	0,18038	1,5001	1	1.509,857
13	A1J17	0,18038	1,969	0,98	1.942,171
14	A1J14	0,08901	3,099	1	1.539,233
15	A2J05	0,13070	2,099	0,97	1.484,922
16	A2J06	0,13070	2,101	1	1.532,306
17	A4J14	0,13070	3,805	0,95	2.636,317
18	A1J12B	0,30368	1,925	0,97	3.164,074
19	20103	0,30368	1,798	0,97	2.955,328
20	20104	0,30368	1,948	0,94	3.102,852
21	E5J11	0,30368	2,188	0,97	3.596,361
22	E5J12	0,30368	2,162	0,98	3.590,261
23	E5J01	0,30368	1,942	1	3.290,739
24	6E1J01	0,23803	1,967	0,98	2.560,383
25	6E1J02	0,23803	1,982	1	2.612,636
26	6E1J03	0,23803	1,951	1	2.591,384

Secara teoritis, kapasitas *belt conveyor* per jalur dapat dilihat dari kapasitas *belt conveyor* terkecil untuk masing-masing rangkaian jalur pengiriman. Berikut adalah produktivitas *belt conveyor* secara teoritis dari masing-masing jalur pengiriman pada Tabel 9 di bawah.

Tabel 9. Kapasitas *Belt Conveyor* Per Jalur Pengiriman *Silicastone*

No	Jalur Pengiriman (Crusher – Belt Utama - Storage)	Kapasitas Belt Conveyor (ton/jam)
1	MS II – A4J12P – IND II	1.509,857
2	MS II – A4J12P – IND III	1.484,922
3	MS II – A4J12P – IND V	2.444,149
4	MS II – A4J12P – IND VI	2.444,149
5	MS II – A1J12B – IND V	2.444,149
6	MS II – A1J12B – IND VI	2.444,149

4.1.3 Produktivitas Aktual *Belt Conveyor*

Nilai produktivitas aktual *belt conveyor* didapatkan dari pengamatan langsung di *unit CCR (Central Control Room)*. CCR adalah ruang pusat yang memantau keseluruhan aktivitas pengiriman batu kapur melalui layar-layar monitor. Dari monitor kita dapat mengetahui tonase batu kapur serta batu silika yang berhasil dikirim dan waktu kerja efektif per hari.

Perhitungan produktivitas *belt conveyor* aktual dilakukan dengan cara menentukan jumlah tonase material yang telah dikirim dalam satu kali proses pengiriman material ke *storage* Indarung dibagi dengan waktu kerja *belt* yang

efektif. Nilai produktivitas aktual *belt conveyor* dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

4.1.4 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja biasanya ditentukan guna untuk menjaga umur alat, atau mengetahui kemampuan alat dalam peningkatan produksi nantinya.

Tabel 10. Efisiensi Kerja *Belt Conveyor* Per Jalur Pengiriman *Limestone*

No	Jalur Pengiriman	Produktivitas Aktual <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)	Kapasitas <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)	Efisiensi Kerja (%)
1	LSC II-A1J12B-IND IV	1.873,333	1.937,502	97
2	LSC II-A1J12B-IND V	1.688,679	1.937,502	87
3	LSC II-A1J12B-IND VI	1.756,800	1.937,502	91
4	LSC II-A4J12P-IND II	1.212,121	1.774,256	68
5	LSC II-A4J12P-IND III	1.266,667	1.744,954	73
6	LSC II-A4J12P-IND IV	1.900,000	1.937,502	98
7	LSC II-A4J12P-IND V	1.803,846	1.937,502	93
8	LSC II-A4J12P-IND VI	1.274,528	1.937,502	66
9	LSC IIIA-6A1J07-IND VI	1.397,143	3.677,869	38
10	LSC IIIA-A1J12B-IND V	1.047,619	2.416,163	43
11	LSC IIIA-A4J12P-IND II	1.036,667	1.774,256	58
12	LSC IIIA-A4J12P-IND IV	2.000,000	2.416,163	83
13	LSC IIIA-A4J12P-IND V	1.179,333	3.097,976	38
14	LSC IIIA-A4J12P-IND VI	1.100,000	3.097,976	36
15	LSC IIIB-6A1J07-IND VI	2.153,333	2.188,402	98
16	LSC IIIB-A1J12B-IND IV	1.388,323	2.188,402	63
17	LSC IIIB-A1J12B-IND V	2.028,529	2.188,402	93
18	LSC IIIB-A1J12B-IND VI	2.113,148	2.188,402	97
19	LSC IIIB-A4J12P-IND II	1.413,061	1.774,256	80
20	LSC IIIB-A4J12P-IND III	1.413,061	1.744,954	81
21	LSC IIIB-A4J12P-IND IV	1.857,143	2.188,402	85
22	LSC IIIB-A4J12P-IND V	1.241,538	2.188,402	57
23	LSC IIIB-A4J12P-IND VI	1.453,030	2.188,402	66
24	LSC VI-6A1J07-IND VI	1.837,857	3.761,624	49
25	LSC VI-A1J12B-IND V	897,000	3.472,85	26

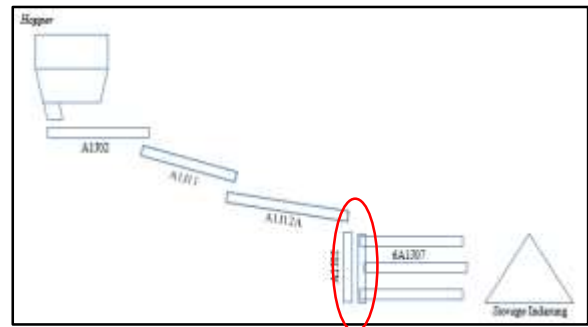
Tabel 11. Efisiensi Kerja *Belt Conveyor* Per Jalur Pengiriman *Silicestone*

No	Jalur Pengiriman	Produktivitas Aktual <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)	Kapasitas <i>Belt Conveyor</i> (ton/jam)	Efisiensi Kerja (%)
1	MS II-A4J12P-IND V	885,882353	2.444,149	36
2	MS II-A4J12P-IND VI	1.301,000000	2.444,149	53
3	MS II-A1J12B-IND V	1.005,500000	2.444,149	41
4	MS II-A1J12B-IND VI	964,651163	2.444,149	39

4.2 Rancangan Jalur Pengiriman *Limestone* dan *Silicestone*

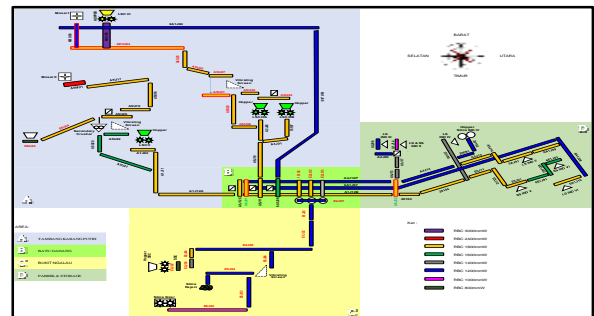
Rancangan jalur pengiriman *limestone* menggunakan *belt conveyor*, adanya penambahan alat atau komponen terdiri dari:

1. Pada jalur pengiriman dari LSC II agar dapat mengirimkan *limestone* ke *storage limestone* Indarung VI, dibuat *belt carry* dan *chute* yang menghubungkan A1J12C – 6A1J07, dapat dilihat pada Gambar 8^[14].



Gambar 8. Skema Rancangan Jalur LSC II ke *Storage Limestone* Indarung VI

2. Pengiriman material yang menggunakan *belt conveyor* A1J12B dapat dipasok dari *limestone* ke *storage limestone* Indarung VI dengan dibuat *belt carry* dan *chute* yang menghubungkan A1J12B – A4J13 apabila A1J12P terjadi *trouble*, dapat dilihat pada Gambar 9.
3. Pengiriman material *silica* di kawasan *pit limit* dapat diangkut, ditambahkan beberapa *belt conveyor* yang bisa menghubungkan *belt* ASU25, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rancangan Jalur Pengiriman Batu Kapur dan Batu Silika PT. Semen Padang

4.3 Antisipasi Peningkatan Target Produksi

Rencana jangka panjang 5 tahun ke depan PT. Semen Padang akan terus menaikkan kapasitas produksi dengan mulai dioperasikannya pabrik Indarung VI. Peningkatan kapasitas pabrik secara langsung akan berpengaruh terhadap kenaikan kebutuhan bahan baku hingga tercapai target 12.300.000 ton/tahun pada tahun 2012 yang akan disuplai oleh Dapertemen Tambang PT. Semen Padang. Adapun upaya dalam peningkatan target produksi bahan baku material di PT. Semen Padang meliputi:

1. Penambahan *masher* pada area *pit limit*, penambahan ini bertujuan untuk mempersingkat jarak pengangkutan *silicestone* pada area *pit limit* menuju *masher silica*. Dengan penambahan alat diharapkan

waktu operasi *dumptruck* semakin kecil dengan pengeluaran biaya operasional semakin kecil.

2. *Crushing conveying* perlu adanya perawatan atau perbaikan 1 shift kerja, sebelum dioperasikan antara lain:
 - a. Pengecekan kondisi belt, misalnya *belt* yang terkelupas, adanya *belt* yang robek atau adanya tambalan *belt* yang lepas.
 - b. Pemeriksaan kotoran material pada *chute* yang mengakibatkan *chute* tersumbat atau menumpukan material di sekitar *belt conveyor*.
 - c. Pemeriksaan *idler* yang tersangkut.
 - d. Pemeriksaan *feeder* termasuk plat *lamella* dan baut-bautnya.
 - e. Pelumasan pada *gear box* pemutar *sizer* atau *hammer*.

Dengan begini *crushing conveying* akan siap beroperasi jika sehari sebelumnya telah dilakukan perawatan. Dan akan mengurangi waktu hambatan dalam proses produksi pengiriman bahan baku pada sistem *crushing conveying*.

3. Ukuran umpan
Perlu penanganan yang lebih intensif terhadap *fragmentasi* hasil peledakan agar proses *crushing* tidak mengalami keterhambatan akibat masih terdapatnya *boulder* pada *limestone*, sehingga tidak akan ada waktu *repair* pada saat pengiriman material menuju *storage* oleh *belt conveyor*^[15].

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Adapun kapasitas produksi dan produktivitas aktual sebagai berikut:
 - a. Kapasitas produksi *belt conveyor* dalam pengiriman *limestone* tertinggi sebesar 3.761,624 ton/jam pada jalur pengiriman LSC VI – 6A1J07 – IND VI, dan untuk yang terendah sebesar 1.744,954 ton/jam pada jalur pengiriman LSC II – A4J12P – IND III, LSC IIIA – A4J12P – IND III, LSC IIIB – A4J12P – IND III, atau LSC VI – A4J12P – IND III. Efisiensi kerja *belt conveyor* sebagai alat angkut dalam pengiriman *limestone* tertinggi sebesar 98% pada jalur (LSC II – A4J12P – IND IV dan LSC IIIB – 6A1J07 – IND VI). Sedangkan terendah sebesar 26% pada jalur pengiriman (LSC VI – A1J12B – IND V).
 - b. Kapasitas produksi *belt conveyor* dalam pengiriman *silicastone* tertinggi sebesar 2.444,149 ton/jam pada jalur pengiriman MS II – 12P/12B – IND V/VI, dan untuk yang terendah sebesar 1.484,922 ton/jam pada jalur pengiriman MS II – A4J12P – IND III. Efisiensi kerja *belt conveyor* sebagai alat angkut dalam pengiriman *silicastone* tertinggi sebesar 53% pada jalur (MS II – A4J12P – IND VI). Sedangkan terendah sebesar 36% pada jalur pengiriman (MS VI – A4J12P – IND V).

Berdasarkan nilai minimal dari kapasitas produksi *belt conveyor* per jalurnya, *belt conveyor* di PT. Semen Padang mampu dalam pengangkutan material jika terjadinya peningkatan produksi.

2. Rancangan jalur pengiriman *limestone* menggunakan *belt conveyor* yang optimal yaitu membuat jalur atau *belt carry* baru yang menghubungkan A1J12C – 6A1J07 agar IND VI dapat dipasok dari LSC II secara langsung, serta menghubungkan A1J12B – A4J13 agar IND II/III tetap bisa dipasok *limestone* apabila A1J12P terjadi *trouble*, dapat dilihat pada Lampiran 11. Serta pada jalur pengiriman *silicastone* ditambahkan *belt conveyor* yang baru agar *mosher silica* pada area *pit limit* bisa ditansfer ke *Silica Storage*.
3. Antisipasi dalam peningkatan target produksi pada PT. Semen Padang antara lain:
 - a. Penambahan *mosher* pada area *pit limit*, penambahan ini bertujuan untuk mempersingkat jarak pengangkutan *silicastone* pada area *pit limit* menuju *mosher silica*.
 - b. *Crushing conveying* perlu adanya perawatan atau perbaikan 1 shift kerja sebelum dioperasikan.
 - c. Penanganan yang lebih intensif terhadap *fragmentasi* hasil peledakan agar proses *crushing* tidak mengalami keterhambatan akibat *boulder*.

5.2 Saran

1. Menaikkan kecepatan 20105 saat pengiriman *limestone* pada jalur LSC IIIB – A1J12P – IND IV menjadi 2,7 m/s agar kapasitas produksinya bisa meningkat.
2. Menaikkan kecepatan A3J01 menjadi 1,6 m/s agar kapasitas pengiriman dari LSC IIIB ke IND IV, IND V, dan IND VI bisa meningkat.
3. Perlunya penambahan *mosher silica* pada kawasan *pit limit* dalam upaya memperkecil waktu transportasi batuan *silicastone*.
4. Perlunya kerja sama antara divisi peledakan dan produksi dalam masalah pengolahan ukuran *boulder*.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. Data Biro Penambangan. PT Semen Padang (2018)
- [2] Heri Prabowo. *Pengaruh Instruksi Basalt terhadap Komposisi Kimia dan Kualitas Batugamping Bukit Karang Putih PT. Semen Padang*. ITB: Bandung (2012)
- [3] Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: ALFABETA (2017)
- [4] Dahni. *Evaluasi Kinerja Alat Crushing Plant dan Alat Muat dalam Rangka Peningkatan Target Produksi Batubara pada PT. Mandiri Citra Bersama*. Jurnal HIMASAPTA. 1, 3 (2016)

- [5] M. Mugeni dkk. *Evaluasi Crushing Plant untuk Meningkatkan Target Produksi pada PT Indonesian Minerals And Coal Mining Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut*. Jurnal HIMASAPTA **3**, 1 (2018)
- [6] Anonim. *Bridgestone Conveyor Belt Handbook*. Japan: Bridgestone (2007)
- [7] Raja Hendriko Barus. *Analisis Kinerja Belt Conveyor untuk Optimalisasi Pengangkutan Bijih Nikel di PT. Aneka Tambang Tbk UBPN Pomala*. Jurnal JP. **1**, 4 (2017)
- [8] Simon Togap Einstein Sihan. *Evaluasi Poduktivitas Belt Conveyor dalam Peningkatan Target Produksi Pengapalan Batubara di Pelabuhan Khusus PT. Mitratama Perkasa Desa Muara Asam-asam, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal GEOSAPTA **1**, 1 (2015)
- [9] Erinofiardi. *Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam*. Jurnal Rekayasa Mesin **3**, 3 (2012)
- [10] M. Zaini Arief. *Kajian Teknis Belt Conveyor dan Bulldozer dalam Upaya Memenuhi Target Produksi Barging pada PT. Arutmin Indonesia Site Asam-asam*. Jurnal HIMASAPTA **2**, 3 (2017)
- [11] Jaya Amarasada Herlianto dkk. *Kajian Teknis Kegiatan Coal Processing pada PT Dua Samudera Perkasa, Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal HIMASAPTA **2**, 3 (2017)
- [12] Fitri Eka Yulia. *Evaluasi Kinerja Crushing Plant dan Belt Conveyor dalam Pengolahan dan Pengiriman Limestone ke Storage Indarung di PT Semen Padang*. Jurnal Bina Tambang **1**, 1 (2018)
- [13] Rensa Nitrage Syarif. *Analisis Produktivitas Pengiriman Batu Kapur melalui Belt Conveyor dari Crusher ke Storage di PT. Semen Padang (Persero) Tbk*. Palembang: UNSRI (2018)
- [14] Romansius Limbong Damanik. *Evaluasi Sistem Belt Conveyor dan Analisis Sistem Crushing pada Coal Crushing Plant*. Jurnal GEOSPTA. **2**, 1 (2016)
- [15] Faizah Hayati. *Kajian Teknis Produktivitas Belt Conveyor dalam Upaya Memenuhi Target Produksi Batubara Sebesar 1.800 Ton/Hari Di PT. Aman Toebillah Putra Lahat Sumatera Selatan*. JP. **1**, 2 (2017)