

Kajian Teknis Kinerja Alat Transport *Rubber Belt Conveyor* pada Pengiriman Batu Kapur ke *Storage* Pabrik di Departemen Tambang PT. Semen Padang

Ilhami Putra^{1*}, Tamrin Kasim¹, Mulya Gusman¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan FT Universitas Negeri Padang

*ilhamiputra02@gmail.com

Abstract. After doing the observation at PT. Semen Padang, the authors obtained data RKAP (Work Plan and Corporate Budget) of 8,064,608 ton/year and limestone production realization of 7,563,049 ton/year with production percentage 93.8% in 2017. Based on the observation data, it can be seen that limestone mining production target is not always achieved. It is necessary to evaluate the causes of non-achievement of production targets. This can be interpreted that there are problems in the unit crushing and conveying. The problem that often happens is the conveyor belt transportation. PT. Semen Padang itself currently has 3 units of Lime Stone Crusher (LSC). From 3 units of LSC (LSC II, LSC IIIA and LSC IIIB), the total belt conveyor operating on the LSC is 23 belt with different belt width. So also with the speed of each belt is different, depending on the ability of the gearbox mounted on each - each conveyor belt motor. From RBC A2J05 calculation has actual productivity value 813,97 tons/hour, RBC A2J06 has actual productivity value 869,56 tons/hour RBC A4J12P has actual productivity value 1,115,72 tons/hour RBC A1J02 has actual productivity value 1,352,98 tons/hour RBC A1J12B has actual productivity value 1,465,45 tons/hour, RBC A4J14 has actual productivity value 1,091,99 tons/hour. After performing RBC A2J05 performance optimizer, RBC A2J06, RBC A4J12P, RBC A1J02, RBC A1J12B and RBC A4J14 according to gearbox's maximum capability, the A4J12P belt productivity, A1J12B belt, A4J14 belt is able to accommodate limestone delivery, while belt A2J05, belt A2J06 and the A1J02 belt is still unable to accommodate limestone delivery production in December 2017

Keywords: Crushing, Conveying, Belt conveyor, Limestone, Gearbox

1. Pendahuluan

PT. Semen Padang merupakan salah satu perusahaan negara yang memproduksi semen. Untuk memproduksi semen, PT. Semen Padang membutuhkan bahan baku seperti batu kapur, silika, tanah liat, pasir besi dan gipsum. Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku utama pembuatan semen, maka PT. Semen Padang melakukan penambangan batu gamping di Karang Putih, Kecamatan Lubuk Kilangan, Indarung dengan sistem *side hill quarry*. Sistem *side hill quarry* merupakan suatu sistem penambangan terbuka untuk mengambil cebakan bahan galian yang terdapat di lereng bukit. Saat ini PT. Semen Padang tumbuh dan berkembang semakin membaik. Adapun perkembangan ini ditandai dengan meningkatnya produksi PT. Semen Padang dari tahun ke tahun. Kapasitas produksi pabrik Indarung II adalah 660.000 ton/tahun, kapasitas produksi pabrik Indarung III adalah 660.000 ton/tahun, kapasitas produksi pabrik Indarung IV adalah 1.320.000 ton/tahun, sedangkan kapasitas produksi pabrik Indarung V adalah 3.910.000 ton/tahun^[1]. Setelah melakukan observasi di PT. Semen Padang, penulis mendapatkan data seperti pada Tabel 1. Pada tabel

berikut memperlihatkan RKAP (Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan) dan realisasi produksi *limestone* PT. Semen Padang tahun 2017.

Tabel 1. RKAP dan Realisasi Produksi *Limestone* PT. Semen Padang Tahun 2017

Bulan	Batugamping <i>Crushing</i>		
	RKAP	Realisasi	% Prod
Jan	721,950	771,723	106,9%
Feb	598,795	458,131	76,5%
Mar	599,044	586,861	98,0%
Apr	598,320	697,870	116,6%
May	733,241	681,253	92,9%
Jun	704,954	612,873	86,9%
Jul	555,505	638,718	115,0%
Ags	718,266	587,124	81,7%
Sept	696,832	635,691	91,2%
Okt	696,503	660,659	94,9%
Nov	709,961	564,592	79,5%
Des	731,237	667,554	91,3%

Berdasarkan data hasil observasi tersebut, dapat dilihat bahwa target produksi penambangan *limestone* tidak selalu tercapai. Perlu dilakukan evaluasi penyebab tidak tercapainya target produksi. Hal ini dapat diartikan bahwa ada permasalahan pada unit *crushing* dan *conveying*.

Selain itu, satuan peralatan dari unit *crushing* plant juga merupakan faktor utama yang menyebabkan tercapai atau tidaknya target perusahaan yang ditetapkan berdasarkan kebutuhan pabrik. Diantara peralatan dari unit *crushing plant* ini adalah *hopper*, *apron feeder*, *roller crusher* dan *belt conveyor*. Permasalahan yang sering terjadi adalah pada alat transportasi *belt conveyor*, untuk itu perlu dilakukan analisis mengenai produktivitas *belt conveyor*.

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 3 unit LSC (LSC II, LSC IIIA dan LSC IIIB) 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*. Penulis mempunyai hipotesis bahwa tumpahnya material *limestone* ini disebabkan oleh kecepatan, lebar *belt*, dan kemiringan *belt* yang tidak sesuai.

Untuk meningkatkan produksi batugamping, perlu diketahui pengkajian terhadap produktivitas *belt conveyor* yang beroperasi terhadap ketiga alat peremuk yaitu *Lime Stone Crusher* II, *Lime Stone Crusher* IIIA dan *Lime Stone Crusher* IIIB, dengan harapan target produksi pengiriman *limestone* yang ditentukan PT. Semen Padang dapat terpenuhi / tercapai.

Untuk mengetahui apakah *belt* yang terpasang pada LSC II, IIIA dan IIIB mampu beroperasi dengan target produksi yang direncanakan PT. Semen Padang. Maka penulis tertarik untuk membahas kajian teknis kinerja alat *transport rubber belt conveyor* pada pengiriman batu kapur ke *storage* pabrik di departemen tambang PT. Semen Padang.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengungkap penyebab tumpahnya material ke bawah rangkaian *belt conveyor* dalam pengiriman *limestone* ke *storage* pabrik PT. Semen Padang.
2. Mengungkap pengaruh penggunaan *belt conveyor* dengan dimensi yang berbeda terhadap produksi pengiriman *limestone* ke *storage* pabrik PT. Semen Padang.
3. Mengungkap produktivitas dari *Rubber Belt conveyor* dengan kecepatan yang sudah diterapkan saat ini dalam pengiriman *limestone* ke *storage* pabrik PT. Semen Padang.

4. Mengungkap keserasian dari produktivitas *rubber belt conveyor* dengan nilai produksi pengiriman *limestone* yang sudah ditentukan dalam pengiriman *limestone* ke *storage* pabrik PT. Semen Padang.

2. Kajian Pustaka

2.1 Proses Pengolahan Dengan LSC

Batugamping merupakan salah satu golongan batuan sedimen yang paling banyak jumlahnya. Batugamping itu sendiri terdiri dari batugamping non-klastik dan batugamping klastik.

Batugamping non-klastik, merupakan koloni dari binatang laut antara lain dari coelentrata, moluska, protozoa dan foraminifera atau batugamping ini sering juga disebut batugamping koral karena penyusun utamanya adalah koral.

Batugamping klastik, merupakan hasil rombakan jenis batugamping non-klastik melalui proses erosi oleh air, transportasi, sortasi, dan terakhir sedimentasi. Selama proses tersebut banyak mineral-mineral lain yang terikut yang merupakan pengotor, sehingga sering kita jumpai adanya variasi warna dari batugamping itu sendiri. Seperti warna putih susu, abu-abu muda, abu-abu tua, coklat, merah bahkan hitam. Secara kimia batugamping terdiri atas Kalsium karbonat (CaCO₃).

Kegiatan peremukan/pereduksian batuan ini bertujuan untuk memperkecil ukuran batuan sesuai dengan permintaan pabrik. Untuk mereduksi *limestone* PT. Semen Padang menggunakan *Hammer Crusher* pada unit *crushing plant*.

Hammer crusher merupakan pemecah batuan yang menggunakan *gear* palu yang terletak pada *row gear*. *Hammer Crusher* tersebut diputar oleh sebuah motor dengan menggunakan kopleng yang berputar dengan kecepatan tinggi dalam sebuah *casing* berbentuk silinder. Umpan masuk dari bagian puncak *casing* dan dihancurkan, selanjutnya dikeluarkan melalui bukaan pada dasar *casing*.

Hammer crusher menggerus batuan yang besar dan melemparkan batuan ke dinding *casing hammer crusher* sehingga menjadi hancur. Batuan yang kecil/lolos akan langsung turun ke *belt conveyor* yang berada di bawahnya sedangkan batuan yang masih besar/tidak lolos akan terus di *impact* (pukul) hingga menjadi batuan yang kecil dan akhirnya bisa lolos di *screen crusher* tersebut. Batuan yang lolos biasanya memiliki ukuran $\pm 50 - 80$ mm.



Gambar 1. *Hammer Crusher*

Kominusi adalah suatu proses untuk mengubah ukuran suatu bahan galian menjadi lebih kecil, hal ini bertujuan untuk melepaskan bahan galian tersebut dari mineral pengotor yang melekat bersamanya^[2]. Kegiatan peremuk memerlukan beberapa peralatan, yaitu *hopper*, *feeder*, mesin peremuk (*hammer mill*), ban berjalan (*conveyor*) dan peralatan tambahan lain yang saling berkaitan.

2.2 Belt Conveyor

Conveyor merupakan suatu mesin pemindahan bahan yang umumnya dipakai dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain. Ada dua jenis material yang dapat dipindahkan, yaitu muatan curah (*bulk load*) dan muatan satuan (*unit load*). Contoh muatan curah, misalnya batubara, bijih besi, tanah liat, batu kapur dan sebagainya. Muatan satuan, misalnya plat baja bentangan, unit mesin, *block* bangunan kapal dan sebagainya^[3].

Ban berjalan (*belt conveyor*) adalah suatu alat angkut material yang dapat bekerja secara berkesinambungan pada kemiringan tertentu maupun mendatar. Ban berjalan digerakkan oleh motor penggerak yang dipasang pada *head pulley*. Ban akan kembali ke tempat semula karena diblokkan oleh *pulley* awal dan *pulley* akhir. Material yang didistribusikan melalui pengumpan akan dibawa oleh ban berjalan dan berakhir pada *head pulley*. Pada saat proses kerja di unit peremuk dimulai, ban berjalan harus bergerak terlebih dahulu sebelum alat peremuk bekerja. Hal ini bertujuan mencegah terjadinya kelebihan muatan pada ban berjalan. Pemakaian ban berjalan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: sifat fisik, keadaan material, jarak pengangkutan, dan produksi. Pemilihan alat transportasi (*conveying transportation equipment*) material padatan antara lain tergantung pada:

1. Kapasitas material yang ditangani
2. Jarak pemindahan material
3. Arah pengangkutan : horizontal, vertikal dan inklinasi
4. Ukuran (*size*), bentuk (*shape*), dan sifat dari material (*properties*)

Keuntungan menggunakan *belt conveyor* antara lain^[4]:

1. Menurunkan biaya dan waktu dalam memindahkan material
2. Meningkatkan efisiensi pemindahan material
3. Ramah terhadap lingkungan
4. Aman dalam pengoperasiannya

Ban berjalan dapat digunakan untuk mengangkut material jarak dekat maupun jarak jauh. Untuk pengangkutan jarak jauh ban berjalan dibuat dalam beberapa unit. Hasil kerja pengangkutan material dengan ban berjalan berlangsung berkesinambungan, sehingga dengan demikian dapat menghasilkan produksi ban berjalan yang besar, tetapi jika pada suatu saat ban berjalan mengalami kerusakan, maka produksi akan menjadi sangat menurun atau bahkan tidak bisa berproduksi sama sekali. Dengan demikian pertimbangan terhadap kemungkinan ini perlu dilakukan dalam penggunaan ban berjalan.

Ban berjalan terdiri dari ban yang mengelilingi roda gerak awal dan roda gerak ujung yang menghampar di atas roll. Bagian-bagian terpenting dari ban berjalan dapat dibagi kedalam dua kelompok bagian, yaitu:

2.2.1 Bagian-bagian yang bergerak

1. *Pulley*

Pulley adalah suatu *roll* atau silinder yang berputar pada sumbunya dan terletak pada ujung dari rangka ban berjalan. Adapun *pulley* yang terdapat pada ban berjalan (*belt conveyor*) terdiri dari^[5].

- (1) *Head Pulley*
- (2) *Tail Pulley*
- (3) *Bend pulley*
- (4) *Take-up pulley*

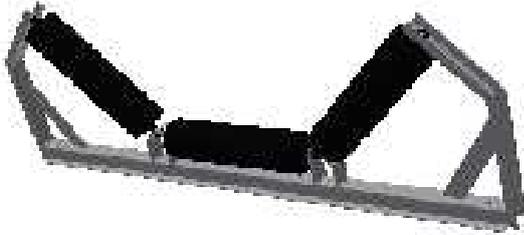
2. *Belt* adalah salah satu elemen utama dari *conveyor*, berfungsi untuk membawa material yang diangkat dari suatu tempat ke tempat lain. *Belt* tersebut terbuat dari bermacam-macam bahan, seperti *steel*, *nylon*, katun, karet dan lain-lain^[6].

3. Motor Penggerak (*drive unit*), berfungsi untuk menggerakkan *drive pulley* dan biasanya dilengkapi dengan sistem perpindahan roda gigi.

4. *Idler*, berfungsi sebagai penyangga *belt* atau lintasan *belt*. Hal ini untuk memudahkan pergerakan *belt* secara rotasi. *Idler* adalah komponen *belt conveyor* berbentuk silinder yang dibuat dari besi *cord* dan berfungsi sebagai penahan *belt* serta seluruh material yang dibawanya. Berdasarkan susunan pemasangannya, *idler* dapat dibedakan menjadi *flat roll idler* dan *troughed roll idler*^[7].



Gambar 2. Flat Roll Idler



Gambar 3. Troughed Roll Idler

Pemilihan terhadap diameter, ukuran *bearing* dan *shaft* mendasarkan pada: perawatan, kondisi operasi, muatan, serta kecepatan ban. Adapun dari satuan unit *belt conveyor* terdiri dari tiga macam *idler*. Diantara tiga macam *idler* tersebut antara lain:

- (1) *Impact idlers*
- (2) *Carrying idler*



Gambar 4. Penampang *Carrying idler*

- (3) *Return idler*



Gambar 5. Penampang *Return Idler*

2.2.2 *Bagian-bagian yang tetap*

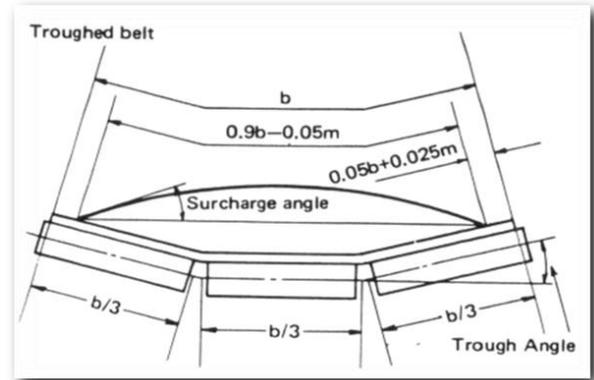
- 1. Kerangka (*frame*)
- 2. Penegang (*Take-Up*)
- 3. *Centering device*
- 4. *Loading Skirt*
- 5. *Belt Cleaner* atau *Scraper*
- 6. *Chute* atau *Corong*

2.2.3 *Karakteristik Material Angkut Belt Conveyor*

Beberapa informasi penting tentang material angkut yang perlu diketahui dalam perhitungan desain *conveyor*, antara lain :

- 1. Ukuran dan nama material yang dibawa.
- 2. Densitas material angkut (berat volume) (t/m³).
- 3. *Angle of repose* (keadaan *stand still* material setelah penjatuhan).
- 4. *Angle of surcharge* (sudut ketika material pada keadaan istirahat selama pergerakan *conveyor*).
- 5. *Moisture content* (%).
- 6. *Temperature* (°C).
- 7. Kondisi yang dibutuhkan selama diangkat.
- 8. Karakteristik khusus: kekerasan, debu, kelengketan, racun, bubuk, kerapuhan.

Gambar 6 memperlihatkan gambar penampang *cross-section* beban pada *belt* yang dibentuk oleh *idler* dengan sudut *troughing* (β) tertentu^[8].



Gambar 6. Penampang *Cross Section Belt conveyor*

Lebar *belt* terpakai = $(0,9b - 0,05)$ (1)

Keterangan :

b = Lebar *belt* membentang

Kapasitas teoritis ban berjalan sangat dipengaruhi oleh luas penampang melintang material yang terangkut ban berjalan, kecepatan ban berjalan, dan bobot isi material yang terangkut. Luas penampang melintang akan tergantung pada lebar ban, dalamnya cekungan ban.

Surcharge angle adalah sudut yang dibentuk oleh material isian di atas *belt conveyor* terhadap bidang datar. Sedangkan *through angle* adalah sudut yang dibentuk oleh *idler* melintang terhadap bidang datar.

Dalam menghitung besarnya kecepatan (*V*) teoritis *belt conveyor* dapat menggunakan rumus berikut^[9]:

$$V = 2 \times \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times R \quad (2)$$

Keterangan:

V = kecepatan *belt* (m/detik)

Π = konstanta (3,14)

n = jumlah putaran *gearbox* dari spek alat (rpm)

R = jari-jari *drive pulley* dari spek alat (m)

Rumus umum yang digunakan dalam menghitung kapasitas produksi nyata *belt conveyor* adalah^[10]:

$$Q_t = A \times V \times B_i \times 60 \quad (3)$$

Keterangan :

Q_t = kapasitas teoritis ban berjalan (m³/jam)

A = luas penampang muatan di atas *belt* (m²)

V = kecepatan ban berjalan (m/menit)

B_i = bobot isi material (ton/m³)

3. Metode Penelitian

3.1 Tahap Studi Literatur

Tahap studi literature yang berhubungan dengan topik penelitian berupa brosur-brosur, laporan penelitian terdahulu.

Pada tahap ini didapat data sekunder, antara lain :

1. Data produksi *limestone* pada saat penelitian
2. *Layout* LSC dan RBC
3. Spesifikasi peralatan yang digunakan (alat gali muat, alat angkut, *crushing* and *conveying*)

3.2 Tahap Studi Lapangan

Tahap studi lapangan berupa pengambilan data primer di lapangan yang meliputi :

1. Kecepatan *belt conveyor* (m/s)
2. Kemiringan *belt conveyor* (°)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Pengukuran Kecepatan RBC

Pengukuran kecepatan *belt* dilakukan pada masing-masing *belt conveyor*. Pengukuran dilakukan dengan cara menandai titik pengukuran *belt* terlebih dahulu. Penandaan titik pengukuran dapat dilakukan dengan cara menandai dengan menggunakan cat semprot. Lalu dilakukan pengukuran kecepatan *belt conveyor* dengan menggunakan stopwatch sebanyak 30 kali pada masing-masing *belt conveyor* setiap material melewati titik penandaan yang dilakukan tadi.

Dari pengukuran ini didapatkan kecepatan RBC sebagai berikut:

Tabel 2. Pengukuran Kecepatan *Rubber Belt conveyor*

RBC	Jarak ukur (m)	Waktu rata-rata (s)	Kecepatan (m/s)
15107	4	3,23	1,24
20103	4	2,66	1,5
20104	4	2,07	1,93
20105	4	2,08	1,92

A1J11	5.5	3,89	1,42
A1J12A	7.5	4,42	1,7
A1J12B	6	5,79	1,04
A1J12C	4	2,14	1,87
A1J14	4	1,47	2,71
A1J17	3.5	2,06	1,7
A1J02	4.55	4,76	0,96
A2J02	3.5	2,03	1,73
A2J05	4	2,73	1,46
A2J06	6	3,84	1,56
A3J01	3	2,28	1,31
A4J12P	4	1,99	2,01
A4J13	4	2,79	1,43
A4J14	4	2,04	1,96
A5J10	3	2,53	1,19
A5J11	4	2,06	1,94
A5J13	4	2,07	1,93
A5J14	4	2,17	1,85
A5J01	4	2,02	1,98

4.2 Efisiensi Kerja LSC PT. Semen Padang

Tabel 3. Efisiensi Kerja LSC PT. Semen Padang

	LSC II	LSC IIIA	LSC IIIB
Jam Kerja	242,37 jam	72,92 jam	215 jam
Jam Perbaikan	35,97 jam	22,08 jam	39 jam
Jam <i>Standby</i>	465,66 jam	649 jam	490 jam
Efisiensi Kerja	32,57 %	9,8 %	28,90 %

Karena pada saat produksi pengiriman memakai 3 unit LSC, maka untuk efisiensi kerjanya dapat dijumlahkan dari masing-masing efisiensi kerja unit LSC. Dengan demikian, didapat nilai efisiensi kerja LSC di PT. Semen Padang yaitu 71,27 %.

Dengan nilai efisiensi kerja 71,27 % maka LSC di PT. Semen Padang pada saat penelitian mampu memproduksi batu gamping 667.554 ton. Sementara untuk target produksi PT. Semen Padang pada saat penelitian yaitu 731.237 ton.

Dalam melakukan perhitungan, terdapat 23 *belt* yang akan dikaji. Dimana beberapa *belt* berada di jalur depan (jalur dari *crusher* dua) dan jalur belakang (jalur dari *crusher* IIIA dan IIIB). Kedua jalur tersebut akan berakhir di stasiun *belt* dimana pada stasiun tersebut material yang diangkut akan di transfer menuju jalur 12P atau 12B yang menentukan ke *storage* mana material tersebut akan dikirim. Berikut perhitungan kecepatan dan kapasitas *belt* berdasarkan data yang telah didapatkan.

4.3 Mengidentifikasi *Line* Operasi RBC Dari Tambang ke *Storage*

Belt yang aktif berada di sekitar *front* penambangan yaitu dari LSC II (A1J11-A1J12A), LSC IIIA (A2J02-A5J10) dan LSC IIIB (15107-A5J10)

4.4 Menghitung Kecepatan *Belt*

Dalam menentukan produktivitas *belt*, maka harus mengetahui kecepatan masing-masing *belt*, yaitu dengan cara menentukan waktu perpindahan material di dalam *belt* pada jarak yang telah ditentukan seperti halnya penentuan kecepatan pada *belt* A1J12C berikut ini:

Tabel 4. Data Pengukuran Kecepatan *Belt*

<i>Belt</i>	A1J12C		
Waktu (s)	1,66	1,98	2,71
	2,34	2,54	2,13
	1,99	1,78	1,8
	2,33	2,21	2,27
	3,08	1,61	1,71
	1,88	1,63	2,33
	2,87	2,61	1,98
	1,86	2,84	2,31
	1,71	1,86	2,11
	1,73	2,28	2,18
Jarak ukur (m)	4		
Waktu rata-rata (s)	2,14		
V (m/detik)	1,87		

Berdasarkan data diatas, maka diketahui jarak dan waktu tempuh dari material yang berada pada *belt conveyor*. Dari data tersebut maka kecepatan yang dimiliki *belt* A1J12C dapat dihitung dengan menggunakan rumus kecepatan sebagai berikut :

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

Dimana, $s = 4$ meter
 $t = 2,14$ detik

maka didapat nilai $V = 4\text{m}/2,14 \text{ detik} = 1,87 \text{ m/detik}$
 Hal yang sama juga dilakukan untuk *belt-belt* yang lain.

4.5 Menentukan Kapasitas *Belt*

Dalam menentukan kapasitas *belt*, ada beberapa komponen yang perlu diperhatikan yaitu lebar *belt*, karakteristik material, dan sudut kemiringan *idler*. Dalam penelitian ini, untuk semua *belt conveyor* penulis memakai nilai untuk *angle of trough* (sudut *idler*/alas *belt*) 30° dan *angle of surcharge* (sudut isian material) 25° . Ketiga komponen tersebut akan menunjukkan berapa luas penampang beban material yang ada pada masing-masing *belt*.

4.6 Menentukan Luas Penampang Beban *Belt Conveyor*

Belt A1J12C merupakan *belt* yang hanya beroperasi pada *Lime Stone Crusher II*. *Belt* ini mengangkut *limestone* dengan *density* $1,65 \text{ t/m}^3$ yang dikirim oleh *belt* A1J12A menuju *belt* A4J12P atau A1J12B

tergantung ke mana material akan dikirim atau *belt* mana yang sedang operasi atau tidak sedang dalam perawatan. *Belt* A1J12C memiliki lebar 1800 mm, dengan *angle of trough* (β) 30° . Lebar yang terpakai oleh *belt* A1J12C untuk menampung material adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} b &= 0,9b - 0,05\text{m} \\ &= (0,9 \times 1,8\text{m}) - 0,05\text{m} \\ &= 1,57 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 7. *Belt* A1J12C

Dengan lebar *belt* 1,8 m didapat luas penampang beban (A) maksimal *belt* A1J12C sebesar $0,401 \text{ m}^2$. Sementara itu berdasarkan gambar diatas, lebar *belt* yang terpakai tidak keseluruhan dari lebar yang diukur yaitu 1,8 m. Sehingga lebar *belt* yang terpakai tersebut adalah 1,57 m, maka dengan demikian luas penampang beban (A) aktualnya adalah $0,238 \text{ m}^2$.

4.7 Kapasitas dan Produktivitas *Belt*

Setelah mengetahui nilai kecepatan (v) *belt* dan luas penampang beban (A), maka kapasitas untuk *belt* A1J12C dapat dihitung menggunakan rumus kapasitas *belt* sebagai berikut :

1. Kapasitas *Belt* A1J12C

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60 \\ &= 0,401 \text{ m}^2 \times 111,94 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60 \\ &= 4449,237 \text{ t/h} \end{aligned}$$

2. Produktivitas *Belt* A1J12C

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60 \\ &= 0,238 \text{ m}^2 \times 111,94 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60 \\ &= 2639,421 \text{ t/h} \end{aligned}$$

Dengan demikian efektifitas bila dibandingkan produktivitas dengan kapasitas maksimal dari *belt* A1J12C adalah 59,32%. Hal ini dikarenakan banyaknya lebar *belt* yang tidak terpakai pada saat pengoperasian untuk menampung material yang diangkut.

4.8 Membandingkan Produktivitas *Belt* Dengan Target Produksi Per Jalur Pengiriman

Setelah melakukan identifikasi dan dilakukan perhitungan kapasitas dan produktivitas, maka data produktivitas per masing-masing *belt* dan data produktivitas *minimum* LSC pada RBC diinput dalam satu jalur produksi yang beroperasi, untuk mengetahui

bagaimana kemampuan produktivitas *belt* terhadap produksi yang sudah dilakukan oleh PT. Semen Padang pada bulan Desember 2017. Dengan demikian didapat nilai perbandingan kemampuan produktivitas *belt* terhadap produksi yang sudah dilakukan. Salah satunya seperti data berikut ini :

Tabel 5. Perbandingan Produktivitas *Belt* dan Target Produksi

LSC 3A - 12P - IND 2		
<i>Belt</i>	Q <i>Belt</i> (t/h)	Q Target Produksi (t/h)
A2J02	2442,7994	1188,9300
A5J10	1676,8824	1188,9300
A5J11	2742,1673	1188,9300
A4J12P	1115,7232	1188,9300
A4J13	1468,5264	1188,9300
A1J17	1743,4882	1188,9300
A2J05	813,9705	1188,9300
A2J06	869,5665	1188,9300

Terlihat pada tabel diatas bahwa pengiriman *Limestone* dari LSC IIIA menuju *storage* Indarung II menggunakan jalur *Belt* 12P. Berdasarkan data diatas didapat nilai produksi LSC IIIA dari jalur tersebut adalah 1188,93 t/h, sedangkan nilai produktivitas masing-masing *belt* terdapat 3 *belt* (*belt* A4J12P, *belt* A2J05 dan *belt* A2J06) tidak mampu menampung pada jalur produksi ini.

4.9 Mengoptimalkan Produktivitas *Belt*

Dari 23 jumlah *belt* yang beroperasi terdapat 6 *belt* yang bermasalah. yaitu *belt* A2J05, *belt* A2J06, *belt* A4J12P, *belt* A1J02, *belt* A1J12B, *belt* A4J14. Dan salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja dari *belt* yang bermasalah tadi adalah dengan cara meningkatkan kecepatan pada *belt* tersebut. Dalam melakukan perubahan kecepatan *belt* tentu harus mengacu kepada kemampuan *gearbox* dari *belt* tersebut. Adapun hasil dari peningkatan kecepatan *belt* A2J05, *belt* A2J06, *belt* A4J12P, *belt* A1J02, *belt* A1J12B, *belt* A4J14 mengacu pada kemampuan *gearbox* adalah :

1. *Belt* A2J05

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 325 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 46 rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 46 \text{ rpm}) \times 325 \text{ mm}$$

$$= 93.886 \text{ mm/menit}$$

$$= 93,89 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,094 \text{ m}^2 \times 93,89 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 870,45 \text{ t/h}$$

2. *Belt* A2J06

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 400 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 40 rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 40 \text{ rpm}) \times 400 \text{ mm}$$

$$= 100.480 \text{ mm/menit}$$

$$= 100,48 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,094 \text{ m}^2 \times 100,48 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 931,58 \text{ t/h}$$

3. *Belt* A4J12P

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 500 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 61,37rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 61,37 \text{ rpm}) \times 500 \text{ mm}$$

$$= 192.701,8 \text{ mm/menit}$$

$$= 192,7 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,094 \text{ m}^2 \times 192,7 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 1.786,606 \text{ t/h}$$

4. *Belt* A1J02

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 300 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 31 rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 31 \text{ rpm}) \times 300 \text{ mm}$$

$$= 58.404 \text{ mm/menit}$$

$$= 58,4 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,238 \text{ m}^2 \times 58,4 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 1.377,098 \text{ t/h}$$

5. *Belt* A1J12B

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 500 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 37,2 rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 37,2 \text{ rpm}) \times 500 \text{ mm}$$

$$= 116.808 \text{ mm/menit}$$

$$= 116,81 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,238 \text{ m}^2 \times 116,81 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 2.754,196 \text{ t/h}$$

6. *Belt* A4J14

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 500 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 76,92rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 76,92 \text{ rpm}) \times 500 \text{ mm}$$

$$= 241.528,8 \text{ mm/menit}$$

$$= 241,53 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,094 \text{ m}^2 \times 241,53 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 2.239,298 \text{ t/h}$$

4.10 Rekomendasi Pergantian Gearbox Ratio

Setelah mengoptimalkan kecepatan *belt* dengan kemampuan *gearbox* yang ada, ternyata produktivitas *belt* A2J05, *belt* A2J06 dan *belt* A1J02 masih belum mampu untuk menampung produksi pengiriman *limestone* ke *storage* pabrik PT. Semen Padang. Oleh karena itu, penulis menyarankan untuk mengganti *gearbox* dengan ratio yang lebih besar. Seperti hasil hitungan yang penulis tampilkan sebagai berikut:

1. Belt A2J05

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 325 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 65 rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 65 \text{ rpm}) \times 325 \text{ mm}$$

$$= 132.665 \text{ mm/menit}$$

$$= 132,67 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,094 \text{ m}^2 \times 132,67 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 1229,98 \text{ t/h}$$

2. Belt A2J06

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 400 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 53 rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 53 \text{ rpm}) \times 400 \text{ mm}$$

$$= 133.136 \text{ mm/menit}$$

$$= 133,14 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,094 \text{ m}^2 \times 133,14 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 1234,35 \text{ t/h}$$

3. Belt A1J02

Diketahui :

Jari-jari *pulley* (r) = 300 mm

Ratio putaran (n) *gearbox* = 40 rpm

$$V = W \times r$$

$$= (2\pi \times n) \times r$$

$$= (2(3,14) \times 40 \text{ rpm}) \times 300 \text{ mm}$$

$$= 75,360 \text{ mm/menit}$$

$$= 75,36 \text{ m/menit}$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 60$$

$$= 0,238 \text{ m}^2 \times 75,36 \text{ m/menit} \times 1,65 \text{ t/m}^3 \times 60$$

$$= 1.775,632 \text{ t/h}$$

4.11 Mengoptimalkan Efisiensi Kerja

Rendahnya nilai efisiensi kerja dari 3 unit LSC, mengakibatkan target produksi yang direncanakan tidak tercapai. Dari pengamatan penulis, hal ini disebabkan karena banyaknya jumlah jam perbaikan alat dan jam *standby* pada masing-masing LSC.

Untuk meningkatkan kerja alat dapat dilakukan dengan cara mengurangi waktu hambatan (*standby*) seperti pengosongan jalur, tunggu truk dan perpindahan jalur untuk meningkatkan nilai efisiensi kerja.

Untuk nilai efisiensi kerja aktual 3 unit LSC, dapat dilihat pada Lampiran M. Pada Lampiran M dapat disimpulkan bahwa efisiensi kerja 3 unit LSC berjumlah 71,27% dengan nilai produksi bulan Desember 2017 yaitu 667.554 ton.

Pada saat penelitian ini, penulis mendapatkan data waktu hambatan (*standby* alat) pada LSC II seperti pengosongan jalur 8,5 jam, tunggu truk 6,08 jam dan pindah jalur pengiriman *limestone* 3,75 jam. Tingginya durasi waktu hambatan, maka penulis menyarankan untuk meningkatkan kerja alat dengan membatasi waktu hambatan maksimal pada setiap pengosongan jalur menjadi 20 menit, tidak dibenarkan adanya waktu tunggu pada truk, dan membatasi waktu hambatan maksimal pada setiap perpindahan jalur menjadi 10 menit. Sehingga untuk pengoptimalan waktu kerja LSC tersebut dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Dari tabel dibawah ini dapat dilakukan peningkatan jumlah jam kerja alat, dengan mengurangi waktu hambatan yang bisa diminimalisir.

Sehingga efisiensi kerja dari 3 unit LSC pun dapat meningkat.

Dengan dilakukannya pengoptimalan jam kerja alat seperti tabel diatas, maka efisiensi kerja 3 unit LSC PT. Semen Padang meningkat menjadi 76,11 %. Sehingga 3 unit LSC dapat meningkatkan nilai produksi untuk mencapai target produksi yang direncanakan perusahaan.

Tabel 6. Perbandingan Waktu Hambatan LSC

LSC	Pengosongan Jalur			Tunggu Truk			Pindah Jalur			Total Selisih (jam)
	Aktual (jam)	Optimal (jam)	Selisih (jam)	Aktual (jam)	Optimal (jam)	Selisih (jam)	Aktual (jam)	Optimal (jam)	Selisih (jam)	
LSC II	8,50	4,67	3,83	6,08	0,00	6,08	3,75	1,33	2,42	12,33
LSC III A	3,25	1,67	1,58	3,17	0,00	3,17	3,60	0,83	2,77	7,52
LSC III B	8,08	4,33	3,75	10,08	0,00	10,08	3,42	1,17	2,25	16,08

Tabel 7. Efisiensi Kerja LSC

	LSC II		LSC III A		LSC III B	
	Aktual (jam)	Optimal (jam)	Aktual (jam)	Optimal (jam)	Aktual (jam)	Optimal (jam)
Jam Kerja	242,37	254,70	72,92	80,44	215	231,08
Jam Perbaikan	35,97	35,97	22,08	22,08	39	39
Jam <i>Standby</i>	465,66	453,33	649	641,48	490	473,92
Efisiensi Kerja	32,58%	34,23%	9,80%	10,81%	28,90%	31,06%

Tabel 8. Perbandingan Efisiensi Kerja LSC

LSC	Efisiensi Aktual (%)	Efisiensi Optimal (%)
LSC II	32,58%	34,23%
LSC III A	9,80%	10,81%
LSC III B	28,90%	31,06%
Total	71,28%	76,11%

Dengan dilakukannya pengoptimalan jam kerja alat seperti tabel diatas, maka efisiensi kerja 3 unit LSC PT. Semen Padang meningkat menjadi 76,11 %. Sehingga 3 unit LSC dapat meningkatkan nilai produksi untuk mencapai target produksi yang direncanakan perusahaan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan penulis selama melakukan kegiatan penelitian pada PT. Semen Padang, maka penulis menyimpulkan beberapa hal berikut, diantaranya:

1. Tumpahnya material *limestone* ke bawah rangkaian *belt conveyor* dalam pengiriman *limestone* ke *storage* pabrik disebabkan karena dimensi lebar *belt conveyor* berbeda dan kecepatan *belt* tidak optimal sesuai spek *gearbox* yang terpasang pada *belt*.
2. *Belt conveyor* dengan dimensi yang berbeda menyebabkan pada beberapa rangkaian *belt conveyor* terjadi tumpahan material ke bawah rangkaian *belt conveyor*.
3. RBC A2J05 memiliki nilai produktivitas aktual 813,97 ton/jam, RBC A2J06 memiliki nilai produktivitas aktual 869,56 ton/jam, RBC A4J12P memiliki nilai produktivitas aktual 1.115,72 ton/jam, RBC A1J02 memiliki nilai produktivitas aktual 1.352,98 ton/jam, RBC A1J12B memiliki nilai produktivitas aktual 1.465,45 ton/jam, RBC A4J14 memiliki nilai produktivitas aktual 1.091,99 ton/jam.
4. Setelah dioptimalkan kinerja RBC A2J05, RBC A2J06, RBC A4J12P, RBC A1J02, RBC A1J12B, dan RBC A4J14 sesuai kemampuan maksimal *gearbox*, ternyata produktivitas *belt* A4J12P, *belt* A1J12B, *belt* A4J14 mampu untuk menampung produksi pengiriman *limestone*, sedangkan *belt* A2J05, *belt* A2J06 dan *belt* A1J02 masih belum mampu untuk menampung produksi pengiriman *limestone* pada bulan Desember 2017.

5.2 Saran

1. Meningkatkan kecepatan *belt* sesuai spek alat agar produktivitas *belt* dapat meningkat.
2. Pada *belt* A2J05, penulis menyarankan untuk mengganti ratio dari *gearbox* dengan ukuran ≥ 65 rpm. Setelah dilakukan pergantian *gearbox* dengan ukuran ≥ 65 rpm pada *belt* A2J05, didapat nilai produktivitas (Q) sebesar 1229,98 ton/jam.
3. Pada *belt* A2J06, penulis menyarankan untuk mengganti ratio dari *gearbox* dengan ukuran ≥ 53 rpm. Setelah dilakukan pergantian *gearbox* dengan ukuran ≥ 53 rpm pada *belt* A2J06, didapat nilai produktivitas (Q) sebesar 1234,35 ton/jam.
4. Pada *belt* A1J02, penulis menyarankan untuk mengganti ratio dari *gearbox* dengan ukuran ≥ 40 rpm. Setelah dilakukan pergantian *gearbox* dengan ukuran ≥ 40 rpm pada *belt* A1J02, didapat nilai produktivitas (Q) sebesar 1.775,632 ton/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Dio Pratama. *Analisis Perbandingan Kualitas, Teknik, dan Biaya Pencampuran Limestone dengan Metode Spreading dan Metode Mix di Crusher di PT. Semen Padang*. Universitas Negeri Padang (2016)
- [2] M. Alvin Syam, Zaenal. *Kajian Kinerja Alat Crushing Plant Untuk Memenuhi Target Produksi Batubara di PT. Nan Riang Kecamatan Muara Tembesi, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi*. Jurnal Teknik Universitas Islam Bandung. Volume 2 (2015)
- [3] R. Raharjo. *Rancang Bangun Belt Conveyor Trainer Sebagai Alat Batu Pembelajaran*. Jurnal Teknik Mesin. Volume 4, 2. (2013)
- [4] M. Zaini Arief, Uyu Saismana, Ahmad Juani. *Kajian Teknis Belt Conveyor dan Bulldozer Dalam Upaya Memenuhi Target Produksi Barging Pada PT. Arutmin Indonesia Site Asam-Asam*. Jurnal HIMASAPTA. Volume 2, 3. (2017)

- [5] Erinofiardi. *Perancangan Kapasitas dan Daya Motor Belt Conveyor 30 ton/jam*. Jurnal Teknomekanik. Volume 2, 2. (2010)
- [6] Erinofiardi. *Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 ton/jam*. Jurnal Rekayasa Mesin Volume 3, 3. (2012)
- [7] A. Yanuar Chrise, Syafri. *Perancangan Bark Belt Conveyor 27B Kapasitas 244 ton/jam*. Jurnal FTEKNIK. Volume 4, 2. (2017)
- [8] Bridgestone. *Conveyor Belt Design Manual*. (2017)
- [9] S. Tojap Einstein Siahaan. *Evaluasi Produktivitas Belt Conveyor Dalam Peningkatan Target Produksi Pengapalan Batubara di Pelabuhan Khusus PT. Mitratama Perkasa Desa Muara Asam, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Lauf, Kalimantan Selatan. Samarinda*. Jurnal Teknik. Volume 1, 1. (2012)
- [10] Imam, Agus Triantoro. *Evaluasi Crushing Plant dan Alat Support Untuk Pengoptimalan Hasil Produksi di PT. Binuang Mitra Bersama Desa Pualam Sari, Kecamatan Binuang*. Jurnal HIMASAPTA. Volume 2, 2. (2017)