

LAPORAN PENGALAMAN LAPANGAN INDUSTRI

**ANALISA TEGANGAN TARIK PADA BELT CONVEYOR PENGANGKUT
BATU BARA 5F1J13 DI PEMELIHARAAN MESIN CEMENT MILL V**

PT SEMEN PADANG

*Diajukan Untuk Melengkapi Sebagian Dari Persyaratan Penyelesaian Praktek
Lapangan Industri*



Oleh

WAHYU GUSRI ANDRA

NIM/BP: 1302485/2013

JURUSAN TEKNIK MESIN

PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2017

LEMBANG PENGESAHAN
1. APRESIASI PERALIHAN KERJA LAPANGAN
HALAMAN PENGESAHAN DARI FAKULTAS
FT TEKNIK PADANG, SUMATERA BARAT
17 OKTOBER - 16 DESEMBER 2016

*Laporan ini Disampaikan Untuk Memenuhi Sebagian Dari persyaratan
Penyelesaian Pengalaman Lapangan industri FT-UNP Padang
Semester Juli - Desember 2016*

Oleh

Wahyu Gusri Andra

NIM:1302485

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin

Diperiksa dan Disahkan oleh:

Dosen pembimbing



Dr. Ambivar, M.pd

NIP: 19550213 198103 1 003

a.n. Dekan FT-UNP

Kepala Unit Hubungan Industri



Ali Basrah Pulungan, ST, MT.

NIP:19741212 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN DARI PERUSAHAAN

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
di
PT SEMEN PADANG, SUMATERA BARAT
17 OKTOBER - 16 DESEMBER 2016**

Dengan Judul Laporan
**ANALISA BELT CONVEYOR PENGANGKUT BATU BARA 5F1J13 DI
PEMELIHARAAN MESIN CEMENT MILL INDRAMUG V
PT. SEMEN PADANG**

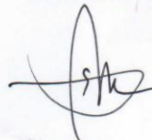
Oleh :

NAMA : WAHYU GUSRI ANDRA
NIM : 1302485
JURUSAN : TEKNIK MESIN
PPRODI : PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS : NEGERI PADANG

Mengetahui :

Pembimbing Lapangan

Ka. Urusan PM CM V



Yasrizal

NIP. 7398126

Ka. Urusan PM CM V



Yuharlis Yunus

NIP. 6283052

Disahkan Oleh :

Pembimbing Khusus

Pj. Ka. Bidang PM CM V



Ricky Aprinaldo, ST

NIP. 8814019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Praktek Lapangan Industri di Biro workshop PT. SEMEN PADANG. Laporan yang berjudul “Analisa Belt Conveyor di Pemeliharaan Mesin Cement Mill V PT. Semen Padang ” yang merupakan langkah awal sebelum melakukan langkah pekerjaan selanjutnya di biro pemeliharaan mesin V PT. Semen Padang, disusun berdasarkan pengamatan dan pengambilan data yang dilaksanakan pada 17 Oktober sampai dengan 16 Desember 2016.

Banyak hal yang sangat bermanfaat yang diperoleh penulis selama pelaksanaan Praktek Lapangan Industri, sehingga dapat menambah wawasan dan pengetahuan dalam memasuki dunia kerja di masa yang akan datang. Laporan praktek Lapangan Industri ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluarga, kedua orang tua, kakak yang telah memberi semangat dan menjadi motivasi saya untuk menjalani praktek Lapangan Industri ini.
2. Bapak Arwizet K, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
3. Bapak Dr. Ambiyar, M.Pd. selaku dosen pembimbing dalam melaksanakan PLI.
4. Pusat pendidikan dan pelatihan PT Semen Padang yang telah menerima penulis untuk melakukan praktek lapangan industri di PT Semen Padang.
5. Bapak RickyAprinaldo, ST selaku Kepala Bidang Pemeliharaan Mesin *Cement Mill* Indarung V yang telah membantu penulis dalam melakukan praktek Lapangan Industri.
6. Bapak Yuharlis Yunus dan Bapak Yasrizal, selaku kepala urusan sekaligus pembimbing lapangan, terimakasih atas segala sumbangsih baik bimbingan maupun materi yang telah bapak berikan kepada penulis.
7. Seluruh Staf dan karyawan PT Semen Padang yang telah memberikan pengalaman dan bimbingan kepada penulis selama melakukan praktek Lapangan Industri.

8. Teman – teman praktek Lapangan Industri di Biro Workshop PT. Semen Padang.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan praktek Lapangan Industri ini.

Sebagai penutup ucapan terimakasih penulis. Semoga Allah yang Maha Pemurah membalas setiap kebaikan dengan balasan yang terbaik dari sisi-Nya

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan penyusunan laporan selanjutnya. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya, dan dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca pada umumnya.

Padang, oktober 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN DARI FAKULTAS **Error! Bookmark not defined.**

HALAMAN PENGESAHAN DARI PERUSAHAAN i

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL ix

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

1. Tujuan Praktek Lapangan Industri (PLI)..... 2

2. Manfaat Praktek Lapangan Industri (PLI) 3

3. Waktu dan Tempat Pratek Lapangan Industri (PLI)..... 4

4. Batasan Masalah..... 4

5. Metode penelitian..... 4

6. Sistematika penulisan laporan..... 5

B. Deskripsi Tentang Perusahaan/Industri Tempat pelaksanaan PLI..... 5

C. Perencanaan Kegiatan PLI di PT. Semen Padang 41

D. Pelaksanaan Kegiatan PLI di PT. Semen Padang 42

BAB II PEMBAHASAN

A. Belt Conveyor 45

B. Proses Penyambungan Belt dan Masalah yang Terjadi Pada Belt Conveyor 68

C. Analisis Pada belt Conveyor Pengangkut Batu Bara..... 73

BAB III PENUTUP

A. Kesimpulan	83
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pabrik PT. Semen Padang	7
Gambar 1. 2 Perkembangan Logo PT Semen Padang (Casoni. M, 2008)	13
Gambar 1. 3 Tipe-tipe semen	17
Gambar 1. 4 Batu Kapur	25
Gambar 1. 5 Silika.....	26
Gambar 1. 6 Tanah Liat.....	26
Gambar 1. 7 Pasir Besi.....	27
Gambar 1. 8 Pozzolan	27
Gambar 1. 9 Material <i>Crusher</i>	30
Gambar 1. 10 Persiapan Bahan Baku (Shabana. N, 2010).....	31
Gambar 1. 11 Proses Pembuatan Semen	33
Gambar 1. 12 Rotary Kiln.....	39
Gambar 1. 13 Proses dalam Rotary Kiln.....	39
Gambar 2. 1 Belt Conveyor Batu bara	45
Gambar 2. 2 Lintasan Belt Conveyor.....	46
Gambar 2. 3 Konstruksi Belt Konveyor.....	49
Gambar 2. 4 Carry Idler	50
Gambar 2. 5 Impact idler	51
Gambar 2. 6 Return idler.....	51
Gambar 2. 7 drive pulley.....	52
Gambar 2. 8 Snub Pulley	53

Gambar 2. 9 Tail Pulley.....	54
Gambar 2. 10 Motor Penggerak	55
Gambar 2. 11 Gear Box.....	55
Gambar 2. 12 Luas penampang.....	65
Gambar 2. 13 Cutting and Peeling	69
Gambar 2. 14 Grinding	69
Gambar 2. 15 Cleaning	70
Gambar 2. 16 Cementing	70
Gambar 2. 17 Joining	71
Gambar 2. 18 Rolling	72
Gambar 2. 19 Finishing.....	72
Gambar 2. 20 sketsa rancangan belt conveyer 5F1J13	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kapasitas Produksi PT. Semen Padang	10
Tabel 1. 2 Fasa Klinker Semen <i>Portland</i> (Shabana. N, 2010)	21
Tabel 1. 3 Karakteristik bahan baku pembuatan semen (Shabana. N, 2010).....	28
Tabel 1. 4 Waktu Pelaksanaan PLI.....	43
Tabel 2. 1 Kemiringan Belt Yang Diizinkan	46
Tabel 2. 2 Pengelompokan Material berdasarkan ukuran material	47
Tabel 2. 3 Densitas material	48
Tabel 2. 4 koefisien gesek antara pulley dengan belt.....	52
Tabel 2. 5 Harga koefisien tahanan Belt terhadap idler	61
Tabel 2. 6 Jumlah rekomendasi cover belt	63
Tabel 2. 7 Jumlah rekomendasi lapisan belt.....	64
Tabel 2. 8 Koefisien Luas penampang	65
Tabel 2. 9 Acuan surcharge angle dari tipe karakteristik material	66
Tabel 2. 10 Luas Penampang	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dan informasi, aspek industri merupakan salah satu aspek yang berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan. Pada saat ini aspek industri tersebut telah mengalami banyak perubahan, perkembangan dan peningkatan. Perusahaan melakukan berbagai usaha untuk bertahan dan memanaskan persaingan aplikasi, teknologi mesin untuk kepentingan controlling semakin banyak diterapkan. Oleh karena itu, sangat diperlukan daya pikir dan pengetahuan akan sumber daya manusia Indonesia yang berkaitan dengan ilmu teknik terapan dalam segala aspek kehidupan, khususnya yang berkaitan dengan profesinya. Sehingga dapat dihasilkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkepribadian mandiri, berkualitas, dan memiliki kemampuan intelektual yang baik. Dalam era globalisasi dunia dan perdagangan yang bebas diperlukan adanya industri yang maju dengan tenaga kerja yang professional di bidangnya masing-masing. Untuk itu selain mendapatkan berbagai teori di bangku pendidikan formal, maka diperlukan adanya pengalaman kerja di lapangan.

Industri semen saat ini merupakan salah satu industri pokok yang diperlukan dalam pembangunan, sehingga kebutuhan semen yang ada di Indonesia saat sekarang ini sangat tinggi. Oleh karena itu perkembangan industri semen di Indonesia saat sekarang ini berkembang dengan pesat. Sehingga kebutuhan semen di Indonesia saat sekarang ini bisa dipenuhi hingga pelosok tanah air dengan keberadaan industri semen saat sekarang ini.

Industri semen yang tertua di Asia Tenggara adalah PT. Semen Padang yang mana industri semen ini telah berdiri semenjak tahun 1910. Pada saat sekarang ini PT. Semen Padang sedang berkembang dengan pesat baik dari kuantitas produk maupun dari semen yang dihasilkan. Dengan semakin bertambahnya semen yang dihasilkan maka kebutuhan semen untuk wilayah Sumatera Barat dan sekitarnya dapat dipenuhi dengan sangat baik. Di samping itu

juga membantu pemerintah untuk mengurangi jumlah pengangguran, serta meningkatkan pendapatan negara.

Produksi yang dilakukan oleh industri atau pun perusahaan perlu dipelajari oleh mahasiswa atau akademisi guna mengetahui secara pasti bagaimana proses produksi yang dilakukan oleh industri tersebut. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mengikuti langsung kegiatan yang dilakukan pada suatu industri atau yang lebih dikenal dengan nama Praktek Lapangan Industri (PLI).

Pengalaman Lapangan Industri merupakan salah satu mata kuliah di Fakultas Teknik / Jurusan Teknik Mesin / Universitas Negeri Padang yang sebagai sarana untuk latihan mengembangkan dan menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah. Selain itu dengan kerja praktik akan memperoleh gambaran yang jelas tentang berbagai hal yang berkaitan dengan berbagai masalah, khususnya bagaimana atmosfer yang ada di dalam dunia industry, masalah pengaturan sistem di tempat kerja praktik, serta memenuhi syarat kelulusan dalam mata kuliah pengalaman lapangan industri

1. Tujuan Praktek Lapangan Industri (PLI)

Adapun kegiatan praktek lapangan industri ini memiliki tujuan sebagai berikut:

a. Umum

- 1) Memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk bisa mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh selama berada di bangku perkuliahan.
- 2) Mahasiswa mampu mengetahui proses pekerjaan di dunia industri yang berbeda dengan dunia perkuliahan.
- 3) Mahasiswa mampu membuka pemikiran yang lebih luas terhadap dunia industri yang selama ini tidak terekplorasi dengan baik.
- 4) Mampu memberikan pengalaman tentang kedisiplinan dalam pekerjaan maupun dalam kehidupan sehari-hari.

- 5) Mampu mengasah ketelitian dan membentuk kepribadian yang mampu menghadapi tantangan masa depan yang akan dihadapi.

b. Khusus

- 1) Mampu beradaptasi dengan lingkungan pekerjaan yang baru dan menyesuaikan diri dengan perkembangan IPTEK yang semakin maju dan berkembang.
- 2) Mahasiswa langsung melihat aktivitas yang dilakukan di industri terutama di Biro Workshop PT. Semen Padang.
- 3) Meningkatkan kedisiplinan dalam penggunaan waktu dalam bekerja.
- 4) Meningkatkan kemampuan dalam beradaptasi dengan lingkungan kerja, sosial dalam perusahaan.
- 5) Melengkapi teori yang didapat pada masa perkuliahan dengan keadaan yang sebenarnya yang ada di Biro Workshop PT. Semen Padang.

2. Manfaat Praktek Lapangan Industri (PLI)

a. Bagi Penulis

- 1) Meningkatkan wawasan dan ilmu pengetahuan tentang dunia kerja.
- 2) Dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang didapat dari perkuliahan.
- 3) Meningkatkan kemampuan dan keterampilan yang dimiliki dalam memasuki dunia industri.
- 4) Meningkatkan proses adaptasi dengan perkembangan global yang akan memasuki masyarakat ekonomi ASEAN.
- 5) Meningkatkan kedisiplinan dan tanggung jawab dalam melaksanakan pekerjaan.

b. Bagi Universitas Negeri Padang (UNP)

- 1) Menjalin hubungan kerjasama yang baik dengan perusahaan.
- 2) Meningkatkan kompetensi yang dimiliki oleh mahasiswa Universitas Negeri Padang untuk mampu berdisiplin tinggi dan bertanggung jawab.
- 3) Tercapainya tujuan vokasi Universitas Negeri Padang.

c. Bagi perusahaan

- 1) Mendukung upaya pemerintah dalam meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia khususnya yang ada di lingkungan PT Semen Padang.
- 2) Berpartisipasi dalam memberikan pembinaan untuk mahasiswa agar mampu meningkatkan kualitas mahasiswa yang akan dihasilkan.

3. Waktu dan Tempat Pratek Lapangan Industri (PLI)

Waktu dan tempat pelaksanaan praktek Lapangan Industri ini adalah pada bagian Biro Pemeliharaan Mesin Cement Mill V bertempat di PT. Semen Padang jalan Raya Indarung kecamatan Lubuk Kilangan kota Padang Sumatera Barat yang dimulai dari tanggal 17 Oktober 2016 sampai dengan 16 Desember 2016.

4. Batasan Masalah

Dalam praktek Lapangan Industri ini penulis akan membahas tentang ” Analisa Belt Conveyor Pengangkut Batu Bara 5F1J13 di Biro Pemeliharaan Mesin PT. Semen Padang ”.

5. Metode penelitian

Dalam pengumpulan data penulis melaksanakan metode sebagai berikut:

a. Metode Observasi.

Merupakan metode yang digunakan dalam bentuk pengumpulan data dengan cara pengamatan secara langsung proses pengerjaan yang sedang dilakukan.

b. Metode Studi Literatur.

Merupakan metode pengumpulan data dengan cara membaca, memahami buku referensi yang ada di perpustakaan.

c. Metode Wawancara.

Merupakan metode sederhana yang dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan karyawan dan staf yang berkaitan dengan proses pengerjaan yang dilakukan dan masalah yang dihadapi.

6. Sistematika penulisan laporan

a) BAB I

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang melakukan praktek kerja industri, tujuan, manfaat, waktu dan tempat praktek lapangan industri, metode penelitian dan deskripsi tentang perusahaan PT. Semen Padang.

b) BAB II

Bab ini menjelaskan teoritis dari efisiensi, mesin belt conveyor, prinsip kerja, komponen pada mesin belt conveyor, dan proses kerja pada mesin belt conveyor.

c) BAB III

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil yang telah dibahas pada pembahasan bab sebelumnya dan berisi saran.

B. Deskripsi Tentang Perusahaan/Industri Tempat pelaksanaan PLI

1. Gambaran Umum PT. Semen Padang

a. Sejarah PT. Semen Padang

Berdasarkan sejarah, PT. Semen Padang merupakan pabrik semen tertua di Asia Tenggara yang terletak di Propinsi Sumatera Barat, berjarak 15 km dari pusat

Kota Padang, arah timur Jalan Raya Padang – Solok, pada ketinggian \pm 200 m di atas permukaan laut, dengan luas \pm 630 ha.

Pada tahun 1896 seorang perwira Belanda yang berkebangsaan Jerman yang bernama Ir. Carl Christophus Lau tertarik dengan batu-batuan yang ada di Bukit Karang Putih dan Bukit Ngalau. Batu-batuan itu dikirim ke Belanda dan hasil penelitian menunjukkan bahwa batu-batuan tersebut dapat dijadikan bahan baku semen. Pada tanggal 25 Januari 1907 Ir. Carl Christophus Lau mengajukan permohonan kepada Hindia Belanda untuk mendirikan pabrik semen di Indarung, pada tanggal 16 Agustus 1907 permohonan itu disetujui.

Untuk melanjutkan usahanya, Lau menghimpun kerja sama dengan beberapa perusahaan seperti *Fa. Gebroeders Veth, Fa. Dunlop, Fa. Yarman & Soon* serta pihak swasta lainnya, sehingga pada tanggal 18 maret 1910 berdirilah *NV Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij* (NV NIPCM) dengan akte notaris Johannes Piede Smidh di Amsterdam sebagai pabrik semen tertua di Indonesia. Pabrik yang berlokasi lebih kurang 15 km dari pusat Kota Padang ini mulai beroperasi pada tahun 1913 dengan kapasitas 22.900 ton pertahun dan pada tahun 1939 pernah mencapai produk tertinggi 172.000 ton. Ketika Jepang menguasai Indonesia tahun 1942 sampai 1945 pabrik semen ini diambil alih oleh manajemen *Asano Cement Jepang*. Ketika Proklamasi Kemerdekaan pada 1945, pabrik ini diambil alih oleh Karyawan Indonesia dan selanjutnya diserahkan kepada Pemerintah Republik Indonesia dengan nama Kilang Semen Indarung.

Perkembangan selanjutnya, perusahaan melakukan peningkatan kapasitas produksi dengan optimalisasi Indarung I dan pembangunan pabrik baru Indarung II, IIIA, IIIB, IIIC, maka mulai 1 Januari 1994 kapasitas terpasang meningkat menjadi 3.720.000 ton semen pertahun. Pabrik Indarung I sebagai pabrik tertua yang menggunakan proses basah sekarang tidak dioperasikan lagi mengingat efisiensi dan langkanya suku cadang peralatannya akan tetapi masih tetap dirawat dengan baik. Pabrik Indarung II dibangun pada tahun 1977 dan selesai pada tahun 1980. Setelah itu berturut-turut dibangun pabrik Indarung IIIA (1981- 1983) dan Indarung IIIB (selesai tahun 1987). Pabrik Indarung IIIC dibangun oleh PT. Semen Padang pada tahun 1994.

Kemudian dalam perkembangannya pabrik Indarung IIIA akhirnya dinamakan pabrik Indarung III sedang pabrik indarung IIIB dan IIIC yang

menggunakan satu kiln yang sama diberi nama pabrik Indarung IV. Dengan diresmikannya pabrik Indarung V pada tanggal 16 Desember 1998 maka kapasitas produksi meningkat menjadi 5.240.000 ton semen pertahun. Berdasarkan Surat Menteri Keuangan Republik Indonesia No. S-326/ MK. 016/ 1995 tanggal 5 Juni 1995, pemerintah melakukan konsolidasi atas tiga buah pabrik semen milik pemerintah yaitu PT. Semen Padang, PT. Semen Gresik dan PT. Semen Tonasa yang terealisasi tanggal 15 September 1995.



Gambar 1. 1 Pabrik PT. Semen Padang
(Sumber : PT. Semen Padang)

b. Lokasi pabrik

PT. Semen Padang terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kotamadya Padang, Sumatera Barat, berjarak 15 km kearah timur pusat kota Padang. Secara geografis, lokasi pabrik berada pada ketinggian sekitar 200 m diatas permukaan laut. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1) Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang terdiri dari batu kapur diperoleh dari deposit di Bukit Karang Putih 1,7 km kearah selatan pabrik, deposit tanah liat terletak 400 m arah timur dan pasir silika diperoleh dari Bukit Ngalau 1,5 km arah tenggara pabrik.

2) Daerah pemasaran

PT. Semen Padang memasarkan hasil produksinya untuk seluruh wilayah Propinsi di Pulau Sumatera, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan serta untuk ekspor.

3) Sarana transportasi

Lokasi pabrik terletak di jalan utama lintas Sumatera dan 2,5 km dari pelabuhan Teluk Bayur sehingga memudahkan dalam pengangkutan hasil produksi dan bahan baku baik melalui jalur darat maupun jalur laut.

4) Tenaga kerja

PT. Semen Padang memiliki tenaga kerja dengan latar belakang pendidikan yang beragam. Jumlah tenaga kerja perusahaan adalah 1.942 orang. Dalam berproduksi, perusahaan menggunakan dua sistem kerja yaitu harian dan shift. Bagi pekerja harian, jam kerja dimulai pukul 07.00 WIB sampai 17.00 dengan jam istirahat 12.00 hingga 13.00 WIB, dan khusus hari jumat istirahat 11.45 hingga 13.45 WIB. Untuk hari sabtu dan minggu merupakan hari libur. Sedangkan pekerja shift dibagi menjadi tiga yaitu, shift 1 pukul 07.00 s/d 14.00 WIB, shift 2 pukul 14.00 s/d 21.00 WIB, dan shift 3 pukul 21.00 s/d 07.00 WIB. Untuk karyawan shift mendapatkan libur 2 hari setelah 5 hari bekerja.

5) Ketersediaan tenaga listrik

Distribusi listrik yang disediakan PLN berasal dari Gardu Induk Lubuk Alung Pariaman. PT. Semen Padang juga mempunyai PLTD sendiri sebanyak dua buah dengan daya 5,5 Mw dan 13,5 Mw.

6) Ketersediaan air

Air yang digunakan untuk proses produksi dan air minum karyawan, diambil dari daerah Rasak Bungo.

c. Informasi Umum

Nama Perusahaan : PT. SEMEN PADANG

Visi Perusahaan Menjadikan industri semen yang handal, unggul dan berwawasan lingkungan di Indonesia Barat dan Asia Tenggara

Misi Perusahaan

1. Memproduksi dan memperdagangkan semen serta produk terkait lainnya yang berorientasi kepuasan pelanggan.
2. Mengembangkan SDM yang kompeten, profesional dan berintegritas tinggi.

- 3 Meningkatkan kemampuan rekayasa dan *engineering* untuk mengembangkan industri semen nasional.
- 4 Memberdayakan, mengembangkan dan mensinergikan sumber daya perusahaan yang berwawasan lingkungan.
- 5 Meningkatkan nilai perusahaan secara berkelanjutan dan memberikan yang terbaik kepada *stakeholder*.

Alamat : Kantor Pusat

Jl. Raya Indarung, Padang 25237

Sumatera barat

Telp. 0751-815250, Fax. 0751-815590

Perwakilan

Graha Irama, Lantai XI

Jln. H.R. Rasuna Said Blok X-1 Kav. 1&2

Kuningan, Jakarta 12950

Telp. 021 5261272, Fax. 021 5261414

Website : www.semenpadang.co.id

d. Budaya perusahaan

a) Compete With A Clear & Synergized Vision

Ciptakan visi jelas yang sinergis untuk bersaing.

b) Have A High Spirit For Continuous Learning

Hidupkan semangat belajar terus menerus.

c) Act With High Accountability

Amankan tugas dengan akuntabiliti tinggi.

d) Meet Customer Expectation

Mantapkan usaha untuk penuhi harapan pelanggan.

e) Perform Ethically With High Integrity

Praktekkan etika bisnis dengan integritas tinggi.

f) Strengthening Teamwork

Senantiasa tingkatkan kerja sama.

e. Perkembangan Aktivitas Usaha PT. Semen Padang

Sejak diambil oleh Pemerintah Indonesia PT. Semen Padang terus mengalami perkembangan dan meningkatkan kapasitas produksi sebagai berikut:

- 1) Rehabilitasi pabrik I tahap I dimulai tahun 1970, selesai 1973. Kapasitas produksi meningkat dari 120.000 ton per/tahun menjadi 220.000 ton/tahun menjadi 330.000 ton/tahun.
Pabrik indarung I dinonaktifkan sejak bulan Oktober 1999 dengan pertimbangan efisiensi dan polusi. Pabrik yang didirikan ada tanggal 18 Maret 1910 ini dalam proses produksi menggunakan sistem basah (*wet process*)
- 2) Proyek Indarung II di mulai tahun 1977 dengan teknologi pembuatan semen proses kering. Bekerja dengan F.L. Smidth & Co.A/S 9 (Denmark). Proyek selesai pada tahun 1980 dengan kapasitas 600.000 ton/tahun. Selanjutnya dilakukan proyek optimalisasi Indarung II sehingga kapasitas produksi meningkat menjadi 660.000 ton/tahun.
- 3) Tahun 1981 di bangun dua pabrik, yaitu pabrik tiga IIA bekerjasama dengan F.L. Smidth & Co.A/S selesai pada tahun 1983 dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun dan pabrik indarung IIIB bekerja sama dengan India, selesai pada tahun 1987 dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun.
- 4) Pabrik Indarung IIIC (1991 – 1994) dilakukan secara swakelola oleh PT. Semen Padang dengan kapasitas produksi 600.000 ton/tahun. Indarung IIIB dan IIIC selanjutnya diberinama dengan Indarung IV. Dengan demikian kapasitas produksinya 1.620.000 ton/tahun.
- 5) Pada tahun 1996 dimulai proyek Indarung V dengan kapasitas produksi 2.300.000 ton/tahun. Dengan beroperasinya Indarung V, total produksi menjadi 5.240.000 ton/tahun.

Tabel 1. 1 Kapasitas Produk PT. Semen Padang

No	Pabrik	Kapasitas/tahun
1	Indarung II	660.000 ton
2	Indarung III	660.000 ton
3	Indarung IV	1.620.000 ton
4	Indarung V	2.300.000 ton
5	Optimalisasi pabrik	760.000 ton

Pada tahun 1995, Pemerintah menggabungkan PT. Semen Tonasa, PT. Semen Gresik, yang selanjutnya disebut Semen Gresik Group (SGG). Tahun 1998, pemerintah menjual 14% SGG kepada *CEMEX* yang kemudian menjadi 25,53% dengan demikian PT. Semen Padang dikuasai juga oleh *CEMEX*. Dengan dialih dengan utang luar negeri yang banyak, sehingga PT. Semen Gresik Group dijual untuk menutupi utang luar negeri Indonesia.

Berdasarkan SK Menteri Keuangan RI No. S-326/MK.016/1995 tanggal 5 Juni 1995, pemerintah melakukan konsolidasi atas tiga buah BUMN Semen yaitu PT. Semen Gresik (PTSG), PT. Semen Padang (PTST), dan PT. Semen Tonasa (PTST) yang direalisasikan pada tanggal 15 September 1995. Ketiga perusahaan ini berada dalam holding PT. Semen Gresik Indonesia (Persero) TBK sesuai hasil Rapat Umum Pemegang Saham Luar Biasa (RUPSLB) di Jakarta pada 20 Desember 2012 dan PT. Semen Padang bersama PT. Semen Gresik, PT. Semen Tonasa, dan Thang Long Cement Company Vietnam resmi menjadi bagian dari PT. Semen Indonesia, Perusahaan semen terbesar di Indonesia.

PT. Semen Padang telah mendapat pengakuan internasional dari *International Organization For Standardization* berupa sertifikat ISO 9002 dan ISO 9001. Standar ISO 9002 merupakan pengakuan internasional dalam hal manajemen mutu bidang *Raw Material Mining, Cement Manufacturing, Cement Packaging and Marketing*. Sedangkan ISO 9001 dalam bidang *Design, Development, Production, Installation, and Servicing of Equipment for Industries*. Selain itu PT. Semen Padang telah mendapat sertifikat ISO 14001 untuk bidang *Environmental Management System*.

f. Struktur organisasi PT. Semen Padang

Jajaran Direksi (BOD) dalam Struktur Organisasi Perusahaan, terdiri dari 1 (satu) orang Direktur Utama yang membawahi 3 (tiga) orang direksi, yaitu : direktur komersil, direktur produksi, dan direktur keuangan. Dalam tugas-tugasnya, direksi dibantu sebanyak 18 pejabat eselon I yang terdiri dari 16 departemen, dan dua pejabat setingkat departemen (SPI dan SEKPER). Secara lebih detail, diagram berikut menggambarkan struktur organisasi perusahaan saat

ini. Dalam menjalankan manajemen perusahaan, direktur utama dibantu oleh empat orang direksi, yaitu:

1) Direktur komersial

Bertanggung jawab atas perencanaan dan pelaksanaan dan juga pengendalian bidang keuangan dan pemasaran. Direktur komersil membawahi beberapa departemen antara lain :

- a) Departemen Penjualan
- b) Departemen Pengadaan
- c) Departemen Distribusi Dan Transportasi

2) Direktur produksi

Bertanggung jawab terhadap kelancaran jalannya pabrik (operasional). Direktur produksi membawahi :

- a) Departemen Tambang
- b) Departemen Produksi II/III
- c) Departemen Operasi IV
- d) Departemen Operasi V
- e) Departemen Teknik Pabrik
- f) Departemen Jaminan Kualitas Dan Inovasi

3) Direktur keuangan

Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah keuangan dari perusahaan. Direktur keuangan membawahi :

- a) Departemen Akuntansi Dan Keuangan
- b) Departemen Sumber Daya Manusia

Disamping itu direktur utama bersama direktur lainnya yang disebut dewan direksi juga membawahi beberapa Anak Perusahaan Dan Lembaga Penunjang (APLP) dan Panitia Pelaksana Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (P2K3). Anak Perusahaan yang ada di Kota Padang sekarang PT. Igasar, PT. Yasiga Sarana Utama, PT. Andalas Yasiga Perkasa dan PT. Pasoka Sumber Karya.

g. Logo Perusahaan

Logo PT Semen Padang (PTSP) pertama kali diciptakan pada 1910, semasih bernama *Nederlandsch Indische Portland Cement* (Pabrik Semen Hindia Belanda). Logonya berbentuk bulat, terdiri atas dua lingkaran (besar dan kecil) dengan posisi lingkaran kecil berada di dalam lingkaran besar. Di antara kedua lingkaran tersebut terdapat tulisan "*Sumatra Portland Cement Works*". Di dalam lingkaran kecil terdapat huruf N.I.P.C.M, singkatan *Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij*, sebuah pabrik semen di Indarung, 15 km di timur kota Padang.



Gambar 1. 2 Perkembangan Logo PT Semen Padang (Casoni. M, 2008)

Logo itu hanya berumur 3 tahun karena pada 1913 dibuat sebuah logo baru, meski bentuk bulat dengan dua garis lingkaran dan kata-katanya tetap dipertahankan. Hanya saja, NIPCM ditambah dengan NV. Ada gambar seekor kerbau jantan dalam lingkaran kecil tampak sedang berdiri menghadap ke arah kiri dengan latar panorama alam Minangkabau. Gambar ini menggantikan posisi huruf NIPCM sebelumnya.

Logo itu diubah lagi pada 1928. Kata *Nederlandsch Indische* diubah menjadi Padang. Jadi, tulisan di antara kedua lingkaran tersebut adalah N.V. Padang *Portland Cement Maatschappij*. Di bagian bawahnya tertulis *Fabrik di Indarung Dekat Padang, Sumatera Tengah*, yang ditulis dengan huruf yang lebih kecil. Dan telah muncul bahasa Melayu, setelah Sumpah Pemuda pada 1928. Dalam lingkaran kecil, selain gambar kerbau, terdapat gambar seorang laki-laki yang sedang berdiri

di depan sebelah kanan kerbau sambil memegang tali kerbaunya. Ada pula gambar sebuah rumah adat, kelihatan hanya dua gonjongnya, di belakang sebelah kanan kerbau. Panorama di latar belakang ditambah dengan lukisan Gunung Merapi, lambang sumarak ranah Minang. Gambar kerbau tetap ditampilkan mendominasi di lingkaran kecil tersebut.

Jepang kemudian datang membawa perubahan, NV PPCM diganti dengan Semen Indarung. Logo PT SP tidak diubah, kecuali perubahan tulisan dari bahasa Belanda ke bahasa Indonesia. Demikianlah sampai Perang Kemerdekaan (1945-1949). Ada sedikit perubahan, yaitu digantinya tulisan Semen Indarung dengan Kilang Semen Indarung. Namun, saat Belanda kembali pada 1950, nama NVPPCM muncul kembali. Logo PTSP dimodifikasi lagi, pada 1958, seiring dengan kebijakan pemerintah pusat tentang nasionalisasi perusahaan asing. Logonya yang bulat dipertahankan, tapi tulisan NV PPCM diganti dengan Semen Padang Pabrik Indaroenng. Gambar kerbau tetap ada. Tapi tiada lagi gambar seorang laki-laki, rumah adat, dan gambar panorama Gunung Merapi. Penggantinya adalah gambar atap rumah gadang dengan lima gonjong di atas gambar kerbau.

Logo PTSP diperbarui lagi pada 1970. Dua lingkaran dihilangkan, sehingga tulisan Padang *Portland* Cement Indonesia dibuat melingkar sekaligus menjadi pembatasnya. Gambar kerbau hanya menampilkan kepalanya saja dengan posisi menghadap ke depan. Di atas kepala kerbau dibuat pula gambar atap/gonjong (5 buah) rumah adat. Muncul pula moto PTSP yang berbunyi "Kami Telah Berbuat Sebelum yang Lain Memikirkan". Namun, pada 1972 logo tersebut dimodifikasi dengan memunculkan dua garis lingkaran, besar dan kecil. Perubahan terjadi lagi pada 1991, saat tulisan Padang *Portland* Cement menjadi Padang Cement Indonesia.

Pada 1 Juli 2012, PT SP kembali melakukan perubahan logo. Pada perubahan kali ini, PT Semen Padang tidak melakukan perubahan yang bersifat fundamental karena *brand* perusahaan tertua di Indonesia ini dinilai sudah kuat. Pergantian ini dilakukan dengan pertimbangan, logo yang dipakai sebelumnya memiliki ciri, tanduk kerbau kecil dan *complicated* (rumit). Mata kerbau kelihatan *old* (tua), gonjong dominan, dan telinga terlihat *off position*. Pada logo baru disempurnakan dengan tanduk kerbau menjadi besar dan

kokoh/melindungi, mata kelihatan tajam/tegas, gonjong menjadi sederhana (*crown*), dan telinga pada posisi “on” (selalu mendengar).

Logo baru ini memiliki kriteria dan karakter yang kokoh (identitas semen), universal (tidak kedaerahan), lebih simpel (mudah diingat/memorable), dan lebih konsisten (*aplicable* dalam ukuran terkecil).

2. Pengantongan dan Pengendalian Kualitas

a. Pengantongan

Proses pengantongan dilakukan sesuai dengan distribusi yang dibutuhkan. Jadi tidak ada penumpukan atau gudang semen yang telah dikantongkan. Semen yang diambil dari silo semen langsung menuju unit pengantongan dengan alat transportasi *air slide conveyor*. Setelah dikantongkan langsung dibawa dengan *belt conveyor* ke atas truk.

Ada delapan unit *packer* di pabrik ini, 2 unit di Indarung I, 6 unit di *Packing Plant* Indarung dan 4 unit di Teluk Bayur (1 unit merupakan *rotary packer* dengan kapasitas 80 ton per jam).

Daerah pemasaran dari PT. Semen Padang meliputi seluruh wilayah Indonesia. Apabila suplai dalam negeri sudah mencukupi, maka kelebihanannya akan diekspor. PT. Semen Padang telah melakukan ekspor ke berbagai negara seperti Bangladesh, Taiwan, Myanmar, Vietnam, Jepang, Thailand, Hongkong, Papua Neugini, Philipina, dan lainnya. Distribusi dilakukan dengan angkutan darat dan laut.

b. Pengendalian Kualitas

Untuk mendapatkan hasil produk yang bermutu dan terjamin perusahaan selalu melaksanakan kegiatan pengendalian kualitas secara kontinu dan terpadu. Pengendalian kualitas dilaksanakan mulai dari penambangan bahan baku, selama proses produksi berlangsung sampai kepada produk akhir dan juga pemantauan produk-produk yang ada di pasar.

Fasilitas untuk pengendalian kualitas digunakan secara teknologi modern yang dirancang secara khusus yaitu QCX System (*Quality Control by X-ray Analyzer and Computer*). Peralatan ini *online* dengan operasi pabrik yang merupakan jaminan terhadap ketelitian dan ketepatan dalam analisis. Peralatan dengan sistem komputer dan perangkat teknologi mutakhir di PT Semen Padang ini ditunjang dengan tenaga kerja yang handal karena mereka dididik dan dibina untuk terampil dalam mengendalikan pabrik.

Selain peralatan QCX System, laboratorium juga dilengkapi dengan fasilitas untuk pengendalian kualitas antara lain:

- a. Analisis basah (analisis volumetri dan grafimetri)
- b. Analisis instrumen
- c. Alat observasi mikroskop
- d. Laboratorium beton dan aplikasi semen
- e. Laboratorium *Oil Well CEMENT*

Pengendalian kualitas yang dilaksanakan secara terpadu, teliti, cermat dan totalitas tersebut bertujuan untuk memberikan jaminan terhadap mutu yang dihasilkan. Dari kegiatan pengendalian mutu tersebut maka hasil produksi PT Semen Padang telah diakui pemerintah sebagai produksi yang memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia) No.15-2049 *Cement Portland*.

Selain itu produksi PT Semen Padang juga telah memenuhi standar :

- a. A.S.T.M Vol 04.01-1990/C-150-89 *American Society for Testing and Materials* untuk sement portland
- b. A.S.T.M Vol 04.01-1990/C-91 type M (*American Society for Testing and Materials*) untuk standar spesialisasi *Masonry Cement*
- c. BS 12-1989 (*British standard*) untuk *Portland Cement*
- d. JIS R-5210-B1981 (Japanese Industrial Standart) untuk *Portland Cement*
- e. A.P.I Spec.10A, Twenty First Edition Sep'91 untuk Oil Well Cement, Class GHSR
- f. ISO 9002-1987, Scope : Raw Material Mining, Cement Manufacturing and Cement Packing and Marketing, dari Quality Certification Bureau Inc, Canada.

- g. ISO 9001-1998, Scope : Design Development Production Instalation and Servicing of Equipment for Industries, dari Quality Certification Bureau Inc, Canada

3. Produk PT. Semen Padang

PT. Semen Padang saat ini memproduksi beberapa jenis semen diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Semen Portland

Merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dengan cara penggilingan material klinker yang mengandung kalsium silika dan digiling dengan material yang mengandung kalsium sulfat. Terdapat beberapa tipe dari jenis semen *portland* diantaranya adalah:



Gambar 1. 3 Tipe-tipe semen

Sumber :<http://www.semenpadang.co.id>, diakses pada tanggal 4 Desember 2016

- Semen *Portland* Tipe I (*OrdinaryPortland Cement*)

Semen ini digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memerlukan ketahanan terhadap sulfat, hidrasi tinggi dan tidak memerlukan ketahanan kekuatan awal yang tinggi. Semen jenis ini memenuhi standar SNI 15-2049-2004, ASTM C 150-07, BSS 12 - 1996, dan JIS R 520-1981. Digunakan untuk pembangunan gedung, jembatan, jalan raya, rumah pemukiman, landasan pacu pesawat terbang.

- Sement *Portland* Tipe II (*Moderate Sulfate Resistance*)

Semen ini digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan persyaratan ketahanan terhadap sulfat dengan batasan maksimal 125ppm dan tahan terhadap panas hidrasi sedang. Semen ini digunakan untuk konstruksi seperti: dermaga, bendungan, bangunan tanah berawa, bangunan tepi pantai dan bangunan

pada tanah bergambut. Semen tipe ini memenuhi standar: SNI 15-2049-2004 dan ASTM C 150-07

- Semen *Portland* Tipe III (*High Early Strength Cement*)

Semen ini digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan konstruksi yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen tipe ini digunakan untuk pembuatan jalan beton, landasan pacu lapangan terbang, bangunan tingkat tinggi dan bangunan dalam air yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat. Semen tipe ini memenuhi standar: SNI 15-2049-2004 dan ASTM C 150-07.

- Semen *Portland* Tipe IV (*Low Heat of Hydration*)

Semen ini digunakan untuk konstruksi pada daerah panas dan kelembaban rendah serta konstruksi berdimensi tebal seperti pondasi bendungan, jembatan dan landasan mesin. Semen ini memenuhi standar: SNI 15-2049-1994 dan ASTM C 150-95.

- Semen *Portland* Tipe V (*High Sulfate Resistance*)

Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan yang memerlukan persyaratan ketahanan terhadap sulfat yang tinggi, air tanah yang mengandung sulfat 0,17-1,67% atau sekitar 125-250ppm. Semen ini dapat digunakan untuk konstruksi seperti: instalansi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan dan dermaga. Semen ini memenuhi standar: SNI 15-2049-2004 dan ASTM C 150-07

- *Portland Composit Cement (PCC)*

Memenuhi : SNI 15 – 7064 – 2004.. Semen PCC cocok untuk bahan pengikat dan direkomendasikan untuk penggunaan keperluan konstruksi umum dan bahan bangunan. Semen ini digunakan untuk konstruksi umum untuk semua mutu beton, struktur bangunan bertingkat, struktur jembatan, struktur jalan beton, bahan bangunan, beton pratekan dan pracetak, pasangan bata, plesteran dan acian, panel beton, *paving block*, *hollow brick*, batako, genteng, polongan, ubin dll. Keunggulan dari semen ini yaitu lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulphat, lebih kedap air dan permukaan acian lebih halus

- *Portland Pozzolan Cement (PPC)*

Semen tipe ini merupakan semen hidrolis yang terdiri dari campuran antar pozzoland dengan *portland* halus. Semen ini digunakan pada konstruksi yang memerlukan persyaratan khusus sebagai tipe II yaitu panas dengan hidrasi sedang, tahan terhadap sulfat serta memiliki kekuatan tekan seperti semen *portland* tipe I. Semen ini digunakan untuk konstruksi seperti pemukiman, jembatan, bedungan, irigasi, dam, bangunan tepi pantai dan berawa. Semen ini memenuhi standar: SNI 15-0302-2004 dan ASTM C 595-08.

- *Oil Well Cement (OWC)*

Semen ini merupakan semen khusus yang diperuntukan untuk konstruksi pembuatan sumur minyak dan gas alam yang konstruksinya berada dibawah permukaan laut dan bumi. *Oil Well Cement* yang diproduksi adalah Class G-HSR disebut juga sebagai BASIC OWC karena dengan menambahkan material aditif yang dapat digunakan untuk berbagai tingkat kedalaman dan temperatur. Semen ini memenuhi standar: SNI 15-3044-1992 dan API Spec. 10A-2002.

- *Super Mansory Cement (SMC)*

Semen ini memenuhi standar: SNI 15-3500-2004, ASTM C 91 - 05 Type M. Semen ini cocok digunakan untuk bahan pengikat dan direkomendasikan untuk penggunaan pada konstruksi ringan ($K < 225 \text{ kg/cm}^2$ atau f_c setinggi - tingginya 20 mpa), pembuatan bahan bangunan (*hollow brick*, batako, *paving block*, genteng, polongan, ubin dll), dan pemasangannya. Keuntungan dari semen ini yaitu mudah pengerjaannya, kedap air, pengerutan / penyusutan kecil (*lower shrinkage*), panas hidrasi rendah.

4. Pengertian Semen

Semen berasal dari kata "*cementum*" yang artinya perekat atau *binder* (pengikat). Bahan perekat tersebut diperoleh dari batu kapur serbuk yang digunakan sebagai *mortar* (bahan adukan). Semen telah ditemukan sejak 5.000 tahun yang lalu oleh orang Mesir dengan mencampurkan kapur yang dibakar dengan batu. Kemudian dikembangkan bangsa romawi secara lebih lanjut. Pada abad ke-18 campuran semen mulai diteliti secara ilmiah dan digunakan secara luas. Tahun 1924, Joseph Aspdin memperoleh hak paten atas semen hasil temuannya. Aspdin menyatakan bahwa telah melakukan eksperimen untuk

menciptakan campuran semen sejak tahun 1811, yang disebut dengan semen *portland* karena warnanya menyerupai batu *portland*.

Secara umum, semen merupakan sejumlah bahan dengan sifat adesif. Campuran bahan semen mempunyai kualitas adesif yang kuat jika dicampur dengan air, yang disebut juga sifat hidrolis. Berikut sifat perekat semen:

1. Dapat mengeras apabila bercampur dengan air
2. Tidak larut dalam air
3. *Plastis* sementara, apabila dicampur air
4. Melepaskan panas, apabila bercampur air
5. Dapat melekatkan batuan apabila dicampur air (bersifat sedimentasi)

Semen hidrolis diproduksi melalui proses dan perbandingan bahan baku tertentu. Bahan baku semen *digrinding*, dicampur, dan dibakar untuk menghasilkan butiran keras yang disebut klinker. Selanjutnya ditambahkan komponen tertentu untuk menghasilkan semen *portland*. Semen *portland* umumnya terdiri dari empat komponen penyusun. Dua komponen utama yaitu trikalsium silikat dan dikalsium silikat. Oleh karena itu bahan baku utama semen adalah bahan yang kaya dengan kalsium (seperti batu kapur, *gamping*, *marmalade*, atau tiram) dan bahan yang kaya dengan silika (seperti tanah liat atau serpihan silika). Dua komponen penyusunlainnya adalah trikalsium aluminat dan fasa ferrite. Selain itu juga ditambahkan sedikit kalsium sulfat dalam bentuk *gypsum* pada proses pengeringan untuk mengontrol *setting time* (waktu pengikatan) dan meningkatkan kekuatan semen.

Komponen penyusun semen berubah menjadi senyawa kompleks saat melewati sistem *kiln* yang mengalami perubahan kimia dan fisika. Secara kimia *burnability* (kemudahan terbakar) bahan baku merupakan aspek yang paling berpengaruh. *Burnability* ditentukan oleh jumlah *free lime* (CaO bebas), senyawa besi, dan alumina bahan baku. Sedangkan proses fisika yang terjadi adalah proses pembentukan *nodule* (butiran) klinker. Reaksi yang terjadi di dalam *kiln* adalah:

1. Penguapan air bebas
2. Pembebasan air yang terikat pada tanah liat
3. Dekomposisi magnesium karbonat
4. Dekomposisi kalsium karbonat atau proses kalsinasi

5. Kombinasi oksida-oksida *lime* dan tanah liat, besi, dan alumina. Reaksi ini terjadi pada suhu tinggi di akhir *kiln*

Klinker (material keluaran *kiln*) terdiri dari sejumlah komponen yang membentuk fasa *solid solution* (campuran fasa padat). Fasa yang dapat terbentuk pada klinker semen *portland* antara lain terlihat dalam tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Fasa Klinker Semen *Portland* (Shabana. N, 2010)

Nama Fasa	Nama Kimia	Notasi
<i>Free lime</i>	Calcium Oksida	C
<i>Periscale</i> (magnesia)	Magnesium Oksida	M
<i>Alite</i>	Tricalcium Silikat	C ₃ S
<i>Betite</i>	Dicalcium Silikat	C ₂ S
C3A	Tricalcium Oksida	C ₃ A
<i>Ferrite</i>	Tetracalcium Aluminoferrite	C ₄ AF
	Dicalcium Ferrite	C ₂ F
<i>Mayenite</i>	12-Calcium 7-Aluminat	C ₁₂ A ₇
<i>Geblenit</i>	Dicalcium Aluminno Monosilikat	C ₂ AS
<i>Anhydrite</i>	Calcium Silikat	CS
Kalsium sulfoaluminat	Tetracalcium Trialuminat Monosilikat	C ₂ A ₃ S

5. Sifat Fisika Semen

a. Hidrasi Semen

Hidrasi semen terjadi akibat adanya kontak antara mineral semen dengan air.

Faktor yang mempengaruhi hidrasi semen antara lain:

- a. Jumlah air yang ditambahkan
- b. Temperatur
- c. Kehalusan semen
- d. Bahan aditif
- e. Kandungan senyawa C₃S, C₂S, C₃A dan C₄AF

Faktor-faktor tersebut mengakibatkan terbentuknya pasta semen yang pada waktu tertentu akan mengalami pengerasan. Hidrasi adalah proses kristalisasi yang dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

- a. Secara kimia, yaitu mineral semen bereaksi dengan air membentuk senyawa hidrat
- b. Secara fisika, yaitu pembentukan kristal karena kejenuhan larutan
- c. Secara mekanis, yaitu pengikatan secara adesi dan kohesi kristal sehingga membentuk struktur yang kokoh.

Hidrasi pada temperatur tinggi menyebabkan rendahnya kekuatan akhir semen dan beton yang rentan retak. Oleh karena itu, semen harus disimpan pada temperatur rendah agar penguapan air tidak berlebihan.

b. Panas Hidrasi

Panas hidrasi merupakan panas yang dihasilkan oleh reaksi hidrasi yang bersifat eksoterm. Panas hidrasi dipengaruhi oleh:

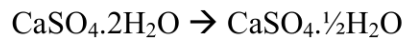
- a. Tipe semen
- b. Komposisi kimia (Kandungan C₃S, C₂S, C₃A dan C₄AF dalam semen)
- c. Kehalusan semen
- d. Jumlah air yang ditambahkan

c. Setting time

Setting (pengikatan semen) ditentukan oleh waktu reaksi C₃A semen dengan air. Untuk mengatur *setting time* ditambahkan bahan penghambat reaksi hidrasi yaitu *gypsum*, sebagai *retarder*. Selain itu *setting time* juga dipengaruhi temperatur dan kelembapan relatif. *Setting time* menurun (waktu semen untuk mengeras cepat) jika klinker tidak terbakar sempurna, partikel semen yang halus, kadar alumina yang tinggi, terdapatnya alkali dan kandungan senyawa C₃A yang tinggi serta penambahan *gypsum* yang terlalu sedikit. Sebaliknya, *setting time* akan naik (waktu pengerasan semen lambat) jika klinker dibakar pada suhu tinggi, partikel semen yang kasar, *gypsum* yang berlebih, kadar silika terlalu tinggi, kesadahan air dan kandungan C₃A yang rendah.

d. False Set

False Set terjadi akibat dehidrasi *gypsum* yang disebabkan karena temperature di kompartement dua di *cement mill* terlalu tinggi ($> 120^{\circ}\text{C}$), dengan reaksi:



False Set adalah pengerasan yang terlalu cepat saat air ditambahkan ke dalam semen. *False Set* disebabkan adanya $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ dalam semen. *Plastisitas* akan kembali jika adonan semen diaduk kembali. Meskipun tidak mengurangi kekuatan semen, *False Set* akan menimbulkan kesulitan pada pembentukan beton. *False Set* dapat dihindari dengan mengatur suhu semen saat penggilingan di *cement mill*, agar *gypsum* tidak berubah menjadi $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. Selain itu juga dilakukan pengaturan jumlah *gypsum* yang ditambahkan terhadap kandungan C3A dalam semen.

e. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan material menahan suatu beban. Kuat tekan dipengaruhi oleh kandungan senyawa C3S, C2S, C3A dan C4AF dalam semen, kadar SO_3 , dan tingkat kehalusan semen.

C3S berpengaruh terhadap kekuatan awal. C2S berpengaruh terhadap kuat tekan dalam jangka panjang, dan C3A berpengaruh terhadap kuat tekan hingga umur 28 hari. Sedangkan, C4AF tidak berpengaruh pada kuat tekan, namun memberikan pengaruh terhadap pembentukan *liquid fase* di dalam proses pembakaran di *kiln*.

f. Kelembaban

Selama penyimpanan dan pengangkutan, semen mudah menyerap uap air dan CO_2 dari udara sehingga menurunkan kualitas semen, yang ditandai:

- a. Bertambahnya LOI (*Lost on Ignition*)
- b. Terbentuknya gumpalan
- c. Menurunnya *specific gravity*
- d. Menurunnya kekuatan semen
- e. Bertambahnya *setting time* dan *hardening*

Untuk mengatasi penurunan kualitas semen, maka perlu diperhatikan tempat penyimpanan yang kedap air dan jarak penyimpanan ± 30 cm

g. Penyusutan

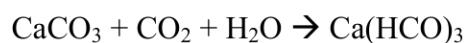
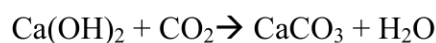
Drying shrinkage sangat mempengaruhi keretakan beton. *Drying shrinkage* terjadi karena adanya penguapan air bebas dari pasta semen. Penyusutan dapat diantisipasi dengan menjaga kelembapan. Faktor yang mempengaruhi penyusutan adalah kadar C3A, jumlah air, dan komposisi.

Ada tiga jenis penyusutan pada pasta semen, yaitu:

- a. *Hydration shrinkage*
- b. *Drying shrinkage*
- c. *Carbonation shrinkage*

h. Daya Tahan Terhadap Asam dan Sulfat

Syarat ini hanya untuk semen jenis HRSC (*high sulfate resistance cement*). Daya tahan beton umumnya rendah terhadap asam, sehingga mudah terdekomposisi oleh asam kuat. Asam dapat merubah senyawa semen yang tidak larut dalam air, menjadi senyawa yang larut dalam air. pH yang dapat merusak yaitu dibawah 6. Namun, keasaman air akibat pelarutan CO₂, pH di atas 6.5 juga dapat merusak, karena CO₂ bereaksi dengan Ca(OH)₂ dalam semen membentuk CaCO₃ yang bereaksi kembali dengan CO₂ membentuk Ca(HCO)₃ yang larut dalam air, menurut reaksi:



Ca(HCO)₃ yang terbentuk akan mengurangi kekuatan semen.

i. Soundness dan Kehalusan

Selama proses hidrasi, akan terjadi ekspansi abnormal yang menyebabkan keretakan beton. Ekspansi terjadi apabila kadar *free lime*, MgO, Na₂O, dan K₂O terlalu tinggi atau *gypsum* yang terlalu banyak.

Kehalusan semen menentukan luas permukaan partikel semen saat hidrasi. Semakin halus partikelnya, semakin kuat panas hidrasi, kebutuhan air semakin tinggi, dan hidrasi akan cepat. Namun, jika semen terlalu halus, *setting time* menjadi turun, menyebabkan *Drying shrinkage*, dan mengakibatkan keretakan beton. Selain itu, akan memudahkan penyerapan air dan CO₂. oleh karena itu ukuran partikel dijaga pada nilai *blaine* 3.200 cm²/gr.

6. Bahan baku

Bahan baku pembuatan semen adalah batu kapur, pasir silika, tanah liat dan pasir besi. Total kebutuhan bahan mentah yang digunakan untuk memproduksi semen yaitu:

a. Batu kapur

Batu kapur merupakan sumber utama oksida yang mempunyai rumus CaCO_3 (Calcium Carbonat), pada umumnya tercampur MgCO_3 dan MgSO_4 . Batu kapur yang baik dalam penggunaan pembuatan semen memiliki kadar air $\pm 5\%$, dan penggunaan batu kapur dalam pembuatan semen itu sendiri sebanyak $\pm 81\%$.



Gambar 1. 4 Batu Kapur

Sumber : PT. Semen Padang

b. Pasir silika

Pasir silika memiliki rumus SiO_2 (silikon dioksida). Pada umumnya pasir silika terdapat bersama oksida logam lainnya, semakin murni kadar SiO_2 semakin putih warna pasir silikanya, semakin berkurang kadar SiO_2 semakin berwarna merah atau coklat, disamping itu semakin mudah menggumpal karena kadar airnya yang tinggi. Pasir silika yang baik untuk pembuatan semen adalah dengan kadar $\text{SiO}_2 \pm 90\%$, dan penggunaan pasir silika dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar $\pm 9\%$.



Gambar 1. 5 Silika

Sumber : PT. Semen Padang

a. Tanah liat

Rumus kimia tanah liat yang digunakan pada produksi semen $\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Tanah liat yang baik untuk digunakan memiliki kadar air $\pm 20\%$, kadar SiO_2 tidak terlalu tinggi $\pm 46\%$, dan penggunaan tanah liat dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar $\pm 9\%$.



Gambar 1. 6 Tanah Liat

Sumber : PT. Semen Padang

b. Pasir besi

Pasir besi memiliki rumus kimia Fe_2O_3 (Ferri Oksida) yang pada umumnya selalu tercampur dengan SiO_2 dan TiO_2 sebagai impuritiesnya. Fe_2O_3 berfungsi sebagai penghantar panas dalam proses pembuatan terak semen. Kadar yang baik dalam pembuatan semen yaitu $\text{Fe}_2\text{O}_3 \pm 75\%-80\%$. Pada penggilingan akhir digunakan gipsium sebanyak 3-5% total pembuatan semen. Penggunaan pasir besi dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar $\pm 1\%$.



Gambar 1. 7 Pasir Besi

Sumber : PT. Semen Padang

Selain keempat bahan baku tersebut, pada produksi semen juga ditambahkan bahan aditif diantaranya :

1. *Gypsum*

Gypsum memiliki rumus kimia $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dalam hal ini *gypsum* digunakan sebagai bahan aditif dalam pembuatan semen yang berfungsi sebagai *retarder*, yaitu sebagai penghambat pengerasan pada semen. Bahan ini didapat dengan cara diimpor dari Thailand. Gypsum yang digunakan dalam pembuatan semen ada dua macam yaitu gypsum Sintetis dan Gypsum Alam, dan penggunaan Gypsum ini pertahun berkisar 90.000 ton.

2. *Pozzolan*

Pozzolan adalah bahan yang mengandung silika reaktif, yang mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen. *Pozzolan* disupply dari Lubuk Alung.



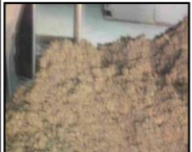


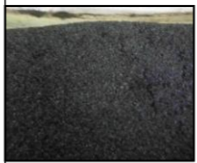
Gambar 1. 8 Pozzolan

3. *High grade Limestone*

Merupakan material ketiga sebagai sumber CaO dengan kualitas tinggi. Material ini langsung ditambahkan pada proses penggilingan di *cement mill*.

Tabel 1. 3 Karakteristik bahan baku pembuatan semen (Shabana. N, 2010)

No	Material	Fasa	Padat	Komposisi Kimia	
1	Batu Kapur 	Warna	Putih Kekuningan	Komponen	Persentase
		Kadar Air	3 %	SiO ₂	5.88 %
		<i>Bulk Density</i>	1378 – 1592 gr/L	Al ₂ O ₃	1.08 %
		Ukuran Material	≤ 60 mm	Fe ₂ O ₃	0.75 %
		SIM	3.21	CaO	50.9 %
		ALM	1.44	MgO	0.70 %
		LSF	279.3	SO ₃	-
2	Batu Silika 	Warna	Coklat Kemerahan	Komponen	Persentase
		Kadar Air	10.9 %	SiO ₂	68.7 %
		<i>Bulk Density</i>	1210 – 1216 gr/L	Al ₂ O ₃	12.7 %
		Ukuran Material	≤ 60 mm	Fe ₂ O ₃	6.15 %
		SIM	3.64	CaO	1.86 %
		ALM	2.073	MgO	1.05 %
		LSF	0.88	SO ₃	-
3	Tanah Liat 	Warna	Coklat Kekuningan	Komponen	Persentase
		Kadar Air	34.8 %	SiO ₂	39.9 %
		<i>Bulk Density</i>	750 gr/L	Al ₂ O ₃	32.8 %
		Ukuran Material		Fe ₂ O ₃	10.8 %
		SIM	0.912	CaO	0.63 %
		ALM	3.017	MgO	0.24 %

		LSF	0.3998	SO ₃	-
4	Pasir besi 	Warna	Hitam	Komponen	Persentase
		Kadar Air	2.1%	SiO ₂	26.48 %
		<i>Bulk Density</i>	1657 gr/L	Al ₂ O ₃	9.97 %
		Ukuran Material		Fe ₂ O ₃	59.79 %
		SIM		CaO	5.63 %
		ALM		MgO	2.75 %
		LSF		SO ₃	-

Penyediaan bahan baku berupa batu kapur dilakukan dengan penambangan di Bukit Karang Putih. Penambangan dilakukan dengan sistem penambangan terbuka dengan sistem berjenjang (*Quarry Top Hill Benching System*). Tahapan penambangan batu kapur adalah sebagai berikut:

1. Tahap Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

Merupakan tahap membuang lapisan atas tanah dan pepohonan yang menutupi lapisan batu kapur dengan *bulldozer* dan *excavator*.

2. Tahap Pengeboran (*Drilling*)

Merupakan tahap pembuatan lubang untuk peledakan. Kedalaman pengeboran sekitar 6 - 15 meter yang diarahkan pada lantai jenjang.

3. Tahap Peledakan (*Blasting*)

Lubang yang telah dibor, diisi dengan bahan peledak dan diledakkan dengan cara *Electrical Detonation*. Bahan peledak yang digunakan adalah ANFO (Ammonium Nitrat Fuel Oil). Jenis detonator yang digunakan bersifat *nonel* (*non electric*). Hulu ledak terdiri dari peledak primer dan sekunder. Bahan peledak primer menggunakan TNT (Tri Nitro Toluena) sedangkan peledak sekunder menggunakan *bulk emulsion* (dulunya ANFO) yang diperoleh dari PT Dahana. Peledakan batuan setelah dilakukan *drilling* terhadap beberapa titik sampel. *Drilling* batuan mencapai kedalaman 9 m dengan jarak antar titik 4 m. Bahan peledak yang dimasukkan ke dalam *hole* sebanyak 45 dan 70 kg untuk kedalaman

6 dan 9 m. Setelah peledakan batuan ini diangkut menuju *crusher* lalu ditransportasikan ke pabrik.

4. Tahap Pemuatan dan Pengangkutan

Hasil ledakan batu kapur dikumpulkan dan dimuat oleh *exchavator* dan *wheel loader* ke *dump truck* dan diangkut menuju *crushing area*.

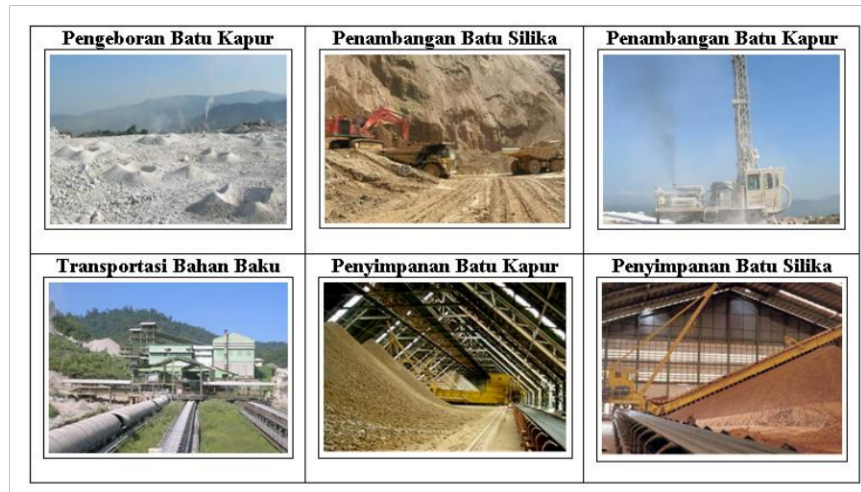
5. Tahap Pengecilan Ukuran (*Crushing*)

Pengecilan ukuran dilakukan menggunakan *crusher* hingga mencapai ukuran maksimal 50 mm. Selanjutnya batu kapur dibawa menggunakan *belt conveyor* menuju *storage* pabrik.



Gambar 1. 9 Material *Crusher*

Untuk bahan baku lain seperti batu silika diperoleh dari penambangan di Bukit Ngalau tetapi sejak tahun 2012 ditemukan batu silika di Bukit Karang Putih sehingga penambangan di Bukit Ngalau dihentikan sementara. Penambangan dilakukan dengan meruntuhkan deposit menggunakan *excavator*. Selanjutnya batu silika di angkut menuju *mobile crusher* untuk pengecilan ukuran. Setelah itu, batu silika di transportasikan menggunakan *belt conveyor* menuju *storage* pabrik.



Gambar 1. 10 Persiapan Bahan Baku (Shabana. N, 2010)

Penambangan tanah liat dilakukan oleh anak perusahaan seperti PT. Igaras dan PT. Yasiga di kawasan Bukit Atas dan Gunung Sariak. Penambangan dilakukan dengan pengerukan menggunakan *excavator* dari bukit induk. Selanjutnya pengangkutan dilakukan dengan truk menuju storage pabrik. Bahan baku pasir besi didatangkan dari PT. Aneka Tambang Cilacap. Selain itu pasir besi juga dapat disubstitusi dengan *Copper Slag* yang diperoleh dari industri pengolahan tembaga di Gresik.

7. Teknologi pembuatan

a. Proses Basah

Pada proses ini, bahan baku dipecah kemudian dengan menambahkan air dalam jumlah tertentu serta dicampurkan dengan luluhan tanah liat. Bubur halus dengan kadar air 25-40 % (*slurry*) dikalsinasikan dalam tungku panjang (*long rotary kiln*). Rotary kiln pada desain awal relatif sederhana dibandingkan dengan perkembangan modern. Umpan masuk pada suhu lingkungan dalam bentuk *slurry*. Kiln proses basah panjangnya bisa mencapai 200 m dengan diameter mencapai 6 m. Alat dibuat panjang karena banyak air yang akan diuapkan dan mengoptimalkan proses perpindahan panas. *Slurry* mengandung sekitar 40% air. Hal ini membutuhkan banyak energi untuk menguapkan dan berbagai perkembangan dari proses basah ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dari umpan. Proses basah telah bertahan selama lebih dari satu abad karena bahan baku banyak yang cocok untuk pencampuran *slurry*. Semen yang terbentuk berupa terak (kilnker) dengan temperatur *kiln* mencapai 1450°C dan selanjutnya

dinginkan secara tepat dengan suatu alat pendingin dan disimpan pada *storage kiln*, lalu ditambah dengan *gypsum* (3-5 %) dan digiling secara kering. Kebutuhan panas pada proses basah 1200-1300 kcal/kg kilnker.

Keuntungan:

1. Umpan lebih homogen, semen yang diperoleh lebih baik
2. Efisiensi penggilingan lebih tinggi dan tidak memerlukan suatu unit homogenizer
3. Debu yang timbul relatif sedikit

Kerugian:

1. Bahan bakar yang digunakan lebih banyak, butuh air yang cukup banyak.
2. Tanur yang digunakan terlalu panjang karena memerlukan zone dehidrasi yang lebih panjang untuk mengendalikan kadar air.
3. Biaya produksi lebih mahal.

a. Proses Semi/ Antara

Pada proses semi basah, kadar air pada *raw material* antara 17-21 % yang berupa *slurry*. Sebelum diumpankan ke *kiln*, harus disaring dahulu supaya terbentuk *filter cake*. Pada proses semi kering, kadar air pada *raw material* antara 1-12 % dan *raw material* ini berupa butiran yang lembab.

Keuntungan proses antara:

1. Panas yang digunakan pada waktu pembakaran tidak terlalu besar dibandingkan proses basah.
2. Ukuran klinker yang keluar *kiln* seragam

Kerugian proses antara adalah Peralatan yang digunakan lebih banyak.

b. Proses kering

Pada proses ini bahan baku diolah (dihancurkan) di dalam *Raw Mill* dalam keadaan kering dan halus dan hasil penggilingan (tepung baku) dengan kadar air 0,5–1% dikalsinasikan dalam *rotari kiln*. Proses ini menggunakan panas sekitar 1500 – 1900 kcal/kg klinker. Dalam proses kering, bahan baku dicampur masuk *kiln* melalui *preheater*. Di sini, gas panas dari *kiln*, digunakan untuk memanaskan umpan. Akibatnya, umpan sudah panas sebelum masuk *kiln*. Proses kering jauh

lebih efisien termal dari proses basah karena umpan dalam bentuk kering dan sehingga hanya ada sedikit air yang harus diuapkan. *Kiln* pada proses kering dilengkapi *suspension preheater*. Alat ini adalah menara dengan serangkaian siklon yang bergerak cepat dengan gas panas yang menjaga umpan melayang di udara. Sepanjang waktu, umpan akan lebih panas dan gas akan lebih dingin sampai umpan berada pada suhu hampir sama dengan gas.

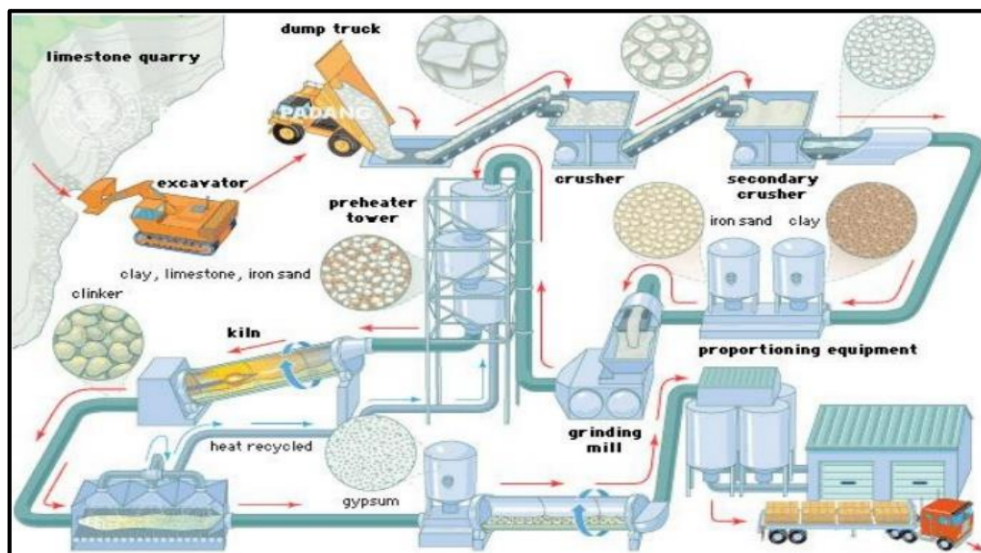
Keuntungan :

- a Tanur yang digunakan relatif pendek.
- b Panas yang dibutuhkan rendah, sehingga bahan bakar yang dipakai relatif sedikit, dan membutuhkan air yang relatif sedikit pula.
- c Kapasitas produksi lebih besar

Kerugian :

- a Kadar air sangat mengganggu proses, karena material menempel pada alat.
- b Campuran umpan kurang homogen.
- c Banyak debu yang dihasilkan sehingga dibutuhkan alat penangkap debu.

8. Proses Pembuatan Semen



Gambar 1. 11 Proses Pembuatan Semen

Secara overall proses pembuatan semen ada 4 tahap

1. Raw material preparation
2. Burning/clinkerization
3. Cement/finish grinding

4. Packing & dispatch

Berikut adalah uraian tiap tahapan di atas

a. Raw Material Preparation

Tahapan ini sendiri terdiri atas beberapa step yang meliputi mining (penambangan), crushing, preblending, raw material grinding, dan raw meal blending.

1. Mining

Mining adalah tahap paling pertama dalam proses penyiapan bahan baku, ada 2 bahan baku utama yang biasanya ditambang sendiri yaitu limestone (batu kapur) dan clay (tanah liat), bahan baku corective dan additive biasanya dibeli dari supplier seperti pasir silika dan pasir besi. Dalam tahap penambangan digunakan beberapa heavy equipments seperti loader, excavator, dump truck, dan ripper. Pada umumnya penambangan batu kapur menggunakan sistem blasting (pengeboman) karena sifat materialnya yang keras, proses blasting biasanya dilakukan di siang hari saat istirahat. Untuk beberapa kasus ditemukan tambang batu kapur yang sifatnya lunak sehingga tidak perlu menggunakan blasting tapi cukup menggunakan alat ripper untuk mengeruk batu kapur (prosesnya disebut ripping), contoh kasus ini di Indonesia ada di Kupang (PT SAG KSO PT Semen Kupang) sehingga prosesnya lebih hemat karena tidak memerlukan bahan peledak seperti ammoniumnitrat.

Untuk penambangan clay juga digunakan proses ripping karena clay jauh lebih lunak dari batu kapur. Material dipungut dengan menggunakan excavator kemudian diangkut dengan dump truck menuju stock pile (storage) atau langsung menuju tempat crusher. Jika lokasi tambang jauh dari pabrik maka digunakan belt conveyor sebagai alat transportnya tentunya setelah material dicrusher.

2. Crushing

Crushing adalah proses penghancuran material paling awal dengan menggunakan alat crusher. Ada beberapa jenis crusher yang umum digunakan yaitu, hammer crusher, roller crusher, gyratory crusher, dan jaw crusher. Cara kerja crusher secara umum adalah material diumpankan melalui feeder (biasanya apron feeder) material akan masuk crusher dan akan mengalami penyempitan ruang di dinding ruang crusher akibat putaran/gerakan alat pemecah sehingga akan tertekan dan pecah, sementara material yang ukurannya sudah cukup kecil sesuai design

crusher jatuh melalui lubang saringan yang ada di bawah feeder sehingga langsung dicampur dengan produk crusher dan dikirim dengan belt conveyor menuju proses selanjutnya. Jenis crusher yang digunakan tergantung dari jenis material yang akan dihancurkan, contohnya untuk lime stone karena sifatnya keras maka digunakan hammer crusher karena menggunakan tenaga impact dari hammer untuk menekan lalu menghancurkan batuan. Proses crushing memungkinkan material mengalami size reduction dari 1-1,5 m menjadi kurang lebih 7,5 cm. Untuk mengurangi polusi debu digunakan sistem water spray pada tempat unloading material dari dump truck ke feeder crusher dan dilengkapi bag filter untuk menangkap dust (debu) yang timbul selama proses crushing.

3. Preblending

Material yang telah dicrusher dikirim ke storage menggunakan belt conveyor. Karena komposisi kimia limestone dan clay sangat variatif maka digunakan proses preblending yang terdiri dari tahap stacking dan reclaiming. Proses preblending bertujuan untuk menghomogenkan material untuk mendapatkan kualitas material yang sesuai dengan permintaan bagian Quality Control. Misal limestone high grade (kadar CaO 54-56%) dicampur dengan low grade (CaO<50%). Proses mixing ini sebenarnya telah dilakukan sejak tahap mining, namun untuk meningkatkan homogenitas material maka dilanjutkan tahap preblending.

1. Stacking

Stacking adalah metode penyimpanan material yang memiliki beberapa bentuk sesuai tujuannya.

2. Reclaiming

Reclaiming adalah metode pengerukan material untuk dikirim ke raw material bin. Ada tiga macam jenis reclaiming, side, front, dan circular reclaiming. Bentuk reclaiming tergantung dari bentuk stacking. Untuk stacking bentuk cone umumnya memakai side reclaiming sedangkan bentuk chevron, strata, windrow memakai front reclaiming.

(pada beberapa pabrik, limestone dan clay dicampur jadi satu apabila sifat clay yang terlalu sticky/lengket)

3. Raw Material Grinding

Alat utama yang digunakan dalam proses penggilingan dan pengeringan bahan baku adalah *raw mill*. Bahan baku umumnya mengandung kadar oksida utama seperti CaO, SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃. Di tahap raw material di tentukan nilai paramaternya seperti LSF (rasio CaO terhadap ketiga oksida lainnya), SM (rasio SiO₂ terhadap Al₂O₃ dan Fe₂O₃), dan AM (rasio Al₂O₃ dan Fe₂O₃). Media pengeringannya adalah udara panas yang berasal dari *coller* dan *pre-heater*. Udara panas tersebut juga berfungsi sebagai media pembawa bahan-bahan yang telah halus menuju alat proses selanjutnya. Bahan baku masuk kedalam *raw Mill* pada bagian tengah (Tempat Penggilingan) sementara itu udara panas masuk kedalam bagian bawahnya. Material yang sudah tergiling halus akan terbawa udara panas keluar *raw mill* melalui bagian atas alat tersebut. *Raw mill* memiliki bagian yang dinamakan *classifier* yang berfungsi untuk mengendalikan ukuran partikel yang boleh keluar dari *raw mill*, partikel dengan ukuran besar akan dikembalikan kedalam *raw mill* untuk mengalami penghalusan selanjutnya sampai ukurannya mencapai ukuran yang diharapkan. Sementara itu partikel yang ukurannya telah memenuhi kebutuhan akan terbawa udara panas menuju *cyclone*. *Cyclone* berfungsi untuk memisahkan antara partikel yang cukup halus dan partikel yang terlalu halus (debu) partikel yang cukup halus akan turun kebagian bawah *cyclone* dan dikirim ke blending silo untuk mengalami pengadukan dan homogenisasi. Partikel yang terlalu halus akan terbawa udara panas menuju *electrostatic precipitator*. Alat ini berfungsi untuk menangkap debu-debu tersebut sehingga tidak lepas ke udara. Effisiensi alat ini adalah 95-98 %. Debu-debu yang tertangkap, di kumpulkan di dalam dust bin, sementara itu udara akan keluar keluar melalui *stack*. Proses yang terjadi di *raw mill* ada 4 macam yaitu *grinding*, *drying*, *classifying*, dan *transporting*.

1. Grinding

Material akan digiling dari ukuran masuk sekitar 7,5 cm menjadi max 90µm. Penggilingan menggunakan gaya centrifugal di mana material yang diumpankan dari atas akan terlempar ke samping karena putaran table dan akan tergerus oleh roller yang berputar karena putaran table itu sendiri.

2. Drying

Material akan mengalami pengeringan dengan target kadar moisture max 1%. Proses ini memanfaatkan panas gas sisa dari preheater-kiln. Material yang

telah digiling akan kontak langsung dengan hot gas yang masuk melalui nozzle louvre ring. Material keluar raw mill bersuhu sekitar 80°C, gas masuk bersuhu 300-350°C dan keluar bersuhu 90-100°C.

3. *Classifying*

Atau bisa disebut separating, maksudnya adalah material yang telah digiling oleh roller akan terangkat oleh gas panas melewati separator yang ada di bagian atas table, material yang telah cukup lembut sesuai target akan lolos melewati separator sedangkan material msaih kasar akan jatuh kembali ke table untuk digiling.

4. *Transporting*

Seperti yang disebutkan di proses classifying, gas panas selain sebagai pengering material juga sebagai alat transportasi ke proses selanjutnya. Produk raw mill yang disebut raw meal akan dibawa gas melewati beberapa cyclone sebagai alat separator terakhir.

5. *Raw Meal Blending*

Raw meal masuk ke silo untuk menjalani proses selanjutnya yaitu blending (pencampuran) sehingga alatnya dikenal dengan blending silo. Produk blending ini akan menjadi kiln feed. Kiln feed sendiri tidak hanya bersumber dari raw meal (produk raw mill) tetapi juga dari return dust yang tertangkap di EP raw mill dan dust yang terpisah di GCT. Karena nilai LSF dari return dust dan produk GCT ini sangat tinggi biasanya ditambahkan alat dust bin sebelum kiln feed. Di sini nilai LSF, SM, dan AM dari kiln feed sangat ditentukan kemampuan proses blending di dalam silo. Nilai LSF raw meal yang masih sering fluktuatif ditambah dengan produk return dust akan mempengaruhi stabilitas proses pembakaran di kiln. Blending silo menggunakan udara sebagai “pengaduk” raw meal di silo sehingga akan diperoleh material yang homogen karena terbentuk lapisan-lapisan raw meal akibat hembusan dari udara dari blower. Kiln feed akan keluar dari bottom silo dan melalui flow meter dan dikirim ke menara preheater menggunakan air lift atau bucket elevator.

b. *Burning/clinkerization*

Ini merupakan satu-satunya tahap di pabrik semen yang terdapat proses kimianya di samping proses fisis. Di tahap ini raw meal akan mengalami proses

kalsinasi di kalsiner dan clinkerisasi di kiln. Tahap kedua ini melalui serangkaian kiln system yang terdiri atas preheater, kalsiner, kiln, dan grate cooler.

1. *Preheater*

Setelah kiln ditransport dari blending silo atau ada yang dari kiln feed bin, raw meal akan melewati pemanasan awal di menara suspension preheater yang terdiri atas 4-6 stage+kalsiner menggunakan hot gas keluaran kiln. Preheater merupakan cyclone dan dalam tahap ini ada 2 proses penting yaitu heat transfer dan separation. Heat transfer antara gas panas dan raw meal 80% terjadi di ducting antar-cyclone sedangkan separation 80% terjadi di cyclone. Proses yang terjadi di preheater meliputi evaporasi air permukaan dan air hidrat, dekomposisi clay, dan sedikit kalsinasi.

2. Kalsiner

Di dalam kalsiner terjadi proses kalsinasi yaitu peruraian CaCO_3 menjadi CaO dan CO_2 dan sedikit MgCO_3 menjadi MgO dan CO_2 . Karena reaksi kalsinasi bersifat endotermis maka diperlukan panas yang cukup tinggi, sehingga dilengkapi dengan burner untuk pembakaran coal memanfaatkan udara tersier dari cooler dan gas panas kiln. Kalsinasi terjadi pada suhu di atas 800°C pada tekanan 1 atm, namun karena alat-alat di pabrik semen beroperasi di bawah 1 atm jadi pada suhu yang lebih rendah sudah mulai terjadi kalsinasi dan CaO terbentuk langsung bereaksi dengan senyawa hasil dekomposisi clay sehingga reaksi dapat berlangsung sempurna meskipun tergolong reversible. Kalsinasi di kalsiner paling maksimal mencapai 90% selanjutnya sisanya terjadi di dalam kiln sendiri. Pelepasan CO_2 akibat reaksi ini menjadi isu lingkungan yang krusial di industri semen, volum gas CO_2 hasil kalsinasi jauh lebih besar dari pada CO_2 hasil pembakaran fuel (batubara)

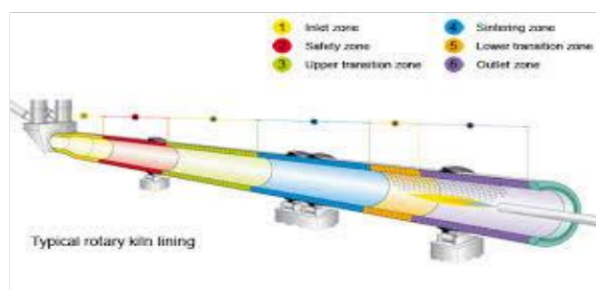
3. *Rotary Kiln*

Inilah jantung pabrik semen di mana proses pembentukan clinker berlangsung. Material masuk kiln dari preheater stage terakhir pada suhu yang dijaga sekitar 850°C karena pada suhu yang lebih tinggi material mulai sticky (lengket) sehingga bisa menyebabkan blocking pada inlet kiln. Suhu klinkerisasi bisa mencapai 1450°C dan terbentuk fase liquid yang akan meningkatkan laju reaksi oksida-oksida silika dan kapur yang dipromotori oksida besi dan alumina. Di

dalam kiln terbentuk sistem isolasi tambahan berupa coating yang terbentuk melapisi fire brick (batu tahan api). Suhu luar shell kiln dijaga dibawah 300 °C karena mulai suhu 400 °C shell kiln mengalami deformasi. Api dari main burner kiln dijaga tidak menyentuh material dan fire brick. Kualitas clinker yang dihasilkan sangat tergantung dari kualitas raw meal, kualitas bahan bakar, posisi burner, dan proses pembakaran. Pembakaran di main burner menggunakan (80-90%) udara sekunder yang diperoleh dari grate cooler dan (10-20%) udara primer yang diperoleh dari udara luar. Bahan bakar yang digunakan adalah batubara, tapi pada saat awal firing/heating up digunakan solar/IDO (Industrial Diesel Oil). Batubara dipilih sebagai bahan bakar utama karena harganya paling murah dibanding bahan bakar IDO maupun Gas.



Gambar 1. 12 Rotary Kiln



Gambar 1. 13 Proses dalam Rotary Kiln

4. Grate cooler

Di dalam grate cooler clinker yang keluar dari kiln akan mengalami quenching (pendinginan cepat) dengan udara yang dihembuskan melalui sejumlah fan grate cooler. Proses pendinginan clinker bisa mencapai dari suhu 1300 °C sampai 120-200°C. Udara pendingin akan meningkat suhunya sampai 900-950°C

dan dimanfaatkan sebagai udara pembakaran di kiln (secondary air) dan kalsiner (tertiary air). Di bagian ujung discharge cooler dilengkapi crusher untuk memecah clinker sebelum ditransport ke silo menggunakan pan conveyor.

c. Cement/Finish Grinding

Pada tahap ini clinker akan digiling bersama bahan additive lain untuk menjadi semen. Bahan additive itu adalah gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yang berfungsi menjaga agar waktu pengerasan semen saat dicampur air tidak terlalu cepat. Bahan lain yang ditambahkan seperti limestone, fly ash, trass, dan pozzolan (hasil sisa material vulkanik). Penambahan bahan-bahan ini tergantung jenis semen yang akan dibuat dan bertujuan mengurangi pemakaian clinker karena produksi clinker memerlukan biaya yang tinggi dan menghasilkan gas CO_2 hasil kalsinasi.

Temperatur mill dijaga maksimal 120°C untuk mencegah kerusakan gipsum (akibat peruraian air kristalnya). Waktu tinggal material di dalam mill berkisar 10-25 menit. tube mill terdiri dari 2 chamber di mana chamber 1 menggunakan stell ball berukuran 90-50 mm dan chamber 2 menggunakan stell ball berukuran 50-12 mm. Setelah melalui serangkaian alat separator semen yang telah halus sebagai produk dikirim ke semen silo. Alat utama yang digunakan pada penggilingan akhir adalah *cement mill*, dimana terjadinya pulapenggilingan *clinker* dengan *gypsum* dan *tube mill*. Peralatan yang menunjang proses penggilingan akhir ini adalah *cement Mill, Separator, Bag Filter*.

a. *Gypsum*

Gypsum adalah bahan tambahan dalam pembuatan semen, adalah merupakan bahan yang akan dicampur dengan *clinker* pada penggilinganakhir *gypsum* yang dapat digunakan adalah *gypsum* alami dan *gypsum sintetic*.

b. *Clinker*

Clinker yang akan digiling dan dicampur dengan *gypsum*, terlebih dahulu ditransfer dari *clincer silo* menuju *clinker bin*. Dengan menggunakan bin maka jumlah *clinker* yang akan digiling dapat diatur dengan baik. Sebelum masuk ke dalam alat penggilingan akhir, *clinker* terlebih dahulu mengalami penggilingan awal dalam alat *tube mill*.

c. *Tube mill*

Alat yang digunakan untuk melakukan penggilingan *clinker* dan *gypsum* disebut *tube mill*. Alat ini berbentuk silinder horizontal dengan panjang 16 m dan

berdiameter 5.4 m. kapasitas *designtube mill* adalah 210 ton/jam dengan tingkat kehalusan 3200 blaine. Bagian dalam tube mill terbagi menjadi dua bagian untuk memisahkan bola – bola baja yang berukuran besar dan berukuran kecil. Bagian utama diisi dengan bola – bola baja yang berdiameter lebih besar dari pada bola–bola yang ada pada bagian kedua. Prinsip penggunaan bola–bola baja dari ukuran yang besar ke ukuran yang lebih kecil adalah bahwa ukuran bola–bola baja yang lebih kecil menyebabkan luas kontak tumbukan antara bola–bola baja dengan material yang akan digiling akan lebih besar sehinggadiharapkan ukuran partikelnya akan lebih halus. Material yang telah mengalamipenggilingan kemudian diangkat oleh *bucket elevator* menuju *separator*. *Separator* berfungsi untuk memisahkan semen yang ukurannya telah cukup halus dengan ukuran yang kurang halus. Semen yang cukup halus dibawa udara melalui *cyclon* kemudian disimpan didalam *silo cement*. Dari *silo cement* ini semen kemudian dikantongi dan di masukan kedalam *truck* semen curah dan siap dipasarkan.

d. Packing

Semen dijual dalam bentuk curah (bulk) maupun dalam bag. Mesin yang digunakan adalah rotary packer yang terdiri dari beberapa spout yang mengisi kantong-kantong dengan semen melalui hembusan udara. Untuk penjualan dalam bentuk curah digunakan bulk truck, kapal atau kereta.

C. Perencanaan Kegiatan PLI di PT. Semen Padang

Pelaksanaan Pengalaman Lapangan Industri (PLI) di PT. Semen Padang ini akan mulai dilakukan pada tanggal 17 Oktober 2016. Adapun kegiatan pendahuluan yang penulis lakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengajukan Surat Permohonan Pengalaman Lapangan Industri (PLI) dan pembimbing ke Koordinator PLI Jurusan.
2. Mengajukan Surat Permohonan Pengalaman Lapangan Industri (PLI) dari Koordinator PLI Jurusan ke Unit Hubungan Industri (UHI) FT UNP.
3. Mendapatkan Surat Pengantar ke perusahaan tempat melaksanakan PLI dari pihak kampus.

4. Pengajuan Surat Keterangan PLI ke perusahaan yang bersangkutan serta mengajukan proposal yang berkaitan dengan tujuan dari Praktek Kerja Industri.
5. Memberikan surat balasan dari perusahaan sebagai bukti diterimanya penulis melakukan Praktek Kerja Industri diperusahaan tersebut, kepada pihak kampus.

Melaksanakan Praktek Kerja Industri dengan melakukan pengamatan ke lapangan pada bagian produksi serta melakukan wawancara langsung dengan pihak-pihak perusahaan yang terlibat dalam proses produksi.

D. Pelaksanaan Kegiatan PLI di PT. Semen Padang

1. Aktivitas Yang Akan Dilakukan di Tempat PLI

Kegiatan yang di lakukan selama melaksanakan Pengalaman Lapangan Industri di PT. Semen Padang dari tanggal 17 Oktober s/d 16 Desember 2016

1) Pengamatan

Dalam aktifitas mengamati, penulis akan mengamati setiap kegiatan-kegiatan yang berlangsung dalam praktek industri baik itu dalam tim, ataupun instruktur pembimbing di tempat industri. Hal yang ingin diamati adalah design, pengembangan, rekayasa, perakitan, proses perawatan, pemeliharaan mesin dan sistem keselamatan kerja. Langkah pengamatan yaitu dengan cara mendengarkan penjelasan oleh pembimbing dari perusahaan dan mengamatinya dengan seksama. lama pengamatan ini dilakukan dari tanggal 3 Oktober s/d 7 Oktoberer 2016

2) Ikut Serta Dalam Pekerjaan

Setelah mengamati, mahasiswa harus bersikap aktif. Bertanya kepada rekan tim, atau bertanya kepada pembimbing. Apabila diperlukan, mahasiswa

harus meminta untuk diikuti sertakan dalam menyelesaikan pekerjaan. Dengan begitu mahasiswa akan memiliki keberanian untuk bertanya dan melakukan sesuatu. Kegiatan ini dilakukan selama masa kegiatan praktek di tempat industry

Hal yang ingin diamati adalah design, pengembangan, rekayasa, perakitan, proses perawatan, pemeliharaan mesin dan sistem keselamatan kerja. Langkah pengamatan yaitu dengan cara mendengarkan penjelasan oleh pembimbing dari perusahaan dan mengamatinya dengan seksama. lama pengamatan ini dilakukan dari tanggal 10 Oktober s/d 11 November 2016

3) Studi Kepustakaan

Untuk pembuatan laporan akhir, penulis juga akan melakukan kegiatan kepustakaan, seperti rajin membaca dan mencari sumber bacaan yang mendukung dalam pembuatan laporan akhir PLI, berkunjung ke pustaka industri , atau meminta referensi-referensi yang mendukung dari team kerja ataupun pembimbing.

Lama waktu melakukan sudi kepustakaan dari tanggal 17 Oktober s/d 16 Desember 2016 (Menyesuaikan)

4) Kegiatan Pembuatan Draft Laporan

Tempat pembuatan laporan dilakukan yaitu di perusahaan, di perpustakaan dan di rumah. Alat tulis yang dipergunakan, laptop, printer, kertas, dan lain-lain.

2. Waktu Pelaksanaan Praktek Lapangan Industri

Waktu pelaksanaan Praktek Lapangan Industri ini, kegiatan mulai tanggal 17 Oktober s/d 16 Desember 2016. Jadwal tersebut dapat berubah sesuai persetujuan dengan pihak industri. Rincian kegiatan dapat di lihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. 4 Waktu Pelaksanaan PLI

No	Tanggal	Kegiatan	Catatan
1	17 Oktober 2016	Kedatangan di Perusahaan	Tanggal dan lama kegiatan ini dapat berubah sesuai dengan kondisi perusahaan.
2	18 Oktober – 21 Oktober 2016	Orientasi Lapangan	
3	22 Oktober – 25 November 2016	Kegiatan pengambilan data dan ikut serta pada proses bekerja	
4	25 November – 09 Desember 2016	Penyusunan Laporan	
5	16 Desember 2016	Kembali ke Kampus	

BAB II

PEMBAHASAN

A Belt Conveyor

Belt conveyor atau konveyor belt adalah pesawat pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau tumpahan, dengan arah horizontal atau membentuk sudut dakian/inklinasi dari suatu sistem operasi yang satu ke sistem operasi yang lain dalam suatu line proses produksi, yang menggunakan belt sebagai penghantar muatannya. Belt Conveyor pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari belt yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. belt yang digunakan pada belt conveyor ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut (*Zainuri, ST, 2006*).

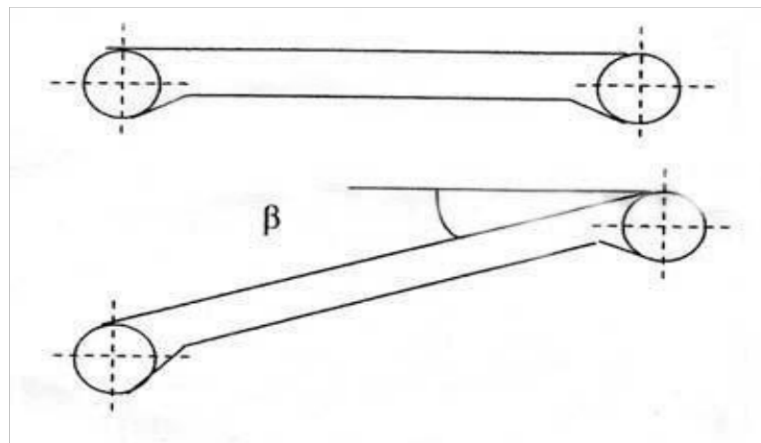


Gambar 2. 1 Belt Conveyor Batu bara

Belt Conveyor (konveyor belt) memiliki komponen utama berupa belt yang berada diatas roller-roller penumpu. belt digerakkan oleh motor penggerak melalui suatu pulley, belt bergerak secara translasi dengan melintas datar atau miring tergantung kepada kebutuhan dan perencanaan. Material diletakkan diatas belt dan

bersama belt bergerak kesatu arah. Pada pengoperasiannya konveyor belt menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik dengan perantara roda gigi yang dikopel langsung ke puli penggerak. belt yang berada diatas roller-roller akan bergerak melintasi roller-roller dengan kecepatan sesuai putaran dan puli penggerak

Geometri dari *belt conveyor* dapat dilihat pada Gambar 3.1 yang memperlihatkan lintasan dari *belt conveyor*.



Gambar 2. 2 Lintasan Belt Conveyor

Gambar 2.2 Geometri *belt conveyor* Sudut kemiringan terhadap garis horizontal (β) tergantung pada faktor gesekan antara material yang dibawa dengan *belt* yang bergerak, sudut kemiringan tetap dari tumpukan material dan bagaimana cara material dibebankan keatas *belt*. Kemiringan yang dapat diizinkan pada *belt conveyor* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 1 Kemiringan Belt Yang Diizinkan

Material	Maximum angle of incline β ($^{\circ}$)	Material	Maximum angle of incline β ($^{\circ}$)

Coal briquetted	12	Sand, dry	18
Gravel,washed and sized	12	Sand, clamp	27
Grain	18	Ore, large-lumped	18
Foundry sand, shaken out (burnt)	24	Ore, crushed	25
Foundry sand, damp (ready)	26	Anthracite, pebbles	17
Crushed stone, unsized	18	Coal, run of mine	18
Coke, sized	17	Coal, sized, small	22
Coke unsized	18	Cement	20
Sawdust, fresh	27	Slag, anthraciote, damp	22
Lime, powdered	23		

Sumber : Charles G. Wilson drive Agronomist 1964.

1. Karakteristik Material Angkut

Belt conveyor digunakan untuk memindahkan material angkut memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik dilihat dari ukuran, bentuk dan massa jenisnya. Bentuk dan ukuran dari material tersebut mempengaruhi dalam kerja *belt conveyor*, yaitu berpengaruh terhadap luas area yang terpakai oleh material angkut pada *belt conveyor* dan berpengaruh terhadap kapasitas yang dihasilkan. Sudut segitiga sama kaki yang terbentuk karena tumpukan material angkut di atas belt akan berbeda untuk jenis material gumpalan besar dan halus, karena ukuran panjang atau lebar dari suatu partikel (dilambangkan dengan a dalam satuan mm) berbeda-beda. Tabel berikut adalah pengelompokan material menurut ukuran partikel .

Tabel 2. 2 Pengelompokan Material berdasarkan ukuran material

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 0

Sumber:Spivakovsky A. And Dyachkov V., Conveyor and Related Equipment. Moscow, 1928

Selain itu, material angkut juga dikelompokkan berdasarkan berat jenisnya. Batubara 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 :

Tabel 2. 3 Densitas material

Berat	Berat, ton/m3	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 Lebih 2,0 Iron core,
berat Cobbe
Stone

Sumber: Spivakovsky A. And Dyachkov V., *Conveyor and Related Equipment*.
Moscow, 1928

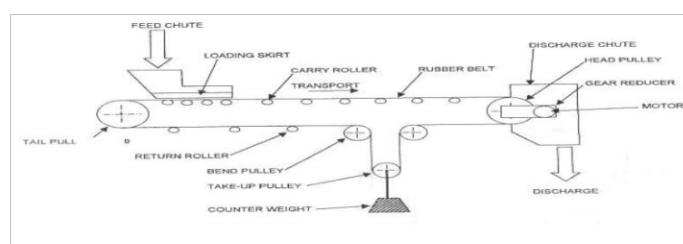
butiran kecil, maka akan mengalami abrasi dan membentuk sudut *surcharge* yang kecil sedangkan jika ukuran material angkut berupa gumpalan besar tidak akan terjadi abrasi sehingga akan membentuk sudut *surcharge* yang besar.

2. Komponen-Komponen utama Conveyor

a. Belt

Conveyor adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lain. Dimana komponen utamanya adalah Belt. Belt ini bergerak translasi dengan lintasan tertentu, baik mendatar maupun menanjak, juga menurun tergantung dari keperluan/perencanaan.

Belt conveyor ini mempunyai kapasitas angkat yang besar dan dapat mengangkut bahan material yang berbentuk butiran (Bulk) ataupun unit (kantong).



Gambar 2. 3 Konstruksi Belt Konveyor

b. Roller Idler

Roller merupakan bagian dari conveyor yang berfungsi untuk menumpu belt dan beban, meneruskan gerakan dari belt serta melindungi kerusakan belt akibat gesekan yang berlebihan.

1. Throughing dan Carrying Idler

Merupakan roller idler yang berfungsi mendukung atau menyanggah belt conveyor yang mengangkut batu bara juga untuk menumpu belt pada sisi muatan. Untuk mencegah tumpahnya batu bara curah yang diangkut, maka roller ini dirancang dengan berbagai sudut kemiringan. Biasanya sudut yang dipakai yaitu : 20° , 35° dan 45° .

Selain berdasarkan sudutnya, roller ini juga dirancang berdasarkan panjangnya. Perlu diketahui juga bahwa setiap sudut maupun panjang dari conveyor sama. Maksudnya ada setiap jarak tertentu , bentuk sudut dann panjang dari roller idler berbeda.



Gambar 2. 4 Carry Idler

3. Impact Roller Idler

Impact Roller Idler sebenarnya tidak jauh berbeda dengan Throughing roller idler. Hanya saja Impact Roller Idler ini dipasang pada bagian conveyor yang menerima curahan batu bara. Karena letak chute yang lebih tinggi itu maka untuk menahan tumbukan dari jatuhnya batu bara maka dipasanglah Impact Roller ini, dimana bagian luarnya dilapisi karet untuk menahan tumbukan batu bara.



Gambar 2. 5 Impact idler

4. Return Training Roller Idler

Fungsinya sama dengan Carrying Belt Training Roller Idler, hanya saja roller ini dipakai untuk conveyor yang mengangkut batu bara . Selain itu letaknya pada belt balik (return belt)



Gambar 2. 6 Return idler

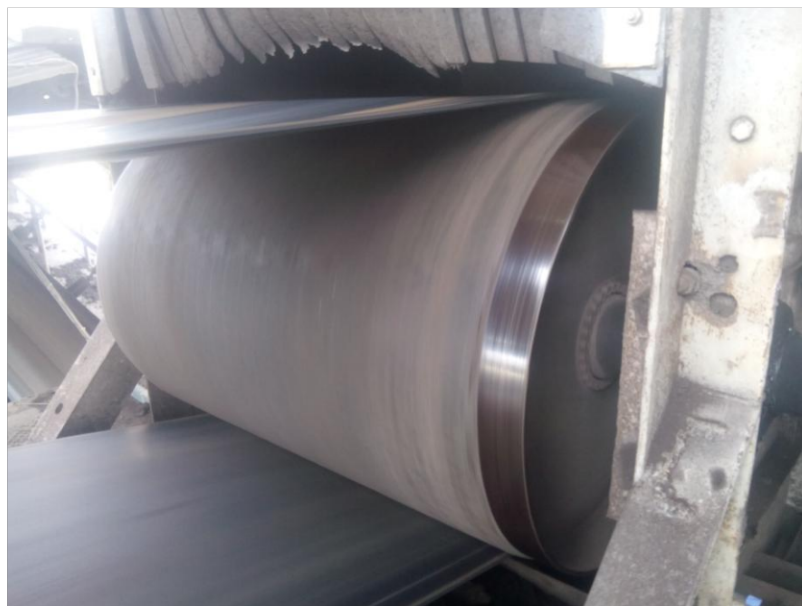
Biasanya roller ini dikonstruksikan dengan tipe spiral yang berfungsi sekaligus membersihkan kotoran yang masih melekat pada belt.

c. Pulley

Pulley merupakan komponen unit conveyor yang berbentuk bulatan memanjang atau silinder yang berfungsi untuk memberikan tegangan yang diperlukan pada belt. Dan pulley ini terbuat dari besi dengan berbagai konstruksi. Berdasarkan fungsinya pulley pada conveyor ini dapat dibedakan :

1. Drive Pulley

Dinamakan drive pulley karena letakkan didepan conveyor. Dimana pada bagian depan ini motor penggerak beserta peralatan mekanik yang lainnya dipasang yang fungsinya menggerakkan lintasan belt, sedangkan pulley yang lain hanya ikut berputar sesuai dengan gerak laju belt. drive pulley ini merupakan pulley yang digerakkan oleh motor.



Gambar 2. 7 drive pulley

Tabel 2. 4 koefisien gesek antara pulley dengan belt

Type Drive Pulley	Kondisi Lapangan	Koefisien Gesek
Bare Stell Pulley	Basah	0,01

	Lembab	0,01 - 0,02
	Kering	0,03
Grooved and rubber lagged pulley	Basah	0,02
	Lembab	0,02 - 0,03
	Kering	0,035

2. Snub Pulley

Berfungsi untuk menjaga keseimbangan tegangan belt pada drive pulley dan tail pulley, agar tidak terjadi slip pada belt. Pulley ini dipasang dekat dengan drive pulley



Gambar 2. 8 Snub Pulley

3. Tail Pulley

Pulley ini merupakan pulley yang berfungsi mengembalikan atau memutar belt kembali menuju drive pulley agar terjadi sirkulasi belt.



Gambar 2. 9 Tail Pulley

Drive pulley, snub pulley dan tail pulley pada conveyor batu bara Biasanya pada conveyor batu bara dibuat bentuk khusus untuk membersihkan batu bara yang masih tersisa.

d. Unit Penggerak

Komponen-komponen penggerak pada belt conveyor 5F1J13 adalah :

1. Motor Penggerak

Pada mesin belt conveyor 5F1J13 penggerak berupa motor listrik. Ini disebabkan lebih stabilnya putaran, kemudahan pengoperasian dan lebih bersih dibandingkan motor penggerak lain (seperti motor disel, turbin dll). Daya dari motor listrik ini dipilih berdasarkan beban yang harus dibawa oleh conveyor.



Gambar 2. 10 Motor Penggerak

2. Gear Box

Pada gear box ini putaran poros yang berasal dari kopling diubah putarannya menjadi lebih rendah. Di dalam gear box ini terdapat berbagai macam roda gigi yang telah diperhitungkan ukurannya agar menghasilkan putaran yang diinginkan.



Gambar 2. 11 Gear Box

3. Rem

Rem sebagaimana fungsinya adalah untuk menahan putaran yang dipakai apabila akan dihentikan. Pada beberapa tempat, seperti pada quadrant loader, dipakai rem dengan sistem pompa hidrolis.

4. Bantalan (Bearing)

Bantalan berfungsi sebagai penyanggah poros-poros yang berputar. Dimana pada bearing ini terdapat landasan berupa bola-bola atau bentuk yang lain agar poros dapat berputar dengan lancar.

e. Komponen Pembersih

1. Pembersih belt

Pembersih belt ini berfungsi untuk membersihkan belt dari kotoran yang melekat pada belt agar tidak terganggunya operasi dari komponen yang bersangkutan. Double Blade Scrapper Alat ini berfungsi untuk membersihkan belt bagian luar yang dipasang pada drive pulley dan drive pulley, dilengkapi dengan counter weight untuk menekan blade pembersih belt, blade dipasang melintang terhadap belt.

2. Pembersih Pulley.

Pembersih pulley, berfungsi untuk mencegah melekatnya berbagai kotoran pada pulley. Jika terdapat banyak kotoran berupa batu bara yang melekat pada pulley maka akan menyebabkan pulley menjadi tebal karena kotor sehingga menyebabkan belt menjadi kencang dan akhirnya putus. Sering kali batu, gumpalan carryback dan kotoran lain masuk ke dalam tail pulley dan menyebabkan kerusakan pada belt.

3. Permasalahan Belt Conveyor

Lamanya jam operasi dari belt conveyor menyebabkan belt tersebut mengalami beberapa gangguan. Gangguan tersebut antara lain, belt mengalami keausan akibat gesekan dari material yang diangkut atau gesekan dari idler, yang menyebabkan berkurangnya ketebalan dari ukuran sebelumnya, gangguan lain dapat berupa putusnya belt conveyor yang mengakibatkan terganggunya proses produksi.

Beberapa permasalahan yang terjadi pada mesin belt conveyor:

1. Kerusakan pada belt

a. Belt Koyak

Akibat dari benda tajam lain yang terbawa material seperti potongan logam dan kerikil yang terbawah oleh belt sehingga terjadi gesekan oleh benda terhadap belt pada saat belt berjalan dan pada saat jatuhnya material Serta Akibat dari permukaan idler atau roller yang menipis dan menjadi tajam sehingga mengoyak belt.

b. Karet Tengah Belt Melunak

Akibat dari material yang diangkut belt mengandung minyak yang berasal dari serat kulit kayu. Dan beban yang berlebihan

c. Belt Berjalan tidak sesuai dengan jalur disebabkan badan roller yang sudah aus mengakibatkan belt kendur sehingga berjalan tidak sesuai jalur dan hal ini juga dipengaruhi beban angkut yang terlalu berat sehingga beban yang diterima oleh belt dan roller terlalu berat.

d. Belt Putus diakibatkan oleh naiknya temperatur pada motor sehingga kinerja penggerak tidak maksimal, kurangnya pelumasan pada pulley dan cara penyambungan yang kurang tepat

2. Kerusakan pada Roller

a. *Roller Loading Transfer Point*

Goyang Diakibatkan oleh beban *in fact* dari material saat jatuh, jarak jatuhnya material terlalu tinggi dan material yang diangkut basah sehingga beban yang diterima belt dan roller cukup besar.

b. Sisi Badan Roller Aus

Akibat dari gesekan yang terjadi antara belt dengan roller dan hal ini juga dipengaruhi kondisi lingkungan yang lembab dan berabu menyebabkan roller cepat berkarat, sehingga belt terkikis oleh karat yang menempel

c. Corner Roller

Tidak Berputar Akibat debu yang menempel tidak langsung di bersihkan sehingga menghambat daya gerak dari *corner roller*

3. Kerusakan Pada Pulley

a. Tail pulley Miring

Hal ini biasanya diakibatkan bearing yang sudah goyang dan pemasangan bearing yang kurang tepat dan banyak material yang menumpuk sehingga menghambat pergerakan dari pulley.

b. Bearing Pecah

Akibat dari pemasangan yang tidak tepat, kurangnya pelumasan, pemakaian bearing yang terlalulama sehingga bearing rapuh.

4. Kerusakan Pada

Gearbox Akibat dari kesalahan pemasangan dan melakukan pelumasan yang salah mungkin terlalu sedikit, sehingga roda gigi tidak cukup mendapat pelumasan, mungkin terlalu banyak mengakibatkan pemanasan berlebihan karena roda gigi harus bekerja dengan banyak oli

5. Kerusakan pada

Motor Listrik Disebabkan oleh *vibrasi*, kualitas listrik yang kurang stabil sehingga menyebabkan *overheating* pada motor dan disebabkan oleh debu dan kotoran yang terakumulasi yang dapat merusak komponen motor listrik

4. Maintenance Pada Belt Conveyor

Selama interval umur *equipment* bagian – bagian pada *belt conveyor* yang telah ditentukan, maka *inspeksi – inspeksi* pada bagian – bagian tersebut dilakukan secara berkala yaitu :

1. Inspeksi harian (*Daily Inspection*)

Salah satu pekerjaan yang dilakukan dalam inspeksi harian berupa: Pembersihan peralatan dari debu – debu yang menempel seperti pada bearing yang dapat mengganggu putaran dari bearing, pengecekan pada sistem *transmisi* yaitu pelumasannya, -pengecekan pada bagian roller yaitu putaran roller dan suara abnormal. Pengecekan pada *belt* yaitu cek kelurusan belt pada saat operasi.

2. Inspeksi mingguan (*Weekly Inspection*)

Berupa pengecekan terhadap baut – baut untuk mencegah kemungkinan lepasnya sambungan pada *frame* dan pemeriksaan serta pemberian minyak pelumas pada bagian – bagian yang berputar (*rotating equipment*) Inspeksi seperti: Pemeriksaan *belt cleaner* dan penggantian *blade* dan penyetelan tegangan supaya pembersih dapat berfungsi dengan baik. Pemeriksaan terhadap *safety sistem* untuk meyakinkan alat bekerja dengan baik. Pemberian minyak pelumas pada idler supaya tidak menghambat daya geraknya.

3. Bulanan (*Monthly Inspection*)

Uraian pekerjaan yang dilakukan pada inspeksi ini adalah: Pengecekan *drive unit* yaitu: pemeriksaan getaran arus dan tegangan. Pengecekan pulley yaitu periksa suara dan temperatur pada pulley. Pengecekan kondisisambungan, pengecekan pada bagian – bagian yang di las dimana pada pengecekan harus diperiksa agar tidak ada bagian sambungan yang retak.

4. Perawatan Tahunan (*Yearly Inspection*)

Perawatan tahunan, merupakan kegiatan perawatan yang dilakukannya motor listrik pada unit dengan tujuan untuk penggantian komponen – komponen yang sudah aus yang dapat mengganggu kinerja dari unit meski masih dapat digunakan seperti, penggantian roller, kedudukan *sahft* dan bantalan

5. Perhitungan Aspek Berpengaruh Pada Belt Conveyor

Dalam merancang belt conveyor, ditetapkan terlebih dahulu data awal perancangan kemudian pemilihan belt dan motor penggerak yang sesuai. Untuk merancang dimensi utama dan daya motor yang diperlukan untuk belt conveyor

diperlukan data awal sebagai dasar perancangan. Seperti karakteristik material, kapasitas, geometri belt dan kondisi operasi dari belt conveyor.

a. Tahanan Gerak Belt

Menentukan tahanan gerak pada belt (S). Jika belt bergerak pada lintasan lurus (rectilinear section) terhadap idler maka akan menyebabkan losses karena gesekan belt dengan idlers, gesekan didalam bearing (roller atau ball bearing), dan bending pada roller. Gaya tahanan pada bagian yang dibebani muatan :

Gaya tahanan pada bagian yang dibebani muatan :

$$W_{3.4} = (q_m + q_b + q'_p) L w' \cos \beta \pm (q_m + q_b) H \sin \beta$$

Gaya tahanan pada bagian yang dibebani muatan (gerak balik) :

$$W_{1.2} = (q_b + q''_p) L w' \cos \beta \pm q_b \sin \beta$$

Keterangan :

q . = Berat beban, (kg)

q_b = Berat beban belt, (Kg) q'_p = Berat idler, (Kg)

q''_p = Berat idler strands, (Kg)

β = Sudut inklinasi conveyor terhadap bidang horizontal

L . = panjang bagian lurus, (m)

H = Beda elevasi bagian awal dan akhir, (m)

w' = koefisien tahanan belt terhadap roller bearing

Untuk berat idler parts tergantung desain, ukuran dan merupakan fungsi lebar belt

Untuk troughed idler :

$$G'p = 10 B + 7 \text{ kg}$$

Untuk flat idler :

$$G''p = 10 B + 3 \text{ kg}$$

Sehingga berat idler rotating part per meter adalah :

$$qp' = G' p / l1 \quad (\text{kg/m})$$

$$qp'' = G''p / l2 \quad (\text{kg/m})$$

Harga masing-masing dari koefisien tahanan w' dapat dilihat pada tabel 2.5

Untuk *rolling bearing*.

Tabel 2. 5 Harga koefisien tahanan Belt terhadap idler

Karakteristik Kondisi Operasiaonal	Faktor w' untuk idler	
	Flat idler	Trough idler
Bersih, kering tidak berdebu & abrasive	0,018	0,020
Tempat panas terdapat sejumlah debu, kelembaban udara normal	0,022	0,025
Luar ruangan, terdapat debu, kelembaban udara tinggi	0,035	0,040

B. Kapasitas & Kecepatan

Kecepatan dan kapasitas belt conveyor tergantung dari jenis material yang dipindahkan serta dimensi belt yang digunakan. Bahan yang tidak mudah rusak dan memiliki berat jenis yang cukup besar dapat diangkut dengan kecepatan tinggi.

Kapasitas pengangkutan tertentu dapat dipilih dan lebar belt yang tepat. Semakin lebar belt, semakin besar kapasitasnya. Pada perencanaan conveyor, biasanya dipilih kecepatan rendah dengan lebar belt yang lebih besar, mengingat faktor dinamis yang timbul pada kecepatan tinggi yang mengakibatkan impact dan gaya inersia terhadap muatan yang dapat merusak bahan.

Rumus kapasitas yaitu :

$$Q = (3600 / 1000) \cdot A \cdot v \cdot \gamma$$

Q = kapasitas (ton/jam)

A = luas penampang beban (m²)

V = kecepatan material (m/s)

γ = densitas material (kg/m³)

c. Perhitungan Belt

Belt untuk belt conveyor yang dipergunakan sebagai penumpu beban dapat dibuat dari

bahan tekstil (textile belt) atau logam (metal belt). Kawat baja yang dianyam dengan penyesuaian kekuatan dapat dipergunakan sebagai belt (steel wire belt).

Belt textile berlapis karet terbuat dari beberapa lapisan yang dikenal dengan sebutan ply. Lapisan ply tersebut dihubungkan menggunakan karet alam maupun

sintetis. Selain itu belt dilengkapi dengan cover karet untuk melindungi textile dan kerusakan-kerusakan lainnya.

Berat tiap meter rubberized textile belt dapat ditentukan sebagai berikut :

$$q_b = 1,1 B (\delta I . i + \delta 1 + \delta 2)$$

Dimana :

q_b = Berat tiap meter rubberized textile belt (kg/m)

B = Lebar Belt (mm)

$\delta 1$ = Tebal cover atas (mm)

$\delta 2$ = Tebal cover bawah (mm)

δI = rekomendasi lapisan belt (mm)

Tabel 2. 6 Jumlah rekomendasi cover belt

Material handled	Top cover	Bottom cover
	Conveyor belt (mm)	Conveyor belt (mm)
Non abrasive: fine coal, wood chips, grain cips, ash cement, etc	1,5	1,0
Slightfly abrasive: sand earth, bituminous coal, clay, salt, etc	3,0	1,5
Very abrasive: underessed coal, crushed stone, gravel coke, etc	5,5	1,5

Lime stone, ores, slag iron, glass, etc	8,0	3,0
---	-----	-----

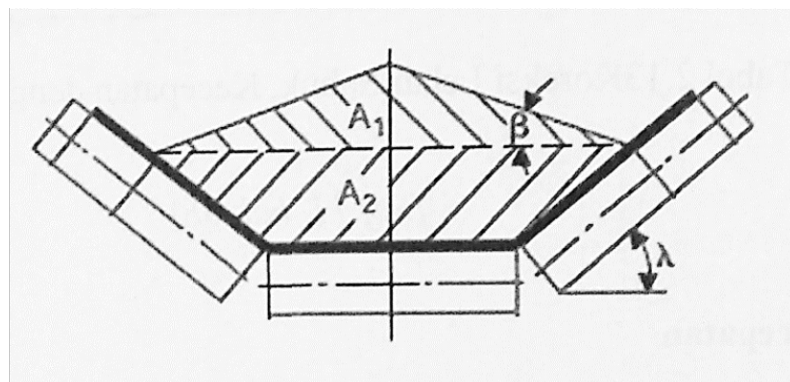
jumlah rekomendasi lapisan belt

Tabel 2. 7 Jumlah rekomendasi lapisan belt

Lebar belt (mm)	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
ply	3	3	3	3	4	4	6	7

d. Luas Penampang

Ukuran menentukan daerah penampang aliran beban (A), dapat menggunakan hubungan dasar geometric yang dapat dihitung dari sudut troughing dan sudut surcharge dari potongan lebar belt yang digunakan untuk membentuk sudut tertentu. Gambar 2.15 memperlihatkan luas penampang beban pada belt yang dibentuk oleh 3 roller dengan sudut troughing dan *surcharge*-nya.



Gambar 2. 12 Luas penampang

Untuk perhitungan luas penampang beban dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$A = K (0.9 \times B - 0,05)^2$$

Dimana :

A = Luas penampang beban (m²)

K = Koefisien luas penampang

B = Lebar belt (m)

Tabel 2. 8 Koefisien Luas penampang

Carrier type	Trough Angle	Sucharge angle (degree)		
		10	20	30
3 - idlers rolls trough	0	0,0295	0,0591	0,0906
	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	0,1384	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
	60	0,1568	0,1716	0,1869
5- idlers rolls trough	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

Tabel 2. 9 Acuan surcharge angle dari tipe karakteristik material

Surcharge Angle (degree)	Type & Condition of Materials
10	Dry fine materials
20	For bulk material (coal, gravel, most ores, etc) are transported by ordinary equipment
30	When materials is comparatively large and the loading facility is properly arranged so that the

Tabel 2. 10 Luas Penampang

Lebar belt	Trough angle (degree)					
	0	20	25	30	35	45
400	0,0057	0,0120	0,0133	0,0143	0,0153	0,0164
450	0,0074	0,0157	0,0174	0,0187	0,0200	0,0215

500	0,0095	0,0199	0,0221	0,0238	0,0254	0,0273
600	0,0142	0,0299	0,0332	0,0357	0,0381	0,0409
650	0,0169	0,0356	0,0395	0,0426	0,0454	0,0488
750	0,0231	0,0486	0,0539	0,0581	0,0620	0,0666
800	0,0265	0,0559	0,0620	0,0668	0,0713	0,0765
900	0,0341	0,0719	0,0798	0,0859	0,0917	0,0984
1000	0,0427	0,0900	0,0998	0,1075	0,1147	0,1231
1050	0,0473	0,0997	0,1106	0,1192	0,1272	0,1365
1200	0,0627	0,1321	0,1465	0,1579	0,1685	0,1808
1400	0,0865	0,1823	0,2022	0,2179	0,2325	0,2495
1600	0,1142	0,2405	0,2668	0,2875	0,3068	0,3292
1800	0,1457	0,3069	0,3404	0,3668	0,3914	0,4200
2000	0,1810	0,3813	0,4229	0,4557	0,4863	0,5219
2200	0,2201	0,4638	0,5144	0,5543	0,5915	0,6347
2400	0,2631	0,5543	0,6148	0,6625	0,7070	0,7586
2600	0,3099	0,6529	0,7242	0,7803	0,8328	0,8936
2800	0,3606	0,7596	0,8425	0,9078	0,9688	1,0396
3000	0,4150	0,8743	0,9698	1,0449	1,1152	1,1966
3150	0,4585	0,9656	1,0710	1,1541	1,2317	1,3236

B. Proses Penyambungan Belt dan Masalah yang Terjadi Pada Belt Conveyor

1. Proses Penyambungan Belt

Dalam pengoperasian belt conveyor kekuatan sambungan sangatlah penting, karena dapat menentukan lama umur/ masa pemakaian belt. Di PT Semen Padang untuk belt conveyor pengangkut batu bara 5F1J13 menggunakan sistem sambungan Cold splicing atau proses penyambungan dingin, maksudnya adalah proses penyambungan belt tanpa menggunakan alat pemanas (heater), hanya menggunakan lem.

Langkah-langkah Cold Splicing :

1. Drawing
2. Cutting and Peeling
3. Grinding
4. Cleaning
5. Cementing
6. Joining
7. Rolling
8. Finishing
9. Checking

Berikut penjelasannya ;

1. Drawing

Sebelum melakukan proses pemotongan dan pengupasan belt, terlebih dahulu adalah menggambar garis bantu. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan kita pada saat proses pemotongan dan pengupasan belt.

2. Cutting And Peeling

Dalam proses memotong dan mengupas, hal yang perlu diperhatikan saat memotong menggunakan cutter adalah usahakan tidak sampai memotong canvas. Kembali lagi, bahwasanya kekuatan belt terdapat pada canvas tersebut.



Gambar 2. 13 Cutting and Peeling

3.Grinding

Penggerindaan bertujuan untuk membuka pori-pori tie gum, bukan untuk menghilangkan lapisan tie gum. Jadi hal yang perlu diperhatikan pada saat proses penggerindaan ini adalah jangan sampai menggerinda terlalu dalam yang dapat mengakibatkan canvas ikut tergerinda



Gambar 2. 14 Grinding

- Cleaning

Kebersihan area yang dilakukan supaya pengeleman terbebas dari kotoran. Gunakan material splicing, yaitu Cleaning Solvent untuk membersihkannya. Pastikan area tersebut benar-benar bersih dari sisa penggerindaan maupun debu sebelum dilakukan pengeleman.



Gambar 2. 15 Cleaning

5. Cementing

Langkah pertama pengeleman : Oleskan REMA TIP TOP SC2000. hingga merata, tunggu 10 s/d 20 menit. Pada waktu pengolesan, beri tekanan supaya lem dapat meresap ke pori-pori belt.

Langkah kedua pengeleman : Oleskan lagi REMA TIP TOP SC2000. hingga merata. Untuk pengeleman kedua ini tidak usah diberi tekanan. Sentuh permukaan area yang sudah dilem dengan kuku anda untuk memastikan bahwa lem sudah kering dan lem tidak menempel di kuku anda.



Gambar 2. 16 Cementing

6. Joining

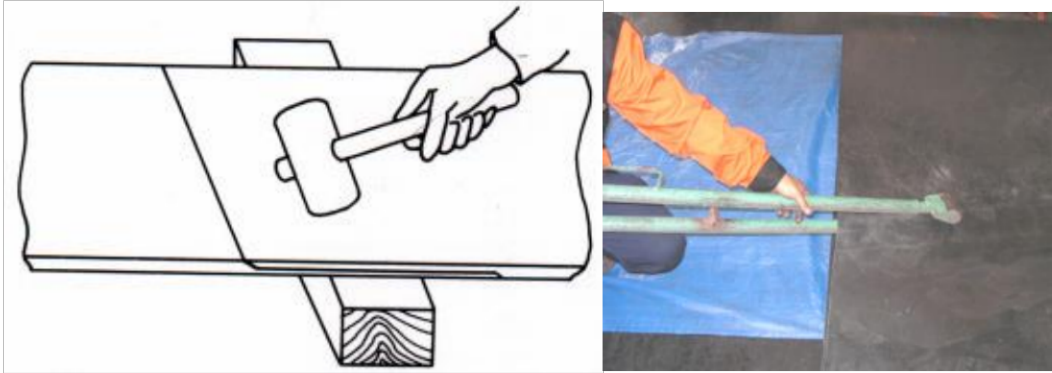
Proses penggabungan dapat menggunakan plastik yang ditempatkan diantara 2 ujung belt yang akan digabung untuk memastikan belt tersebut sudah center, jika diperhatikan sudah center keluarkan plastik tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi adanya kegagalan yang menyebabkan mistracking belt. Jika tidak memungkinkan menggunakan media bantu berupa plastik, dapat juga dilakukan dengan menggambar garis bantu berupa center line pada tiap-tiap ujung belt yang akan digabungkan.



Gambar 2. 17 Joining

7. Rolling

Pengerolan harus dilakukan secara vertikal maupun horizontal, dari area tengah belt menuju ke luar supaya mengurangi terjebakny udara didalam belt. Setelah dilakukan pengerolan, lakukan pemukulan pada belt yang sudah di roll dengan menggunakan rubber hammer supaya lebih menempel belt yang digabung tersebut.



Gambar 2. 18 Rolling

8. Finishing

Potong sisa ujung cover rubber. Lakukan buffing pada permukaan sambungan dan rapikan menggunakan buffing machine.



Gambar 2. 19 Finishing

9. Checking

Proses ini merupakan akhir dari proses cold splicing. Proses checking ini meliputi memeriksa kelurusan, appearance, tebal, lebar dan panjang belt conveyor

2. Masalah yang terjadi Pada Belt Conveyor dan penyelesaiannya

Lamanya jam operasi dari belt conveyor menyebabkan belt tersebut mengalami beberapa gangguan. Gangguan tersebut antara lain, belt mengalami keausan akibat gesekan dari material yang diangkat atau gesekan dari idler, yang

menyebabkan berkurangnya ketebalan dari ukuran sebelumnya, gangguan lain dapat berupa putusanya belt conveyor yang mengakibatkan terganggunya proses produksi.

Beberapa permasalahan yang terjadi pada mesin belt conveyor:

a. Belt Koyak

Akibat dari permukaan idler atau roller yang menipis dan menjadi tajam sehingga mengoyak belt. Solusinya dengan melakukan pengecekan rutin terhadap idler atau roller yang rusak dan melakukan penggantian idler atau roller yang rusak sebelum merusak belt.

2. Corner Roller Tidak Berputar

Akibat debu yang menempel tidak langsung di bersihkan sehingga menghambat daya gerak dari *corner roller*. Solusinya dengan melakukan pembersihan terhadap debu- debu atau kotoran yang menempel pada roller sebelum menghambat daya gerak dari corner roller.

3. Bearing Pecah

Akibat dari pemasangan yang tidak tepat, kurangnya pelumasan, pemakaian bearing yang terlalu lama sehingga bearing rapuh. Solusinya dengan melakukan pelumasan secara rutin agar bearing tidak haus dan pecah

C. Analisis Pada belt Conveyor Pengangkut Batu Bara

Data dari lapangan:

Panjang Belt conveyor : 66 m

Lebar belt : 100 mm

Kecepatan motor	:1775 rpm
Kecepatan gearbox	:1500 rpm
Carry idler	: Ø 114 mm x 380 mm
Impact idler	: Ø 114 mm x 380 mm
Return idler	: Ø 114 mm x 1150 mm
Self cleaning idler	: Ø 140 mm x 1150 mm
Tail Pulley	: Ø 400 mm x 1150 mm
Take up pulley	: Ø 400 mm x 1150 mm
Drive pulley	: Ø 800 mm x 1150 mm
Sudut kemiringan idler	: 30 °
Daya Motor	:37 KW
Kecepatan putaran motor	: 1775 rpm
Berat jenis material	: 1105 kg/m ³
Tinggi tumpukan muatan material	: 0.20 m
Kapasitas material	:600 ton/jam
Jumlah lapisan belt (I)	: 4
Jenis bahan belt yang digunakan:	Polyester Nylon Fabric(EP)

1. Perhitungan Luas Penampang

Luas penampang pada belt yang di bentuk dengan 3 carry idler dengan sudut troughing 30° dan sucharge 20° dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$A = K (0.9 \times B - 0,05)^2$$

Dimana diketahui: koefisien luas penampang (K) = 0,1488 (tabel 2. 8)

Maka:

$$\begin{aligned} A &= K(0,9 \times B - 0,05)^2 \\ &= 0,1488(0,9 \times 1 \text{ m} - 0,05)^2 \\ &= 0,1488 \times 0,7225 \\ &= 0,1075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dibandingkan dengan tabel maka hasil yang di dapat dari persamaan diatas dengan Luas penampang yang terdapat pada tabel menghasilkan asil yang sama yaitu $A = 0,1075 \text{ m}^2$.

2. Perhitungan kecepatan conveyor

Untuk mencapai produksi 600 ton/jam, maka perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui kecepatan yang dibutuhkan menggunakan rumus:

$$Q = 3,6 \times V \times A \times \gamma$$

Maka persamaan yangdigunakan untuk mengetahui kecepatan conveyor adalah

$$V = \frac{1000 \times Q}{3600 \times A \times \gamma}$$

$$V = \frac{1000 \times 600 \text{ ton} / \text{jam}}{3600 \times 0,1075 \text{ m}^2 \times 1105 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$V = \frac{600}{427,635} = 1,4 \text{ m/s}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka didapat kecepatan belt conveyor yang ideal adalah 1,4 m/s untuk mencapai kapasitas 600 ton/jam

3. Mengitung berat material per meter belt

$$\begin{aligned} \text{Kapabilitas belt per meter}(q_m) &= \frac{Q}{V} \times \frac{1000 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} \\ &= \frac{600}{1,4} \times \frac{1000 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} \\ &= 119,04 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Berat Belt

Rumus yang digunakan untuk menghitung berat belt adalah:

Jenis bahan yang digunakan: PolyesterNylon Fabric (EP)

Rubber skim coat untuk polyster nylon fabric(δI) = 3 kg/mm

Jumlah lapisan belt (I) = 4 (tabel 2. 7)

Berat cover pada sisi beban($\delta 1$) = 3mm(tabel 3.6) x 1,15kg = 3,45kg/mm

Berat cover pada sisi carry idler $\delta 2=1,5\text{mm}$ (tabel 3.6) x 1.15= 1,725 kg/mm

$$q_b = 1,1 B (\delta I \cdot i + \delta 1 + \delta 2)$$

$$q_b = 1,1 (1000)(3 \times 4 + 3,45 + 1,725)$$

$$q_b = 18892,5 \text{ kg/mm} = 18,89 \text{ kg/m}$$

5. Perhitungan Berat Idler

a. Rumus untuk menghitung berat idler bagian atas

Berat carry idler=17 kg

Berat return idler=13kg

b. berat idler rotating pada bagian atas

$$g'p = G'p/l_1$$

$$=17/1,2 \text{ m}$$

$$=14,17\text{kg/m}$$

c. berat idler rotating pada bagian bawah

$$g''p = G''P/l_2$$

$$= 13/2,1 \text{ m}$$

$$=6,19 \text{ kg/m}$$

6. Perhitungan Tahanan yang terjadi pada Belt

Beban beban yang diterima oleh belt terdiri dari beban yang diangkut, berat belt itu sendiri dan tahanan tahanan yang terjadi di sepanjang sistem belt conveyor.

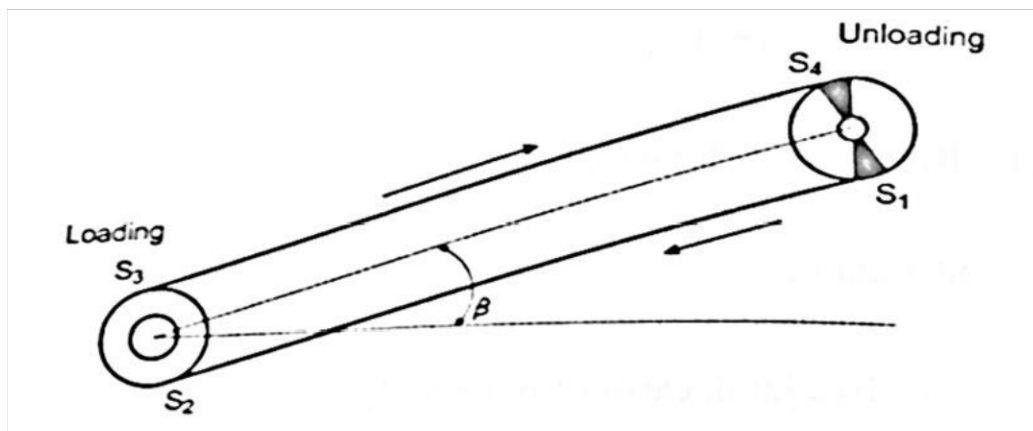
Diketahui:

Inklinasi/kemiringan(β): 12° (tabel3.1)

Panjang lintasan :66 m

Koefisien tahanan belt terhadap bantalan return idler : 0,035 (tabel 2. 5)

Koefisien tahanan belt terhadap bantalan carry idler :0,04 (tabel 2. 5)



Gambar 2. 20 sketsa rancangan belt conveyer 5F1J13

Maka:

Gaya tahanan pada bagian yang dibebani muatan :

$$\begin{aligned}W_{3.4} &= (q_m + q_b + q'_p) L w' \cos \beta - (q_m + q_b) H \sin \beta \\ &= (119,04 + 18,89 + 14,17) \times 66 \times 0,040 \times \cos 20^\circ - (119,04 + 18,89) \times 0,20 \times \sin 20^\circ \\ &= 367,89 \text{ kg}\end{aligned}$$

Gaya tahanan pada bagian tanpa dibebani muatan (gerak balik) :

$$\begin{aligned}W_{1.2} &= (q_b + q''_p) L w' \cos \beta \pm q_b \sin \beta \\ &= (18,89 + 6,19) \times 66 \times 0,035 \times \cos 20^\circ - (18,89 \times \sin 20^\circ) \\ &= 47,98 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tegangan Pada belt

Dalam menghitung tegangan belt dari sebuah sistem konveyor belt digunakan rumus sebagai berikut :

$$S_i = S_{(i-1)} + W_{(i-1)} \cdot t_{o-I}$$

Dimana :

Sidan $S(i-1)$ = Tegangan belt pada titik $i-1$ dan i (N)

$W(i-1)$ to $-i$ = Tahanan belt diantara titik(N)

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat ditemukan dengan rumus,
Tegangan pada titik 2 dapat dicari, yaitu :

$$S_2 = S_1 + W_{1,2}$$

Dimana

$$W_{1,2} = q_i = \text{Tahanan tanpa muatan} = 47,98 \text{ kg}$$

Maka :

$$S_2 = S_1 + 47,98 \text{ kg}$$

Tegangan belt pada titik 3

$$S_3 = S_2 + W_{\text{curv}}$$

$$S_3 = S_2 + k(S_2)$$

$$S_3 = (1 + k) \cdot S_2$$

Maka :

$$S_3 = K (S_2)$$

$$S_3 = 1,1488 (S_1 + 47,98 \text{ kg})$$

$$S_3 = 1,1488 S_1 + 55,11 \text{ kg}$$

Tegangan belt dititik 4

$$S_4 = S_3 + W_{3,4}$$

dimana :

$$W_{3,4} = 367,89 \text{ Kg}$$

$$S_4 = 1,1488 S_1 + 55,11 \text{ kg} + 367,89 \text{ kg}$$

$$S_4 = 1,1488 S_1 + 423 \text{ kg}$$

Dari hukum Euler dimana tidak terjadi slip antara belt dan puli maka berlaku persamaan

$$S_t \leq S_{sl} (e^{\alpha \cdot \mu})$$

Dimana :

Stdan Ssl = Tegangan belt padasisi ketat dan kendur(kg)

$$\square \alpha = \text{Sudut belit belt} = 180$$

E = Bilangan neprian dengan fungsi logaritma = 2,718

$$\square \mu = \text{Faktor gesekan antara belt dan pulley} = 0,030 \text{ (tabel 3.3)}$$

Untuk sudut belit belt sebesar = 180° dan puli dibalut dengan karet (rubberlagged) dengan kondisi Operasi normal maka harga = 0,030 maka :

$$e^{\alpha \cdot \mu} = 5,36$$

$$S_t = S_4 \leq \square S_{sl} \cdot (e^{\alpha \cdot \mu})$$

Sehingga diperoleh tegangan belt

pada sisi ketat :

$$S_{sl} \cdot (e) = S_{sl} \cdot (5,36) = 5,36 (S_1)$$

Dari persamaan (3) dan (4), diperoleh :

$$5,36 (S_1) \geq \square S_4$$

$$5,36 (S_1) \geq \square 1,1488 (S_1) + 423 \text{ kg}$$

$$5,36 (S_1) - 1,1488 (S_1) \geq \square 423 \square \text{ kg}$$

$$4,212(S1) \geq 423 \text{ kg}$$

$$S1 = 100,43 \text{ kg}$$

Dari persamaan (1) diperoleh :

$$S2 = S1 + 47,98 \text{ kg}$$

$$S2 = 100,43 + 47,98 \text{ kg}$$

$$S2 = 148,41 \text{ kg}$$

Dari persamaan (2) diperoleh :

$$S3 = 1,1488S1 + 55,11 \text{ kg}$$

$$S3 = 1,1488(100,43) + 55,11 \text{ kg}$$

$$S3 = 170,48 \text{ kg}$$

Dari persamaan (3) diperoleh :

$$S4 = 1,1488 S1 + 402,294 \text{ kg}$$

$$S4 = 1,1488 (100,43) + 402,294 \text{ kg}$$

$$S4 = 515,67 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui tegangan sisi ketat sebesar 459,208 kg sedangkan sisi kendurnya 85,66 kg, sehingga dengan perhitungan diperoleh:

$$S1 = 100,43 \text{ kg}$$

$$S2 = 148,41 \text{ kg}$$

$$S3 = 170,48 \text{ kg}$$

$$S4 = 515,67 \text{ kg}$$

perhitungan tarikan belt terhadap pulley

Jika pulley berfungsi sebagai pengencang dan penggerak conveyer maka tahanan 3- 5 % dari jumlah tegangan, sehingga:

$$\begin{aligned}W_{dr} &= 0,03(S4 + S1) \\ &= 0,03(515,67 + 100,43) \\ &= 18,483 \text{ kg}\end{aligned}$$

5.1.8 Perhitungan Tarikan Efektif

Besarnya tarikan efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini yaitu:

$$\begin{aligned}W_0 &= (S4 - S1 + W_{dr}) \times g \\ &= (515,67 - 100,43 + 18,483) \times 9,81 \\ &= 432,093 \times 9,81 \\ &= 4248,25 \text{ kg} \\ &= 41661,1 \text{ N}\end{aligned}$$

perhitungan gaya tarik maksimum

Rumus yang digunakan:

$$\begin{aligned}W_{\max} &= W_0 + S3 + S4 \\ &= 4248,25 + 170,48 + 515,67 = 4934,4 \text{ kg}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, terlihat bahwa kekuatan tarik izin sebesar 4934,4 kg = 48404,464 N belt lebih besar dari pada kekuatan tarik belt yang digunakan yaitu jenis *Polyster Nylon Fabric* yang mempunyai kekuatan tarik sebesar 4248,25 kg = 41675,33 N

BAB III

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perhitungan berikut hasil analisa yang diperoleh:

1. luas penampang belt coveyor 5F1J13 adalah $0,1075\text{m}^2$
2. Untuk mencapai hasil produksi sebesar 600 ton/jam maka dibutuhkan kecepatan conveyer sebesar $1,4\text{m/s}$
3. Dengan kapasitas 600 ton/jam didapat kapasitas belt conveyer per meter sebesar 119 kg/s
4. Tarikan yang dialami oleh belt conveyer 5F1J13 untuk kapasitas 600 ton/jam sebesar $4248,25\text{kg} = 41675,33\text{ N}$ dengan tegangan masimum $4934,4\text{ kg} = 48404,64\text{ N}$

B. Saran

1. Melakukan pengantian pelumas secara teratur dengan *schedule* yang tepat guna menjaga kualitas dari pelumas dan *bearing* pada belt conveyer tidak mengalami kekurangan pelumasan untuk menghindari beban gesekan yang dapat menyebabkan kerusakan.
2. Lakukan pemeriksaan berkala terhadap *bearing*, *belt*, *idler*, dan juga system penggerak terhadap penumpukan material ataupun sesuatu yang dapat mengganggu pergerakan atau merusak belt

DAFTAR PUSTAKA

1. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, by ir Sularso, MSME, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta 1979
2. Conveyor Equipment Manufacturers Association. *Belt Konveyor for Bulk Material*. USA.1979 1969
3. Spivakovsky, A, Conveyor And Related Equipment, Ed 2, Peace Publishers, Moscow,
4. Spivakovsky A. And Dyachkov V., *Conveyor and Related Equipment*. Moscow, 1928
5. Unit Hubungan Industri. 2013. *Buku Pedoman Pengalaman Lapangan Industri (PLI) Mahasiswa FT UNP Padang*. Padang : Unit Hubungan Industri

