

**KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT LIME STONE CRUSHER VI* DI PT.
SEMEN PADANG KEL. BATU GADANG, KEC. LUBUK KILANGAN, KOTA
PADANG, SUMATERA BARAT**

S K R I P S I



**M. RIFKY AUDREY PERMANA
F1D116038**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2022**

**KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT LIME STONE CRUSHER VI* DI PT.
SEMEN PADANG KEL. BATU GADANG, KEC. LUBUK KILANGAN, KOTA
PADANG, SUMATERA BARAT**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka penulisan Skripsi pada Program Studi Teknik Pertambangan



**M. RIFKY AUDREY PERMANA
F1D116038**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2022**

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang baik dan benar.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi,
Yang Menyatakan

M. Rifky Audrey Permana
F1D116038

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **Kajian Teknis *Crushing Plant Lime Stone VI Di PT. Semen Padang Kel. Batu Gadang, Kec. Lubuk kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat*** yang disusun oleh **M. Rifky Audrey Permana, NIM: F1D116038** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji

Ketua : Wahyudi Zahar, S.T., M.T
Anggota : M. Ikrar Lagowa, S.T., M.Eng.Sc
Anggota : M. El hakim, S.T., M.T

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Drs. Faizar Farid, M. Si.
NIP. 15812171989021001

Juventa, S.T., M.T
NIP. 199003062019031012

Diketahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Jurusan Teknik Kebumian

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T
NIP. 197907062008122002

ABSTRACT

PT Semen Padang is a cement producing company in Indonesia. One of the raw materials used to make cement is limestone. The limestone is obtained from mining in the white coral hills using the open pit mining method (quarry). Limestone from the mining will be crushed to provide suitable raw materials used in the next process. There are several crushers at PT Semen Padang, one of which is the unit limestone crusher VI (LSC VI) which is currently the target of the largest production plan for limestone commodities. Based on field observations, the implementation of the production activities of the LSC VI unit cannot be said to be maximal, this is because the production target in September 2022, which is 1800 tons/hour, has not been achieved, but only 1492 tons/hour has been realized from the LSC VI unit. This study aims to analyze the parameters that affect production activities in the LSC VI unit, so that it can meet the production target of the LSC VI unit. To obtain the production target that has been set, further simulations must be carried out to improve the effective working hours, work delay time, the amount of material fed on the continuity of filling the hopper and the availability of the LSC VI unit. After the simulation was carried out, it was obtained that the effective working time increased from 347,1 hours to 415,9 hours. If the simulation carried out can be realized, production of limestone in the LSC VI unit will increase from 579.200 tons/month to 694.012 tons/month with a production achievement of 886% of the desired target.

Keywords: Limestone crusher, production, feed, working hours, and obstacles.

ABSTRAK

PT Semen Padang adalah perusahaan produsen semen di Indonesia. Salah satu bahan baku yang digunakan untuk membuat semen adalah batugamping (*limestone*). *Limestone* tersebut diperoleh dari hasil penambangan di Bukit Karang Putih dengan sistem tambang terbuka (*quarry*). Batugamping hasil penambangan tersebut akan dilakukan peremuk untuk menyediakan bahan baku yang sesuai yang digunakan pada proses berikutnya. Terdapat beberapa alat peremuk di PT Semen Padang salah satunya unit *limestone crusher* VI (LSC VI) dimana saat ini menjadi target rencana produksi terbesar untuk komoditas batugamping. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pelaksanaan kegiatan produksi unit LSC VI belum dapat dikatakan maksimal. Hal ini dikarenakan belum tercapainya target produksi pada bulan September 2022 yaitu 1800 ton/jam namun yang terealisasi dari unit LSC VI hanya 1.668,7 ton/jam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pada parameter yang mempengaruhi kegiatan produksi pada unit LSC VI, sehingga dapat memenuhi target produksi unit LSC VI tersebut. Untuk memperoleh target produksi yang telah ditetapkan, selanjutnya harus dilakukan simulasi perbaikan terhadap jam kerja efektif, waktu hambatan kerja, jumlah umpan material terhadap kontinuitas pengisian *hopper* dan ketersediaan alat unit LSC VI tersebut. Setelah dilakukan simulasi tersebut maka diperoleh peningkatan pada waktu kerja efektif dari 347,1 jam menjadi 415,9 jam. Jika simulasi yang dilakukan dapat direalisasikan produksi *limestone* di unit LSC VI akan meningkat dari 579.200 ton/bulan menjadi 694.012 ton/bulan dengan capaian produksi 88,4% dari target yang diinginkan.

Kata kunci: *Limestone crusher*, produksi, umpan, jam kerja, dan hambatan.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap M. Rifky Audrey Permana, panggilan Audrey. Alamat Komplek Puri Mayang Cluster Casablanca Blok I - 05. Lahir di Palembang pada tanggal 11 April 1999 merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Acep Adioso, S.E. dan Ir. Dwina Windari, M.Si.. Penulis sekarang bertempat tinggal di Komplek Puri Mayang Cluster Casablanca Blok I-05, Provinsi Jambi. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar SDN 64 Kota Jambi (2004-2010), SMP Negeri 1 Kota Jambi (2010-2013), SMAN 5 Kota Jambi (2013-2016). Pada tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sertakemudahan pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan magang yang berjudul **Kajian Teknis *Crushing Plant* LSC VI Di PT. Semen Padang, Kel. Batu Gadang, Kec. Lubuk Kilangan, Kota Padang Sumatera Barat**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Pertambangan.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku Dekan fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan izin saya untuk melakukan penelitian.
2. Ibu Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kebumihan Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan izin saya untuk melakukan penelitian.
3. Bapak M. Ikrar Lagowa, S.T, M.Eng.Sc, selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertambangan yang telah memberikan izin saya untuk melakukan penelitian.
4. Bapak Drs. Faizar Farid, M.Si., selaku Pembimbing Skripsi I yang telah memberikan saya koreksi, arahan materi, riset dan penulisan skripsi dan yang telah memberikan izin saya untuk melakukan penelitian.
5. Bapak Juventa, S.T., M.T, selaku Pembimbing Skripsi II yang telah memberikan saya koreksi, arahan materi, riset dan penulisan skripsi.
6. Bapak Yelmi, S.T selaku Pembimbing Lapangan di PT. Semen Padang yang telah membimbing serta mengarahkan saya selama dilapangan.
7. Seluruh Staff Pengajar di Prodi Teknik Pertambangan yang telah membimbing dan mengajarkan saya selama kuliah.
8. Orangtua yang telah memberikan saya dukungan penuh dan doa dalam penyelesaian tugas akhir.
9. Teman-teman Batu 2016 yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian tugas akhir
10. Teman-teman Teknik Pertambangan angkatan 17, 18, 19, 20, 21 yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian tugas akhir

Semoga bantuan, bimbingan, dan petunjuk yang bapak/ibu dan rekan-rekan berikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jambi, 2022
Yang menyatakan

M. Rifky Audrey Permana

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Lokasi Penambangan	4
2.2 Genesa Batugamping	5
2.2.1 Proses Terbentuknya Batugamping	5
2.2.2 Sifat Fisik Batugamping PT Semen Padang	6
2.2.3 Proses Penambangan Batugamping	7
2.3 Peremukan Material <i>Limestone</i>	11
2.4 Alat Peremuk (<i>Crusher</i>) di PT Semen Padang	12
2.5 <i>Hammer Crusher</i>	12
2.6 Produktivitas Alat Peremuk	15
2.7 Efisiensi Kerja (Eff)	16
2.8 Nilai Kesiediaan Alat <i>Crusher</i>	17
2.9 Alat Bantu Pada Unit Peremuk LSC VI	19
2.9.1 <i>Hopper</i>	19
2.9.2 Alat Pengumpan (<i>Feeder</i>)	20
2.10 Waktu Hambatan (<i>Downtime</i>)	21
2.10.1 Hambatan Yang Dapat Dihindari	21
2.10.2 Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari	22
2.10.3 Matrik Hambatan Kerja	23
2.11 Peralatan Penambangan	24
2.12 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tidak Tercapainya Target Produksi <i>Crusher</i>	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	28
3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah	28
3.1.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	29
3.2 Peralatan	29
3.3 Data Penelitian	30
3.3.1 Data Primer	30
3.3.2 Data Sekunder	30
3.4 Prosedur Penelitian	30
3.4.1 Prosedur Penelitian Deskriptif	30
3.4.2 Prosedur Penelitian Skematis	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 <i>Crushing Plant</i> di PT Semen Padang	40
4.1.1 Pemuatan	42
4.1.2 Alat Peremuk dan Penunjang	43
4.1.3 <i>Material Handling</i>	47
4.1.4 <i>Storage</i>	48
4.2 Target Produksi Batugamping LSC VI	49
4.3 Jadwal Kerja Unit <i>Limestone Crusher</i> (LSC-VI)	49
4.4 Hambatan Kerja dan Jam Kerja Efektif	50
4.4.1 Waktu Hambatan dan Waktu Aktual Produk Unit Peremuk (LSC-VI)	50
4.4.2 Waktu Produksi Efektif dan Efisiensi Waktu Kerja	52
4.5 Produksi Aktual Alat Peremuk LSC VI	53
4.6 Matriks Hambatan Kerja Unit LSC VI	54
4.7 Faktor-faktor Hambatan Dalam Kegiatan Peremuk	57
4.8 Ketersediaan Unit LSC VI	59
4.9 Simulasi Peningkatan Produksi Unit LSC VI	60
4.9.1 Perbaikan Waktu Hambatan	61
4.10 Analisis Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan	67
4.11 Analisis Simulasi Ketersediaan Alat	69
4.12 Analisis Simulasi Peningkatan Produksi	70
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN A	77
LAMPIRAN B	81

LAMPIRAN C	83
LAMPIRAN D	84
LAMPIRAN E.....	91
LAMPIRAN F.....	93
LAMPIRAN G	94
LAMPIRAN H	98
LAMPIRAN I	102

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Fisik Batugamping PT Semen Padang	6
Tabel 2.2 Kategori Nilai Kesiediaan Alat	19
Tabel 2.3 Ukuran Kualitatif Kemungkinan / Frekuensi	23
Tabel 2.4 Ukuran Durasi Lama Kegiatan Terjadi	23
Tabel 2.5 Pendekatan Matrik	24
Tabel 3.1 Kegiatan Pelaksanaan Penelitian	29
Tabel 3.2 Ringkasan Metode Penyelesaian Dalam Penelitian	37
Tabel 4.1 Unit Alat Berat yang Masih Beroperasi	43
Tabel 4.2 Target Produksi Lcs VI 2022	49
Tabel 4.3 Jam Kerja Unit <i>Limestone Crusher</i> VI	50
Tabel 4.4 Kelompok Hambatan Kerja Unit LSC VI Bulan September 2022	51
Tabel 4.5 Jumlah Waktu Produksi Aktual LSC VI Bulan September 2022	52
Tabel 4.6 Waktu Kerja Efektif LSC VI September 2022	52
Tabel 4.7 Produksi LSC VI Pada Bulan September 2022	54
Tabel 4.8 Matriks Hambatan	55
Tabel 4.9 Katagori Durasi	55
Tabel 4.10 Katagori Frekuensi	56
Tabel 4.11 Perbaikan Waktu Hambatan Matriks 2x3	61
Tabel 4.12 Perbaikan Waktu Hambatan Matriks 3x3	62
Tabel 4.13 Perbaikan Waktu Hambatan Matriks 3x3	62
Tabel 4.14 Perbaikan Waktu Hambatan Matriks 4x3	63
Tabel 4.15 Perbandingan Waktu Hambatan Setelah Simulasi	63
Tabel 4.16 Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan Unit LSC VI Bulan April	64
Tabel 4.17 Waktu Kerja Efektif Simulasi Perbaikan Unit LSC VI	65
Tabel 4.18 Perbandingan Hasil Sebelum dan Setelah Simulasi	67
Tabel 4.19 Tonase Perbandingan Target Produksi dan Setelah Simulasi	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Peta Fotogrametri Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP-OP).....	4
Gambar 2.2 <i>Drilling Machine FRD Furukawa HCR 1500 ED II</i>	8
Gambar 2.3 Kegiatan Loading	9
Gambar 2.4 Alat Angkut (<i>Dump Truck</i>)	9
Gambar 2.5 <i>Limestone Crusher (LSC-VI)</i>	10
Gambar 2.6 Proses <i>Conveying</i>	11
Gambar 2.7 <i>Hammer Crusher</i>	13
Gambar 3.1 Peta Kesampaian Daerah Lokasi Penelitian PT Semen Padang	28
Gambar 3.2 Kerusakan <i>Excavator</i> Yang Menyebabkan <i>Standby</i> Alat Angkut dan <i>Crusher</i>	32
Gambar 3.3 Layar Monitoring LSC VI	32
Gambar 3.4 <i>Control Central Room (CCR)</i>	33
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Proses Penambangan PT Semen Padang.....	39
Gambar 4.2 Rangkaian Kerja Sistem Peremukan <i>Limestone (LSC VI)</i>	41
Gambar 4.3 Sistem Kinerja Unit <i>Limestone Crusher VI</i>	42
Gambar 4.4 <i>Hopper</i>	44
Gambar 4.5 <i>Apron Feeder</i>	44
Gambar 4.6 <i>Wobbler Screen</i>	45
Gambar 4.7 <i>Hammer Crusher</i>	47
Gambar 4.8 <i>Dust Collector</i>	47
Gambar 4.9 <i>Belt Conveyor</i>	48
Gambar 4.10 <i>Storage Indarung VI</i>	48
Gambar 4.11 Grafik Kelompok Hambatan <i>Limestone Crusher VI</i> Bulan September 2022	51
Gambar 4.12 Nilai-Nilai Kesiediaan Alat Unit <i>Limestone Crusher VI</i>	60
Gambar 4.13 Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan	64

Gambar 4.14 Perbandingan Tonase Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan	68
Gambar 4.15 Perbandingan Tonase Simulasi Penambahan Umpan Material....	69
Gambar 4.16 Nilai Ksedian dan Penggunaan Alat Unit LSC VI.....	69
Gambar 4.17 Perbandingan Tonase Hasil Simulasi	71

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A	77
Lampiran A.1 Spesifikasi Alat Pengumpan	77
LAMPIRAN B	81
Lampiran B.1 Unit Alat Berat yang Masih Dioperasikan	81
Lampiran B.2 Alat Bantu yang Masih Aktif Digunakan	82
LAMPIRAN C	83
Lampiran C.1 Target Produksi <i>Limestone Crusher</i> VI Bulan September 2022	83
LAMPIRAN D	84
Lampiran D.1 Waktu Hambatan Pada Unit LSC VI Bulan September 2022 ...	84
Lampiran D.2 Data Waktu Hambatan Pengosongan Jalur Bulan September 2022	89
Lampiran D.3 Data Waktu Hambatan Ishoma Bulan September 2022.....	90
LAMPIRAN E	91
Lampiran E.1 Data Waktu Kerja Unit <i>Limestone Crusher</i> VI September 2022	91
LAMPIRAN F	93
Lampiran F.1 Matrik Hambatan LSC VI September 2022	93
LAMPIRAN G	94
Lampiran G.1 Data Produksi Aktual <i>Limestone Crysher</i> VI	94
Lampiran G.2 Perhitungan Aktual Unit Peremuk LSC VI.....	97
LAMPIRAN H	98
Lampiran Perhitungan Nilai Ketersediaan Alat LSC VI	98
LAMPIRAN I PETA SITUASI	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertambangan adalah pilar ekonomi bagi banyak negara yang diberkahi dengan sumber daya alam termasuk diantaranya batugamping. Pertambangan terus memainkan peran penting dalam pembangunan sosial-ekonomi negara-negara dengan deposit sumber daya alam mineral yang melimpah. Pertumbuhan ekonomi terlihat pula pada banyaknya pembangunan infrastruktur di negara tersebut. Dalam mendukung percepatan pembangunan tersebut dibutuhkan bahan utama yang memadai yaitu semen.

PT Semen Padang adalah perusahaan manufaktur semen di Indonesia. Salah satu bahan baku utama dalam pembuatan semen adalah batugamping (*limestone*). Komposisi material semen di PT Semen Padang terdiri dengan persentase batugamping 81%, *silika* 9%, tanah liat 8,5%, pasir besi 1% dan *gypsum* 0,5%. *Limestone* tersebut diperoleh dari hasil penambangan yang berlokasi di Bukit Karang Putih dengan metode *Quarry*.

Tahap pengolahan *limestone* hasil penambangan adalah dengan mereduksi ukuran *limestone* di unit *crushing plant* menjadi material berukuran < 100 mm. Jadi pengecilan ukuran ini merupakan proses untuk memperoleh ukuran yang diperlukan dalam proses pengolahan lanjutan. Pengecilan ukuran bongkahan tersebut menggunakan alat peremuk batuan (*crusher*). Pada area penambangan, PT Semen Padang memiliki enam unit *crushing plant* yakni LSC II, LSC IIIA, LSC IIIB, LSC VI dengan tipe *hammer crusher* dan *Mosher I*, *mosher II* tipe *roller*. Pada saat ini produksi untuk *limestone* dipusatkan pada dua unit *crushery* yaitu LSC VI sebagai target produksi terbesar batu gamping dan unit *mosher I* sebagai alat peremuk bantuan ketika LSC VI *maintenance*.

Awal pengoperasian LSC VI tahun 2017, PT Semen Padang merencanakan produksi sebesar 9475 ton/hari dengan produktivitas 1500 ton/jam (Wijaya, 2018). Adapun produktivitas dari unit *hammer crusher* LSC VI di PT Semen Padang pada bulan September 2022 yaitu sebesar 1800 ton/jam.

Berdasarkan observasi peneliti lakukan di PT Semen Padang pada bulan Agustus 2022 target produksi yang direncanakan yaitu sebesar 714.700 ton/bulan, sedangkan realisasinya sebesar 508.866 ton/bulan hanya sekitar 71,2% dari target produksi pada bulan tersebut. Adapun dengan melihat realisasi produksi yang dihasilkan oleh LSC VI belum dapat memenuhi target yang diinginkan oleh PT Semen Padang. Oleh karena itu, penelitian yang

dilakukan penulis ini berfokus pada “Kajian Teknis *Limestone Crusher VI (LSC-VI)* Pada Penambangan Batugamping Bulan September 2022 Di PT Semen Padang”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rangkaian kerja LSC VI, target produksi, dan produksi aktual pada bulan September 2022 di PT Semen Padang?
2. Bagaimana pengaruh waktu kerja efektif bulan September 2022 terhadap kegiatan produksi dalam pencapaian target produksi pada unit LSC VI di PT Semen Padang?
3. Bagaimana ketersediaan alat unit LSC VI bulan September 2022 di PT Semen Padang?
4. Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mencapai target produktivitas di PT Semen Padang?
5. Berapa *Reduction ratio* rata – rata dari LSC VI PT Semen Padang?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukan penelitian adalah:

1. Mengetahui rangkaian kerja, target produksi dan produksi aktual unit LSC VI pada bulan September di PT Semen Padang.
2. Menganalisis pengaruh waktu kerja efektif terhadap kegiatan produksi dalam pencapaian target produksi dari unit LSC VI di PT Semen Padang.
3. Menganalisis ketersediaan alat dari unit LSC VI di bulan September 2022 PT Semen Padang.
4. Membuat simulasi upaya perbaikan untuk mencapai target produktivitas dari unit LSC VI.
5. Menghitung nilai rata – rata *Reduction Ratio* dan *Work Input* yang terdapat pada LSC VI PT Semen Padang.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan hanya pada unit LSC VI pada PT Semen Padang.
2. Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada bulan September 2022
3. Penelitian tidak membahas tentang kajian teknis alat gali-muat dan alat angkut pada tambang batu gamping secara lebih lanjut seperti *rolling resistance*, *matchfaktor*, *digging resistance* dan geometri jalan angkut, *belt*

conveyor system dan *size reduction*.

4. Kegiatan penelitian yang dilakukan tidak menyangkut potensi biaya produksi atau aspek ekonomi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi Akademis adalah diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa yang ingin mengambil penelitian dengan judul yang serupa.
2. Manfaat bagi Perusahaan adalah diharapkan dari hasil penelitian yang sudah penulis lakukan perusahaan dapat mengetahui dan mengevaluasi kinerja *crushing plant*, sehingga perusahaan dapat mengambil langkah dan sebagai salah satu referensi guna untuk meningkatkan produksi perusahaan.

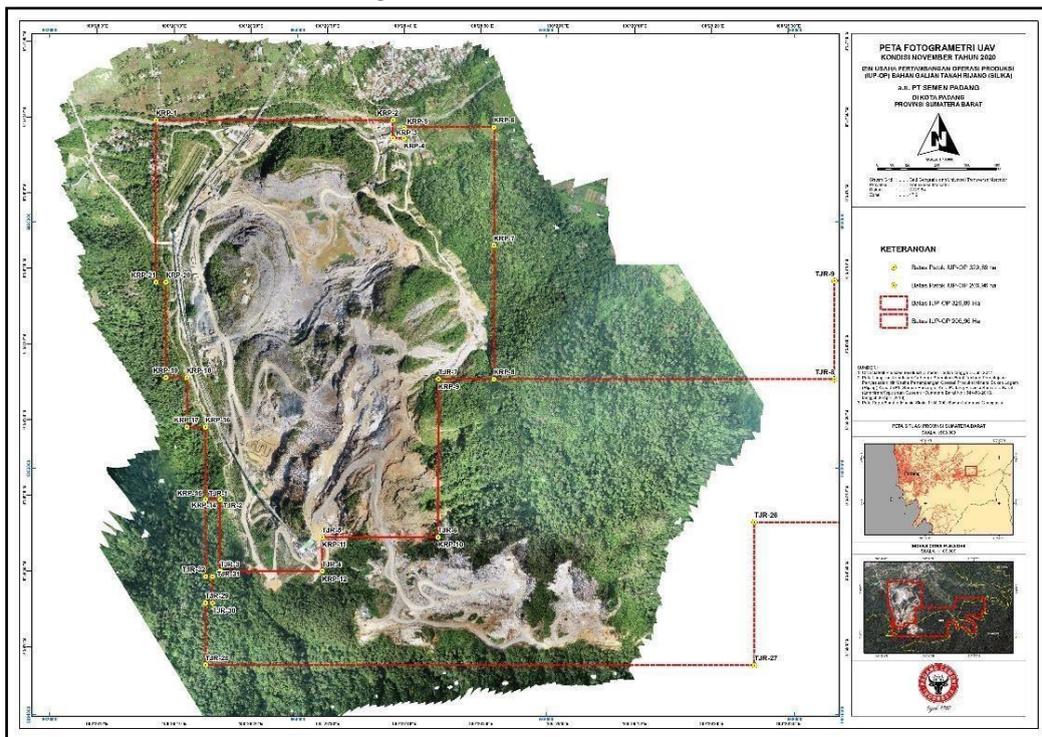
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lokasi Penambangan

Lokasi penambangan PT. Semen Padang terletak di Bukit Karang Putih Desa Karang Putih, Indarung, Lubuk Kilangan, Sumatera Barat ±15 km di sebelah Timur Kota Padang. Wilayah izin usaha pertambangan batugamping PT Semen Padang yaitu 206 Ha dan 329 Ha. Lokasi penambangan batugamping berjarak sekitar 1660 meter dari pabrik yang dihubungkan dengan jalan yang telah dibeton dan dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan umum atau kendaraan milik perusahaan. Secara geografis Bukit Karang Putih terletak ±2 km di sebelah Selatan Indarung dan terletak antara 1°04'30" LS – 1°06'30" LS dan 100°15'30" BT – 100°10'30" BT. Lokasi penambangan PT. Semen Padang dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:

Sumber: PT. Semen Padang, 2022



Gambar 2.1 Peta Foto Udara Usaha Pertambangan Operasi Produksi

Adapun luas area dan cadangan batu gamping, silika serta tanah liat PT Semen Padang sebagai berikut (PT Semen Padang, 2020):

- a. Penambangan batu gamping
 - Luas area
 - Area Eksisting: 206,96 ha
 - Area 15.15 (PNBP): 329,89 ha
 - Cadangan
 - Area Eksisting: 70 juta ton
 - Area Pengembangan: 600 juta ton (Terkira)
- b. Penambangan silika
 - Luas Area: 107 ha
Cadangan: 7 juta ton (Bukit Ngalau) dan 10 juta ton Bukit Karang Putih
- c. Penambangan *clay*
 - Luas Area: 88,91 ha
di Bukit Atas Cadangan: 4,5 juta ton

2.2 Genesa Batugamping

Batugamping merupakan bagian dari batuan sedimen, yaitu batuan sedimen non-klastik yang terbentuk dari proses kimia atau proses biologi. Batugamping disebut juga batu kapur atau *limestone*. Kandungan utama batugamping adalah mineral *kalsium karbonat* (CaCO_3) yang terjadi akibat proses kimia dan organik. Secara umum mineral yang terkandung dalam batu gamping adalah *kalsium karbonat kalsit* sebesar 95%, dolomit 3% dan sisanya mineral *clay*.

2.2.1 Proses Terbentuknya Batugamping

1. Proses Sedimentasi

Batugamping yang terbentuk akibat proses sedimentasi melalui proses sedimentasi organik, kimia dan mekanik. Sebagian besar batugamping di alam terjadi secara organik. Jenis ini berasal dari pengendapan cangkang atau rumah kerang dan siput *foraminifera* atau ganggang dan juga berasal dari kerangka binatang koral/kerang. Untuk batugamping yang terjadi secara mekanik, bahannya tidak jauh berbeda dengan jenis batugamping yang terjadi secara organik, yang membedakannya adalah terjadinya perombakan dari bahan batugamping tersebut yang kemudian terbawa oleh arus dan biasanya diendapkan tidak jauh dari tempat semula. Sedangkan yang terbentuk secara kimia adalah jenis batugamping yang terjadi dalam kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu dalam air tawar. Proses pembentukan batugamping melalui proses sedimentasi secara terus-menerus dan berlangsung cukup lama sehingga

terbentuk endapan batugamping yang ada sekarang ini.

2. Proses Pelapukan

Pada proses pelapukan, sumber unsur *karbonat* terletak pada *karbon dioksida* (CO₂) dari udara dan mineral-mineral yang mengandung unsur *karbonat* yang terdapat pada batuan asal yang tersebar di permukaan bumi. Dapat dikatakan bahwa melalui proses pelapukan pada batugamping yang membentuk larutan *kalsium karbonat* (CaCO₃) yang larutannya diangkut oleh media air dan diendapkan di lingkungan laut dangkal.

2.2.2 Sifat Fisik Batugamping PT Semen Padang

Berdasarkan hasil analisa contoh permukaan dan inti di laboratorium, maka batugamping di daerah tersebut memiliki sifat fisik dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Sifat Fisik Batugamping PT Semen Padang

Variabel	Keterangan
Warna	Putih susu/bening, abu-abu terang, sampai abu-abugelap
Kekerasan	3-5 <i>Skala Mohs</i>
Belahan	Bentuk sempurna
Pecahan	Kaca bentuk <i>earthly</i>
Sifat dalam	Keras, liat hingga <i>brittle</i>
<i>Density</i>	2,5 ton/BCM dan 1,6 ton/LCM
Kandungan unsurkimia	CaO (52%), SiO (7%), FeO (0,7%), MgO (0,44%), H ₂ O (44%)
Ketahanan	Keras dan kompak
Sisipan	Lempung tufaan yang berasosiasi dengan rijang dankalsit.

Sumber: Laboratorium PT Semen Padang, 2015

2.3 Peremukan Material *Limestone*

Peremukan material pada prinsipnya bertujuan mereduksi material untuk memperoleh ukuran butir tertentu melalui *crusher* dan pengayakan. Peremukan material biasanya menggunakan alat *crusher* umumnya terbagi dalam tiga tahap, yaitu *primary crushing*, *secondary crushing* dan *fine crushing* (Nugroho, 2016).

1. *Primary crushing*

Merupakan tahap penghancuran yang pertama, dimana umpan berupa bongkah-bongkah besar yang berukuran ± 84 x 60 *inchi* dan produknya berukuran 4 *inchi*. Alat yang dipergunakan dalam *primary crushing* ini adalah *Jaw Crusher*, *Gyratory Crusher*, dan *Hammer Crusher*.

2. *Secondary crushing*

Merupakan tahap penghancuran dari kelanjutan *primary crushing* dimana

ukuran umpan lebih kecil dari 6 inci dan produknya berukuran 0,5 inci. pada tahap peremukan ini peralatan yang digunakan adalah *Jaw Crusher* ukuran kecil, *Cone Crusher*, dan *Rolls*.

3. *Fine crushing (grinding mill)*

Merupakan lanjutan dari proses *primary crushing* dan *secondary crushing*. Adapun alat yang digunakan adalah *Rolls*, *Dry Ball Mills*, *Disc Mills*, dan *Ring Mills*.

2.4 Alat Peremuk (*crusher*) di PT Semen Padang

PT Semen Padang memiliki 6 *crusher* dengan dua macam tipe *crusher* untuk mereduksi batugamping. Tipe *crusher* yang digunakan yakni *hammer crusher* dan *roller crusher*. LSC II, LSC IIIA, LSC IIIB, dan LSC VI menggunakan *crusher* tipe *hammer crusher*, sedangkan untuk *mosher I*, *Mosher II*, *sizer* dan *silica crusher* menggunakan *crusher* tipe *roller*. Namun saat ini PT Semen Padang sudah tidak dilakukan penambangan batu siliki dikarekan izin untuk penambangan bahan galiandisuatu tambang harus terpisah (Apriani, 2022).

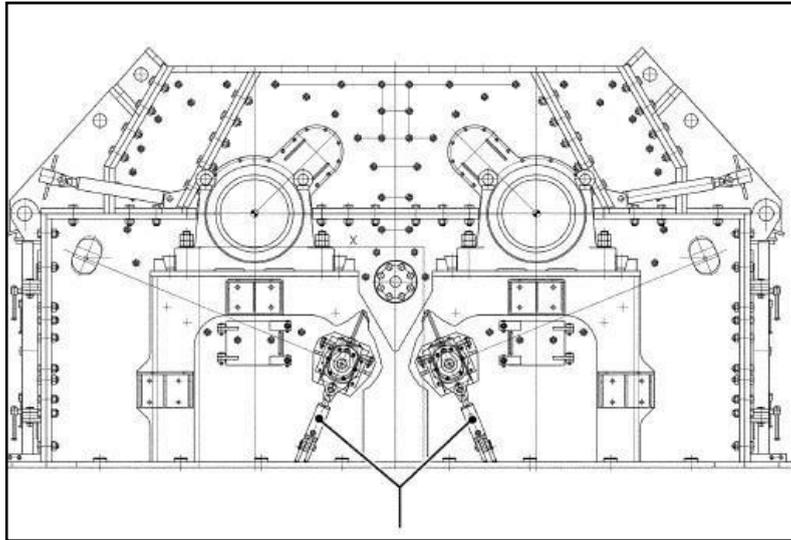
Pada daerah IUP 309 jalur *crusher* yang digunakan yaitu LSC VI dan *mosherI*, dan untuk IUP 206 jalur *crusher* yaitu LSC II, LSC IIIA, dan LSC IIIB. Saat ini, penelitian dipusatkan pada LSC VI tipe *hammer crusher* yang merupakan alat peremuk batuan berupa rotor yang dilengkapi *hammer* sebagai penghancur batuan. Cara kerja dari *hammer crusher* yaitu umpan yang masuk mengalami putaranyang dilakukan rotor dan *hammer*, dan sebagai media penghancur adalah *breaker plate*. Fungsi dari menggunakan *hammer crusher* ialah untuk meningkatkan hasil produksi yang maksimal secara konsiten. Jalur *crusher* utama LSC VI beroperasi 12amper setiap hari, kecuali jika sedang dalam perawatan dan jika sedang tidak beroperasi maka akan dialihkan ke *mosher I*. LSC VI merupakan *crusher* yang digunakan untuk peremukan batugamping yang kemudian material hasil peremukannya dikirimkan ke *limestone storage* Indarung VI menggunakan *long belt conveyer*.

2.5 *Hammer Crushser*

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

Hammer crusher dapat menggerus batuan yang besar dan menumburkan batuan ke dinding dari *hammer* sehingga menjadi hancur. Batuan yang kecil

atau lolos akan langsung turun ke *belt conveyor* yang berada di bawahnya sedangkan batuan yang masih besar/tidak lolos akan terus di-*impact* (pukul) hingga menjadi batuan yang kecil dan akhirnya bisa lolos di *screen crusher* tersebut. Ukuran umpan yang masuk ke *hopper* LSC VI yaitu $\leq 1,5$ meter atau 150 cm. Adapun batuan yang lolos biasanya memiliki ukuran $\pm 50-100$ mm. Penampang *hammer crusher* dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini:



Sumber: *Operating Manual PT Semen Padang, 2014*

Gambar 2.7 *Hammer crusher*

Komponen dari LSC VI, antara lain:

- a) *Hopper*, yaitu tempat masuknya material yang akan diremuk. *Hopper* ini berbentuk kerucut yang nantinya akan diteruskan ke *feeder*.
- b) *Feeder*, yaitu suatu rantai berjalan yang digerakkan oleh motor yang fungsinya untuk meneruskan material-material dari *hopper* ke *hammer crusher*. Jenis *feeder* yang digunakan PT Semen Padang yaitu jenis *apron feeder*. *Feeder* di LSC VI memiliki kapasitas dimana kapasitas maksimalnya sama dengan target produksi.
- c) *Wobbler screen*, yaitu bagian dari *crusher* yang digunakan untuk menyaring material, material *oversize* diantarkan sesuai dengan alur *crusher* dari *feeder* ke *hammer*. Sementara material *undersize* akan langsung turun ke *belt conveyor*.
- d) *Hammer*, yaitu sejenis palu yang berada pada *row rotor crusher* tersebut yang berfungsi untuk memukul batuan yang besar sehingga menjadi batuan yang kecil.
- e) *Liner*, yaitu dinding *crusher* tersebut yang terbuat dari baja yang berfungsi sebagai tempat pantulan batuan dari *hammer crusher* tersebut.
- f) *Grate bar*, yaitu berfungsi sebagai penyaring batuan berukuran kurang 70

mm yang hancur oleh proses peremukan untuk diteruskan ke *belt conveyor*.

- g) *Breaker plate*, merupakan lempengan baja yang berfungsi sebagai bidang tumpuan material. Arah gerakanya berlawanan dengan *hammer*.
- h) *Belt conveyor*, yaitu berfungsi sebagai alat yang memindahkan material yang sudah diremukkan sesuai dengan ukuran yang diinginkan menuju *storage*. PT Semen Padang menggunakan *belt conveyor* yang buat dari karet. Pada *belt conveyor* terdapat *metal detector* yang berfungsi mendeteksi apabila ada material besi atau logam yang melalui *belt conveyor*. Saat alat mendeteksi logam atau besi maka laju *conveyor* tersebut akan berhenti dengan bantuan *mikrokontroler*. Selanjutnya perangkat tersebut akan mengirimkan informasi ke operator bahwa telah terdeteksi yang berupa alarm (Apriani, 2022).
- i) *Rotor shaft*, yaitu sejenis aus yang menghubungkan *hammer crusher* dengan *pulley* dari *belt motor* sehingga *hammer crusher* tersebut dapat berputar.
- j) *Motor crusher*, yaitu mesin yang digunakan untuk menggerakkan *rotor shaft* dari *hammer crusher* tersebut.
- k) *Dedusting*, yaitu berfungsi untuk mengantarkan udara kotor dan debu dari dalam *crushing plant* menuju ke luar, dan menggantinya dengan menggunakan udara bersih yang berasal dari luar.
- l) *Panel control*, yaitu berguna untuk mengatur fungsi masing-masing alat pada rangkaian mesin *crusher*, seperti *frekuensi* getara *screen*, serta mengaktifkan dan menonaktifkan mesin jika ada gangguan material pada saat proses *crushing* dan mengatur kecepatan *feeder* apabila material di *hopper* tinggal sedikit. *Screen* pada *crusher* berfungsi sebagai pemisah ukuran atau sebagai saringan.
- m) *Screen monitor*, yaitu monitor komputer yang digunakan untuk melihat situasi yang berhubungan dengan *crusher*. Situasi yang dapat dilihat pada monitor ini adalah persentase isi *crusher*, mengecek temperature mesin *crusher*, dan berbagai perintah lain untuk mengoperasikan *crusher*. *Screen monitor* dapat menggambarkan kondisi dari *crusher* yang sedang beroperasi, monitor ini berada pada ruangan tersendiri yaitu di *central control room* (CCR).

2.6 Produktivitas Alat Peremuk

Produktivitas mengandung arti sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan. Dengan kata lain bahwa produktivitas memiliki dua dimensi yaitu (Aisyah, 2019):

- Efektivitas yang mengarah kepada pencapaian target berkaitan dengan kualitas dan kuantitas.
- Efisiensi yang berkaitan dengan upaya membandingkan input dengan realisasi penggunaannya atau bagaimana pekerjaan tersebut dilaksanakan.

Untuk mengetahui produksi material yang dihancurkan dapat menggunakan rumus teoritis, dimana digunakan kapasitas alat terpasang untuk menghitung produksi sebagai berikut:

$$P = C \times We \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan:

- P = Produksi
- C = Kapasitas unit *crusher* (ton/jam)
- We = Waktu kerja efektif (jam)

Perhitungan produksi unit peremuk berdasarkan waktu efektif:

- a. Perhitungan terget produksi perhari

$$\text{perhitungan produksi perhari} = \frac{\text{target produksi perbulan}}{\text{hari produksi selama sebulan}} \dots\dots\dots 2.2$$

- b. Perhitungan nyata perjam

$$\text{perhitungan nyata perjam} = \frac{\sum \text{produksi rata-rata perhari}}{\sum \text{waktu kerja nyata}} \dots\dots\dots 2.3$$

- c. Laju produktivitas

$$\text{laju produksi} = \frac{\text{total produk}}{\text{waktu efektif}} \dots\dots\dots 2.4$$

- d. Ketercapaian produksi

$$\text{ketercapaian produksi} = \frac{\text{produksi aktual}}{\text{target produksi}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.5$$

Produktivitas alat pemecah terdiri atas produktivitas desain dan produktivitas aktual. Produktivitas desain adalah kemampuan produksi yang optimal dapat dicapai oleh alat pemecah dan nilai produktivitasnya dapat diketahui berdasarkan spesifikasi alat yang dibuat produsen. Sedangkan produktivitas aktual adalah kemampuan produksi suatu alat pemecah yang sesungguhnya didasarkan pada sistem produksi yang dijalankan (Fahrudin, 2019).

2.7 Efisiensi Kerja (Eff)

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang digunakan untuk operasi alat tanpa adanya gangguan baik mekanis dan non-mekanis yang mengganggu

kegiatan produksi. Pada umumnya efisiensi kerja dipengaruhi oleh keahlian operator, keadaan peralatan, keadaan medan kerja, cuaca dan keadaan material (Syaharani, 2019).

Efisiensi kerja selalu berubah-ubah tergantung faktor-faktor dan jarang sekali waktu yang ada digunakan dengan sebenar-benarnya. Dengan menghitung hambatan tersebut maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Fahrudin, 2019):

$$We = Wt - (Wn + Wu) \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan:

We = waktu efektif (jam)

Wt = waktu kerja tersedia (jam)

Wn = waktu hambatan yang disebabkan oleh faktor alat (mekanis) (jam)

Wu = waktu hambatan yang disebabkan oleh faktor manusia (non mekanis) (jam)

Waktu produktif efektif yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi kerja dengan persamaan (Fahrudin, 2019):

$$Eff = \frac{We}{Wt} \times 100\% \dots\dots\dots 2.7$$

Keterangan:

Eff = Efisiensi kerja

We = Waktu kerja efektif (jam)

Wt = Waktu kerja tersedia (jam)

2.8 Nilai Kesiediaan Alat *Crusher*

Besar kecilnya nilai produktivitas suatu alat dipengaruhi oleh besarnya nilai kesediaan alat. Kondisi alat yang digunakan masih baik dan terpelihara akan sangat membantu meningkatkan produksi, jika kondisi sudah tua dan sering rusak akan sangat mengganggu kelancaran pekerjaan dan produksi. Menurut Kadir (2008), Nilai kesediaan alat ini terdiri dari nilai kesediaan mekanik *Mechanical availability* (MA), nilai kesediaan fisik *Physical availability* (PA), nilai kesediaan penggunaan *Use of availability* (UA), dan nilai pemanfaatan untuk waktu kerja produktif *Effective utilization* (EU). Nilai-nilai tersebut dapat dihitung antara lain:

1. *Mechanical Availability* (MA)

MA adalah suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Jika kesediaan mekanis kecil maka kondisi mekanis alat kurang baik. Nilai ini dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots 2.8$$

Keterangan:

W = (*Working hour*) jumlah jam kerja alat tanpa mengalami kerusakan. Waktu ini meliputi pula tiap hambatan yang ada atau jumlah waktu kerja efektif
 R = (*Repair hour*) jumlah jam perbaikan atau jumlah waktu hambatan mekanis

2. *Physical Availability (PA)*

PA adalah ketersediaan mengenai fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Faktor ini menunjukkan kesediaan alat untuk melakukan kerja dengan memperhitungkan waktu yang hilang karena faktor alasan mekanis dan non mekanis alat. Nilai kesediaan fisik lebih besar daripada nilai kesediaan mekanis, jika nilai kesediaan fisik lebih kecil berarti alat belum digunakan sesuai dengan kemampuannya. Nilai ini dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$PA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots 2.9$$

Keterangan:

S = (*Standby hour*) jumlah jam alat tidak digunakan tapi tidak mengalami kerusakan atau jumlah hambatan non-mekanis
 W+R+S = (*Scheduled hours*) jumlah seluruh jam jalan dimana alat dijadwalkan untuk beroperasi.

3. *Use of Availability (UA)*

Angka UA biasanya memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan. Hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan. Persentase rendah menunjukkan bahwa pengoperasian alat tidak maksimal. Nilai ini dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots 2.10$$

4. *Effective Utilization (EU)*

EU merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaannya adalah:

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana:

$W+R+S = \text{scheduled hours}$ (jam tersedia)

Menurut Susanto (2019) dikutip dalam (PTM, Partanto, 1995) ketersediaan alat dikatakan baik apabila persen ketersediaan alat berkisar antara 83-92%, dikatakan sedang apabila berkisar antara 75-81%, dikatakan kurang baik apabila berkisar 65-74% dan dikatakan buruk (kecil) apabila kurang dari 64%. Kategori nilai kesediaan alat dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kategori Nilai Kesediaan Alat

Kategori	Nilai Kondisi (%)
Baik	92-83
Sedang (normal)	81-75
Kurang Baik	74-65
Buruk	≤ 64

Sumber: Susanto, 2019

2.9 Alat Bantu Pada Unit Peremuk LSC VI

Alat-alat bantu untuk menunjang pemecahan material atau batuan yang digunakan pada unit peremuk antara lain:

2.9.1 Hopper

Hopper merupakan salah satu dari bagian alat peremuk yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara dari material umpan, selanjutnya material tersebut diumpangkan ke alat peremuk oleh *feeder* (alat pengumpan). *Hopper* terbuat dari beton yang dilapisi lempengan baja pada dinding-dindingnya agar terhindar dari keausan akibat gesekan maupun benturan dari material. Kapasitas *hopper* dapat dihitung berdasarkan rumus volume suatu *hopper* sebagai berikut (Syaharani, 2019).

$$V = P \times \left(\frac{A1 \times A1}{2} \right) \times T \dots \dots \dots 2.12$$

Keterangan:

V = Volume, (m³)

P = Panjang, (m)

A1 = Lebar bawah, (m) A2 = Lebar atas, (m)

T = Tinggi (m)

Atau bisa menggunakan rumus *trapezium* yang terpancung, yaitu:

$$V_h = \frac{1}{3} t (Latas + Lbawah + \sqrt{Latas \times Lbawah}) \dots \dots \dots 2.13$$

Keterangan:

V_h = Volume hopper (m^3)

T = Tinggi (m)

L = Luas (m^2)

Setelah volume *hopper* diketahui, maka kapasitas *hopper* tersebut adalah:

$$K = V_h \times B_i$$

Keterangan:

K = Kapasitas *hopper*, (ton)

V_h = Volume *hopper*, (m^3)

B_i = Bobot isi material berai, (ton/m^3)

2.9.2 Alat Pengumpan (*Feeder*)

Feeder dipakai untuk mengatur dan sekaligus menyalurkan material masukan ke dalam suatu unit *crusher*. Ada beberapa tipe dari *feeder* antara lain (Kusrin, 2008):

a. *Apron feeder*

Umunya dipakai untuk batuan yang akan dimasukkan ke dalam *primary crusher*. *Feeder* ini direncanakan untuk *heavy dusty construction*, sehingga dapat menahan benturan batu yang mengenainya. Pada prinsipnya *apron feeder* ini adalah sebuah *track* atau rantai yang bergerak, dipasang agak miring dalam arah putaran/gerakan ke bawah atau *horizontal*.

b. *Reciprocoating plate feeder* (pelat pengumpan bolak-balik)

Feeder ini biasa dipakai untuk material-material yang diambil dari *gravel* pit, material ini umumnya berukuran kecil, yang kadang-kadang tidak perlu pemecahan, sehingga harus dikeluarkan dari material yang besar. *Reciprocating plate* ini digerakkan oleh sumbu yang *excentric*, sehingga material yang berada di atasnya akan terlempar ke depan sepanjang *feeder* ini. Prinsip kerja alat ini dengan bergerak maju mundur sehingga pada saat *plate* bergerak maju, material umpan akan terbawa masuk ke peremuk.

c. *Grizzly feeder* (saringan pemisah pertama)

Grizzly feeder hampir sama dengan *appron feeder*, hanya diberikan penambahan untuk sekedar memilih ukuran batu yang akan dipecahkan. Pada *feeder* jenis ini, butir-butiran yang ukurannya lebih kecil dari ukuran rongga pada rantai *feeder* akan berjatuh keluar.

d. *Grizzly Chain feeder* (pengumpan/pengatur tipe rantai)

Berbeda dengan *feeder* sebelumnya, maka pada *chain feeder* batu masuk karena berat sendiri melalui suatu penyalur. Disini terdapat rantai yang

dipasang pada *sprocket* berputar, batu yang masuk melalui penyalur itu tertekan oleh beratnya rantai, dengan demikian *feeding* akan teratur. Kecepatan masuknya batu dapat diatur dengan menambah atau mengurangi kecepatan *sprocket*.

e. *Wobbler feeder*

Alat yang berfungsi sebagai pengumpan dan sekaligus sebagai pemisah umpan.

2.10 Waktu Hambatan (*downtime*)

Menurut Aisyah (2019), efisiensi kerja sangat dipengaruhi oleh waktu kerja produktif suatu mesin. Suatu mesin akan tidak bekerja secara optimal apabila mesin tersebut mengalami hambatan. Hambatan yang terjadi selama berlangsungnya kegiatan *crushing* dinamakan hambatan operasi. Hambatan operasi dicari untuk memperoleh penyebab hambatan tersebut terjadi, dan dianalisis supaya diperoleh usulan perbaikan sehingga efisiensi kerja diperoleh optimal. Waktu kerja akan diperoleh rendah apabila banyaknya hambatan operasi yang terjadi sehingga menyebabkan banyak kehilangan waktu operasi. Hambatan operasi berupa hambatan mekanis, dan hambatan non-mekanis (alam dan manusia). Sedangkan hambatan sendiri dapat dibagi menjadi dua yaitu hambatan yang bisa dihindari dan hambatan yang tidak bisa dihindari.

2.10.1 Hambatan yang Dapat Dihindari

Hambatan yang bisa dihindari biasanya hambatan yang bersifat non-mekanis. Hambatan non mekanis disebabkan oleh komponen dari luar alat. Hambatan ini menyebabkan *crushing plant* berhenti beroperasi padahal alat dalam keadaan *standby* dan siap untuk digunakan. Adapun hambatan non-mekanis seperti jam istirahat yang lebih dari waktu yang telah disediakan, waktu yang hilang selama pergantian *shift*, *crusher* tidak beroperasi akibat tidak adanya umpan yang masuk karena keterlambatan *dump truck* atau tunggu *feeding* dan lain-lain.

2.10.2 Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari

Hambatan yang tidak bisa dihindari biasanya hambatan yang bersifat mekanis. Hambatan mekanis berasal dari faktor mekanis alat, yaitu hambatan yang terjadi karena alat mengalami kerusakan atau gangguan sehingga diperlukan perbaikan dan alat terpaksa harus berhenti beroperasi. Adapun hambatan mekanis yang berlangsung yaitu seperti kerusakan alat meliputi rusaknya *grate bar crusher*, adanya metal *detected* di dalam *crusher*, umpan yang dimasukkan terlalu besar dari *opening side crusher* sehingga *blockage*, masalah *electric crusher*, dan lain-lain.

Apabila hambatan ini terjadi, maka perlu dilakukan perbaikan, servis, *maintenance* serta pengecekan alat untuk mengetahui kondisi alat dapat dioperasikan kembali. Selain hambatan mekanis, beberapa hambatan bersifat non- mekanis juga bisa dikategorikan sebagai hambatan yang tidak bisa dihindari, yaitu seperti jadwal cek rutin persiapan awal, jadwal pembersihan alat, *schedule maintenance* dan istirahat.

2.10.2 Matriks Hambatan Kerja

Menurut Aisyah (2019) dalam penelitian tugas akhirnya, berbagai macam kegiatan yang muncul sesuai dengan kondisi di lapangan saat penelitian berlangsung akan dibuat pendekatan matriks seperti pada penilaian risiko untuk menilai dan mengintegrasikan pertimbangan kemungkinan kondisi yang buruk. Pendekatan matriks dilakukan dengan menyusun tingkat frekuensi kegiatan yang terjadi dengan lama kegiatan terjadi. Matriks ini dibuat sebagai salah satu cara untuk memilih faktor kegiatan yang ternyata merupakan penghambat kinerja *crusher*, dan juga sebagai cara untuk memilih hambatan yang bisa dicari sebagai solusinya.

Sebagai pedoman dalam menentukan pendekatan matriks digunakan teknik kerangka pengukuran frekuensi aktivitas dan pengukuran durasi lama kegiatan terjadi yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.3 Ukuran Kualitatif Kemungkinan/Frekuensi

Frekuensi	Tingkatan	Keterangan
Diabaikan	1	$X \leq 5$
Jarang	2	$5 < X \leq 15$
Sedang	3	$15 \leq X \leq 30$
Sering	4	$X > 30$

Dimana:

- X: menunjukkan jumlah frekuensi suatu hambatan terjadi dalam periode 1 bulan.
- Tingkat 1: yaitu bahwa frekuensi hambatan yang terjadi sangat jarang atau dibawah 5 kali dalam 1 bulan, sehingga dapat diabaikan.
- Tingkat 2: yaitu bahwa hambatan yang secara frekuensi jarang terjadi, terjadi sebanyak 5 hingga 15 kali dalam 1 bulan.
- Tingkat 3: yaitu bahwa hambatan tersebut berfrekuensi sedang/medium, terjadi sebanyak 15 hingga 30 kali dalam 1 bulan.
- Tingkat 4: yaitu bahwa frekuensi hambatan sering terjadi (bisa

lebihdari 30 kali dalam sebulan).

Tabel 2.4 Ukuran Durasi Lama Kegiatan Terjadi

Durasi	Tingkat	Keterangan
		Jam/1 Kali Terjadi
Sebentar	1	$X < 0,30$
Sedang	2	$0,30 \leq X \leq 0,5$
Lama	3	$0,5 \leq X \leq 1,0$
Sangat Lama	4	$1,0 < X$

Dimana:

- X: menunjukkan durasi suatu hambatan dalam jam setiap 1 kali terjadi jenis hambatan.
- Tingkat 1: menjelaskan bahwa rata-rata durasi hambatan yang terjadi adalah sebentar (hambatan yang terjadi dibawah 18 menit)
- Tingkat 2: menjelaskan bahwa durasi hambatan yang terjadi adalah sedang (bisa selama 18 menit hingga 30 menit)
- Tingkat 3: menjelaskan bahwa durasi hambatan tersebut memakan waktu yang lama (30 menit hingga 1 jam)
- Tingkat 4: menjelaskan bahwa rata-rata durasi hambatan yang terjadi berlangsung sangat lama (bisa memakan waktu lebih dari satu jam)

Adapun untuk menentukan pendekatan matriks waktu hambatan yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.5 Pendekatan Matriks

Durasi (jam / 1 kali kejadian)	Frekuensi	Dapat diabaikan	Jarang	Sedang	Sering
	Tingkatan	1	2	3	4
Sebentar	1	Sangat Rendah/Tidak Signifikan	Kecil	Kecil	Tinggi
Sedang	2	Kecil	Medium	Medium	Tinggi
Lama	3	Kecil	Medium	Medium	Tinggi
Sangat lama	4	Kecil	Medium	Medium	Tinggi

Sumber: Hasiah, 2018

Berdasarkan tabel matriks hambatan tersebut dapat ditentukan kerangka pengukuran untuk dijadikan sebagai acuan dalam menentukan pilihan perbaikan hambatan agar dapat meningkatkan kinerja *crusher* (Hasiah, 2018).

- Sangat rendah/tidak signifikan: dapat dilakukan pengendalian normal sudah mencukupi.

- Kecil: pengecekan rutin yang cukup untuk menanggulangi dampak, strategi pemantauan terhadap pengendalian yang sudah ada.
- Menengah/medium: mengganggu dan menurunkan waktu kerja efektif, perlu pengendalian dan strategi yang harus dilaksanakan.
- Tinggi: menyebabkan kerugian, diperlukan strategi yang harus difokuskan pada pemeliharaan yang baik dan segera harus dilakukan.

2.11 Peralatan Penambangan

Adapun peralatan yang digunakan pada penambangan batugamping sebagai berikut.

1. Alat Gali Muat (*Excavator*)

Excavator adalah alat berat yang ada di departemen tambang yang berfungsi sebagai alat gali dan sebagai alat muat ke *dump truck*.

2. Alat Angkut (*Dumptruck*)

Pengangkutan batuan merupakan suatu hal yang sangat memengaruhi kelancaran operasi penambangan. Untung ruginya suatu perusahaan tambang terletak juga pada lancar tidaknya sarana pengangkutan yang tersedia. Secara umum *dump truck* merupakan alat angkut yang banyak dipakai untuk mengangkut dengan jarak dekat dan sedang. Alat angkut ini dapat digerakkan dengan motor bensin, diesel, dengan kemiringan jalan atau tanjakan yang dapat dilalui dengan baik berkisar antara 7-18% (Sulistianto, 2005). Alat angkut ini juga mempengaruhi produktivitas *crusher*, karena ketika alat angkut tidak ada, maka aktifitas *crushingplant* tidak bisa dilaksanakan.

3. *Bulldozer*

Bulldozer adalah alat yang menggunakan *tractor* sebagai penggerak utamanya. Alat ini sebenarnya *tractor* yang dilengkapi dengan pelengkap *dozer* yaitu berupa *blade*. *Bulldozer* merupakan salah satu jenis *dozer* yang mempunyai kemampuan untuk mendorong ke muka. Jenis peralatan konstruksi (biasa disebut alat berat atau *construction equipment*) bertipe *traktor* menggunakan *track/rantai* serta dilengkapi dengan pisau (dikenal dengan *blade*) yang terletak di depan. Adapun fungsi dan kerjanya antara lain:

- Pembersihan medan, membersihkan medan dari kayu-kayuan, bebatuan dan lain-lain.
- Membersihkan dan meratakan permukaan kerja tambang.
- Membuat jalan kerja atau jalan masuk ke lokasi pekerjaan meskipun medannya sulit.
- Mengupas permukaan tanah yang tipis

- Mendorong material dari satu tempat ke tempat yang lain

4. *Wheel loader*

Wheel Loader memiliki tugas utama adalah untuk memuat tanah ke dalam *dump truck*, namun dapat dimanfaatkan pula untuk menggali tanah, mengangkat, mengangkut, kemudian membuang atau memuat dengan ketinggian tertentu.

5. *Motor grader*

Motor Grader adalah alat berat dengan pisau panjang yang digunakan untuk meratakan permukaan dalam proses perataan seperti perataan jalan tambang. Tugas pokok *motor grader* adalah untuk perataan tanah dan membentuk permukaan tanah sesuai dengan yang diinginkan. Karena gerak-gerakan yang fleksibel terhadap roda-roda dan bladenya, maka mampu atau dapat dipakai dalam berbagai variasi pekerjaan-pekerjaan.

6. *Excavator breaker*

Excavator Breaker adalah *excavator* yang dilengkapi dengan kepala pemecah, yaitu palu pemecah yang kuat yang dipasang pada *excavator* guna menghancurkan struktur beton atau batuan.

2.12 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tidak Tercapainya Target Produksi Crusher

Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tidak tercapainya target produksi *crusher* yaitu:

1. Masalah pada pengumpanan (*feed*)

Masalah produksi penambangan ini dapat mempengaruhi adanya delay di unit *crusher*. Kegiatan penambangan ini terkait dengan alat angkut (*dump truck*) peralatan penambangan dalam melakukan pengumpanan. Ritase, volume material input dalam produksi, serta kontinuitas pengisian *hopper* yang berkelanjutan dan manajemen yang baik bisa meningkatkan hasil produksi dengan sesuai target perusahaan.

2. Ketersediaan alat *crusher*

Permasalahan ketersediaan alat dari unit *crusher* ini terjadi karena kurangnya performa dari alat *crusher* tersebut. Alat yang digunakan terus-menerus tanpa *maintenance* yang baik dan rutin akan mengalami gangguan dalam berproduksi. Gangguan tersebut maka akan menyebabkan alat *crusher* berhenti sehingga tidak bisa mencapai target produksi.

3. Jam kerja *crusher*

Beberapa perusahaan telah menentukan waktu kerja untuk unit *crusher* setiapharinya dengan berbagai target produksi yang ingin dicapai. Namun kadang kalanya ada beberapa kendala sehingga menyebabkan jam kerja *crusher* berkurang dari rencana yang diberikan. Hal ini dapat terjadi akibat ada kegiatan tidak terduga seperti hari libur, pergantian shift, awal mulai kegiatan, keterlambatan dan lainnya.

4. Hambatan-hambatan di lapangan

Adanya hambatan-hambatan ini sangat mempengaruhi dari produksi baik mengurangi jam kerja *crusher*, menghentikan kegiatan produksi serta menghambat kegiatan produksi. Hambatan tersebut berupa faktor manusia, faktor alam dan faktor peralatan. Namun hambatan-hamabatan ini dapat pula dikatagorikan menjadi hambatan yang dapat dihindari dan hambatan tidak dapat dihindari.

2.13 Reduction Ratio

1. Reduction Ratio (RR)

Faktor ini erat kaitannya dengan ukuran material mulai dari ukuran material umpan hingga ukuran material saat menjadi sebuah produk. Nilai RR adalah rasio antara ukuran material maksimum dan unit maksimum penghancur produk. Efisiensi pemutusan dapat dilihat dari nilai reduksi, karena nilai ini ditentukan oleh kapasitas putus untuk mereduksi volume material yang dihancurkan. Ketika tingkat *reduction ratio* tinggi, *hammer* membutuhkan waktu lama untuk menghancurkan material umpan dimana ini akan mempengaruhi tingkat produksi.

Nilai RR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$RR = \frac{tf}{tp}$$

Di mana: RR = *Reduction Ratio*

tf = Ukuran maksimum (cm)

tp = Ukuran produk maksimum (cm)

2. Split Desktop

Split desktop merupakan sebuah *software* yang berfungsi untuk mengelola data hasil dari fragmentasi batuan. Adapun data yang diperoleh berupa foto fragmentasi hasil dari peledakan. *Split desktop* juga dapat membaca dan mengelola data hasil dari fragmentasi dengan melakukan pemisahan berdasarkan dari warna. *Software split desktop* ini juga dapat membuka beberapa gambar tapi tidak melebihi dari ukuran 1680 x 1400 *pixels*. Yang mana pada hasil akhir berupa tabel persentase dari hasil fragmentasi ukuran material hasil dari peledakan.

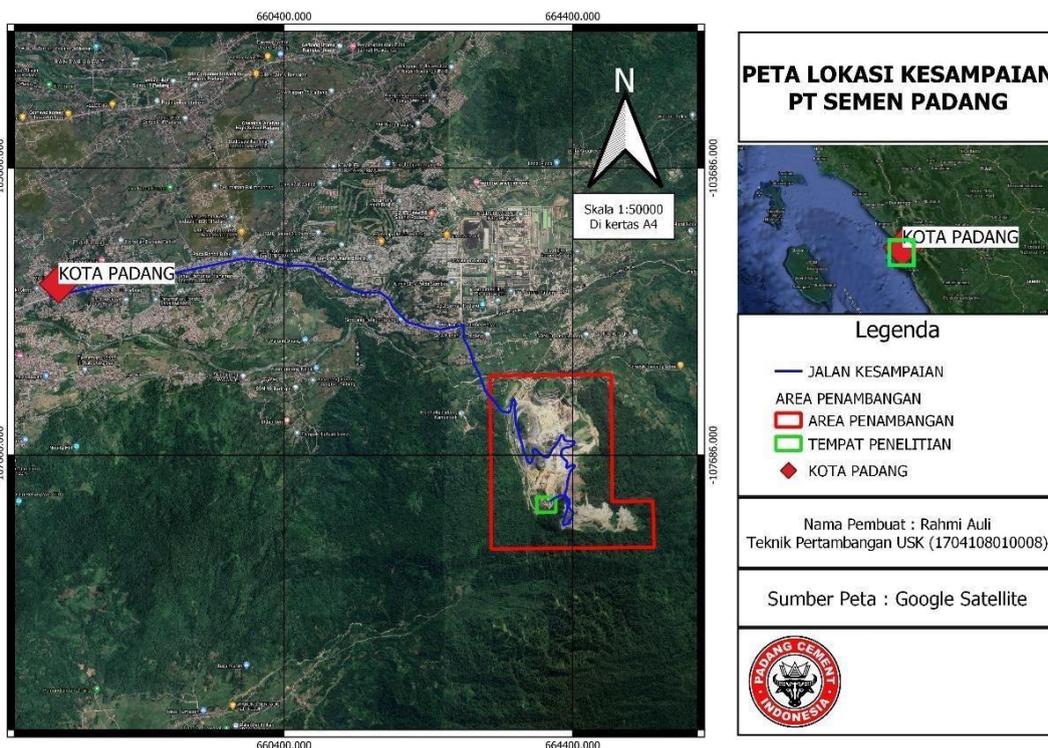
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Penelitian serta pengambilan data dilakukan di PT Semen Padang, yang secara administrasi terletak di Bukit Karang Putih, Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Lokasi penelitian dapat ditempuh melalui jalur darat sekitar ±15 km di sebelah Timur Kota Padang. Adapun peta kesampaian daerah PT Semen Padang dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Sumber: Google Satellite. 2022

Gambar 3.1 Peta Kesampaian Daerah Lokasi Penelitian PT Semen Padang

3.1.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dan waktu pengambilan data di lapangan dilakukan pada tanggal 1 September 2022– 30 September 2022. Rincian jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Kegiatan Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Agustus 2022		September 2022			
		Minggu					
		3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur						
2	Observasi lapangan						
3	Pengambilan data						
4	Pengolahan data						
5	Analisis data						
6	Penyusunan laporan tugas penelitian						
7	Bimbingan						

3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada saat pengambilan data dan pengolahan data dalam penelitian ini yaitu:

1. Alat tulis, merupakan alat pendukung dalam pengambilan data penelitian saat di lapangan. Alat tulis yang digunakan yaitu pensil, pulpen, buku tulis, dan *clipboard*.
2. Alat pelindung diri (APD), merupakan perlengkapan pelindung diri yang digunakan sebagai pelindung dari bahaya di lingkungan kerja lokasi penambangan. Alat pelindung diri yang digunakan berupa *safety helm*, *safety vest*, dan *safety shoes*.
3. *Stopwatch*, merupakan alat bantu untuk menghitung waktu dalam pengambilan data dilapangan.
4. Kamera *handphone*, merupakan alat yang digunakan untuk mendokumentasikan dalam pelaksanaan pengambilan data penelitian.
5. Laptop, merupakan alat yang diperlukan untuk mengimput dan mengolah data penelitian yang telah diperoleh saat dilapangan. Perangkat lunak *Microsoft excel*, merupakan *software* yang berfungsi untuk menganalisis data penelitian

3.3 Data Penelitian

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan dari pengamatan selama di lapangan, dokumentasi kegiatan, dan informasi tambahan dari karyawan/operator. Data tersebut meliputi:

1. Jumlah alat angkut (*dump truck*) dan alat gali muat

2. Data waktu hambatan (downtime) dalam kegiatan LSC VI
3. Masalah-masalah (problem) unit LSC VI
4. Jam kerja efektif unit LSC VI
5. Data jumlah umpan (feed)
6. Data produksi real kegiatan peremukan

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan berdasarkan referensi dari perusahaan, buku-buku, laporan tahunan perusahaan yang mendukung dan data yang diarsipkan oleh perusahaan. Data tersebut meliputi:

1. Peta situasi, lokasi front penambangan dan jalur *belt conveyor*
2. Data spesifik alat angkut (*dumptruck*) dan alat gali muat (*excavator*)
3. Spesifikasi alat *crushing plant*
4. Jadwal waktu kerja produksi
5. Data target produksi *limestone crusher VI*

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Prosedur Penelitian Deskriptif

A. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang bisadigunakan untuk menganalisis dari penelitian yang dilakukan, berupa pengertian, prinsip-prinsip dasar dan persamaan-persamaan yang berkenaan. Tahapan ini dilakukan dengan mencari referensi baik dari jurnal, buku dan laporan yang berhubungan dengan perhitungan untuk mencapai target produksi *crushing plant*, baik simulasi atau alternatif yang dapat di rekomendasikan.

B. Survey lapangan

Survey lapangan bertujuan untuk mengetahui secara langsung kondisi aktual yang ada di lapangan sebelum dilakukannya pengambilan data penelitian. Pengamatan ini berguna untuk melihat gambaran apa saja yang diperlukan dan dilakukan pada proses pengambilan data. Survey lapangan dilakukan pada unit LSCVI area 15.15 (PNBP) PT Semen Padang, yaitu dengan melakukan pengamatan terhadap kondisi *crusher*, keadaan *hopper*, area *stockpile* serta pengamatan terhadap ruang monitor operator unit LSC VI tersebut.

C. Pengambilan data

Adapun pengambilan data yang dilakukan peneliti menggunakan teknik sebagai berikut:

1. Data primer

a. Jumlah alat angkut (*dump truck*) dan alat gali muat

Pengamatan terhadap jumlah dari alat angkut (*dump truck*) dan *excavator* yang ada dan beroperasi serta yang tidak beroperasi pada PT Semen Padang saat penelitian ini dilakukan.

b. Data waktu hambatan (*downtime*) dalam kegiatan produksi LSC VI

Adapun data ini berupa waktu hambatan yang terjadi selama unit *crusher* beroperasi meliputi waktu *breakdown time* dan waktu alat *stand by* dimana waktu-waktu ini muncul akibat masalah yang terjadi selama *crushing plant* beroperasi.



Gambar 3.3 Layar Monitoring unit LSC VI

c. Masalah-masalah (*problem*) unit LSC VI

Dimana pengamatan dan pengambilan data terhadap kendala produksi yang muncul akibat masalah-masalah yang terjadi di lapangan selama masa unit LSC VI beroperasi.

d. Jam kerja efektif unit LSC VI

Pengamatan ini berupa pengumpulan data waktu untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi kerja. Ketika efektivitas kerja yang diperoleh kecil maka akan mempengaruhi jumlah produksi sehingga dalam pengamatan setiap rangkaian kerja harus bekerja keras untuk mencapai efektivitas kerja yang maksimal sehingga jumlah produksi bisa terpenuhi.

e. Data jumlah umpan (*feed*)

Pemuatan batugamping menggunakan alat angkut (*dump truck*) dengan kapasitas 100 ton. Pengambilan data *dump truck* meliputi jumlah ritase *dump truck* pershift, jumlah tonase batugamping sebagai umpan.

Pengambilan data ritase bertujuan untuk mengetahui masalah-masalah yang terjadi serta penyebab faktor yang mempengaruhi selama kegiatan di lapangan, dan jumlah beban *payload* dan *ritase* yang ideal.

f. Data produksi real kegiatan peremuk

Produksi nyata selama penelitian ini dilakukan juga tergolong kedalam data primer, dimana ini menjelaskan bahwa waktu nyata kerja unit peremuk ialah jam kerja operasional *crusher* berdasarkan data operasi produksi dari seksi operasi *crusher*. Dimana waktu tersebut merupakan waktu yang benar-benar digunakan untuk produksi perbulan dalam setiap hari. Sehingga menjelaskan bahwa waktu nyata akan berkaitan dengan tingkat produktivitas unit peremuk.

2. Data Sekunder

a. Peta geologi, lokasi *front* penambangan dan jalur *belt conveyor*

Peta geologi dan lokasi *front* penambangan diperoleh dari unit perencanaantambang (*mine planning*) PT Semen Padang. Sedangkan jalur *belt conveyor* ialah peta jalur *belt conveyor* dari unit *crusher* sampai *storage* indarung VI dipabrik yang diperoleh dari unit CBM.

b. Data spesifikasi alat angkut (*dump truck*) dan alat gali muat (*excavator*)
Data spesifikasi alat angkut dan alat gali muat ini diperoleh dari unit LH (*loading hauling*) departemen tambang PT Semen Padang.

c. Spesifikasi alat *crushing plant*

Data spesifikasi alat peremuk (*crusher*) ini diperoleh dari manual book (*assembly and operating instructions stationary crushing plant Limestone crusher VI*) melalui unit CBM departemen tambang PT Semen Padang.

d. Jadwal waktu kerja produksi

Data ini merupakan data jadwal waktu kerja produksi untuk operator dan kegiatan penambangan beroperasi di PT Semen Padang serta waktu istirahat, persiapan dan isihoma setiap harinya.

e. Data target produksi LSC VI

Dimana target produksi LSC VI diperoleh dari unit CBM PT Semen Padang yang telah ditentukan sesuai RKAP dengan kalkulasi target produksiperhari, bulan dan tahun.

D. Pengolahan Data

Teknik yang digunakan dalam analisis data penelitian ini yaitu

menggabungkan antara teori dengan data-data yang diperoleh di lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Apabila seluruh data telah dianalisis, data tersebut dapat diambil kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan datanya.

Tahap pengolahan data pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, diantaranya sebagai berikut.

1. Menghitung produksi aktual unit LSC VI pada bulan September 2022

Berdasarkan target produksi yang telah ditentukan pada bulan tersebut, maka dilakukan perhitungan total produksi aktual pada bulan September 2022 saat penelitian dilakukan. Hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dalam persentase pencapaian produksi pada bulan tersebut. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan produktivitas aktual *crusher* pada bulan September 2022.

2. Menghitung waktu hambatan pada LSC VI

Tujuan dari menghitung waktu hambatan yang terjadi selama proses produksi *limestone crusher* berdasarkan jam kerja yang telah ditentukan oleh pihak perusahaan ialah untuk mendapatkan total waktu *downtime* dan *stand by* alat ketika sedang beroperasi. Pada penelitian ini data diolah dengan mengelompokkan waktu hambatan tersebut dalam dua kategori yaitu waktu hambatan mekanis dan waktu hambatan non-mekanis yang kemudian akan dihitung total frekuensi sesering apa hambatan itu terjadi pada bulan September 2022.

3. Perhitungan efisiensi unit LSC VI dalam kondisi aktual

Tujuan perhitungan ini yaitu untuk menunjukkan seberapa besar persentase waktu yang dimanfaatkan untuk kegiatan operasi yang efektif pada unit LSC VI dengan memperhatikan jumlah kehilangan waktu yang disebabkan oleh faktor- faktor yang mempengaruhinya.

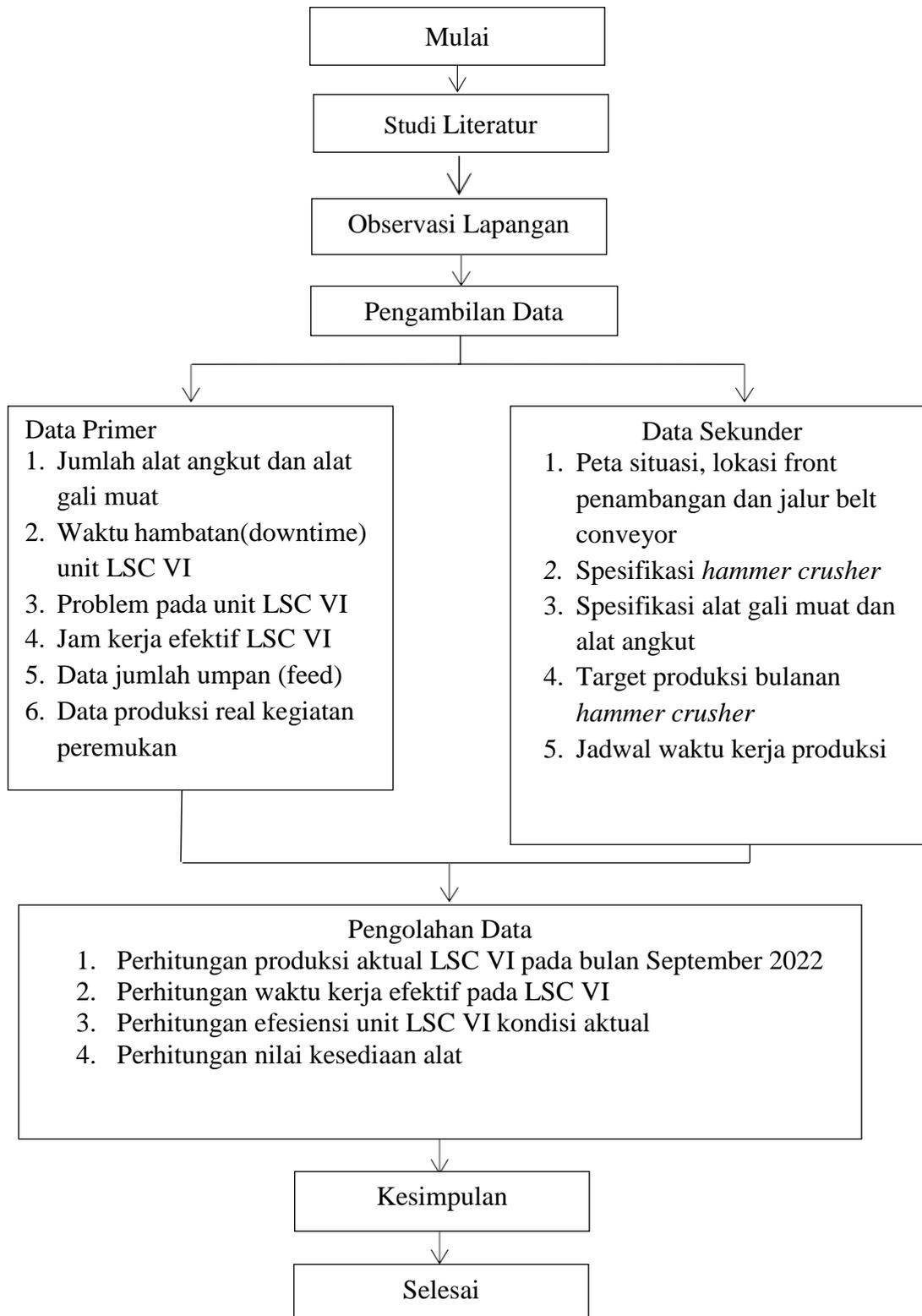
4. Menghitung nilai kesediaan alat (*availability*) LSC VI

Tujuan dari menghitung nilai kesediaan alat unit *limestone crusher* VI dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat alat tersebut digunakan dalam proses produksi batugamping. Perhitungan nilai kesediaan alat dapat dilakukan dengan pengolahan data waktu yang hilang dan waktu hambatan. Dalam penentuan nilai kesediaan alat tersebut terdapat komponen yang dipertimbangkan yaitu MA, PA, UA dan EU. Dari hasil perhitungan tersebut selanjutnya akan didapat grafik yang menunjukkan nilai-nilai kesediaan alat yang dimiliki unit *limestone crusher* VI tersebut saat ini.

5. Analisis simulasi upaya perbaikan untuk mencapai target produksi dari unit LSC VI

Analisis ini dilakukan untuk membuat simulasi untuk dapat mencapai target produksi dari unit LSC VI pada bulan September 2022. Adapun upaya yang dilakukan dengan hasil pengolahan data dari waktu hambatan kerja, perolehan umpan yang masuk dan data pendukung lainnya yang dilakukan di *Microsoftexcel*.

3.4.2 Prosedur Penelitian Skematis

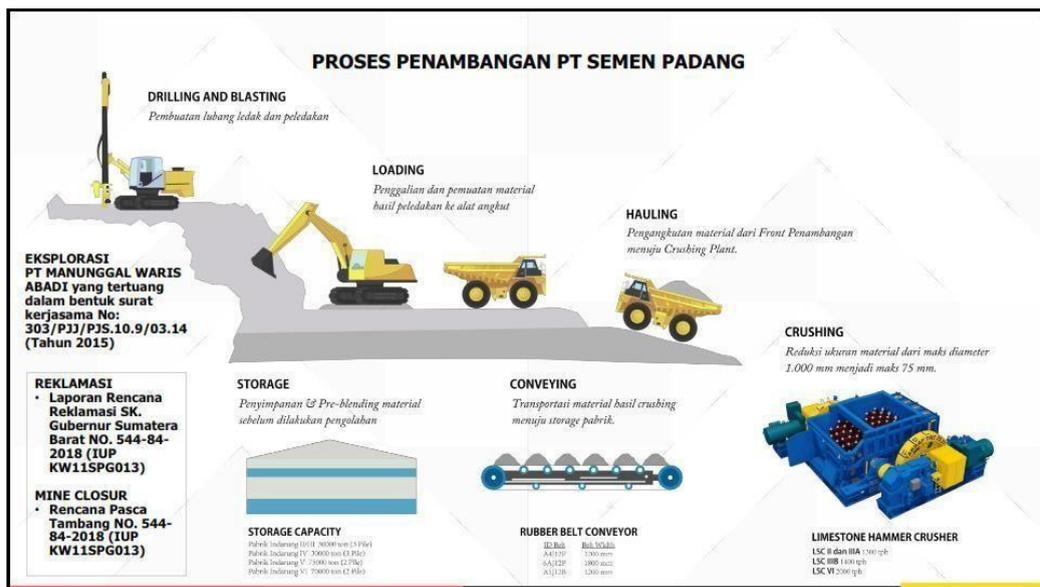


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penambangan batugamping di PT Semen Padang diawali dengan kegiatan pembuatan lubang ledak dan peledakan (*drilling and blasting*) dengan alat bor yang dipakai *Furukawa HCR 1500 ED II*. PT Semen Padang melaksanakan kegiatan peledakan pada saat jam istirahat sekitar pukul 12.00. Adapun bahan peledak yang digunakan adalah *emulsion* produksi dari Dahana (*DABEX*) dengan perbandingan utama 70% (*Emulsion*) dengan 30% AN (*Amonium Nitrat*). Selanjutnya material hasil peledakan akan dilakukan penggalian dan pemuatan ke alat angkut (*loading*) oleh *excavator* dan alat angkut (*dump truck*) akan melakukan pengangkutan material menuju *crushing plant* (*hauling*).

Proses *crushing plant* batugamping di PT Semen Padang dilakukan dengan menggunakan *hammer crusher* yang dapat mereduksi material dari maksimal 1500 mm menjadi maksimal 100 mm dengan kapasitas yang berbeda-beda dari tiap unit *crushernya*. Pada saat material telah tereduksi selanjutnya material tersebut akan di transportasikan menuju *storage* pabrik (*conveying*). *Storage* merupakan tempat penyimpanan dan *pre-blending* material sebelum dilakukan pengolahan.



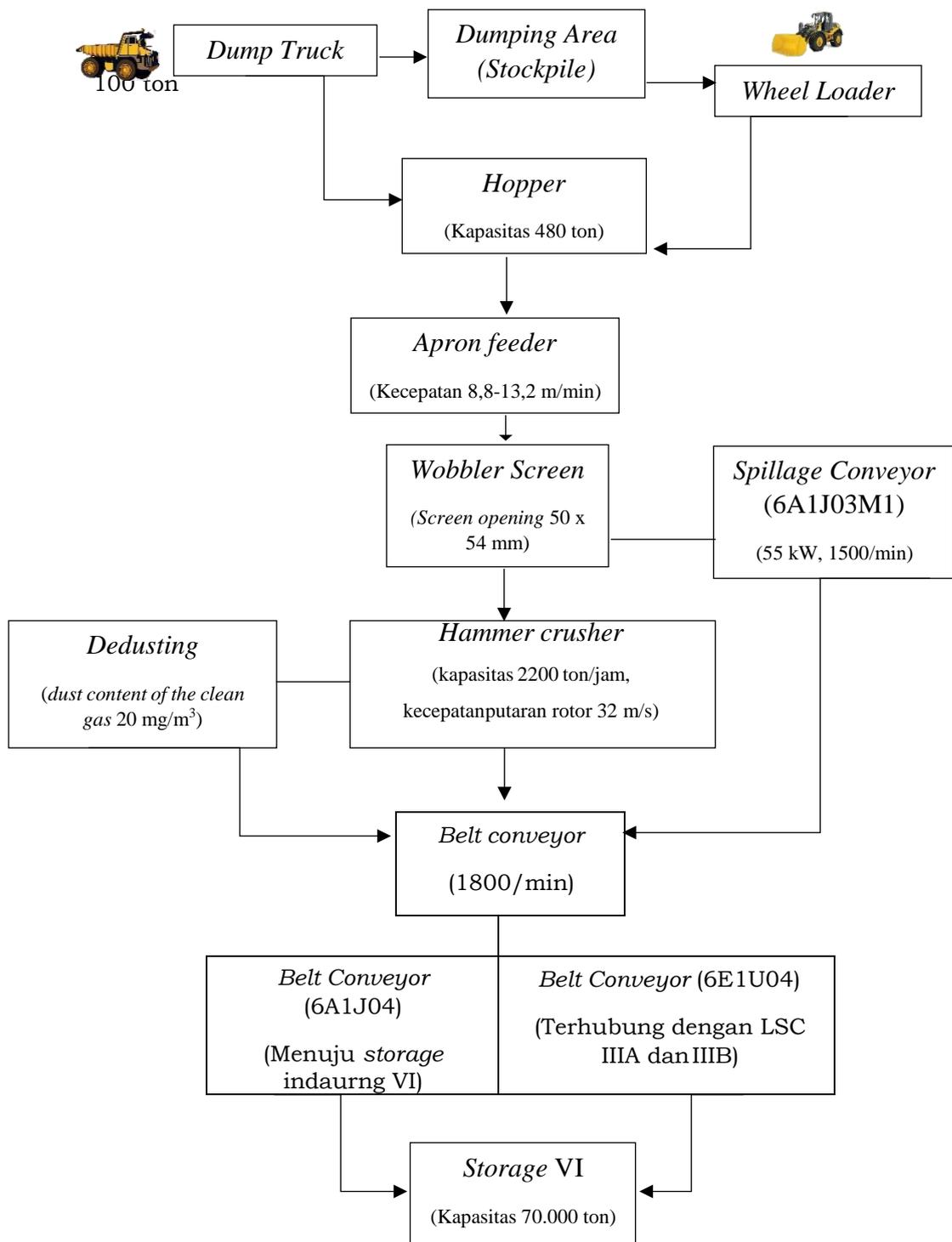
Sumber: PT Semen Padang, 2022

Gambar 4.1 Proses Penambangan PT Semen Padang

4.1 Crushing plant di PT Semen Padang

Saat ini PT Semen Padang memiliki 6 unit *crusher* yaitu 4 dengan tipe *hammer crusher* yaitu LSC II, LSC IIIA, LSC IIIB, dan LSC VI, serta 2 dengan tipe *mobile crusher (mosher)* yaitu *mosher* I dan *mosher* II. *Crusher* pada PT Semen Padang berfungsi untuk memperkecil batu gamping dari ukuran bongkah \leq 1500 cm atau kurang dari 1,5 meter agar dapat dilakukan proses pengolahan selanjutnya berupa pengilingan awal di *rawmill* untuk pembuatan semen. Pelaksanaan penelitian ini difokuskan pada unit *limestone crusher* VI atau juga dikenal dengan LSC VI. Pada pengoperasiannya saat ini produksi terbesar batugamping berpusat pada unit LSC VI untuk meremukkan batuan hingga menghasilkan material ukuran \leq 100 mm.

LSC VI merupakan alat peremuk yang digunakan untuk peremukan batugamping untuk penambangan area PNBK yang kemudian material hasil peremukannya dikirimkan ke *limestone storage* indarung VI menggunakan *long belt conveyor*. LSC VI memiliki spesifikasi dan kapasitas produksi desain sebesar 2200 ton/jam (Lampiran A). Proses produksi pada unit limestone crusher VI adalah merupakan kegiatan saling terkait dari beberapa peralatan, sehingga akan diperoleh ukuran yang dikehendaki oleh pabrik pengolahan berikutnya. Peralatan-peralatan yang digunakan pada unit alat peremuk antara lain: *hopper*, pengumpan (*apron feeder*), *wobbler screen*, alat peremuk (*hammer crusher*), *belt conveyor*, dan *storage*.



Gambar 4.2 Rangkaian Kerja Sistem Peremukan LSC VI



Gambar 4.3 Sistem Kinerja Unit LSC VI

Adapun rangkaian kerja dalam sistem peremukan batugamping terdiri dari:

1. Pemuatan
2. Alat peremuk dan penunjang
3. Material *handling*
4. *Storage*

4.1.1 Pemuatan

Kegiatan penambangan dalam pengumpanan material *limestone* dari area penambangan ke *stockpile* atau ke *hopper* pada PT Semen Padang dilakukan dengan menggunakan alat mekanis milik PT Semen Padang sendiri. Saat ini PT Semen Padang memiliki unit alat berat yaitu 3 unit *excavator*, 4 unit *dumptruck Caterpillar*, dan 5 unit *dump truck Komatsu* yang masih dioperasikan. Untuk kegiatan gali muat PT Semen Padang menggunakan *excavator Caterpillar* (EC03) tipe 6030BH dengan kapasitas bucket 15 m³, *excavator Hitachi* (EH06) type EX-2500-6 dengan kapasitas 15 m³, dan *excavator Komatsu* (EK04) type PC 1800-6 dengan kapasitas 12 m³. Adapun PT Semen Padang dalam kegiatan pengangkutan *limestone* menggunakan 2 unit *dump truck Caterpillar* (DC09 dan DC10) kapasitas 100 ton tipe 777D, serta 5 unit *dump truck Komatsu* (DK15, DK16, DK17, DK18 dan DK19) kapasitas 100 ton type HD-785-7. Terdapat pula beberapa alat pendukung kegiatan penambangan lainnya yang dipakai di PT Semen Padang.

Pada kegiatan *loading*, pola pemuatan yang digunakan di lapangan adalah dengan menggunakan *top loading* yaitu *excavator* melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya di atas jenjang atau truk berada di bawah alat muat. Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan *truck* adalah *single back up*, yaitu truk memosisikan diri untuk dimuati sampai penuh, setelah *truck* pertama berangkat dilanjutkan dengan *truck* kedua. Selain itu, aktivitas pengumpanan material ke dalam *hopper* juga dibantu oleh *wheel loader* apabila terjadi kendala pada alat angkut, maka *loader* akan membantu pengisian *hopper* dengan mengambil material dari *stockpile* yang berada dekat dengan unit LSC VI. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari waktu tunggu *crusher* karena *hopper* kosong.

Tabel 4.1 Unit Alat Berat yang Masih dioperasikan

Jenis Unit	Type	Kapasitas	Jumlah Alat
<i>Dumptruck caterpillar</i>	777D	100 ton	2 unit
<i>Dumptruck komatsu</i>	HD-785-7	100 ton	5 unit
<i>Excavator caterpillar</i>	6030BH	15 m ³	1 unit
<i>Excavator hitachi</i>	EX-2500-6	15 m ³	1 unit
<i>Excavator komatsu</i>	PC1800-6	12 m ³	1 unit
<i>Loader caterpillar</i>	992G	12 m ³	1 unit
<i>Loader komatsu</i>	WA 800-2	10 m ³	1 unit

Sumber: PT Semen Padang, 2022

4.1.2 Alat Peremuk dan Penunjang

Proses peremuk terdiri dari alat peremuk (*crusher*) sebagai alat utama dalam penghancuran batuan dan beberapa alat penunjang lainnya. Adapun komponen yang terdapat pada *limestone crusher* VI atau LSC-VI sebagai berikut.

1. Hopper

Hopper merupakan tempat penerimaan material batugamping dari *dumping* yang dilakukan oleh *dumptruck* sebelum kemudian masuk ke *hammer crusher* untuk mengalami proses peremuk. *Hopper* ini terhubung langsung dengan *apronfeeder* yang menjadi pengumpan menuju *crusher*. Adapun *hopper* yang terpasang pada LSC VI di PT Semen Padang berbentuk trapesium tak beraturan dengan kapasitas desain penampungan 300 m³ sehingga jika dikalkulasikan *hopper* tersebut mampu menampung sekitar 480 ton batugamping. Dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 *Hopper*

Maka, kapasitas *hopper* = volume *hopper* x bobot isi material *limestone*
= $300\text{m}^3 \times 1,6 \text{ ton/m}^3$
= 480 ton

2. *Apron feeder*

Apron feeder merupakan alat pengumpan rel seperti *belt conveyor* dengan masing-masing relnya terbuat dari lempeng baja untuk mengangkut material ke dalam *hammer*. Laju material di *apron feeder* untuk masuk ke *crusher* dengan jalur kemiringan (*Inclination*) 25° dengan kecepatan sekitar 8,8 – 13,2 m/min (Lampiran A). *Apron feeder* yang ada di PT Semen Padang pada unit LSC VI memiliki 2 (dua) motor penggerak. *Feeder* digerakkan oleh motor penggerak berkekuatan 1500 rpm. Adapun *apron feeder* pada LSC VI ditunjukkan oleh Gambar 4.5



Gambar 4.5 *Apron feeder*

3. *Wobbler screen*

PT Semen Padang menggunakan 2 *wobbler screen* pada unit LSC VI. Dimana kegunaan dari *wobble* ialah selain sebagai pengumpan (*feeder*) untuk *hammer crusher* juga sebagai penyaring material yang berukuran ≤ 50 mm yang dapat lolos langsung jatuh menuju *belt conveyor* yang berada di bawahnya. Sedangkan material yang belum lolos akan menuju *hammer crusher* untuk diremukkan. *Wobbler screen* memiliki panjang dan lebar sekitar 4.000 mm x 2.800 mm dengan sudut kemiringan (*inclination*) berbeda yaitu wobbler I adalah 3° dan wobbler II adalah 0° , sedangkan untuk ukuran saringan (*screen opening*) 50 x 54 mm (Lampiran A).



Gambar 4.6 *Wobbler Screen*

4. *Hammer crusher*

Jenis *hammer crusher* yang dipakai PT Semen Padang ialah alat peremuk batugamping dengan jenis *Double shaft hammer crusher* TI 100 D 160 yang berkapasitas 2200 ton/jam. Alat peremuk *hammer crusher* ini memiliki kecepatan putaran rotor 32 m/s. Pada rangkaian LSC-VI terdapat jumlah palu penghancur (*hammer*) 2x50 buah dengan berat palu masing-masing 160 kg jika ditotalkan seluruhnya berat palu dalam unit LSC-VI 16.000 kg. Adapun ukuran lebar bukaan produk yang didesain 50 mm.

Hammer crusher menggerus batuan yang besar dan menghamburkan batuan ke atas permukaan *breaker plate* sampai hancur. Faktor yang membuat material hancur seperti benturan *hammer* dengan material, material dengan *liner*, material

dengan *grid basket* dan material dengan material. Material batuan yang kecil atau lolos akan langsung melalui *grate bar* dan turun ke *belt conveyor* yang berada dibawahnya sedangkan batuan yang masih besar/tidak lolos akan terus mengalamigaya *impact* hingga menjadi batuan yang kecil dan akhirnya bisa lolos di *grate bar*. Batuan yang lolos biasanya memiliki ukuran $\pm 50-100$ mm.



Gambar 4.7 *Hammer Crusher*

5. *Dust collector*

Dust collector (dedusting plant) merupakan unit yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengendalikan debu yang dihasilkan dari proses peremukan. Penyedotan debu terjadi di dalam *hammer crusher* dan dialirkan ke luar menuju corong pembuangan. Sebelum dikeluarkan debu batugamping tersebut akan ditiupkan air oleh kompresor yang menyebabkan material yang masih bisa tertangkap akan jatuh ke *belt conveyor*. Penyedotan debu dilakukan agar tidak menyebabkan polusi saat proses peremukan berlangsung. *Dedusting* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Dust collector*

4.1.3 Material handling

Material hasil peremukan dialirkan menuju tempat penyimpanan (*storage*) dengan menggunakan *belt conveyor*. Terdapat 2 jalur *belt conveyor* dalam sistem

peremukan *limestone* pada unit LSC VI di PT Semen Padang. Kedua jalur tersebut dibagi saat berada pada corong pemisah dari jalur utama *belt conveyor* (*Spillage conveyor*) yaitu jalur 6A1J03 *conveyor* yang terletak di bagian bawah dari *wobbler* dan sampai ke bawah *hammer crusher* yang berfungsi untuk menampung material yang terjatuh atau terlewat dari *wobbler screen* dan material yang lolos dari *grate bar hammer crusher*. Pada corongan ini akan terdistribusikan material sesuai *setting* pada *control room* unit LSC VI. Adapun 2 jalur yang ada pada corongan tersebut yaitu jalur 6A1J04 dan 6E1U04. Dimana jalur yang biasa digunakan ialah jalur 6A1J04 yang mengarah langsung ke *storage* Indarung VI, sedangkan jalur 6E1U04 merupakan jalur *alternatif* jika terjadinya *breakdown* dan *trouble* pada jalur 6A1J04. Jalur alternatif tersebut juga terhubung dengan jalur *belt* pada unit *crusher* yang lainnya seperti LSC-III A dan LSC-III B. Jalur *belt conveyor* dapat dilihat pada Lampiran C. Berikut dua jalur dari *belt conveyor* bisa dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Belt conveyor*

4.1.4 Storage

Tempat penyimpanan material hasil peremukan batugamping di PT Semen Padang disebut *storage*. Dimana material tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai bahan baku dari pembuatan semen pada PT Semen Padang. Adapun jumlah *storage* disesuaikan dengan jumlah pabrik dari PT Semen Padang. Saat ini unit LSC VI melakukan peremukan untuk memenuhi permintaan dari *storage Limestone* (LS) Indarung II, III, IV, V dan VI. Adapun pemenuhan yang paling besar ialah *storage* LS Indarung VI yang memiliki kapasitas hingga 70.000 ton. Dilengkapi dengan alat *reclaimer* yang berfungsi untuk menarik ke pengolahan.



Gambar 4.10 Storage Indarung VI

4.2 Target produksi batu gamping LSC VI

Target produksi batugamping unit LSC VI adalah sebesar 785.100 ton untuk periode bulan September 2022. Perusahaan menargetkan produksi tersebut dapat terpenuhi pada bulan tersebut. Dari total target tersebut diperoleh target rata-rata ton/hari bisa mencapai 26.170 ton/hari dengan jumlah hari kerja 30 hari.

$$\text{Target produksi perhari} = \frac{\text{Target Produksi Perbulan}}{\text{Hari Kerja Produktif 1 Bulan}}$$

$$\text{Target produksi perhari} = \frac{785.100 \text{ ton}}{30 \text{ hari}} = 26.170 \text{ ton/hari}$$

Tabel 4.2 Target Produksi LSC VI PT Semen Padang Tahun 2022

Bulan	Jumlah Hari Kerja	Target Produksi(Ton)	Target Per Hari	Kapasitas Rencana
September	30	785.100	26.170 ton/hari	1.800 ton/jam

4.3 Jadwal Kerja Unit LSC VI

Dalam kegiatan operasi peremukan batugamping, perusahaan telah menetapkan jadwal kerja yang dibagi menjadi tiga shift kerja. Pada shift 1 waktu kerja dimulai dari jam 07.00 WIB hingga jam 15.00 WIB yaitu 8 jam, pada shift 2 dimulai dari pukul 15.00 WIB hingga 22.00 WIB yaitu 7 jam, dan pada shift 3 mulai pukul 22.00 WIB hingga 07.00 WIB yaitu 9 jam. Kegiatan kerja unit LSC VI tetap berjalan selama seminggu dengan setiap 4 (empat) hari kerja dan 2 hari *maintenance*. Sistem kerja operator yang digunakan adalah dengan menerapkan sistem bergantian antara setiap regu kerja. Penjelasan waktu kerja yang berlaku terhadap operator dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Jam Kerja Unit LSC VI

Shift	Kegiatan	Waktu Tersedia	
		Waktu	Durasi
I (8 jam)	Persiapan	07.00-08.00	60 menit
	Pengosongan ishoma	11.45-12.00	15 menit
	Ishoma	12.00-13.00	60 menit
	Persiapan pasca ishoma	13.00-13.15	15 menit
	Jam rencana	-	5,5 jam
II (7 jam)	Pengosongan ishoma	18.45-19.00	15 menit
	Ishoma	18.00-19.00	60 menit
	Persiapan pasca ishoma	19.00-19.15	15 menit
	Jam rencana	-	5,5 jam
III (9 jam)	Ganti operator	02.00-02.15	15 menit
	Pengosongan ishoma	06.45-07.00	15menit
	Jam rencana	-	8,5 jam

Sumber: CBM PT Semen Padang, 2022

4.4 Hambatan Kerja dan Jam Kerja Efektif

Pada kenyataan di lapangan waktu kerja yang tersedia tidak dapat digunakan sepenuhnya untuk kegiatan produksi. Hal itu karena adanya hambatan baik yang dapat dihindari maupun yang tidak dapat dihindari.

4.4.1 Waktu Hambatan dan Waktu Aktual Produksi Unit Peremuk (LSC-VI)

Hambatan kerja merupakan keadaan dimana rangkaian alat tidak beroperasi dengan lancar yang disebabkan oleh beberapa parameter. Pada kegiatan operasi *crusher* hambatan kerja yang terjadi berupa *standby* dan *breakdown* sehingga menghasilkan jumlah waktu yang mengakibatkan *crusher* tidak beroperasi. Tabel 4.4 Kelompok Hambatan Kerja Unit LSC VI Bulan September 2022

Kategori	Parameter	Waktu (jam)
<i>Standby</i>	<i>Delay Planned, Delay LH, Delay CC</i>	164,9
Jumlah		164,9
<i>Downtime mechanical</i>	<i>Problem RBC, Problem Crusher, Kerusakan Alat Berat</i>	56,4
Jumlah		56,4
<i>Downtime electrical</i>	<i>Problem RBC, Problem Crusher</i>	21,6
Jumlah		21,6

Pada penelitian yang telah dilakukan pada bulan September 2022 tersebut dapat dilihat waktu hambatan tertinggi adalah pada kelompok *delay*

plan yaitu 124 jam, selanjutnya oleh *delay operational LH (loading hauling)* yaitu 51,3 jam, kemudian Problem RBC (rangkaian *belt conveyor*) *mechanical* yaitu 26,1 jam, dan 13,3 jam untuk *delay operasional CC (crusher)*. Sedangkan untuk kelompok *electrical* yaitu sebesar 21,6 jam.

Waktu nyata kerja unit LSC VI ialah jam kerja *operasional crusher* berdasarkan data operasi produksi. Dimana waktu tersebut merupakan waktu yang benar-benar digunakan untuk produksi perbulan dalam setiap hari. Waktu nyata akan berkaitan dengan tingkat produktivitas unit peremuk. Perhitungan waktu aktual kerja *crusher* digunakan dalam perhitungan efisiensi kerja *crusher*. Dari data dan hasil perhitungan diperoleh waktu produksi aktual unit LSC VI pada bulan September 2022 yaitu 347,1 jam. Adapun pada minggu kedua dan keempat bulan September diperoleh waktu produksi tertinggi yaitu 85,0 jam dan 84,1 jam dengan hari kerja 6 hari. Untuk data waktu kerja unit LSC VI bulan September 2022 terdapat pada Lampiran E.

Tabel 4.5 Jumlah Waktu Produksi Aktual LSC-VI bulan September 2022

Minggu	Tanggal	Durasi (Jam)
Minggu I	1 s/d 3 September	42,8
Minggu II	4 s/d 10 September	85,0
Minggu III	11 s/d 17 September	79,0
Minggu IV	18 s/d 24 September	84,1
Minggu V	25 s/d 30 September	56,2
Total		347,1

4.4.2 Waktu Produksi Efektif dan Efisiensi Waktu Kerja

Untuk mengetahui waktu produksi efektif terlebih dahulu dilakukan pengamatan-pengamatan terhadap hambatan-hambatan yang terjadi selama kegiatan produksi berlangsung. Semua hambatan tersebut kemudian dikelompokkan dengan parameter dan masalah yang disebabkan oleh unit kerjanya. Setelah dilakukan pengamatan terhadap hambatan-hambatan yang terjadi selama operasi maka bisa dihitung waktu kerja efektif dari sistem peremuk.

Waktu efektif produksi adalah waktu produksi yang ada setelah dikurangi dengan waktu hambatan rata-rata yang dihitung per hari. Adapun jumlah waktu produksi *crusher*.

Tabel 4.6 Waktu Kerja Efektif LSC VI September 2022

Waktu Kerja	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)
Jam Kerja Tersedia (Wt)	35.400	590
Waktu <i>Standby</i> (Wn)	9894	164,9
Waktu <i>Breakdown</i> (Wu)	4.680	78,0
Jam Rencana (Jam)	27.954	465,9
Durasi Produksi Aktual (Jam)	20.828	347,1

$$\begin{aligned} \text{Jam Rencana Produksi} &= \text{Jam Tersedia} - \text{Delay plan} \\ &= 590 \text{ jam} - 124,1 \text{ jam} = 465,9 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$We = Wt - (Wn + Wu)$$

Keterangan:

We = waktu efektif per bulan (jam)

Wt = waktu kerja tersedia per bulan (jam)

Wn = waktu hambatan per bulan yang disebabkan oleh mekanis (jam)

Wu = waktu hambatan per bulan yang disebabkan oleh non mekanis (jam)

$$We = 590 \text{ jam} - (164,9 \text{ jam} + 78,0 \text{ jam})$$

$$We = 347,1 \text{ jam} / \text{bulan}$$

Dari perhitungan tersebut maka waktu kerja efektif dari LSC VI pada bulan September 2022 adalah 347,1 jam/bulan atau dengan rata-rata produksi 11,6 jam/hari. Efisiensi waktu kerja dari *crusher* selama periode tersebut adalah sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi waktu kerja} = \frac{We}{Wt} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi waktu kerja} = \frac{347,1}{590} \times 100\% = 58,8\%$$

Artinya adalah performa dari kegiatan peremukan pada bulan September unit kerja LSC VI dengan waktu kerja yang tersedia dan waktu produksi aktual batugampinghanya 58,8%. Hal tersebut masih terbilang jauh dari target waktu untuk produksi pada unit kerja tersebut. Berdasarkan Lampiran D, maka dapat diketahui bahwa rendahnya efisiensi waktu kerja *crusher* dikarenakan besarnya pengaruh dari waktu hambatan yaitu banyaknya waktu *standby* dari waktu kerja tersedia serta tidak tertutup kemungkinan juga berasal dari *delay operational loading hauling (LH)*, *delay CC*, *problem RBC (rangkaiannya belt conveyor)* serta hambatan lainnya.

4.5 Produksi Aktual Alat Peremuk LSC VI

Perhitungan produksi nyata *crusher* secara aktual di lapangan berdasarkan pada data produksi dari unit CBM. Dengan adanya waktu produksi akan di dapat produksi rata-rata perhari yang mampu dicapai *crusher*. Tabel 4.7 Produksi LSC VI Pada Bulan September 2022

Indikator		Nilai
Target Produksi (Ton)		785.100
Produksi Aktual (Ton)		579.200
Ketercapaian (%)		73,8 %
Jam Efektif (Jam)		347,1
Produktivitas (ton/jam)	Rencana	1.800
	Terlaksana	1.668,7

Berdasarkan Tabel 4.7 tersebut, hasil yang diperoleh dari produktivitas aktual yaitu 1.668,7 ton/jam, dimana target produksi pada LSC VI seharusnya sebesar 1800 ton/jam. Produktivitas dari unit LSC VI baru tercapai sebesar 92,7%, sehingga masih membutuhkan peningkatan produktivitas sebesar 8,3% untuk mencapai produktivitas optimal dari LSC VI. Dilihat dari produksi harian batugamping unit LSC VI, pada hari-hari tertentu produksi batugamping tidak mencapai jumlah produksi rata-rata harian.

$$\begin{aligned} \text{Ketercapaian produksi} &= \frac{\text{produksi aktual}}{\text{target produksi}} \times 100\% \\ &= \frac{579.200 \text{ ton}}{785.100 \text{ ton}} \times 100\% = 73,8 \% \end{aligned}$$

Sedangkan dari hasil perhitungan data di lapangan selama bulan September 2022 menunjukkan efisiensi produktivitas *crusher* mencapai 73,8%, dan nilai tersebut masih belum sesuai dengan target selama 30 hari kerja pada bulan tersebut. Adanya waktu hambatan menjadi penyebab yang sangat mempengaruhi efisiensi produktivitas dari *crusher* tersebut.

4.6 Matriks Hambatan Kerja Unit LSC VI

Dari berbagai aktivitas yang muncul sesuai dengan kondisi di lapangan, matriks dibuat dan digunakan sebagai alat ukur untuk aktivitas tersebut. Matriks ini dibuat sesuai dengan frekuensi kegiatan yang terjadi dibandingkan dengan durasi kegiatan. Matriks ini dibuat sebagai salah satu cara untuk melihat faktor kegiatan yang ternyata merupakan penghambat kerja *crusher*, dan juga sebagai cara untuk melihat hambatan yang bisa dicari solusinya. Matriks hambatan dari setiap hambatan keseluruhan yang terjadi pada bulan September 2022.

Tabel 4.8 Matriks Hambatan Bulan September 2022

Durasi (jam /1 kali kejadian)	Frekuensi	Dapat diabaikan	Jarang	Sedang	Sering
	Tingkatan	1	2	3	4
Sebentar	1	Pindah <i>front loading</i> , bersihkan <i>loading point</i> , dll	Sensor <i>belt dift</i> aktif, anakgrate bar patah, dll	-	-
Sedang	2	<i>Belt</i> slip, klem tersangkut di <i>scraper</i> , dll	<i>Change</i> operator, <i>belt stop</i> mendadak, dll	Pengosongan jalur, sensor metal detector aktif, dll	-
Lama	3	Evakuasi blasting, dedusting overload, dll	Sensor <i>belt damage</i> aktif dan tambalan Terkelupas	Masuk besi	-
Sangat lama	4	<i>Crusher stop</i> mendadak, dll	-	Tunggu feeding, persiapan operasi, dll	-

Matriks ini dibuat sesuai dengan tingkat *frekuensi* aktivitas tersebut terjadi dengan perbandingan durasi lamanya aktivitas itu terjadi dengan keterangan berikut:

Tabel 4.9 Katagori Durasi

Durasi	Tingkatan	Keterangan
		Jam/1 Kali Terjadi
Sebentar	1	$X < 0,30$
Sedang	2	$0,30 \leq x \leq 0,5$
Lama	3	$0,5 \leq x \leq 1,0$
Sangat lama	4	$1,0 < x$

Dimana:

- X: menunjukkan durasi suatu hambatan dalam jam setiap 1 kali terjadi jenis hambatan.
- Tingkat 1: menjelaskan bahwa rata-rata durasi hambatan yang terjadi adalah sebentar (hambatan yang terjadi dibawah 18 menit)
- Tingkat 2: menjelaskan bahwa durasi hambatan yang terjadi adalah sedang (bisa selama 18 menit hingga 30 menit)
- Tingkat 3: menjelaskan bahwa durasi hambatan tersebut memakan waktu yang lama (30 menit hingga 1 jam)
- Tingkat 4: menjelaskan bahwa rata-rata durasi hambatan yang terjadi berlangsung sangat lama (bisa memakan waktu lebih dari satu jam)

Tabel 4.10 Kategori Frekuensi

Frekuensi	Tingkatan	Keterangan
Diabaikan	1	$X \leq 5$
Jarang	2	$5 < X \leq 15$
Sedang	3	$15 \leq X \leq 30$
Sering	4	$X > 30$

Dimana:

- X: menunjukkan jumlah frekuensi suatu hambatan terjadi dalam periode 1 bulan.
- Tingkat 1: yaitu bahwa frekuensi hambatan yang terjadi sangat jarang atau dibawah 5 kali dalam 1 bulan, sehingga dapat diabaikan.
- Tingkat 2: yaitu bahwa hambatan yang secara frekuensi jarang terjadi, terjadi sebanyak 5 hingga 15 kali dalam 1 bulan.
- Tingkat 3: yaitu bahwa hambatan tersebut berfrekuensi sedang medium, terjadi sebanyak 15 hingga 30 kali dalam 1 bulan.
- Tingkat 4: yaitu bahwa frekuensi hambatan sering terjadi (bisa lebih dari 30 kali dalam sebulan).

Berdasarkan matrik hambatan diatas, menjelaskan bahwa tingkat hambatan yang mempengaruhi kerja *crusher*, dimana matrik ini menunjukkan bahwa hambatan *delay operational* LH dan *delay planned* menempati tingkat matrik 4x3 yaitu hambatan yang sedang medium dengan durasi yang sangat lama. Dan hambatan dengan tingkat matrik 1x1 yaitu *frekuensi* yang dapat diabaikan dengan durasi yang sebentar adalah *delay operasional* CC dan problem RBC sehingga untuk tingkat ini tidak terlalu menjadi pertimbangan

dalam perbaikan untuk produksi.

Dengan menggunakan matriks ini, maka dapat ditarik analisis mengenai hambatan yang dapat dilakukan perbaikan, supaya efisiensi kinerja *crusher* dapat meningkat. Adapun terdapat beberapa hambatan yang dapat dilakukan perbaikan yaitu hambatan matriks tingkat 2x3, tingkat 3x2, tingkat 3x3, dan tingkat 4x3. Hambatan lainnya tidak terlalu mempengaruhi kinerja *crusher* bisa untuk diabaikan, hal itu karena tidak tingginya *frekuensi* hambatan atau waktu *breakdown* yang masih dapat dikendalikan dengan alasan bahwa tidak terlalu sering terjadi. Namun, perlu juga kiranya untuk dapat perhatian dalam masa pemeliharaan unit *limestone crusher*.

4.7 Faktor-Faktor Hambatan Dalam Kegiatan Peremuk

Dalam aktivitas penambangan dan operasi produksi pasti akan ada hambatan yang terjadi. Hambatan yang muncul sesuai dengan kondisi aktual yang terjadi pada saat proses produksi berlangsung. Dari hasil pengamatan yang peneliti lakukan, Adapun terdapat beberapa akibat hambatan biasanya terjadi antara lain:

1. *Briefing* awal (persiapan operasi)

Sebelum kegiatan operasi dimulai, seluruh operator pada seksi *crusher* melakukan persiapan awal mengenai segala hal yang berhubungan dengan operasional *crusher* setiap harinya dengan tujuan agar dalam pelaksanaannya berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. *Briefing* ini berlangsung selama 60 menit dan hanya berlangsung pada shift pertama saja.

2. Terlambat sesudah ishoma

Waktu hambatan ini terdapat dikarenakan waktu istirahat operator yang berlarut menjadi lebih panjang. Dimana waktu yang direncanakan untuk ishoma setiap shiftnya 60 menit atau 1 jam. Namun pada kenyataannya di lapangan terjadi sebanyak 44 kali dalam bulan September 2022 ishoma dengan rata-rata waktu 0,51 jam baik shift 1, shift 2 atau shift 3. Berlarutnya waktu ishoma ini sering terjadi tepatnya pada shift 1 antara 12.00-13.00 berlarut hingga pukul 13.30 siang dan shift 2 antara 18.00-19.00 yang berlarut hingga 19.30 yang bertepatan pula dengan jam makan malam dan waktu sholat.

3. Keterlambatan *dump truck* mengisi *hopper* (tunggu *feeding*)

Unit peremuk harus menunggu *dump truck* yang mengangkut *limestone* yang akan dihancurkan oleh *crusher*. Hambatan ini akan menyebabkan waktu tunggu (*standby*) bagi unit peremuk dalam melakukan operasi produksi. Waktu hambatan ini memiliki durasi yang besar nilainya. Hambatan ini memiliki

rentang waktu terlama pada setiap hari operasi yaitu 1,71 jam. Frekuensi *dumpruck* terlambat mengisi *hopper* diperoleh paling banyak yaitu 266 kali dengan durasi 51,33 jam.

4. Hambatan listrik (*electrical*)

Hambatan *electrical* merupakan hambatan yang muncul akibat gangguan alat yang disebabkan oleh gangguan listrik selama proses produksi. Hambatan *electrical* aktual di lapangan meliputi *problem* RBC dan *problem crusher*. *Problem* RBC diantaranya *belt* tidak bisa *start*/belum bisa *ready*, *sensor belt damage problem*, *beltstop* mendadak, *PLC faul*, sedangkan *problem crusher* yaitu *crusher stop* mendadak, *crusher* tidak bisa *start*/belum bisa *ready*, *speed monitor problem*, *dedusting* tidak bisa *start*/belum bisa *ready*. Durasi yang hilang akibat hambatan listrik pada bulan September 2022 sebesar 21,6 jam.

5. Hambatan mekanik

Hambatan mekanik terjadi akibat kerusakan alat di unit LSC VI sehingga unit tidak dapat bekerja. Hal ini karena perbaikan kerusakan peralatan memakan waktu sehingga unit peremuk tidak dapat berproduksi sampai waktu perbaikan selesai. Jenis hambatan ini tidak dapat dihindari karena unit peremuk merupakan unit utama dalam operasi produksi. Faktor hambatan ini bergantung pada situasi, kondisi dan kecakapan dari tim dalam melakukan perbaikan. Dalam hal ini solusi yang dapat dilakukan adalah dengan pemeriksaan dan perawatan yang teratur sehingga dapat mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan alat pada saat operasi produksi berlangsung serta bertujuan juga agar dapat menanggulangi kerusakan alat dan memperpanjang pemakaian umur unit peremuk.

6. Masalah transportasi material *belt conveyor*

Proses pengangkutan material *limestone* dari unit *crusher* menuju *storage* (tempat penyimpanan) ditransportasikan oleh *belt conveyor*. Apabila *belt conveyor* bermasalah, maka kegiatan ini akan menjadi penghambat. Adapun tindakan yang dapat dilakukan adalah menghentikan kerja *belt conveyor* sampai masalah di *belt conveyor* tersebut selesai. Selama *belt conveyor* berhenti, *crusher* akan otomatis berhenti. Hambatan *belt conveyor* ini mengakibatkan produksi pada bulan September 2022 tidak tercapai target produksi bulanan. Pada bulan September 2022 total waktu hambatan yang diakibatkan kerusakan *belt conveyor* sebesar 28,1 jam. Dengan durasi waktu perbaikan adalah 0,5 jam atau setara 30 menit sekali terjadi.

7. *Maintenance*

Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan tindakan yang dilakukan

untuk menjaga dan memperbaiki suatu barang hingga kondisi yang baik. PT Semen Padang melakukan kegiatan pemeliharaan ini 2 kali setiap minggunya dengan mengambil waktu pada 2 shift kerja yaitu shift 1 dan shift 2. Namun kadang kalanya seperti pada bulan September 2022 ini, kegiatan *maintenance* ini sering pula dilakukan saat unit LSC VI terjadi masalah dan ada indikasi kerusakan parah pada bagian dari unit *crusher* yang berlangsung sering pada 1 hari kerja tersebut sehingga perlu segera dilakukan *maintenance*.

4.8 Ketersediaan Alat Unit LSC VI

Nilai kesediaan alat merupakan salah satu faktor ketercapaian target produksi suatu alat dengan memperhatikan waktu yang hilang atau waktu hambatan. Berdasarkan perhitungan ketersediaan alat pada unit LSC VI yang telah dilakukan.

Penilaian ketersediaan alat bertujuan untuk mengetahui kemampuan atau performa kerja alat dalam beroperasi sehingga dapat diketahui kondisi dari alat tersebut pada saat diamati selama periode yang telah ditentukan. Unit LSC VI memiliki nilai kesediaan sebagai berikut.

- a. Kesediaan mekanik (*Mechanical Availability*) = 81,7% (sedang)
- b. Kesediaan fisik (*Physical Availability*) = 86,8% (baik)
- c. Kesediaan penggunaan alat (*Use of Availability*) = 67,8% (kurang baik)
- d. Penggunaan efektif (*Effective Utilization*) = 58,8% (buruk)

Dari nilai-nilai yang diperoleh tersebut menunjukkan bahwa kesediaan alat dari segi fisik maupun mekanik adalah baik. Namun pemanfaatan alat yang kurang maksimal inilah yang menyebabkan rendahnya nilai efisiensi dan nilai kesediaan penggunaan menyebabkan rendahnya produktivitas unit LSC VI ini. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif dan solusi untuk meningkatkan nilai-nilai efisiensi dan ketersediaan alat, sehingga diharapkan dapat meningkatnya produksi.

4.9 Simulasi Peningkatan Produksi Unit LSC VI

Target produksi dari unit LSC VI pada bulan September 2022 adalah sebesar 785.100 ton/bulan dengan 30 hari kerja. Sedangkan pencapaian produksi aktual unit LSC VI sebesar 579.200 ton/bulan artinya hanya 73,8% pencapaian produksi dari unit LSC VI tersebut. Untuk meningkatkan produksi agar dapat mencapai target yang diharapkan, maka perlu dilakukan upaya peningkatan.

4.9.1 Perbaikan Waktu Hambatan

Untuk meningkatkan produksi dari unit peremuk LSC VI diperlukan adanya perbaikan waktu hambatan. Efek dari adanya waktu hambatan ini yaitu akan berakibat pada hilangnya waktu untuk produksi dari unit LSC VI tersebut. Pada penelitian ini, peneliti melakukan simulasi dengan mengidentifikasi perbaikan hambatan dilihat dari matriks hambatan. Berdasarkan matriks tersebut dapat diketahui hambatan pada matriks 2x3, matriks 3x2, matriks 3x3 dan matriks 4x3 akan dilakukan perbaikan. Upaya perbaikan dilakukan terhadap matriks tersebut dilihat pula pada masalah dari hambatan kerja tersebut. Masalah insidental yang terjadi tanpa direncanakan dan terduga tidak dapat dilakukan perbaikan karena merupakan hambatan kerja yang tidak dapat dihindari.

- Perbaikan Pada Hambatan Matrik 2x3

Perbaikan pada hambatan kerja matrik 2x3 ini dilakukan dengan mencari nilai median dari data durasi hambatan tersebut, menghilangkan hambatan serta untuk hambatan insidental tidak dilakukan perbaikan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan untuk perbaikan waktu hambatan pada kategori matrik 2x3 sebagai berikut.

Tabel 4.11 Perbaikan Waktu Hambatan Matriks 2x3

Hambatan Matrik (2x3)	Total Durasi (Jam)	Durasi Perbaikan/kejadian (Jam)	Sesudah Perbaikan (frekuensi x durasi Perbaikan) (Jam)
Pengosongan jalur	6,25	0,25	3,0
Sensor metal detector aktif	5,3	0	0
Tepi belt terkelupas	13,6	13,6	13,6

Perbaikan waktu hambatan pada pengosongan jalur diperoleh dengan mencari nilai median dari keseluruhan data durasi hambatan tersebut. Adapun setelah memperoleh nilai median sebesar 0,25 jam atau 15 menit per kejadian dapat dikalikan dengan jumlah kejadian 12 kali dalam sebulan akan menurun menjadi 3,0 jam per bulan. Perbaikan *sensor metal detector* aktif tidak dilakukan perhitungan nilai median seperti sebelumnya, karena munculnya hambatan tersebut karena adanya *error* dari *detector* dimana pada kenyataannya ketika hambatan itu terjadi tidak adanya metal yang ditemukan setelah dilakukan pengecekan oleh mekanik. Dalam hal ini perbaikan yang dilakukan untuk *sensor metal detector* aktif dapat disimulasikan dengan 0 atau dihilangkan. Sedangkan untuk perbaikan waktu hambatan pada tepi belt

terkelupas tidak dilakukan perbaikan karena hambatan bersifat insidental.

- Perbaikan Pada Hambatan Matrik 3x2

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan untuk perbaikan waktu hambatan pada matriks 3x2 ini tidak adanya perbaikan waktu hambatan, hal ini dikarenakan masalah merupakan insidental yang terjadi dan tidak terduga.

Tabel 4.12 Perbaikan Waktu Hambatan Matrik 3x2

Hambatan Matrik (3x2)	Total Durasi (Jam)	Durasi Perbaikan (Jam)	Sesudah Perbaikan (frekuensi X Durasi Perbaikan) (Jam)
Sensor Belt Damage Aktif	0,8	-	0,8
Tambalan Terkelupas	14,5	-	14,5
Kerusakan alatberat	13,1	-	13,1

- Perbaikan Pada Hambatan Matrik 3x3

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai perbaikan waktu hambatan pada matriks 3x3 sebagai berikut.

Tabel 4.13 Perbaikan Waktu Hambatan Matrik 3x3

Hambatan Matrik (3x3)	Total Durasi (Jam)	Durasi Perbaikan (Jam)	Sesudah Perbaikan (frekuensi X Durasi Perbaikan) (Jam)
Masuk Besi	6,6	0	0

Pada perbaikan waktu hambatan matrik 3x3 ini dengan hambatan masuk besi dilakukan simulasi dengan menghilangkan hambatan tersebut. Simulasi ini dapat diasumsikan terjadi jika masuk besi dapat dihindari dari kegiatan *loading hauling* material ke *hopper*, melakukan komunikasi dengan pihak operator apabila tuterus terjadi akan adanya teguran dan kebijakan atas hal itu serta perlu adanya penambahan komponen pendukung lainnya seperti pemasangan *belt penyaring metal* di *hopper*.

- Perbaikan Pada Hambatan Matrik 4x3

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai perbaikan waktu hambatan pada matriks 4x3 yaitu salah satunya dari nilai median data hambatan tersebut.

Tabel 4.14 Perbaikan Waktu Hambatan Matrik 4x3

Hambatan Matrik (4x3)	Total Durasi (Jam)	Durasi Perbaikan	Sesudah Perbaikan (frekuensi X Durasi Perbaikan) (Jam)
Tunggu Feeding	51,33	0	0
Persiapan Operasi	15,1	0	0
Ishoma	62,3	1,54	36,9

Perbaikan waktu hambatan pada tunggu *feeding* dan persiapan operasi dilakukan dengan simulasi penghilangan waktu hambatan tersebut. Hambatan tunggu feeding sering terjadi, sehingga menyebabkan tidak adanya material yang diremukkan oleh *crusher* sehingga untuk menghilangkan waktu hambatan tersebut dibutuhkan alat angkut yang memadai dalam proses pengisian *hopper*. Selain itu masalah persiapan operasi juga dapat dihilangkan atau ditiadakan karena waktu persiapan operasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk langsung menghidupkan *crusher* lebih cepat. Sedangkan untuk aktivitas ishoma tidak dapat dihilangkan namun hanya bisa untuk membuat kedisiplinan dari operator agar memanfaatkan waktu sebaik mungkin. Pada Lampiran D terdapat total data waktu hambatan dari Ishoma yaitu 62,3 jam per bulan, dengan mengambil nilai median dari data tersebut dilakukan simulasi perbaikan dengan durasi 1,54 jam per kejadian dikalikan dengan jumlah kejadian 24 hari menjadi 36,9 jam.

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, adapun hasil dari simulasi perbaikan waktu hambatan pada unit LSC VI bulan September 2022 dapat dilihat pada tabel di bawah berikut.

Tabel 4.16 Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan Unit LSC VI Bulan September 2022

Kategori	Parameter	Simulasi (jam)
<i>Standby</i>	<i>Delay planned, Delay operational LH, Delay operasional CC, Problem external, PABT</i>	96,12
Jumlah		96,12
<i>Downtime mechanical</i>	<i>Problem RBC, Problem crusher, Kerusakan alat berat</i>	56,4
Jumlah		56,4
<i>Downtime electrical</i>	<i>Problem crusher, Problem RBC</i>	21,6
Jumlah		21,6

Setelah dilakukan simulasi upaya perbaikan waktu hambatan kerja unit LSC VI maka waktu kerja efektif akan berubah. Waktu kerja efektif dari simulasi perhitungan diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.17 sebagai berikut.

Tabel 4.17 Waktu Kerja Efektif Simulasi Perbaikan Unit LSC VI

Waktu Kerja	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)
Jam Kerja Tersedia (Wt)	35.400	590
Waktu <i>Standby</i> (Wn)	5.767	96,12
Waktu <i>Breakdown</i> (Wu)	4.680	78
Durasi Produksi Aktual	24.954	415,9

$$We = Wt - (Wn + Wu)$$

$$We = 590 \text{ jam} - (96,12 \text{ jam} + 78 \text{ jam})$$

$$We = 415,9 \text{ jam/bulan}$$

Dari perolehan nilai waktu kerja efektif sebesar 415,9 jam/bulan atau dengan rata-rata produksi 13,86 jam/hari. Efisiensi waktu kerja dari unit LSC VI selama periode September 2022 tersebut sebagai berikut.

$$Efisiensi \text{ waktu kerja crusher} = \frac{We}{Wt} \times 100\% = \frac{415,9 \text{ jam/bulan}}{590 \text{ jam/bulan}} = 70,5\%$$

Dengan dilakukannya simulasi ini perbaikan waktu hambatan maka akan adanya perbaikan waktu kerja efektif sehingga kemampuan produksi nyata dari unit LSC VI akan meningkat pula. Adapun peningkatan produksi dapat diperoleh dari simulasi ini yaitu:

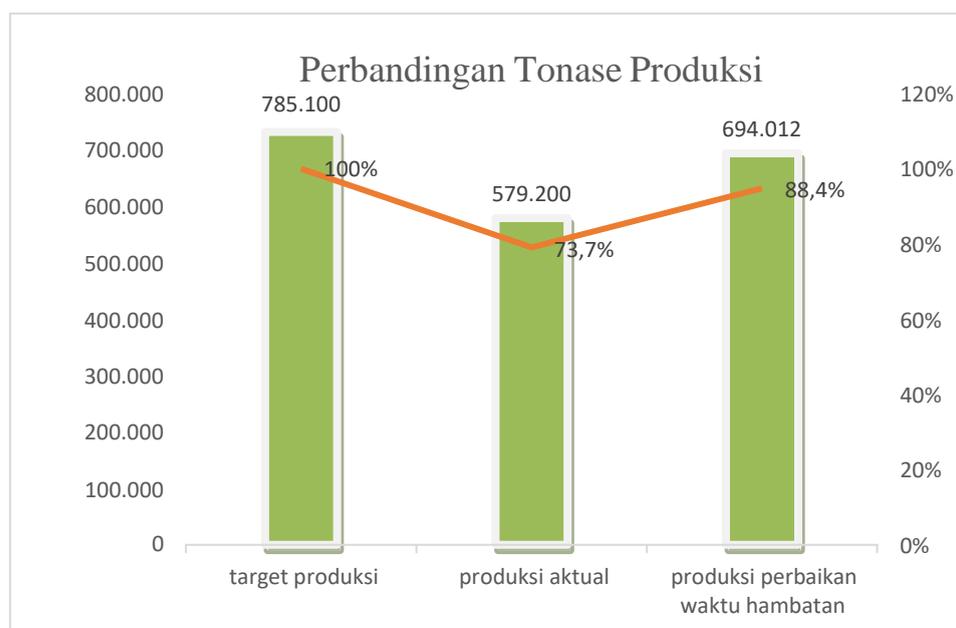
$$\begin{aligned} \text{Produksi per bulan} &= 415,9 \text{ jam/bulan} \times 1.668,7 \text{ ton/jam} \\ &= 694.012,33 \text{ ton/bulan} \end{aligned}$$

4.10 Analisis Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya dalam penelitian ini, simulasi perbaikan waktu hambatan ini dilakukan untuk memperoleh waktu efektif kerja yang berkurang atau hilang akibat adanya hambatan kerja dari unit LSC VI. Dimana peningkatan produksi hanya akan tercapai apabila dilakukan perbaikan pada waktu kerja efektif. Peningkatan waktu kerja ini didasari oleh waktu kerja efektif pada alat peremuk yang masih rendah sebelum simulasi yaitu 11,7 jam/hari atau 347,1 jam/bulan. Jika dilihat dari banyaknya waktu *standby* sebesar 164,9 jam/bulan maka dapat dilakukan simulasi perbaikan jam kerja agar lebih efektif. Waktu hambatan kerja setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.16. Adapun waktu kerja efektif unit LSC VI hasil simulasi adalah sebesar 415,9 jam/bulan atau 13,86 jam/hari dengan total waktu *standby*

sebesar 96,12 jam/bulan. Pada perbaikan waktu hambatan kerja tidak dilakukan terhadap waktu *breakdown* baik *mechanical* maupun *electrical*, hal itu dikarenakan hambatan kerja yang terjadi berupa hambatan yang tidak terduga dan *insidental*. Namun dengan adanya kajian waktu yang tinggi dari masalah yang terjadi maka upaya yang dapat dilakukan ialah dengan memaksimalkan perawatan, pengecekan rutin, penambahan personil mekanik untuk mempercepat proses perbaikan saat terjadi masalah dan mengganti alat yang sudah rusak. Perbandingan hasil sebelum dan setelah simulasi dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut.

Adapun perbandingan produksi Unit LSC VI bulan September 2022 dapat dilihat pada grafik (Gambar 4.14) berikut.



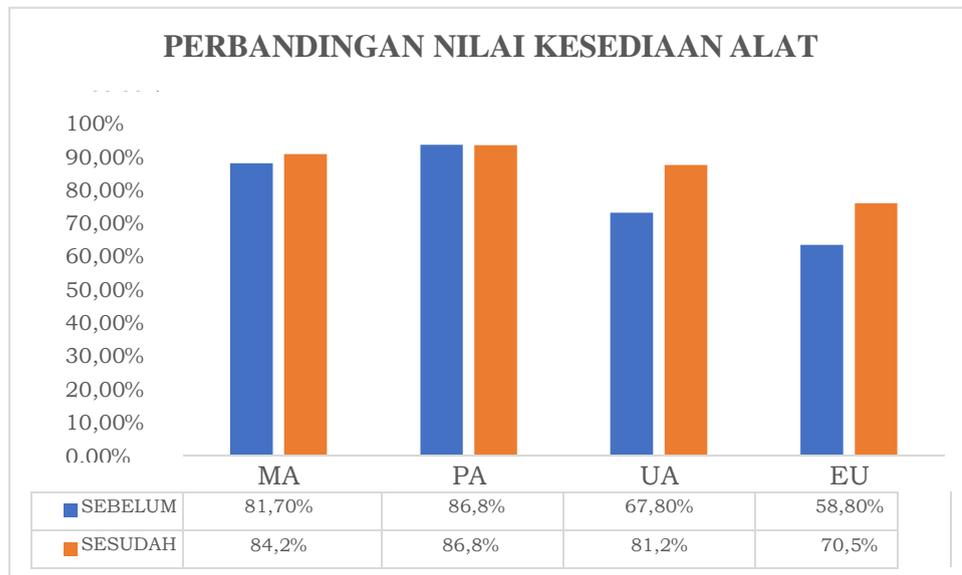
Gambar 4.14 Perbandingan Tonase Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan

Berdasarkan Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa produksi unit LSC VI mengalami peningkatan dengan dilakukan simulasi perbaikan waktu hambatan kerja dan perubahan waktu kerja efektif. Peningkatan produksi mencapai 694.012 ton/bulan dengan ketercapaian sebesar 88,4% dari target yang diinginkan. Untuk mempertahankan produksi tersebut maka perlu dilakukan kedisiplinan terhadap operator untuk mendukung perbaikan dari waktu kerja efektif tersebut.

4.11 Analisis Simulasi Ketersediaan Alat

Nilai ketersediaan alat unit LSC VI pada bulan September 2022 akan mengalami perubahan apabila waktu hambatan kerja dan waktu kerja efektif berubah. Grafik dan perhitungan perbandingan antara ketersediaan alat dengan

perbaikan waktu kerja efektif sebelum dan setelah simulasi dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Nilai Kesiadaan dan Penggunaan Alat Unit LSC VI

Berdasarkan Gambar 4.16 dapat dilihat adanya peningkatan dari nilai-nilai kesiadaan alat dari unit LSC VI. Dimana setelah dilakukan simulasi nilai MA sebesar 84,2% meningkat menjadi 88%, nilai PA mengalami peningkatan menjadi 86,8% artinya nilai kesiadaan fisik dari LSC VI sudah digunakan dengan baik, nilai UA mengalami peningkatan dari 67,8% menjadi 81,2%. Kenaikan ini disebabkan karena adanya penurunan dari waktu hambatan kerja dan nilai EU sebesar 58,8% meningkat menjadi 70,5% dimana peningkatan nilai EU ini menandakan bahwa waktu kerja efektif dalam penggunaan alat Unit LSC VI ini meningkat. Adapun untuk mencegah terjadinya kerusakan alat dan penurunan waktu efektif dapat diupayakan dengan pengecekan peralatan dengan teratur.

4.12 Reduction Ratio Rata – Rata

Analisa fragmentasi ukuran umpan serta ukuran produk menggunakan *software Split Desktop 4.0*. Ukuran umpan atau F80 merupakan hasil dari peledakan yang dilakukan sebelumnya yang mana akan diangkut menggunakan *dump truck* sebagai media pengangkutnya menuju ke *hopper*. Sedangkan untuk ukuran produk atau P80 sendiri didapatkan dari penumpukan yang terdapat pada *storage*. Dalam pengambilan sampel foto tersebut digunakan *helm safety* sebagai pembanding yang mana diameternya sebesar 27 cm.

Hasil dari analisis fragmentasi yang digunakan pada *split desktop* yaitu menggunakan data sampel sebanyak 8 data ukuran umpan dan 8 data ukuran produk dimana dapat dilihat pada lampiran. Dari lampiran tersebut dapat

dilihat ukuran rata – rata pada F80 sebesar 84,1 cm dan rata – rata pada P80 sebesar 4,7 cm. Berdasarkan dari hasil data sampel yang didapatkan pada lampiran terdapat beberapa data yang digunakan terdapat ukuran umpan material yang memiliki ukuran yang melebihi dari 80 cm yang mana untuk nilai terbesarnya yaitu 99,32 cm. sedangkan untuk ukuran produk material nilai yang terbesar yaitu 6,47 cm.

Perhitungan *reduction ratio* dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi ukuran umpan material yang masuk kedalam *hopper* telah memenuhi standar yang ada pada spesifikasi dari *hopper* tersebut. Berdasarkan dari data lampiran maka dapat dihitung nilai *reduksi ratio* rata - rata, dimana perhitungan tersebut menggunakan rumus persamaan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Reduction Ratio} &= \frac{84,1 \text{ cm}}{4,7 \text{ cm}} \\ &= 17,89 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil rata – rata perhitungan *reduction ratio* yaitu didapatkan nilai sebesar 17,89. Yang mana pada nilai tersebut menunjukkan bahwa untuk ukuran umpan material yang masuk kedalam *hopper* telah sesuai namun hanya saja belum efektif. Dimana untuk nilai ideal dari *reduction ratio* itu sendiri berkisar antara 4 – 7 sehingga dapat disimpulkan bahwa kinerja dari *crushing plant* belum optimal sehingga perlu dilakukan evaluasi pada ukuran umpan supaya bisa lebih kecil dari 75 cm.

Menurut Ramadhan, dkk (2014), ukuran linier maksimum umpan dan produk untuk nilai reduksi rasio (RR) yaitu maksimal sebesar 5,5 yang mana semakin besar nilai reduksi rasio yang didapatkan maka akan menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan batuan hasil kinerja dari *hammer crusher* akan mengalami penurunan yang mana ini akan mempengaruhi efisiensi dari kinerja alat tersebut. Dari data perhitungan yang didapatkan yaitu sebesar 17,89 yang mana ini dapat disimpulkan bahwa untuk kinerja alat *hammer crusher* akan menurun sehingga dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk *crusher* meremukkan batuan menjadi ukuran material yang diinginkan oleh pihak pabrik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis terhadap penelitian di lokasi PT Semen Padang pada unit LSC VI, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses peremukan di PT Semen Padang diawali dengan pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), peremukan batuan (*crushing plant*) dan pengangkutan menuju storage (*conveying*).
2. Waktu kerja efektif unit LSC VI saat ini pada September 2022 sebesar 347,1 jam dengan total hari kerja 30 hari dengan rata-rata 11,6 jam/hari. Unit LSC VI memiliki target produksi pada bulan September 2022 adalah 785.100 ton dengan realisasi aktual hanya sebesar 579.200 ton yaitu sekitar 79,1% dari target dimana produktivitas aktual 1.668,7 ton/jam belum mencapai target yang diinginkan dan produktivitas belum sesuai dengan kapasitas rencana yaitu 1.800 ton/jam.
3. Perhitungan nilai kesediaan alat LSC VI memiliki nilai MA 81,7% (sedang), nilai PA 86,8% (baik), nilai UA 67,8% (kurang baik) dan nilai EU 58,8% (buruk).
4. Produksi unit LSC VI setelah dilakukan simulasi perbaikan waktu hambatan kerja tercapai sebesar 694.012 ton/bulan atau sebesar 88,4% dari target yang diinginkan pada bulan tersebut.
5. Nilai Rasio Reduksi pada *crushing plant* LSC VI yang didapatkan dari parameter umpan material (F80) dan produk material (P80) yaitu nilai rata-rata rasio reduksi yaitu 17,89. Yang mana dari nilai tersebut menunjukkan bahwa untuk ukuran umpan yang masuk kedalam *hopper* telah sesuai dengan spesifikasi dari *hopper* tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu agar dilakukan pengawasan terhadap kedisiplinan pada aktivitas penambangan agar produksi dapat dimulai sesuai jam yang telah ditetapkan yaitu pukul 08.00-11.45, pukul 13.15-18.45, pukul 19.15-

02.00 dan pukul 02.15-06.00 WIB.

2. Dibutuhkan alat angkut yang memadai sehingga waktu hambatan akibat tunggu *feeding* dapat dihilangkan sehingga waktu hambatan akibat tunggu *feeding* yang sebelumnya sebesar 51,33 jam dapat diperkecil menjadi 0 dan produktivitas rencana dapat tercapai.
3. Peningkatan produktivitas dengan perbaikan waktu hambatan dan membuat operator pada unit *loading hauling* lebih memperhatikan material yang diumpun ke *hooper* agar tidak seringnya terjadi masalah masuk besi sehingga waktu hambatan akibat masuk besi yang sebelumnya sebesar 6,6 jam dapat diperkecil menjadi 0.
4. Waktu hambatan akibat sensor metal detector aktif dapat diabaikan karena hambatan tersebut terjadi karena adanya error dari detector, setelah dilakukan pengecekan tidak ada besi yang metal yang ditemukan, sehingga waktu hambat akibat sensor metal detector aktif yang sebelumnya sebesar 5,3 jam menjadi 0.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah. 2019. *Optimalisasi Kinerja Alat Peremuk Pada PT Indocement Tunggal Prakarsa untuk Pencapaian Target Produksi Semen*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Apriani, A. 2022. *Aktivitas Pertambangan dan Evaluasi Kinerja limestone Crusher (LSC) VI Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Bulan Desember 2020 Untuk Mencapai Target Produksi Sebesar 1800ton/Jam Di PT. Semen Padang*.
- Dian, N. R., & Yulhendra, D. 2019. *Optimalisasi Kinerja Limestone Crusher IIIA (LSC IIIA) dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk Memenuhi Target Produksi Limestone di PT. Semen Padang Kecamatan Lubuk Kilangan, Padang, Sumatera Barat*. Jurnal Bina Tambang, 4(3).
- Fahrudin, A., 2019. *Produktivitas Hammer Crusher Tuban 1 Untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Sebesar 425.250 Ton/Bulan di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk*. Jurnal Pertambangan, 3(2).
- Hasiah. 2016. *Desain Model Matriks Penilaian Risiko (Risk Assessment) Dalam Perencanaan Audit Umum*. Jurnal Ilmiah Akutansi dan keuangan, 3(1)
- Kadir, E. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. In Universitas Sriwijaya.
- Kusrin. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat*. Semarang University Press.
- Nugroho, W. 2016. *Diklat Mata Kuliah Pengolahan Bahan Galian*. In Universitas Mulawarman.
- Ramadhan, Kiagus Muhammad Rustandi. Dkk. 2014. *Analisis Pengendalian Mutu Hasil Reduksi Batu Kapur Menggunakan Hammer Crusher Sebagai Bahan Utama 32 Pembuatan Semen Di Pt. Semen Baturaja (Persero), Tbk*. Jurnal Ilmu Teknik. Vol 2 No 6
- Syahrani, D. 2019. *Evaluasi Kinerja Unit Crushing Plant (Tuban-1 dan Tuban-2) Tambang Batu gamping Mengacu Pada Target Produksi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, Pabrik Tuban, Provinsi Jawa Timur*. In Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Wijaya, A., & Ansosry. 2018. *Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja Crusher LSC VI dalam Upaya Memenuhi Kebutuhan Batu Gamping pada Storage Indarung VI, PT Semen Padang*. Jurnal Bina Tambang.

LAMPIRAN A
SPESIFIKASI ALAT

Lampiran A.1 Spesifikasi Alat Pengumpan

1. Apron Feeder 6A1J01

<i>Type</i>	RKF 2600 x 12.0 m - D9-I
<i>Net width</i>	2.600 mm
<i>Centre distance</i>	12.000 mm
<i>Type of chain</i>	D6G-lifetime lubricated BERCO
<i>Conveying speed</i>	approx. 8,8 – 13,2 m/min
<i>Inclination</i>	25°
<i>Drive (conveying direction right)</i>	Planetary gear, back stop
<i>Drive (conveying direction left)</i>	Planetary gear, back stop
<i>Coupling</i>	Flexible coupling
<i>Motors</i>	2 x 110 kw, 1.500 min-1, B3 with a frequency Converter
<i>Speed monitor on the reversing Shafts</i>	Type XSA-V11373TF
<i>Pull-rope emergency switch</i>	Type HEN 002

2. Chain Scrapper 6A1J02

<i>Type</i>	KK 2600 x 12.7 m
<i>Net width</i>	2.600 mm
<i>Centre distance</i>	12.700 mm
<i>Type of chain</i>	Fork sprocket chain
<i>Conveying speed</i>	approx. 5,0 m/min
<i>Inclination</i>	25°
<i>Drive</i>	3,0 kW bevel gear motor
<i>Type</i>	KH 107 R 77 DRE 100 LC4
<i>Mounting position – Drive</i>	Conveying direction LEFT

3. Wobbler Screen

Type	SRK 400 / 6+6+PT-2800	
Deck 1	Length	3,586 mm
	Width	4,329 mm
	Height	1,403 mm
Deck 2	Length	3,352 mm
	Width	4,329 mm
	Height	1,325 mm
Deck 1 + deck 2	Screen area (L x W)	Approx. 4,000 x 2,800 mm
	Inclination - screening section	Deck 1 = 3° / deck 2 = 0°
	Screen opening	Approx. 50 x 54 mm
Screen shafts deck 1 (A) and deck 2 (B)	Number screen shaft drives (1)	2
	Number of final screen shaft (2)	4
	Number of normal screen shaft (3)	6
	Screen shaft version	Three-arch disks
	Centre distance	11 x 405 mm = 4,455 Mm
	Weight	1,654 - 1,700 kg per shaft
Chain drive	Number of chains	10
	Type of chain	Double roller chain
	Chain links	22 + 1 coupling link
	Weight/ piece	Approx. 33 kg

4. Drive Wobler Screen

Drive unit	Number of drive units	2
	Weight	Approx. 800 kg/ piece
Motor	Squirrel cage motor 45 kW / B3	
Coupling motor / gear unit	Type	Hydraulic start-up coupling FludexFAC 342 with flexible
	Thermal shutdown	140° C
Gear unit	Type	Spur gearing 45.28 B3 SH504
	Lubrication	Splash lubrication/ dipstick
Coupling gear unit / roller screen	Rupex RWN 360	

<i>Speed controller</i>	<i>Number</i>	4
	<i>Number</i>	DI0002

5. Titan crusher

<i>Type</i>	Double shaft hammer crusher TI 100 D 160
<i>Impact circle diameter</i>	2.000 mm
<i>Rotor width</i>	3.120 mm
<i>Rotor rotational velocity</i>	approx. 32 m/s
<i>Feed opening (width x length)</i>	3.020 x 3,100 mm
<i>Number of hammers</i>	2 x 50 pieces
<i>Weight of hammer</i>	160 kg (16000 kg total)
<i>Width of grate opening</i>	50 mm, progressive design (SN 4619553)

6. Transmission

<i>Drive</i>	2 V-belt gears
<i>Number of V-belts</i>	31 piece per V-belt gear (62 pieces complete)
<i>Coupling</i>	Rupex RWN 560
<i>Motors (provided by customer)</i>	2 x 1,400 kW, 1,000 min-1, B3, IP 55 with liquid starter

7. Hydraulic unit (for transmission, grate basket trolley, grate basket adjusting device and opening-up device and slewing equipment)

<i>Type</i>	SN 4358767
<i>Conveying capacity</i>	2 x 0,8 l/min
<i>Motor</i>	3 / 3,3 kW
<i>Working pressure</i>	max. 240 bar
<i>Oil tank</i>	13 litres
<i>Weight</i>	Approx. 50 kg without oil filling

8. Hydraulic unit (for hammer axle extracting device)

<i>Type</i>	SN 4348907
<i>Conveying capacity</i>	7,0 l/min
<i>Motor</i>	3 / 3,3 Kw

<i>Working pressure</i>	160 bar, max. 210 bar
-------------------------	-----------------------

<i>Oil tank/ description</i>	100 litres
------------------------------	------------

<i>Weight</i>	approx. 120 kg
---------------	----------------

9. Central lubrication system

<i>Type</i>	<i>Progressive grease lubrication system with pump and distributor</i>
<i>Lubricating points</i>	<i>4 x Rotor bearing, 8 x Rotor bearing labyrinths, 4 x Transmission Bearings</i>
<i>Grease container</i>	<i>30 l</i>

10. Safety device crusher

<i>Temperature control - crusher bearing</i>	<i>Resistance thermometer PT 100</i>
<i>Speed control – rotor</i>	<i>speed monitor DI 0002</i>
<i>Vibration meter - crusher bearing</i>	<i>Bore Ø M10 x 12 for connecting an speed Monitor</i>
<i>Temperature control - transmission Bearing</i>	<i>Resistance thermometer PT 100</i>

11. Dedusting plant

<i>Filters</i>	<i>Pulse jet filter - Single row</i>
<i>Dust type</i>	<i>Limestone</i>
<i>Gas volume</i>	<i>80.000 m³/h</i>
<i>Temperature</i>	<i>max. 30 °C</i>
<i>Raw gas dust content</i>	<i>50 g/m³</i>
<i>Dust content of the clean gas</i>	<i>20 mg/m³</i>
<i>Filter surface load</i>	<i>91,8 m³/m²/h</i>
<i>Filter surface</i>	<i>872 m²</i>
<i>Number of hoses</i>	<i>300</i>
<i>Compressed air requirement</i>	<i>73 m³/h</i>
<i>Cleaning pressure</i>	<i>6 bar</i>
<i>Motor</i>	<i>132 kW, 1,486 min-1</i>

LAMPIRAN B

DAFTAR ALAT BERAT DEPARTEMEN TAMBANG PT SEMEN PADANG

B.1 Unit Alat Berat yang Masih Dioperasikan

NO	KODE UNIT	TYPE	TAHUN PEMBELIAN	CAPACITY	Posisi Operasi	Keterangan Unit
1	BC13	D8R	2011		Area I	Buldozer Caterpillar
2	BK11	D275A-5	2006		Area I	Buldozer Komatsu
3	DC09	777D	1999	100 ton	Area I	DumpTruck Caterpillar
4	DC10	777D	1999	100 ton	Area I	DumpTruck Caterpillar
5	DK15	HD-785-7	2008	100 ton	Area I	DumpTruck Komatsu
6	DK16	HD-785-7	2011	100 ton	Area I	DumpTruck Komatsu
7	DK17	HD-785-7	2011	100 ton	Area I	DumpTruck Komatsu
8	DK18	HD-785-7	2012	100 ton	Area I	DumpTruck Komatsu
9	DK19	HD-785-7	2012	100 ton	Area I	DumpTruck Komatsu
10	DM03	DM-30	1997	6.5/2"	Area I	Alat Bor
11	EC02	320D	2008	15 m ³	Area II	Breaker
12	EC03	6030BH	2017	15 m ³	Area I	Excavator Caterpillar
13	EH06	EX-2500-6	2011	15 m ³	Area I	Excavator Hitachi
14	EK04	PC1800-6	2006	12 m ³	Area I	Excavator Komatsu
15	GC02	140H	2000		Area I	Grader Caterpillar
16	GC03	14M	2010		Area I	Grader Caterpillar
17	LC06	992G	1998	12 m ³	Area II	Loader Caterpillar
18	LC07	216SSL	2001		Area II	Skid Loader Caterpillar
19	LK15	WA 800-2	1998	10 m ³	Area II	Loader Komatsu
20	RD01	C-550-DII	2006	6.5/2"	Area I	Alat Bor Riech Drill

B.2 Alat Bantu yang Masih Aktif Digunakan

NO	KODE UNIT	TYPE	TAHUN PEMBELIAN	HORSE POWER	CAPACITY	Posisi Operasi	Keterangan Unit
1	MA01		2009			Area II	Mobil Anfo
2	MS02		1993		18T	Area II	Mobil Service
3	MS07	BA 2055 SP	1997		750kg	Area II	Mobil bantu PH
4	MS15		1999			Area II	Mobil Solar
5	MS16		2004			Area II	Forklift
6	MS17	DP160N	2014		16T	Area I	Tyre Handling
7	MS18	UD CWX260	2016			Area II	Mobil Solar
8	MS19	UD QUESTER CWE280 6x4	01/07/2018				
9	TL01	LS4-6000	2008	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
10	TL04	LS4-6000	2008	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
11	TL05	LS4-6000	2008	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
12	TL06	LS4-6000	2008	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
13	TL07	LS4-6000	2008	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
14	TL08	LS4-6000	2008	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
15	TL09	LS4-6000	2011	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
16	TL10	LS4-6000	2011	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light
17	TL11	LS4-6000	2011	12,9	9,6KW	Area I	Tower Light

LAMPIRAN C

TARGET PRODUKSI LIMESTONE CRUSHER VI (LSC VI)

C.1 Target Produksi *Limestone Crusher* VI 2022 PT SemenPadang

Bulan	Jumlah Hari	RKAP	Target Perhari	Target Ton Per Jam
Jun	31	629.700	20.313	1800
Jul	28	765.100	28.039	1800
Agu	31	714.700	23.055	1800
Sept	30	785.100	26.170	1800

LAMPIRAN D

HAMBATAN DALAM KEGIATAN PRODUKSI

Tabel D.1 Waktu Hambatan Pada Unit LSC VI Bulan September 2022

No	Parameter	Masalah	Waktu (Jam)	Total	Frekuensi	Keterangan
1	Delay Operational LH	Tunggu Feeding	51,33	60,2	266	LH tidak menyuapai material.
		Masuk Besi	6,6		45	Sumber: LH, Penyebab: ditemukan Metal aktif ditemukan besi bekas, besi kuku bucket, besi saringan oli, besi plat, seng bekas, besi beton 10 cm, ditemukan teeth bucket PC400 di wobbler, ditemukan besi baut, besi pipa, besi ring, besi platukuran (20x5 cm), kaleng minuman bekas dan patahan besi, filter oil, besi anak greatbar.
		Evakuasi Blasting	0,5		2	Sumber: LH, Penyebab: tunggu hopperberisi min 50% (evakuasi blasting)
		Pindah Front Loading	1,0		4	Tunggu hopper berisi 50% / EC03 pindah front loading
		Rantai Kelambu Lepas	0,25		1	Stop belt 6a1j03 metal detektor aktif, cek personil ditemukan besi rantai kelambu, lepas akibat masuk besi
		Sensor Metal Detector aktif	0,17		1	Stop belt 6a1j03 sensor metal detektor aktif cekpersonil ditemukan besi
		Travel Loading Point	0,33		1	Sumber: LH, Loading point dibersihkan
		2	Delay Planned		Cek Alat	0,08
Persiapan/pengosongan jalur	6,25			12	Semua	

		Ishoma	62,3		44	Semua
		Persiapan Operasi	15,1		31	Semua
		Stop Operasi	31,9		7	Semua
		Tunggu Geser Carry	0,08		1	Stop feeder lsc6, personil geser carry 6a1j06 ke 12b,pindah pengisian ke ind4
		Tunggu Info Pengisian Dari Labor	5,0		1	Tunggu space pengisian di ind 6
		Sahur	3,3		2	Semua
3	Delay Operasional CC	Sensor Metal Detector Aktif	5,3	13,3	34	Aktif dan tidak ditemukan besi
		Sensor Belt Damage Aktif	0,8		3	Indikasi terkena lentingan material, kena lentingan material isi belt bergelombang.
		Sensor Belt Drift Aktif	0,17		1	Belt miring hari hujan, belt basah hujan lebat,
		Belt Miring	0,25		1	Belt miring drift aktif
		Belt Slip	0,7		3	Belt slip hujan deras belt basah, belt berair
		Sensor High Limit Speed Aktif	1,08		1	Stop RBC 6a1j04 Hi limit 1 aktif 2xbelt basah
		Dedusting Overload	0,8		1	Dedusting overload dan dilakukan pemukulan corong
		Pull Cord Aktif	0,17		1	Kena lentingan material, belt tidak ready (hujan lebat)
		Tunggu Balikkan Klep	0,67		3	Kotoran menebal di klep, membalikan klep kejalur 7.2 pasca RBC 6A1J04 slip.
		Tunggu Geser Carry	0,75		7	Tunggu personil geser carry6a1j06 ke

					a1j12b	
		Batu terjepit di scrapper	0,17		1	Stop belt A5U25 batu terjepit di scrapper diagonal
		Pengosongan Hopper MS 1	0,3		1	Pengosongan jalur 7.2
		Cek Belt	0,17		1	Pengecekan seputaran belt 6a1j05 oleh personil
		Wobler Trip Mati Mendadak	0,3		1	Mati mendadak
		Kotoran / material menumpuk	0,83		2	Stop sementara belt 6e1u04 material menyondak di bawah belt jatuhan dari karet guide material yang aus. Tunggu di bersihkan personil.
		Pull cord problem	0,08		1	Stop Mendadak RBC 6a1j03, cek personil beltpullcord sebelah kanan rebah
		Tunggu geser tripper	0,5		1	pengosongan jalur lanjut geser tripper ind 6, (melongkahi BS. U/ke ind 4 penuh)
		Pindah Jalur/ Storage/ Crusher / File/Dll	0,33		2	Stop sementara feeder pindahjalur 7.1
4	Problem External	Metal Detector Error Ada Petir	1,5	6,4	12	Idikasi petir tidak ditemukan besi
		Di stop warga	0,33		1	RBC A5J10 di stop warga(BERDEBU)
		Kabut tebal	1,92		5	Tunggu hopper berisi 50% / kabut tebal
		Power off dari GI	2,17		2	Power off Dari GI, tunggu pengecekan dari GI, Stop Lsc6/ power off dari GI
		Tunggu penerangan jalur	0,5		1	tunggu penerang jalur 7.2
		Tambalan Terkelupas	14,5		19	Tambalan terkelupas

		Tepi Belt Terkelupas	13,6	29	Ditemukan tepi belt terkelupas
--	--	----------------------	------	----	--------------------------------

5	Problem RBC (Mechanical /Downtime)	Batu Terjepit Di Scrapper	0,33	43,3	1	Batu terjepit
		Idler Rusak/Noise/Rompong/Dll	0,92		5	Mekanik ganti Selfcening di belt A5J10 yg berbunyi keras
		Sling Belt Keluar	1,42		4	Mekanik repair sling belt 6A1J05 yg keluar
		Belt Robek/ Bolong/ Gores/ Terkelupas	9,58		6	Belt robek kurang lebih 1 meter
		Karet Guide Material Keluar	0,25		1	Karet guide keluar
		Belt miring	1,5		6	stop lsc6 belt drift 6a1j08 aktif terus pindah pengisian ke ind 5, stop belt 6a1j05 sensor drift no 3aktif belt sway
		Sambungan Terkelupas	0,5		1	Sambungan terkelupas
		Batu terjepit di selfcleaning	0,25		1	Stop belt 6a2j10, batu terjepit di <i>selfcleaning</i>
		Belt putus	0,25		1	Stop RBC 6a1j05, putus dekat sambungan code6B/GB,lanjut persiapan pindah jalur 7.2
		Lagging Pulley Terkelupas	1		1	karet leging band pulley di trunover terkelupas
		Benang belt keluar	0,42		2	Lanjut DMG A1J12B aktif, cek personil benang ² tepi belt
		Kulit belt terkelupas	0,92		3	Sensor dmg aktif cek personil kulit belt terkelupastunggu di potong personil
		Stel brake	0,5		1	Stop belt 6a1j04 alarms wear out.Cek elektrikal,(stel break oleh tim mekanik) persiapan pindah ke jalur7.2

		Chute Bocor	0,17		1	Chute bocor
		Belt Tidak Bisa Start /Belum Bisa Ready	0,92		3	Tidak mau start
6	Problem RBC (Electrical/Downtime)	Sensor Belt <i>Damage Problem</i>	0,42	14,0	2	Tidak ditemukan lampu sensor dmg hidup-hidup mati, sensor merenggang
		Belt Stop Mendadak	2,17		9	indikasi alarm time out main kontaktordan interlock lostduring,
		Sensor belt drift aktif	0,17		1	saat start awal Crusher fault, tunggu direset elektrikal
		Speed monitor aktif	0,33		1	stop belt 6a1j10 indikasi speed monitor aktif
7	Problem Crusher (Electrical/Downtime)	Crusher Stop Mendadak	7,6	7,6	1	Crusher Foulit indikasi Analog Input Failure BearingArrangment Temp Drive End cek elektrikal
8	Downtime PABT (Mechanical)	Kerusakan Alat Berat	13,1	13,1	17	EC03 penambahan oil pto, EC03 hose grease Bocor, EC03 stop ada kebocoran oli hidrolik,
9	Problem Crusher (Mechanical/Downtime)	Tutup AS hammer lepas	3,0	3,2	3	Stop Lsc6 indikasi ada kelainan bunyi di crusher, di cek mekanik, elektrikal dan personil, di temukan Tutup AS Hammer lepas, lanjut di eksekusi mekanik
		Baut spilage scrapper patah/lepas	0,17		1	Stop sementara feeder Lsc6/ tunggu mekanikmemasang baut spillage yang lepas

Tabel D.2 Data Waktu Hambatan Pengosongan Jalur Bulan September 2022

Tanggal	Jumlah Durasi (Jam)
01-Sept	0,42
02-Sept	0,33
03-Sept	0,25
04-Sept	0,25
05-Sept	0,25
06-Sept	0,25
07-Sept	0,33
08- Sept	0,17
09- Sept	0,25
10- Sept	0,25
11- Sept	0,33
12- Sept	0,25
13- Sept	0,17
16- Sept	0,25
17- Sept	0,25
18- Sept	0,25
19- Sept	0,25
20- Sept	0,25
21- Sept	0,25
22- Sept	0,25
23- Sept	0,25
25- Sept	0,17
26- Sept	0,25
30- Sept	0,33
Grand Total	6,25
Median	0,25

D.3 Data Waktu Hambatan Ishoma Bulan September 2022

Tanggal	Shift	Jumlah Durasi (Jam)
01-Sept	1	1,83
	2	1,25
02- Sept	1	1,50
	2	1,58
03- Sept	1	1,33
	2	1,83
04- Sept	1	1,50
	2	1,75
05- Sept	1	1,25
	2	1,75
06- Sept	1	1,17
	2	1,83
08- Sept	1	1,83
	2	0,50
09- Sept	1	0,5
	2	1,75
10- Sept	1	1,17
	2	1,83
12- Sept	1	1,50
	2	1,75
13- Sept	1	0,92
	2	1,83

14- Sept	2	1,50
	3	0,5
15- Sept	2	1,83
16- Sept	2	1,83
17- Sept	1	0,75
	2	1,75
19- Sept	1	1,08
	2	1,50
20- Sept	1	1,33
	2	1,83
22- Sept	1	2,00
	2	2,08
23- Sept	1	0,42
	2	1,83
24- Sept	1	1,33
	2	1,83
26- Sept	1	0,25
	2	1,83
27- Sept	1	0,17
29- Sept	1	2,08
	2	2,00
30- Sept	1	0,42
Grand Total		62,3
Median		1,54

LAMPIRAN E

DATA WAKTU KERJA

Tabel E.1 Data Waktu Kerja Unit Limestone Crusher VI September 2022

Tanggal	Shift	Jam Kerja Tersedia (Jam)	Jam Rencana (Jam)	Running Hours (Jam)	Jam Efektif (Jam)
01- Sept -22	1	8	5,2	4,5	4,1
	2	7	5,8	5,4	4,4
	3	9	6,8	6,7	5,2
02- Sept -22	1	8	5,8	5,7	5,0
	2	7	5,4	4,8	3,8
	3	9	7,2	7,3	3,9
03- Sept -22	1	8	5,9	5,8	5,8
	2	7	5,2	4,9	4,4
	3	9	8,8	8,6	6,3
04- Sept -22	1	4	2,5	2,3	1,3
	2	7	5,3	5,0	4,5
	3	9	8,8	8,6	5,3
05- Sept -22	1	8	5,9	5,6	4,7
	2	7	5,3	3,2	2,9
	3	9	8,8	7,6	4,6
06- Sept -22	1	8	5,8	4,3	4,2
	2	7	5,2	5,0	4,1
	3	9	8,8	6,9	4,8
07- Sept -22	3	9	8,7	8,3	5,9
08- Sept -22	1	8	5,2	5,0	4,3
	2	7	6,5	6,5	4,2
	3	9	8,8	7,1	4,6
09- Sept -22	1	8	6,8	6,7	5,5
	2	7	5,3	3,8	3,7
	3	9	8,8	8,5	5,5
10- Sept -22	1	8	6,2	5,5	4,7
	2	7	5,2	4,5	4,5
	3	8,4	8,2	7,3	6,1
11- Sept -22	2	1,6	1,6	1,6	1,6
	3	9	8,7	8,8	6,4
12- Sept -22	1	8	5,7	3,2	3,0
	2	7	5,3	4,8	4,7
	3	9	8,8	8,9	6,8
13- Sept -22	1	8	6,3	6,8	5,5
	2	7	5,2	5,2	5,0

	3	9	8,8	8,3	6,8
14- Sept -22	2	6	4,5	4,5	4,3
	3	9	8,5	8,8	8,1
15- Sept -22	2	4,5	2,7	2,0	2,0
16- Sept -22	2	6,5	4,7	4,6	4,6
	3	9	8,8	8,5	5,0
17- Sept -22	1	8	6,5	6,8	5,4
	2	7	5,3	4,3	3,8
	3	9	8,8	7,3	6,2
18- Sept -22	2	0,83	0,8	0,7	0,7
	3	9	8,8	7,6	6,0
19- Sept -22	1	8	6,1	4,5	3,9
	2	7	5,5	0,3	0,3
	3	9	8,8	6,5	5,6
20- Sept -22	1	8	5,9	6,0	5,2
	2	7	5,2	4,4	4,2
	3	9	8,8	8,1	7,0
21- Sept -22	2	1	1,0	1,0	1,0
	3	9	8,8	8,4	7,0
22- Sept -22	1	8	5,3	4,4	4,3
	2	7	4,9	4,8	3,8
	3	9	8,8	6,2	5,8
23- Sept -22	1	8	6,9	6,5	5,5
	2	7	5,2	4,4	4,1
	3	9	8,8	8,8	7,3
24- Sept -22	1	8	6,1	5,6	5,6
	2	7	5,2	4,3	4,3
	3	9	5,2	4,8	2,6
25- Sept -22	3	9	8,8	8,2	6,9
26- Sept -22	1	8	7,1	6,0	5,4
	2	7	5,2	4,2	3,8
	3	9	8,8	7,8	6,5
27- Sept -22	1	8	7,2	7,4	6,5
	2	7	0	0	0
	3	9	3,8	3,3	3,2
28- Sept -22	2	2,5	2,5	2,3	2,0
	3	9	3,2	3,1	3,1
29- Sept -22	1	8	5,3	4,8	4,8
	2	7	5,0	3,9	3,8
	3	9	3,8	3,4	3,4
30- Sept -22	1	8	6,8	6,7	5,8
	2	7	0	0	0
	3	4,67	1,9	1,1	1,1
Total		590	465,9	418,9	347,1
Rata-rata		19,7	15,5	14,0	11,7

LAMPIRAN F MATRIKS

HAMBATAN

Tabel F.1 Matrik Hambatan LSC VI September 2022

Durasi (Jam / 1Kali Kejadian)	Frekuensi	Dapat Diabaikan	Jarang	Sedang	Sering
	Tingkatan	1	2	3	4
Sebentar	1	<p>Pindah Front Loading, Bersihkan Loading Point, Pull Cord Aktif, Tunggu Balikkan Klep, Tunggu Geser Carry, Pengosongan Hopper Ms 1, Wobler Trip Mati Mendadak, Pindah Jalur/Storage/Crusher/File Dll, Garla</p> <p>Rusak/Noise/Rompong/Dll, Plat Guide Material Lepas, Sensor Belt Damage Problem, Dedusting Tidak Bisa Start/ Belum Bisa Ready, Tambah Oli Hydraulic, Safety Pin Chain Feeder Lepas.</p>	<p>Sensor Belt Dift Aktif, Belt Miring, Karet Guide Material Keluar, Anak Grate Bar Patah.</p>	-	-
Sedang	2	<p>Belt Slip, Selfcleaning Aus/Rusak/Noise/Rompong, Menurunkan Tool, Klem Tersangkut Di Scrapper.</p>	<p>Change Operator, Belt Tidak Bisa Start/ Belum Bisa Ready, Belt Stop Mendadak, Kerusakan Alat Berat.</p>	<p>Pengosongan Jalur, Sensor Metal Detector Aktif, Tepi Belt Terkelupas,</p>	-

Lama	3	Evakuasi Blasting, Dedusting Overload, Metal Detector Error Ada Petir, Batu Terjepit Di Scrapeper, Idler Rusak/Noise/Rompong/Dll, Sling Belt Keluar, Belt Robek/Bolong/Gores Terkelupas, Batu Terjepit Di Guide Material, Lagging Pulley Terkelupas, Stelan Liner Chuter Lepas, Baut Standar Lepas/Patah/Longgar, Chuter Bocor, Plc Fault, SpeedMonitor Problem, Pin Aas Hammer Lepas, Komputer Error.	Sensor Belt Damage Aktif, Tambalan Terkelupas,	Masuk Besi	-
Sangat Lama	4	Sensor High Limit Speedd Aktif, Pasang Klem Belt, Sambungan Terkelupas, Tambalan Melendung, Crusher Stop Mendadak, Crusher Tidak Bisa Start/ Belum Bisa Ready.	-	Tunggu Feeding, Persiapan Operasi, Ishoma	-

LAMPIRAN G

DATA PRODUKSI AKTUAL LSC VI

Tabel G.1 Data Produksi Aktual *Hammer Crusher* LSC VI Bulan September 2022 PT Semen Padang

Tanggal	Shift	Target Prod (Ton)	Real Prod (Ton)	Ketercapaian (%)	Running hour (Jam)	Jam efektif (Jam)	Target Produktivitas (Ton/Jam)	Real produktifitas (Jam/Ton)	Real kapasitas (Ton/Jam)
01- Sept -22	1	9.000	6.900	77%	4,5	4,1	1.800	1.533	1.690
	2	9.000	7.673	85%	5,4	4,4	1.800	1.417	1.737
	3	14.400	8.000	56%	6,7	5,2	1.800	1.200	1.548
02- Sept -22	1	9.000	9.400	104%	5,7	5,0	1.800	1.659	1.880
	2	9.000	6.838	76%	4,8	3,8	1.800	1.415	1.784
	3	12.600	6.151	49%	7,3	3,9	1.800	839	1.570
03- Sept -22	1	9.000	9.500	106%	5,8	5,8	1.800	1.652	1.652
	2	8.100	7.500	93%	4,9	4,4	1.800	1.525	1.698
	3	12.600	9.520	76%	8,6	6,3	1.800	1.109	1.523
04- Sept -22	1	4.000	2.000	50%	2,3	1,3	1.800	889	1.600
	2	7.200	6.700	93%	5,0	4,5	1.800	1.340	1.489
	3	12.600	7.680	61%	8,6	5,3	1.800	895	1.463
05- Sept -22	1	9.000	7.336	82%	5,6	4,7	1.800	1.314	1.572
	2	9.000	4.900	54%	3,2	2,9	1.800	1.547	1.680
	3	12.600	6.311	50%	7,6	4,6	1.800	832	1.377
06- Sept -22	1	9.000	7.345	82%	4,3	4,2	1.800	1.695	1.763
	2	8.100	7.300	90%	5,0	4,1	1.800	1.460	1.788
	3	12.800	7.067	55%	6,9	4,8	1.800	1.022	1.488
07- Sept -22	3	12.600	8.727	69%	8,3	5,9	1.800	1.058	1.475
08- Sept -22	1	9.000	6.842	76%	5,0	4,3	1.800	1.368	1.610
	2	8.100	7.050	87%	6,5	4,2	1.800	1.085	1.692

	3	12.600	8.263	66%	7,1	4,6	1.800	1.167	1.803
09- Sept -22	1	9.000	9.300	103%	6,7	5,5	1.800	1.395	1.691
	2	8.100	6.046	75%	3,8	3,7	1.800	1.612	1.649
	3	12.600	9.617	76%	8,5	5,5	1.800	1.131	1.749
10- Sept -22	1	9.000	7.200	80%	5,5	4,7	1.800	1.309	1.543
	2	8.100	8.000	99%	4,5	4,5	1.800	1.778	1.778
	3	12.600	10.150	81%	7,3	6,1	1.800	1.400	1.668
11- Sept -22	2	2.700	3.000	111%	1,6	1,6	1.800	1.895	1.899
	3	12.600	9.716	77%	8,8	6,4	1.800	1.100	1.514
12- Sept -22	1	9.000	5.900	66%	3,2	3,0	1.800	1.863	1.967
	2	8.100	8.400	104%	4,8	4,7	1.800	1.738	1.800
	3	12.600	10.858	86%	8,9	6,8	1.800	1.218	1.609
13- Sept -22	1	9.000	10.400	116%	6,8	5,5	1.800	1.541	1.891
	2	8.100	8.100	100%	5,2	5,0	1.800	1.568	1.620
	3	12.600	11.797	94%	8,3	6,8	1.800	1.416	1.748
14- Sept -22	2	5.700	7.855	138%	4,5	4,3	1.800	1.746	1.813
	3	12.600	13.460	107%	8,8	8,1	1.800	1.524	1.665
15- Sept -22	2	4.000	3.400	85%	2,0	2,0	1.800	1.700	1.700
16- Sept -22	2	7.200	7.650	106%	4,6	4,6	1.800	1.669	1.669
	3	12.600	9.756	77%	8,5	5,0	1.800	1.148	1.951
17- Sept -22	1	9.000	8.600	96%	6,8	5,4	1.800	1.259	1.588
	2	8.100	6.450	80%	4,3	3,8	1.800	1.518	1.720
	3	12.600	9.893	79%	7,3	6,2	1.800	1.365	1.604
18- Sept -22	2	-	1.200	~	0,7	0,7	1.800	1.800	1.809
	3	12.600	9.525	76%	7,6	6,0	1.800	1.256	1.588
19- Sept -22	1	9.000	6.600	73%	4,5	3,9	1.800	1.467	1.685
	2	8.100	600	7%	0,3	0,3	1.800	1.800	1.800
	3	12.600	9.025	72%	6,5	5,6	1.800	1.388	1.616
20- Sept -22	1	9.000	8.700	97%	6,0	5,2	1.800	1.450	1.684

	2	8.100	6.950	86%	4,4	4,2	1.800	1.574	1.668
	3	12.600	11.400	90%	8,1	7,0	1.800	1.410	1.629
21- Sept -22	2	1.600	1.800	113%	1,0	1,0	1.800	1.800	1.800
	3	12.600	10.956	87%	8,4	7,0	1.800	1.302	1.565
22- Sept -22	1	9.000	7.390	82%	4,4	4,3	1.800	1.673	1.705
	2	8.100	6.500	80%	4,8	3,8	1.800	1.368	1.696
	3	12.600	10.380	82%	6,2	5,8	1.800	1.683	1.805
23- Sept -22	1	9.000	9.720	108%	6,5	5,5	1.800	1.495	1.767
	2	8.100	7.070	87%	4,4	4,1	1.800	1.601	1.731
	3	12.600	11.515	91%	8,8	7,3	1.800	1.304	1.570
24- Sept -22	1	9.000	9.500	106%	5,6	5,6	1.800	1.701	1.701
	2	8.100	7.800	96%	4,3	4,3	1.800	1.800	1.835
	3	12.600	4.880	39%	4,8	2,6	1.800	1.010	1.889
25- Sept -22	3	12.600	11.805	94%	8,2	6,9	1.800	1.446	1.707
26- Sept -22	1	9.000	8.333	93%	6,0	5,4	1.800	1.389	1.538
	2	8.100	6.700	83%	4,2	3,8	1.800	1.608	1.748
	3	12.600	10.430	83%	7,8	6,5	1.800	1.331	1.605
27- Sept -22	1	9.000	11.822	131%	7,4	6,5	1.800	1.594	1.819
	3	12.600	5.066	40%	3,3	3,2	1.800	1.520	1.600
28- Sept -22	2	3.600	3.500	97%	2,3	2,0	1.800	1.500	1.750
	3	12.600	5.120	41%	3,1	3,1	1.800	1.661	1.661
29- Sept -22	1	9.000	8.510	95%	4,8	4,8	1.800	1.792	1.792
	2	8.100	6.100	75%	3,9	3,8	1.800	1.557	1.627
	3	12.600	4.100	33%	3,4	3,4	1.800	1.200	1.200
30- Sept -22	1	9.000	10.121	112%	6,7	5,8	1.800	1.518	1.760
	3	12.600	1.530	12%	1,1	1,1	1.800	1.412	1.408
Total		785.100	579.200	6129%	418,9	347,1	140.400,0	109.320,4	127.473,2

G.2 Perhitungan Produksi Aktual Unit Peremuk Limestone Crusher VI Bulan September 2022

* Perhitungan Target Produksi Perhari

$$\begin{aligned}\text{Produksi target perhari} &= \frac{\text{target produksi perbulan}}{\text{hari kerja produksi sebulan}} \\ &= \frac{785.100 \text{ ton}}{30 \text{ hari}} \\ &= 26.170 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

* Perhitungan Produksi Aktual Perhari

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan produksi perhari} &= \frac{\text{produksi perbulan}}{\text{hari kerja produksi sebulan}} \\ &= \frac{579.200 \text{ ton}}{30 \text{ hari}} \\ &= 19.306,7 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{*Perhitungan Nyata Perjam} &= \frac{\text{produksi rata-rata perhari}}{\text{waktu kerja nyata}} \\ &= \frac{19.306,7 \text{ ton/hari}}{11,7 \text{ jam}} \\ &= 1650,1 \text{ ton/jam}\end{aligned}$$

*Laju Produksi

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan produksi perhari} &= \frac{\text{total produksi}}{\text{waktu efektif produksi}} \\ &= \frac{579.200 \text{ ton}}{347,1 \text{ jam}} \\ &= 1.668,7 \text{ ton/jam}\end{aligned}$$

*Efisiensi Ketercapaian Produksi

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan efisiensi ketercapaian produksi} &= \frac{\text{produksi aktual}}{\text{target produksi}} \times 100\% \\ &= \frac{579.200 \text{ ton}}{785.100 \text{ ton}} \times 100\% \\ &= 73,8\%\end{aligned}$$

LAMPIRAN H

NILAI KETERSEDIAAN ALAT LSC VI BULAN SEPTEMBER 2022

Dari data yang diperoleh pada pengamatan yang dilakukan berupa waktu kerja, waktu kerja efektif dan waktu hambatan maka dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui ketersediaan alat peremuk sebagai berikut:

W = (*Working hour*) jumlah jam kerja alat tanpa mengalami kerusakan.

Waktu ini meliputi pula tiap hambatan yang ada atau jumlah waktu kerja efektif

R = (*Repair hour*) jumlah jam perbaikan atau jumlah waktu yang hilang karena perbaikan

S = (*Stand by hour*) jumlah jam alat tidak digunakan tapi tidak mengalami kerusakan atau jumlah hambatan non-mekanis

Ketersediaan alat unit LSC VI ini pada periode yang telah diamati selama 30 hari kerja pada bulan April 2022, diketahui data-data sebagai berikut: Diketahui:

$$W = 347,1 \text{ jam}$$

$$R = 78,0 \text{ jam}$$

$$S = 164,9 \text{ jam}$$

a. *Mechanical availability (MA)*

MA adalah cara untuk menentukan kondisi sebenarnya dari suatu alat berdasarkan alat yang digunakan.

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\%$$

$$MA = \frac{347,1}{347,1 + 78} \times 100\%$$

$$MA = 81,7\%$$

b. *Physical availability (PA)*

PA adalah catatan ketersediaan yang berkaitan dengan kondisi fisik peralatan yang digunakan.

$$MA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\%$$

$$MA = \frac{347,1 + 164,9}{347,1 + 78 + 164,9} \times 100\%$$

$$MA = 86,8\%$$

c. *Use of availability (UA)*

Menunjukkan persentase waktu yang diperlukan alat untuk berkerja pada saat alat dapat digunakan.

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{347,1}{347,1 + 164,9} \times 100\%$$

$$UA = 67,8\%$$

d. *Efective utilization (EU)*

Menentukan tingkat utilisasi *crusher* dan kapasitas yang dapat dicapai.

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$EU = \frac{347,1}{347,1 + 78 + 164,9} \times 100\%$$

$$EU = 58,8\%$$

Tabel H.1 Ketersediaan Alat *Crusher*

Nilai-Nilai Kesediaan Alat	Persentase
MA	81,7%
PA	86,8%
UA	67,8%
EU	58,8%

H.1 Nilai Ketersediaan Alat Setelah Simulasi Perbaikan Waktu Hambatan Unit LSC VI

Ketersediaan alat unit LSC VI setelah dilakukan perbaikan dengan pengupayaan waktu efektif kerja adalah didapat data-data sebagai berikut:
Diketahui:

$$W = 415,9 \text{ jam}$$

$$R = 78,0 \text{ jam}$$

$$S = 96,12 \text{ jam}$$

a. Mechanical availability (MA)

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\%$$

$$MA = \frac{415,9}{415,9 + 78} \times 100\%$$

$$MA = 84,2\%$$

b. Physical availability (PA)

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\%$$

$$PA = \frac{415,9 + 96,12}{415,9 + 78 + 96,12} \times 100\%$$

$$PA = 86,8\%$$

c. Use of availability (UA)

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{415,9}{415,9 + 96,12} \times 100\%$$

$$UA = 81,2\%$$

d. *Efective utilization* (EU)

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$EU = \frac{415,9}{415,9 + 78 + 96,12} \times 100\%$$

$$EU = 70,5\%$$

Table H.1.1 Ketersediaan Alat *Crusher* Setelah Simulasi

Nilai-Nilai Kesediaan Alat	Persentase
MA	84,2%
PA	86,8%
UA	81,2%
EU	70,5%

LAMPIRAN I

PETA SITUASI

I.1 Peta Situasi Kemajuan Tambang PT Semen Padang

