

Analisis Kinerja *Crusher* Pada Kegiatan Produksi Batu Gamping Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Untuk Mencapai Target Produksi PT. Sumbar Calcium Pratama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota

Indah Suryani^{1*}, Rizto Salia Zakri^{2**}

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

² Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

[*indahsuryani2601@gmail.com](mailto:indahsuryani2601@gmail.com)

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

Abstract. PT. Sumbar Calcium Pratama is a company engaged in the limestone mining business. In its mining activities, PT. Sumbar Calcium Pratama focuses more on processing activities in the form of reducing limestone using a crusher crusher, this activity uses 3 crusher units with a production target of each crusher A 2.5 tons/hour, crusher B 2.5 tons/hour, and crusher C 5 tons/hour so that the total production is 1750 tons/month. In October PT. Sumbar Calcium Pratama is only able to produce a production of 1,302 tons/month this is due to the non-optimal use of the crusher, it is necessary to calculate the productivity of the tool so that it can be optimized according to the working hours that have been set so that there is no excess financing. The purpose of this study is to determine operational costs in limestone processing, and knowing the value of crusher efficiency. From the calculation results, the cost of crusher A is 130,167/ton, crusher B 156,919/ton, and crusher C 174,179/ton. After being analyzed for calcium carbonate production, the planned production targets are crusher A 119.742/ton, crusher B 151.213/ton, and crusher C 155.064/ton

Keywords: production, operational costs, work efficiency

1 Pendahuluan

PT. Sumbar Calcium Pratama atau dikenal dengan sebutan SCP bergerak pada pertambangan batu gamping, metode penambangan yang diterapkan di PT. SCP tersebut adalah tambang terbuka (open pit). Kegiatan penambangan PT. Sumbar Calcium Pratama lebih fokus pada kegiatan pengolahan yaitu pemperkecil ukuran batu gamping, mulai dari tahap penggalian, peremukan dan juga pengemasan. Proses pengolahan di PT. Sumbar Calcium Pratama menggunakan mesin *crusher*.

Proses produksi perbulan di PT. Sumbar Calcium Pratama semua dilakukan dengan keinginan perusahaan dan menggunakan 3 unit *crusher* dengan target produksi masing-masing *crusher* A 2,5 ton/jam, *crusher* B 2,5 ton/jam dan *Crusher* C 5 ton/ jam sehingga total produksi 1.750 ton/bulannya. PT. SCP di bulan oktober hanya mampu menghasilkan produksi sebesar 1.302 ton/bulannya, ini disebabkan oleh pentingnya produktivitas dari alat, waktu persiapan *crusher* sehingga akan mendapatkan hasil yang efisiensi, alat peremuk

crusher tidak bisa memenuhi dari target produksi atau tidak sesuai dengan target yang diinginkan 1.750 ton/bulan. Beberapa hari pada bulan oktober 2021 terdapat jam kerja yang tidak produktif sebagaimana jam pekerjaan yang telah diatur sehingga menyebabkan terjadinya pemborosan biaya. Faktornya dikarenakan tidak optimal dengan pemakaian *crusher*, maka perlu dilakukan perhitungan produktivitas dari alat *crusher* sehingga bisa dimaksimalkan sesuai dengan jam pengerjaan yang sudah ditetapkan supaya tidak terjadi pemborosan biaya sehingga produksi batu gamping mencukupi target yang telah diatur oleh perusahaan.

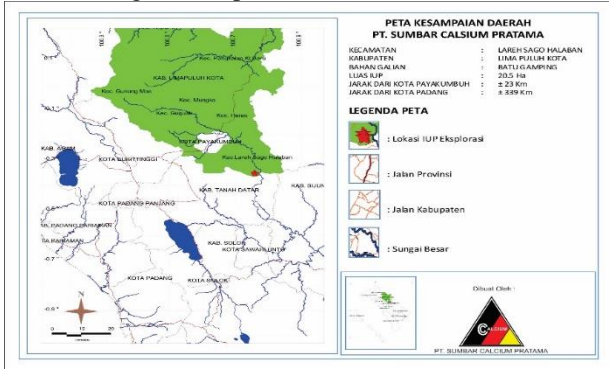
Perlunya analisis teknis dari kegiatan pengolahan bahan galian pada pembahasan terutama pada mesin *crusher* untuk bisa mencapai target produksi yang telah diinginkan, agar bisa mendapatkan nilai efisiensi terhadap mesin *crusher*, sehingga bisa dioptimalkan sesuai dengan jam pekerjaan yang telah ditetapkan supaya tidak terjadi pemborosan biaya dan juga produksi bisa mencapai target yang telah diinginkan pada proses produksi, supaya target

pada produksi *calcium carbonate* setiap bulannya dapat sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

2 Kajian Pustaka

2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi IUP Operasi Produksi Batu Gamping PT. Sumbar Calcium Pratama, secara administrasi berada di Lorong Ateh Loban, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis lokasi tambang PT. Sumbar Calcium Pratama terletak pada koordinat 0°20'50.2" LS dan 100 45'25.3" BT. Yang meliputi area seluas 20 Ha.



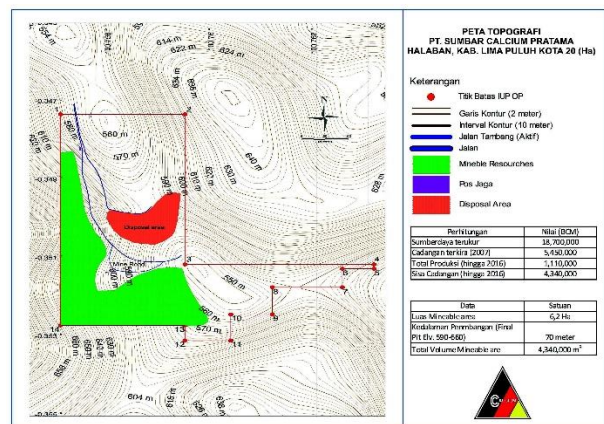
Gambar 1. Peta Lokasi dan Kesampaian Daerah

2.2 Iklim dan Cuaca

Dalam kegiatan industri terutama dalam industri pertambangan, iklim di daerah PT. Sumbar Calcium Pratama mempunyai 2 musim yaitu hujan dan kemarau dengan temperature 27-36°C. Cuaca ini bisa mempengaruhi efektivitas pekerjaan pada tambang, terkhusus pada tambang yang menggunakan metode dari tambang terbuka. Hujan dapat menyebabkan kondisi perjalanan ke tambang menjadi basah, berlumpur dan juga licin sehingga mempengaruhi kinerja alat atau pun operator, juga membuat waktu kerja akan lebih singkat, begitu pula apabila cuaca pada musim kemarau akan membuat perjalanan ke tambang menjadi kering dan berdebu.

2.3 Kondisi Topografi

PT. Sumbar Calcium Pratama secara garis besar berada di kondisi wilayah penambangan daerah perbukitan yang dilingkupi banyaknya pohon dan vegetasi lainnya beberapa digunakan masyarakat sebagai lahan untuk pertanian dengan ketinggian berkisar 250-800 meter.



Gambar 2. Peta Topografi PT. SCP

2.4 Kondisi Geologi

Keadaan geologi di PT. Sumbar Calcium Pratama didominasi oleh batu kapur (*limestone*), yaitu batuan yang disusun oleh mineral *calcium carbonate* ($CaCO_3$), yang terjadi secara organik rombakan dan juga kimia. Organik rombakan jenis ini berasal dari kumpulan endapan, sisa makhluk hidup laut yang bercangkang keras, dan ganggang. Rombakan kimia ini terjadi pengendapan dari hasil rombakan organik yang berlangsung tidak dari tempat semula. Jenis lain yang ada yaitu terjadi pengendapan dari *calcium carbonate* kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu, baik dalam air laut, tawar maupun endapan sinter kapur.

2.5 Batu Gamping

Batu Gamping atau *calcium carbonate* adalah suatu mineral industri memiliki cadangan yang melimpah dan banyak tersebar di wilayah Indonesia. *Calcium carbonate* ini juga dikenal dengan istilah batu kapur jenis batuan sedimen berwarna putih. Manfaat *calcium carbonate* yaitu sebagai bahan campuran bangunan, pondasi rumah dan juga bahan baku semen. Hal itu batu gamping memiliki peran yang sangat penting untuk bahan baku dalam pembangunan infrastruktur Indonesia.

Batu gamping berasal dari larutan yang mengalami proses biokimia dan kimia yang berperan organisme dan butiran rombakan mengalami transportasi terendapkan di suatu tempat. Terjadi proses pembentukan berlangsung dengan lingkungan air laut. Batu gamping ini mengendap di alam yang bisa dilihat dengan kasat mata yang mempunyai karakteristik batuan berwarna putih dan terang.

2.6 Produksi

Produksi ialah sesuatu kegiatan yang dikerjakan supaya menambah nilai guna suatu benda atau pun menciptakan benda yang baru agar lebih bermanfaat untuk memenuhi keperluan. Proses kegiatannya menambah guna suatu benda tanpa perlu mengganti bentuknya itu dinamakan produksi jasa. Beda halnya dengan kegiatan yang

menambah daya guna suatu benda seperti memperbaharui sifat dan bentuk dinamakan produksi barang.

2.7 Tahapan Pengolahan Bahan Galian

2.7.1 Tahapan Persiapan Mesin Produksi

Sebelum melakukan proses pengolahan batu gamping, hal pertama yang harus dilakukan adalah memastikan kondisi mesin produksi dalam keadaan baik. Hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- 1) Pastikan kondisi sekitar mesin produksi aman.
- 2) Amati bagian sambungan las dan baut dalam keadaan baik.
- 3) Periksa tali *V-belt* penggerak dalam kondisi baik.
- 4) Periksa kondisi rantai elevator dalam keadaan baik

2.7.2 Tahapan Pemecahan Batu Gamping dengan Crusher

Crushing bermaksud untuk liberasi mineral yang diinginkan dengan mineral pengotornya. *Stone crusher* merupakan alat berat yang bisa digunakan untuk meremukan batuan menjadi ukuran yang lebih kecil. Dalam tahapan ini yang harus diperhatikan yaitu memperhatikan bongkahan batu yang masuk kedalam *jaw crusher*. Apabila batu yang dimasukkan terlalu banyak maka *hopper* akan penuh, hal ini mengakibatkan batuan mengalami penumpukan dibagian *elevator* dan *feeder* sehingga produksi terhenti untuk sementara.

2.7.3 Tahapan Penghalusan Batu Gamping

Batuan yang sudah hancur oleh *jaw crusher* menuju ke *elevator* kemudian bergerak naik dan menghantarkan batuan kedalam *hopper*, didalam *hopper* akan diberi getaran oleh *Vibrating Feeder* sehingga batu masuk kedalam *Main Frame*.

2.7.4 Tahapan Pengayakan/Penyaringan

Pengayakan/penyaringan merupakan kegiatan pemisah dengan cara mekanik berdasarkan dengan perbedaan ukuran partikel. Pengayakan ini memakai skala industri, sedangkan penyaringan hanya dipakai dengan skala laboratorium.

Produk yang di hasilkan dari proses pengayakan/penyaringan ada 2 (dua), yaitu:

- Ukurannya lebih besar dari pada ukuran lubang-lubang ayakan (*oversize*).
- Ukuran yang lebih kecil daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*undersize*).

2.7.5 Tahapan Pengemasan Hasil Produksi

Material yang halus disaring oleh *separator* menuju *cyclone collector*. *Cyclone collector* ini berfungsi sebagai wadah penampungan material, material yang tertampung akan turun menuju *Discharging Valve*. *Discharging Valve* ini merupakan bagian ujung mesin yang menjadi tempat keluarnya hasil produksi.

Bagian ujung *Discharging Valve* akan dipasangkan karung hal ini berfungsi agar hasil produksi yang turun

dari *Cyclone Collector* tidak berserakan dilantai, material yang sudah ditampung dengan karung kemudian ditimbang sebanyak 50 kg dan dijahit agar kemasan tertutup rapat.

2.8 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat

Berikut ini adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kinerja *crusher*:

2.8.1 Sifat Fisik Material

Sifat fisik material akan mempengaruhi faktor kinerja *crusher* karena *crusher* tidak dapat digunakan untuk semua jenis batuan, maka dari itu *crusher* memiliki spesifikasi alat yang meliputi karakteristik batuan yang dapat dihancurkan. Sifat mekanik batuan yang mempengaruhi kinerja *crusher* adalah seperti kekerasan batuan, kuat tekan batuan, elastisitas batuan, *nisbah poisson* dan plastisitas batuan tersebut.

2.8.2 Kekuatan Batuan

Kekuatan mekanik batuan adalah sifat ketahanan batuan terhadap gaya luar. Nilai kekuatan ini menyatakan seberapa besar tegangan yang perlu untuk menyebabkan kerusakan ke batuan tersebut. Kekuatan batuan bergantung pada komposisi mineral.

2.8.3 Kondisi Area Kerja

Area kerja yang nyaman sangat mempengaruhi kelancaran alat pertambangan untuk beroperasi sehingga membuat produksi akan bagus karena berkurangnya dan juga mengecilnya jarak tempuh yang perlu pada alat tambang tersebut.

2.8.4 Cuaca

Cuaca sangat mempengaruhi proses kerja peralatan mekanis, hal ini karena dapat memperkirakan berapa hari dalam setiap tahun hujan terjadi, oleh karena itu alat mekanis tidak efektif bekerja jika hujan lebat, karena pada jalan area kerja menjadi berlumpur dan juga sebaliknya ketika terjadi musim kemarau dapat menyebabkan banyaknya abu yang bisa membuat proses pekerjaan menjadi tidak terarah. Cuaca ini juga akan sangat berpengaruh terhadap efisiensi pekerjaan yang terjadi akibat dengan hubungan langsung pada udara luar tambang terbuka.

2.8.5 Ketinggian Dari Permukaan Laut

Kegiatan permukaan laut dengan ketinggian *horse power* dari peralatan tambang akan berpengaruh dengan perubahan kadar oksigen pada ketinggian udara. Semakin tinggi suatu pada area kerja, maka semakin berkurang pula presentasi oksigen, energi alat yang tersedia akan berkurang dan harus dilakukan koreksi guna untuk kenaikan 1000 ft yang kedua. Penyusutan tenaga tergantung pengisapan udara pada mesin peralatan tambang tersebut.

2.8.6 Alat Peremuk/crusher

Crusher tidak dirancang untuk mereduksi semua jenis batuan. Crusher dipilih melalui pertimbangan patokan umpan yang bisa diterima oleh mesin crusher, kekerasan material umpan akan direduksi, kapasitas yang terdapat diterima oleh alat dalam mengurangi material, serta kesamaan produk yang dihasilkan.

2.8.7 Faktor Efisiensi

Keberhasilan dari suatu pekerjaan dinilai sangat sulit dipastikan secara tepat karena menangkap beberapa faktor seperti halnya faktor mesin, kondisi pada kerja dan juga faktor manusia. Keberhasilan dari suatu pekerjaan ditentukan oleh efisiensi kerja, efisiensi waktu atau kesediaan peralatan untuk dilaksanakan.

2.8.8 Nilai Ketersediaan Alat

Ketersediaan alat menunjukkan kondisi alat mekanis dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama proses pekerjaan. Ketersediaan alat dibagi menjadi :

1) Mechanical Availability (MA)

Ketersediaan alat dengan memperhitungkan waktu kerja yang hilang untuk perbaikan karena alasan mekanis.

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

W = Jumlah jam kerja kegiatan produksi
R = Jumlah jam perbaikan

2) Physical Availability (PA)

Kesediaan alat untuk melakukan kegiatan produksi dengan memperhitungkan waktu yang hilang dikarenakan alasan tertentu.

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

W = Jumlah jam kerja kegiatan produksi
R = Jumlah jam perbaikan
S = Jumlah jam persiapan

3) Use of Availability (UA)

Menyatakan efisiensi kerja berdasarkan oleh keadaan alat standby, karena alasan selain alasan menarik.

$$MA = \frac{W}{W+S} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

W = Jumlah jam kerja kegiatan produksi
S = Jumlah jam persiapan

4) Effective Utilization (EU)

Tingkat kerja alat yang benar-benar digunakan untuk melakukan produksi dari waktu yang tersedia.

$$Eut = \frac{W}{W+R+S} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

W = Jumlah jam kerja produksi

R = Jumlah jam perbaikan

S = Jumlah jam persiapan.

2.8.9 Nilai Efisiensi dan Efektifitas Alat

Jam kerja efektif adalah waktu kerja yang benar-benar digunakan untuk pengoperasian alat tanpa gangguan dari manapun baik itu mekanis atau pun non mekanis yang mengganggu proses kegiatan produksi. Dengan demikian maka waktu kerja efektif dapat ditentukan dengan rumus: W efektif = W tersedia – W hambatan.....(5)

Keterangan :

W Efektif = Jam kerja yang benar-benar digunakan dalam proses kerja produksi

W Tersedia = Jam kerja yang disediakan dari perusahaan

W Hambatan = Jam terjadi kerusakan pada alat atau jam persiapan alat

Nilai efisiensi ini menunjukkan presentasi waktu kerja efektif operasi rata-rata unit dari alat peremuk crusher dengan memperhatikan kehilangan kehilangan waktu yang di disebabkan oleh berbagai faktor.

$$Eff = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (we)}}{\text{Waktu Tersedia (T)}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

2.8.10 Keterampilan dan pengalaman operator

Jika kemampuan operator baik dalam mengoperasikan alat yang digunakan dapat akan memperkecil waktu edar dari peralatan tambang tersebut.

2.9 Produktivitas Crusher

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

$$P = C \times We \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

C : Kapasitas unit crusher (ton/jam)

We : Waktu kerja efektif (jam)

Perhitungan produksi unit crusher berdasarkan waktu produktif:

1) Perhitungan target produksi crusher

$$\text{perhari} = \frac{\text{Target produksi perbulan}}{\text{Hari kerja produktif selama sebulan}} \dots\dots\dots(8)$$

2) Perhitungan nyata

$$\text{perjam} = \frac{\text{Produksi rata-rata perhari}}{\text{Waktu kerja nyata}} \dots\dots\dots(9)$$

2.10 Kapasitas Hopper

Hopper merupakan alat tambah pada rangkaian alat peremuk crusher yang berperan sebagai tempat penerima umpan, hal ini berasal dari lokasi stockpile room. Hopper ini terbuat dari beton yang sudah dilapisi oleh lembaran baja pada dinding yang bertujuan supaya terhindar dari kerusan yang diakibatkan oleh benturan dan gesekan dinding dari batu gamping. Kapasitas hopper dapat dihitung berdasarkan:

$$V \text{ hopper} = \frac{1}{3} \times t (L \text{ atas} L \text{ bawah} \sqrt{L} \text{ atas} \times L \text{ bawah}) \dots\dots(10)$$

Sumber: Mutia Sri Rezeki, dkk (dkk)

Keterangan :

$V_{Hopper} = \text{Volume hopper}$

Kapasitas *hopper*:

$K = v \times$

$Bi \dots \dots \dots (11)$

Sumber: Mutia Sri Rezeki, dkk (2018)

Keterangan:

$V = \text{Volume hopper}$

$Bi = \text{Bobot isi material (ton/m}^3\text{)}$

2.11 Hambatan

2.11.1 Hambatan Yang Bisa Dihindari

Hambatan yang bisa dihindari biasanya hambatan yang bersifat non-mekanis. Hambatan dari non-mekanis ini disebabkan oleh ondersil dari luar peralatan. Hambatan ini dapat menyebabkan *crusher* terhenti berproses padahal alatnya dalam keadaan *standby* dan siap untuk digunakan. Adapun hambatan dari 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 pekerja.

2.11.2 Hambatan yang Tidak Bisa Dihindari

Hambatan yang tidak bisa dihindari biasanya hambatan yang bersifat mekanis, hambatan mekanis ini berasal dari faktor mekanis alat, yaitu hambatan yang terjadi oleh alat mengalami kerusakan atau gangguan sehingga diperlukan perbaikan dan alat harus terpaksa berhenti beroperasi. Adapun hambatan mekanis yang berlangsung yaitu seperti kerusakan alat yang meliputi rusaknya grate bar *crusher*, adanya *metal detected* didalam *crusher*, umpan yang dimasukkan terlalu besar dari *opening side crusher* sehingga terjadi *block-up*, dan lain-lain. Apabila hambatan mekanis terjadi, maka perlu dilakukan perbaikan, servis, *maintenance*, dan pengecekan alat untuk mengetahui kondisi alat dapat dioperasikan kembali.

2.12 Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna alat berat saat alat berat tersebut dioperasikan. Hal yang harus diperhitungkan pada biaya produksi yaitu:

2.12.1 Bahan Bakar

Biaya bahan bakar adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat, jenis alat berat memiliki *fuel consumption* yang berbeda-beda.

Ongkos BBM = Harga Bahan Bakar/liter \times Waktu Lama Pemakaian $\dots \dots \dots (12)$

2.12.2 Oil, Grease dan Filters

Semua unit yang beroperasi memerlukan perawatan salah satunya, perawatan rutin yang biasanya meliputi penggantian oli, pelumasan dengan *grease*, penggantian

saringan dan berapa perawatan rutin lainnya. Setiap unit yang berbeda tentunya juga memiliki kebutuhan terhadap oli dan gomok berbeda.

Biaya Oli = Kebutuhan per jam (kg) \times harga per kg $\dots (13)$

Biaya Filter = $\frac{\text{Jumlah filter (unit)} \times \text{Harga per unit}}{\text{Interval penggantian filter (bulan)}} \dots \dots \dots (14)$

Biaya Grease = Kebutuhan per jam (kg) \times harga per kg (15)

2.12.3 Gaji operator

Gaji operator salah satunya yang perlu dihitung dalam perhitungan biaya produksi alat berat. Gaji operator biasanya berdasarkan jam kerja para karyawan, namun beberapa perusahaan operator alat berat menggaji karyawan dengan gaji perbulan.

Upah Operator/jam = $\frac{\text{Upah operator per bulan (Rp)}}{\text{Jam Operasi per bulan (Jam)}} \dots \dots \dots (16)$

3 Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan penulis yaitu penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen, dimana menurut Sutrisno Badri (2012:2) metodologi penelitian kuantitatif mulai dengan menetapkan obyek studi yang spesifik, dieliminasi dari totalitas menjadi eksplisist dan jelas obyek studinya. Setelah itu disusun kerangka teori sesuai dengan obyek studi spesifiknya. Oleh karena itu dapat dihasilkan hipotesis atau problematik penelitian, instrument, teknik sampling serta teknik analisisnya pengumpulan data.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam menyelesaikan masalah pada penelitian ini penulis melakukan beberapa kegiatan antara lain:

3.2.1 Studi Literatur

Studi Literatur ialah pencarian bahan pustaka mengenai masalah yang dibahas meliputi studi tentang analisis mengenai produksi tambang melalui berbagai percobaan, jurnal, buku-buku, atau laporan studi yang telah ada.

3.2.2 Pengambilan data primer

Menurut Hasan (2002:82) data primer yaitu data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan, pengamatan dilakukan dengan cara peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap semua kegiatan di daerah yang akan diteliti, seperti data:

- 1) Produktivitas *crusher* (ton/jam)
- 2) Perhitungan *hopper* (kapasitas dan volume *hopper*)
- 3) Waktu kerja efektif dan hambatan kinerja *crusher* (menit)

3.2.3 Pengambilan data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada (Hasan, 2002:58). Adapun data sekunder dari PT. Sumbar Calcium Pratama adalah

- 1) Spesifikasi alat
- 2) Peta Topografi dan Geologi
- 3) Jam kerja (Waktu kerja)
- 4) Data Produksi Batu Gamping
- 5) Data biaya operasional *crusher*

3.3 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

3.3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data ini dilakukan setelah studi literatur penelitian langsung dilapangan. Data yang diambil adalah data primer dan data sekunder. Dilakukan dengan cara:

- 1) Melakukan pengamatan dilapangan
- 2) Mencari faktor penyebab dari masalah
- 3) Evaluasi hasil
- 4) Tindakan Perbaikan

3.3.2 Akusisi Data

Akusisi data dapat diperoleh dengan cara:

- 1) Pengelompokan data
- 2) Jumlah data

3.3.3 Pengolahan Data

Data yang sudah diperoleh akan dijadikan acuan dalam mengevaluasi proses penambangan dan data juga diolah untuk mendapatkan simulasi perhitungan. Pengolahan dilakukan dengan cara menggunakan alat bantu kerja yaitu berupa *software* di *microsoft excel*.

3.3.4 Analisis Hasil Pengolahan Data

Penelitian dimulai dengan cara pengambilan data produktivitas actual *crusher* pada kegiatan pengolahan batu gamping PT. Sumbar Calcium Pratama. Hasil pengolahan datanya berupa ketercapaian target produksi *crusher*, waktu kerja efektif yang baru setelah dilakukan evaluasi. Setelah dilakukan pengolahan data, maka perlu dilakukan suatu upaya untuk meningkatkan produktivitas bagi kinerja *crusher*.

Berikut adalah analisis data yang dilakukan antara lain:

- 1) Optimasi efisiensi *crusher* dan waktu kerja
- 2) Melakukan simulasi sistem kerja alat untuk ketercapaian target.
- 3) Evaluasi biaya operasional *crusher*.

Setelah dilakukannya optimasi secara matematis, kemudian yang perlu alternatif perbaikan guna menerapkan hasil optimasi pada kegiatan sesungguhnya dilapangan. Perbaikan akan disusun dalam bentuk rekomendasi yang memberikan alternatif terbaik untuk diterapkan pada kondisi aktual.

3.3.5 Kesimpulan dan Saran

Data yang sudah didapat kemudian akan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil dan kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian dilapangan sebagai jawaban rumusan masalah dan tujuan penelitian.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Jam Kerja Kegiatan Pengolahan

Tabel 1. Jam Kerja PT. SCP

Hari	Waktu (WIB)	Keterangan	Rentang Waktu (Jam)
Senin-Sabtu	07:30-08:00	Persiapan kerja	0,5
	08:00-12:00	Operasi Produksi	4,0
	12:00-13:00	Istirahat	1,0
	13:00-16:00	Operasi Produksi	3,0
Total			8,5

Sumber: Working Hours PT. Sumbar Calcium Pratama

Hari	Waktu (WIB)	Keterangan	Rentang Waktu (Jam)
Jum'at	07:30-08:00	Persiapan kerja	0,5
	08:00-11:30	Operasi Produksi	3,5
	11:30-13:30	Istirahat	2,0
	13:30-16:00	Operasi Produksi	2,5
Total			8,5

Tabel 2. Jam Kerja PT. SCP

Sumber: Working Hours PT. Sumbar Calcium Pratama

4.2 Efisiensi Crusher

Berdasarkan hasil analisis data, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

4.2.1 Efisiensi Kerja Crusher A

Persamaan yang digunakan adalah: perhitungan terhadap efisiensi unit *crusher* A menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (we)}}{\text{Waktu Tersedia (T)}} \times 100\% \\ &= \frac{151}{170} \times 100\% \\ &= 88,82\% \end{aligned}$$

4.2.2 Efisiensi Crusher B

Setelah waktu kerja efektif diketahui, maka dilakukan perhitungan terhadap efisiensi unit *crusher* B.

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (we)}}{\text{Waktu Tersedia (T)}} \times 100\% \\ &= \frac{123}{170} \times 100\% \\ &= 72,35\% \end{aligned}$$

4.2.3 Efisiensi Kerja Crusher C

Perhitungan terhadap efisiensi unit crusher C.

$$\begin{aligned}
 \text{Eff} &= \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (we)}}{\text{Waktu Tersedia (T)}} \times 100\% \\
 &= \frac{115}{170} \times 100\% \\
 &= 67,64\%
 \end{aligned}$$

4.3 Biaya Operasional

4.3.1 Biaya Operasional Crusher

1) Biaya Operasional crusher A

Tabel 4. Biaya operasional crusher A

No.	Keterangan	Biaya/bulan
1.	Bahan bakar	Rp. 34.300.000/bulan
2.	Oli dan grease	Rp. 3.969.000/bulan
3.	Filter	Rp.781.500/bulan.
4.	Gaji operator x 3	Rp. 15.750.000/bulan
Total		Rp. 54.800.000/bulan

Jadi, biaya yang dikeluarkan pada bulan oktober 2021 untuk pengolahan batu gamping pada unit crusher A biaya perbulannya adalah Rp. 54.800.000

2) Biaya operasional crusher B

Tabel 5. Biaya operasional crusher B

No.	Keterangan	Biaya/bulan
1.	Bahan bakar	Rp. 29.400.000/bulan
2.	Oli dan grease	Rp. 3.969.000/bulan
3.	Filter	Rp.781.500/bulan.
4.	Gaji operator x 3	Rp. 15.750.000/bulan
Total		Rp. 49.900.500/bulan

Jadi, biaya yang dikeluarkan pada bulan oktober 2021 untuk pengolahan batu gamping pada unit crusher B biaya perbulannya adalah Rp. 49.900.500.

3) Biaya operasional crusher C

Tabel 6. Biaya operasional crusher C

No.	Keterangan	Biaya per jam
1.	Bahan bakar	Rp. 58.800.000/bulan
2.	Oli dan grease	Rp. 6.981.300/bulan
3.	Filter	Rp. 781.500/bulan
4.	Gaji operator x 6	Rp. 31.500.000/bulan
Total		Rp. 98.062.800/bulan

Jadi, biaya yang dikeluarkan pada bulan oktober 2021 untuk pengolahan batu gamping pada unit crusher C adalah Rp. 98.062.800/bulan.

4.4 Upaya Mengoptimalkan Kinerja Crusher

4.4.1 Cek Rutin Persiapan Awal

Waktu standar cek rutin dan persiapan awal adalah 30 menit setiap hari, sesuai dengan SOP (hasil wawancara dengan operator crusher). Sesi cek rutin dan persiapan awal sangat dibutuhkan pada awal operasi terutama pada shift pagi untuk penerangan jumlah target harian yang perlu dicapai, pengecekan jalur dan alat crusher, dan komunikasi antar operator agar tidak terjadi kesalahan

informasi sehingga efektifitas alat dapat berjalan dengan baik. Apabila sesi cek rutin dan persiapan awal tidak digunakan secara optimal, sesi ini dapat mempengaruhi efektifitas operator dalam menjalankan kerja. Solusi yang dapat dilakukan adalah operator crusher untuk menjalankan sesi pengecekan secara rutin sesuai standard operational prosedur yang diberikan.

4.4.2 Maintenance

Minimnya jam kerja untuk maintenance akan menimbulkan masalah di kerusakan alat. Sesuai SOP, crusher seharusnya selalu melaksanakan maintenance mingguan setiap hari sabtu. Namun dalam kasus dibulan oktober 2021 sering terjadi kerusakan mekanik dan kerusakan elektrik, ini disebabkan oleh maintenance yang tidak berkala. Apabila ini terjadi, perbaikan untuk kerusakan peralatan akan memakan waktu lama sehingga unit crusher tidak dapat berproduksi untuk sementara sampai waktu perbaikan selesai.

Adapun solusi untuk hambatan ini adalah operator dan mekanik crusher harus disiplin melaksanakan planned/routine maintenance yang dijadwalkan secara berkala dan teratur, dengan itu hambatan akibat kerusakan mekanik crusher dapat terminilisasikan. Hambatan yang diakibatkan kerusakan mekanis alat juga bisa ditangani maintenance yang teratur. Masalah utama penyebab kerusakan mekanis adalah kerusakan di grate bar crusher, kerusakan di spillage crusher, kerusakan di roller, baut patah/rusak/longgar. Cara untuk menangani masalah ini dengan cara mengadakan stock minimum 1% alat cadangan untuk setiap jenis kerusakan, dan di bersihkan secara berkala.

4.5 Kapasitas Hopper

Volume hopper dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Dimana dimensi hopper:

- Panjang : 5 m
- Lebar atas : 3 m
- Panjang bawah : 2 m
- Lebar bawah : 0,30 m
- Tinggi : 1,5 m

$$\begin{aligned}
 V \text{ hopper} &= \frac{1}{3} \times t (L.atas + L.Bawah) + \sqrt{L.atas \times L.bawah} \\
 &= \frac{1}{3} \times (1,5) \times (5m \times 3m + 2m \times 0,30m) \\
 &\quad + \sqrt{(3m \times 5m) \times (2m \times 0,30m)} \\
 &= 0,5 \text{ m} \times (15^2 + 0,6^2) + \sqrt{15 \text{ m}^2 \times 0,6 \text{ m}^2} \\
 &= 0,5 \text{ m} \times 15^2 + 0,6^2 + 3 \text{ m}^2 \\
 &= 0,5 \text{ m} \times (18,6 \text{ m}^2) \\
 &= 9,3 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi didapatkan volume hopper sebesar 9,3 m³

Kapasitas hopper dapat dihitung dengan persamaan berikut:

Dimana:

$$\begin{aligned}
 V &= 9,3 \text{ m}^3 \\
 Bi &= 2,5 \text{ ton /m}^3 \\
 K &= v \times Bi \\
 K &= 9,3 \text{ m}^3 \times 2,5 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 23,25 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

4.6 Pembahasan

4.6.1 Efisiensi Crusher Setelah Perbaikan

1) Efisiensi Kinerja Crusher A Setelah Perbaikan

Setelah waktu kerja efektif diketahui, maka dilakukan perhitungan terhadap efisiensi kerja *crusher*.

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (we)}}{\text{Waktu Tersedia (T)}} \times 100\% \\ &= \frac{169,5}{170} \times 100\% \\ &= 99,70\% \end{aligned}$$

2) Efisiensi Unit Crusher B Setelah Perbaikan

Setelah waktu kerja efektif diketahui, maka dilakukan perhitungan terhadap efisiensi kerja *crusher*.

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (we)}}{\text{Waktu Tersedia (T)}} \times 100\% \\ &= \frac{132}{170} \times 100\% \\ &= 77,64\% \end{aligned}$$

3) Efisiensi Unit Crusher C Setelah Perbaikan

Setelah waktu kerja efektif diketahui, maka dilakukan perhitungan terhadap efisiensi kerja *crusher*.

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (we)}}{\text{Waktu Tersedia (T)}} \times 100\% \\ &= \frac{131,75}{170} \times 100\% \\ &= 77,50\% \end{aligned}$$

4.7 Biaya Operasional Crusher

4.7.1 Biaya Operasional Crusher

1) Analisis Perhitungan Biaya Operasional Crusher A

Berdasarkan besaran biaya operasional (*operational cost*) dari *crusher* A yang telah didapat, besaran biaya operasional *crusher* A dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 7. Biaya Operasional *crusher* B Sebelum Perbaikan

No.	Alat	Jam Kerja	Biaya Operasional/bulan
1.	<i>Crusher</i> A	151 jam	Rp. 54.800.000/bulan
$\begin{aligned} \text{Biaya operasional } \textit{crusher} &= \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Produksi CaCO}_3 \text{ per bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp.54.800.000}}{421 \text{ ton}} \\ &= \text{Rp. 130.167/ton} \end{aligned}$			

2) Analisis Perhitungan Biaya Operasional Crusher B

Berdasarkan besaran biaya operasional (*operational cost*) dari *crusher* B yang telah didapat, besaran biaya operasional *crusher* B dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 8. Biaya Operasional *Crusher* B Sebelum Perbaikan

No.	Alat	Jam Kerja	Biaya Operasional/bulan
1.	<i>Crusher</i> B	123 jam	Rp. 49.900.500/bulan
$\begin{aligned} \text{Biaya operasional } \textit{crusher} &= \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Produksi CaCO}_3 \text{ per bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp.49.900.500}}{318 \text{ ton}} \\ &= \text{Rp. 156.919/ton} \end{aligned}$			

3) Analisis Perhitungan Biaya Operasional Crusher C sebelum perbaikan

Biaya operasional (*operational cost*) dari *crusher* C yang telah didapat, besaran biaya operasional *crusher* C dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 9. Biaya Operasional *Crusher* C Sebelum Perbaikan

No.	Alat	Jam Kerja	Biaya Operasional/bulan
1.	<i>Crusher</i> C	116 jam	Rp. 98.062.800 /bulan
$\begin{aligned} \text{Biaya operasional } \textit{crusher} &= \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Produksi CaCO}_3 \text{ per bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp.98.062.800}}{563 \text{ ton}} \\ &= \text{Rp. 174.179/ton} \end{aligned}$			

4) Perhitungan biaya operasional setelah di lakukan perbaikan jam kerja

Biaya operasional (*operational cost*) dari *crusher* A yang telah didapat, besaran biaya operasional *crusher* C sesudah dilakukan perbaikan jam kerja dan perbaikan teknis pekerjaan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 10. Biaya Operasional *Crusher* A Setelah Perbaikan

No.	Alat	Jam Kerja	Biaya Operasional/bulan
1.	<i>Crusher</i> A	169,5 jam	Rp. 54.800.000/bulan
$\begin{aligned} \text{Biaya operasional } \textit{crusher} &= \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Produksi CaCO}_3 \text{ per bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp.54.800.000}}{457,65 \text{ ton}} \\ &= \text{Rp. 119.742/ton} \end{aligned}$			

Berdasarkan biaya operasional (*operational cost*) dari *crusher* B yang telah didapat, besaran biaya operasional *crusher* C setelah dilakukan perbaikan pada jam kerja dan teknis pekerjaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Biaya Operasional *Crusher* B Setelah Perbaikan

No.	Alat	Jam Kerja	Biaya Operasional/bulan
1.	<i>Crusher</i> B	132 jam	Rp. 49.900.500/bulan
$\text{Biaya operasional } \textit{crusher} = \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Produksi CaCO}_3 \text{ per bulan}}$ $= \frac{\text{Rp.49.900.500}}{330 \text{ ton}}$ $= \text{Rp.151,213/ton}$			

Berdasarkan biaya operasional (*operational cost*) dari *crusher* C yang telah didapat, besaran biaya operasional *crusher* C setelah dilakukan perbaikan jam kerja dan teknis pekerjaan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12. Biaya Operasional *Crusher* C Setelah Perbaikan

No.	Alat	Jam Kerja	Biaya Operasional/bulan
1.	<i>Crusher</i> C	131,75 jam	Rp. 98.062.800/bulan
$\text{Biaya operasional } \textit{crusher} = \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Produksi CaCO}_3 \text{ per bulan}}$ $= \frac{\text{Rp.98.062.800}}{632,4 \text{ ton}}$ $= \text{Rp. 155,064 ton}$			

Dari perhitungan biaya operasional masing-masing *crusher* diatas dapat dilihat bahwa sebelum perbaikan jam kerja memiliki biaya yang sedikit besar dari biaya *crusher* setelah dilakukan perbaikan. Perbandingan biaya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 13. Biaya Operasional Sebelum dan Setelah Perbaikan

No.	Alat	Biaya Operasional/ton (Sebelum Perbaikan)	Biaya Operasional/ton (Setelah Perbaikan)
1.	<i>Crusher</i> A	Rp. 130.167/ton	Rp.119.742/ton
2.	<i>Crusher</i> B	Rp. 156.919/ton	Rp.151.213/ton
3.	<i>Crusher</i> C	Rp. 174.179/ton.	Rp.155.064/ton

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT. Sumbar Calcium Pratama, Pengolahan data analisis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Efisiensi kerja *crusher* A sebelum perbaikan yaitu 88,82%, dan produksi setelah dilakukan perbaikan jam kerja yaitu 99,70%. Efisiensi kerja *crusher* sebelum perbaikan yaitu 72,35%, dan setelah dilakukan perbaikan jam kerja yaitu 77,64%. Efisiensi

kerja *crusher* C sebelum perbaikan yaitu 67,64%, dan efisiensi setelah dilakukan perbaikan jam kerja yaitu 77,50%.

2. Produksi batu gamping di PT. Sumbar Calcium Pratama sebelum perbaikan yaitu *Crusher* A 421 ton/bulan dan setelah perbaikan menjadi 457,65 ton/bulan. *Crusher* B 318 ton/bulan dan setelah perbaikan menjadi 330 ton/bulan. *Crusher* C sebelum perbaikan 563 ton/bulan dan setelah perbaikan menjadi 632,4 ton/bulan.
3. Hambatan penyebab tidak tercapainya target produksi dibagi menjadi 3 hambatan, yaitu hambatan material, hambatan elektrik dan hambatan mekanis. Faktor hambatan ini dapat diatasi oleh pengawas yang selalu mengontrol saat jam produksi berlangsung, dan menyediakan mekanik yang bisa selalu *standby* dilokasi produksi.
4. Biaya operasional sebelum dilakukan perbaikan jam kerja pada kegiatan pengolahan batu gamping adalah pada *crusher* A Rp.54.800.000 sehingga didapat biaya untuk pengolahan batu gamping per ton sebesar Rp. 130.167/ton. *Crusher* B Rp.49.900.500 sehingga didapat biaya untuk pengolahan batu gamping sebesar Rp.156.919/ton. *Crusher* C Rp.98.062.800 sehingga didapat biaya untuk pengolahan batu gamping per ton sebesar 174.179/ton. Biaya operasional setelah dilakukan perbaikan jam kerja pada kegiatan pengolahan batu gamping pada *crusher* A sebesar Rp. 119.742/ton. *Crusher* B didapatkan biaya untuk pengolahan batu gamping per ton sebesar Rp. 151,213/ton, dan untuk *Crusher* C didapatkan biaya untuk pengolahan batu gamping per ton sebesar Rp. 155,064/ton.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT. Sumbar Calcium Pratama, maka penulis menyarankan bahwa:

1. Perlu dilakukan manajemen waktu yang lebih baik dan lebih disiplin sesuai SOP (*standard operational procedure*) untuk unit *crusher* sehingga kegiatan produksi berjalan lebih teratur dan terarah.
2. Perlu dilakukannya pemeliharaan juga pengawasan yang lebih ketat terhadap unit *crusher*, sehingga proses produksi mengurangikarena kerusakan alat dan gangguan mekanis lainnya.
3. Seharusnya material yang masuk kedalam *hopper* sebaiknya harus dipilih dulu di area penambangan supaya tidak terjadi kemacetan pada bagian *hopper* dan *crusher*, agar supaya dapat mengurang faktor-faktor hambatan yang ada.
4. Tetap memperhatikan faktor keselamatan kerja didalam dan seputar unit *crusher* untuk mengurangi resiko kecelakaan kerja dan pencemaran lingkungan semaksimal mungkin.

6. Daftar Pustaka

- [1] Adevia Apriani, Muhammad Agri Finalta, Havisdin, Evaluasi Kinerja Limestone Crusher VI Menggunakan Metode Overall Equipment

- Effectiveness Untuk Mencapai Target Produksi Pada Bulan Desember 2020 di PT.Semen Padang, "Jurnal Teknologi Mineral" Vol.9, No.1(2021)
- [2] Agung Wijaya, Ansosry, Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja Crusher LSC VI dalam Upaya Memenuhi Kebutuhan Batu Gamping Pada Storage Indarung VI, PT. Semen Padang, "Jurnal Bina Tambang" Vol.3, No.4. 2018
- [3] Dian, N. R., & Yulhendra, D. (2018). 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*, 143-153.
- [4] Ercelebi. SG, Bascetin A (2009). Optimization of Shovel-Truck System for Surface Mining.
- [5] Fauzie, A. A., Komar, S., & Mukiat, M. Upaya Peningkatan Target Produksi Batu Kapur 33.400 Ton/hari Pada Pengolahan Dan Pengangkutan Area Depan Di Pt. Semen Padang Sumatera Barat (Persero) Tbk. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(1). (2014).
- [6] Indonesianto, Yanto. 2005. Pemindahan Tanah Mekanis. UPN "Veteran": Yogyakarta.
- [7] Ivan, Zainal, Linda Pulungan, Kajian Teknis Peremukan Batuan unit pengolahan batu gamping untuk memenuhi target produksi, "Prosiding teknik pertambangan" ISSN 2460-6499
- [8] Mutia Sri Rezeki, and Murad, Evaluasi kinerja unit crushing plant dalam upaya untuk meningkatkan target produksi batu split di PT. Semen Padang, "Jurnal bina tambang" Vol. 3, No.3.
- [9] Prodjosumarto, Partanto. 1995. Pemindahan Tanah Mekanis. ITB : Bandung.
- [10] Ryan Bulu, Windhu Nugroho, Farah Dhina. Analisis produktivitas unit peremuk batubara (crushing plant) untuk pencapaian hasil produksi."Jurnal Teknologi Mineral Vol.5, No. 1 , juni 2017.
- [11] Sumarua, Bahan Ajar Alat Berat dan Interkasi Alat Berat. Teknik Pertambangan UNP, Padang.(2009).
- [12] Yulia Vela, M.S. Murad. Pengaruh Jarak Angkut dan Grade Jalan Terhadap Biaya Operasional Alat Angkut Dari Front Penambangan Menuju Dumping Area Untuk Efisiensi Biaya Produksi Pada Penambangan Batu Kapur Bulan Oktober 2019 di PT. Semen Padang, "Jurnal Bina Tambang", Vol.5 No.2. 2020.