

**Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk
Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan
Oktober 2021 di *Limestone Crusher VI* PT. Semen Padang**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik Pertambangan*



Oleh:

MITHA MELANIE PUTRI

TM/NIM: 2017 / 17137014

**Konsentrasi : Tambang Umum
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan Oktober 2021 di *Limestone Crusher VI PT. Semen Padang*

Nama : Mitha Melanie Putri

TM/NIM : 2017/17137014

Program Studi : Teknik Pertambangan (S1)

Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing



Adree Octova, S.Si., M.T.
NIP. 19861028 201212 1 003

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721213 200012 2 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

NAMA : Mitha Melanie Putri

TM/NIM : 2017/17137014

**Dinyatakan lulus setelah dilakukannya Sidang Tugas Akhir di depan Tim
Penguji Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik
Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

**“Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk
Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan Oktober
2021 di *Limestone Crusher VI PT. Semen Padang*”**

Padang, Januari 2022

Tanda Tangan

Tim Penguji

1. Adree Octova, M.Si., M.T

1. _____

2. Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T.

2. _____

3. Riko Maiyudi, S.T., M.T.

3. _____



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax .7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : tambang@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mitha Melanie Putri
NIM/TM : 17137014 / 2017
Program Studi : Teknik Pertambangan (Si)
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

„ Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu kerja untuk
Meminimalisir Losstome Agar Tercapai Target Produksi pada
Bulan Oktober 2021 di Limestone Crusher VI PT. Semen Padang

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain.
Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima
sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di
Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab
sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 26 Januari 2022

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Fadhillah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721213 200012 2 001



MITHA MELANIE PUTRI
NIM. 17137014



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9105046446

**Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk
Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan
Oktober 2021 di *Limestone Crusher VI* PT. Semen Padang**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik Pertambangan*



Oleh:

MITHA MELANIE PUTRI

TM/NIM: 2017 / 17137014

**Konsentrasi : Tambang Umum
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan Oktober 2021 di *Limestone Crusher VI PT. Semen Padang*

Nama : Mitha Melanie Putri

TM/NIM : 2017/17137014

Program Studi : Teknik Pertambangan (S1)

Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing



Adree Octova, S.Si., M.T.
NIP. 19861028 201212 1 003

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721213 200012 2 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

NAMA : Mitha Melanie Putri

TM/NIM : 2017/17137014

**Dinyatakan lulus setelah dilakukannya Sidang Tugas Akhir di depan Tim
Penguji Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik
Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

**“Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk
Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan Oktober
2021 di *Limestone Crusher VI PT. Semen Padang*”**

Padang, Januari 2022

Tanda Tangan

Tim Penguji

1. Adree Octova, M.Si., M.T

1. _____

2. Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T.

2. _____

3. Riko Maiyudi, S.T., M.T.

3. _____

BIODATA



1) Data Diri

Nama Lengkap : Mitha Melanie Putri
TM/NIM : 2017/17137014
Tempat/Tanggal Lahir : Kampung Dalam/
24 Desember 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Ayah : Irfanto
Nama Ibu : Novita
Jumlah Saudara : 4 (empat)
Alamat : Padang Birik-birik, Kec. Pariaman Utara,
Kota Pariaman, Provinsi Sumbar
Telp/Hp : 082386560645
Alamat e-mail : melanimithaputri@gmail.com

2) Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 20 V Koto Kampung Dalam
Sekolah Lanjutan Pertama : MTsN Model Pariaman
Sekolah Lanjutan Atas : SMA N 2 Pariaman
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

3) Proyek Akhir

Tempat Penelitian : PT Semen Padang
Tanggal Penelitian : 11 Oktober – 11 November 2021
Topik Bahasan : **Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan Oktober 2021 di *Limestone Crusher* VI PT. Semen Padang**

Padang, 26 Januari 2022

Mitha Melanie Putri
TM/NIM 2017/17137014

RINGKASAN

Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan Oktober 2021 di *Limestone Crusher* VI PT. Semen Padang

PT Semen Padang merupakan perusahaan pertambangan batu kapur dengan metode penambangan terbuka. Dalam kegiatan produksi di PT. Semen Padang, melalui tahap pengolahan menggunakan empat unit *Limestone crusher* (LSC), yaitu LSC II, LSC IIIA, LSC IIIB, dan LSC VI, serta 1 unit *mobile crusher* (Mosher) yaitu Mosher 1 untuk mereduksi batu kapur. Penelitian studi kasus ini dilakukan pada unit *crusher* yang saat ini aktif yaitu *limestone crusher* VI. Data penelitian terdiri dari jumlah produksi, waktu *delay*, dan waktu *idle*. Analisis data yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda. Model regresi yang didapatkan adalah $Y = 39654,54 - 1645,64 X_1 - 1517,85X_2$. Dari analisis data diperoleh rekomendasi waktu hambatan untuk memenuhi target produksi harian untuk *limestone crusher* VI. Rekomendasi waktu hambatan ditilik dari waktu *delay* dengan asumsi bahwa waktu *delay* merupakan parameter waktu yang dapat dihindari sedangkan waktu *idle* adalah waktu yang tidak dapat dihindari oleh manusia. Persentase masing-masing parameter *delay time* yang dihasilkan meliputi 15,5% persiapan operasi, 33,7% waktu tunggu *feeding*, 44,8% waktu istirahat, 2,8% pindah jalur atau pengosongan jalur, dan 3,2% waktu ganti operator dengan rekomendasi waktu *delay* harian yaitu, 0,313 jam persiapan operasi, 0,681 jam waktu tunggu *feeding*, 0,905 jam waktu istirahat, 0,056 jam pindah jalur atau pengosongan jalur, dan 0,065 jam waktu ganti operator.

Kata Kunci: Regresi linear berganda, *limestone crusher* VI, produksi, *delay time*, *idle time*

ABSTRACT

Multiple Linear Regression Analysis of Working Time to Minimize Losstime to Achieve Production Targets in October 2021 at Limestone Crusher VI PT. Semen Padang

PT Semen Padang is a limestone mining company using the open-pit mining method. In production activities at PT. Semen Padang, limestone goes through a processing stage using four Limestone crusher (LSC) units, namely LSC II, LSC IIIA, LSC IIIB, and LSC VI, as well as 1 mobile crusher (Mosher) unit, namely Mosher 1 to reduce limestone. The case study research was conducted on the currently active crusher unit, namely limestone crusher VI. Research data consists of the amount of production, delay time, and idle time. To minimize losstime, multiple linear regression analysis is used with the model obtained is $Y = 39654,54 - 1645,64 X_1 - 1517,85X_2$. From the data analysis using the multiple linear regression analysis methods, it is obtained the recommendation of delay time to meet the daily production target for limestone crusher VI. Recommendations for delay time are sought by assuming that delay time is a time parameter that can be avoided while idle time is a time that cannot be avoided by humans. The percentage of each delay time parameter produced includes 15.5% preparation for the operation, 33.7% feeding waiting time, 44.8% rest time, 2.8% lane change, and 3.2% operator change time.

Keywords: Multiple Linear Regression Analysis, limestone crusher VI, produksi, delay time, idle time

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Regresi Linear Berganda Terhadap Waktu Kerja untuk Meminimalisir Losstime Agar Tercapai Target Produksi pada Bulan Oktober 2021 di Limestone Crusher VI PT. Semen Padang”** ini dapat penulis selesaikan dengan baik.

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 11 Oktober 2021 s/d 11 November 2021 yang berlokasi di PT Semen Padang (Persero) Tbk. Tugas Akhir ini dibuat berdasarkan pengamatan lapangan, diskusi, dan studi literatur yang relevan dengan topik yang dibahas didalam laporan tugas akhir ini. Atas terselesaikannya laporan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang senantiasa selalu memberikan do'a dan dukungan kepada penulis baik dalam bentuk dukungan moril maupun materi selama penulis melakukan kegiatan penelitian hingga menyusun laporan ini.
2. Ibu Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Adree Octova, S.Si., M.T. selaku pembimbing yang selalu membimbing dan memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dedy M Shiddiq selaku KTT PT. Semen Padang (persero) Tbk yang telah memperbolehkan penulis melakukan kegiatan Penelitian Proyek Akhir disana.

5. Bapak Hendri Priparis selaku Kepala Unit Operasional Tambang.
6. Serta seluruh *Staff* dan Alumni Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang yang bekerja di PT. Semen Padang (Persero) Tbk yang sangat berperan penting membantu penulis selama melakukan kegiatan Penelitian Tugas Akhir ini yang tidak bias penulis sebutkan satu persatu.
7. Teman-teman dan sahabat yang selalu memberikan *support system* buat penulis.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dari segi bahasa maupun dari segi isinya. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sekalian. Semoga dengan adanya laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca laporan ini dalam proses menggali pengetahuan ataupun menambah wawasan.

Padang, 26 Januari 2022

Mitha Melanie Putri
TM/NIM:2017/17137014

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
RINGKASAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori.....	7
B. Penelitian Relevan.....	23
C. Kerangka Konseptual	31
BAB III Metode Penelitian	34
A. Metodologi Penelitian	34
B. Diagram Alir	39
BAB IV Hasil dan Pembahasan	44
A. Data	40
B. Produktivitas <i>Loading Hauling Material</i>	43

C. Optimalisasi Produksi <i>Loading Hauling</i>	51
D. Analisis Linear Berganda Waktu Hambatan Terhadap Jumlah Produksi.....	54
BAB IV PENUTUP	57
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Penampang <i>Hopper</i>	10
Gambar 2. <i>Hopper Limestone Crusher</i> VI tampak atas.....	11
Gambar 3. <i>Belt Conveyor</i>	14
Gambar 4. Kerangka Konseptual	31
Gambar 5. Diagram alir penelitian.....	39
Gambar 6. Rangkaian <i>Crushing Plant</i> di LSC VI.....	43
Gambar 7. Diagram parameter hambatan <i>delay time</i>	44
Gambar 8. Diagram parameter hambatan <i>idle time</i>	45
Gambar 9. Grafik regresi linear parameter <i>losstime</i> maksimum.....	61
Gambar 10. Grafik optimal <i>losstime</i> memenuhi produksi	63
Gambar 11. <i>Chart</i> persentase rekomendasi waktu hambatan	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Produksi <i>Limestone Crusher</i> VI PT. Semen Padang	2
Tabel 2. Perhitungan Uji F	21
Tabel 3. Jam Kerja PT. Semen Padang	40
Tabel 4. Alat Muat dan Alat Angkut PT Semen Padang	41
Tabel 5. Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat	41
Tabel 6. Waktu Kerja Efektif Alat Angkut	42
Tabel 7. Hambatan <i>Delay Time Limestone Crusher</i> VI	44
Tabel 8. Parameter hambatan <i>idle time</i>	45
Tabel 9. Produktivitas Alat Gali Muat	48
Tabel 10. Produktivitas Alat Angkut	51
Tabel 11. Perhitungan OEE dan Optimalisasi Produksi	53
Tabel 12. Anova	57
Tabel 13. Hasil Uji T	59
Tabel 14. Nilai <i>losstime</i> optimum	61
Tabel 15. Jumlah dan Rata-rata waktu hambatan	62
Tabel 16. Hasil simulasi waktu hambatan	63
Tabel 17. Waktu Optimal parameter hambatan	64
Tabel 18. Tabel waktu delay (X1) dan waktu idle (X2) terhadap jumlah produksi (Y)	93
Tabel 19. Distribusi Uji F Probabilita 0,05 (df (N2) = 1-45)	98
Tabel 20. Distribusi t (df =1-40)	99

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Spesifikasi <i>Limestone Crusher</i> VI.....	70
Lampiran 2. Jumlah Produksi <i>Limestone Crusher</i> VI.....	72
Lampiran 3. Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat	73
Lampiran 4. Waktu Kerja Efektif Alat Angkut.....	75
Lampiran 5. <i>Cycle Time</i>	79
Lampiran 6. Produktivitas Alat Gali Muat.....	83
Lampiran 7. Produktivitas Alat Angkut	85
Lampiran 8. Perhitungan Produksi dengan Metode Overall Equipment Effectiveness	87
Lampiran 9. Waktu Kerja <i>Limestone Crusher</i> VI.....	91
Lampiran 10. Perhitungan Analisis Regresi Linear Berganda.....	93
Lampiran 11. Tabel Distribusi Uji F	98
Lampiran 12. Tabel Distribusi Uji t	99
Lampiran 13. Peta Geologi	100
Lampiran 14. Data Curah Hujan	101
Lampiran 15. Data Jam Kerja Harian <i>Limestone Crusher</i> VI.....	102

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

PT. Semen Padang merupakan salah satu perusahaan badan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan batu kapur yang terletak di Bukit Karang Putih, Indarung Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat. PT Semen Padang memiliki 4 Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi (OP) mineral bukan logam yaitu, IUP-OP 206, 29 Ha dan IUP-OP 329,89 Ha di Bukit Karang Putih, IUP-OP 107 Ha di Bukit Ngalau dan IUP-OP 88 Hadi Desa Padayo, Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Padang.

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Semen Padang adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *quarry mining*. Kegiatan berupa perintisan (*pioneering*), pembersihan area (*dozing*), pengeboran (*drilling*), peledakan (*blasting*), pemuatan (*loading*), dan pengangkutan material (*hauling*) dari *loading area* ke *crusher*.

Dalam kegiatan produksi di PT. Semen Padang, batu kapur melalui tahap pengolahan menggunakan alat peremuk (*crusher*) untuk mereduksi ukuran material batu kapur. PT. Semen Padang menggunakan empat unit *Limestone crusher* (LSC) yaitu LSC II, LSC IIIA, LSC IIIB, dan LSC VI, serta 1 unit *mobile crusher* (Mosher) yaitu Mosher 1 untuk mereduksi batu kapur. Kapasitas desain masing-masing *crusher* adalah LSC II 1400 ton/jam, LSC IIIA 1200 ton/jam, LSC IIB 1600 ton/jam, dan LSC VI 1800 ton/jam. Sedangkan

mosher 1 yang merupakan alat peremuk yang diutamakan untuk material yang mengandung silika memiliki kapasitas desain 2000 ton/jam. Akan tetapi unit alat pereduksi tersebut belum bisa mencapai target produksi dari PT. Semen Padang sepanjang tahun 2020. Produksi batu kapur pada bulan Juli-September 2021 PT. Semen Padang dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Produksi *Limestone Crusher* VI PT. Semen Padang

Crusher	Produksi			Jam Operasi		
	Plan	Realisasi	%	Plan	Realisasi	%
Jul	1.088.850	703.500	64,6	604,9	464,1	76,7
Aug	1.011.900	665.575	65,8	562,2	439,1	78,1
Sep	1.314.385	824.900	62,7	768,1	567,1	73,8

Dari tabel 1 di atas, jumlah produksi pada batu kapur pada bulan Juli adalah 64,6%, pada bulan Agustus 65% dan pada bulan September 62,7% dari target yang ditetapkan. Sedangkan target dari jam kerja efektif tercapai 76,7% pada bulan Juli, 78,1% pada bulan Agustus dan 73,8% pada bulan September. Menurut pengamatan penulis di lapangan tidak tercapainya target produksi tersebut dikarenakan beberapa hambatan. Diantaranya, jam kerja efektif adalah banyaknya jam kerja pada unit pengolahan sesungguhnya dibandingkan dengan jam kerja yang seharusnya dapat dicapai, kemacetan pada saat peremukan akibat kondisi material dan juga pengaruh kondisi mekanik atau elektrik pada *crusher*, adanya kegiatan pembersihan yang rutin dilakukan, ukuran material umpan yang masuk ke dalam *crusher*, waktu tunggu *feeding*, persiapan

operasi yang melebihi waktu yang ditetapkan dan lain-lain. Selain itu, dalam proses produksi *limestone crusher* VI merupakan *crusher* yang memiliki jumlah jam kerja paling banyak dan merupakan *crusher* yang dioperasikan setiap hari. Untuk bulan Oktober *limestone crusher* yang dioperasikan adalah *limestone crusher* VI dan *mosher* I. Untuk itu penulis akan berfokus mengetahui permasalahan yang terjadi pada *limestone crusher* VI PT. Semen Padang dengan rata-rata target produksi harian adalah 32.000 ton.

Oleh karena itu, apabila permasalahan dapat dihilangkan atau dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi permasalahan yang ada sehingga produksi yang diharapkan dapat tercapai. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode analisis regresi linear berganda karena dapat menghitung dan menganalisis lebih dari dua variabel bersamaan. Dimana, pada persamaan regresi linear berganda terdapat dua variabel yaitu, variabel bebas dan variabel terikat yang diduga memiliki korelasi satu sama lain. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menyebabkan terjadinya perubahan pada variabel terikat.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Jumlah produksi batu kapur pada *limestone crusher* PT. Semen Padang bulan Juli-September tidak memenuhi target produksi setiap bulannya.
2. Jumlah jam kerja operasi *limestone crusher* pada bulan Juli-September tidak sesuai dengan jumlah jam kerja yang direncanakan.

3. Hambatan-hambatan yang terjadi antara lain ukuran material umpan yang masuk ke dalam *crusher*, waktu tunggu *feeding*, persiapam awal *shift* yang melebihi waktu yang ditetapkan, *breakdown* dan hambatan-hambatan lainnya yang mempengaruhi waktu kerja *Limestone crusher* VI PT. Semen Padang.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah penelitian pada:

1. Penelitian ini hanya membahas proses produksi pada *limestone crusher* VI.
2. Data waktu kerja efektif dan waktu hambatan yang terjadi pada *limestone crusher* VI diambil selama satu bulan kegiatan penambangan.
3. Analisis data waktu hambatan produksi dilakukan dengan metode analisis regresi linear berganda.
4. Analisis regresi linear berganda *limestone crusher* VI dibuat berdasarkan waktu *idle* dan waktu *delay crusher* terhadap total produksi material batu kapur.
5. Penelitian tidak memperhitungkan faktor biaya dan kemampuan operator.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengelompokan waktu hambatan dari jam kerja produksi *limestone crusher* VI pada proses produksi batu kapur di PT. Semen Padang?

2. Bagaimana persamaan analisis linear berganda yang dihasilkan dari hubungan waktu *idle* dan waktu *delaylimestone crusher* VI PT. Semen Padang?
3. Berapa *loss time* optimum waktu *idle* dan waktu *delaylimestone crusher* VI PT. Semen Padang berdasarkan analisis linear berganda?
4. Berapa rekomendasi waktu *idle* dan waktu *delay* setelah dilakukan optimalisasi menggunakan analisis linear berganda?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui, antara lain:

1. Mendapatkan kelompok waktu hambatan *limestone crusher* VI pada kegiatan produksi batu kapur di PT. Semen Padang
2. Mendapatkan persamaan linear berganda yang dihasilkan dari hubungan waktu *idle* dan waktu *delaylimestone crusher* VI PT. Semen Padang.
3. Mendapatkan jumlah *loss time* optimum waktu *idle* dan waktu *delay limestone crusher* VI PT. Semen Padang berdasarkan analisis linear berganda.
4. Mendapatkan rekomendasi waktu *idle* dan waktu *delay* setelah dilakukan optimalisasi menggunakan analisis linear berganda.

F. Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perusahaan maupun bagi peneliti, diantaranya:

1. Bagi Penulis

Mengaplikasikan teori-teori yang telah dipelajari pada saat perkuliahan dan meningkatkan kemampuan serta keterampilan dalam menganalisis suatu masalah serta dapat menuangkan ide-ide kritis dalam bentuk karya tulis ilmiah.

2. Bagi Perusahaan

Penelitian ini dapat dijadikan acuan/referensi bandingan bagi perusahaan dalam analisis regresi linear berganda dalam peningkatan target produksi bahan baku limestone di PT. Semen Padang.

3. Bagi Mahasiswa dan Akademis

Penelitian ini bisa dijadikan referensi diadakan penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pengolahan Bahan Galian (*mineral processing*)

Pada saat ini endapan bahan galian yang umumnya ditemukan di alam sudah jarang yang mempunyai mutu atau kadar mineral berharga yang tinggi dan siap untuk dimanfaatkan. Oleh sebab itu, bahan galian tersebut perlu menjalani proses pengolahan bahan galian (PBG) agar mutu atau kadarnya dapat ditingkatkan sampai memenuhi kriteria pemasaran atau peleburan. Pengolahan bahan galian merupakan proses pemisahan secara fisik butiran mineral berharga dari mineral pengotornya untuk menghasilkan bagian konsentrat yang mengandung sebagian besar mineral berharga, dan *tailing* yang mengandung terutama mineral pengotor, (Wills, 2006).

2. Kominusi (*Comminution*)

Kominusi merupakan proses mereduksi ukuran butir material untuk memperoleh ukuran butir tertentu melalui alat peremuk dan pengayak. Yang dimaksud dengan proses melibrasi bijih adalah proses melepaskan bijih tersebut dari ikatannya dengan menggunakan Crusher dan Grinding Mill. Tahapan Crushing merupakan tingkatan mekanik pertama dalam proses kominusi dimana Ore yang mengandung mineral berharga dipisahkan dari mineral pengotornya (Wills, 2006).

a. *Crushing*

Crushing adalah tahap mekanis pertama dalam proses komminusi yang tujuan utamanya adalah pemisahan mineral berharga dari gangue. Umumnya, *crushing* merupakan operasi kering (*dry operation*) dan biasanya dilakukan dalam dua atau tiga tahapan. Gumpalan bijih hasil penambangan dapat mencapai lebar 1,5 m dan ini mengalami tahap penghancuran/pengecilan ukuran menjadi 10-20 cm, (Wills, 2006).

a. *Primary Crushing*

Primary crushing merupakan permukaan tahap pertama, alat peremuk yang biasanya digunakan pada tahap ini adalah *Jaw Crusher* dan *Gyratory Crusher*. Umpan yang digunakan biasanya berasal dari hasil penambangan dengan ukuran berkisar 500 mm-1000 mm, dengan ukuran setting antara 130 mm sampai 300 mm. Ukuran produk yang dihasilkan pada tahap pertama biasanya kurang dari 300 mm.

b. *Secondary Crushing*

Secondary Crushing merupakan tahap kedua, alat peremuk yang digunakan adalah *Jaw Crusher* ukuran kecil, *Gyratory Crusher* ukuran kecil, *Cone Crusher*, *Hammer Mills* dan *Rolls*. Umpan yang digunakan berkisar 100 mm-300 mm, dengan ukuran setting 12,5 mm sampai 25,4 mm, tujuan *Secondary Crushing* untuk mereduksi ukuran mineral menjadi ukuran yang sesuai untuk proses selanjutnya. Ukuran produk terbesar yang dihasilkan adalah 50 mm. *Secondary Crusher* merupakan alat yang memiliki kerja lebih ringan dibandingkan dengan *Primary*

Crusher (Wills, 2006). Di PT Semen Padang *crusher* yang memiliki *secondary crusher* adalah *mobile crusher* 1.

c. Tertiary Crushing (Fine Crushing)

Tertiary Crushing merupakan peremukan tahap lanjut dari *Secondary Crushing*. Umpan biasanya digunakan kurang dari 50mm. *Tertiary crushing* memiliki desain bentuk dan cara kerja yang sama dengan alat *Secondary Crusher* (Wills, 2006). Namun, kelebihan *Tertiary Crusher* memiliki penyetelan yang lebih baik (*Closer Set*) untuk mereduksi material secara sempurna.

b. Screening

Screening adalah proses pengelompokan material berdasarkan ukuran lubang ayakan sehingga ukurannya seragam. Menurut Barry A. Wills (2006), material yang ditahan oleh ayakan disebut *Oversize (Coarse Product)*, yang melewati (lolos) disebut *Undersize (Underflow)*. Pengayakan juga dapat dilakukan pada kondisi basah, tetapi umumnya pengayakan dilakukan pada kondisi kering.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dari Screen, antara lain (Wills, 2006); ukuran partikel, kecepatan umpan, sudut *screen*, bentuk partikel, *Open area* pada *Screen*, kadar air (*Moisture*).

3. *Reduction Ratio (RR)*

Perhitungan *Reduction Ratio* merupakan perhitungan dalam mengetahui kemampuan unit peremuk. Semakin kecil nilai *Reduction Ratio* maka semakin tinggi tingkat keseragaman pada zona peremuk.

Nisbah reduksi (*Reduction Ratio*) sangat menentukan keberhasilan suatu peremuk, karena besar kecilnya nilai *Reduction Ratio* ditentukan oleh kemampuan alat peremuk untuk mengecilkan ukuran material yang akan diremuk, (Wills, 2006).

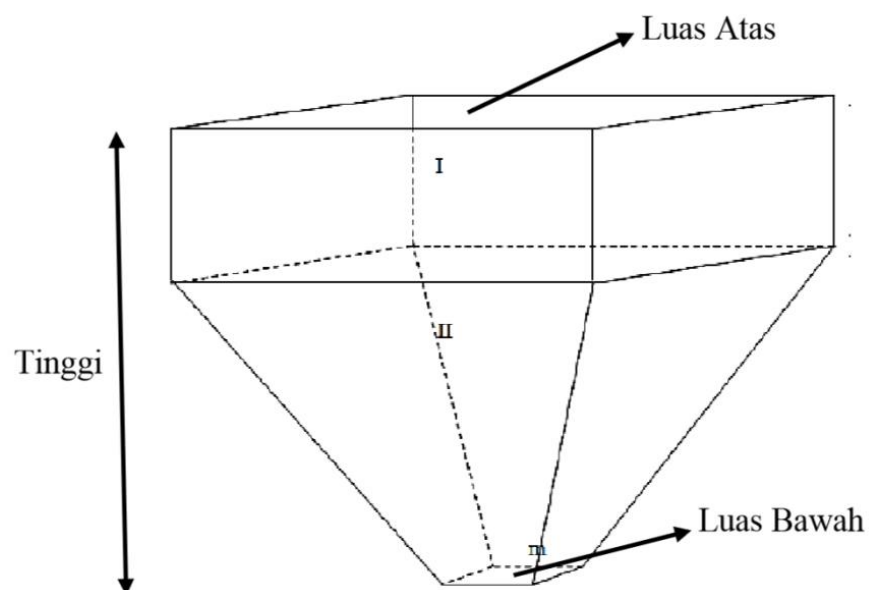
$$RR = \frac{\text{Ukuran rata-rata umpan}}{\text{Ukuran rata-rata produk}} \dots\dots\dots (1)$$

4. *Crushing Plant*

Crushing plant terdiri dari rangkaian peralatan yang akan menampung, mengantarkan dan menyaring material yang masuk ke *crusher*. Adapun alat-alat yang dimaksud adalah:

a. *Hopper*

Hopper merupakan alat yang berfungsi untuk menampung material umpan yang dimasukkan oleh *dump truck* yang selanjutnya diatur oleh *feeder* untuk dimasukkan kedalam alat peremuk.



Gambar 1. Penampang *Hopper*
 Sumber: Jurnal Bina Tambang: Putri Irma, 2018



Gambar 2. *Hopper Limestone Crusher VI tampak atas*

Hopper dapat dilihat pada gambar 1 dan dua di atas. Kapasitas hopper dihitung dengan rumus berdasarkan volume trapesium yang terpancung, yaitu:

$$K = V_h \times B_i \dots\dots\dots (2)$$

$$K = \left(\frac{1}{3}t (L_{\text{atas}} + L_{\text{bawah}} + \sqrt{L_{\text{atas}} \times L_{\text{bawah}}})\right) \times B_i \dots\dots\dots (3)$$

Sumber : Jurnal Bina Tambang: Putri Irma, 2018

Keterangan :

K = Kapasitas hopper (ton)

V_h = Volume hopper (m^3)

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

b. *Feeder*

Feeder adalah digunakan sebagai alat pengumpan yang berfungsi untuk membantu atau mengatur keluarnya material umpan dari *hopper* ke alat peremuk. Penggunaan alat pengumpan ini bertujuan agar proses pengumpanan dari *hopper* menuju ke alat peremuk dapat berlangsung

dengan laju yang tidak konstan, tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil sehingga dapat mencegah terjadinya penumpukan batu kapur atau ketika tidak ada umpan di dalam *hopper* ataupun pada alat peremuk. Macam-macam feeder yang sering digunakan dalam industri pertambangan batukapur antara lain:

- 1) *Apron Feeder*, pengumpan yang berupa lembaran baja, masing-masing dihubungkan oleh *roller chain* (rantai berputar), *feeder* ini dirancang untuk memindahkan material yang berat dan besar dari *hopper* menuju ban berjalan atau ke unit peremuk.
- 2) *Vibrating Feeder*, merupakan tipe pengumpan yang didesain untuk memisahkan batukapur dari debu-debu halus hasil penambangan. Pengumpan tipe ini terdiri dari lembaran baja bergelombang dengan jarak tertentu, cara kerjanya adalah berdasarkan getaran yang ditimbulkan oleh motor penggerak.
- 3) *Belt Feeder*, merupakan pengumpan yang terdiri dari *belt* (sabuk) karet yang dihubungkan dengan *pulley* seperti pada *belt conveyor*.
- 4) *Reciprocating Feeder*, merupakan tipe pengumpan yang cara kerjanya adalah mendorong material yang ada di dalam *hopper* dengan kecepatan teratur, pengumpan tipe ini terdiri dari alat pendorong yang terletak pada rel (jalur) yang dapat bergerak maju mundur secara teratur. Pengumpan ini biasanya dipakai pada alat peremuk sekunder.
- 5) *Chain Curtain Feeder* atau *Ross Feeder* adalah pengumpan yang menggunakan rantai yang menjulur di bawah *hopper* yang ditahan

oleh lembaran baja, fungsinya adalah mengontrol pengumpanan pada alat peremuk primer dengan efek berat dari rantai tersebut.

6) *Grizzly Feeder*, pengumpan yang dirancang untuk memindahkan material yang cara kerjanya lebih selektif, dimana material yang lolos (*undersize*) langsung masuk dan berjalan sedangkan yang tidak lolos (*oversize*) akan masuk ke alat peremuk.

7) *Chain and Flight Feeder*, adalah pengumpan yang terdiri dari rangkaian *flight* (batangan baja) dengan ketebalan tertentu dan jarak tertentu yang berfungsi sebagai pendorong material menuju alat peremuk. *Flight* (batangan baja) tersebut dihubungkan dengan rangkaian rantai (*chain*) serta lantai yang berupa lembaran baja sebagai penahan material (*plate*).

5. *Belt Conveyor*

Belt Conveyor berfungsi sebagai alat yang mengangkut atau memindahkan material yang sudah diremukkan. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Untuk mengangkut bahan-bahan batu kapur *belt conveyor* yang dipakai di PT. Semen Padang terbuat dari karet. *Belt Conveyor* biasanya tidak dirancang untuk dimuat ke kapasitas maksimumnya untuk mengakomodasi lonjakan beban dan untuk mengurangi tumpahan dan kebocoran karena kesalahan ukuran material. *Belt conveyor* PT Semen Padang dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3.*Belt Conveyor*

Faktor-faktor *typical* desain kapasitas, berkisar dari 1,00 hingga 1,25 (100% hingga 80% dari kapasitas maksimum teoritis). Namun *belt conveyor* harus selalu dihitung pada 100% dari kapasitas teoritis untuk mengakomodasi beban besar.

6. Waktu Hambatan Produksi

Waktu hambatan produksi berdasarkan bisa atau tidaknya dihindari oleh manusia terbagi atas 2, diantaranya:

a. Idle Time

Idle Time adalah hambatan yang tidak dapat dihindari oleh manusia. *Idle time* terdiri dari:

- 1) Lingkungan: Jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh keadaan lingkungan seperti kabut tebal dan jalan licin.
- 2) Sensor *metal detective* aktif: Jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh aktifnya sensor metal pada belt yang menyebabkan *belt* berhenti.

- 3) Perbaikan unit atau *maintenance*: Jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh unit digunakan untuk memperbaiki unit yang rusak atau adanya *maintenance* pada *crusher* atau alat berat.
- 4) *Breakdown*: Jam kerja tersedia menjadi berkurang disebabkan oleh kerusakan pada unit.

b. Delay Time

Delay Time atau hambatan yang bisa dihindari dan dikurangi oleh manusia. *Delay time* yang biasa terjadi terdiri dari:

- 1) Menunggu *feeding*: jam kerja tersedia menjadi berkurang karena material umpan pada *feeder* kurang dari 40%.
- 2) Pindah jalur atau pengosongan: Jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh pemindahan jalur pada *belt conveyor*.
- 3) Terlambat awal *shift*: Waktu yang menyebabkan jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh terlambatnya memulai awal *shift*.
- 4) Waktu istirahat yang tidak sesuai dengan waktu yang direncanakan

7. Ketersediaan Penggunaan Alat

Menurut Yanto Indonesianto (2010:178-181) ada beberapa hal yang dapat menunjukkan keadaan peralatan sesungguhnya dan efektifitas pengoperasiannya antara lain :

a. *Mechanical Availability (MA)*

Mechanical Availability adalah suatu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

W = Jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan kepada suatu alat yang dalam kondisi yang dapat dioperasikan, artinya tidak rusak.

R = Jumlah jam untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang serta waktu untuk perawatan preventif.

b. *Physical Availability (PA)*

Physical Availability adalah catatan ketersediaan keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$PA = \frac{S + R + W}{S + W} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

S = Jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan, akan tetapi alat tersebut tidak dalam keadaan rusak dan siap untuk dioperasikan.

c. *Use of Availability (UA)*

Angka *Use of Availability* digunakan untuk memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat

dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan. Persamaannya adalah:

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

d. *Effective Utilization* (Eut)

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

$$Eut = \frac{W}{W+W+S} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

8. Analisis Regresi Linear Berganda

Regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara variabel bebas (X1 dan X2) dengan variabel terikat (Y) yang menggunakan rumus regresi linier berganda. Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, apakah masing-masing variabel bebas berhubungan positif atau negatif dan memprediksi perubahan variabel terikat akibat pengaruh dari nilai variabel bebas. Permasalahan analisis regresi yang melibatkan hubungan dari dua atau lebih variabel bebas terhadap satu variabel terikat. Analisis regresi mampu memberi informasi kepada para manajer sehingga mereka dapat mengevaluasi dan mengubah strategi yang sedang diterapkannya.

Uji regresi berganda digunakan untuk meramalkan nilai variabel terikat (Y) dari dua atau lebih variabel bebas. Uji regresi ganda adalah alat analisis peramalan nilai pengaruh dua variabel bebas atau lebih terhadap

satu variabel terikat (untuk membuktikan ada atau tidaknya hubungan fungsional atau hubungan kausal antara dua variabel bebas atau lebih, $(X_1) (X_3) (X_3).... (X_n)$ dengan satu variabel terikat).

a. Model Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda adalah regresi dimana variabel terikatnya (Y) dihubungkan lebih dari satu variabel, dengan dua atau lebih variabel bebas $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ namun masih menunjukkan diagram hubungan yang linear. Disamping hubungan linear dua variabel, hubungan linear lebih dari dua variabel bisa juga terjadi. Penambahan variabel bebas ini diharapkan dapat menjelaskan karakteristik hubungan yang ada, walaupun masih saja ada variabel yang terabaikan.

Hubungan linear lebih dari dua variabel bila dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis adalah:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \dots\dots\dots (8)$$

Sumber: Iqbal Hasan, 2003:253

Keterangan :

- Y = variabel terikat (nilai duga Y)
- a, b_1 , b_2 , b_n = koefisien regresi
- X_1 , X_2 , X_n = variabel bebas
- e = kesalahan pengganggu (*disturbance term*) artinya nilai-nilai dari variabel lain yang tidak dimasukkan kedalam persamaan

b. Regresi Linear Berganda dengan Dua Variabel Bebas

Jika sebuah variabel terikat dihubungkan dengan dua variabel bebas maka persamaan regresi linear bergandanya dituliskan:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \dots \dots \dots (9)$$

Sumber: Iqbal Hasan, 2003:255

b_1 dan b_2 disebut juga sebagai koefisien regresi parsial (*partial coefficient regression*) dan sering dituliskan sebagai $b_1 = b_{01.2}$ dan $b_2 = b_{02.1}$

Keterangan :

Y	=	variabel terikat (nilai duga Y)
a, b_1 , b_2	=	koefisien regresi linear berganda
X_1 , X_2	=	variabel bebas
a	=	nilai Y, apabila $X_1 = X_2 = 0$
b_1	=	besarnya kenaikan/penurunan Y dalam satuan, jika X_1 naik/turun dan X_2 konstan
b_2	=	besarnya kenaikan/penurunan Y dalam satuan, jika X_2 naik/turun dan X_1 konstan
- / +	=	tanda yang menunjukkan arah hubungan antara Y dan X_1 atau X_2

Nilai dari koefisien a, b_1 , b_2 dapat ditentukan dengan beberapa cara seperti berikut ini:

1) Metode Kuadrat Terkecil

$$a = Y - b_1X_1 - b_2X_2 \dots \dots \dots (10)$$

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_2 y)(\sum x_1^2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \dots\dots\dots (11)$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2 y) - (\sum x_1 y)(\sum x_2^2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \dots\dots\dots (12)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} \dots\dots\dots (13)$$

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X_1}{n} \dots\dots\dots (14)$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_2}{n} \dots\dots\dots (15)$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - n \cdot \bar{Y}^2 \dots\dots\dots (16)$$

$$\sum x_1^2 = \sum X_1^2 - n \cdot \bar{X}_1^2 \dots\dots\dots (17)$$

$$\sum x_2^2 = \sum X_2^2 - n \cdot \bar{X}_2^2 \dots\dots\dots (18)$$

$$\sum x_1 y = \sum X_1 Y - n \cdot \bar{X}_1 \bar{Y} \dots\dots\dots (19)$$

$$\sum x_2 y = \sum X_2 Y - n \cdot \bar{X}_2 \bar{Y} \dots\dots\dots (20)$$

$$\sum x_1 x_2 = \sum X_1 X_2 - n \cdot \bar{X}_1 \bar{X}_2 \dots\dots\dots (21)$$

2) Persamaan Normal

Sistem persamaan linear dengan tiga variabel melalui persamaan normal dapat dicari dengan cara berikut:

$$a_n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 = \sum Y \dots\dots\dots (22)$$

$$a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 = \sum X_1 Y \dots\dots\dots (23)$$

$$a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 = \sum X_2 Y \dots\dots\dots (24)$$

a) Uji Korelasi dan Koefisien Determinasi

Nilai koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui berapa persen variabel bebas mempengaruhi variabel terikat/ R^2 untuk menentukan kekuatan hubungan antar variabel bebas dan terikatnya. R^2 dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{b_1 \sum x_1 y + b_2 \sum x_2 y}{\sum y^2} \dots\dots\dots (25)$$

Setelah nilai R^2 didapatkan, maka dapat dihitung nilai dari R atau koefisien korelasi dengan rumus:

$$R = \sqrt{R^2} \dots\dots\dots (26)$$

Menurut Colton, kekuatan hubungan dua variabel secara kuantitatif dapat dibagi menjadi empat area yaitu :

- $R = 0,00 - 0,25$, maka tidak ada hubungan / hubungan lemah
- $R = 0,26 - 0,50$, maka hubungan sedang
- $R = 0,51 - 0,75$, maka hubungan kuat
- $R = 0,76 - 1,00$, maka hubungan sangat kuat/sempurna

b) Uji F

(1) Menentukan F_{hitung}

Tabel 2. Perhitungan Uji F

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F
Regression/ Model	$\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2$	k-1	$\frac{SSR}{df \text{ SSR}}$	$\frac{MSR}{MSE}$
Residual/ Error	$\sum (Y_i - \hat{Y})^2$	n-k	$\frac{SSE}{df \text{ SSE}}$	
Total	SSR+SSE			

(2) Menentukan F_{tabel}

$F_{\text{tabel}} = f(k; n-k)$, nilainya dapat dilihat pada tabel distribusi F pada (lampiran)

(3) Kesimpulan

Kesimpulan dapat diambil apabila:

- (a) Jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, maka H_0 ditolak berarti persamaannya tidak linier
- (b) Jika $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima berarti persamaannya linier

c) Uji t

Untuk melakukan uji t terlebih dahulu dilakukan perhitungan ragam pada koefisien model regresi sebagai berikut:

A. Estimate of variance of u

$$\delta\mu = \frac{SSE}{n-k} \dots\dots\dots (27)$$

B. Ragam ($\hat{b}_1$)

$$\hat{b}_1 = \delta\mu^2 \frac{\sum x_2^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2} \dots\dots\dots (28)$$

C. Ragam ($\hat{b}_2$)

$$\hat{b}_2 = \delta\mu^2 \frac{\sum x_1^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2} \dots\dots\dots (29)$$

D. Ragam ($\hat{b}_0$) atau $\hat{a}$

$$\hat{b}_0 = \delta\mu^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{x_1^2 \sum x_2^2 + x_2^2 \sum x_1^2 - 2x_1 x_2 \sum x_1 x_2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2} \right] \dots\dots\dots (30)$$

E. Standar Error

$$s\hat{b}_1 = \sqrt{\text{Ragam } \hat{b}_1} \dots\dots\dots (31)$$

$$s\hat{b}_2 = \sqrt{\text{Ragam } \hat{b}_2} \dots\dots\dots (32)$$

$$s\hat{b}_0 = \sqrt{\text{Ragam } \hat{b}_0} \dots\dots\dots (33)$$

F. t_{hitung}

$$t_{\text{hitung}}(\hat{b}_1) = \frac{\hat{b}_1}{s\hat{b}_1} \dots\dots\dots (34)$$

$$t_{\text{hitung}}(\hat{b}_2) = \frac{\hat{b}_2}{s\hat{b}_2} \dots\dots\dots (35)$$

$$t_{\text{hitung}}(\hat{b}_0) = \frac{\hat{b}_0}{s\hat{b}_0} \dots\dots\dots (36)$$

G. Kesimpulan

Kesimpulan dapat diambil apabila:

- (1) Jika $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$, maka H_0 ditolak berarti ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat
- (2) Jika $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima berarti tidak ada pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat

B. Penelitian Relevan

Adapun penelitian relevan terkait permasalahan yang akan diteliti oleh penulis sebagai sumber bacaan dan sebagai penunjang literasi disusun berdasarkan jurnal-jurnal terdahulu yang telah penulis baca. Adapun jurnal-jurnal yang dimaksud adalah:

1. Hasil Penelitian dari Afrinal dari jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang pada tahun 2018 yang berjudul Analisis

Regresi Linear berganda Parameter Hambatan Produktivitas Crushing Plant Dalam Upaya Peningkatan Target Produksi Tambang Emas PT J Resource Bolaang Mongondow Site Bakan Sulawesi Utara. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai waktu tidak efektif dari parameter hambatan *idle time*, *delay time* dan *breakdown*, membandingkan nilai PA, UA dan UE, menganalisis jam kerja efektif, produktivitas dan jumlah produksi, serta menemukan persamaan regresi linear berganda parameter hambatan terhadap produktivitas crushing plant. Adapun hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah waktu kerja di *crusher* 1 adalah 32,23 jam dengan total waktu idle 253,34 jam, waktu delay 42,74 jam dan *breakdown* 31,69 jam. Untuk *crusher* 2 didapatkan waktu kerja 139,30 jam dengan waktu idle 139,30 jam, waktu delay 75,45 jam dan waktu *breakdown* 24,55 jam. Untuk *crusher* 3 didapatkan waktu kerja 154,03 jam dengan total waktu idle 55,01 jam, waktu delay 68,55 jam dan waktu *breakdown* 82,41 jam sedangkan untuk *crusher* 4 didapatkan waktu kerja 154,71 jam dengan total waktu idle 53,59 jam, waktu delay 68,55 jam dan waktu *breakdown* 73,66 jam. Sehingga ditemukan bahwa penyebab tidak tercapainya target produksi adalah rendahnya nilai efisiensi kerja karena besarnya waktu hambatan. Dengan analisis secara linear berganda didapatkan rekomendasi parameter hambatan untuk memenuhi target produktivitas pada *crusher* 1 adalah 2,5 jam idle time, 2,5 jam delay time dan 3 jam *breakdown time* dapat memperoleh produktivitas sebesar 268,981 ton/jam. Untuk *crusher* 2 adalah 1 jam idle time, 3 jam delay time,

dan 3,5 jam breakdown time dapat memperoleh produktivitas sebesar 251,399 ton/jam. Untuk crusher 3 adalah 1 jam idle time, 1 jam delay time dan 1 jam breakdown time akan menghasilkan produktivitas sebesar 256,973 ton/jam. Sedangkan pada crusher 4 didapatkan 2 jam idle time, 3 jam delay time dan 1 jam breakdown time akan menghasilkan produktivitas sebesar 251,534 ton/jam.

2. Hasil penelitian dari Ersila Maharani dari jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang tahun 2019 yang berjudul Optimalisasi Pengumpanan *Crusher* dan Analisis Regresi Linear berganda Terhadap Waktu Kerja Untuk Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi 300.000 Ton pada Penambangan Batu Granit PT. Trimegah Perkasa Utama. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan metode optimalisasi produksi dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), melakukan analisis linear berganda terhadap faktor yang menyebabkan produksi pada unit *crusher* tidak terpenuhi. Adapun hasil yang didapatkan diantaranya persamaan linear berganda dari waktu kerja efektif *loading hauling* (X1), *Nordberg primary crusher* (X2) dan *jaques primary crusher*(X3) terhadap total produksi batu granit (Y) adalah $Y = -326,865 + 34,28567 X1 + 564,6184 X2 + 748,8142 X3$ dan dari persamaan dapat ditarik kesimpulan bahwasannya *jaques primary crusher* paling dominan diantara variabel lain. Efisiensi aktual dari penggunaan alat gali muat yang didapatkan adalah MA= 87,72% PA= 88,17% UA= 95,8% dan Eut= 84,48%. Sedangkan efisiensi alat angkut yang didapatkan

MA= 77,13% PA= 88,17% UA= 60,23% dan Eut= 51,11%/ Ketersediaan umpan *crusher* 226.907,58 ton dan setelah dilakukannya perhitungan menggunakan metode OEE didapatkan nilai produksi sebesar 404.607,805 ton. Efisiensi aktual dari penggunaan alat pada unit Jaques Primary Crusher adalah sebagai berikut: MA= 72,5% PA= 88,54% UA= 34,127% dan Eut= 30,217%. Sedangkan efisiensi penggunaan alat pada *Nordberg Primary Crusher* adalah: MA= 78,23% PA= 91,295% UA= 34,665% Eut= 31,62%. Persamaan linear berganda yang dihasilkan dari hubungan waktu kerja efektif, waktu hambatan dan waktu perbaikan terhadap produksi unit *Primary Crusher* pada unit *Jaques* adalah $Y = 10115,19 - 259,22 X_1 - 296,443 X_2$ dan unit *Nordberg* didapatkan persamaan $Y = 7873,46 - 60,069 X_1 - 283,198 X_2$.

3. Hasil penelitian dari Rukia Pinda Sari dari jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang tahun 2018 yang berjudul Analisis Statistik Untuk Mendapatkan Waktu Optimal Dari Losstime Dalam Memenuhi Produksi Penambangan Batubara Di Area Pit Timur Pt. Artamulia Tatapratama. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan waktu optimal dari *losstime* untuk meningkatkan target produksi batubara di PT. Artamulia Tatapratama dengan analisis regresi linier. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa waktu optimal dari 3 unit excavator berdasarkan simulasi statistik adalah 7,67 jam untuk waktu kerja efektif, maka waktu delay yang diizinkan adalah 12,99 jam sedangkan jika delay timenya adalah 14,78 jam maka idle time yang diizinkan hanya sebesar 6,03 jam.

Setelah mengetahui masalah yang menyebabkan waktu kerja dari excavator ini menurun maka penting untuk dilakukannya penanganan lebih lanjut di lapangan.

4. Hasil penelitian Agung Wijaya dari Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang pada tahun 2018 yang berjudul penelitian Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja *Limestone Crusher* VI Dalam Upaya Memenuhi Kebutuhan Batu Gamping Pada Storage Indarung VI, PT. Semen Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi sebesar 9475 ton/hari dari *Limestone Crusher* VI untuk memenuhi kebutuhan produksi batu gamping pada plant VI Indarung. Dari hasil penelitian didapatkan produktivitas actual Komatsu HD 785-7 yang melakukan *feeding* material limestone kedalam LSC VI adalah 170,47 ton/jam tetapi ini belum memenuhi target *feeding* material limestone sebesar 1500 ton/jam. Sedangkan untuk produktivitas LSC VI adalah 1212,09 ton/jam dengan total produksi sehari adalah 7655,98 ton, hasil ini juga belum memenuhi dari target produksi sehari sebesar 7655,98 ton. Sedangkan untuk persentase kesediaan alat pada LSC VI adalah sebesar 79,50% untuk MA, 87,22% untuk PA, 56,80% untuk UA dan 49,54% untuk Eut. Untuk melakukan optimasi produksi dilakukan dengan meningkatkan nilai effective of utility menjadi sebesar 63,75% sehingga produksi menjadi 9475 ton/hari.
5. Hasil penelitian Nurilia Fitri Prabawati, Arif Rahman dan Lalu Tri Wijaya Nata Kusuma dari Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya pada

tahun 2014 yang berjudul Analisis Regresi Linear berganda Pada Karakteristik Kualitas Dalam Diversifikasi Produk Kertas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab tidak tercapainya target penjualan dan cara untuk mempercepat pemasaran dengan diversifikasi produk dari kertas budaya dan kertas industri yang terdiri dari *Folding Box Board* (termasuk produk *FSC Mixed*), *Solid Bleach Board*, dan *Duplex Board* PT. X. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa Fungsi regresi estimasi yang digunakan dalam tahap diversifikasi produk, yaitu $Y_1 = 1200,795 - 0,022x_1 - 436,086x_2 + 0,050x_3 - 0,719x_4$ dan $Y_2 = 1378,440 - 0,034x_1 - 382,343x_2 + 0,050x_3 - 1,121x_4$, di mana *flow bottom* (X_1), *flowmiddle transformasi* (X_2), *flow top* (X_3), *speed* (X_4) sebagai variabel bebas dan *basis weight* (Y_1) serta *caliper* (Y_2) sebagai variabel terikat. Contoh spesifikasi produk baru yang dapat diterapkan di PT.X berdasarkan fungsi regresi estimasi yang merujuk pada karakteristik kualitas produk PT.X yaitu *Continuous Pressure Laminates* (CPL) dengan *gramatur* 220 g/m² dan *caliper* 300 µm, *white back folding box board* dengan *gramatur* 230 g/m² dan *caliper* 325 µm, serta *C1S art board* dengan *gramatur* 270 g/m² dan *caliper* 385 µm.

6. Hasil penelitian dari S.V Mkhatswa dari Southern African Institute of Mining and Metallurgy pada tahun 2009 dengan judul penelitian *Optimization of The Loading and Hauling Fleet at Mamatwa Open Pit Mine*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat muat dan alat angkut pada penambangan

mangan, dan juga menemukan solusi yang mungkin untuk menghilangkan hambatan dari kinerja tersebut sehingga dapat meningkatkan tonase produksi. Penelitian difokuskan pada performa 3 unit Caterpillar 777D dan R984C Liebert Litronic Hydraulic Excavator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja loading-hauling ini dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya lama jam kerja efektif rata-rata pershift adalah 3,5 jam dari total 8 jam yang tersedia, ini terjadi karena adanya hambatan seperti daily safety meeting, maintenance mesin harian, dan waktu memulai kerja yang terlambat. Kedua, Lebar jalan yang tidak memadai, dimana lebar jalan yang seharusnya adalah 21,35m sedangkan lebar actual jalan hanya 15,096 m. Ketiga, hasil fragmentasi yang buruk dan juga ketidakcocokan kapasitas bucket dan ukuran bak Caterpillar 777D juga berpengaruh pada kinerja alat gali muat dan alat angkut. Dimana, Caterpillar 777D sebaiknya dilayani oleh Excavator dengan kapasitas bucket 8,5 m³ sedangkan ukuran bucket excavator R984C Liebert Litronic Hydraulic Excavator adalah 5,5 m³.

7. Hasil penelitian dari O Pasch dan S Uludag dari Southern African Institute of Mining and Metallurgy pada tahun 2018 dengan judul penelitian Optimization of the Load-and-Haul Operation at an Opencast Colliery. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi peluang optimalisasi produksi batubara berdasarkan perubahan operasional alat muat dan alat angkutnya. Penelitian ini menggabungkan hasil tinjauan dari literature, pengamatan lapangan dan analisis data statistik untuk

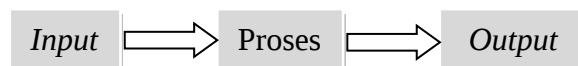
menentukan kombinasi loader-truck terbaik untuk meningkatkan produksi. Beberapa indikator yang digunakan untuk melakukan evaluasi dan identifikasi peluang peningkatan produktivitas dalam penelitian ini adalah faktor pengisian *bucket*, kondisi pemuatan, waktu persiklus dan jam hambatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi loader Caterpillar 994K dengan 5 unit truck Caterpillar 789C adalah yang paling efisien karena dapat menghasilkan produksi sebesar 1455 ton batubara perjam, sehingga total produksi pershift dapat ditingkatkan sebesar 5421 ton per shift.

8. Hasil penelitian Ram Prasad Choudhary dari Department of Mining Engineering, National Institute of Technology Karnataka pada tahun 2014 yang berjudul Optimization Of Load–Haul–Dump Mining System By Oee And Match Factor For Surface Mining. Tujuan dari penelitian ini untuk memaksimalkan produktivitas dan jumlah produksi dengan metode OEE sehingga dapat menghemat biaya produksi. Metode ini menggabungkan ketersediaan alat, kinerja dan kualitas, untuk evaluasi efektivitas peralatan dengan mengidentifikasi penyebab hilangnya waktu (*losstime*) untuk operasi shovel dan truk. Operasi truk-shovel biasanya memiliki biaya operasi yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja armada truk-shovel adalah 'antrian di loader', 'unit tunggu pemuatan' dan 'tunggu di truk' dan lebih banyak lagi kemungkinan besar disebabkan oleh kecocokan yang tidak tepat antara unit pemuatan dan pengangkutan. Hasil yang didapatkan adalah efisiensi keseluruhan armada yang rendah yaitu 50%,

sedangkan efisiensi truk adalah 100%. Sehingga, setiap truk ditugaskan ke shovel dan dump point tertentu di awal shift dan tetap di sirkuit yang sama untuk seluruh durasi shift.

9. Penelitian dengan judul *A multivariate approach for evaluation and monitoring of water quality in*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki penerapan analisis data multivariat dan statistik dalam mengevaluasi dan memantau kualitas di industri pertambangan dan pengolahan mineral. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis multivariat mampu mendeteksi perubahan kualitas air karena modifikasi dari sirkuit air.
10. Penelitian berjudul *Improvement in the efficiency of the Stone Crusher*. Dalam penelitiannya menunjukkan efisiensi kerja pada stone crusher hanya 65% - 70%. Dengan perbaikan manajemen dan dukungan teknis memberikan solusi yang tepat untuk peningkatan efisiensi kerja crusher secara bertahap. Implementasi dari perbaikan efisiensi kerja menghasilkan peningkatan 16% produksi dari 91,2 Ton/jam menjadi 110,3 Ton/jam.

C. Kerangka Konseptual



Gambar 4. Kerangka Konseptual

Dari uraian yang telah ditulis dan dari penjabaran tujuan penelitian ini, maka kerangka konseptual dari penelitian ini dapat dilihat pada bagan berikut ini:

1. Input

Input dari penelitian merupakan data awal yang didapatkan untuk keperluan pengolahan lebih lanjut. Adapun dari pengumpulan ini didapatkan 2 jenis data, yaitu:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung oleh penulis dengan melakukan pengamatan, dan pengukuran langsung di lapangan. Adapun data primer yang didapatkan oleh penulis adalah faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *crushing plant* dan data jam kerja produktif, waktu hambatan dan waktu perbaikan yang ada.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan berdasarkan pengumpulan informasi dari literature dan referensi lain, seperti data target produksi bulanan perusahaan, peta topografi dan geologi serta spesifikasi alat dari unit peremuk (*crusher*).

2. Proses

Proses yang dilakukan pada kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengelompokkan waktu hambatan yang berupa waktu *idle* dan waktu *delay* yang ada pada *limestone crusher* VI.
- b. Merumuskan persamaan linear berganda berdasarkan variabel-variabel dari waktu *idle* dan waktu *delay* terhadap produksi *limestone crusher* VI.
- c. Menganalisis dan merekomendasikan parameter waktu *idle* dan waktu *delay* yang mempengaruhi jumlah produksi.

3. *Output*

Output adalah hasil dari kegiatan penelitian ini. *Output* dari penelitian ini adalah mengetahui upaya optimaliasasi pengumpanan *Crusher* dan minimalisir *losstime* untuk mencapai target produksi *limestone crusher* VI.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi produksi pada *Limestone Crusher* VI maka, dilakukan optimalisasi produksi pada *loading hauling* dengan metode OEE diperoleh peningkatan jumlah umpan dari 842.200 ton menjadi 992.099,42 ton.
2. Parameter waktu hambatan yang terjadi pada *limestone crusher* VI dibagi menjadi dua kelompok yaitu waktu *delay* dan waktu *idle*. Waktu *delay* adalah persiapan operasi, waktu tunggu *feeding*, *time break*, pindah jalur, ganti operator, sedangkan waktu *idle* yaitu, problem pada *belt conveyor*, *crusher problem*, masalah elektrik, masuk besi, kerusakan alat berat, dan cuaca kabut.
3. Dari pengelompokkan waktu hambatan dilakukan analisis regresi linear berganda maka didapatkan persamaan $Y = 39654,54 - 1645,64 X_1 - 1517,85 X_2$ didapatkan waktu *losstime* maksimum harian dengan *delay time* sebanyak 4,651 jam dan waktu *idle* 5,043 jam.
4. Waktu optimal *losstime* yang didapatkan dari hasil simulasi waktu hambatan yaitu, waktu *delay* 4,96 jam dan waktu *idle* 2,85 jam.
5. Rekomendasi waktu *delay* harian yaitu, 0,313 jam persiapan operasi, 0,681 jam waktu tunggu *feeding*, 0,905 jam waktu istirahat, 0,056 jam pindah jalur atau pengosongan jalur, dan 0,065 jam waktu ganti operator.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan terkait dengan pengoptimalan pengumpanan *crusher* dan minimalisir loss time adalah sebagai berikut :

1. Agar umpan *limestone crusher* VI memenuhi target produksi maka perlu adanya peningkatan jumlah jam kerja efektif alat *loading hauling*.
2. Agar rencana target produksi pada *limestone crusher* VI dapat tercapai maka dapat diterapkan rekomendasi hasil estimasi persamaan analisis regresi linear berganda pengaruh parameter waktu hambatan terhadap jumlah produksidengan total waktu hambatan yang direkomendasikan untuk *delay time* maksimum harian 4,651 jam dan waktu *idle* maksimum harian5,043 jam..
3. Untuk mencapai target produksi perlunya meminimalisir waktu hambatan yang sering terjadi pada *limestone crusher* VI seperti waktu tunggu *feeding*, persiapan operasi, *time break*, problempada *belt conveyor* dan dan masalah elektrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrinal dan Mulya Gusman 2018. Tugas Akhir, *Analisis Regresi Multivariat Parameter Hambatan Produktivitas Crushing Plant Dalam Upaya Peningkatan Target Produksi Tambang Ems PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Sulawesi Utara*. Universitas Negeri Padang.
- Diah Nurmala Arum Janie. 2012. *Statistik Deskriptif dan Regresi Linear Berganda dengan SPSS*. Semarang University Press. ISBN: 978-602-9019-98-8.
- Gransberg, D Doulgas. 1996. *Optimizing Haul Unit Size and Number Based on loading facility Characteristics*. Journal of Construction Engineering and management 122
- Hasan, Iqbal. 2003. *Pokok-pokok Materi Statistik 2(Statistik Interferensif)*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Maharani, Ersila dan Adree Octova. 2019. Tugas Akhir, *Optimalisasi Pengumpanan Crusher Dan Analisis Regresi Multivariat Terhadap Waktu Kerja Untuk Meminimalisir Loss Time Agar Tercapai Target Produksi 300.000 Ton/Bulan Pada Penambangan Batu Granit Di PT. Trimegah Perkasa Utama*. Universitas Negeri Padang.
- Mkhatswa, S.V. 2009. *Optimization of The Loading and Hauling Fleet at Mamatwa Open Pit Mine*. Southern African Institute of Mining and Metallurgy.
- Nuryadi, dkk. 2017. *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- Pasch, O dan S Uludag. 2018. *Optimization of the Load-and-Haul Operation at an Opencast Colliery*. Southern African Institute of Mining and Metallurgy.
- Prasad Choudhary, Ram. 2014. *Optimization Of Load-Haul-Dump Mining System By Oee And Match Factor For Surface Mining*. Department of Mining Engineering, National Institute of Technology Karnataka
- Pinda Sari, Rukia, Murad MS dan Adree Octova. 2018. Tugas Akhir, *Analisis Statistik Untuk Mendapatkan Waktu Optimal Dari Loss Time Dalam Memenuhi Produksi Penambangan Batubara Di Area Pit Timur PT. Artamulia Tatapratama*. Padang. Universitas Negeri Padang.
- Priyo Hastono, Sutanto. 2006. *Analisis Multivariat*. Departemen Biostatistik FKM UI
- Pujianto, Eko. *Analisis Multivariat*. Program Studi Teknik Industri UNS.