

Evaluasi Produktivitas *Crushing Plant* Dalam Mencapai Target Produksi Batubara di PT Pesona Khatulistiwa Nusantara

Muhammad Farhan Al Awdhy*, Linda Pulungan, Sriyanti

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*mfarhanalawdhy10@gmail.com, linda.lindahas@unisba.ac.id

Abstract. PT Pesona Khatulistiwa Nusantara is a company engaged in coal mining that holds a Coal Mining Work Agreement (PKP2B) permit. PT PKN has set a production target that has increased from the previous year, namely 1.5 million MT in 2021, to 2 million MT. It is necessary to increase the coal processing capacity from the plan to increase coal production by 2022. The research method uses primary data and secondary data. Based on the results of field activities in 2022, PT PKN set a production target that increased from the previous year, 1.5 million MT in 2021 to 2 million MT. With this production target, PT PKN receives a monthly coal production value of approximately 165,500 tons/month, 6,365 tons/day per day, and 707.26 tons/hour per hour. As for the average productive time of 8.85 hours/day, the adequate crusher time was 6.1 hours/day, and the crusher work efficiency was 69.49%. At the same time, the total crusher resistance was 2.12 hours/day. From the field activities carried out at PT PKN, the advice is to *maintain* the equipment regularly to maximize the performance of the tool and minimize *loose coal spill material*. As well as changing the size of the CSS on the crusher, which was originally 20 mm (according to specifications), to 15 mm so that the *vibrating screen* does not accumulate. (Alfarisi & Asyik, 2017; Podder et al., 2021)

Keywords: *Coal, Stockpile, Increase, Production.*

Abstrak. PT Pesona Khatulistiwa Nusantara adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara pemegang izin Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B). Tahun 2022 PT PKN menetapkan target produksi yang meningkat dari tahun sebelumnya yaitu sebesar 1,5 Juta MT di tahun 2021 menjadi 2 Juta MT pada tahun 2022. Adanya rencana peningkatan produksi batubara, maka perlu ditingkatkan kapasitas pengolahan batubara. Metoda penelitian yang diambil yaitu dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Berdasarkan hasil kegiatan lapangan tahun 2022 PT PKN menetapkan target produksi yang meningkat dari tahun sebelumnya yaitu sebesar 1,5 Juta MT di tahun 2021 ke angka 2 Juta MT. Dengan target produksi itu, maka PT PKN mendapatkan nilai produksi batubara per bulannya berkisar 165,500 ton/bulan, atau per harinya sekitar 6,365 ton/hari dan per jamnya sekitar 707,26 ton/jam. Sedangkan untuk waktu produktif rata-rata sebesar 8,85 jam/hari, waktu efektif crusher 6,1 jam/hari dan efisiensi kerja crusher sebesar 69,49 %. Sedangkan hambatan total crusher yaitu 2,12 jam/hari. Dari kegiatan lapangan yang dilakukan di PT PKN tersebut, maka saran yang diberikan adalah dengan *me-maintenance* alat secara rutin, sehingga bisa memaksimalkan kinerja alat dan meminimalisir *loose material* tumpahan batubara. Serta merubah ukuran CSS pada crusher yang semula 20 mm (sesuai spesifikasi) menjadi 15 mm sehingga pada *vibrating screen* tidak terjadi penumpukan.

Kata Kunci: *Batubara, Stockpile, Peningkatan, Produksi.*

A. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia. Sejak tahun 2005, ketika melampaui produksi Australia, Indonesia menjadi eksportir terdepan batubara dunia. Total produksi batubara yang diekspor sekitar 494 juta ton terdiri dari kualitas batubara menengah dengan kandungan kalori antara 5.100 dan 6.100 kal/gram dan kualitas batubara rendah dengan kandungan kalori di bawah 5.100 kal/gram, sebagian besar permintaannya berasal dari Cina dan India. Berdasarkan informasi yang disampaikan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia pada tahun 2022, Indonesia memiliki cadangan batubara terukur dan terverifikasi sekitar 33,37 miliar ton cadangan batubara. Batubara Indonesia diperkirakan habis kira-kira dalam 83 tahun mendatang apabila tingkat produksi saat ini diteruskan. (Prasmoro & Hasibuan, 2018)

Berkaitan dengan cadangan batubara dunia, Indonesia saat ini menempati peringkat ke-7 dengan sekitar 3,2 persen dari total cadangan batubara dunia dengan jumlah $\pm 34,8$ miliar ton menurut data dari *BP Statistical Review of World Energy* per tahun 2021. Sekitar 60 persen dari cadangan batubara total Indonesia terdiri dari batubara kualitas rendah (*sub-bituminous*) yang memiliki kandungan kurang dari 5.100 kal/gram.

PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang penambangan batubara dan bergerak di bidang *Coal Handling and Processing Plant* selanjutnya disingkat dengan PT PKN . PT. (PKN) terletak di kecamatan Tanjung Selor, Kalimantan Utara. Sistem penambangan yang digunakan perusahaan ini yaitu tambang terbuka dengan metode *open pit*, sedangkan kualitas batubara yang dimiliki sekitar 3.100 – 3.200 kkal dan termasuk *low quality coal* dengan produksi batubara pada tahun 2022 mencapai 2 juta ton. PT. PKN selalu memberikan pelayanan terbaik bagi para konsumen dari dalam dan luar negeri, baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

Dalam memenuhi target produksi akan banyak permasalahan yang dihadapi seperti adanya penundaan waktu, alat-alat yang kurang maksimal dan lain-lain baik yang dapat dihindari maupun tidak. Target produksi batubara pada akhir tahun 2022 sekitar 2 juta ton. Dalam menghadapi keadaan ini tentunya diperlukan optimalisasi untuk mendapatkan waktu kerja yang produktif yang diinginkan untuk mencapai target produksi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana cara untuk mencapai target produksi perusahaan dalam kegiatan *crushing plant*?”, “Bagaimana mengurangi hambatan yang terjadi saat distribusi pada semua unit sabuk berjalan (*belt conveyor*)?”, “Bagaimana mengurangi *loose* batubara pada rangkaian kegiatan produksi?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Menganalisis kegiatan *crushing plant* untuk mencapai target produksi perusahaan.
2. Menganalisis hambatan yang terjadi saat distribusi batubara pada semua unit sabuk berjalan (*belt conveyor*).
3. Menganalisis *loose* batubara pada unit *crushing plant*

Tahapan Pengolahan Bahan Galian

Kegiatan pengolahan bahan galian secara umum terbagi dari beberapa tahapan, diantaranya adalah:

1. Kominusi
Kominusi merupakan tahapan pertama dalam kegiatan pengolahan bahan galian bertujuan untuk pengecilan ukuran. Kominusi dilakukan dengan penghancuran material menggunakan alat-alat *crusher*. Gaya penghancuran alat *crusher* adalah sebagai hasil tekanan terhadap batuan oleh bagian yang bergerak dari alat kepada bagian yang diam atau bagian lain yang bergerak dari alat tersebut. Gaya tekan dari alat dapat memecahkan batuan jika melebihi batas batuan tersebut (Tobing, 2002). Kegiatan kominusi dilakukan dengan alat-alat seperti *jaw crusher*, *cone crusher*, *gyratory crusher*, dan *roll crusher*. Proses kominusi batubara dilakukan dari tahap *primer* (*primary crushing*), tahap sekunder (*secondary crushing*), sampai ke tahap tersier (*tertiary crushing*).

2. Penyeragaman Ukuran (*sizing*)
 Penyeragaman ukuran (*sizing*) adalah proses pemisahan batuan-batuan menjadi bagian-bagian yang berbeda berdasarkan ukurannya, sehingga setiap fraksi terdiri dari butiran-butiran batuan dengan ukuran yang hampir sama. Penyeragaman ukuran (*sizing*) dapat dilakukan dengan cara:
 - a. Pengayakan (*screening*) atau penyaringan (*sieving*)
 - b. Klasifikasi (*classifying*)
3. Konsentrasi
 Konsentrasi adalah tahapan yang dilakukan bertujuan untuk mengambil/mengekstrak mineral berharga yang ada pada bahan galian, sehingga didapat konsentrat yang lebih tinggi kadarnya serta menguntungkan secara ekonomi. Berdasarkan sifat fisik, proses konsentrasi dapat dibagi menjadi 4, yaitu:
 - a. Konsentrasi gravitasi, adalah pemisahan mineral berharga dengan mineral pengotor berdasarkan gaya berat.
 - b. Konsentrasi magnetis, adalah pemisahan mineral berharga dengan mineral pengotor berdasarkan sifat kemagnetan.
 - c. Konsentrasi elektrostatis, adalah pemisahan mineral berharga dengan mineral pengotor berdasarkan sifat daya hantar listrik.
 - d. Konsentrasi flotasi, adalah pemisahan mineral berharga dengan mineral pengotor berdasarkan sifat fisik permukaan mineral terhadap pengaruh bahan kimia.
4. Pengurangan Kadar Air
 Pengurangan kadar air (*dewatering*) adalah proses yang dilakukan bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan air hasil dari tahapan pengolahan bahan galian yang menggunakan banyak air dalam operasinya. Pengurangan kadar air dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu pengentalan (*thickening*), penapisan (*filtration*), dan pengeringan (*drying*).

B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan beberapa teknik pengambilan data, seperti data primer dan data sekunder, kemudian pada Teknik pengolahan datanya menggunakan data studi literatur dan terakhir pada Teknik analisis data yaitu menghitung hasil dari pengambilan data di lapangan.

Teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Teknik Pengambilan Data
 Pengambilan data ini secara primer dan sekunder yakni mengambil data dengan literatur yang sudah ada dari perusahaan dan membaca referensi berkaitan dengan *crushing plant* meliputi spesifikasi mesin *crusher*, produktivitas mesin, kapasitas mesin dan lain-lain.
2. Teknik Pengolahan Data
 Data yang didapatkan dari studi literatur kemudian diolah dengan perhitungan secara teoritis seperti menghitung waktu efektif, ketersediaan, produksi, indeks tingkat produksi dari *crushing plant*.
3. Teknik Analisis Data
 Teknik analisis data ini dilakukan dengan cara memperhitungkan lebih rinci studi teknis yang dilakukan dengan beberapa parameter yang mempengaruhi optimalisasi produksi dari kegiatan *crushing plant* yang digunakan dengan metode *belt cut* dan membandingkan data dengan metode interpolasi

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian yang dilakukan di PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara terletak di Kecamatan Tanjung selor, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara ini yang perlu diperhatikan adalah pengolahan bahan galian dengan optimalisasi kegiatan produksi untuk mencapai target produksi batubara. Pada kegiatan ini pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil data secara langsung di lapangan dan data pendukung merupakan penunjang dari kegiatan penelitian

tersebut. Dengan demikian data-data tersebut sebagai penunjang tercapainya tujuan dari penelitian tersebut.

Pada rangkain *crushing plant* di PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara memiliki jarak total keseluruhan *belt conveyor* menuju *stockpile* sekitar kurang lebih sejauh 8 km. Pada tahapan ini dilakukan untuk memperkecil ukuran material yang masuk melalui tahapan *primary crushing* saja. Pada tahapannya peremukannya menggunakan *crushing plant* tipe *double roll*, setelah kemudian produk yang sudah menjadi material yang diinginkan akan disimpan pada *stockpile*, kemudian setelah itu dilanjutkan kepada kegiatan *loading conveyor* untuk memuat ke kapal tongkang yang bersandar di pelabuhan *jetty* PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara.

Kegiatan penelitian juga dilakukan terhadap *hopper* yang bertujuan untuk mengetahui kapasitas penampungan material, ritase alat muat (*Excavator*) untuk mengetahui tonase *feed* yang masuk pada *hopper*, jam kerja *crushing plant*, target produksi yang diinginkan dari perusahaan, produksi aktual, spesifikasi alat, hambatan pada tiap alat, dan pengamatan pada alat unit *belt conveyor* dengan 1 produk berupa *split A*.

Waktu Kerja *Crushing Plant*

Tabel 1. Waktu Kerja Sabtu-Minggu

Kegiatan	Waktu	
	Senin-Kamis	Menit
Masuk Kerja	07:00	
Persiapan, Maintenance & Kerja Produktif	07.00 - 08.00	300
	08.00 - 12.00	
Istirahat	12.00 -13.00	60
Kerja Produktif	13.00 -17.00	240
Waktu Tersedia		600
Waktu Produktif		540

$$\begin{aligned}
 & W_p \text{ rata rata (senin – minggu)} \\
 & = \frac{((W_p \text{ (Senin - Kamis, Sabtu \& Minggu) } \times 6 \text{ hari}) + W_p \text{ (Jum'at) }))}{6} \\
 & = ((540 \text{ menit} \times 6 \text{ hari}) + 480) / 7 \text{ hari} \\
 & = 3720 / 7 \text{ hari} \\
 & = 531,42 \text{ menit/hari} \\
 & = 8,85 \text{ jam/hari}
 \end{aligned}$$

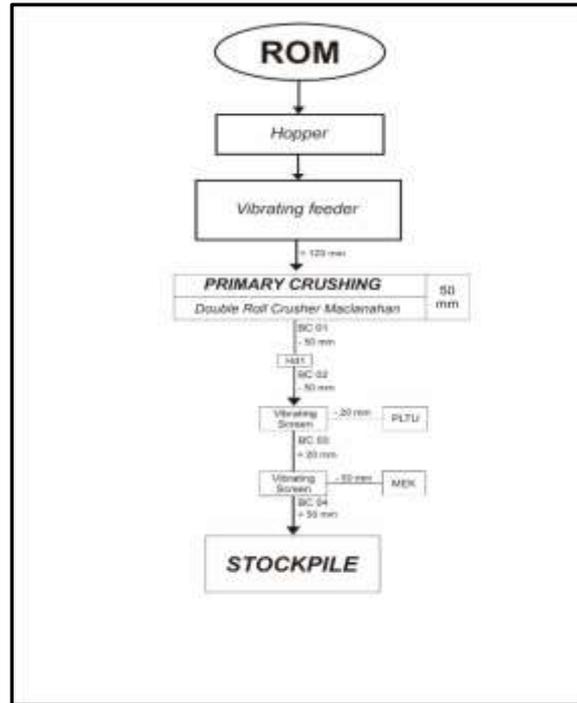
Waktu hambatan yang telah dihitung dari hambatan yang berasal dari kedisiplinan karyawan yaitu 0,58 jam/hari, ditambah dengan hambatan yang berasal dari alat yaitu sebesar 1,72 jam/hari. Sehingga perhitungan waktu hambatan total yang terjadi yaitu 2,3 jam/hari. Kemudian akan dihitung waktu efektif kegiatan produksi pada unit *crushing plant*, yaitu:

Maka waktu efektif *crushing plant* adalah

$$\begin{aligned}
 W_e & = 8,85 \text{ jam/hari} - 2,3 \text{ jam/hari} \\
 & = 6,55 \text{ jam/hari} \\
 & = 393 \text{ menit/hari}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung waktu efisiensi kerja *crushing plant* di PT Pesona Khatulistiwa Nusantara dapat menggunakan dengan data waktu produktif rata rata (w_p) 8,85 jam/hari dan data waktu efektif rata rata (w_e) 6,55 jam/hari. Sehingga efisiensi kerja alat *crushing plant* dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Eff} & = (6,55 \text{ jam/hari} / 8,85 \text{ jam/hari}) \times 100\% \\
 & = 0,6949 \text{ jam/hari} \times 100\% \\
 & = 74,01 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 1. Daerah Penolakan Hipotesis

Sumber: Data Lapangan. 2022

Kemudian melakukan perhitungan kapasitas (Q) *belt conveyor* secara teoritis *belt conveyor*. Perhitungan teoritis produksi *belt conveyor* bertujuan untuk mengetahui berapa satuan berat per waktu (ton/jam) *belt conveyor* dapat mengangkut atau mendistribusikan hasil pengolahan bahan galian yang telah dilakukan berdasarkan parameter yang ada. Parameter dalam penentuan produksi teoritis diantaranya adalah kecepatan, koefisien sudut, luas penampang melintang, berat jenis batuan yang diangkut, dan efisiensi kerja. Data perhitungan dan pengolahan data produksi teoritis *belt conveyor*. Pengamatan kecepatan distribusi material menggunakan *belt conveyor* menggunakan *stopwatch* sebanyak sepuluh kali setiap *belt*.

Tabel 2. Data Pengambilan Sampel *Belt Conveyor*

B-CV	Panjang (m)	Lebar (m)	K	Kemiringan BELT	Koef. Sudut	A	Berat Sampel	Kecepatan Belt
				(..°)	(s)	(m ²)	(kg)	(m/s)
BC 01	25,5	1,8	0,061	15	0,9	0,04407	68,5	4
BC 02	4981	1,2	0,061	15	0,9	0,04407	79,8	3,15
BC 03	2898	1	0,066	15	0,9	0,07002	59,5	4,2
BC 04	95,5	1	0,065	15	0,9	0,07006	58,6	4,2

Sumber: Data Hasil Perhitungan, 2022

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{teoritis}} &= 60 \times A \times v \times p \times s \times E \\
 &= 60 \times 0,04407 \times 4 \times 857 \times 0,9 \times 74,01\% \\
 &= 603,76 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Perhitungan Produksi Teoritis *Belt Conveyor*

B-CV	Lebar (m)	K	Koe f. Sudut	A	Kecepatan Belt	Kecepatan Belt	p	eff	Menit	Q (teoritis)
			(s)	(m ²)	(m/s)	(m/menit)	(ton/m ³)	(%)		(ton/jam)
BC 01	1,8	0,061	0,9	0,04407	4	240	857	74,01	60	603,7651
BC 02	1,2	0,061	0,9	0,04407	3,15	189				322,2596
BC 03	1	0,066	0,9	0,07002	4,2	252				1007,248
BC 04	1	0,065	0,9	0,07006	4,2	252				1007,823

Sumber: Data Hasil Perhitungan, 2022

Perhitungan Belt Secara Aktual

Untuk menghitung besar produksi *belt conveyor* aktual digunakan metode *belt cut*. Metode *belt cut* adalah dengan cara mengambil sampel dalam satuan ukuran tertentu pada *belt conveyor*, rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$Q = \frac{W \times (V \times 3600)}{1000}$$

Keterangan :

Q = Produksi *belt conveyor* (ton/jam).

W = Berat Material (^{kg}/m).

V = Kecepatan *Belt Conveyor* (^m/s).

Hasil perhitungan data produksi *belt conveyor* secara aktual dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kapasitas Produksi *Belt Conveyor* Aktual

B-CV	Berat Sampel	Kecepatan Belt	Kecepatan Belt	Q (Actual)
	(kg/m)	(m/s)	(m/menit)	(ton/jam)
BC 01	38,2	4	240	550,08
BC 02	32,6	3,15	189	369,684
BC 03	27,8	4,2	252	420,336
BC 04	42,1	4,2	252	636,552
TOTAL				1,976,652

Sumber: Data Hasil Perhitungan, 2022

Perhitungan produksi *belt conveyor* Aktual:

- BC 01

$$Q_{\text{aktual}} = \frac{38,2 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m/detik} \times 3600}{1000}$$

$$= 550,08 \text{ ton/jam}$$

Perhitungan *Looses*

Untuk menghitung *looses* pada sebuah rangkaian pengolahan, digunakan rumus :

$$Looses = Q_{in} - Q_{out}$$

Keterangan

Looses : Faktor Kehilangan (ton/jam).

Q_{in} : Material Masuk (ton/jam).

Q_{out} : Material Keluar (ton/jam).

Maka *Looses* yang dapat dihitung, yaitu:

- *Loosing materials*

$$\begin{aligned} Looses &= 1,976,652 \text{ ton/jam} - 1,920,672 \text{ ton/jam} \\ &= 55,980 \text{ ton/jam} \\ &= \frac{Loosing}{Q_{in}} \times 100 \\ &= \frac{55,980 \text{ ton/jam}}{1,976,652 \text{ ton/jam}} \times 100 \\ &= 0,028 \% \end{aligned}$$

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Hal yang dapat dianalisis dari kegiatan crushing plant adalah hopper, dengan hasil pengukuran panjang hopper bagian atas 7,52 m, lebar 6,35 m dan bagian bawah panjang 3,2 m, lebar 2,98 m. Luas bagian atas 47,752 m² dan luas bagian bawah 9,536 m² dan volume yang didapatkan 57,28 m³. Kemudian pada proses *primary crushing*, *open side setting* (OSS) sebesar 600 mm dan *close side setting* (CSS) sebesar 50 mm dengan menggunakan *double roll crusher*. Pada proses *sizing* menggunakan *vibration screen 1 deck* dimana ukuran material -20 mm akan lolos dan masuk ke PLTU sedangkan material yang berukuran -50 mm akan masuk ke PT MEK.
2. Faktor-faktor hambatan saat pendistribusian batubara disebabkan karena faktor alam dan faktor alat serta manusia. Faktor alam sendiri seperti hujan didapatkan total 1,03 jam/hari, per bulannya 26,78 jam/bulan, material menumpuk karena basah sehingga hal tersebut menjadi faktor penghambat pendistribusian batubara, sedangkan faktor alat dan manusia yaitu terlambat masuk kerja dan material nyangkut dan menumpuk dengan total waktu 0,13 jam/hari.
3. *Loose* batubara yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti tumpahan material dari *belt* yang diakibatkan oleh sudut kemiringan *belt*, solusinya dengan mengubah sudut kemiringan *belt* dibawah batas maksimum. *Loose* yang didapat pada BC 1, 2, 3 dan 4 sebesar 0,028% Dengan selisih 55,980 ton.

Acknowledge

1. Dosen dan Staff Prodi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, kepada Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Prodi, Bapak Noor Fauzi Isnarno, S.Si., S.Pd., M.T. selaku Sekretaris Prodi, Ibu Dr. Ir. Sri Widayati, S. T., M. T., IPM. selaku wali dosen, Ibu Ir. Linda Pulungan, M.T. selaku Pembimbing dan Ibu Sriyanti, S.T., M. T. selaku co-pembimbing, serta semua Dosen dan Staf yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, motivasi kepada penyusun.
2. Orang Tua, yaitu ayah penyusun yang tercinta Oling Romli serta ibu penyusun yang tercinta Rina Tarinawati yang telah menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi serta dengan panjatan doa dari merekalah penulis dapat dimudahkan dalam segala penyusunan ini.
3. Istri tercinta Maryam Nurdina yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan ini.
4. Kakak dan adik penyusun, yaitu Muhammad Fauzi Haidar Hilmy dan Fikri Ali Shafa Tahani yang telah membantu penyusun dalam setiap kebutuhan dan segala masukan serta semangat.

5. Nenek tercinta yang memberikan dukungan dan dorongan melalui do'a-do'anya yang senantiasa beliau curahkan.
6. Keluarga Besar Tambang 2018, terima kasih kepada teman-teman angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan, motivasi, waktu, dan ilmu selama perkuliahan kepada penyusun.

Daftar Pustaka

- [1] Anwar, Habibie, 2020, "Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang" Jurnal Geosapta Vol 6 No.1.
- [2] Ady, Winarko, Djuki Sudarmono, M. Akib Abro, 2014, "Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut *Overburden* Untuk Mencapai Target Produksi 240.000 BCM/Bulan di Site Project Mas Lahat PT. Ulama Nitra Sumatera Selatan " Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- [3] Deddy, 2018, "Analisis Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktivitas Alat Angkut Dalam Menunjang Target Produksi di PT. Bara Indah Lestari Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu " Program Studi Teknik Pertambangan Yayasan Muhammad Yasin Sekolah Tinggi Teknik Industri (STTIND) Padang
- [4] Kaufman, Walter W and James C.Ault., 1977, "Design of Surface Mine Haulage Roads-A Manual", United States Departement of The Interior Bereau of Mines, Washington.
- [5] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 K/30/MEM/2018, tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik.
- [6] Maharani, Fadhilah, 2018, "Evaluasi Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktivitas *Dump Truck* Mitsubishi Fuso 220 PS dari *Front* Penambangan Menuju Unit *Crusher* Pada Penambangan Batu Andesit PT Koto Alam Sejahtera" Jurnal Bina Tambang, Vol. 3 No 4.
- [7] Oktafian,Nanda., 2018, "Evaluasi Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktivitas Dumptruck Pada Pengangkutan Batubara dari Loading Point ke Stockpile di Site Ampelu PT. Nan Riang Kecamatan Muara Tembesi Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi " Jurnal Bina Tambang, Vol. 3 No 4.
- [8] Prodjosumarto Partanto, 1996, "Pemindahan Tanah Mekanis" Institut Teknologi Bandung.
- [9] Uyu, Saismana, Raf'an Hidayatullah, Andi Fadly, 2018, "Evaluasi Kondisi Jalan Angkut *Overburden* Pit 1 Blok 15 PT. Rima Energy Mining Site Putut Tawuluh Kecamatan Karosen Janang " Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Jurnal HIMAPSTA.
- [10] Tobing, Safif L. 2002. ***Prinsip Dasar Pengolahan Bahan Galian***. Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA. Bandung.
- [11] Chintiana, Lira, (2009), Analisis Kinerja Belt Conveyor Untuk Transfer Batubara ke Stockpile dan Hubungannya ` Dengan Packing Density, Bandung: Program Studi Teknik Metalurgi, ITB.
- [12] Agung, Hendris, (2005), *Belt Conveyor*, Bandung: PT. Supra Engineering.
- [13] CEMA, 2005, *Belt Conveyor for Bulk Materials*, Conveyor Equipment Manufacture Association: United States Of America.
- [14] Anonim (a), 2008, *Bulk Material Handling by Conveyor Belt*, Society for Mining Metallurgy and Exploration (SME) Colorado.
- [15] Alfarisi, A., & Asyik, D. M. (2017). Analisis Potensi Self Heating Batubara pada Live Stock dan Temporary Stockpile Banko Barat PT. Bukit Asam. In *JP* (Vol. 1).
- [16] Podder, P., Zhang, Z., Honaker, R. Q., Free, M. L., & Sarswat, P. K. (2021). Evaluating and Enhancing Iron Removal via Filterable Iron Precipitates Formation during Coal-Waste Biobleaching. *Eng*, 2(4), 632–642. <https://doi.org/10.3390/eng2040040>
- [17] Prasmoro, A., & Hasibuan, S. (2018). Optimasi Kemampuan Produksi Alat Berat Dalam Rangka Produktifitas Dan Keberlanjutan Bisnis Pertambangan Batubara: Studi Kasus

Area Pertambangan Kalimantan Timur. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 10(1), 1–16.