

# TESIS

## ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN ALAT *FIXED SCREEN* DALAM KEGIATAN *COAL GETTING* PADA PT. MANGGALA ALAM LESTARI, MUSI BANYUASIN



Oleh

**Muhammad Faisal Seprizal**

**NIM. 03042622125008**

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN  
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

# TESIS

## **ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN ALAT *FIXED SCREEN* DALAM KEGIATAN *COAL GETTING* PADA PT. MANGGALA ALAM LESTARI, MUSI BANYUASIN**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Magister Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh :

**MUHAMMAD FAISAL SEPRIZAL**

**NIM. 03042622125008**

**Dosen Pembimbing :**

**Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME**

**Dr. Ir. Restu Juniah, MT., IPM**

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN  
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN ALAT  
FIXED SCREEN DALAM KEGIATAN COAL GETTING PADA  
PT. MANGGALA ALAM LESTARI, MUSI BANYUASIN**

**TESIS**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Magister Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

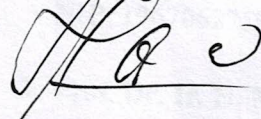
**Oleh :**

**MUHAMMAD FAISAL SEPRIZAL**

**NIM. 03042622125008**

**Palembang, 03 Mei 2023**

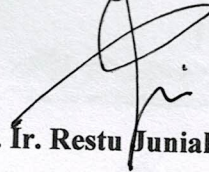
**Pembimbing I**



**Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME**

**NIDK. 8871510016**

**Pembimbing II**



**Dr. Ir. Restu Juniah, MT., IPM**

**NIP. 196706271994022001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Universitas Sriwijaya**



**Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT.**

**NIP. 196706151995121002**

## HALAMAN PERSETUJUAN

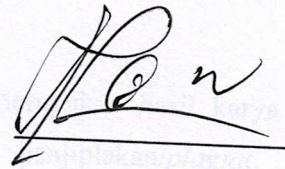
Laporan Tesis dengan judul “Analisis Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Alat *Fixed Screen* Dalam Kegiatan *Coal Getting* Pada PT. Manggala Alam Lestari, Musi Banyuasin” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tesis Fakultas Teknik, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada Tanggal 03 Mei 2023.

Palembang, 03 Mei 2023

Tim Penguji Sidang :

Ketua :

1. Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME  
NIDK. 8871510016

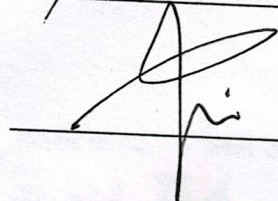


Anggota :

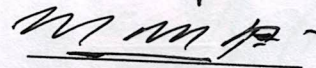
1. Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME  
NIDK. 8871510016



2. Dr. Ir. Restu Juniah, MT., IPM  
NIP. 196706271994022001



3. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA  
NIDK. 8864000016

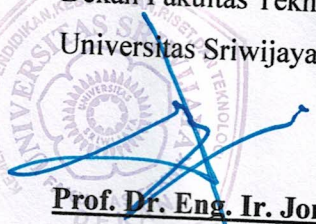


4. Ir. H. Syamsul Komar, Ph.D  
NIDK. 9990087012




Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

  
Prof. Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, MT.  
NIP. 196706151995121002

Koordinator Program Studi  
Magister Teknik Pertambangan

  
Ir. Bochori, ST., MT., IPM  
NIP. 197410252002121003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Faisal Seprizal

NIM : 03042622125008

Judul : Analisis Teknis dan Ekonomis Penggunaan Alat *Fixed Screen*  
Dalam Kegiatan *Coal Getting* pada PT. Manggala Alam Lestari,  
Musi Banyuasin

Menyatakan bahwa Laporan Tesis Saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tesis ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Mei 2023



Muhammad Faisal Seprizal

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Hasil Penelitian Tesis yang berjudul Analisis Teknis dan Ekonomis Penggunaan Alat *Fixed Screen* Dalam Kegiatan Coal Getting Pada PT. Manggala Alam Lestari, Musi Banyuasin.

Laporan Hasil Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Teknik di Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME sebagai Pembimbing Pertama.
2. Ibu Dr. Ir. Restu Juniah, M.T, IPM sebagai Pembimbing Kedua.
3. Bapak Ir. Bochori, ST., MT., IPM, Koordinator Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Bapak Ir. H. Syamsul Komar, Ph.D sebagai Tim Penguji.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, MT., Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, IPU., Rektor Universitas Sriwijaya.
8. Bapak dan Ibu wakil dekan serta staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
9. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
10. *General Manager* PT. Manggala Alam Lestari Bapak Winarno Wiratmo yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.

11. Kedua orang tuaku : Nazmi Effendi dan Mailah. Istriku tercinta : drg. Oktia Herlina, dan anakku tersayang : M. Zidny Khairi Alfatih serta keluarga yang selalu memberikan semangat dan doa.
12. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya khususnya angkatan 2020 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan laporan Hasil Penelitian Tesis ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan proposal tesis ini. Akhir kata penulis berharap semoga proposal tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Amin.

Palembang, Mei 2023

Penulis

## RINGKASAN

### ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN ALAT FIXED SCREEN DALAM KEGIATAN COAL GETTING PADA PT. MANGGALA ALAM LESTARI, MUSI BANYUASIN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Mei 2023

Muhammad Faisal Seprizal; dibimbing oleh Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME.  
dan Dr. Ir. Restu Juniah, M.T, IPM.

#### RINGKASAN

PT. Manggala Alam Lestari (PT. MAL) merupakan salah satu perusahaan yang menyuplai batubara untuk kebutuhan pembangkit listrik yang terletak di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Dalam kegiatan *coal getting* di PT. MAL, ada *in-pit coal processing* yaitu pemilihan ukuran dan peremukan batubara menggunakan *fixed screen*. Dalam kegiatan ini, terdapat hambatan yang berpengaruh terhadap produksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengkajian ulang agar kegiatan *coal getting* menjadi efektif dan efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi untuk mengatasi hambatan dalam penggunaan *fixed screen* dalam kegiatan *coal getting* dengan melakukan *redesign* model *screen* yang cocok untuk kegiatan *coal getting* serta melakukan perbandingan biaya investasi *crushing* dengan kegiatan *screen* pada *coal getting*.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hambatan yang diantaranya paling mempengaruhi adalah material batubara yang tersangkut di sela-sela *screen* sehingga perlu dilakukan penggerusan material di atas *screen*. Hambatan ini didapat dengan melihat parameter *cycle time*, nilai *availability* alat dan efisiensi *fixed screen* aktual. Solusi untuk mengatasi hambatan dalam penggunaan *fixed screen* adalah dengan melakukan *redesign fixed screen* dengan menjadikan parameter *angle screen* dan kapasitas *screen* sebagai acuan. Dari hasil percobaan, *fixed screen* dengan panjang 140 cm dan *angle screen* 45° adalah yang paling optimal karena memiliki efisiensi 91,3% dan waktu laju aliran 2,56 detik. Namun untuk penerapan di lapangan, panjang *screen* harus menyesuaikan juga dengan panjang *dump truck*. Dalam hal ini, dilakukan pengukuran aktual *angle of repose* batubara dan didapatkan 25° sebagai acuan *slope screen*. Spesifikasi ukuran *fixed screen* yang telah di-*redesign* dengan *slope screen* 25° adalah tinggi bagian depan *fixed screen*



adalah 7,72 meter, tinggi bagian belakang adalah 4 meter dan panjang lintasan *fixed screen* sekitar 8,82 meter.

Jika PT. MAL akan melakukan investasi *coal crusher*, maka jumlah biaya investasinya adalah 598,49 milyar rupiah dengan biaya operasi *coal crusher* adalah 389,43 milyar rupiah atau Rp. 268.473/ton. Berdasarkan hasil perhitungan investasi *coal crusher*, maka nilai yang didapatkan adalah NPV sebesar 573,17 milyar rupiah, IRR sebesar 10,0560%, *Profitability Index* sebesar 1,96 dan *Payback Period* sekitar 2,19 tahun sehingga investasi ini layak untuk dijalankan. Sedangkan biaya investasi *fixed screen* adalah sebesar 575,91 milyar rupiah dengan estimasi biaya operasi *fixed screen* adalah sebesar 371,30 milyar rupiah atau Rp. 255.974/ton. Berdasarkan hasil perhitungan investasi *fixed screen*, maka nilai yang didapatkan masing-masing adalah NPV sebesar 670,27 milyar rupiah, IRR sebesar 10,0509%, *Profitability Index* sebesar 2,16 dan *Payback Period* sekitar 2,01 tahun sehingga investasi ini juga layak untuk dijalankan. *Fixed screen* tetap dapat menjadi pilihan utama karena memiliki nilai investasi yang lebih rendah daripada *coal crusher* sehingga laba yang dihasilkan juga lebih besar.

Manfaat penelitian ini antara lain diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu pengetahuan teknik pertambangan dan dapat memberikan masukan kepada perusahaan terkait tentang penggunaan *fixed screen*.

Kata Kunci : teknis, ekonomis, coal getting, fixed screen, investasi

Pembimbing I

Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME

NIDK. 8871510016

Palembang, Mei 2023

Pembimbing II

Dr. Ir. Restu Juniah, MT., IPM

NIP. 196706271994022001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Magister Teknik Pertambangan

Universitas Sriwijaya



U. Bochori, ST., MT., IPM

NIP. 197410252002121003

## **SUMMARY**

### **TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF FIXED SCREEN IN COAL GETTING ACTIVITIES AT PT. MANGGALA ALAM LESTARI, MUSI BANYUASIN**

*Scientific papers in the form of thesis, May 2023*

*Muhammad Faisal Seprizal; supervised by Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME.  
and Dr. Ir. Restu Juniah, M.T, IPM.*

#### **SUMMARY**

*PT. Manggala Alam Lestari (PT. MAL) is one of the companies that supplies coal for the needs of a power plant located in Musi Banyuasin Regency, South Sumatra. In coal getting activities at PT. MAL, there is in-pit coal processing, namely the selection of size and crushing coal using fixed screens. In this activity, there are obstacles that affect production. Therefore, it is necessary to review it so that coal getting activities become effective and efficient.*

*This study aims to provide solutions to overcome obstacles in the use of fixed screens in coal getting activities by redesigning screen models that are suitable for coal getting activities and comparing the investment cost of crushing with screen activities on coal getting.*

*Based on the results of the study, obstacles were obtained, among which the most affecting was coal material that was stuck between screens so that it was necessary to grind the material on the screen. This bottleneck is obtained by looking at the cycle time parameters, the availability value of the tool and the actual fixed screen efficiency. The solution to overcome obstacles in the use of fixed screen is to redesign the fixed screen by making the parameters of the angle screen and screen capacity as a reference. From the experimental results, a fixed screen with a length of 140 cm and a 45° angle screen is the most optimal because it has an efficiency of 91.3% and a flow rate time of 2.56 seconds. However, for application in the field, the screen length must also adjust to the length of the dump truck. In this case, an actual measurement of the angle of repose of coal was carried out and 25° was obtained as a reference for the slope screen. The specifications of the fixed screen size that has been redesigned with a 25° slope screen are the height of the front of the fixed screen is 7.72 meters, the height of the back is 4 meters and the length of the fixed screen track is about 8.82 meters.*

*If PT. MAL will invest in coal crusher, then the total investment cost is 598.49 billion rupiah with coal crusher operating costs are 389.43 billion rupiah or Rp. 268,473 / ton. Based on the results of the coal crusher investment calculation, the value obtained is NPV of 573.17 billion rupiah, IRR of 10.0560%, Profitability Index of 1.96 and Payback Period of around 2.19 years so that this investment is worth to running. While the fixed screen investment cost is 575.91 billion rupiah with the estimated fixed screen operating cost is 371.30 billion rupiah or Rp. 255,974 / ton. Based on the results of fixed screen investment calculations, the value obtained is NPV of 670.27 billion rupiah, IRR of 10.0509%, Profitability Index of 2.16 and Payback Period of around 2.01 years so that this investment is also worth to running. Fixed screen can still be the main choice because it has a lower investment value than the coal crusher so that the profit generated is also greater.*

*The benefits of this research are expected to contribute to the development of mining engineering science and can provide input to related companies on the use of fixed screens.*

*Keywords : technical, economic, coal getting, fixed screen, investments*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
RINGKASAN .....	viii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Sumberdaya dan Cadangan Batubara .....	7
2.2 Rank dan Klasifikasi Batubara.....	12
2.3 Pertambangan Batubara .....	14
2.4 Pengolahan Batubara .....	16
2.5 Faktor Koreksi .....	28
2.6 Kebutuhan dan Produktivitas Alat Gali Muat.....	34
2.7 Efisiensi dan Perhitungan <i>Looses Screen</i> .....	35
2.8 Biaya dan Penilaian Investasi .....	35

2.9 Kemutakhiran ( <i>State of the Art</i> ) dan Posisi Penelitian.....	40
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	42
3.1 Jenis Penelitian.....	42
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	42
3.3 Populasi dan Sampel.....	43
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data .....	44
3.6 Hasil dan Rekomendasi.....	44
3.7 <i>State of The Art</i> Penelitian .....	45
3.8 Diagram Alir Penelitian .....	50
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Aktivitas Penambangan .....	51
4.2 Analisis Ketersediaan Alat .....	53
4.3 Populasi dan Sampel.....	54
4.4 Efisiensi <i>Fixed Screen</i> Secara Aktual .....	56
4.5 Efisiensi <i>Redesign Fixed Screen</i> .....	56
4.6 Perbandingan Investasi <i>Coal Crusher</i> dengan <i>Fixed Screen</i> .....	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	71
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cadangan Batubara Dunia.....	8
Gambar 2.2 Distribusi Sumberdaya Batubara Indonesia .....	9
Gambar 2.3 Sumberdaya Indonesia Batubara berdasarkan Nilai Kalori .....	9
Gambar 2.4 <i>Rank</i> Batubara .....	13
Gambar 2.5 Klasifikasi Batubara Berdasarkan <i>Rank</i> dan Pemanfaatan .....	13
Gambar 2.6 Parameter Klasifikasi Batubara untuk Komersial .....	14
Gambar 2.7 Proses Penambangan Batubara .....	16
Gambar 2.8 Variabel Proses Pengayakan/Screening .....	21
Gambar 2.9 <i>Stationer Screen</i> .....	22
Gambar 2.10 <i>Dynamic Screen</i> .....	22
Gambar 2.11 <i>Grizzly / Fixed Screen</i> .....	24
Gambar 2.12 <i>Vibrating Screen</i> dan Cara Kerja .....	26
Gambar 2.13 <i>Reciprocating Screen</i> .....	26
Gambar 2.14 <i>Oscilating Screen</i> .....	27
Gambar 2.15 <i>Shifting Screen</i> .....	28
Gambar 2.16 <i>Revolving / Trommel Screen</i> .....	28
Gambar 2.17 Keadaan Material .....	34
Gambar 2.18 Kemutakhiran ( <i>State of The Art</i> ) dan Posisi Penelitian .....	41
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian .....	50
Gambar 4.1 <i>Coal Getting</i> dengan <i>Inpit Coal Processing</i> .....	52
Gambar 4.2 Proses Penambangan di PT. MAL .....	52
Gambar 4.3 Batubara Tersangkut di Sela-Sela <i>Fixed Screen</i> .....	55
Gambar 4.4 <i>Fixed Screen</i> Skala 1:10 .....	57
Gambar 4.5 Proses Percobaan <i>Fixed Screen</i> .....	58
Gambar 4.6 Sketsa <i>Redesign Fixed Screen</i> .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efisiensi Kerja Berdasarkan Kondisi Operasional Alat .....	29
Tabel 2.2 <i>Bucket Fill Factor Backhoe</i> .....	32
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan .....	42
Tabel 3.2 <i>State of The Art</i> Penelitian .....	45
Tabel 4.1 Perbandingan Produktivitas dan <i>Cycle Time</i> .....	54
Tabel 4.2 Hasil Percobaan <i>Fixed Screen</i> Skala 1:10 .....	58
Tabel 4.3 Rencana Jumlah Alat Investasi <i>Coal Crusher</i> .....	61
Tabel 4.4 Biaya Investasi <i>Coal Crusher</i> .....	61
Tabel 4.5 Biaya Operasi <i>Coal Crusher</i> .....	62
Tabel 4.6 Produksi dan Pendapatan <i>Coal Getting PT. MAL</i> .....	63
Tabel 4.7 Arus Kas Investasi <i>Coal Crusher</i> .....	63
Tabel 4.8 Perhitungan NPV <i>Coal Crusher</i> .....	64
Tabel 4.9 Perhitungan IRR <i>Coal Crusher</i> .....	64
Tabel 4.10 Total Arus Kas Bersih Investasi <i>Coal Crusher</i> .....	65
Tabel 4.11 Kumulatif Arus Kas Bersih Investasi <i>Coal Crusher</i> .....	65
Tabel 4.12 Biaya Investasi <i>Fixed Screen</i> .....	66
Tabel 4.13 Biaya Operasi <i>Fixed Screen</i> .....	66
Tabel 4.14 Arus Kas Investasi <i>Fixed Screen</i> .....	67
Tabel 4.15 Perhitungan NPV <i>Fixed Screen</i> .....	67
Tabel 4.16 Perhitungan IRR <i>Fixed Screen</i> .....	68
Tabel 4.17 Total Arus Kas Bersih Investasi <i>Fixed Screen</i> .....	69
Tabel 4.18 Kumulatif Arus Kas Bersih Investasi <i>Fixed Screen</i> .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Spesifikasi Alat Gali Muat <i>Coal Getting</i> .....	79
Lampiran B <i>Swell Factor</i> Berbagai Mineral .....	81
Lampiran C Perhitungan Waktu Edar ( <i>Cycle Time</i> ) Alat Gali Muat <i>Coal Getting</i> .....	82
Lampiran D Ketersediaan Alat ( <i>Availability</i> ) Alat Gali Muat <i>Coal Getting</i> .....	90
Lampiran E <i>Bucket Fill Factor</i> Alat Gali Muat <i>Coal Getting</i> .....	91
Lampiran F Produktivitas Alat Gali Muat Batubara .....	92
Lampiran G Efisiensi <i>Fixed Screen</i> Aktual .....	96
Lampiran H Efisiensi <i>Redesign Fixed Screen</i> .....	97
Lampiran I Biaya Operasi Investasi <i>Coal Crusher</i> dan <i>Fixed Screen</i> .....	112
Lampiran J Biaya Operasi Penambangan PT. MAL Tahun 2022 .....	117
Lampiran K Faktor Diskon .....	118



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hilirisasi produk batubara yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan menjadi hal yang sangat penting bagi industri pertambangan. Hal ini terkait dengan keterpakaian batubara di industri terkait lainnya. Keterpakaian batubara pada industri pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan *linkage* batubara dalam bentuk manfaat forecast dari produk batubara yang dihasilkan dari kegiatan coal getting batubara.

Permintaan listrik dan konsumsi energi baik di negara-negara maju dan berkembang terus meningkat dari waktu ke waktu (Juniah and Sastradinata, 2017). Konsumsi energi listrik di Turki juga meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk (Koralay, et.al 2018). Di Uni Eropa meningkat, 40% dari total konsumsi energi berasal dari sektor kelistrikan (Álvarez et.al, 2020). Konsumsi energi di seluruh dunia seperti Brazil, China dan India tahun 2010 dan 2040 terus meningkat sebesar 56% seiring dengan populasi dunia yang pada tahun 2050 diperkirakan akan mencapai sembilan miliar (Tkac, 2018). Demikian juga dinegara berkembang kebutuhan listrik sektor industri, rumah tangga, dan jasa untuk mendukung kegiatan pembangunan sosial ekonomi terus meningkat (Kaunda *et al*, 2012). Pembangkitan listrik dunia diperkirakan akan terus meningkat dari tahun 2012 sebesar 21,6 triliun kilowatt-jam (T-kWh), tahun 2020 sebesar 25,8 T-kWh dan tahun 2040 sebesar 36,5 T-kWh (International Energy Outlook, 2016).

Pemenuhan kebutuhan listrik di atas paling sedikit 27 persen dari total output energi dunia dan lebih dari 39 persen dari seluruh listrik dihasilkan oleh pembangkit listrik bertenaga batubara. Indonesia memiliki cadangan batubara kualitas menengah dan rendah yang melimpah. Saat ini, Indonesia menempati peringkat ke-9 dengan sekitar 2,2 persen dari total cadangan batubara global terbukti berdasarkan *BP Statistical Review of World Energy*. Sekitar 60 persen dari cadangan batubara total Indonesia terdiri dari batubara kualitas rendah yang lebih murah (*sub-bituminous*) yang memiliki kandungan kurang dari 6.100 cal/gram. Selain untuk

diekspor untuk pasar raksasa negara-negara berkembang seperti China dan India, batubara dengan kualitas menengah dan rendah ini juga digunakan di dalam negeri sebagai bahan bakar pembangkit listrik yang permintaannya semakin meningkat. Berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN terbaru yang diterbitkan pada Februari 2019, kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik di Indonesia diperkirakan meningkat dari 90 juta ton pada saat ini menjadi 150-160 juta pada tahun 2028-2030 (Arinaldo *et al*, 2019).

PT. Manggala Alam Lestari (PT. MAL) merupakan salah satu perusahaan yang menyuplai batubara untuk kebutuhan pembangkit listrik yang terletak di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Perusahaan ini menyuplai batubara ke PLTU SUMSEL 5 yang dioperasikan oleh PT. DSSP Power untuk pembangkitan. Ukuran dan *recovery* batubara menjadi hal yang sangat penting dalam pembangkitan listrik berbahan bakar batubara. Hal ini dikarenakan ukuran batubara yang akan digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik harus memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan pembangkitan listrik dan semakin banyak *recovery* batubara yang didapatkan maka semakin efisien juga pekerjaan tersebut. Penelitian-penelitian sebelumnya melaporkan bahwa ukuran batubara dapat dihasilkan dari alat *screen* untuk kebutuhan industri (Wang *et.al* 2019; Wang *et.al*, 2020; Zhao, 2020; Chi Yu *et al*, 2020; Manoj K. Mohanty, 2002) dan penggunaan *screen* atau jig yang tepat dapat mempengaruhi *recovery* hasil penambangan (Haryono dkk, 2020; Susanto dkk, 2021; Selviyana dkk, 2015). Menurut Lestari S *et al* (2016), Ukuran butir batubara untuk supply ke PLTU tidak boleh halus, minimal dibatasi  $< 3$  mm karena bila tidak memenuhi syarat tersebut debunya akan mengotori lingkungan sekitarnya. PT. MAL sendiri menetapkan ukuran standar batubara untuk supply ke DSSP Power yang bisa diterima maksimal 20 cm.

Selain ukuran partikel batubara, kualitas batubara juga sangat penting dalam pembangkit listrik. Kualitas batubara dapat diketahui dengan menggunakan analisis proksimat dan ultimat (Budiman dan Anshariah, 2017). Adapun spesifikasi kualitas batubara yang diinginkan oleh pihak PT. DSSP Power PLTU SUMSEL 5 berdasarkan analisis proksimat adalah sebagai berikut : *Total Moisture* 45%, *Inherent Moisture* 15%, *Ash Content* 9% (ADB), *Volatile Matter* 41% (ADB), *Total*

*Sulfur* 0,4% (ADB), *Fixed Carbon* 35% (ADB), HGI 74, *Calorific Value* 3.400 Kcal/Kg (AR) dan 5.200 Kcal/Kg (ADB). Sedangkan spesifikasi kualitas batubara berdasarkan analisis ultimat adalah sebagai berikut : Carbon (C) 56%, Hydrogen (H) 4,25%, Nitrogen (N) 0,90%, Sulphur (S) 0,30%, dan Oxygen (O) 15,20% (Arsip PT. MAL, 2021).

*Coal getting* merupakan salah satu kegiatan dalam operasi penambangan batubara. Dalam kegiatan *coal getting* ini, ada *in pit coal processing* yaitu pemilihan ukuran atau *sizing* batubara menggunakan *fixed screen* atau *grizzly screen* dalam kegiatan *coal getting* di PT. MAL. Alat *fixed screen* berfungsi agar ukuran batubara yang akan diumpun ke dalam *crusher* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sehingga dapat mudah dihancurkan. Dalam penerapan di lapangan, ada dua alat gali muat yang digunakan yaitu sebagai *coal collecting excavator* dan *coal loading excavator*. Batubara dikumpulkan oleh *coal collecting excavator* dan diumpunkan menuju *coal loading excavator*, selanjutnya *coal loading excavator* melakukan *loading* dan peremukan batubara di atas *fixed screen* sehingga batubara yang lolos akan jatuh ke dalam *vessel dump truck*. Kegiatan *coal getting* menggunakan *fixed screen* memiliki hambatan yang dapat mempengaruhi produksi sehingga *cycle time* menjadi lebih lambat daripada *cycle time coal getting* tanpa *screen*. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengkajian ulang agar kegiatan *coal getting* menjadi efektif dan efisien dengan melihat efektifitas kerja dan produk hasil dari *fixed screen* itu sendiri.

Proses reduksi ukuran dalam pengolahan mineral batubara selama ini menggunakan alat *crushing* atau secara kominusi. Ukuran batubara yang dihasilkan dari proses kominusi ini setelah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan di supply kan ke pembangkit listrik berbahan batubara. Beberapa hasil penelitian sebelumnya melaporkan pemakaian *fixed screen* atau *grizzly screen* setelah dilakukan proses *crushing* atau kominusi pada pengolahan batu andesit (Cahaya *et al*, 2020), proses *sizing* menggunakan *grizzly screen* pada batu andesit untuk kebutuhan *asphalt mixing plant* (Juniardi dan Adiansyah, 2020) dan penggunaan *fixed screen* pada penambangan *limestone* di Kroasia (Klanfar and Vrkljan, 2012). Namun, penggunaan alat screen atau secara *sizing* tanpa menggunakan alat *crusher* masih sangat jarang dilakukan di industri batubara sehingga hal ini menjadi sesuatu yang

menarik untuk dikaji. Demikian juga hasil penelitian sebelumnya melaporkan jika *coal processing* dilakukan untuk di *stockpile port* (Panjaitan dkk, 2018) dan evaluasi rencana rangkaian produksi *crushing plant* (Endarto *et.al*, 2018) serta kajian potensi aplikasi *in pit crushing* di Saint Petersburg, Rusia (Mikhailov dkk, 2019).

Penggunaan Alat *Fixed Screen* Di PT. Manggala Alam Lestari dengan mengkaji efektifitas kerja dan produk hasilnya menjadi sesuatu yang menarik dan penting untuk diriset dan diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan keterbaruan dalam pengembangan bidang ilmu pertambangan khususnya pengolahan batubara.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada umumnya, tahapan proses pengolahan batubara terdiri dari proses kominusi untuk mereduksi ukuran batubara dengan cara peremukan menggunakan alat *crusher*. Setelah proses kominusi baru dilakukan pemisahan ukuran partikel batubara secara *sizing* menggunakan *screen* atau saringan atau ayakan. Namun, di PT. Manggala Alam Lestari, ukuran batubara dari front penambangan diremukan tidak menggunakan *crusher* tetapi dilakukan di atas *screen*.

Dalam kegiatan peremukan ini, ada faktor kesediaan alat yang perlu dianalisis karena mempengaruhi performa dan produksi dari alat gali muat batubara. Selain dari faktor kesediaan alat, perlu dianalisis juga dari sisi *cycle time* alat gali muat dan efisiensi *fixed screen* secara aktual. Dari nilai-nilai faktor kesediaan alat, perbandingan *cycle time* dan efisiensi *fixed screen* aktual, maka akan memunculkan hambatan-hambatan yang perlu untuk diatasi. Hambatan-hambatan ini dapat diminimalisir dengan melakukan rekayasa agar performa dan produksi menjadi lebih optimal. Oleh karena itu, dilakukan *redesign fixed screen* dengan melihat parameter-parameter yang sesuai.

Dengan melihat hambatan yang cukup mempengaruhi performa dan produksi alat, penggunaan *fixed screen* dalam kegiatan *coal getting* ini juga perlu dilakukan analisis dari sisi keekonomiannya. Sampai saat ini penggunaan *crusher* dalam proses pengolahan batubara masih banyak dilakukan oleh perusahaan-perusahaan. Oleh karena itu, analisis ekonomis dapat dilakukan dengan melakukan

perbandingan biaya investasi *coal crusher* dengan *fixed screen* pada *coal getting* dengan melihat dari 4 kriteria penilaian yaitu *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Profitability Index (PI)*, dan *Payback Period*.

Dari rumusan masalah di atas dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Apa pengaruh faktor kesediaan alat, *cycle time* dan efisiensi *fixed screen* aktual terhadap performa dan produksi dari alat gali muat batubara?
2. Apa hambatan-hambatan yang dapat mempengaruhi performa dan produksi dari alat gali muat batubara?
3. Bagaimana solusi untuk mengatasi hambatan dalam penggunaan *fixed screen* dalam kegiatan *coal getting*?
4. Bagaimana *redesign* alat *fixed screen* yang cocok untuk kegiatan *coal getting*?
5. Bagaimana perbandingan biaya investasi *coal crusher* dengan *fixed screen* pada *coal getting*?

### 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Penelitian berfokus pada analisis teknis dan ekonomis. Analisis teknis berfokus pada mengatasi hambatan penggunaan *fixed screen* dengan melakukan *redesign* alat. Sedangkan analisis ekonomis berfokus pada melakukan perbandingan investasi *coal crusher* dengan *fixed screen* pada *coal getting*
2. Hanya membahas mengenai proses pengolahan batubara di pit
3. Peremukan batubara langsung dilakukan di atas *screen* atau *sizing* tanpa melalui proses kominusi
4. Hambatan penggunaan *fixed screen* dilihat dari bertambahnya *cycle time* yang mempengaruhi produktivitas *dump truck* dan *excavator*
5. *Redesign* alat *fixed screen* berdasarkan variabel *slope screen* dan panjang *track screen*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian :

1. Menganalisis pengaruh faktor kesediaan alat, *cycle time* dan efisiensi *fixed screen* aktual terhadap performa dan produksi dari alat gali muat batubara
2. Menganalisis hambatan-hambatan yang dapat mempengaruhi performa dan produksi dari alat gali muat batubara
3. Memberikan solusi untuk mengatasi hambatan dalam penggunaan *fixed screen* dalam kegiatan coal getting
4. Me-*redesign* model *screen* yang cocok untuk kegiatan coal getting
5. Melakukan perbandingan biaya investasi *coal crusher* dengan *fixed screen* pada coal getting

## 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara akademik maupun praktis.

1. Manfaat secara akademik, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu pengetahuan teknik pertambangan, yaitu analisis teknis dan ekonomis penggunaan alat *fixed screen* dalam kegiatan coal getting.
2. Manfaat secara praktis, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan kepada perusahaan terkait tentang penggunaan *fixed screen* dalam kegiatan coal getting mengingat betapa pentingnya kegiatan pengolahan batubara terhadap keuntungan perusahaan dan kewajiban konservasi sumber daya alam sesuai undang-undang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah R. S, R, N., Majid, J., dan Suhartono, 2020. Carbon Tax: Alternatif Kebijakan Pengurangan External Diseconomies Emisi Karbon. *Islamic Accounting and Finance Review*, 1 (2) : 48-66.
- Álvarez, X., Valero, E., Torre-Rodríguez, N. D. L., and Acuña-Alonso, C., 2020. Influence Of Small Hydroelectric Power Stations On River Water Quality. *Water* 2020, 12 (2) : 312.
- Ambisi Minim Pengurangan Emisi Karbon RI Usai 5 Tahun Perjanjian Paris, 14 Desember 2020, <https://katadata.co.id/sortatobing/ekonomi-hijau/5fd80f4dea534/ambisi-minim-pengurangan-emisikarbon-ri-usai-5-tahun-perjanjianparis>, diakses 22 Desember 2021.
- Amdi, M.D., Mukiat, Ningsih, Y.B., 2021. Rancangan Pengolahan Batu Andesit Untuk Memenuhi Standar Industri Indonesia. *Jurnal Pertambangan Unsri*, 5 (1) : 14-23.
- Arinaldo, D., Adiatma, J. C., 2019. *Dinamika Batubara Indonesia : Menuju Transisi Energi yang Adil*. Institute for Essential Services Reform, Jakarta.
- Arsip Perencanaan PT. MAL. 2022. Jakarta.
- Bhagwat, S. B., 2009. Estimation Of Coal-Cleaning Costs: A Spreadsheet-Based Interactive Software For Use In The Estimation Of Economically Recoverable Coal. U.S. Geological Survey Professional Paper, 1625–F.
- Budiman, A. A. dan Anshariah, 2017. Penentuan Kualitas Batubara Pada Kabupaten Enrekang Berdasarkan Analisis Proksimat dan Ultimat. *Jurnal Geomine*, 5 (2) : 53 – 58.
- Bulo, R., Nugroho, W., dan Dinna Z, F., 2017. Analisis Produktivitas Unit Peremuk Batubara (*Crushing Plant*) Untuk Pencapaian Hasil Produksi Di PT. Cms Kaltim Utama Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 5 (1) : 57-64.
- Cahaya, R. N., Hasjim, M., Ningsih, Y. B., 2020. Kajian Kinerja Unit Crushing Plant Batu Andesit PT Sumber Gunung Maju. *Jurnal Pertambangan Unsri*, 4 (1) : 27-36.
- Daulay, B., Santoso, B., and Sodikin, I., 2007. Indonesian Low Rank Coal Resources To Which Ubc Technology Is Commercially Applicable. *Indonesian Mining Journal*, 10 (08) : 18 – 23.
- Endarto, Juniah, R., and Herlina, W., 2018. Evaluation Of Concatenation Planning Of Crushing Plant Production System Using Analytic Hierarchy Process (AHP) Method At PT. Buana Eltra Coal Processing Unit, South Sumatra.

- Indonesian Journal Of Environmental Management And Sustainability, 2 (1) : 1-6.
- Gerasimova, A. M., Lazarevaa, V. V., Samukova, A. D., and Strahovb, V. M., 2019. Assessment of the Distribution of Mineral Inclusions and Coal crusher. Coke and Chemistry, 62 (9) : 390–393.
- Haryono, A., Rubiono, G., Qiram, I., 2020. Pengaruh Sudut Kemiringan Ayakan Getar (Vibrating Screen) Terhadap Unjuk Kerja Ayakan. Jurnal V-Mac, 5 (1) : 13-16.
- Hudaya, G. K. and Madiutomo, N., 2019. The Availability Of Indonesian Coal To Meet The 2050 Demand. Indonesian Mining Journal, 22 (2) : 107 – 128.
- Indonesianto, Y., 2005. Pemindahan Tanah Mekanis. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Isnugroho, K., Birawidha dan Hendronursito, Y., 2016. A Preliminary Assessment For The Presence Of A Crushing Plant In Lampung Timur Regency. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 11 (7) : 4756-4760.
- Janekova, J., Fabianova, J and Fabian, M., 2018. Assessment Of The Economic Efficiency Of The Modernization Of Crushed Stone Manufacturing Process: Case Study. Advances in Science and Technology Research Journal, 12 (2) : 237-243.
- Jiang, Y. Z., He, K. F., Dong, Y. L., Yang, D. L., and Sun, W., 2019. Influence Of Load Weight On Dynamic Response Of Vibrating Screen. Hindawi Journal : Shock And Vibration, 2019.
- Juniah, R. and Sastradinata, M., 2017. Study Benefit Value of Utilization Water Resources for Energy and Sustainable Environment. AIP Conference Proceedings, 1903 (1).
- Juniardi, F., dan Adiansyah, J. S., 2020. Target Produksi Agregat Batu Andesit Hasil Crushing Plant Untuk Kebutuhan Asphalt Mixing Plant (PT. Niat Karya). Jurnal Ulul Albab, 24 (1) : 60-64.
- Kadir, E., 2008. Pemindahan Tanah Mekanis. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Kaunda, C. S., Kimambo, C. Z. and Nielsen, T. K., 2012. Potential Of Small-Scale Hydropower For Electricity Generation In Sub-Saharan Africa. Hindawi Journal, 2012.
- Klanfar, M., and Vrkljan, D., 2012. Benefits Of Using Mobile Crushing And Screening Plants In Quarrying Crushed Stone. AGH Journal of Mining and Geoengineering, 36 (3) : 167-175.
- Komatsu Ltd, 2009. Spesification and Aplication Handbook, 30<sup>th</sup> Edition. Komatsu, Ltd.
- Koralay, N., Kara, O., and Kezik, U., 2018. Effects Of Run-Of-The-River Hydropower Plants On The Surface Water Quality In The Solakli Stream Watershed, Northeastern Turkey. Water And Environment Journal, 32 (2018)



: 412–421.

- Kusnanto, AL. 2017. Perancangan Mesin Pengayak Sisa Flux Pada Pengelasan SAW Menggunakan Dua Lantai Saringan Dengan Air Vibrator Kapasitas 215 Kg/Jam. Malang (ID): Universitas Muhammadiyah Malang.
- Lestari S, D., Asy'ari, M. A., dan Hidayatullah, R., 2016. Geokimia Batubara Untuk Beberapa Industri. *Jurnal Poros Teknik*, 8 (1) : 48-54.
- Li, Z. and Tong, X., 2015. A Study Of Particles Penetration In Sieving Process On A Linear Vibration Screen. *Int J Coal Sci Technol*, 2(4) : 299–305.
- Maggio, G. and Cacciola, G., 2015. When Will it, Natural Gas, and Coal Peak?. *Fuel*, 98(2012) : 111–123.
- Mencermati Peluang dan Tantangan Pajak Karbon di Indonesia, 24 Juli 2021, <https://www.mongabay.co.id/2021/07/24/mencermati-peluang-dantantangan-pajak-karbon-di-indonesia/>, diakses 22 Desember 2021.
- Mikhailov, A. V., Garmaev, O. Z., Garifullin, D. R., and Kazakov, Y., 2019. A Potential Application Of In-Pit Crushing-Conveying And Dewatering System In Peat Mining Saint Petersburg, Russia. *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*, 378 (2019) : 1-5.
- Mohammadi, M. R. T., Hashemi, S. A., Moosakazemi, S. F., 2011. Review Of The In-Pit Crushing And Conveying (IPCC) System And Its Case Study In Copper Industry. *Conference Paper : The First World Copper Congress*.
- Mohanty, M. K., 2002. Fine Fixed screen Performance Enhancement Using The Pansep Screen. *Int. J. Miner. Process*, 69 (2003) : 205– 220.
- Munandar, F. A., Sriyanti, dan Yuliadi, 2018. Evaluasi Kinerja Unit Crushing Plant Batu Andesit pada PT Silva Andia Utama di Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan UNISBA*, 4 (2) : 486-494.
- Novianti, dkk. 2021. “Menimbang Wacana Pajak Karbon: Untung Atau Buntung?”, 1 juli 2021, <https://fh.unpad.ac.id/menimbang-wacana-pajakkarbon-untung-atau-buntung/>, diakses 22 Desember 2021.
- Nugroho, H., 2017. Batu Bara Sebagai Pemasok Energi Nasional ke Depan : Apa yang Perlu Disiapkan?. *Jurnal Perencanaan Pembangunan The Indonesian Journal of Dev. Planning*, 1 (1) : 1-13.
- Nurzulla, K. S., Arief, T., dan Bochori, 2020. Evaluasi Kinerja Unit Peremuk Batubara (Crushing Plant) Dalam Upaya Pencapaian Target Produksi Crushed Coal Di Intermediate Stockpile Km 107 PT Servo Lintas Raya (Titan Group), Muara Enim, Sumatera Selatan. Tidak Diterbitkan. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Ogunmodimu, O., Govender, I., Mainza, N, A., Franzidis, P, J., 2021. Development of a Mechanistic Model of Granular Flow On Vibrating Screen. *Minerals*

Engineering, 163 (5).

- Panjaitan, D. D. I, Virgiyanti, L., dan Wiryanto, Y. H., 2018. Cost Coal Processing Di Stockpile Port Muara Bengalun PT. Mitrabara Adiperdana, Tbk Desa Malinau Kota Kecamatan Malinau Kota Kabupaten Malinau Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Teknik*, 2 (1) : 68-76.
- Partanto, P., 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Pramana, G.D., Sudiyanto, A., Setyowati, I., dan Titisariwati, I., 2015. Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT. Citra Tobindo Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 1 (2): 61-68.
- Rahmi, H., Susetyo, D. and Juniah., 2019. Utilization Study of Void Mine For Sustainable Environment of The Limestone Mining Sector at PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 3 (2019) : 54-59.
- Ramadhan, M. A., 2014. Analisis Perbandingan Dimensi Vibrating Screen Pada Produktivitas Penambangan Pasir Tras Di PT Nyalindung Desa Cikamuning, Kecamatan Padalarang, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
- Ratnawati, D., 2016. Carbon Tax Sebagai Alternatif Kebijakan Mengatasi Eksternalitas Negatif Emisi Karbon Di Indonesia. *Indonesian Treasury Review*, 1 (2) : 53-67.
- Rumengan, M. R., 2017. Analisa Kelayakan Investasi Alat Berat Stone Crusher Di Kelurahan Kumersot Kota Bitung. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10) : 679-688.
- Satriadi, M. D., 2020. Kajian Proses Pengolahan Batubara Pada Unit Crushing Plant Area ICF PT. Indonesia Pratama Konsesi PT. Fajar Sakti Prima Kecamatan Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 26 (2) : 52-64.
- Selvi, N, R. dan Rachmatulloh, I., 2020. Urgensi Penerapan Pajak Karbon Di Indonesia. *Jurnal Reformasi Administrasi*, 7 (1).
- Selviyana, F., Hasjim, M. dan Juniah, R., 2015. Kajian Teknis Pengaruh Ketebalan Lapisan Bed Pada Pan American Jig Terhadap Recovery Timah di Tb 1.42 Pemali PT. Timah (Persero) Tbk, Bangka Belitung. *Jurnal Ilmu Teknik Unsri*, 3 (1) : 1-7.
- Setyono, A, E., dan Kiono, B, F, T., 2021. Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2 (3) : 154-162.
- Shahzad Baig, K. and Yousaf, M., 2017. *Coal Fired Power Plants: Emission*

Problems And Controlling Techniques. *J Earth Sci Clim Change*, 8 : 404.

- Singh, A. K., Banerjee, P. K., Singh, P. K., and Das, A., 2015. Study of Washability Characteristics of Coals from Seam-IX of Jamadoba Colliery of the Jharia Basin, India. *Energy Exploration & Exploitation*, 33 (2) : 181–202.
- Soelistijo, U. W. and Suganal, 2013. The Economic Evaluation Of Research Based Indonesian Coal Utilization. *Indonesian Mining Journal*, 16 (1) : 1 – 17.
- Statistical Review of World Energy 70<sup>th</sup> Edition. 2021. BP p.l.c. London.
- Sujiman dan Yakin, M. A., 2018. Kajian Tentang Produksi Crusher Pada Unit Pengolahan Di PT. Anugerah Bara Kaltim Kecamatan Loa Janan Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 1 (23) : 1-18.
- Susanto, R., Nasrudin, D., dan Sriyanti, 2016. Analisis Perbandingan Dimensi Vibrating Screen Pada Penambangan Pasir Di PT. Mitra Lintas Persada, Desa Giri Mukti, Kecamatan Saguling Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 4 (1) : 343-351.
- Syamsunarto D, Yohanes, 2018. Studi eksperimental pengaruh variasi mekanis empat batang pada mesin pengayak terhadap kapasitas produksi ayakan. *J.FTEKNIK*. 5 (1): 1-7.
- Tenriajeng, A.T., 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta : Penerbit Gunadarma
- Tkac, S., 2018. Hydro Power Plants, An Overview Of The Current Types And Technology. *Selected Scientific Papers - Journal Of Civil Engineering*, 13 (S1) : 115-126.
- US Energy Information Administration, 2016. *International Energy Outlook 2016 with Projections to 2040*. US Department of Energy, Washington DC.
- Yu, C., Wang, X., Pang, K., Zhao, G., and Sun, W., 2020. Dynamic Characteristics Of A Vibrating Flip-Flow Screen And Analysis For Screening 3 Mm Iron Ore. *Hindawi Journal : Shock And Vibration*, 2020 (7) : 1-12.
- Yuliasih, A., 2018. Dampak Politik dan Ekonomi Penghapusan Pajak Karbon pada Masa Pemerintahan Tony Abbott Tahun 2014. *eJournal Ilmu Hubungan Internasional*, 6 (1).
- Wang, Z., Liu, C., Wu, J., Jiang, H., and Zhao, Y., 2018. Impact Of Screening Coals On Screen Surface And Multi-Index Optimization For Coal Cleaning Production. *Journal Of Cleaner Production*, 187 (2018) : 562-575.
- Wang, Z., Peng, L., Zhang, C., Qi, L., Liu, C., and Zhao, Y., 2019. Research On Impact Characteristics Of Screening Coals On Vibrating Screen Based On Discrete-Finite Element Method. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, And Environmental Effects*, 42 (16) : 1-14.
- Zega, R.A., 2016. Analisis Ketercapaian Perencanaan Tambang Berbasis

Rekonsiliasi Blok Penambangan Untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Sebesar 1.800.000 Ton Per Tahun Pada Kuari Pesar di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk. Skripsi, Fakultas Teknik : Universitas Sriwijaya.

Zhao, G., Wang, X., Yu, C., Liu, S., Zhou, J., and Zhu, G., 2020. Research On Static And Dynamic Characteristics Of Shear Spring Of The Vibrating Flip-Flow Screen. *Symmetry Journal*, 12 (10) : 1644.

Zhengfu, B., I, Hillary, I., L, John, D., Frank, O., Sue, S., 2010. Environmental Issues From Coal Mining and Their Solutions. *Mining Science and Technology Journal*, 20 (2) : 215-223.