

SKRIPSI

**PERENCANAAN PENJADWALAN PENGINEKINGAN *SUMP*
SERTA PENAMBANGAN DALAM UPAYA MENCAPAI
TARGET FINALISASI *PIT 1* TIMUR DAN UTARA BANKO
BARAT DI TAHUN 2022 PT. BUKIT ASAM, TBK.**



**OLEH
M. ZAKI ATHALLAH
03021181823017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SKRIPSI

PERENCANAAN PENJADWALAN PENGERINGAN *SUMP* SERTA PENAMBANGAN DALAM UPAYA MENCAPAI TARGET FINALISASI *PIT 1* TIMUR DAN UTARA BANKO BARAT DI TAHUN 2022 PT. BUKIT ASAM, TBK.

Dibuat untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH

**M. ZAKI ATHALLAH
03021181823017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN PENJADWALAN PENDINGINAN *SUMP* SERTA PENAMBANGAN DALAM UPAYA MENCAPAI TARGET FINALISASI *PIT 1* TIMUR DAN UTARA BANKO BARAT DI TAHUN 2022 PT. BUKIT ASAM, TBK.

SKRIPSI

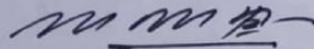
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

M. ZAKI ATHALLAH
03021181823017

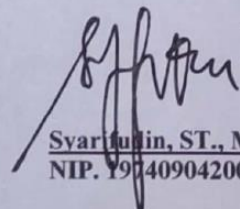
Indralaya, April 2023

Pembimbing I



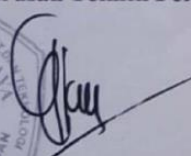
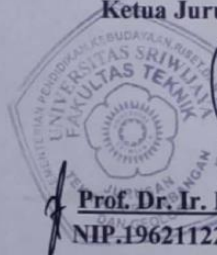
Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIDK.8864000016

Pembimbing II



Syarifuddin, ST., MT.
NIP. 197409042000121002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS., CP., IPU.
NIP.196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Zaki Athallah
NIM : 03021181823017
Judul : Perencanaan Penjadwalan Pengeringan *Sump* Serta Penambahan Dalam Upaya Mencapai Target Finalisasi *Pit 1* Timur Dan Utara Banko Barat Di Tahun 2022 PT. Bukit Asam, Tbk.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik. Apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai Penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, April 2023



M. Zaki Athallah
NIM. 03021181823017

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

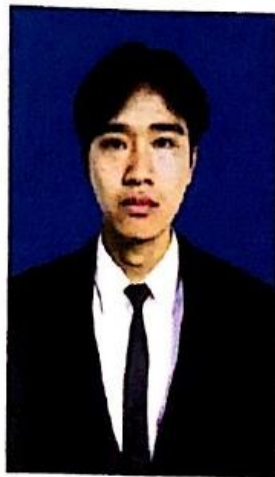
Nama : M. Zaki Athallah

NIM : 03021181823017

Judul : Perencanaan Penjadwalan Pengeringan *Sump* Penambangan Serta Penambangan Dalam Upaya Mencapai Target Finalisasi *Pit 1* Timur Dan Utara Banko Barat Di Tahun 2022 PT. Bukit Asam, Tbk.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, April 2023



M. Zaki Athallah
NIM. 03021181823017

RIWAYAT PENULIS



Muhammad Zaki Athallah merupakan putra kedua dari tiga bersaudara. Ayah bernama Feriyanto dan Ibu bernama Misnaladewi. Penulis Lahir di Palembang pada tanggal 8 Oktober tahun 2000 dan tinggal di Kota Tangerang. Penulis mengawali pendidikan tingkat sekolah dasar di SD Negeri 2 Curug Kulon (2006 – 2012). Pada tahun 2012 hingga tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 2 Curug. Selanjutnya, pada tahun 2015 hingga tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 3 Kabupaten Tangerang. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan studi di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya di Sumatera Selatan kampus Indralaya dengan jalur masuk Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya, penulis aktif dalam mengikuti organisasi kampus yaitu Persatuan Mahasiswa Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (PERMATA FT UNSRI) sebagai Wakil I Ketua Umum PERMATA FT UNSRI pada periode 2020-2021. Selain itu penulis juga aktif menjadi asisten pada Laboratorium Perancangan dan Optimasi Tambang Universitas Sriwijaya pada periode 2021-2022.

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Skripsiku seperti cintaku padamu, tebal”

Skripsi ini saya dedikasikan untuk Papa, Mama, Adik, orang yang sering bertanya kapan saya wisuda dan gadis bernama Artisa Nur Vidiana. Serta terimakasih kepada sahabat saya: Kelvin, Robi, Dhandy, Mamat, Fadhil, dan Awal atas semua dukungan selama perkuliahan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, berkah, dan karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Penjadwalan Pengeringan *Sump* Serta Penambangan dalam Upaya Mencapai Target Finalisasi *Pit* 1 Timur dan Utara Banko Barat di Tahun 2022 PT. Bukit Asam, Tbk.” dapat diselesaikan di waktu yang tepat. Tugas akhir ini dilaksanakan pada 4 April 2022 hingga 4 Juni 2022.

Ucapan terimakasih juga diucapkan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Bapak Syarifudin, S. T., M. T. serta semua pihak yang telah terlibat dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

- 1) Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, IPU., ASEAN. Eng., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
- 2) Prof. Dr. Eng Ir. Joni Arliansyah, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. CP. IPU. dan Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 4) Dr. Ir. Restu Juniah selaku Dosen Pembimbing Akademik.
- 5) Pak Taupan Ariansyah Putra selaku Asisten Manager Perencanaan Operasi PT. Bukit Asam, Tbk dan Ibu Jayanti Tangdiombo selaku *Mine Plan Engineer* PT. Bukit Asam, Tbk yang telah membantu selama proses penelitian.

Penulisan laporan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan dan Geologi Universitas Sriwijaya.

Indralaya, April 2023

Penulis

RINGKASAN

PERENCANAAN PENJADWALAN PENGERINGAN SUMP SERTA PENAMBANGAN DALAM UPAYA MENCAPAI TARGET FINALISASI PIT 1 TIMUR DAN UTARA BANKO BARAT DI TAHUN 2022 PT. BUKIT ASAM, TBK.

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, April 2023

M. Zaki Athallah Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. M. Taufik Toha, DEA. dan Syarifudin, S.T., M.T.

PLANNING OF DRYING SUMP AND MINING SCHEDULING IN AN EFFORT TO ACHIEVE THE TARGET OF FINALIZING PIT 1 EAST AND NORTH BANKO BARAT IN 2022 PT. BUKIT ASAM, TBK.

xxii + 210 halaman, 48 gambar, 114 tabel, 20 lampiran

RINGKASAN

PT. Bukit Asam, Tbk (PTBA) berencana melakukan kegiatan finalisasi pada *Pit 1* Timur dan Utara. Namun dalam pelaksanaan kegiatan finalisasi *Pit 1* Timur dan Utara tersebut terdapat suatu kendala, yaitu lokasi desain final *Pit 1* Timur dan Utara yang berdasarkan RKAP masih terdapat 4 (empat) *sump* yang menggenang, yaitu *sump* utara, *sump* tengah, *sump* selatan, dan *sump* timur sehingga diperlukan rencana pengeringan *sump* lalu rencana penjadwalan penambangan guna mencapai target finalisasi *pit* di tahun 2022. Berdasarkan perhitungan menggunakan *Minescape 5.7* menggunakan *tools sample - polygon*, diketahui total cadangan yang tersisa pada *pit 1* Timur dan Utara sebesar 2.418.670,58 ton batubara dengan volume *overburden* sebesar 5.381.828,51 BCM. Berdasarkan hasil skenario pengeringan *sump* yang telah direncanakan dengan menggunakan 7 unit pompa yang tersedia, antara lain 3 unit Mutiflo 385 HP, 2 unit Multiflo 420 EXHV, 1 unit KSB DND 200 MHX, 1 unit KSB LSA, didapatkan jadwal kering *sump* tengah pada tanggal 10 Mei 2022, *sump* utara pada tanggal 19 Mei 2022, *sump* selatan pada tanggal 26 Mei 2022, dan *sump* timur pada tanggal 14 Juni 2022. Setelah didapatkan jadwal kering *sump*, barulah dihitung rencana produksi berdasarkan kapabilitas alat yang tersedia dengan estimasi seluruh cadangan akan tertambang habis di bulan Oktober 2022 sehingga didapatkan rancangan *sequence* penambangan dalam skala bulanan yang dimulai dari bulan Mei hingga Oktober 2022 dengan total dengan total tonase 652.492,14 ton dan *overburden* sebesar 2.622.230,14 BCM, SR 4,02:1 dengan luas bukaan sebesar 32,29 ha serta final *bench* pada RL -48 untuk *Pit 1* Utara dan untuk *Pit 1* Timur didapatkan total tonase batubara sebesar 1.766.178,44 ton dan *overburden* sebesar 2.751.319,01 BCM, SR 1,56:1 dengan luas bukaan sebesar 35,70 ha serta final *bench* pada RL -50. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan alat, untuk *fleet overburden* dibutuhkan 1 unit Komatsu PC 2000 dan 4 unit Liebherr R9100 yang dipasangkan dengan 29 unit Komatsu HD 785 pada bulan Mei hingga September 2022 dan 2 unit Liebherr R9100 yang dipasangkan dengan 12 unit Komatsu HD 785 pada bulan Oktober. Sedangkan untuk *fleet* batubara, dibutuhkan 4 unit Komatsu PC400 yang dipasangkan dengan 28 unit Quester CWE 280 pada bulan Mei hingga Oktober 2022. Berdasarkan rencana penjadwalan penambangan yang telah direncanakan, didapatkan jadwal final *Pit 1* Timur dan Utara dengan estimasi jadwal final *Pit 1* Utara di bulan September 2022 dan *Pit 1* Timur di bulan Oktober 2022.

Kata kunci : Sekuen, penjadwalan penambangan, penirisan *sump*

Kepustakaan : 33 kepustakaan, 1986 – 2021

SUMMARY

PLANNING OF DRYING SUMP AND MINING SCHEDULING IN AN EFFORT TO ACHIEVE THE TARGET OF FINALIZING PIT 1 EAST AND NORTH BANKO BARAT IN 2022 PT. BUKIT ASAM, TBK.

Scientific Papers in the form of Skripsi, April 2023

M. Zaki Athallah; Supervised by Prof. Dr. Ir. M. Taufik Toha, DEA. and Syarifudin, S.T., M.T.

PERENCANAAN PENJADWALAN PENAMBANGAN SERTA PENGERINGAN SUMP DALAM UPAYA MENCAPAI TARGET FINALISASI PIT 1 TIMUR DAN UTARA BANKO BARAT DI TAHUN 2022 PT. BUKIT ASAM, TBK.

xxii + 210 pages, 48 pictures, 114 tables , 20 attachments

SUMMARY

PT. Bukit Asam, Tbk (PTBA) plans to carry out finalization activities on Pit 1 East and North. However, in the implementation of the East and North Pit 1 finalization activities there was an obstacle, namely the final design locations for East and North Pit 1 which based on the RKAP there were still 4 (four) sump that flooded, that is sump north, sump middle, sump south, and sump east so a draining plan is needed jump then a mining scheduling plan to achieve the finalization target pit in 2022. Based on calculations using Minescape 5.7 use tools sample - polygon, it is known the total reserves remaining on pit 1 East and North of 2,418,670.58 tons of coal by volume overburden of 5,381,828.51 BCM. Based on the drying scenario results sump which has been planned using the 7 available pump units, including 3 units of Multiflo 385 HP, 2 units of Multiflo 420 EXHV, 1 unit of KSB DND 200 MHX, 1 unit of KSB LSA, obtained a dry schedule sump middle on May 10, 2022, sump north on May 19, 2022, sump south on May 26, 2022, and sump east on June 14, 2022. After obtaining a dry schedule sump, then calculated plan production based on the capability of the available equipment with an estimate that all reserves will be exhausted in October 2022 so that a draft is obtained sequence mining on a monthly scale starting from May to October 2022 with a total of 652,492.14 tons and overburden of 2,622,230.14 BCM, SR 4.02:1 with an opening area of 32.29 ha and the final bench on RL -48 for Pit 1 North and to Pit 1 East obtained a total coal tonnage of 1,766,178.44 tons and overburden of 2,751,319.01 BCM, SR 1.56:1 with an opening area of 35.70 ha and the final bench at RL -50. Based on the results of the tool requirements analysis, for fleet overburden required 1 unit of Komatsu PC 2000 and 4 units of Liebherr R9100 paired with 29 units of Komatsu HD 785 in May to September 2022 and 2 units of Liebherr R9100 paired with 12 units of Komatsu HD 785 in October. Whereas for fleet coal, 4 units of Komatsu PC400 are needed paired with 28 units of Quester CWE 280 from May to October 2022. Based on the planned mining scheduling plan, a final schedule is obtained Pit 1 East and North with final schedule estimates Pit 1 North in September 2022 and Pit 1 East in October 2022.

Keywords : Sequence, Mining Scheduling, Sump Dewatering
Bibliography : 33 bibliography, 1986 - 2021

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
RIWAYAT PENULIS	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Rencana Jadwal Pengeringan <i>Sump</i>	4
2.1.1. Pompa.....	4
2.1.2. <i>Head</i> Pompa	4
2.1.3. Kemampuan Pompa.....	9
2.1.4. Curah Hujan.....	9
2.1.5. Debit Limpasan	11
2.1.6. <i>Inflow</i>	13

2.1.7.	<i>Outflow</i>	13
2.2.	Perencanaan <i>Sequence</i> Penambangan	14
2.2.1.	Metode <i>Sequence</i> Penambangan.....	15
2.2.2.	Arah <i>Sequence</i> Penambangan.....	17
2.2.3.	Parameter Perancangan Tambang.....	19
2.3.	Perencanaan Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut	21
2.3.1.	Produktivitas Alat Gali Muat	22
2.3.2.	Produktivitas Alat Angkut	25
2.3.3.	Kebutuhan Alat Mekanis	26
2.4.	Perencanaan Penjadwalan Penambangan.....	26
2.4.1.	Pengertian Penjadwalan	27
2.4.2.	Tujuan Penjadwalan	27
2.4.3.	Penjadwalan Produksi Batubara.....	27
2.5.	Penelitian Terdahulu	28
BAB 3	METODE PENELITIAN	31
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
3.1.1.	Lokasi Penelitian.....	31
3.1.2.	Waktu Penelitian	32
3.2.	Tahapan Penelitian	32
3.2.1.	Studi Literatur	32
3.2.2.	Pengumpulan Data	33
3.2.3.	Pengolahan Data	34
3.3.	Analisis Data	36
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1.	Rencana Jadwal Pengeringan <i>Sump Pit</i> 1 Timur dan Utara.....	39
4.1.1.	Kemampuan Debit Pemompaan	40
4.1.2.	<i>Inflow</i>	42
4.1.3.	<i>Outflow</i>	43
4.1.4.	Skenario Pengeringan <i>Sump</i>	45
4.1.4.1.	Skenario Pengeringan <i>Sump</i> Tengah.....	45

4.1.4.2.	Skenario Pengeringan <i>Sump</i> Utara.....	46
4.1.4.3.	Skenario Pengeringan <i>Sump</i> Selatan.....	48
4.1.4.4.	Skenario Pengeringan <i>Sump</i> Timur.....	49
4.1.5.	Penempatan Pompa Setelah Kegiatan Pengeringan <i>Sump</i>	51
4.1.5.1.	Penempatan Pompa Pada <i>Sump</i> Utara	52
4.1.5.2.	Penempatan Pompa Pada <i>Sump</i> Tengah	52
4.1.5.3.	Penempatan Pompa Pada <i>Sump</i> Selatan.....	52
4.1.5.4.	Penempatan Pompa Pada <i>Sump</i> Timur	52
4.2.	Rancangan <i>Sequence</i> Penambangan Tiap Bulan di <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara	53
4.2.1.	Sisa Cadangan <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara.....	54
4.2.2.	Populasi Alat yang Tersedia di <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara.....	55
4.2.3.	Rencana Produksi Bulanan	56
4.2.4.	Rencana <i>Sequence</i> Penambangan bulan Mei 2022.....	56
4.2.5.	Rencana <i>Sequence</i> Penambangan bulan Juni 2022.....	57
4.2.6.	Rencana <i>Sequence</i> Penambangan bulan Juli 2022.....	58
4.2.7.	Rencana <i>Sequence</i> Penambangan bulan Agustus 2022	59
4.2.8.	Rencana <i>Sequence</i> Penambangan bulan September 2022.....	60
4.2.9.	Rencana <i>Sequence</i> Penambangan bulan Oktober 2022	61
4.3.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat serta Alat Angkut.....	66
4.3.1.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat serta Alat Angkut Bulan Mei 2022.....	66
4.3.2.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat serta Alat Angkut Bulan Juni 2022	67
4.3.3.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat serta Alat Angkut Bulan Juli 2022	67
4.3.4.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat serta Alat Angkut Bulan Agustus 2022	68
4.3.5.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat serta Alat Angkut Bulan September 2022	69

4.3.6.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat serta Alat Angkut Bulan Oktober 2022	70
4.4.	Rencana Penjadwalan Penambangan <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara.....	71
4.4.1.	Rencana Penjadwalan Penambangan Bulan Mei 2022.....	71
4.4.2.	Rencana Penjadwalan Penambangan Bulan Juni 2022.....	73
4.4.3.	Rencana Penjadwalan Penambangan Bulan Juli 2022.....	76
4.4.4.	Rencana Penjadwalan Penambangan Bulan Agustus 2022.....	78
4.4.5.	Rencana Penjadwalan Penambangan Bulan September 2022.....	80
4.4.6.	Rencana Penjadwalan Penambangan Bulan Oktober 2022.....	83
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		86
5.1.	Kesimpulan	86
5.2.	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Metode Blok Tambang Terbuka	17
2.2. Orientasi Penambangan	17
2.3. Lebar Jalan Angkut Pada Kondisi Lurus	21
3.1. Peta Kesampaian Daerah PT. Bukit Asam, Tbk	31
3.2. Bagan Alir Penelitian	38
4.1. Elevasi Muka Air <i>Sump Pit</i> 1 Timur dan Utara	40
4.2. Desain Final <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara Tahun 2022 Berdasarkan RKAP	53
4.3. <i>Batter Block Pit</i> 1 Timur dan Utara Banko Barat	54
4.4. Rancangan <i>Sequence</i> Penambangan Bulan Mei 2022	57
4.5. Rancangan <i>Sequence</i> Penambangan Bulan Juni 2022	58
4.6. Rancangan <i>Sequence</i> Penambangan Bulan Juli 2022	59
4.7. Rancangan <i>Sequence</i> Penambangan Bulan Agustus 2022.....	60
4.8. Rancangan <i>Sequence</i> Penambangan Bulan September 2022.....	61
4.9. Rancangan <i>Sequence</i> Penambangan Bulan Oktober 2022.....	62
4.10. <i>Cross Section</i> Desain <i>Sequence</i> Bulan Mei 2022	63
4.11. <i>Cross Section</i> Desain <i>Sequence</i> Bulan Juni 2022	63
4.12. <i>Cross Section</i> Desain <i>Sequence</i> Bulan Juli 2022	64
4.13. <i>Cross Section</i> Desain <i>Sequence</i> Bulan Agustus 2022.....	64
4.14. <i>Cross Section</i> Desain <i>Sequence</i> Bulan September 2022.....	65
4.15. <i>Cross Section</i> Desain <i>Sequence</i> Bulan Oktober 2022.....	65
C.1. Peta <i>Catchment Area Pit</i> 1 Timur dan Utara	97
G.1. Kurva <i>Performance</i> Multiflo 385 HP (SIS WP-01)	135
G.2. Kurva <i>Performance</i> Multiflo 385 HP (SIS WP-04)	137
G.3. Kurva <i>Performance</i> Multiflo 385 HP (SIS WP-05)	138
G.4. Kurva <i>Performance</i> Multiflo 420 EXHV (MTN PU 4007).....	141
G.5. Kurva <i>Performance</i> Multiflo 420 EXHV (MT PU 4011)	143
G.6. Kurva <i>Performance</i> KSB DND 200 MHX (PP0189).....	145
G.7. Kurva <i>Performance</i> KSB LSA (DP 030 JMI)	148
I.1. Pompa Multiflo 385 HP	153

I.2.	Dimensi Pompa Multiflo 385 HP	153
I.3.	Kurva <i>Performance</i> Multiflo 385 HP	154
I.4.	Dimensi Pompa Multiflo 420 EXHV	155
I.5.	Kurva <i>Performance</i> Multiflo 420 EXHV	155
I.6.	Pompa KSB DND 200 MHX.....	156
I.7.	Kurva <i>Performance</i> KSB DND 200 MHX.....	157
I.8.	Pompa KSB LSA	158
I.9.	Kurva <i>Performance</i> Pompa KSB LSA	158
J.1.	Komatsu PC2000	159
J.2.	Liebherr R9100	159
J.3.	Komatsu PC400	160
J.4.	Quester CWE 280	161
J.5.	Komatsu HD 785	162
R.1.	Simulasi Jarak Angkut Bulan Mei 2022	187
R.2.	Simulasi Jarak Angkut Bulan Juni 2022.....	187
R.3.	Simulasi Jarak Angkut Bulan Juli 2022.....	188
R.4.	Simulasi Jarak Angkut Bulan Agustus 2022	188
R.5.	Simulasi Jarak Angkut Bulan September 2022	189
R.6.	Simulasi Jarak Angkut Bulan Oktober 2022	189

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Koefisien Kerugian Katup Pipa.....	7
2.2. Nilai Koefisien Limpasan	12
2.3. Efisiensi kerja berdasarkan kondisi operasional alat	23
2.4. Contoh Jadwal Produksi Batubara dan <i>Overburden</i> Per Tahun	29
3.1. Uraian Kegiatan Penelitian	32
3.2. Metode Penyelesaian Masalah	37
4.1. Rekapitulasi Rencana Kenaikan Rpm Pompa Multilo 385 HP.....	41
4.2. Rekapitulasi Rencana Kenaikan Rpm Pompa Multiflo 420 EXHV	41
4.3. Rekapitulasi Rencana Kenaikan Rpm Pompa KSB DND 200 MHX.....	41
4.4. Rekapitulasi Rencana Kenaikan Rpm Pompa KSB LSA	42
4.5. Debit <i>Outflow</i> Pompa Tersedia <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara.....	43
4.6. Simulasi Pengeringan <i>Sump</i> Tengah.....	45
4.7. Simulasi Pengeringan <i>Sump</i> Utara.....	46
4.8. Simulasi Pengeringan <i>Sump</i> Selatan	48
4.9. Simulasi Pengeringan <i>Sump</i> Timur.....	50
4.10. Parameter Geometri Jenjang PT. Bukit Asam, Tbk.....	55
4.11. Sisa Cadangan <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara.....	55
4.12. Populasi Alat Gali-Muat yang Tersedia.....	55
4.13. Rencana Produksi Berdasarkan Kapabilitas Alat.....	56
4.14. Rencana Kebutuhan Alat Bulan Mei 2022	66
4.15. Rencana Kebutuhan Alat Bulan Juni 2022	67
4.16. Rencana Kebutuhan Alat Bulan Juli 2022	68
4.17. Rencana Kebutuhan Alat Bulan Agustus 2022.....	69
4.18. Rencana Kebutuhan Alat Bulan September 2022.....	70
4.19. Rencana Kebutuhan Alat Bulan Oktober 2022.....	70
4.20. Rekapitulasi Penjadwalan Pengupasan <i>Overburden</i> Bulan Mei 2022....	72
4.21. Rekapitulasi Penjadwalan Penambangan Batubara Bulan Mei 2022	73
4.22. Rekapitulasi Penjadwalan Pengupasan <i>Overburden</i> Bulan Juni 2022....	75
4.23. Rekapitulasi Penjadwalan Penambangan Bulan Juni 2022.....	75

4.24. Rekapitulasi Penjadwalan Pengupasan <i>Overburden</i> Bulan Juli 2022	77
4.25. Rekapitulasi Rencana Penjadwalan Penambangan Bulan Juli 2022.....	78
4.26. Rekapitulasi Penjadwalan Pengupasan <i>Overburden</i> Bulan Agustus 2022	80
4.27. Rekapitulasi Penjadwalan Penambangan Batubara Agustus 2022	80
4.28. Rekapitulasi Penjadwalan Pengupasan <i>Overburden</i> Bulan September 2022.....	82
4.29. Rekapitulasi Penjadwalan Penambangan Batubara September 2022	82
4.30. Rekapitulasi Penjadwalan Pengupasan <i>Overburden</i> Bulan Oktober 2022.....	83
4.31. Rekapitulasi Penjadwalan Penambangan Batubara Oktober 2022	84
4.32. Penjadwalan Produksi Bulanan <i>Pit</i> 1 Timur dan Utara Banko Barat	84
A.1. Data Curah hujan Bulanan Tahun 2012 -2021 di PT. Bukit Asam, Tbk.	91
A.2. Jam Hujan Bulanan	92
A.3. Hari Hujan Bulanan	92
A.4. Rata-Rata Jam Hujan Maksimum/Hari	92
B.1. Curah Hujan Maksimum 10 Tahun Terakhir	94
B.2. Standar Deviasi	95
B.3. <i>Reduced Mean</i>	95
B.4. <i>Reduced Standard Deviation</i>	96
B.5. <i>Reduced Variate</i>	96
D.1. Koefisien Limpasan	98
G.1. Debit Aktual Pompa Tersedia	133
G.2. Debit Rencana Pompa Tersedia	133
G.3. Total <i>Head</i> Multiflo 385 HP Untuk Masing-Masing <i>Sump</i>	134
G.4. Rekapitulasi Rencana Kenaikan RPM Pompa SIS WP-01	136
G.5. Rekapitulasi Rencana Kenaikan RPM Pompa SIS WP-04	138
G.6. Rekapitulasi Rencana Kenaikan RPM Pompa SIS WP-05	139
G.7. Total <i>Head</i> Untuk Multiflo 420 EXHV Pada Tiap <i>Sump</i>	140
G.8. Rekapitulasi Rencana Kenaikan RPM Pompa MTN PU 4007	142

G.9.	Rekapitulasi Rencana Kenaikan Rpm Pompa MTN PU 4011	144
G.10.	Total <i>Head</i> KSB DND 200 MHX Untuk Masing-Masing <i>Sump</i>	144
G.11.	Rekapitulasi Rencana Kenaikan RPM Pompa PP0189.....	146
G.12.	Total <i>Head</i> KSB LSA Untuk Masing-Masing <i>Sump</i>	147
G.13.	Rekapitulasi Rencana Kenaikan Rpm Pompa DP 030 JMI	149
H.1.	Volume Air Per Elevasi <i>Sump</i> Utara.....	150
H.2.	Volume Air Per Elevasi <i>Sump</i> Tengah.....	150
H.3.	Volume Air Per Elevasi <i>Sump</i> Selatan.....	151
H.4.	Volume Air Per Elevasi <i>Sump</i> Timur.....	151
I.1.	Dimensi Pompa Multiflo 385 HP	154
I.2.	Spesifikasi Pompa Multiflo 420 EXHV	154
I.3.	Spesifikasi KSB DND 200 MHX	156
J.1.	Spesifikasi Alat Angkut UD Trucks Quester CWE 280	161
J.2.	Spesifikasi Komatsu HD 785	163
K.1.	<i>Swell Factor</i> dan <i>Density Insitu</i> Material.....	164
L.1.	Faktor Koreksi <i>Bucket</i>	165
L.2.	Faktor Efisiensi Kerja <i>Hydraulic Backhoe Excavator</i>	165
L.3.	Faktor Efisiensi Kerja <i>Dump Truck</i>	165
L.4.	Faktor Efisiensi Waktu Berdasarkan Kondisi Kerja.....	165
L.5.	Faktor Efisiensi Operator	166
M.1.	<i>Forecast</i> Jam Kerja PT. Bukit Asam, Tbk.	16
N.1.	<i>Cycle Time</i> Komatsu PC2000.	167
N.2.	<i>Cycle time</i> alat gali-muat Liebherr R9100.	170
N.3.	<i>Cycle time</i> Komatsu PC400.	171
N.4.	<i>Cycle time</i> alat angkut Komatsu HD 785 <i>fleet</i> Komatsu PC2000.....	172
N.5.	<i>Cycle time</i> alat angkut Komatsu HD 785 <i>fleet</i> Liebherr R9100.	173
N.6.	<i>Cycle time</i> alat angkut Quester CWE 280 <i>fleet</i> Komatsu PC400.	175
P.1.	<i>Forecast</i> Produksi Alat Gali-Muat Bulan Mei 2022.	180
P.2.	<i>Forecast</i> Produksi Alat Gali-Muat Bulan Juni 2022.	181
P.3.	<i>Forecast</i> Produksi Alat Gali-Muat Bulan Juli 2022.....	181
P.4.	<i>Forecast</i> Produksi Alat Gali-Muat Bulan Agustus 2022.....	182
P.5.	<i>Forecast</i> Produksi Alat Gali-Muat Bulan September 2022.....	183

P.6.	<i>Forecast</i> Produksi Alat Gali-Muat Bulan Oktober 2022.....	184
Q.1.	Sisa Cadangan <i>Pit</i> 1 Utara.....	185
Q.2.	Sisa Cadangan <i>Pit</i> 1 Timur.	185
Q.3.	Perhitungan <i>Reserve</i> Bulan Mei 2022.....	185
Q.4.	Perhitungan <i>Reserve</i> Bulan Juni 2022.....	186
Q.5.	Perhitungan <i>Reserve</i> Bulan Juli 2022.	186
Q.6.	Perhitungan <i>Reserve</i> Bulan Agustus 2022.	186
Q.7.	Perhitungan <i>Reserve</i> Bulan September 2022.	187
Q.8.	Perhitungan <i>Reserve</i> Bulan Oktober 2022.	187
S.1.	Prediksi <i>Cycle Time</i> Alat Angkut Komatsu HD 785 <i>Fleet</i> Komatsu PC2000.	192
S.2.	Prediksi Produktivitas Alat Angkut Komatsu HD 785 <i>Fleet</i> Komatsu PC2000	193
S.3.	Prediksi <i>Cycle Time</i> Alat Angkut Komatsu HD 785 <i>Fleet</i> Liebherr R9100	194
S.4.	Prediksi Produktivitas Alat Angkut Komatsu HD 785 <i>Fleet</i> Liebherr R9100	195
S.5.	Prediksi <i>Cycle Time</i> Alat Angkut Quester CWE 280 <i>Fleet</i> Komatsu PC400.	197
S.5.	Prediksi Produktivitas Alat Angkut Quester CWE 280 <i>Fleet</i> Komatsu PC400.	198
T.1.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet Overburden</i> Bulan Mei 2022.	199
T.2.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet</i> Batubara Bulan Mei 2022.	200
T.3.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet Overburden</i> Bulan Juni 2022.....	201
T.4.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet</i> Batubara Bulan Juni 2022.....	202
T.5.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet Overburden</i> Bulan Juli 2022.....	203
T.6.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet</i> Batubara	

	Bulan Juli 2022.....	204
T.7.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet Overburden</i> Bulan Agustus 2022.	205
T.8.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet</i> Batubara Bulan Agustus 2022.	206
T.9.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet Overburden</i> Bulan September 2022.	207
T.10.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet</i> Batubara Bulan September 2022.	208
T.11.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet Overburden</i> Bulan Oktober 2022.	209
T.12.	Rencana Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut <i>Fleet</i> Batubara Bulan Oktober 2022.	210

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Curah Hujan	91
B. Perhitungan Curah Hujan Rencana	94
C. <i>Catchment Area Pit 1</i> Timur dan Utara	97
D. Koefisien Limpasan	98
E. Perhitungan Intensitas Curah Hujan dan Debit Limpasan	99
F. Perhitungan Total <i>Head</i> Pompa	102
G. Perhitungan Kemampuan Pompa	133
H. Volume Air yang Tersisa di <i>Sump Pit 1</i> Timur dan Utara	150
I. Spesifikasi Pompa	153
J. Spesifikasi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	159
K. <i>Swell Factor</i> dan <i>Density Insitu</i> Material	164
L. <i>Fill Factor Bucket</i> dan Faktor Efisiensi Kerja Alat	165
M. Rencana Jam Kerja Efektif <i>Pit 1</i> Timur dan Utara	167
N. <i>Cycle Time</i> Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	169
O. Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	177
P. <i>Forecast</i> Produksi Bulanan	180
Q. Perhitungan Sisa Cadangan serta <i>Reserve</i> bulanan	185
R. Simulasi Jarak Angkut Menuju <i>Stockpile</i> dan <i>Disposal</i>	188
S. Prediksi <i>Cycle Time</i> dan Produktivitas Alat Angkut	191
T. Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Bulan Mei-Oktober 2022	199

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Bukit Asam, Tbk adalah salah satu anggota dari Mining Industry Indonesia (MIND ID) yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bergerak aktif di bidang pertambangan batubara. Saat ini, PT. Bukit Asam, Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTe) memiliki luas wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) seluas 40.347 hektar. Luasan area IUP tersebut terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu *Development Area* dan *Existing Mine Area*. Untuk *Development Area* terdiri dari wilayah Banko Tengah blok A (2.423 hektar) dan Banko Tengah blok B (22.937 hektar), sedangkan untuk *Existing Mine Area* terdiri dari wilayah Air Laya (7.621 hektar), Muara Tiga Besar (2.866 hektar) dan Banko Barat (4.500 hektar).

Dalam melakukan kegiatan bisnis pertambangan memerlukan perencanaan tambang yang sistematis, efektif dan efisien. Hal ini dikarenakan bisnis pertambangan merupakan bisnis yang padat modal dan risiko sehingga dengan perencanaan yang baik diharapkan akan memberikan hasil yang maksimal dalam pengerjaan secara teknis dan menguntungkan dalam segi ekonomis. PT. Bukit Asam Tbk melakukan kegiatan penambangan menggunakan sistem tambang terbuka. Dalam penerapan sistem tambang terbuka terdapat beberapa kendala yang akan dihadapi, salah satunya adalah hujan. Sistem tambang terbuka akan membuat lubang bukaan tambang yang cukup luas sehingga air berpotensi masuk kedalam bukaan tambang dan mengganggu kegiatan penambangan.

Dalam Rencana Kerja dan Anggaran Tahunan (RKAP) tahun 2022, PT. Bukit Asam, Tbk berencana melakukan kegiatan finalisasi untuk *Pit 1 Timur* dan *Utara Banko Barat* di Tahun 2022 dengan menggunakan alat yang tersedia dan akan segera melakukan kegiatan *backfilling* apabila *Pit* telah mencapai kondisi *final*. Namun dalam pelaksanaan kegiatan finalisasi *Pit 1 Timur* dan *Utara* tersebut terdapat suatu kendala, yaitu lokasi desain *final Pit 1 Timur* dan *Utara* yang berdasarkan RKAP masih terdapat 4 (empat) *sump* yang memiliki sisa volume air sebesar 486.276 m³ pada *sump Utara*, 458.100 m³ pada *sump Tengah*, 468.044 m³

pada *sump* Selatan, dan 545.984 m³ pada *sump* Timur. Berdasarkan RKAP tahun 2022, di bawah keempat *sump* tersebut masih terdapat cadangan batubara yang ekonomis apabila ditambah dengan total sisa cadangan batubara sebesar 2.418.670 ton pada *Pit* 1 Timur dan Utara. Maka dari itu, untuk mencapai target finalisasi *Pit* 1 Timur dan Utara di tahun 2022, perlu dilakukan perencanaan penjadwalan pengeringan *sump* serta penambangan yang tepat dan optimal dengan menggunakan populasi alat dan pompa yang tersedia di PT. Bukit Asam, Tbk.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah rencana jadwal pengeringan *sump* untuk menunjang kegiatan finalisasi di *Pit* 1 Timur dan Utara?
2. Bagaimanakah rancangan *sequence* penambangan tiap bulan untuk mencapai target finalisasi *Pit* 1 Timur dan Utara di tahun 2022?
3. Bagaimanakah rencana kebutuhan alat gali-muat serta alat angkut untuk menunjang pencapaian *cutting overburden* dan batubara dari rancangan *sequence* tiap bulan?
4. Bagaimanakah rencana penjadwalan penambangan tiap bulan hingga *Pit* 1 Timur dan Utara final di tahun 2022?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini diantaranya:

1. Merencanakan jadwal pengeringan *sump* yang dapat menunjang kegiatan finalisasi di *Pit* 1 Timur dan Utara.
2. Merancang *sequence* penambangan dalam skala bulanan untuk mencapai target finalisasi *Pit* 1 Timur dan Utara di tahun 2022.
3. Menghitung rencana kebutuhan alat gali-muat serta alat angkut untuk menunjang pencapaian *cutting overburden* dan batubara dari rancangan *sequence* tiap bulan.
4. Merencanakan penjadwalan penambangan tiap bulan hingga *Pit* 1 Timur dan Utara final di tahun 2022.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan atas dasar permasalahan di atas, yang dibatasi oleh ruang lingkup sebagai berikut:

1. Jenis alat gali-muat, alat angkut dan pompa yang digunakan pada penelitian ini merupakan alat gali muat dan pompa yang tersedia di *Pit 1 Timur dan Utara PT. Bukit Asam, Tbk.*
2. Penelitian ini hanya membahas mengenai pengeringan *sump* saja, tidak membahas mengenai penanganan material lumpur, tidak merancang *sump* pada desain *sequence*, dan tidak melakukan pembuatan saluran terbuka.
3. Desain geometri jenjang *Pit* menyesuaikan dengan rekomendasi tim geoteknik PT. Bukit Asam, Tbk.
4. Penelitian ini hanya membahas mengenai penjadwalan penambangan saja, tidak membahas mengenai kegiatan penimbunan maupun pembuatan *disposal* dan juga *stockpile*.
5. Tidak membahas masalah geoteknik, ekonomis, maupun lingkungan.
6. Tidak ada *constraint* pada nilai *stripping ratio*, nilai *stripping ratio* menyesuaikan kapabilitas produksi bulanan alat tersedia.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Perguruan Tinggi
 - a. Menjadi referensi tambahan mengenai perencanaan penjadwalan penambangan serta pengeringan *sump*.
 - b. Membangun kemitraan yang baik antara akademisi dan lingkungan kerja.
2. Manfaat Bagi Perusahaan

Mendapatkan rekomendasi rencana penjadwalan penambangan serta pengeringan *sump* untuk mencapai target finalisasi di 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviansyah, N. (2019). *Perencanaan Desain Kolam Pengendapan Pada Bukit 7 PT. ANTAM Tbk UBP Bauksit, Tayan, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Arif, Irwandy dan Gatut S Adisoma. (2002). “*Perencanaan Tambang*”. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Arifin dan Rudyanto, A. (2010). *Perencanaan Sistem Informasi Penjadwalan Produksi Paving Block pada CV. Eko Joyo*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi: Yogyakarta.
- Aryanda, D., Ramli, M., dan Djamaluddin, H., (2016). “Perancangan Sequence Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan”. *Jurnal Geosains*, vol. 1, no. 2, hh. 74-79.
- Baker, K.R., dan Trietsch, D. (2009). *Principle of Sequencing and Scheduling*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Bargawa, W. S. (2018). *Edisi Kedelapan Perencanaan Tambang*. Yogyakarta: Kilau Book.
- Chakti, A.M, dkk. (2021). “Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang, Studi Kasus: Pit Timur Bukit Wrangler PT. AntamTbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Sulawesi Tenggara”. *Jurnal Bina Tambang*. Vol 6 (2): 72-83.
- Dianmahendra, D. (2021). *Perencanaan Penyaliran Tambang Di Wilayah Kerja PT. Kideco Jaya Agung, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Gafoer, S, Burhan, G, dan Purnomo, J. (1986). “*The geology of the Palembang Quadrangle, Sumatera*”. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G): Bandung.
- Gultom, R. (2018). “Evaluasi Kapasitas Pompa Pada Sistem Penyaliran Tambang Pada Pit 1 Timur Penambangan Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero), Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Pertambangan*. Vol 2 (1): 1-8.
- Hartman, H. L., (1987). *Introduction Mining Engineering*. Canada: John Wiley & Sons. Inc.

- Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning & Design Volume I Fundamentals 3rd Edition*. Leiden: CRC Press/Balkema.
- Ilham, S., dan Rifandy, A. (2020). Kajian Produksi Material Batuan Penutup *Overburden* Pada PT. Kaltim Batumanunggal Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*. Vol 26 (2): 1-13.
- Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Martadinata, M. A. J., dan Sepriadi. (2019). Pemodelan Desain *Pit* Batubara Dengan Menggunakan *Software Minescape 4.119*. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. Vol 10 (02): 76-86.
- Mc Carter, M.K. (1992). *Design and operating considerations for mine waste embankments*. In *Surface Mining 2nd ed. Edited by B.A. Kennedy*. Littleton, CO: SME pp. 890–899.
- Melisa, T., Anaperta, Y M, dan Bambang H. (2021). Evaluasi Kebutuhan Pompa Multiflow MF-420EXHV Untuk Pengeringan Sump di Pit 7 West PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran. *Jurnal Bina Tambang*. ISSN: 2302-3333. 6(2). Hal 1-9.
- Nabar, D. (1998). “Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat”. Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Nasution, Arman Hakim. (2003). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi Edisi Pertama Cetakan Ke-dua*. Surabaya: Guna Widya.
- Oman, S. P. (1997). *Open Pit Mine Model*. Minnesota: MEQB.
- Pinedo, M. L. (2016). *Scheduling: Theory, Algorithms, and System, Fifth Edition*. Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-26580-3.
- Putra, D. J. (2018). “Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Pit Bravo PT Pro Sarana Cipta”. *Jurnal GEOSAPTA*. Vol 4 (1): 1-5.
- Sepriadi, dan Webiso, K. (2017). “Evaluasi Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktifitas *Overburden* di *Pit 4* Penambangan Air Laya PT Bukit Asam (Persero), Tbk. Tanjung Enim Propinsi Sumatera Selatan”. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. Vol 08(02): 1-9.
- Singh, R.D. (1997). *“Principles and Practices of Modern Coal Mining”*. New Age International, Ltd: New Delhi.

- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data*. Penerbit Nova: Bandung.
- Sosrodarsono. (1993). *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Sudrajat, F. R., dkk. (2019). Perencanaan Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi *Overburden* Pada Penambangan Batubara Di PT. Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*. Vol 6 (1): 169-178.
- Sularso dan Haruo Tahara. (2004). *Pompa dan Kompresor Jilid 8*. Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suryaputra, A. (2009). *Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup PT Marunda Graha Mineral di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah*. Skripsi. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”: Yogyakarta.
- Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: UNISBA.
- Swana, G. W., Hirnawan, F., dan Sophian, R. I. (2012). “*Penentuan Desain Lereng Final pada Pit DH Daerah Konsesi PT. Arutmin Indonesia Tambang Asam*”. Prosiding Dimposium dan Seminar Geomekanika (1).
- Tamsin, M. A. F., dan Yulhendra, D. (2022). Perancangan *Sequence* dan *Schedulling* Penambangan Di PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Desa Batu Tanjung, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat.
- Tenriajeng, A.T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma.
- Thompson, R. J., (2005). “*Surface Strip Coal Mining Handbook*. Johannesburg: SACMA.
- Wibowo, Yudha Gusti, dkk. (2018). Studi Kasus Perencanaan Pompa Pada Tambang Terbuka Pit Donggang Utara Blok 32, PT. Buana Bara Ekapratama”. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. Vol. 10 (2): 115-124.