

SKRIPSI
EFEKTIVITAS PENJADWALAN *SEQUENCE W-UNDERCUT* TERHADAP *SEQUENCE ADVANCED UNDERCUT* PADA LEVEL *UNDERCUT*, TAMBANG DMLZ, PT FREEPORT INDONESIA, PAPUA.



SAGINA EDSHA WANIAM
03021281924050

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

SKRIPSI

EFEKTIVITAS PENJADWALAN *SEQUENCE W-UNDERCUT* TERHADAP *SEQUENCE ADVANCED UNDERCUT* PADA LEVEL *UNDERCUT*, TAMBANG DMLZ, PT FREEPORT INDONESIA, PAPUA.

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH
SAGINA EDSHA WANIAM
03021281924050

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

HALAMAN PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS PENJADWALAN *SEQUENCE W-UNDERCUT*
TERHADAP *SEQUENCE ADVANCED UNDERCUT* PADA
LEVEL *UNDERCUT*, TAMBANG DMLZ, PT FREEPORT
INDONESIA, PAPUA.**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

SAGINA EDSHA WANIAM

03021281924050

Palembang,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIP. 195308141985031002



Alicftiyani Paramita Gobel, S.T, M.T
NIP. 199308212019032018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN. Eng.
NIP. 196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sagina Edsha Wanium


NIM : 03021281924050

Judul : Efektivitas Penjadwalan Sequence *W-undercut* Terhadap Sequence *Advanced Undercut* Pada Level *Undercut*, Tambang DMLZ, PT Freeport Indonesia, Papua.

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik jika tidak dipublikasikan dalam waktu 1 (satu) tahun. Saya setuju untuk menunjuk pembimbing sebagai penulis korespondensi dalam hal ini.

Pernyataan ini saya buat secara sadar dan tanpa paksaan dari pihak lain.

Palembang, November 2023



Sagina Edsha Wanium

NIM. 03021281924050

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sagina Edsha Wanium
NIM : 03021281924050
Judul : Efektivitas Penjadwalan *Sequence W-Undercut* Terhadap *Sequence Advanced Undercut* Pada Level *Undercut*, Tambang DMLZ, PT Freeport Indonesia.

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.

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



Palembang, November 2023



Sagina Edsha Wanium

NIM. 03021281924050

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

Kedua orangtua saya Papa Eddy dan Mama Shanti serta Alyyu, Mori, Sekar, Kak Ray, Yuk Piyin, Mas Ami dan Harvey yang selalu mensupport saya.

RIWAYAT PENULIS



Sagina Edsha Waniam. Anak perempuan ke 3 (tiga) dari 5 (lima) bersaudara lahir di Prabumulih, 21 Juli 2001 (dua ribu satu) merupakan putri dari pasangan Eddy Rianto dan Lies Shanti Gasela. Mengawali pendidikan tingkat dasar pada tahun 2007 di SD Islahul Ummah Islam Terpadu Prabumulih, pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMPN 1 Palembang. Selanjutnya tahun 2016 melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Ignatius Global School. Pada tahun 2019 melanjutkan pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis menjabat sebagai bendahara umum pada periode 2022/2023 SC Perhapi Unsri. Selanjutnya pada periode 2022/2023, penulis mengikuti pertukaran pelajar ke Bangkok Thailand melalui beasiswa Kasetsart University One Semester Scholarship For Asean Student.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya, tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dilaksanakan di PT. Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Papua dari 27 Januari sampai dengan 27 April 2023 dengan judul “Efektivitas Penjadwalan *Sequence W-undercut* Terhadap *Sequence Advanced Undercut*, *Level Undercut*, Tambang DMLZ, PT Freeport Indonesia, Papua.”.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA. dan Alieftiyani Paramita Gobel, S. T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing dalam penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. Taufik Marwa, S.E., M.Si., Selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., Selaku Dekan fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS, CP, IPU. ASEAN.Eng., dan Rosihan Pebrianto, S.T, M.T., Selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Semua Bapak dan Ibu dosen, serta karyawan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Semua pihak yang telah membantu sehingga terlaksananya Tugas Akhir ini dengan lancar.

Penyelesaian tugas akhir ini masih memiliki ruang untuk peningkatan lebih lanjut, sehingga kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang sangat dihargai. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman bagi semua pihak di masa depan.

Palembang, November 2023

Penulis

RINGKASAN

Efektivitas Penjadwalan Sequence *W-undercut* Terhadap Sequence *Advanced Undercut* Pada Level *Undercut*, Tambang DMLZ, PT Freeport Indonesia, Papua. Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Juni 2023.

Sagina Edsha Waniem; Dibimbing oleh Prof. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Alieftiyani Paramita Gobel, S.T, M.T.

xv + 74 halaman, 16 lampiran, 29 gambar, 5 tabel.

RINGKASAN

Level *undercut* merupakan area atau level untuk memotong badan bijih bagian bawah agar terjadi runtuh alami secara gravitasi. Level *undercut Deep Mill Level Zone* PT Freeport Indonesia menggunakan strategi *Advanced undercut*, dalam strategi ini pengembangan *undercut* harus melewati batas draw bell atau penampung terlebih dahulu agar bisa dilakukan peledakan pada draw bell yang kemudian sisa pengembangan di level extraction dilaksanakan di suatu kondisi area yang sudah tidak mengalami tegangan. Level *undercut deep mill level zone saat ini* sedang melakukan transisi dari *Advanced undercut* ke *W-undercut*, transisi ini dilakukan untuk memperbesar major pillar yang berguna untuk mempertahankan panel drift untuk waktu yang lama hingga kegiatan pertambangan selesai. Perbedaan yang bisa terlihat dari kedua strategi ini adalah luas area yang akan dilakukan kegiatan *undercutting* dari kegiatan survey hingga pengangkutan material. Penelitian bertujuan untuk mengetahui simulasi jadwal dari kedua strategi yang sudah dilakukan dan akan dilakukan pada level *undercut*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi *W-undercut* membutuhkan waktu yang lama untuk kegiatan *undercutting* sebanyak 11 shift, sedangkan *Advanced undercut* hanya membutuhkan 8 shift. Kegiatan yang paling berpengaruh dalam transisi ini adalah kegiatan pengeboran, jumlah emulsi peledakan dan pengangkutan material. Pengeboran strategi *Advanced undercut* membutuhkan waktu satu shift atau 12 jam dengan luas 127.4 m-drill dan *W-undercut* membutuhkan waktu 2,5 shift dengan luas 374 m-drill. Emulsi yang digunakan pada *Advanced undercut* sebanyak 918kg dan *W-Undercut* sebanyak 1068kg. Kegiatan pengangkutan material yang diperlukan *Advanced undercut* sebanyak 164.79m³ dengan waktu satu shift dan *W-undercut* 604.1m³ dengan waktu tiga shift. Dari hasil analisis perbedaan *Advanced undercut* ke *W-undercut*, dapat dinyatakan bahwa transisi layak dipertimbangkan.

Kata Kunci : *Advanced Undercut*, *W-Undercut*, *Level Undercut*.

Kepustakaan :

SUMMARY

Effectiveness of W-Undercut Sequence Scheduling Against Advanced Undercut Sequences at Undercut Level, DMLZ Mine, PT Freeport Indonesia.

Scientific Papers in the form of Skripsi, June 2023

Sagina Edsha Wanium, Taught by Prof. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA and Alieftiyani Paramita Gobel, S.T, M.T.

xv + 74 pages, 16 attachments, 29 images, 5 tables.

The *undercut* level is an area or level to cut the lower ore body so that natural collapse occurs by gravity. PT Freeport Indonesia's Deep Mill Level Zone *undercut* level uses the *Advanced undercut* strategy, in this strategy the *undercut* development must pass the draw bell or reservoir first so that the draw bell can be detonated. experience stress. The deep mill level zone *undercut* level is currently transitioning from *Advanced undercut* to *W-undercut*, this transition is made to enlarge the major pillar which is useful for maintaining panel drift for a long time until mining activities are completed. The difference that can be seen from these two strategies is the area that will be carried out *undercutting* activities from survey activities to material transportation. The research aims to determine the schedule simulation of the two strategies that have been carried out and will be carried out at the *undercut* level. The results of the study show that the *W-undercut* strategy takes a long time for 11 shifts of *undercutting* activities, while the *Advanced undercut* only requires 8 shifts. The most influential activities in this transition are drilling activities, the amount of emulsion blasting and material transportation. *Advanced undercut* strategy drilling takes one shift or 12 hours with an area of 127.4 m-drill and *W-undercut* takes 2.5 shifts with an area of 374 m-drill. The emulsion used in *Advanced undercut* was 918kg and *W-Undercut* was 1068kg. Material transport activities required *Advanced undercut* of 164.79m³ with one shift and *W-undercut* 604.1m³ with three shifts. From the results of the analysis of the difference between *Advanced undercut* and *W-undercut*, it can be stated that the transition is worth considering.

Keywords : *Advanced Undercut, W-Undercut, Level Undercut.*

Literature :

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
RIWAYAT PENULIS	iv
KATA PENGANTAR	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	2
1.1.Latar Belakang	2
1.2.Rumusan Masalah.....	2
1.3.Tujuan Penelitian	3
1.4.Batasan Masalah	3
1.5.Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Tambang Bawah Tanah	5
2.2. Metode Penambangan <i>Block caving</i> DMLZ	7
2.2.1. Prinsip Dasar yang diterapkan Pada Metode <i>Block caving</i>	9
2.2.2. Alasan Pemilihan Penambangan dengan Metode <i>Block caving</i>	11
2.3.Mineralisasi DMLZ.....	13
2.4.Cadangan Bijih DMLZ	13
2.5.Level Tambang Bawah Tanah DMLZ.....	14
2.5.1.Level <i>Undercut</i> (2600/L)	15
2.5.2.Level <i>Extraction</i> (2590/L)	16
2.5.3.Level <i>Intake</i> (2565/L).....	18
2.5.4.Level <i>Exhaust</i> (2550/L)	18
2.5.5.Level <i>Truck Haulage</i> (2525/L)	19
2.5.6.Level <i>Drainage</i> (2440/L).....	20
2.5.7.Level Conveyor.....	21
2.6.Kegiatan <i>Undercutting</i> Tambang Bawah Tanah DMLZ.....	22
2.6.1.Survey Marking	22
2.6.2.Pengeboran.....	24
2.6.3. <i>Shift</i> Pengeboran <i>Level Undercut</i>	30
2.6.3.Charging dan Blasting.....	30
2.6.4. <i>Mucking</i>	34
2.7.Availability Alat	36
2.7.1. <i>Physical Availability</i>	36
2.7.2. <i>Used of Availability</i>	36
2.7.3. <i>Effective Utilization</i>	36

2.8.Perencanaan Tambang	37
2.8.1.Penjadwalan Produksi.....	37
2.9.Penelitian Terdahulu	37
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	57
3.1.Lokasi dan Jadwal Penelitian	57
3.1.1.Dataran rendah (<i>Lowland</i>)	58
3.1.2.Dataran Tinggi (<i>Highland</i>)	58
3.2.Keadaan Geologi	58
3.2.1.Topografi	58
3.2.2.Morfologi	59
3.2.3.Geologi Regional	59
3.2.4.Stratigrafi	59
3.2.5.Satuan Batuan Beku.....	61
3.3.Waktu Penelitian.....	61
3.4.Metode Penelitian	62
3.4.1.Studi Literatur	62
3.4.2.Observasi Lapangan.....	62
3.4.3.Pengambilan Data	63
3.4.4.Pengolahan dan Analisis Data.	63
3.4.5.Kerangka Penelitian.....	64
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	66
4.1.Kegiatan <i>Caving W Undercut dan Advanced Undercut</i>	66
4.1.1. Pola Pengeboran	66
4.1.2. <i>Loading</i>	68
4.1.3. <i>Swell muck</i>	69
4.2.Penjadwalan <i>Sequence W-Undercut</i>	66
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1. Kesimpulan.....	70
5.2. Saran.....	71

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur dasar Tambang Bawah Tanah	5
Gambar 2.2 Metode Tambang Bawah Tanah	7
Gambar 2.3 Lokasi dan Sebaran Mineral Tambang Bawah Tanah	7
Gambar 2.4 Level <i>Drift</i> Penambangan dengan Metode <i>Block caving</i>	9
Gambar 2.5 Ilustrasi Penambangan <i>Block caving</i>	11
Gambar 2.6 Cadangan Bijih pada Zona Tambang PTFI	13
Gambar 2.7 <i>W-Undercut</i> Design	14
Gambar 2.8 DMLZ Extraction Level	15
Gambar 2.9 DMLZ Intake Level	17
Gambar 2.10 DMLZ Exhaust Level	18
Gambar 2.11 DMLZ Truck Haulage	18
Gambar 2.12 DMLZ Drainage Level	19
Gambar 2.13 DMLZ Conveyor Level	19
Gambar 2.14 Marking Heading Pengeboran Level <i>Undercut</i>	20
Gambar 2.15 Total Station sebagai alat Survey	21
Gambar 2.16 Kegiatan Pengeboran Lubang Ledak Heading Level <i>Undercut</i>	22
Gambar 2.17 Pembagian Lubang Ledak	24
Gambar 2.18 Pola Pengeboran Wedge Cut	25
Gambar 2.19 Pola Pengeboran Pyramid Cut	25
Gambar 2.20 Pola Pengeboran Fan Cut	26
Gambar 2.21 Pola Pengeboran Burn Cut	27
Gambar 2.22 Lubang Ledak siap diisi Bahan Peledak pada Level UC	28
Gambar 2.23 Electronic Detonator i-Kon	30
Gambar 2.24 LHD Cat 1700	32
Gambar 3.1 Peta Lokasi Operasional PT. Freeport Indonesia	41
Gambar 3.2 Kerangka Penelitian	50
Gambar 4.1 Sequence Caving	51
Gambar 4.2 Perbedaan Pola <i>Advanced Undercut</i> dan <i>W-Undercut</i>	51
Gambar 3.2 Perbedaan Pola Pengisian Bahan Peledak	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pemilihan Penambangan Metode <i>Block caving</i>	12
Tabel 2.2 Kadar (Grade) Cadangan Bijih PTFI	13
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian di PT. Freeport Indonesia	46
Tabel 3.2 Analisis dan Penyelesaian Masalah dalam Penelitian.....	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Freeport Indonesia (PTFI) beroperasi di daerah Pegunungan Jayawijaya, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua Tengah, Indonesia. Material yang ditambang oleh PT Freeport Indonesia meliputi bijih tembaga (Cu), dan emas (Au). PT Freeport Indonesia memiliki sistem penambangan tambang terbuka dan juga tambang bawah tanah.

Saat ini PT Freeport Indonesia beroperasi dengan menggunakan sistem tambang bawah tanah yang meliputi GBC (*Grassberg Block caving*), Big Gossan, DMLZ (*Deep Mill Level Zone*), Kucing Liar dan Pb4 (*Production Block 4*).

Tambang bawah tanah DMLZ menggunakan metode *block caving*, yaitu metode dengan memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk meruntuhkan material kebawah (Nyoman Bagus, 2018). Tambang bawah tanah DMLZ memiliki tiga level utama yaitu level *undercut*, level *extraction*, dan level *haulage*. Level *undercut* menggunakan metode *advance undercut* yang dimana hanya sebatas jumlah tertentu boleh dilakukan pada penggalian *drawbell drift* sebelum proses *undercutting* dengan pengembangan *undercut* melewati batas *drawbell drift*, kemudian sisa pengembangan di level *extraction* dilaksanakan di suatu kondisi area yang telah tidak mengalami tegangan (Harry Siswanto, 2012). Pemilihan metode ini didasarkan pada kondisi batuan, persebaran dan bentuk bijih.

Level *undercut* merupakan level untuk memotong badan bijih cadangan bagian bawah dengan harapan dapat terjadi runtuh secara alami. Pada level *undercut* terdapat *minor pillar* yang berada diatas kolom *drawbell* dengan tujuan untuk mempermudah area *drawbell* terhubung dengan area *undercut*, sedangkan *major pillar* berada diatas *panel* dengan tujuan untuk

mempertahankan *panel drift* untuk waktu yang lama sampai kegiatan tambang selesai.

Level *undercut* saat ini menggunakan *advance undercut* dan akan menerapkan *w-undercut* dengan tujuan membuat *major pillar* dengan bentuk yang lebih tebal sehingga dapat menyangga dengan baik dan membantu proses *caving* yang terjadi di level *undercut* sehingga runtuhannya di *cave back* dapat terbentuk dengan baik. *W-undercut* juga diterapkan agar pembentukan *major apex* dapat menjadi lebih optimal.

Advanced Undercut merupakan strategi yang membatasi jumlah tertentu boleh dilakukan peledakan pada *drawbell drift (draw horizon)* atau tempat penampungan material sebelum material dijatuhkan ke level produksi. Pengembangan level *undercut* melewati batas *drawbell drift*, kemudian sisa pengembangan di level produksi bisa dilakukan pada suatu kondisi area yang telah tidak mengalami tegangan (*de-stress conditions*). Transisi dari *Advanced undercut* ke *W-undercut* memiliki metode yang sama, dengan perbedaan strategi pada pola pengeboran, bahan peledak dan efektifitas pengambilan material.

Transisi *Advanced undercut* ke *w-undercut* akan menyebabkan perbedaan dalam jadwal kecepatan *undercutting*. Hal ini dikarenakan volume *w-undercut* lebih besar dari *Advanced undercut* sehingga menyebabkan perubahan terhadap kecepatan kegiatan *undercutting* atau penambangan pada level *undercut*. Saat ini, data aktual *w-undercut* masih belum dikaji secara detail. Maka, untuk mengetahui efektivitas kegiatan *undercutting* dengan strategi *W-undercut*, perlu dilakukan kajian awal mengenai kecepatan kegiatan *undercutting* dengan menganalisis data aktual kegiatan *undercutting W-undercut*.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan pola pengeboran, pengisian bahan peledak dan efektivitas LHD pengambilan 40% material *muck* level *undercut* pada *Advanced undercut* dan *w-undercut*?
2. Bagaimana perubahan penjadwalan kegiatan *undercut* pada *Advanced undercut* dan *w-undercut*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis perbedaan pola pengeboran, pengisian bahan peledak dan efektivitas LHD pengambilan 40% material *muck* pada *Advanced undercut* dan *W-undercut*.
2. Menganalisis perubahan penjadwalan kegiatan *undercut* pada *Advanced undercut* dan *w-undercut*.

1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian berfokus kepada kegiatan undercutting w-undercut di Tambang Bawah Tanah DMLZ.
2. Penelitian hanya pada level undercut production block 2, Tambang bawah tanah DMLZ.
3. Penelitian tidak mempertimbangkan kegiatan development dan ground rehab.
4. Penelitian tidak mempertimbangkan secara ekonomis.
5. Penelitian tidak mengkaji ulang perhitungan *advanced undercut*
6. *Advanced undercut* hanya menjadi acuan sebagai pebanding jadwal
7. Penelitian tidak mempertimbangkan batuan yang dilakukan kegiatan pengeboran.
8. Penelitian berfokus terhadap schedule kecepatan kegiatan undercutting berdasarkan sequence w-undercut.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Peneliti dapat menganalisis kegiatan *undercutting*, *w-undercut* berdasarkan data aktual untuk mendapatkan simulasi jadwal kegiatan *undercutting*, DMLZ, PT Freeport Indonesia.

2. Bagi Instansi Universitas

Sebagai pembelajaran ilmu dalam bidang tambang bawah tanah dan memberi wawasan mengenai metode yang digunakan serta kegiatan *undercutting* pada *level undercut*, tambang bawah tanah.

3. Bagi Perusahaan

Perusahaan akan memperoleh manfaat dari penelitian ini karena mereka dapat menggunakan data aktual untuk simulasi jadwal kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizi, M. Nurhakim dan Noorhakim, R. (2020). Hubungan Physical Availability dan Used Of Availability Terhadap Overburden Removal di PT Semesta Centramas. *Jurnal Himasapta*, Vol.5, No.2, Hal 29-39.
- Azizah, A. Umar, H. dkk. (2021). Perencanaan Produksi Batubara Pit B di PT. Pancaran Surya Abadi, Kecamatan Anggana Dan Muara Badak, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol 9, No 2, Hal 33-40.
- B. Liusnando, M. (2020). KAJIAN TEKNIS KEMAJUAN LUBANG BUKAAN YANG OPTIMAL PADA PENAMBANGAN BIJIH EMAS. *Jurnal Pertambangan*, Hal 61.
- Bagus, N. (2018.). *Analisis Kebutuhan Muck Raise Untuk W-Undercut di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Zone (DMLZ) PT Freeport Indonesia*. Yogyakarta. Yogyakarta: UPN "Veteran".
- Dinna Z, Farah. Handoko Damanik, Roni. Trides, Tommy. . (2016). Analisis Pengaruh Muatan Bahan Peledak dan Delay Peledakan Terhadap Tingkat Getaran Tanah pada Aktifitas Peledakan di PT. Anugerah Bara Kaltim, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol 4, No 1, Hal 1-7.
- Guskarnali, Nasuhi, M. dan Tono, T. (2020). Optimalisasi dan Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Tambang Batu Granit PT Vitrama Properti di Desa Air Mesu, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Mineral*, Vol.2, Hal 8-15.
- Hermanto Saliman, Reza Aryanto, Liza Fernanda Letlora. (2019). Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut untuk Mencapai Target Produksi pada Tambang Grasberg,PT Freeport Indonesia. *Indonesian Mining and Energy Journal*, Hal 24-30.
- Hurlatu, Bernadetha dan Wijaya, A.E. (2022). Strategi Penjadwalan Truck Berdasarkan Match Factor untuk Pengangkutan Wet Muck di Truck Haulage Level Tambang DMLZ. *ReTII*, Hal 433-445.

- Indonesia., P. F. (2009.). *DMLZ Feasibility Study*. . Arizona: PT Freeport Indonesia.
- Indonesia., P. F. (2023.). *DMLZ Forecast Q1 2023*. Tembagapura: PT Freeport Indonesia.
- Jevindo Ornandi Gemvita, Mulya Gusman. (2020). Analisis Penentuan Waktu Standar Operasi Pemboran dan Produktivitas Jumbo Drill pada Pembuatan Lubang Ledak Menggunakan Metode Analisa Elemen Kerja dan Waktu Baku di Tambang Emas Bawah Tanah PT. Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandagelang, Provinsi Banten. *Jurnal Bima Tambang*, Hal 174-186.
- Mayaut, S. H. (2020). KESERASIAN ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA TAMBANG BAWAH TANAH KENCANA, PT NUSA HALMAHERA MINERALS. *JURNAL EKSAKTA KEBUMIHAN (JEK)*, Vol 1, No 2.
- Nur Asmiani, S. W. (2016). STUDI PEMBORAN DAN PELEDAKAN TAMBANG BAWAH TANAH KABUPATEN HALMAHERA UTARA PROVINSI MALUKU UTARA. *Jurnal Geomine*, Vol 4, No. 2, Hal 80-82.
- Purwoko, B. Sudrajat, F. dan Syafrianto, K. (2019). Perencanaan Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Gali Angkut untuk Mencapai Target Produksi Overburden pada Penambangan Batubara di PT. Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Tambang*, Vol 6, No.1.
- Sahabuddin, H. B. (2023). Efisiensi Kerja Pemboran Eksplorasi Pada PT Vale Indonesia. *Jurnal Pertambangan*, Vol.1 No.1.
- Saputra, D. Yulhendra, D. dan Octova, A. (2021). Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat untuk Mencapai Target Produksi Pengupasan Overburden Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Mineral Sukses Makmur. *Jurnal Bima Tambang*, Vol.8, No.1, Hal 179-191.
- Sriyanti, William D. dan Zaenal. (2022). Kajian Teknis Unjuk Kerja Peralatan Mekanis Terhadap Nilai Standar Unjuk Kerja Peralatan berdasarkan Kepmen No. 1827 Tahun 2018 pada Kegiatan Penambangan Batu Andesit di PT Mitra Multi Sejahtera, Kecamatan Cikalong Kulon, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa . *Jurnal Mining* , Hal 242-249.

- T. P. Putra, R. A. E. Wijaya, and B. Pangacella,. (2020.). “Optimalisasi Muck Raise di Undercut Level guna Menunjang Tahap Pengembangan Area Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave,”. *Min. Insight*, vol. 01, no. 02, Hal 221–232.
- Wisnu, D. (2019.). *Perencanaan kebutuhan Load Haul Dump (LHD) untuk Menunjang Peningkatan Produksi di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone PT Freeport Indonesia Tahun 2020-2024*. Yogyakarta: UPN “Veteran” .
- Y. Sani and Y. D. G. Cahyono, . (2020). “Analisis Plan Rehab Berdasarkan Plan Blasting Dan Lead & Lag Terhadap Damage Pada Tambang Bawah Tanah Grasberg Block caving (Gbc) Pt. Freeport Indonesia (Ptfi) Distrik Tembagapura Kabupaten Mimika Provinsi Papua,” . *Semin, Teknol, Kebumihan dan Kelautan*, 1.