

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Lokasi Penelitian	3
1.5.1. Iklim dan Cuaca.....	11
1.5.2. Tinjauan Geologi	11
1.5.3. Sistem Penambangan.....	19
1.6. Luaran Penelitian.....	26
1.7. Manfaat Penelitian.....	26
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	27
2.1. Tinjauan Pustaka	27
2.2. Landasan Teori	32
2.2.1. Tambang Bawah Tanah.....	32

2.2.2.	Metode Tambang Bawah Tambang <i>Block Caving</i>	36
2.2.3.	Kegiatan Penambangan Tambang Bawah Tanah	38
2.2.4.	Pengeboran	39
2.2.5.	Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	47
2.2.6.	Produktivitas.....	48
2.2.7.	Efektivitas.....	49
2.2.8.	<i>Time Usage Model</i> (TUM)	53
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		55
3.1.	Metode Penelitian	55
3.2.	Tahapan Penelitian	55
3.2.1.	Tahap Persiapan.....	57
3.2.2.	Observasi Lapangan	57
3.2.3.	Pengambilan Data.....	60
3.2.4.	Pengolahan Data	61
3.2.5.	Analisis Data	62
3.2.6.	Kesimpulan dan Saran.....	63
BAB IV PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA		64
4.1.	Pengolahan Data.....	64
4.1.1.	Waktu Kerja Alat.....	64
4.1.2.	Kehilangan Waktu Kerja	66
4.1.3.	Produksi Alat	66
4.2.	Penyajian Data.....	67
4.2.1.	Produktivitas Solo Drill	67
4.2.2.	Ketersediaan Teknis Solo Drill	68
4.2.3.	Ketersediaan Mekanis Solo Drill.....	69
4.2.4.	Utilisasi Solo Drill	69
4.2.5.	Indeks Produktivitas Solo Drill	70
4.2.6.	Efektivitas Kerja Solo Drill	71
4.2.7.	Variabel Kehilangan Waktu Kerja	72
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		74
5.1.	Produktivitas.....	74
5.1.1.	Waktu Kerja Alat.....	74

5.1.2.	Produktivitas Alat	77
5.1.3.	Indeks Produktivitas	78
5.2.	Ketersediaan dan Utilisasi	79
5.2.1.	Ketersediaan Teknis	79
5.2.2.	Ketersediaan Mekanis	80
5.2.3.	Hubungan Ketersediaan Teknis dan Mekanis	81
5.2.4.	Utilisasi.....	84
5.3.	Efektivitas Kerja OMEE.....	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		88
6.1.	Kesimpulan.....	88
6.2.	Saran	89
DAFTAR PUSTAKA.....		90
LAMPIRAN.....		92

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Peta Wilayah Izin Usaha Pertambangan Khusus PT Freeport Indonesia (PT Freeport Indonesia, 2000)	4
Gambar 1.2. Area Penambangan Pada PT Freeport Indonesia (PT Freeport Indonesia, 2000).....	5
Gambar 1.3. Lokasi Penelitian Pada Level Tambang DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025).....	6
Gambar 1.4. pLevel Undercut PB 2 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025)	7
Gambar 1.5. Level Undercut PB 4 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025)..	8
Gambar 1.6. Level Extraction PB 2 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025)	9
Gambar 1.7. Level Extraction PB 4 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025)	10
Gambar 1.8. Peta Geologi Area Tambang PT Freeport Indonesia (PT Free-Port Indonesia, 2000).....	13
Gambar 1.9. Peta Geologi Level Extraction PB 2 DMLZ (PT Freeport Indo-nesia, 2018).....	14
Gambar 1.10. Topografi Wilayah Pertambangan PT Freeport Indonesia (PT Freeport Indonesia, 2000).....	15
Gambar 1.11. Stratigrafi Area Tambang PT Freeport Indonesia (PT Freeport Indonesia, 2000).....	18
Gambar 1.12. Struktur Geologi Pada Area Penambangan PT Freeport Indo-nesia (PT Freeport Indonesia, 2008).....	19
Gambar 1.13. Ilustrasi Sistem Penambangan DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2009).....	20
Gambar 1.14. Kegiatan Undercutting Pada Level Undercut DMLZ.....	21
Gambar 1.15. Bijih Hasil Runtuhan Pada Drawpoint	22
Gambar 1.16. LHD Melakukan Pekerjaan Pada Panel Level Extraction DMLZ	22
Gambar 1.17. <i>Mounted Rock Breaker</i> Pada Sisi <i>Ore Pass</i>	23
Gambar 1.18. Level exhaust DMLZ.....	23

Gambar 1.19. Loading Point.....	24
Gambar 1.20. Dump Truck CAT AD55	25
Gambar 1.21. Crusher #503 DMLZ	25
Gambar 1.22. Kompleks Pengolahan Bijih Pada Mile 74.....	26
Gambar 2.1. Struktur Dasar Tambang Bawah Tanah (Hustrulid & Bullock, 2001)	24
Gambar 2.2. Ilustrasi Metode Tambang Bawah Tanah <i>Block Caving</i> (Darling, 2023).....	37
Gambar 2.3. Ilustrasi Kerja Pengeboran Rotari-Perkusif (Jimeno dkk.,1995)	40
Gambar 2.4. Perbandingan Mekanisme Kerja Alat Bor (a) Top Hammer dan (b) Down-the-hole Hammer (Song dkk., 2018)	41
Gambar 2.5. Pola pengeboran pada kegiatan undercutting dan drawbelling metode penambangan <i>Block Caving</i> (Khodayari & Pourrahimian, 2015)	42
Gambar 2.6. Pemilihan Alat Bor Untuk Berbagai Pola Pengeboran Pada Metode Tambang Bawah Tanah (Tatiya, 2005)	43
Gambar 2.7. Solo Drill Sandvik DL431 (Sandvik, 2022)	44
Gambar 2.8. Solo Drill Sandvik DL432i (Sandvik, 2025)	45
Gambar 2.9. Solo Drill Sandvik DL422i (Sandvik, 2023)	46
Gambar 2.10. <i>Six Big Losses</i> Dalam <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) (Nakajima, 1988).....	50
Gambar 2.11. Overall Mining Equipment Effectiveness (OMEE)(Gutiérrez-Diez dkk., 2024).....	51
Gambar 3.1. Tahapan Penelitian.....	56
Gambar 3.2. Mengamati pekerjaan pengeboran <i>drawbell</i> alat Solo Drill Sandvik DL431 pada level extraction PB2.....	57
Gambar 3.3. Mengamati pekerjaan pengeboran <i>drawbell</i> alat Solo Drill Sandvik DL422i pada level extraction PB4.....	58
Gambar 3.4. Mengamati pekerjaan pengeboran <i>ring drilling</i> alat Solo Drill Sandvik DL432i pada level extraction PB4.....	58
Gambar 3.5. Pola Pengeboran Produksi <i>Ring Drilling</i> Pada Level <i>Undercut</i> PB2 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025).....	59

Gambar 3.6. Pola Pengeboran Produksi <i>Ring Drilling</i> Pada Level <i>Undercut</i> PB4 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025).....	59
Gambar 3.7. Pola Pengeboran Produksi <i>Slot Drift</i> Pada Level <i>Undercut</i> PB4 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025).....	59
Gambar 3.8. Pola Pengeboran Produksi <i>Drawbell</i> Pada Level <i>Extraction</i> PB2 DMLZ (PT Freeport Indonesia, 2025).....	60
Gambar 4.1. Distribusi Waktu Berdasarkan Hirarki Model Waktu Kerja ...	65
Gambar 5.1. Waktu Kerja Alat Solo Drill	74
Gambar 5.2. Kehilangan Waktu Kerja Alat Solo Drill.....	75
Gambar 5.3. Variabel Kehilangan Waktu Kerja Alat Solo Drill.....	76
Gambar 5.4. Produktivitas Solo Drill	77
Gambar 5.5. Indeks Produktivitas Solo Drill	78
Gambar 5.6. Ketersediaan Teknis Solo Drill.....	79
Gambar 5.7. Ketersediaan Mekanis Solo Drill.....	80
Gambar 5.8. Hubungan Ketersediaan Teknis dan Mekanis	81
Gambar 5.9. Variabel Kehilangan Waktu Solo Drill Tipe DL431.....	83
Gambar 5.10. Variabel Kehilangan Waktu Solo Drill Tipe DL432i dan DL422i.....	83
Gambar 5.11. Utilisasi Solo Drill	84
Gambar 5.12. Perbandingan Kehilangan Waktu Kerja (a) Solo Drill Tipe DL431 dengan (b) Solo Drill Tipe DL432i dan 422i	85
Gambar 5.13. Efektivitas Solo Drill	86
Gambar 5.14. Perbandingan Nilai Efektivitas Kerja Aktual dan Nilai Efek- tivitas Kerja Standar Solo Drill	87

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka	27
Tabel 2.2. Klasifikasi Metode Tambang Bawah Tanah (Darling, 2023)	35
Tabel 2.3. Perbandingan Metode Penambangan Stopping dan Caving Berdasarkan Parameter Operasional (Tatiya, 2005)	35
Tabel 2.4. Model Penggunaan Waktu	53
Tabel 2.5. Penggunaan Model Penggunaan Waktu Dalam Menghitung Parameter OMEE.....	54
Tabel 3.1. Data Penelitian	60
Tabel 4.1. Waktu Kerja Solo Drill.....	64
Tabel 4.2. Kehilangan Waktu Kerja.....	66
Tabel 4.3. Produksi Solo Drill.....	66
Tabel 4.4. Produktivitas Solo Drill.....	67
Tabel 4.5. <i>Technical Availability</i> Solo Drill.....	68
Tabel 4.6. <i>Mechanical Availability</i> Solo Drill.....	69
Tabel 4.7. <i>Utilization Rate</i> Solo Drill.....	70
Tabel 4.8. <i>Productivity Index</i> Solo Drill	71
Tabel 4.9. Efektivitas Kerja Solo Drill.....	71
Tabel 4.10. Variabel Penghenti Operasi Solo Drill.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Spesifikasi Solo Drill	93
Lampiran B. <i>Equipment Production Time Categories</i> (PT Freeport Indonesia, 2024)	99
Lampiran C. Laporan Pekerjaan Harian.....	100
Lampiran D. Data Pekerjaan Harian.....	102
Lampiran E. Distribusi Data Waktu Berdasarkan Hirarki Model Penggunaan Waktu.....	122

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan		Halaman
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	44
OMEE	<i>Overall Mining Equipment Effectiveness</i>	45
At	<i>Technical availability rate</i>	45
Am	<i>Mechanical availability rate</i>	45
U	<i>Utilization rate</i>	45
Pi	<i>Productivity index</i>	45
TUM	<i>Time Usage Model</i>	48
CT	<i>Calendar time</i>	48
ST	<i>Schedule time</i>	48
AT	<i>Available time</i>	48
UT	<i>Utilised time</i>	48
PT	<i>Productive time</i>	48
OD	<i>Operating delay</i>	48
SB	<i>Operating standby</i>	48
DT	<i>Down time</i>	48
PD	<i>Planned down</i>	48
UD	<i>Unplanned down</i>	48
EL	<i>Extended Loss</i>	48
PM	<i>Preventive maintenance</i>	66