

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Lokasi Penelitian dan Keadaan Umum	3
1.5.1. Lokasi Penelitian.....	4
1.5.2. Keadaan Iklim dan Curah Hujan.....	7
1.5.3. Keadaan Kondisi Geologi	8
1.5.3.1. Fisiografi	8
1.5.3.2. Stratigrafi Regional	10
1.5.3.3. Struktur Geologi.....	13
1.5.4. Kondisi Material.....	14
1.5.5. Tahap Persiapan penambangan	19
1.5.5.1. Kegiatan Penambangan Tanah Pucuk.....	20
1.5.5.2. Kegiatan Penambangan Tanah Penutup.....	21
1.5.5.3. Kegiatan Penambangan Batubara	22
1.6. Luaran Penelitian	23
1.7. Manfaat Penelitian	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	24
2.1. Tinjauan Pustaka	24
2.2. Landasan Teori.....	35
2.2.1. Siklus Hidrologi	35

2.2.2.	Sistem Penyaliran Tambang.....	37
2.2.2.1.	<i>Mine Drainage System</i>	37
2.2.2.2.	<i>Mine Dewatering</i>	38
2.2.3.	Faktor Sistem Penyaliran Tambang	39
2.2.3.1.	Curah Hujan	39
2.2.3.2.	Periode Ulang Hujan.....	43
2.2.3.3.	Intensitas Curah Hujan	43
2.2.3.4.	Daerah Tangkapan Hujan.....	45
2.2.3.5.	Koefisien Limpasan	45
2.2.3.6.	Air Limpasan.....	47
2.2.4.	Laju Erosi.....	47
2.2.4.1.	Metode <i>Universal Soil Loss Equation</i>	48
2.2.5.	Laju Sedimentasi.....	53
2.2.5.1.	Metode <i>Meyer Peter-Muller</i>	54
2.2.6.	Metode Numerik	55
2.2.6.1.	<i>Hydraulic Engineering Centre - River Analysis System</i>	56
2.2.7.	Saluran Terbuka dan Gorong-Gorong.....	57
2.2.8.	Perangkap Sedimen.....	59
2.2.9.	Ceruk.....	63
2.2.10.	Sistem Pemompaan	64
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	68
3.1.	Metode Penelitian.....	68
3.2.	Tahapan Penelitian	69
3.2.1.	Tahap Persiapan	70
3.2.2.	Observasi Lapangan.....	70
3.2.3.	Pengambilan Data	70
3.2.4.	Pengolahan Data.....	73
3.2.5.	Analisis Data	74
3.2.6.	Kesimpulan dan Saran	76
3.3.	Tahapan Metodologi	76
BAB IV	PENYAJIAN DAN PENGOLAHAN DATA	80
4.1.	Penyajian Data	80
4.1.1.	Hidrologi	81
4.1.1.1.	Curah Hujan dan Durasi Hujan.....	81
4.1.1.2.	Koefisien Limpasan	84
4.1.2.	Sedimentasi	85
4.1.2.1.	Pengambilan Sampel.....	85
4.1.2.2.	Pengujian Sederhana dan Laboratorium	86
4.1.2.3.	Panjang dan Kemiringan Lereng.....	89
4.1.2.4.	Vegetasi Penutup Tanah.....	89
4.1.2.5.	Pengolahan Lahan	90
4.1.3.	Sistem Penyaliran Tambang.....	90
4.1.3.1.	Kondisi Aktual Saluran Terbuka.....	91
4.1.3.2.	Kondisi Aktual Perangkap Sedimen	92
4.1.3.3.	Kondisi Aktual Ceruk	93

4.1.3.4. Kondisi Aktual Sistem Pemompaan.....	94
4.2. Pengolahan Data.....	96
4.2.1. Hidrologi.....	96
4.2.1.1. Uji Konsistensi.....	97
4.2.1.2. Curah Hujan Rencana.....	98
4.2.1.3. Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan.....	99
4.2.1.4. Uji Kesesuaian.....	99
4.2.1.5. Daerah Tangkapan Hujan.....	102
4.2.1.6. Periode Ulang Hujan.....	103
4.2.1.7. Intensitas Hujan dan Risiko Hidrologi.....	104
4.2.1.8. Koefisien Limpasan.....	104
4.2.1.9. Debit Air Limpasan.....	105
4.2.2. Sedimentasi.....	106
4.2.2.1. Faktor Erosivitas.....	106
4.2.2.2. Faktor Erodibilitas.....	108
4.2.2.3. Faktor Panjang dan kemiringan Lereng.....	109
4.2.2.4. Faktor Tutupan Vegetasi.....	110
4.2.2.5. Faktor Praktik Konservasi.....	110
4.2.2.6. Laju Erosi.....	111
4.2.2.7. Estimasi Nilai <i>Sediment Delivery Ratio</i>	112
4.2.2.8. Laju Sedimentasi.....	113
4.2.3. Sistem Penyaliran Tambang.....	114
4.2.3.1. Saluran Terbuka.....	114
4.2.3.2. Perangkap Sedimen.....	117
4.2.3.3. Ceruk.....	119
4.2.3.4. Sistem Pemompaan.....	121
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	123
5.1. Hidrologi.....	123
5.2. Sedimentasi.....	127
5.3. Infrastruktur dan Pemodelan Sistem Penyaliran Tambang.....	129
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	137
6.1. Kesimpulan.....	137
6.2. Saran.....	137
DAFTAR PUSTAKA.....	139
LAMPIRAN.....	142

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Peta Lokasi Daerah Penelitian	5
1.2. Peta Kesampaian Daerah.....	6
1.3. Curah Hujan Harian Maksimum Tahun 2015-2024 (PT PPA, 2025)	7
1.3. Durasi Hujan Harian PT PPA-PT AI Tahun 2015-2024 (PT PPA, 2025)	8
1.4. Peta Geologi Lokal PT Adaro Indonesia (PT AI, 2022).....	9
1.5. Stratigrafi Regional Cekungan Barito (PT AI, 2022)	12
1.6. Peta Litologi PT Adaro Indonesia (PT AI, 2017)	14
1.7. <i>Business Process</i> PT PPA-PT AI (PT PPA, 2022)	20
1.8. Proses Kegiatan <i>Top Soil Removal</i>	21
1.9. Proses Kegiatan <i>Overburden Removal</i>	22
1.10. Proses Kegiatan <i>Coal Getting</i>	22
2.1. Skema Hidrologi (Asdak, 2022)	36
2.2. Saluran Terbuka Berbentuk Trapesium (Gautama, 1999)	38
2.3. Metode Sumuran dan Pemompaan (Preene, 2015).....	39
2.4. Alur Kerja Menggunakan HEC-RAS (Jati, 2020)	57
2.5. Hasil Pemodelan Unsteady HEC-RAS (Istiarto, 2014)	57
2.6. Saluran Terbuka Bentuk Trapezium (Suripin, 2004).....	58
2.7. Zona-Zona Perangkap Sedimen (Prodjosumarto, 1994).....	60
2.8. Grafik Penentuan Volume Ceruk (Sosrodarsono & Takeda,2003).	64
3.1. Metodologi Penelitian	77
3.2. Bagan alur Pengolahan Hidrologi	78
3.3. Bagan Alur Pemodelan HEC-RAS	79
4.1. Peta Daerah Penelitian <i>Pit Wara</i> PT PPA-PT AI.....	80
4.2. Kondisi Aktual Genangan Air di Area Jalan Tambang	81
4.3. Ombrometer	82
4.4. Grafik Curah Hujan Maksimal Harian	82
4.5. Grafik Durasi Hujan Harian	83
4.6. Grafik Durasi Hari Hujan.....	83

Gambar	Halaman
4.7. Titik Pengambilan Sampel dan Pengujian Sederhana.....	86
4.8. (a) Uji Infiltrasi, (b) Uji Struktur Tanah, (c) Uji Tekstur Tanah.....	86
4.9. Kondisi Aktual Saluran Terbuka <i>Pit Wara</i>	88
4.10. Kondisi Aktual Saluran Terbuka <i>Pit Wara</i>	91
4.11. Kondisi Aktual Perangkap Sedimen JPI	92
4.12. Kondisi Aktual Ceruk <i>Pit Wara</i>	94
4.13. Pengukuran Debit Pompa aktual Metode Flowbar	95
4.14. Kondisi Aktual Pompa Multiflo 420 EXHV	95
4.15. Grafik Hubungan Curah Hujan Rencana dengan PUH.....	98
4.16. Grafik <i>Chi-Square</i> Hubungan Chi Hitung dengan Chi Kritis.....	100
4.17. Grafik Uji Kolmogrov- Smirnov Hubungan nilai D hitung dengan D kritis	101
4.18. Grafik Hubungan PUH dengan Risiko Hidrologi	103
4.19. Hubungan Curah Hujan Rencana dengan Risiko Hidrologi	104
4.20. Kondisi Aktual Lereng <i>Low wall</i>	103
4.21. Grafik Erosivitas Hujan Bulanan	107
4.22. Grafik Nilai Erodibilitas.....	108
4.23. Grafik Nilai Laju Erosi Bulanan	111
4.24. Grafik Nilai Laju Sedimentasi Ceruk JPI.....	113
4.25. Grafik Nilai Laju Sedimentasi Ceruk <i>Central</i>	114
4.26. (a.) Dimensi Saluran Terbuka EWT, (b.) Dimensi Saluran Terbuka JPI, dan (c.) Dimensi Saluran Terbuka <i>Central</i> berdasarkan Perhitungan	116
4.27. (a.) Simulasi Saluran Tebrbuka DTH EWT, (b.) Simulasi Saluran Terbuka DTH JPI, dan (c.) Simulasi Saluran Terbuka DTH <i>Central</i>	117
4.28. Rancangan Perangkap Sedimen Tampak Atas dan Samping JPI ...	118
4.29. Rancangan Perangkap Sedimen Tampak Atas dan Samping <i>Central</i>	119
4.30. Hubungan Volume Air dengan pemompaan Ceruk JPI.....	120
4.31. Hubungan Volume Air dengan pemompaan Ceruk <i>Central</i>	120
4.32. Hasil Plot Efisiensi Pompa MF 420 EXHV	122
5.1. Simulasi Model Saluran Terbuka Aktual Jl Spanyol - Belgia Secara 3D	131

Gambar	Halaman
5.2. Geometri Saluran Terbuka (a) Jl. Spanyol dan (b) Jl. Belgia Rekomendasi	131
5.3. Simulasi Model Saluran Terbuka Rekomendasi Jl Spanyol-Belgia Secara 3D	132



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Karakteristik Material berdasarkan Pengujian (PT PPA, 2022)	15
1.2. Hasil Uji UCS dan GSI (PT PPA, 2022)	15
1.3. Klasifikasi Karakteristik Material Pit Wara PT PPA-PT AI (PT PPA, 2022)	18
2.1. Penelitian Sejenis	25
2.2. PUH untuk Sarana Penyaliran Pada daerah Tambang (Gautama, 1999).....	44
2.3. Keadaan dan Intensitas Curah Hujan (Sosrodarsono & Takeda, 2003)	45
2.4. Harga Koefisien Limpasan (Gautama, 1999).....	46
2.5. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) (Hardjowigeno, 1995).....	48
2.6. Kode Struktur Tanah (Wischmeier & Smith, 1978)	50
2.7. Indeks Permeabilitas Tanah (Wischmeier & Smith, 1978).....	51
2.8. Kelas Erodibilitas Tanah (USDA-SCS dalam Arsyad, 2010).....	51
2.9. Faktor C Berdasarkan Penggunaan Lahan (Arsyad, 2010).....	52
2.10. Nilai Faktor Tindakan Khusus Konservasi Tanah (P)	53
2.11. Koefisien Kekasaran Dinding Saluran Menurut Manning (Gautama, 1999).....	59
2.12. Koefisien Kekasaran Dinding Gorong-Gorong (Suripin, 2004).....	59
2.13. Koefisien Kekasaran Pipa (Sularso & Haruo, 2006)	66
2.14. Koefisien Kerugian pada Katup Isap (Sularso & Haruo, 2006).....	67
3.1. Akuisisi Data.....	71
4.1. Data Curah Hujan, Durasi Hujan, dan Durasi Hujan Maksimum 2015-2024.....	84
4.2. Nilai Koefisien Limpasan	87
4.3. Hasil Uji C-Organik	87
4.4. Hasil Uji Analisis Saringan.....	88
4.5. Hasil Pengujian Hidrometer.....	88
4.6. Hasil Sayatan Lereng <i>Pit</i> Wara.....	89
4.7. Penggunaan Lahan Pada <i>Pit</i> Wara	90
4.8. Pengelolaan Lahan <i>Pit</i> Wara.....	90

Tabel	Halaman
4.9. Dimensi Aktual Saluran Terbuka <i>Pit Wara</i>	92
4.10. Dimensi Aktual Perangkat Sedimen JPI	93
4.11. Data Aktual Ceruk <i>Pit Wara</i>	93
4.12. Data Sistem Pemompaan Multiflo 420 EXHV Ceruk JPI dan <i>Central</i>	96
4.13. Hasil Uji Konsistensi Metode RAPS	97
4.14. Hasil Pengolahan Data Curah Hujan Rencana Masing-Masing Distribusi.....	99
4.15. Hasil Uji Koefisien Skewness dan Kurtosis.....	99
4.16. Hasil Akhir Uji Parameter Stastistik dan Uji Kesesuaian.....	101
4.17. Luas Daerah Tangkapan Hujan Pit Wara PT PPA-PT AI.....	103
4.18. Nilai Koefisien Limpasan tiap DTH	105
4.19. Estimasi Debit Maksimal Limpasan	106
4.20. Rekapitulasi Pengolahan Nilai Erodibilitas Tanah	109
4.21. Rekapitulasi Pengolahan Faktor LS	110
4.22. Hasil Pengolahan Data Faktor C	110
4.23. Rekapitulasi Hasil Pengolahan Data Laju Erosi Bulanan <i>Pit Wara</i>	112
4.24. Nilai SDR Pada Lokasi Penelitian	112
4.25. Rekapitulasi Dimensi Saluran Terbuka berdasarkan Perhitungan.....	115
4.26. Hasil Pengolahan Data Rancangan Perangkat Sedimen JPI dan <i>Central</i>	118
4.27. Julang Pompa Multiflo 420 EXHV	121
5.1. Geometri Saluran Terbuka Aktual dan Rekomendasi.....	130
5.2. Dimensi Aktual dan Rekomendasi Perangkat Sedimen JPI.....	133
5.3. Dimensi Rekomendasi Ceruk JPI dan <i>Central</i>	134
5.4. Skema Perhitungan Volume Rekomendasi Ceruk JPI.....	135

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Curah Hujan, Durasi dan Hari Hujan	143
B. Pengujian Konsistensi Data Hujan	146
C. Perhitungan Dsitribusi Probabilitas	147
D. Perhitungan Uji Kesesuain Distribusi	153
E. Perhitungan Risiko Hidrologi dan Intensitas Hujan	159
F. Penentuan DTH & Koefisien Limpasan	161
G. Perhitungan Debit Air Limpasan	163
H. Peta Kontur	164
I. Peta Daerah Tangkapan Hujan	165
J. Peta Daerah Penelitian	166
K. Perhitungan Laju Erosi	167
L. Peta Sayatan Lereng	175
M. Perhitungan Laju Sedimentasi	177
N. Perhitungan Saluran Terbuka	180
O. Perhitungan Perangkap sedimen	185
P. Perhitungan Ceruk	190
Q. Perhitungan Julang Pompa	197
R. Perolehan Efisiensi Pompa	202

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

SINGKATAN	Keterangan	Halaman
PT	Perseroan Terbatas	1
PPA	Putra Perkasa Abadi	1
AI	Adaro Indonesia	1
WIUP	Wilayah Izin Usaha Pertambangan	1
USLE	<i>Universal Soil Loss Equation</i>	1
HEC-RAS	<i>Hydrologic Engineering Center – River Analysis System</i>	1
DTH	Daerah Tangkapan Hujan	1
SDR	<i>Sediment Delivery Ratio</i>	2
UTM	Universal Transverse Mercator	4
BMKG	Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika	7
EWT	End Wall Timur	9
JPI	Jasa Power Inonesia	9
TMW	Formasi Warukin	11
TOMB	Formasi Beraí	12
IUPK	Izin Usaha Pertambangan Khusus	13
SPT	<i>Standart Penetration Test</i>	14
UCS	<i>Uniaxial Compressive Strength</i>	15
GSI	<i>Geological Strength Indeks</i>	15
ROM	<i>Run Of Mine</i>	19
UPNVYK	Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta	24
DAS	Daerah Aliran Sungai	27
USDA	<i>United State Departement Of Agriculture</i>	51
IWR	<i>Institute For Water Resources</i>	55
USACE	<i>United States Army Corps Of Engineers</i>	55
1D	Satu Dimensi	55
2D	Dua Dimensi	55
RAPS	<i>Rescaled Adjusted Partial Sums</i>	75
RPM	<i>Rotation Per Minute</i>	76

SIMBOL	Keterangan	Halaman
$mdpl$	Meter Di Atas Permukaan Laut	9
X_r	Curah Hujan Rencana	40
$\bar{X}$	Curah Hujan Rata - Rata	40
S_d	Standar Deviasi	40
Y_r	<i>Reduced Variated</i>	40
Y_n	<i>Reduced Mean</i>	40
S_n	<i>Reduced Standart Deviation</i>	40

SIMBOL	Keterangan	Halaman
n	Jumlah Data	40
m	Urutan Data	40
Kt	Standar Variabel	41
X^2	Nilai Chi-Kuadrat	41
E_i	Frekuensi Yang Diharapkan Sesuai Dengan Pembagian Data	41
O_i	Frekuensi Yang Terbaca Pada Data Yang Sama	41
N	Jumlah Sub – Pengelompokan Dalam Satu Grup	41
DK	Derajat Kebebasan	42
P	Probabilitas Hujan	42
P'	Nilai Peluang Teoritis	42
D	Nilai Selisih Data Probabilitas Pengamatan	42
Da	Derajat Kepercayaan	42
R_h	Resiko Hidrologi	44
T	Periode Ulang Hujan	44
TL	Umur Tambang	44
I	Intensitas Hujan	44
t	Lama Waktu Hujan	44
R_{24}	Curah Hujan Harian Maksimum	44
C	Koefisien Limpasan	47
ha	Hektare	54
kr	Koefisien Kekasaran	54
gs	Unit <i>Sediment Transport Rate</i>	54
k'_r	Koefisien Kekasaran Berdasarkan Butiran	54
γ	Berat Jenis Air	54
γ_s	Berat Jenis Sedimen	54
g	Percepatan Gravitasi	54
A	Luas Total Tampang Aliran	56
Q	Debit Air	56
$q\ell$	Debit Lateral Per Satuan Panjang	56
x	Jarak, Diukur Searah Aliran	56
z	Elevasi Muka Air	56
Sf	Kemiringan Garis Energi	56
V_1, V_2	Kecepatan	56
α	Sudut Kemiringan Saluran Terbuka	58
B	Lebar Dasar Saluran	58
b	Lebar Atas Saluran	58
Q_{maks}	Debit Pengaliran Maksimum	59
R	Jari-Jari Hidrolis	59
S	Kemiringan Dasar Saluran	59
P_c	Kerapatan Partikel Padatan	61
Q_{total}	Debit Air Yang Masuk <i>Sediment Trap</i>	61
V_t	Kecepatan Pengendapan	61
t_v	waktu pengendapan partikel	61
V_h	kecepatan mendatar partikel	62

SIMBOL	Keterangan	Halaman
t_h	waktu yang dibutuhkan partikel keluar <i>Sediment trap</i>	63
H_t	<i>Head Total</i>	65
H_s	<i>Head Static</i>	65
H_{f1}	<i>Friction Loss</i>	65
H_{f2}	<i>Shock Loss</i>	65
H_{f3}	<i>Head Katup Isap</i>	65
H_v	<i>Head Velocity</i>	65
λ	Koefisien Gesek	66
k	Koefisien Kerugian Pada Belokan	66
D	Diameter Pipa	66
α_1, α_2	Koefisien Gesekan	66
R	Jari – jari lengkung belokan	67
θ	Sudut belokan pipa	67
f	Koefisien kerugian pada katup isap	67