

SKRIPSI

REKAYASA GEOMETRI LERENG DAN INSTALASI *DRAIN HOLE* GUNA OPTIMASI DESAIN *FINAL PIT* A GALIAN BATUBARA, BANKO BARAT, MUARA ENIM, SUMATERA SELATAN




Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada
Program Studi Teknik Geologi

Oleh:

Amsal Frans Harapenta Surbakti
03071281823029

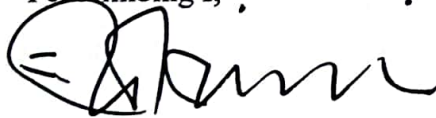
**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Rekayasa Geometri Lereng dan Instalasi *Drain Hole* guna Optimalisasi Desain *Final Pit A* Galian Batubara, Banko Barat, Muara Enim, Sumatera Selatan
2. Biodata Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Amsal Frans Harapenta Surbakti
 - b. NIM : 03071281823029
 - c. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - d. Alamat Tinggal : Griya Cipta Utama lorong Rambutan No. 1, Indralaya
 - e. Telepon/Hp/Email : 081263338747/fransamsal@gmail.com
 - f. Alamat Orang tua : Jln. Melanthon Siregar Gg. Mulia No. 04, Pematangsiantar, Sumatera Utara
 - g. No. Hp Orang tua : 081376966383
3. Nama Penguji
 - a. Nama Penguji I : Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D. ()
 - b. Nama Penguji II : Ugi Kurnia Gusti, S.T., M.Sc
4. Jangka Waktu Penelitian
 - a. Persetujuan lapangan : 21 September 2021
 - b. Sidang Seminar : 27 November 2021
5. Rencana Biaya Penelitian
 - a. Sumber dana : Program Magang Mahasiswa Bersertifikat (PMMB) oleh Kementerian BUMN *batch 2* tahun 2021
 - b. Besar dana : -


Indralaya, 17 September 2022

Menyetujui,
Pembimbing I,



Dr. Ir. Endang Wiwik D.H., M.Sc.
NIP. 195902051988032002

Pembimbing II,

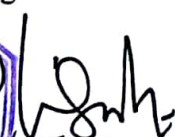


Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T.
NIP. 198904222020121003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Geologi




Elisabet Dwi Mayasari, S.T., M.T.
NIP. 198705252014042001

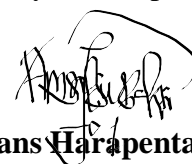
UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini sesuai waktu yang ditentukan. Dalam penyusunan dan penulisan laporan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc dan Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T. yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih atas segala bantuan dan dukungannya kepada:

1. Koordinator Program Studi Teknik Geologi Elisabet Dwi Mayasari S.T., M.T. dan segenap dosen Program Studi Teknik Geologi yang telah memberikan izin dan bimbingan pada penyelesaian laporan ini.
2. Dosen Pembimbing Akademik Stevanus Nalendra Jati, S.T., M.T. atas segala diskusi, bimbingan, pendampingan, dan arahan beliau sehingga saya mampu menyelesaikan proses pemetaan dan penulisan skripsi.
3. Satuan Kerja Eksplorasi dan Geoteknik, PT. Bukit Asam, Tbk terkhusus Pak Ahmad Zaki Romi, Pak Radian Gatra Utamaputra, dan Pak Jodistriawan Ersyari yang telah memberikan izin dalam pengambilan data dan berbagai diskusi dalam penyelesaian hasil penelitian ini.
4. Keluarga besar Geoteknik, PT. Bukit Asam, Tbk terkhusus Kak Jumaidi, Kak Chen, Kak Meilan, Kak Dores, Pak Sophan, Pak Hafiz, Yuk Ica, Mbak Utari, Mbak El, Kak Aldy, Kak Arga, dan Kak Leo yang membantu pengambilan data dan analisisnya.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat dan arahan untuk menyelesaikan proses studi. Bang Jaya dan Adik saya Gideon serta Kak Tasya yang selalu memberikan motivasi untuk penyelesaian proses perkuliahan.
6. Teman seperjuangan selama proses berhimpun dan berkuliah yang memberikan saran, dukungan, bantuan, kritikan, serta mewarnai hari-hari selama studi yaitu IpaY, Dika, Olvi, dan Zaul.
7. Himpunan tercinta HMTG “SRIWIJAYA” yang memberikan kesempatan saya untuk mengembangkan sikap analitik, kritis, dan mampu berargumentasi.
8. Keluarga *Bumi Sriwijaya Research Group* yang menjadi ruang diskusi selama proses magang, penelitian, dan pelaporan terkhusus Bg Ugi.
9. Keluarga besar Serai Indah yang mengisi hari-hari selama berkegiatan di kampus Layo dan sekitarnya terkhusus 18 Squad Cici, Acek, Iren, Elsa, Jepta, Erik, Ica dan Vivian.
10. Rekan-rekan seperjuangan *Batch 2 PMMB PT. Bukit Asam, Tbk tahun 2021*. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk memperbaiki laporan ini sehingga dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih.

Indralaya, 20 September 2022

Penulis



Amsal Frans Harapenta Surbakti

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikuti dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Indralaya, 20 September 2022



Amsal Frans Harapenta Surbakti
NIM. 03071281823029

ABSTRAK

Operasi penambangan batubara dengan sistem *open pit and open cut* berimplikasi pada isu longsornya lereng baik pada *high wall*, *side wall* maupun *low wall*. Menilik kondisi tersebut diupayakan penggalian optimal dari *bottom pit* dan geometri *low wall* pada Pit A PT. Bukit Asam, Tbk saat dilakukan proses optimasi penambangan *seam C* dengan kondisi desain $FK \geq 1.07$ dan $PoF < 10\%$. Desain optimal didapatkan dengan pemetaan geologi dan geoteknik, *soil investigation*, pengamatan tinggi Muka Air Tanah (MAT), dan analisis stabilitas lereng. Analisis stabilitas lereng dikerjakan terhadap desain lereng tambang Rancangan Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) 2021 pada *bottom pit plan* dengan menggunakan metode *limit equilibrium* dengan Bishop disederhanakan dan probabilitas Monte Carlo dengan 500 kali simulasi serta instalasi *drain hole* menggunakan *submersible pump*. Berdasarkan pemetaan geologi ditemukan Pit A berada pada Formasi Muara Enim (Tm_{pm}) dengan litologi batubara, batupasir, batulempung dan batulanau yang memiliki struktur primer pelapisan. Selain itu, didapati pula struktur geologi yang mengontrol lokasi pengamatan berupa kekar gerus dengan arah dominan timurlaut-baratdaya. Observasi geoteknik menyingkap kondisi GSI bernilai 67 (*good*), RQD 36,5%, dan besaran RMR adalah 43 (*fair rock*). Uji laboratorium dengan geostatistik probabilistik menghadirkan nilai parameter uji pada material *under C* berupa kohesi (C) 66,96, *unit weight* (γ) 20,31, sudut geser dalam (ϕ) 17,51, Permeabilitas (K) $1,82 \times 10^{-5}$, *void ratio* (e) 0,53 dan porositas (n) 24,14. Berbasis pada analisis stabilitas lereng dengan 12 penampang ditemukan nilai optimal pada rekayasa geometri lereng adalah elevasi *bottom pit* -31 hingga -29 meter dengan sudut *overall* pada $12,72^\circ$ - $14,15^\circ$. Sementara pada optimasi instalasi *drain hole* hasil simulasi menemukan desain *bottom pit* pada -60 sampai -63 meter dengan sudut lereng keseluruhan $13,23^\circ$ - $14,99^\circ$. Pada model rekomendasi dengan penggalian hingga *seam C* diakuisisi batubara 9.856.474 ton dengan *Stripping Ratio* (SR) didapatkan 2,02. Sedang model desain optimasi dengan *drain hole* SR-nya menjadi 2,74.

Kata Kunci: Optimasi, *Low wall*, Geometri lereng, *Drain hole*, Probabilistik

ABSTRACT

Coal mining with an open pit and open cut system have implications for the issue of slope failure on the high wall, side wall, and low wall. Considering these conditions, optimal excavation of the bottom pit and low wall geometry at Pit A PT. Bukit Asam, Tbk during the optimization process for seam C mining with design conditions $FK \geq 1.07$ and $PoF < 10\%$. The optimal design is obtained by geological and geotechnical mapping, soil investigation, groundwater level observation, and slope stability analysis. Slope stability analysis is carried out on the slope design of the Company Work Plan and Budget (RKAP) 2021 mine on the bottom pit plan using the limit equilibrium method with simplified Bishop and Monte Carlo probabilities with 500 simulations and installation of drain holes using a submersible pump. Based on geological mapping, it was found that Pit A was in the Muara Enim Formation (Tm_{pm}) with a lithology of coal, sandstone, claystone, and siltstone which had a bedding primary structure. In addition, it was also identified that the geological structure that controlled the observation location was in the form of shear joints with a dominant direction of northeast-southwest. Geotechnical observations revealed the condition of GSI was 67 (Good), RQD was 36.5%, and RMR was 43 (fair rock). Laboratory tests with probabilistic geostatistics presented test parameter values for materials under C in the form of cohesion (C) 66.96, unit weight (γ) 20.31, friction angle (ϕ) 17.51, Permeability (K) 1.82×10^{-5} , void ratio (e) 0.53 and porosity (n) 24.14. Based on the analysis of slope stability with 12 sections that optimal value for geometry assessment is a bottom pit elevation of -31 to -29 meters with an overall angle of 12.72°-14.15°. While, on the optimization of the drain hole installation, the simulation results discovered a bottom pit design at -60 to -63 meters with an overall slope angle of 13.23°-14.99°. In the recommendation model with pit to seam C, 9,856.474 tons of coal were acquired with a Stripping Ratio (SR) of 2.02. While the optimization design model with a drain hole requires the SR is 2,74.

Keywords: *Optimization, Low wall, Slope geometry, Drain hole, Probabilistic*

DAFTAR ISI

Cover	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah	5
BAB II GEOLOGI REGIONAL	6
2.1. Seismotektonik	6
2.2. Stratigrafi Regional	6
2.2. Struktur Geologi	9
BAB III KAJIAN PUSTAKA	11
3.1. Lereng.....	11
3.2. Parameter Analisis Kestabilan Lereng	12
3.2.1. <i>Geological Strength Index</i> (GSI).....	12
3.2.2. <i>Rock Mass Rating</i> (RMR)	13
3.3. Geometri Lereng.....	16
3.4. Pompa <i>Submersible</i>	17
3.5. Kestabilan Lereng.....	19
3.5.1. Faktor Keamanan Lereng	20
3.5.2. <i>Probability of Failure</i> (PoF).....	21
3.5.3. Klasifikasi Longsoran pada Lereng.....	22
3.6. Metode Analisis Kestabilan Lereng	25
3.6.1. Metode Kesetimbangan Batas (<i>Limit Equilibrium</i>).....	25
3.6.2. Metode Bishop disederhanakan.....	27

3.6.3. Mekanisme Stabilisasi Lereng.....	27
3.7. <i>Stripping Ratio</i> (SR).....	29
BAB IV METODE PENELITIAN.....	31
3.1. Akuisisi data	32
3.1.1. Data Primer.....	32
3.1.2. Data Sekunder	34
3.2. Analisis Probabilistik.....	35
3.3. Pemodelan Desain Lereng.....	35
3.4. Penentuan Nilai Faktor Keamanan dan <i>Probability of Failure</i>	36
3.5. Desain Lereng dan Rekayasa SR Optimal.....	37
3.6. Penulisan Laporan dan Publikasi Ilmiah	37
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	38
5.1. Pemetaan Geologi dan Geoteknik	38
5.1.1. Kondisi Geologi Lokal	38
5.1.2. Pengamatan Geoteknik.....	40
5.2. Akuisisi Data Bor dan <i>Mould</i>	43
5.3. Parameter Uji Fisik dan Mekanik.....	44
5.3. Analisis Kestabilan Lereng.....	46
5.3.1. Identifikasi Kondisi Aktual dan Desain RKAP 2021	47
5.3.2. Desain Optimasi Geometri Lereng.....	48
5.3.3. Desain Optimasi Muka Air Tanah (MAT)	48
5.3.4. Analisis Kestabilan Desain RKAP 2021 dan Optimasi.....	52
5.4. Desain Rekomendasi	65
5.5. Kalkulasi <i>Stripping Ratio</i> (SR).....	68
BAB VI KESIMPULAN.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Posisi penulis terhadap penelitian terdahulu.	3
Tabel 3. 1 Klasifikasi GSI (modifikasi dari Hoek dan Marinos, 2000).	13
Tabel 3. 2 Klasifikasi RMR berdasarkan Bieniawski (1989).	15
Tabel 3. 3 Klasifikasi kualitas batuan berdasarkan nilai RMR (Bieniawski, 1989)...	16
Tabel 3. 4 Spesifikasi teknis pompa <i>submersible</i>	17
Tabel 3. 5 Formula model analitik <i>dewatering</i> pada <i>submersible pump</i>	18
Tabel 3. 6 Klasifikasi keadaan lereng pada galian berdasarkan nilai FK (PT. Bukit Asam, Tbk., 2021).	21
Tabel 3. 7 Kriteria keparahan longsor pada lokasi penambangan (Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 K/30 MEM tahun 2018).	22
Tabel 3. 8 Nilai FK dan PoF pada tambang (Kepmen ESDM 1827 K/30/MEM/208).	22
Tabel 3. 9 Asumsi dan keadaan yang dipakai pada beberapa metode irisan (Khran, 2004 dalam Arif, 2016).	25
Tabel 5. 1 Tabulasi hasil pembobotan RMR pada lokasi penelitian.	42
Tabel 5. 2 Tabulasi hasil pengujian 17 sampel bor dan 15 titik <i>mould</i> sebagai acuan desain kestabilan lereng.	46
Tabel 5. 3 Nilai standar deviasi sebagai parameter <i>probability of failure</i> (PoF).	46
Tabel 5. 4 Titik koordinat penampang A-A' hingga L-L'.	48
Tabel 5. 5 Hasil pengamatan MAT pada 4 sumur <i>inclinometer</i>	50
Tabel 5. 6 Tabulasi jumlah curah hujan per bulan pada Pit A.	50
Tabel 5. 7 Tabulasi penghitungan radius efektivitas pompa <i>submersibel</i> (R).	51
Tabel 5. 8 Rekomendasi waktu yang dibutuhkan dalam proses <i>draw down</i>	52
Tabel 5. 9 Tabulasi hasil akhir evaluasi model lereng dengan desain RKAP 2021, rekomendasi pembentukan <i>bench</i> , dan optimalisasi MAT dengan <i>drain hole</i> pada <i>low wall</i> , Pit A, Banko Barat.	66
Tabel 5. 10 Hasil evaluasi volume <i>overburden</i> , <i>interburden</i> , <i>underburden</i> , dan tonase batubara serta nilai SR pada tiap desain.	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Longsor dengan tipa <i>planar failure</i> pada <i>low wall</i> Pit A.....	2
Gambar 1. 2	Peta geologi Pit A, Banko Barat yang terdiri dari Formasi Muara Enim (Tmptm) (PT. Bukit Asam, Tbk).	4
Gambar 1. 3	Peta lokasi penelitian yang berada pada Pit A, Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk., Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim.	5
Gambar 2. 1	Peta <i>load</i> seismik berdasarkan zonasi gempa).	6
Gambar 2. 2	Stratigrafi Regional Sumatera Selatan (Ginger & Fielding, 2005).....	7
Gambar 2. 3	(a) Stratigrafi tersier regional Cekungan Sumatera Selatan, (b) Batubara Formasi Muara Enim yang terdiri dari M1 hingga M4, (c) <i>Measured section</i> pada M2 dengan ditemukannya <i>seam</i> A1, A2, B1, B2, dan C).9	
Gambar 2. 4	Elemen struktur utama Cekungan Sumatera Selatan.	10
Gambar 3. 1	Bentukan lereng pada <i>high wall</i> Pit A, PT. Bukit Asam, Tbk.	12
Gambar 3. 2	Geometri lereng pada <i>open pit mining</i> h:L adalah 1:3.....	16
Gambar 3. 3	Pompa <i>submersible</i> untuk instalasi <i>drain hole</i>	20
Gambar 3. 4	Gaya dan tegangan yang bekerja pada lereng galian maupun timbuna.20	
Gambar 3. 5	Terbentuknya longsor busur (Hoek dan Bray, 1981).....	23
Gambar 3. 6	Situasi terbentuknya longsor bidang yang dibatasi <i>tensional joint</i> ... 23	
Gambar 3. 7	Skema terjadinya longsor guling pada lereng.	24
Gambar 3. 8	Mekanisme terbentuknya longsor baji (Hoek dan Bray, 1981).	24
Gambar 3. 9	Perubahan geometri lereng berupa.....	27
Gambar 3. 10	Kondisi muka air tanah pada lereng	28
Gambar 3. 11	Penghitungan SR dengan metode <i>cross section</i>	30
Gambar 4. 1	Diagram skema penelitian.....	31
Gambar 4. 2	Geometri lereng aktual dalam penampang.	32
Gambar 4. 3	Teknik <i>grid & radius</i> untuk model bidang gelincir melingkar.....	36
Gambar 4. 4	Konsep FK terhadap PoF.	37
Gambar 5. 1	Batas kontak serpih dan lempung pada material <i>lower C</i>	39
Gambar 5. 2	Kenampakan kekar gerus pada litologi <i>clay</i> di lokasi penelitian.....	39
Gambar 5. 3	Hasil analisis stereografis kekar gerus pada <i>low wall</i> Pit A.	40
Gambar 5. 4	Distribusi normal nilai UCS dari sampel <i>lower C</i> pada <i>low wall</i>	41
Gambar 5. 5	Karakteristik bidang diskontinu kasar, lapuk, dan teralterasi	41
Gambar 5. 6	Kenampakan <i>core box</i> pada kedalaman 31-35 meter pada Bor SAL 2 dengan nilai RQD 36,5%.	42
Gambar 5. 7	Foto udara sebaran 17 titik bor geoteknik.....	43
Gambar 5. 8	Distribusi lokasi 15 titik <i>mould</i> dengan kedalaman 10 cm.	44
Gambar 5. 9	Distribusi normal data parameter analisis evaluasi geometri dan muka air tanah pada material <i>Under C</i>	45
Gambar 5. 10	Foto udara desain RKAP 2021 dengan 12 <i>section</i>	47
Gambar 5. 11	Foto udara lokasi pengamatan MAT dengan 3 titik pada <i>low wall</i>	49
Gambar 5. 12	Foto udara akumulasi air dan lokasi optimalisasi <i>submersible pump</i> ... 52	

Gambar 5. 13	Evaluasi penampang A-A' dengan (a) kondisi aktual dan evaluasi desain RKAP 2021; (b) rekomendasi optimasi geometri lereng; (c) rekomendasi optimasi MAT.....	54
Gambar 5. 14	Kenampakkan evaluasi desain (a) Aktual/RKAP 2021; (b) Rekomendasi optimasi desain lereng; dan (c) Rekomendasi optimasi MAT pada penampang B-B'.....	55
Gambar 5. 15	Evaluasi penampang C-C' berdasarkan desain (a) RKAP 2021; (b) Rekomendasi optimasi geometri lereng; (c) Rekomendasi rekayasa MAT optimal.	56
Gambar 5. 16	Hasil kajian evaluasi desain (a) RKAP 2021; (b) Rekomendasi optimasi dengan pemotongan lereng; (c) Rekomendasi rekayasa MAT.	57
Gambar 5. 17	Evaluasi penampang E-E' berdasarkan desain (a) RKAP 2021; (b) Rekomendasi optimasi desain geometri; (c) Rekomendasi optimasi MAT dengan <i>drain hole</i>	58
Gambar 5. 18	Simulasi dan evaluasi pada penampang F-F' dengan; (a) Desain RKAP 2021; (b) Rekomendasi desain optimalisasi geometri lereng; (c) Rekomendasi desain optimasi MAT.....	59
Gambar 5. 19	Evaluasi penampang G-G' berdasarkan desain (a) RKAP 2021; (b) Rekomendasi optimasi desain geometri lereng; dan (c) Rekomendasi optimasi MAT pada lokasi penelitian.	60
Gambar 5. 20	Evaluasi penampang H-H' pada desain (a) RKAP 2021/aktual; (b) Rekomendasi optimasi desain geometri; (c) Rekomendasi desain optimasi MAT.....	61
Gambar 5. 21	Hasil pengamatan <i>section</i> I-I' dengan (a) Desain RKAP 2021; (b) Rekomendasi desain optimasi geometri; (c) Optimasi MAT.	62
Gambar 5. 22	Evaluasi penampang J-J' berlandaskan desain (a) RKAP 2021; (b) Rekomendasi optimasi geometri; (c) Rekomendasi optimasi MAT.....	63
Gambar 5. 23	Evaluasi desain (a) RKAP 2021; (b) Rekomendasi optimasi geometri; (c) Rekomendasi penurunan MAT pada penampang K-K'.....	64
Gambar 5. 24	Evaluasi penampang L-L' pada <i>side wall</i> berdasarkan desain (a) RKAP 2021; (b) Rekomendasi desain geometri lereng; (c) Rekomendasi rekayasa optimasi.....	65
Gambar 5. 25	Desain RKAP 2021 dan rekomendasi perubahan geometri lereng optimal.	67
Gambar 5. 26	Desain optimasi lereng dengan penurunan MAT hingga 48,5 meter. ..	67

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Tabulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik berdasarkan data Bor pada Pit A, Banko Barat
- Lampiran B Tabulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Sampel *Mould* pada 15 titik di Pit A, Banko Barat
- Lampiran C Peta Citra *Section* dan Penampang Evaluasi Desain RKAP 2021 Pit A, Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk
- Lampiran D Peta Citra *Section* dan Penampang Evaluasi Optimasi Geometri Lereng Desain RKAP 2021 Pit A, Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk
- Lampiran E Peta Citra *Section* dan Penampang Evaluasi Optimasi *Drain Hole* Desain RKAP 2021 Pit A, Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk
- Lampiran F Tabulasi Data *Shear Joint* pada pemetaan *Low wall* Pit A

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi dasar pemikiran dan alasan dikerjakannya sebuah penelitian. Bab ini akan dijelaskan secara garis besar mengenai tujuan dan pandangan umum peneliti dalam melakukan penelitian. Pendahuluan terdiri dari latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, rumusan masalah, ruang lingkup dan batasan penelitian, dan kesampaian pada lokasi penelitian.

1.1. Latar Belakang

Sistem penambangan yang digunakan dalam proses galian batubara berupa *open pit* dan *open cut mining* (tambang terbuka). Metode tambang terbuka berimplikasi pada kestabilan lereng baik di *high wall*, *side wall* maupun *low wall* (Arif, 2016); (Zakaria, 2011). Apabila kesetimbangan pada lereng terganggu maka akan berimplikasi pada proses bisnis penambangan, keselamatan kerja serta lingkungan, dan produktivitas. Meninjau hal tersebut, diperlukan geometri desain lereng yang memperhatikan berbagai aspek penyebab seperti *material properties* (mekanik dan fisik), kedudukan, *load* seismik, struktur geologi, litologi, hidrogeologi, dan morfologi lereng (Hoek & Bray, 1981); (Read & Peter, 2010). Hal ini yang menjadi fokus penelitian ini pada area tambang terbuka.

Lereng merupakan bentuk permukaan bumi berupa bidang horizontal dan mempunyai sudut miring yang menghubungkan permukaan tanah lebih tinggi dengan lebih rendah (Bria & Isjudarto, 2017); (Rai, *et al.*, 2014). Lereng menjadi topik bahasan esensial dalam penambangan yang bersifat *conventional* dan *continuos* yang membentuk lereng-lereng. Kemampuan suatu lereng untuk mempertahankan posisi dan kedudukannya disebut sebagai kestabilan lereng. Arif (2016) menyatakan bahwa lereng berdasarkan material penyusunnya dibedakan menjadi dua yaitu lereng batuan dan lereng tanah yang umumnya dijumpai adalah gabungan keduanya. Namun, dalam analisis kedua lereng ini tidak dapat disamakan karena perbedaan parameter (Romana, 1993). Kestabilan lereng dipengaruhi oleh aspek antara lain geometri lereng, air (hidrologi dan hidrogeologi), bidang diskontinu (*weakness zone*) (seperti lokasi, arah, dan frekuensi), tegangan alamiah dalam massa batuan, konsentrasi tegangan lokal, getaran (seismik maupun efek *blasting* dan pengaruh lalu lintas alat berat), iklim, aktivitas tambang, dan pengaruh termik (Arif, 2016). Evaluasi kestabilan lereng bertujuan menentukan faktor keamanan (FK) dari bidang yang berpotensi longsor (Hardiyatmo, 2007). Lereng stabil memiliki nilai faktor keamanan $\geq 1,25$ (Bowles, 1989). Hal ini yang menjadi kajian yang menarik sebagai bahan studi kaitannya dengan penambangan batubara dengan metode tambang terbuka.

Proses penambangan di Blok Timur tepatnya pada Pit A, Banko Barat memasuki tahapan akhir dari proses produksi (*final pit*). Namun, pada *low wall* dari galiannya masih terdapat batubara *seam C* yang belum diproduksi efek dari adanya material longsor di atasnya dan keterbatasan lahan untuk ekskavasi (Gambar 1.1). Akibatnya, dibutuhkan kajian terkait optimasi guna mengakuisisi *seam C* pada elevasi paling rendah di *bottom pit* dan jumlah tonase batubara yang diperoleh tetapi memiliki nilai faktor

keamanan (FK) yang optimal. Optimasi memperhatikan faktor-faktor seperti situasi *existing* lereng, topografi, curah hujan, muka air tanah, *material properties* (luruhan dan aktual) pada keadaan normal dan saat hujan. Optimasi umumnya dilakukan berdasarkan kajian geoteknik yang dilakukan dengan *real-time monitoring*. rekayasa geometri lereng, dan instalasi *drain hole* guna optimalisasi *final pit* pada galian batubara, Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk layak dilakukan untuk meningkatkan produksi dan tidak membuang cadangan yang ada pada Pit A. Penelitian Maulana & Fajar (2019) menunjukkan optimalisasi dilakukan pada tambang yang bersifat final dengan tujuan memantapkan lereng. Optimasi dapat direalisasikan dengan pendekatan rekayasa teknis seperti geometri dan instalasi *drain hole*.



Gambar 1. 1 Longoran dengan tipe *planar failure* pada *low wall* Pit A.

1.2. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan maksud dapat membahas rekayasa geometri lereng dan instalasi *drain hole* guna optimalisasi *final pit* pada galian Batubara, Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk. untuk menggali *seam C* pada *low wall* Pit A. Sehingga dapat mengaplikasikan bidang geologi dan geoteknik yang telah didapat selama dibangku kuliah dan meningkatkan kapasitas produksi pada Pit tersebut. Adapun tujuan penelitian yang menjadi target antara lain sebagai berikut.

1. Menganalisis kondisi geologi dan geoteknik di daerah penelitian.
2. Mengidentifikasi sifat fisik dan mekanik batuan serta kondisi Muka Air Tanah (MAT) kaitannya dengan faktor keamanan.
3. Memperoleh desain elevasi optimum pada *bottom pit* dan sudut *overall slope* untuk menggali *seam C* di *low wall* Pit A.
4. Mengakuisisi model lereng tambang optimal yang direkomendasikan untuk penambangan *seam C* dengan rekayasa geometri dan instalasi *drain hole*.
5. Menghitung volume *overburden* dan tonase batubara serta nilai *Stripping Ratio* (SR) dengan desain sebelum dan sesudah optimasi.

1.3. Rumusan Masalah

Pelaksanaan penelitian ini memiliki fokus pada tiga materi yaitu mekanika tanah dan batuan, geometri lereng, dan model instalasi *drain hole*. Geometri lereng mencakup elevasi, tinggi *bench*, lebar *berm*, sudut lereng *overall* dan *inter-ramp*, material

properties, kekar, seismik *load*, efek *blasting*, dan keadaan muka air tanah (MAT). Mekanika batuan mencakup *Geological Strength* (GSI), *Uniaxial Compressive Strength* (UCS), *Direct Shear Test* (DST), dan *Rock Quality Designation* (RQD). Pemetaan geologi dan geoteknik ditujukan untuk pemodelan *Rock Mass Rating* (RMR). Rekayasa muka air tanah menggunakan *submersible pump* dengan konsep *drain hole*. Kestabilan lereng mencakup penentuan faktor keamanan (FK) lereng yang dilakukan dengan metode *limit equilibrium* berdasarkan bishop yang disederhanakan. FK diintegrasikan dengan simulasi *Probability of Failure* (PoF) dari desain RKAP 2021 dan optimasi implikasinya pada nilai *stripping ratio* (SR) untuk mendapatkan produksi maksimal di akhir proses penambangan pada Pit A. Dalam penelitian ini dilakukan studi pustaka terhadap berbagai referensi terdahulu dengan posisi peneliti terhadap riset terdahulu diperlihatkan pada Tabel 1.1.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana keadaan geologi dan geoteknik di daerah penelitian?
2. Bagaimana kondisi sifat fisik dan mekanik batuan dan Muka Air Tanah (MAT) kaitannya dengan faktor keamanan di Pit A?
3. Berapa elevasi optimal desain pada *bottom pit* dan sudut *overall slope* untuk menggali *seam C* di *low wall*?
4. Bagaimana model rekomendasi desain lereng yang optimal dengan rekayasa geometri dan instalasi *drain hole* di Pit A?
5. Berapa besar SR yang diperoleh pada desain Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) 2021, optimasi geometri, dan instalasi *drain hole*?

Tabel 1. 1 Posisi penulis terhadap penelitian terdahulu.

NO	Peneliti	Geometri Lereng					Material Properties				Kestabilan Lereng	Muka Air Tanah	Stripping Ratio
		Tinggi	Lebar	Sudut	Bentuk	Kekar	GSI	UCS	DST	RMR	FK	Perhitungan SR	
1	Arif, Irwandy. 2016. Geoteknik Tambang.												
2	Arif, Irwandi 2021. Geoteknik Tambang 2 nd Edition.												
3	Bishop, A. W. 1954. <i>The Use of The Slip Circle in The Stability Analysis of Slopes</i>												
4	Hoek, E. dan Marinos, P. 2000. <i>Predicting Tunnel Squeezing. Tunnels and Tunnelling International.</i>												
5	Hardiyatmo, H.C. 2006. <i>Mekanika Tanah 1</i> , Gajah Mada University Press.												
6	Hoek dan Bray. 2004. <i>Rock Slope Engineering.</i>												
7	Bieniawski, Z. 1989. <i>Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineering and Geologists in mining, Civil and Petroleum Engineering.</i>												

8	Read, dkk. 2010. <i>Open Pit Slope Design</i> .										
9	Stacey. 2009. Kriteria Faktor Keamanan dan Probabilitas pada Lereng Tambang										
10	Aziz, A. 2011. <i>About SR, Density, Tonase</i>										
11	Hoek, E., dan Bray, J. W. 1981. <i>Rock Slope Engineering. The Institution of Mining and Metallurgy,</i>										
12	Rekayasa Geometri Lereng dan Instalasi <i>Drain Hole</i> guna Optimasi Desain <i>Final Pit A</i> Galian Batubara, Banko Barat, Muara Enim, Sumatera Selatan										

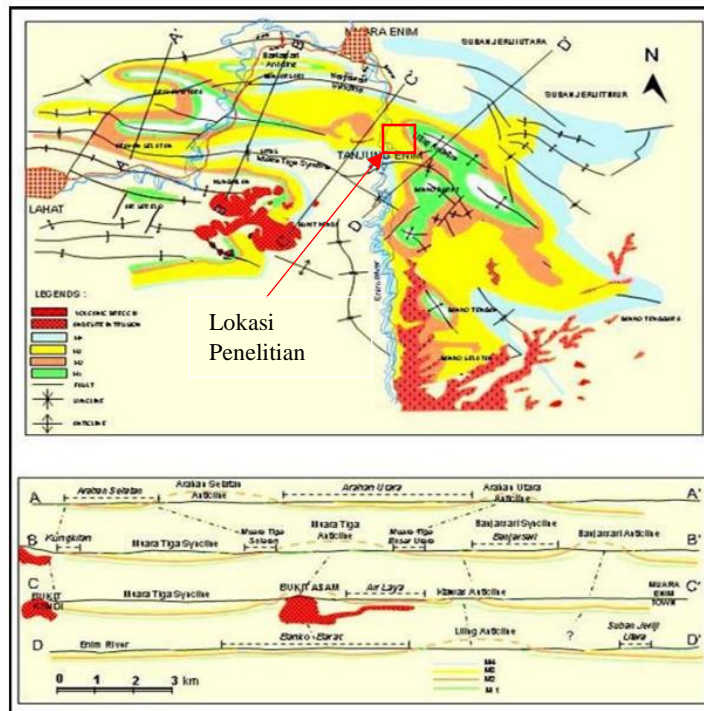
Keterangan:

Sudah diteliti
 Objek penelitian

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup batasan penelitian adalah sebagai berikut.

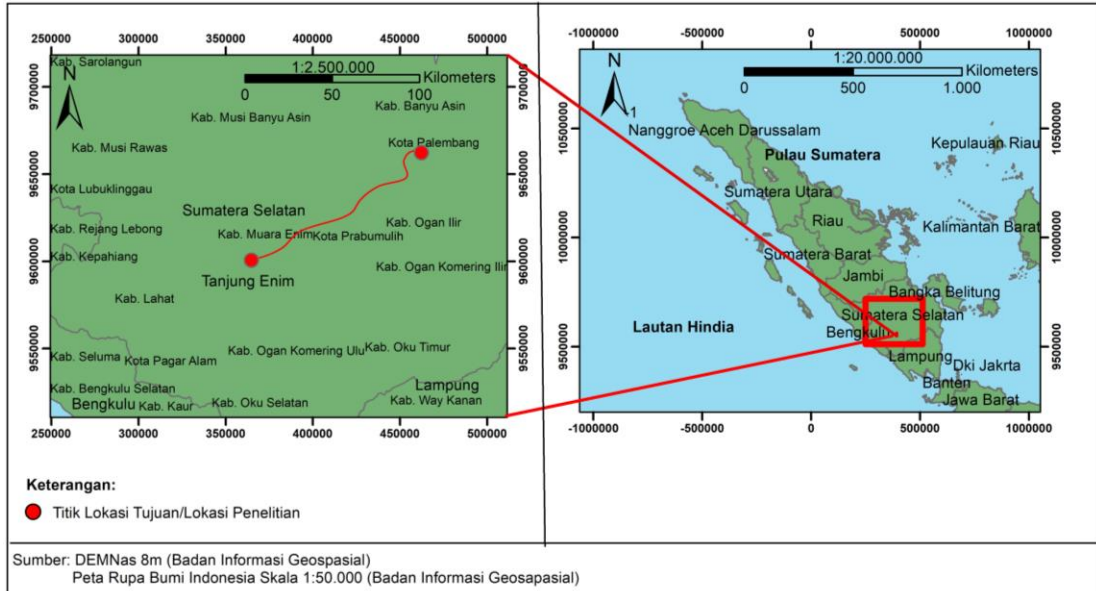
- 1) Secara fisiografi tektonik berada di Cekungan Sumatera Selatan yang berada di Formasi Muaraenim (Tmpm) (Gambar 1.1).
- 2) Fokus penelitian pada *low wall*, Pit A, Banko Barat yang merupakan konsesi milik PT. Bukit Asam, Tbk.
- 3) Objek penelitian yang menjadi target adalah menentukan desain geometri lereng dan instalasi *drain hole* untuk produksi batubara *seam C* dengan FK, PoF, dan desain optimal.



Gambar 1. 2 Peta geologi Pit A, Banko Barat yang terdiri dari Formasi Muara Enim (Tmpm) (PT. Bukit Asam, Tbk).

1.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara administrasi daerah penelitian berada pada wilayah Pit A, Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1.2). Secara geografis daerah telitian terletak di koordinat UTM 368400 9585000 hingga 370200 9582300. Jarak dari Universitas Sriwijaya, Indralaya menuju daerah penelitian jika ditempuh melalui darat yaitu 223 km dengan waktu kurang lebih 4 Jam 50 Menit.



Gambar 1. 3 Peta lokasi penelitian yang berada pada Pit A, Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk., Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim.

DAFTAR PUSTAKA

- Advokaat, Eldert L., Mayke L.M.Bongers, Alfend Rudyawan, MarcelleK.Bou Dagher-Fadel, Cor G.Langereis, dan Douwe J.J.van Hinsbergen. 2018. Early Cretaceous origin of the Woyla Arc (Sumatra, Indonesia) on the Australian plate. *Earth and Planetary Science Letters* 498, p 348-361. Elsevier.
- Andriyan, S., Hirnawan, F. & Yuliadi, 2018. *Stabilisasi Optimal Lereng Timbunan Overburden pada Area Disposasi PT Insani Baraperkasa Tambang Loa Janan, Provinsi Kalimantan Timur Dengan Rekayasa Geoteknik*. Bandung, Prosiding Teknik Pertambangan ISSN: 2460-6499.
- Arif, Irwandy. 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Arif, Irwandy. 2021. *Geoteknik Tambang 2nd*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Azizi, M. A. 2014. 01 Analisis Probabilistik untuk Kestabilan Lereng. Bandung: Workshop PERHAPI-ITB.
- Azizi, M. A., S. Kramadibrata1, R.K. Wattimena, dan I.D. Sidi. 2014. Risk Assessment of Open Pit Slope Design at PT Adaro Indonesia. *Indonesia Mining journal* Vol. 17, No. 3. P. 113-121.
- Barber, A. C. 2005. *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. London: Geological Society Memoir.
- Bieniawski, Z. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineering and Geologists in mining, Civil and Petroleum Engineering*. Wiley-Interscience
- Bishop, A. W. 1954. *The Use of The Slip Circle in The Stability Analysis of Slopes*. Denver, Colorado: U.S. Geological Survey.
- Bowles, J.E. 1989. *Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah*. Erlangga: Jakarta
- Darman, H., dan Sidi, F. H. 2001. *An Outline Of The Geology of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Das. 2002. *Principles of Geotechnical Engineering*. Wadsworth Group: United States of America.
- De Coster, G. (1974). *The Geology of Central and South Sumatra Basin*. *Proceeding Indonesia Petroleum Association* Vol.143, p.77-110.
- Deere and Deere, 1988, *Rock Classification Systems for Engineering Purposes*, Philadelphia, ASTM.
- Gafoer, S., Cobrie, Purnomo. 1986. *Peta Geologi Lembar Lahat*. Pusat Survei Geologi Indonesia: Bandung.
- Ginger, D., dan Fielding, K. (2005). *Petroleum System and Future Potential of South Sumatra Basin*. *Proceedings 30th Annual Convention Indonesian Petroleum Association*. Jakarta.
- Hardiyatmo.H.C. 2007. *MekanikaTanah 2*, Yogyakarta: UGM Press.
- Hauksson, Egill. 1991. *Seismotectonics*. *Reviews of Geophysics*, 29 (S). pp. 721-733.
- Hengl, T. 2007. *A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables*. Luxembourg: JRC European Commission.
- Hirnawan, F., dan Zakaria, Z. 2002. *Geoteknik dan Geomekanik*. Bandung. Laboratorium Geoteknik-Fakultas Teknik Geologi. Universitas Padjdjaran.

- Hoek, E., dan Bray, J. W. 1981. Rock Slope Engineering. The Institution of Mining and Metallurgy, 3rd edition : London.
- Hoek, E., Bray. 2004. Rock Slope Engineering. Civil and Mining 4th Edition.
- Hoek, E. and Marinos, P. 2000. Predicting Tunnel Squeezing. Tunnels and Tunnelling International, 4th edition : London
- Iswandaru, R. Nurhasan, M. A. Rai, R. K. Wattimena. 2019. Probabilistik Kelongsoran Lereng Tambang Terbuka Grasberg PT Freeport Indonesia. Promine Journal, June 2019, Vol. 7 (1), p. 01-07.
- Jati, S. N., Sutriyono, E., Hastuti, E. W. D. 2019. Coal Properties and Cleat Attributes at Tanjung Enim Coalified in South Palembang Sub-basin South Sumatra. Intern. Conf. on Earth Sci., Earth and Energy, Icemine Proc. V.2, p.48.
- Krahn, J. 2004. Stability Modeling with SLOPE/W, An Engineering Methodology. Alberta : GEO-SLOPE/W International, Ltd.
- Lalitya, Timur Jati. 2017. Analisis Kestabilan Lereng Tambang Terbuka Dengan Metode Probabilitas Pada *High wall* dan *Low wall* PIT Tania Panel 2 PT Kaltim Prima Coal, Kalimantan Timur. Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-10.
- Metcalf, I. 2013. Gondwana Dispersion And Asian Accretion: Tectonic And Palaeo-Geographic Evolution Of Eastern Tethys. J. Asian Earth Sci.66, 1–33
- Morgenstern, R. N., Price, V. E. 1965. The Analysis of the Stability of General Slip Surfaces. Geotechnique. Hal. 79-93.
- Nurhidayat, E. Syawaludin, M. Arifin, I. Oktariansyah. 2019. Analisis Probabilitas Kestabilan Lereng Tambang Timah Primer Blok Pemali, Bangka, Indonesia. Prosiding TPT XXVIII PERHAPI 2019.
- Pulunggono and Cameron. 1984. Sumatran Microplate. Their Characteristic and Their Rock in The Evolution of Central South Sumatra Basin. Proceedings 13th Annual Convention Indonesian Petroleum Assosiation: Jakarta.
- Pulunggono, A., Haryo, A., dan Kosuma, C.G. 1992. Pre-Tertiary and Tertiary fault systems as a framework of the South Sumatra Basin : a study of SAR-maps. Proceedings Indonesian Petroleum Association 21st Annual Convention: Jakarta.
- Read, John and Peter Stacey. 2010. Open Pit Slope Design. CSIRO: Australia. dan Pelaksanaan Disposal. Mining Departement. PT. Inco Tbk.: Sorowako.
- Romana, M. R. 1993. A Geomechanical Classification for Slopes : Slope Mass Rating. Spain : Universidad Politecnica Valencia.
- Salim, Y., Nana, D., Maryke, P., Yustika, I., Mimi S., dan M., Fauzi. 1995. Technical Study Report Remaining Potential of The South Sumatra Basin. South Sumatra AMI Study Group.
- Sulaeman, Sophian, G. Dipatunggoro, F. Hirnawan. 2014. Kestabilan Lereng Tambang Terbuka Batubara di Daerah Desa Purwajaya, Kecamatan Loajanan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Buletin Sumber Daya Geologi Vol. 9 No. 2: 89-104.
- Suta, I.N., Xiaoguang, L. 2005. Complex stratigraphic and structural evolution of Jabung Basin and its hydrocarbon accumulation; Case study from Lower Talang Akar reservoir South Sumatera Basin Indonesia, Jakarta: Proceedings Indonesian Petroleum Association Annual Convention.

- Syahbana, dkk. 2013. Desain Cut Slope Chart Untuk Evaluasi Kestabilan Lereng di atas Badan Jalan. Studi Kasus Cinona, Cisalak dan Cijengkol, Kabupaten Bandung 38 Barat, Jawa Barat. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Vol. 4 No. 1 April 2013:33-47.
- Zakaria, Z. 2011. Analisis Kestabilan lereng. Bandung: Laboratorium Geoteknik-Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjajaran.