

Kajian Geoteknik dan Geohidrologi untuk Rencana Pit Extend PT Mandiri Nusa Pratama, Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan

¹Muhammad Arief Kurniawan, ²Yuliadi, ³Dudi Nasrudin Usman
^{1,2,3}Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
e-mail: muhammadariefk@yahoo.com

Abstract: PT Mandiri Nusa Pratama is a mine coal national concern planned to expand mine coal area that has already functioned. Geotechnical and geohydrology research conducted in order to estimate slope model and water balance system model in the mine and around it, also to find out the flow characteristics and/or seepage of potential groundwater that will get into the main aperture area. Geotechnical study conducted with core drilling activities at GT-01 point, GT-02 point, and GT-03 point to obtain design recommendations slope angle and depth of the end of the mine aperture, single slope and embankment slope. Highwall Overall Pit Slope design, angle (α) = 55° , the maximum height (H) = 47 m, mine floor elevation = 30 mdpl, FK = 1,517. Sidewall Overall Pit Slope design west side angle (α) = 52° , the maximum height (H) = 51 m, FK = 1,526 and the east side angle (α) = 56° , the maximum height (H) = 69 m, FK = 1,701. Single slope design PIT (single slope) is the angle (α) = 70° , height maximum level (H) = 15 m, berm width = $\pm 2,8$ m and FK > 1,5. Overall waste-dump slope design, the angle (α) = 15° , the maximum height (H) = 50 m and FK > 1,5. Hydrological and hydrogeological study conducted by falling head test to determine the water flow runoff and groundwater and determine countermeasures system. Catchment area outside the mine aperture catchment area A was 534,3 Ha and catchment area inside was 5,783 Ha PIT (PIT Actual) and 10,451 Ha (PIT Plan). Rainfall plan for 2-year return period was 33,07 mm/day (Method of Gumbel's) and the amount of rainfall intensity through Mononobe approach is 10,21 mm/h. The amount of runoff water discharge into the PIT Plan was 960,34 m³/h and discharge groundwater that got into the PIT Plan was 11846,433 m³/h. Circumference channels dimension recommended with the form of the trapezoid, the bottom slope of the channel 1% were considered along with materials brought water can flow properly and did not go through sedimentation in the bottom of the channel. So that the channel bottom slope of 1% resulting calculations of water flow velocity ± 1 m/s. As for countermeasures with pumping system, to PIT Actual by 1 unit with a capacity of 4200m³/h and PIT Plan 3 units with pump capacity of 4200m³/h if the assumption of rainfall reaches its maximum.

Keywords : Geotechnical Study, Hydrological and Hydrogeological Study

Abstrak: PT Mandiri Nusa Pratama berencana untuk memperluas area penambangan batubara yang sudah berjalan. Kajian geoteknik dan geohidrologi dilakukan agar dapat memperkirakan model lereng (*slope*) dan model sistem keseimbangan air (*water balance*) pada dan di sekitar tambang, serta mengetahui karakteristik aliran dan/atau rembesan airtanah potensial yang akan masuk ke dalam area bukaan tambang. Penelitian geoteknik dilakukan dengan pengeboran inti pada titik GT-01, GT-02, dan GT-03 untuk memperoleh rekomendasi desain sudut dan kedalaman lereng akhir bukaan tambang, lereng tunggal dan lereng timbunan. Desain lereng *Highwall* keseluruhan PIT penambangan (*Overall Pit Slope*) sudut (α) = 55° , tinggi maksimum (H) = 47m, elevasi lantai tambang 30mdpl, FK = 1,517. Desain lereng *Sidewall* keseluruhan PIT penambangan (*Overall Pit Slope*) sisi barat sudut (α) = 52° , tinggi maksimum (H) = 51m, FK = 1,526 dan sisi timur sudut (α) = 56° , tinggi maksimum (H) = 69m, FK = 1,701. Desain lereng tunggal PIT penambangan (*single slope*) yaitu sudut (α) = 70° , tinggi jenjang maksimum (H) = 15m, lebar *berm* = $\pm 2,8$ m dan FK > 1,5. Desain lereng keseluruhan timbunan (*overall waste-dump slope*) yaitu sudut (α) = 15° , tinggi maksimum (H) = 50m, dan FK > 1,5. Penelitian hidrologi dan hidrogeologi dilakukan dengan *falling head test* untuk mengetahui debit air limpasan dan airtanah serta menentukan sistem penanggulangannya. Luasan daerah tangkapan hujan di luar bukaan tambang catchment area A 534,3 Ha dan luasan catchment area di dalam PIT sebesar 5,783 Ha (PIT Aktual) dan 10,451 Ha (PIT Rencana). Curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun adalah 33,07 mm/hari (*Metode Gumbel*) dan besarnya intensitas curah hujan melalui pendekatan *Mononobe* adalah 10,21

mm/jam. Besarnya debit air limpasan masuk ke dalam PIT Rencana adalah 960,34 m³/jam dan debit airtanah yang masuk ke dalam PIT Rencana adalah 11846,433 m³/jam. Dimensi Saluran keliling direkomendasikan dengan bentuk berupa trapesium, kemiringan dasar saluran 1% yang dianggap air beserta material yang dibawa dapat mengalir dengan baik dan tidak mengalami pengendapan di dasar saluran. Sehingga dengan kemiringan dasar saluran 1% dihasilkan perhitungan kecepatan aliran air ± 1 m/s. Adapun penanggulangan dengan sistem pemompaan, untuk PIT Aktual sebanyak 1 unit dengan kapasitas 4.200 m³/jam dan PIT Rencana sebanyak 3 unit dengan kapasitas pompa 4.200 m³/jam jika asumsi curah hujan mencapai maksimum.

Kata Kunci : Penelitian Geoteknik, Penelitian Hidrologi dan Hidrogeologi

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang

PT Mandiri Nusa Pratama salah satu perusahaan skala nasional yang bergerak dalam bidang pertambangan batubara berencana untuk memperluas area penambangan batubara yang sudah berjalan. Sebelum melakukan kegiatan penambangan, PT Mandiri Nusa Pratama perlu melakukan kajian geoteknik dan geohidrologi untuk mendukung rencana desain yang matang. Kajian geoteknik dan geohidrologi dilakukan agar dapat memperkirakan model lereng (*slope*) dan model sistem keseimbangan air (*water balance*) pada dan di sekitar tambang, serta mengetahui karakteristik aliran dan/atau rembesan airtanah potensial yang akan masuk ke dalam area bukaan tambang. Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang dibutuhkan sehingga dapat digunakan dalam mengatasi kendala-kendala yang akan muncul pada saat operasi penambangan berlangsung.

1.2 Tujuan Penelitian

Kajian Geoteknik:

1. Melakukan pendeskripsian hasil bor geoteknik dari pengeboran inti pada titik GT-01, GT-02, dan GT-03.
2. Melakukan uji laboratorium untuk memperoleh data hasil uji laboratorium yang meliputi uji kuat geser langsung (c_r dan Φ_r), dan sifat-sifat fisik dasar sebagai input parameter pemodelan lereng.
3. Merekomendasikan desain sudut dan kedalaman lereng akhir bukaan tambang, lereng tunggal dan lereng timbunan.

Kajian Geohidrologi:

1. Menghitung Curah Hujan Rencana dan intensitas curah hujan dengan menggunakan pendekatan *Metode Gumbel* dan *Rumus Mononobe*.
2. Mengetahui luasan *catchment area* di sekeliling rencana bukaan tambang.
3. Menghitung debit air limpasan dan airtanah di rencana bukaan tambang.
4. Menentukan dimensi saluran tambang.
5. Menghitung dan menentukan kapasitas serta jumlah kebutuhan pompa.

B. Landasan Teori

2.1 Lereng

Lereng merupakan permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal. Lereng dapat terbentuk secara alamiah karena proses geologi atau karena dibuat oleh manusia. Lereng yang terbentuk secara alamiah misalnya lereng

bukit dan tebing sungai, sedangkan lereng buatan manusia antara lain yaitu galian dan timbunan untuk membuat jalan raya dan jalan kereta api, bendungan, tanggul sungai dan kanal serta tambang terbuka.

2.1.1 Lereng Alami

Lereng alami yang telah berada dalam kondisi yang stabil selama puluhan atau bahkan ratusan tahun dapat tiba-tiba runtuh sebagai akibat dari adanya perubahan kondisi lingkungan, antara lain seperti perubahan bentuk topografi, kondisi air tanah, adanya gempa bumi maupun pelapukan.

2.1.2 Lereng Buatan

Lereng buatan dibagi menjadi dua jenis materialnya, yaitu:

1. Timbunan
2. Galian

2.2 Penelitian Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari keterdapatannya dan sifat fisik air permukaan. Penelitian hidrologi dilakukan dengan cara pengumpulan dan analisis terhadap data sekunder meteorologi (curah hujan, hari hujan, tata guna lahan dan lain-lain) dari daerah penelitian dan daerah di sekitarnya, serta penentuan luas *catchment area*. Dalam hal ini, penelitian hidrologi dapat menentukan besarnya debit air limpasan yang berpotensi masuk ke area penambangan.

2.2.1 Daerah Tangkapan Air Hujan (*Catchment Area*)

Daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) dapat diartikan sebagai luas wilayah yang apabila hujan turun, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju titik pengaliran. Daerah tangkapan hujan ini sangat berpengaruh dalam menentukan debit air limpasan yang akan masuk ke suatu tempat. Adapun cara menentukan daerah tangkapan hujan adalah dengan menentukan batas terluar dari daerah penelitian karena berdasarkan dari keadaan daerah penelitian tidak semua air limpasan masuk ke *front* kerja tambang.

2.2.2 Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan (C) dipengaruhi oleh faktor-faktor tutupan tanah, kemiringan serta intensitas dan lamanya hujan. Koefisien ini merupakan suatu konstanta yang menggambarkan dampak proses infiltrasi, penguapan, kondisi penggunaan lahan dan kemiringan lahan.

2.3 Penelitian Hidrogeologi

Hidrogeologi didefinisikan sebagai studi berbagai ilmu dengan interaksi ekstensif antara air dan kerangka kerja geologi (*Maxey, 1964*). Lapisan yang diuji adalah lapisan yang diperkirakan bersifat *permeable* atau *impermeabel* yang dianggap sebagai sumber air yang berpotensi merembes masuk ke dalam bukaan tambang. Hasil penelitian hidrogeologi dapat mengetahui besarnya debit air tanah.

C. Hasil Penelitian

3.1 Penelitian Geoteknik

- Desain lereng *Highwall* keseluruhan PIT penambangan (*Overall Pit Slope*): Sudut (α) = 55° , tinggi maksimum (H) = 47m, elevasi 30m dengan kondisi MAT aktual dan dipengaruhi kegempaan dengan FK 1,517.
- Desain lereng *Sidewall* keseluruhan PIT penambangan (*Overall Pit Slope*) sesuai rencana dengan kondisi MAT Jenuh, dipengaruhi kegempaan :
 - Sisi barat Sudut (α) = 52° , tinggi maksimum (H) = 51m dengan FK 1,526.
 - Sisi timur Sudut (α) = 56° , tinggi maksimum (H) = 69m dengan FK 1,701.
- Desain lereng tunggal PIT penambangan (*single slope*) yaitu sudut (α) = 70° , tinggi jenjang maksimum (H) = 15m, lebar *berm* = $\pm 2,8$ m, dan FK > 1,5.
- Desain lereng keseluruhan timbunan (*overall waste-dump slope*), yaitu sudut (α) = 15° , tinggi maksimum (H) = 50m, FK > 1,5.

3.2 Penelitian Hidrologi

➤ Debit Air Limpasan

Tabel 3.1
Perhitungan Air Limpasan dari *Catchment Area* di Luar PIT

<i>Catchment Area</i>	Area Luar PIT	Luas (m ²)	Hektar (ha)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Intensitas Curah Hujan (m/jam)	Koefisien Limpasan	Debit Air Limpasan (m ³ /jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /detik)
A	Aktual dan Rencana	5.343.000	534,3	10,21	0,01021	0,4	21.820,81	6,06

Tabel 3.2
Perhitungan Debit Air Limpasan Di Dalam PIT

PIT	Luas (m ²)	Hektar (ha)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Intensitas Curah Hujan (m/jam)	Koefisien Limpasan	Debit Air Limpasan (m ³ /jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /detik)
Aktual	57.830	5,783	10,21	0,01021	0,9	531,40	0,15
Rencana	104.510	10,451	10,21	0,01021	0,9	960,34	0,27

3.3 Penelitian Hidrogeologi

➤ Debit Airtanah

Tabel 3.3
Debit Airtanah Total Kondisi PIT Aktual

Rekapitulasi Total	Q (m ³ /detik)	Q (m ³ /jam)
<i>Sidewall Barat</i>	1,16	4185,91
<i>Highwall</i>	0,43	1541,17
Total	1,59	5727,08

Tabel 3.4
Debit Airtanah Total Kondisi PIT Rencana

Rekapitulasi Total	Q (m ³ /detik)	Q (m ³ /jam)
<i>Sidewall Barat</i>	2,863	10305,263
<i>Highwall</i>	0,43	1541,17
Total	3,293	11846,433

➤ **Estimasi Jumlah Pompa**

Tabel 3.5
Debit Air Yang Masuk ke Dalam PIT dan Estimasi Pemompaan

Kondisi PIT	Air Hujan Limpasan (m ³ /jam)	Airtanah (m ³ /jam)	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /hari)	Kapasitas Pompa (m ³ /jam)	Jam Kerja Pompa	Estimasi Pompa
	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A+B</u>	<u>(A+B)*24</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>(A+B)*24/(C*D)</u>
Aktual	531,39987	5.727	6.258,475	150.203	4200	24	1
Rencana	960,34239	11.846	12.806,775	307.363	4200	24	3

D. Kesimpulan

Kajian Geoteknik

Dari studi geoteknik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Hasil pendeskripsian bor geoteknik dari pengeboran inti pada titik GT-01, GT-02, dan GT-03 diperoleh:
 - Top Soil* : Berwarna Kemerahan, Terdapat Akar - Akar Tumbuhan, terdekomposisi dan mengandung unsur hara, serta pelapukan mineral Fe (Limonite).
 - Gravel* : Batuan terdiri dari beberapa fragmen batuan beku lepas dan berpasir, ukuran fragmen 2 - 5 cm.
 - Claystone* : Batu Lempung bersifat Impermeable Berwarna Abu - Abu.
 - Coal* : Batubara Berwarna Hitam Bersifat Mudah Hancur dengan Pecahan Bersifat Konkoidal.
 - Sandstone* : Batupasir dengan pemilahan baik bersifat meloloskan air terdapat mineral berwarna putih dengan indikasi kuarsa.
 - Coaly Clay* : Batu Lempung yang mengandung unsur karbon, berwarna hitam, bersifat padat dan *impermeable*.
 - Shale* : Batu Serpih Berstruktur Laminasi Dengan Sisipan Batubara Di Dalamnya.
- Hasil uji laboratorium
 Dari hasil uji laboratorium nilai yang diperoleh digunakan sebagai input parameter yaitu *Claystone* 1 : bobot isi 18,2 kN/m³, kohesi 180 kN/m³, dan sudut geser dalam 21⁰; *Sandstone* 1 : bobot isi 21,1 kN/m³, kohesi 216 kN/m³, dan sudut geser dalam 23,55⁰; *Coal* 1 : bobot isi 12,4 kN/m³, kohesi 325 kN/m³, dan sudut geser dalam 22,9⁰.

3. Rekomendasi:
 - a. Desain lereng *Highwall* keseluruhan PIT penambangan (*Overall Pit Slope*): Sudut (α) = 55° , tinggi maksimum (H) = 47m, elevasi 30m dengan kondisi MAT aktual dan dipengaruhi kegempaan dengan FK 1,517.
 - b. Desain lereng *Sidewall* keseluruhan PIT penambangan (*Overall Pit Slope*) sesuai rencana dengan kondisi MAT Jenuh, dipengaruhi kegempaan :
 - Sisi barat Sudut (α) = 52° , tinggi maksimum (H) = 51m dengan FK 1,526.
 - Sisi timur Sudut (α) = 56° , tinggi maksimum (H) = 69m dengan FK 1,701.
 - c. Desain lereng tunggal PIT penambangan (*single slope*) yaitu sudut (α) = 70° , tinggi jenjang maksimum (H) = 15m, lebar *berm* = $\pm 2,8$ m, dan FK > 1,5.
 - d. Desain lereng keseluruhan timbunan (*overall waste-dump slope*), yaitu sudut (α) = 15° , tinggi maksimum (H) = 50m, FK > 1,5.

Kajian Geohidrologi

Dari Studi Hidrologi dan Hidrogeologi, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Curah hujan rencana sesuai dengan perhitungan *Metode Gumbel* untuk periode ulang hujan 2 tahun adalah 33,07 mm/hari dengan besarnya intensitas curah hujan melalui pendekatan *Mononobe* adalah 10,21 mm/jam.
2. Luasan daerah tangkapan hujan di luar bukaan tambang *catchment area* A 534,3 Ha. Sedangkan untuk luasan *catchment area* di dalam PIT sebesar 5,783 Ha (PIT Aktual) dan 10,451 Ha (PIT Rencana).
3. Besarnya debit air limpasan masuk ke dalam PIT Rencana adalah 960,34 m³/jam dan debit airtanah yang masuk ke dalam PIT Rencana adalah 11846,433 m³/jam.
4. Dimensi saluran pengalihan *Catchment A* lebar permukaan 3,63 m, tinggi 1,6 m, sudut kemiringan dinding saluran 45° , paritan pada jenjang PIT Aktual lebar permukaan 0,77 m, tinggi 0,7 m, sudut kemiringan dinding saluran 45° , dan paritan pada jenjang PIT Rencana lebar permukaan 1,43 m, tinggi 0,7 m, sudut kemiringan dinding saluran 45° .
5. Kebutuhan pompa untuk PIT Aktual sebanyak 1 unit dengan kapasitas 4.200 m³/jam dan PIT Rencana sebanyak 3 unit dengan kapasitas pompa 4.200 m³/jam jika asumsi curah hujan mencapai maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, Yunus. 2013. *Buku Ajar Hidrogeologi Untuk Pertambangan*. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung (UNISBA). Bandung. (Lingkungan UNISBA)
- Bieniawski, Z. T., 1984, *Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling*, A. A. Balkema, Rotterdam.
- Bishop, A.W. 1955. *The Use the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes*. *Geotechnique*, Vol. 5, No. 1, hal 7-17.
- Chow, Ven. Te. 1959. *Applied Hydrology*. Civil Engineering Series. New York : McGraw-Hill.
- Fetter, C.W. 1988. *Applied Hydrogeology* (4th Edition). Fourth Edition. London: Prentice Hall.

- Gafoer, S. T Cobrie dan Purnomo, J. 1994. *Peta Geologi Lembar Lahat (1986)*. Sumatera Selatan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Bandung.
- Gumbel, E.J. 1941. *The Return Period Of Flood Flows*. Ann. Math. Statist, 12(2), 163-190.
- Goodman, Richard E., 1989, *Rock Mechanics*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Hoek, E. & J. W. Bray, 1981. *Rock Slope Engineering*, Revised Third Edition, The Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Kliche, Charles. A. 1999, *Rock Slope Stability*, The Society for Mining, Metallurgy, London, England.
- Manning, R. 1891. *On The Flow Of Water In Open Channel And Pipes*. Civ, Eng, Ireland.
- Sayoga, Rudi. 1993. *Pengantar Penyaliran Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.
- Sulistijo, Budi, 2002, *Analisis Kemantapan Lereng Batuan*, Kursus Singkat, Geoteknik Terapan Untuk Tambang Terbuka, Departemen Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
- Supriatna, S., Sukardi, E. Rustandi, 1995. *Buku Lampiran Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Yuliadi, 2006, *Geoteknik Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Yuliadi, 2002, *Longsor Busur*, Diktat Kuliah Geoteknik, Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Zuidam, RA. Van. 1985. *Interprestasi dalam Analisis Terrain dan Pemetaan Geomorfologi*. ITC, Smits Publ. Enschede. Belanda.