

**ANALISIS BEBAN RUNTUH SEBAGAI ACUAN KEBUTUHAN
PENYANGGA DI TAMBANG BAWAH TANAH
GUDANG HANDAK UBPE PONGKOR
PT ANEKA TAMBANG (PERSERO) TBK**

TUGAS AKHIR

**NIKEN TRI AYUNING
122.13.014**



**PROGRAM STUDI EKSPLORASI TAMBANG
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2017**

**ANALISIS BEBAN RUNTUH SEBAGAI ACUAN KEBUTUHAN
PENYANGGA DI TAMBANG BAWAH TANAH
GUDANG HANDAK UBPE PONGKOR
PT ANEKA TAMBANG (PERSERO) TBK**

TUGAS AKHIR

**NIKEN TRI AYUNING
122.13.014**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Eksplorasi Tambang



**PROGRAM STUDI EKSPLORASI TAMBANG
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2017**

And Say : My Lord, Increase me in Knowledge -

Quran 20:114

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : NIKEN TRI AYUNING

NPM : 122.13.014

Tanda Tangan :

Tanggal : 1 Agustus 2017

**ANALISIS BEBAN RUNTUH SEBAGAI ACUAN KEBUTUHAN
PENYANGGA DI TAMBANG BAWAH TANAH
GUDANG HANDAK UBPE PONGKOR
PT ANEKA TAMBANG (PERSERO) TBK**

TUGAS AKHIR

**NIKEN TRI AYUNING
122.13.014**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Eksplorasi Tambang

Menyetujui,

Kota Deltamas, 1 Agustus 2017

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Syafrizal, ST., MT.

Muhammad Arbiansyah, ST., MT.

NIP. 197111251998031002

NIDN. 0422117202

Mengetahui

Ketua Program Studi Eksplorasi Tambang

Ir. Mulyono Hadiprayitno, M.Sc

NUPN.. 99440000

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Program Teknik Eksplorasi Tambang, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung. Tugas Akhir ini berjudul “*Analisis Beban Runtuh Sebagai Acuan Kebutuhan Penyangga Di Tambang Bawah Tanah Gudang Handak UBPE Pongkor PT Aneka Tambang (Persero) Tbk*”. Tulisan ini disusun sebagai hasil penelitian yang dilakukan di Tambang Bawah Tanah Gudang Handak PT Aneka Tambang (Persero) Tbk. UBPE Pongkor.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ayah, Mama, dan Kakak tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis untuk terus berjuang menggapai cita-cita.
2. PT Aneka Tambang (Persero) Tbk. UBPE Pongkor sebagai tempat pelaksanaan tugas akhir, khususnya kepada:
 - Bapak Dedi Syamsudin selaku *Vice President Operation*
 - Bapak Arya A. Kurnia, ST selaku Kepala *Quality Control Bureau*
 - Bapak Ryan Pratama, ST selaku Kepala Departemen Geoteknik sekaligus pembimbing penulis yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir
 - Pak Catur, Pak Mukri dan Pak Indarta yang telah menemani dan membimbing penulis saat pengambilan data di Tambang Bawah Tanah Gudang Handak.
 - Pak Bimo, Pak Anwar, Pak Tedi, Pak Halley, Pak Nico, Pak Randy, Pak Wahyu, seluruh staff dan karyawan di Departemen Geoteknik dan Pengukuran Kadar.

3. Bapak Dr. Eng., Syafrizal, ST., M.T. dan Muhammad Arbiansyah, ST., MT. yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir serta bimbingan dan arahan yang diberikan selama penulis menuntut ilmu.
4. Bapak Ir. Mulyono Hadiprayitno M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Eksplorasi Tambang yang memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
5. Bapak Rian Andriansyah, ST., MT. sebagai dosen yang memberikan banyak saran dan nasihat dalam kegiatan perkuliahan penulis.
6. Seluruh *civitas academica* Program Studi Teknik Eksplorasi Tambang ITSB yang membantu penulis selama menjalani pendidikan di Prodi Teknik Eksplorasi Tambang.
7. Rizky Saragih dan Agustinus Yosef yang selalu menemani dan membantu selama proses penyelesaian Tugas Akhir di Departement Geoteknik UBPE Pongkor.
8. Layli Eksak Agustiana, Nadiyah Thirida Putri, dan seluruh teman-teman Eksplorasi Tambang 2013 yang telah menjadi keluarga penulis, selalu bersama dalam suka dan duka. “Jayalah Tambang!”
9. Semua pihak yang telah berjasa kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan dan membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan, dan pengalaman yang penulis miliki. Penulis membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang Eksplorasi Tambang, khususnya geoteknik dan geomekanika.

Bekasi, 1 Agustus 2017

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Niken Tri Ayuning
NIM : 122.13.014
Program Studi : Eksplorasi Tambang
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS BEBAN RUNTUH SEBAGAI ACUAN KEBUTUHAN
PENYANGGA DI TAMBANG BAWAH TANAH
GUDANG HANDAK UBPE PONGKOR
PT ANEKA TAMBANG (PERSERO) TBK**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas
Pada tanggal : 1 Agustus 2017
Yang menyatakan

Niken Tri Ayuning

ABSTRAK

Unit Bisnis Pertambangan Emas (UBPE) PT Aneka Tambang (Persero) Tbk. adalah salah satu perusahaan tambang bawah tanah milik negara dengan metode penambangan *cut and fill*. Permasalahan berkaitan dengan karakteristik batuan menjadi masalah utama pada metode penambangan ini. Sehingga diperlukan suatu jaminan bahwa lubang bawah tanah yang dibuat tetap dalam keadaan stabil. Untuk mengatasi ketidakstabilan lubang bukaan di area penambangan Gudang Handak, maka diperlukan sistem penyanggaan. Agar dapat memberikan rekomendasi penyanggaan yang tepat, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap beban runtuh yang akan disangga. Kemudian dibuat suatu acuan penyanggaan untuk area penambangan Gudang Handak yang diharapkan dapat menghasilkan penyanggaan yang optimum ditinjau dari aspek geoteknik.

Penelitian dilakukan di dua lokasi *stope* produksi dan satu akses *development* yang masih aktif ditambang. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi penyangga sesuai dengan potensi beban runtuh di atap lubang bukaan, baik untuk runtuh baji maupun runtuh massa batuan. Runtuhan baji dianalisis dengan bantuan perangkat lunak *Unwedge 3.0*. Runtuhan massa batuan dianalisis dengan klasifikasi RMR, *Q-System* dan perangkat lunak *Examine 2D*.

Hasil beban runtuh dengan analisis runtuh baji yang mungkin terjadi sebesar 39,03 ton sampai 117,29 ton, sedangkan beban runtuh massa batuan yang mungkin terjadi berdasarkan metode empiris sebesar 20,61 ton sampai 27,78 ton dan berdasarkan metode numerik sebesar 5,39 ton sampai 13,43 ton. Rekomendasi penyangga berdasarkan hasil analisis runtuh baji yaitu *Mechanical Anchored Friction* 1,7 m dengan spasi 1m x 1m. Rekomendasi penyanggaan berdasarkan hasil analisis runtuh massa batuan yaitu *Friction Bolt* 1,4 m dengan spasi 1,8mx1,8m sampai dengan *Friction Bolt* panjang 1,4 m dengan spasi 1,3mx1,3m menggunakan penyangga tambahan berupa *H-Beam* (1 set).

KATA KUNCI : Ketidakstabilan bawah tanah, beban runtuh, baji, massa batuan, penyanggaan, Faktor Keamanan

ABSTRACT

Pongkor Gold Mine, PT Aneka Tambang (Persero) Tbk. is a one of the state-owned mining company which use cut and fill underground mining method. Problems related to the characteristics of the rocks become a major problem in this mining method. So it needs a guarantee that the underground hole made remains stable. To overcome the instability of openings in the mining area of Gudang Handak, a supporting system is required. In order to provide the right supporting recommendation, first an analysis of the weight failure will be supported. A supporting reference for Gudang Handak mining area is expected to produce optimum supporting in terms of geotechnical aspects.

The research was conducted in two production stope locations and one access development that is still actively mined. The research is aimed to provide support recommendations that are appropriate for the weight of failure in the stope back, for both wedge and rock mass failures. Wedge failure analysis was carrier out using Unwedge 3.0 software. Rock mass failure analysis utilised RMR, Q Classification System and Examine 2D software.

The result of weight failure from wedge failure analysis that might happen is ranged between 39,03 ton until 117,29 ton, while weight of rock mass failure that might happen based on empirical method is ranged 20,61 ton until 27,78 ton and based on numerical methode is ranged between 5,39 ton until 13,43 ton. Support recommendation based on the result of wedge failure analysis is mechanically anchore friction bolt (bolt length 2,4 m; bolt spacing 1mx1m until 1,1mx1,1m). Support recommendation based on the result of rock mass failure analysis is friction bolt (bolt length 1,4; bolt spacing 1,8mx1,8m until 1,3mx1,3m) and using an extra supported of H-Beam (1 set).

KEY WORDS : *Underground instabillity, weight of failure, wedge, rock mass, support, factor of safety.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
LEMBAR ORSINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	7
BAB II. KEADAAN UMUM DAN KONDISI GEOLOGI	8
2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah	8
2.2 Sejarah Singkat PT ANTAM UBPE Pongkor	9
2.3 Kondisi Topografi dan Lingkungan	9
2.4 Kondisi Geologi	10
2.5 Metode Penambangan	12
2.5.1 Pembukaan Lombong	13
2.5.1.1 Pemboran	13
2.5.1.2 Pengisian Bahan Peledak	13
2.5.1.3 Peledakan	13
2.5.1.4 <i>Smoke Clearing</i>	13
2.5.1.5 Pembersihan Atap	13
2.5.1.6 Penyanggaan	14
2.5.1.7 Pengumpulan dan Pemuatan	14
2.5.1.8 Pengangkutan	14
2.5.2 Pengisian Lombong	14
2.6 Pengolahan	15
2.7 <i>Geotech Bureau</i> Pongkor UBPE	15
BAB III. LANDASAN TEORI	17
3.1 Kekuatan Massa Batuan	17
3.2 Klasifikasi Massa Batuan	19

3.2.1 <i>Q-System (Rock Tunneling Quality Index)</i>	20
3.2.2 Sistem RMR (<i>Rock Mass Rating</i>)	32
3.3 Kestabilan Lubag Bukaan	45
3.4 Jenis Runtuhan	46
3.4.1 Runtuhan Baji	46
3.4.2 Runtuhan Massa Batuan	46
2.5.1.7 Metode Numerik	47
2.5.1.8 Metode Empiris	48
3.5 Penyangga dan Perkuatan Batuan	49
3.5.1 <i>Friction Bolt</i>	50
3.5.2 <i>Mechanically Anchored Friction Bolt</i>	51
3.5.3 <i>H-Beam</i>	52
3.5.4 Beton Tembak (<i>Shotcrete</i>)	53
BAB IV. DATA DAN PENGOLAHAN DATA	55
4.1 Pengambilan Data	55
4.1.1 Lokasi Pengambilan Data	55
4.1.2 Waktu Pengambilan Data	55
4.1.3 Peralatan Pengambilan Data	56
4.1.4 Cara Pengambilan Data	56
4.2 Data Lapangan	57
4.2.1 Kualitas Massa Batuan	57
4.2.2 Orientasi Kekar	57
4.2.3 Geometri Lubang Bukaan dan Arah Penggalian	61
4.3 Data Laboratorium	61
4.4 Data Geoteknik UBPE Pongkor	62
4.4.1 Karakteristik Penyangga	62
4.4.2 Tegangan <i>In Situ</i>	63
4.5 Pengolahan Data	64
4.5.1 Beban Runtuh	64
4.5.1.1 Beban Runtuh Baji Menurut Perangkat Lunak <i>Unwedge</i> 3.0.....	64
4.5.1.2 Beban Runtuh Massa Batuan Menurut Perangkat Lunak <i>Examine 2D</i>	65
4.5.1.3 Beban Runtuh Massa Batuan Menurut Klasifikasi RMR	67
4.5.2 Rekomendasi Penyangga.....	68
4.5.2.1 Rekomendasi Penyangga Menggunakan <i>Unwedge 3.0</i>	69
4.5.1.2 Rekomendasi Penyangga Menggunakan <i>Examine 2D</i> ..	73
4.5.1.3 Rekomendasi Penyangga Menggunakan <i>Q-System</i>	74
4.5.1.4 Rekomendasi Penyangga Menggunakan RMR	76
BAB V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	79
5.1 Kualitas Massa Batuan	79
5.2 Beban Runtuh	80
5.2.1 Beban Runtuh Baji Menurut Perangkat Lunak <i>Unwedge 3.0</i> ...	80

5.2.2	Beban Runtuh Massa Batuan Menurut Perangkat Lunak Examine 2D	81
5.2.3	Beban Runtuh Massa Batuan Menurut Klasifikasi RMR	81
5.3	Rekomendasi Penyangga	82
5.3.1	Rekomendasi Penyangga Menggunakan <i>Unwedge 3.0</i>	84
5.3.1.1	Rancangan Penyangga <i>Fish Bone 6</i>	84
5.3.1.2	Rancangan Penyangga <i>Ramp Down Connect</i>	84
5.3.1.3	Rancangan Penyangga <i>Vein B 2 Utara</i>	85
5.3.2	Rekomendasi Penyangga Menggunakan <i>Examine 2D</i>	85
5.3.2.1	Rancangan Penyangga <i>Fish Bone 6</i>	86
5.3.2.2	Rancangan Penyangga <i>Ramp Down Connect</i>	87
5.3.2.3	Rancangan Penyangga <i>Vein B 2 Utara</i>	88
5.3.3	Rekomendasi Penyangga Menggunakan <i>Q-System</i>	89
5.3.3.1	Rancangan Penyangga <i>Fish Bone 6</i>	89
5.3.3.2	Rancangan Penyangga <i>Ramp Down Connect</i>	90
5.3.3.3	Rancangan Penyangga <i>Vein B 2 Utara</i>	90
5.3.4	Rekomendasi Penyangga Menggunakan RMR	91
5.3.4.1	Rancangan Penyangga <i>Fish Bone 6</i>	91
5.3.4.2	Rancangan Penyangga <i>Ramp Down Connect</i>	91
5.3.4.3	Rancangan Penyangga <i>Vein B 2 Utara</i>	92
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN		93
6.1	Kesimpulan	93
6.2	Saran	94
DAFTAR PUSTAKA		95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Penelitian.....	6
Gambar 2.1	Lokasi UBPE Pongkor PT Aneka Tambang (Persero) Tbk.	8
Gambar 2.2	Peta Geologi dari Deposit Pongkor.	11
Gambar 2.3	Metode Penambangan Cut and Fill Urat Gudang Handak	12
Gambar 3.1	Prosedur Pengukuran dan Perhitungan RQD	22
Gambar 3.2	Klasifikasi Kekasaran Permukaan	24
Gambar 3.3	(a) Dinding Didang Diskontinu Saling Kontak, (b) Dinding Bidang Diskontinu Terpisah dengan Jarak Kurang dari 10 cm, (c) Dinding Bidang Diskontinu Terpisah dengan Jarak Lebih dari 10 cm	26
Gambar 3.4	Nilai SRF Berkaitan dengan Jumlah Zona Lemah	30
Gambar 3.5	Kurva Hubungan antara D_e , Q , dan Perkiraan Kebutuhan Penyangga.....	32
Gambar 3.6	Hubungan antara <i>Stand-Up Time</i> dengan <i>Span</i> untuk Berbagai Kelas Massa Batuan Berdasarkan Klasifikasi Sistem RMR	41
Gambar 3.8	<i>Friction Bolt</i> dan <i>Face Plate</i>	50
Gambar 3.9	Kombinasi Baut Batuan dan <i>Welded-Wire Mesh</i>	51
Gambar 3.10	<i>Mechanically Anchored Friction Bolt</i>	52
Gambar 3.11	Penyanggaan Lubang Bukaannya menggunakan <i>H-Beam</i> dan Bantalan Kayu (<i>Stapling</i>) di Gudang Handak	52
Gambar 4.1	Model Pesebaran Yielded Element di Sekitar Lubang Bukaannya (<i>Fish Bone 6</i>).....	67
Gambar 4.2	Rekomendasi Penyangga <i>Fish Bone 6</i> , (a) Tampak Depan Sebelum Disangga, (b) Tampak 3 Dimensi Sebelum Disangga, (c) Tampak Depan Setelah Disangga, (d) Tampak 3 Dimensi Setelah Disangga, (e) Kondisi Baji Sebelum Disangga, (f) Kondisi Baji Setelah Disangga.....	70
Gambar 4.3	Rekomendasi Penyangga <i>Ramp Down Connect</i> , (a) Tampak Depan Sebelum Disangga, (b) Tampak 3 Dimensi Sebelum Disangga, (c) Tampak Depan Setelah Disangga, (d) Tampak 3 Dimensi Setelah	

	Disangga, (e) Kondisi Baji Sebelum Disangga, (f) Kondisi Baji Setelah Disangga	71
Gambar 4.4	Rekomendasi Penyangga <i>Vein B 2 Utara</i> , (a) Tampak Depan Sebelum Disangga, (b) Tampak 3 Dimensi Sebelum Disangga, (c) Tampak Depan Setelah Disangga, (d) Tampak 3 Dimensi Setelah Disangga, (e) Kondisi Baji Sebelum Disangga, (f) Kondisi Baji Setelah Disangga.	72
Gambar 4.5	Model Distribusi <i>Yielded Element</i> di Atap Lubang Bukaannya (<i>Fish Bone 6</i>).....	73
Gambar 4.6	Model Distribusi <i>Yielded Element</i> di Atap Lubang Bukaannya (<i>Ramp Down Connect</i>).....	74
Gambar 4.7	Model Distribusi <i>Yielded Element</i> di Atap Lubang Bukaannya (<i>Vein B 2 Utara</i>)	74
Gambar 4.8	Grafik Rekomendasi Penyangga Menurut Metode <i>Q-System</i> di <i>Fish Bone 6</i>	75
Gambar 4.8	Grafik Rekomendasi Penyangga Menurut Metode <i>Q-System</i> di <i>Ramp Down Connect</i>	75
Gambar 4.8	Grafik Rekomendasi Penyangga Menurut Metode <i>Q-System</i> di <i>Vein B 2 Utara</i>	76
Gambar 5.1	Korelasi Nilai RMR terhadap Nilai Q	80
Gambar 5.2	<i>Prinsipal Stress</i> di <i>Fish Bone 6</i>	86
Gambar 5.3	<i>Prinsipal Stress</i> di <i>Ramp Down Connect</i>	87
Gambar 4.8	<i>Prinsipal Stress</i> di <i>Vein B 2 Utara</i>	88

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kualitas Batuan Berdasarkan RQD.....	21
Tabel 3.2	Pemerian dan Pembobotan Parameter Jumlah Famili Kekar (Jn).....	23
Tabel 3.3	Pemerian dan Pembobotan Parameter Kekasaran Kekar (Jr).....	25
Tabel 3.4	Pemerian dan Pembobotan Parameter Tingkat Alterasi Bidang Diskontinu (Ja) untuk Dinding Bersentuhan.....	26
Tabel 3.5	Pemerian dan Pembobotan Parameter Tingkat Alterasi Bidang Diskontinu (Ja) untuk Dinding Bersentuhan dengan Geseran Kurang dari 10 cm.....	26
Tabel 3.6	Pemerian dan Pembobotan Parameter Tingkat Alterasi Bidang Diskontinu (Ja) untuk Dinding Bersentuhan demham Geseran Lebih dari 10 cm.....	27
Tabel 3.7	Pemerian dan Pembobotan Parameter Kondisi Hidrologi Bidang Diskontinu	27
Tabel 3.8	Pemerian dan Pembobotan Faktor Reduksi Tegangan (SRF) untuk Zona Lemah yang Memotong Bukaan yang Memungkinkan Terjadinya Runtuhan	29
Tabel 3.9	Pemerian dan Pembobotan Faktor Reduksi Tegangan (SRF) untuk Batuan Kompeten	29
Tabel 3.10	Pemerian dan Pembobotan Faktor Reduksi Tegangan (SRF) untuk Batuan yang Mudah Berkerut (<i>Squeezing Rock</i>)	29
Tabel 3.11	Pemerian dan Pembobotan Faktor Reduksi Tegangan (SRF) untuk Batuan yang Mudah Mengembang (<i>Swelling Rock</i>)	30
Tabel 3.12	Kategori Lubang Bukaan dan Nilai ESR-nya	31
Tabel 3.13	Klasifikasi Kuat Tekan Massa Batuan	34
Tabel 3.14	Pembobotan Spasi Bidang Diskontinu	35
Tabel 3.15	Penggolongan dan Pembobotan Kekasaran	36
Tabel 3.16	Pemerian Pemisahan Kekar	36
Tabel 3.17	Klasifikasi Kemenerusan.....	37
Tabel 3.18	Pemerian Tingkat Pelapukan Batuan	38

Tabel 3.19	Pembobotan Nilai Kondisi Kekar Secara Detail	39
Tabel 3.20	Pembobotan Nilai Kondisi Air Tanah	39
Tabel 3.21	Klasifikasi Orientasi Kekar	40
Tabel 3.22	Kelas Massa Batuan yang Ditentukan dari Pembobotan RMR Total	42
Tabel 3.23	Arti dari Kelas Massa Batuan.....	42
Tabel 3.24	Rekomendasi Penyanggaan pada Sistem RMR	43
Tabel 4.1	Data Kualitas Massa Batuan di Tambang Bawah Tanah Gudang Handak	57
Tabel 4.2	Data Orientasi Kekar di <i>Fish Bone 6</i>	58
Tabel 4.3	Data Orientasi Kekar di <i>Ramp Down Connect</i>	59
Tabel 4.4	Data Orientasi Kekar di <i>Vein B 2 Utara</i>	60
Tabel 4.5	Data Geometri Lubang Buka dan Arah Penggalian di Tambang Bawah Tanah Gudang Handak.....	61
Tabel 4.6	Data Hasil <i>Point Load Test</i>	62
Tabel 4.7	Karakteristik <i>Friction Bolt</i>	63
Tabel 4.8	Karakteristik <i>Mechanical Anchored Friction Bolt</i>	63
Tabel 4.9	Karakteristik <i>Shotcrete</i>	63
Tabel 4.10	Kedalaman dan Tegangan <i>In Situ</i>	64
Tabel 4.11	Data Masukan (<i>Input Data</i>) Pemodelan Runtuhan Massa Batuan pada Perangkat Lunak <i>Examine 2D</i>	66
Tabel 4.12	Beban Runtuh Massa Batuan Berdasarkan Klasifikasi Nilai RMR	67
Tabel 4.13	Rekomendasi Penyangga di Setiap Lokasi Penelitian.....	68
Tabel 4.14	Rekapitulasi Rekomendasi Penyangga Menurut Metode <i>Q-System</i> ...	76
Tabel 4.15	Rekapitulasi Rekomendasi Penyangga Menurut Metode RMR di Lokasi <i>Fish Bone 6</i>	77
Tabel 4.16	Rekapitulasi Rekomendasi Penyangga Menurut Metode RMR di Lokasi <i>Ramp Down Connect</i>	77
Tabel 4.17	Rekapitulasi Rekomendasi Penyangga Menurut Metode RMR di Lokasi <i>Vein B 2 Utara</i>	78
Tabel 5.1	Perkiraan Beban Runtuh Tiap Metode	80
Tabel 5.2	Standar Minimum Penyangga UBPE Pongkor	82

Tabel 5.3 Rekomendasi Penyangga di Setiap Lokasi Penelitian Berdasarkan Perhitungan dan GCMP UBPE Pongkor	83
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** Peta Lokasi Penelitian Area Penambangan Gudang Handak
- Lampiran B** Rekapitulasi Data Pemetaan RMR dan Pengolahan Rekomendasi Penyanggaannya
- Lampiran C** Rekapitulasi Data Pemetaan Geoteknik Metode *Q-System*
- Lampiran D** Hasil Pengujian Laboratorium (Point Load Test)
- Lampiran E** Pemetaan Arah Umum Kekar Menggunakan Perangkat Lunak *Dips*
- Lampiran F** *Strength Factor* Pada Kurva Kriteria Keruntuhan *Generalized Hoek-Brown (Rocsiense)*
- Lampiran G** Perhitungan Nilai Rekomendasi Penyangga di Tiap Lokasi Penelitian Menggunakan Perangkat Lunak *Examine 2D*
- Lampiran C** Rekapitulasi Data Pemetaan Geoteknik Metode *Q-System*
- Lampiran D** Hasil Pengujian Laboratorium (Point Load Test)
- Lampiran E** Pemetaan Arah Umum Kekar Menggunakan Perangkat Lunak *Dips*

DAFTAR ISTILAH

Adit

Lubang bukaan mendatar yang menghubungkan tambang bawah tanah dengan permukaan bumi sebagai terowongan yang buntu.

Broken Ore

Material lepas hasil pembongkaran atau penggalian mineral bijih.

Cross Cut

Suatu lubang bukaan mendatar yang menyilang atau memotong jurus endapan bijih.

Development

Pekerjaan untuk membuat lubang-lubang bukaan ke arah dan di dalam endapan bijih sebagai persiapan untuk penambangan dan pengangkutan endapan bijih tersebut.

Dip

Derajat yang dibentuk antara bidang planar dan bidang horizontal.

Dip Direction

Azimuth dari arah dip yang diproyeksikan ke bidang horizontal, yang mana arahnya tegak lurus 90° dari arah strike.

Drift

Suatu lubang bukaan mendatar yang dibuat dekat atau pada endapan bijih dan arahnya sejajar dengan jurus.

Dumping Point

Tempat penimbunan untuk *broken ore*.

Face Mapping

Pemetaan geoteknik yang dilakukan di muka kerja penggalian, berguna untuk mengetahui karakteristik massa batuan dan struktur geologinya.

Fish Bone

Penggalian yang dilakukan pada sisa badan bijih yang telah melakukan penggalian sebelumnya.

Level

“*Drift*”, “*Cross Cut*” atau “*Adit*” yang dibuat dengan jarak-jarak yang teratur ke arah vertikal sesuai dengan elevasi dari permukaan bumi.

Lori

Tempat penyimpanan material hasil penggalian yang bergerak di atas rel.

Ramp

Jalan masuk tambang berbentuk spiral atau melingkar yang menghubungkan antar level penggalian.

Rock Mass

Batuan in situ yang dijadikan diskontinu oleh sistem struktur seperti kekar, sesar dan bidang perlapisan (Hoek & Bray, 1981).

Strike

Arah garis yang dibentuk dari perpotongan bidang planar dengan bidang horizontal ditinjau dari arah utara.

Stope (Lombong)

Suatu tempat atau ruangan ketika proses produksi pada tambang bawah tanah di mana endapan bijih sedang ditambang.

Vein

Suatu daerah mineralisasi yang memiliki bentuk menyerupai pipa atau urat dan umumnya miring terhadap bidang datar (lebih besar 45°).

Waste

Material pengotor yang tercampur pada suatu endapan mineral.

Wedge

Terbentuk diakibatkan oleh pertemuan tiga bidang diskontinu yang arahnya saling berpotongan.