DAFTAR PUSTAKA

Aksoy, C. O. 2008. *Review Of Rock Mass Rating Classification: Historical Developments, Applications, And Restrictions.* Journal of Mining Science, Vol. 44, No. 1.

Ananda, R., Fadhli, M. 2018. *Statistik Pendidikan Teori dan Praktik dalam Pendidikan*. Medan. CV Wisya Puspita.

Bieniawski, Z. T., 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. Canada. Jhon Wiley & Sons.

Brady, B. H. G., Brown, E. T. 2004. *Rock Mechanics for Underground Mining*. Trans. Tech. Publications, Clausthal, Germany (Third Edition). Australia. Kluwer Academic.

Deere D.U., Deere, D.W. 1967. *Rock Quality Designation (RQD) Index*. Department of the Army, U.S. Corps of Engineers. Washington DC.

Ginting, A., Purba, A., Sjadat, A. 2017. *Inovasi Sistem Penyanggaan di Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia*. *Proc. 2th University Network for Indonesia Infrastructure Development.* Palembang.

Halimin, M. Y., Hasan, H., Winaswangusti, A. I. 2018. *Studi Korelasi Rock Mass Rating (RMR) Dan Overbreak Tambang Emas Toguraci PT Nusa Halmahera Minerals Di Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara.* Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 6, No. 1: 21-26.

Hastono., Priyo, S. 2006. *Analisis Data SPSS*. Jakarta. Universitas Indonesia.

Hazzaliandiah., Toha,M. T., Bochori. 2017*. Analisis Peledakan dan Kemajuan Front Bukaan Pada Tambang Bawah Tanah Bijih Emas PT. Cibaliung Sumber Daya*. Jurnal Teknik Pertambangan Palembang Universitas Sriwijaya.

Hoek, E., Kaiser, P. K., Bawden, W. F. 1995. *Support of Underground Excavations in Hard Rock*. Rotterdam. Balkema.

Jang, H., Topal, E. 2013. *Optimizing Overbreak Prediction Based On Geological Parameters Comparing Multiple Regression Analysis And Artificial Neural Network*. Tunnelling and Underground Space Technology 38; 161–169.

Kaiser, P. K., McCreath, D. 1992. *Rock Support In Mining And Underground Construction*. Rotterdam. Balkema.

Khatik, V. M., Nandi, A. K. 2018. *A Generic Method For Rock Mass Classification*. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 2018; 102-116.

Lauffer, H. 1958. *Gebirgsklassifizierung fur den Stollenbau*. In Geologie und Bauwesen Vol.24; 46-51.

Li, C. C. 2017. *Principles of Rockbolting Design*. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering; 396-414.

Mahar, J. W., Parker, H. W., Wuellner, W. W. 1975. *Shotcrete Practice In Underground Construction*. U.S. Department of Transportation Report FRA-OR&D, Springfield, VA: Nat. Tech. Info. Service; 75–90.

Mahtab, M.A., Rossler, K., Kalamaras, G.S., Grasso, P., 1997. *Assessment Of Geological Overbreak For Tunnel Design And Contractual Claims.* International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 34, 185.e181–185.e113.

Mandal, S., Singh, M., Dasgupta, S., 2008. *Theoretical Concept To Understand Plan And Design Smooth Blasting Pattern.* Geotechnical and Geological Engineering 26; 399–416

Mehra, C., Saritha, P., Kumar, M. 2016. *Shotcreting in Tunnel*. International Journal Of Engineering And Computer Science Volume 5; 17667-17672.

Moshab. 1999. *Surface Rock Support For Underground Mines Code Of Practice*. Western Australia. Mines Occupational Safety and Health Advisory Board.

Nata, R. A., Murad, M.S. 2017. *Stand Up Time in Tunnel Base on Rock Mass Rating Bieniawski 1989*. *Proceedings of the 3rd International Conference on Construction and Building Engineering* . 090005-1.

Palstrom, A., 1982. *The Volumetric Joint Count – A Useful and Simple Measure of thr Degree of Rock Jointing* . Proc. 4th Int. Congr., Int. Assoc. Eng. Geol., Dehli, Vol. 5; 221 – 228

Priest, S. D., Hudson, J. A., 1967. *Estimation of Discontinuity Spacing and Trace Length Using Scanline Survey.* International Journal of Rock Mechanics and Mineral Science and Geomechanics, vol. 18; 183-197.

Rahimi, B., Sharifzadeh, M., Feng, X. T. 2019. *Ground Behaviour Analysis, Support System Design And Constructionstrategies In Deep Hard Rock Mining-Justified In Western Australian's Mines.* Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering; 1-20

Rahmadani, Z., Heriyadi, B. 2018. *Analisis Korelasi Overbreak Terhadap Yield Zone Pada Area 601 Crusher Complex Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave PT. Freeport Indonesia.* Jurnal Bina Tambang, Vol. 4, No.1.

Siegel, S. 1956. *Nonparametric Statistics: For The Behavioral Sciences*. New York. McGraw-Hill Book Company, Inc.

Singh, S. P. 2018. *Overbreak Control in Unddergound Mines*. MOJ Civil Engineering. Research article volume 4.

Supardi, U. S. 2013. *Aplikasi Statistika Dalam Penelitian Konsep Statistika Yang Lebih Komprehensif*. Jakarta. Change Publication.

Suryadi, Kopa, R. 2017. *Analisis Geometri Peledakan untuk Meminimalisir Jarak Lemparan Batuan (Flyrock) pada Peledakan Tambang Terbuka PT Ansar Terang Crushindo II Pangkalan Sumatera Barat Dengan Visualisasi menggunakan Drone DJI Phantom 4.* Jurnal Bina Tambang, Vol. 4, No. 3; 175-186.

Violot, M. 2017. *An Investigation Into The Stand-Up Time Of Stopes At The Birchtree Mine, Thompson, Manitoba*. Thesis Department of Civil, Geological and Environmental Engineering University of Saskatchewan; 1-157.

LAMPIRAN

Lampiran A. Penilaian Massa Batuan Berdasarkan Klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR)

Lokasi: KL SB 9C UC2 WOD04 003

1. Hari ke-1

Gambar 1. Kondisi *heading* hari ke-1

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-1

Parameter	Klasifikasi	Bobot RMR
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	89,92	17
Spasi bidang diskontinu	0.06-0.2 m	8
Kemenerusan kekar	1-3 m	4
Bukaan kekar	1-5 mm	1
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Sedikit	5
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**42**

2. Hari ke-2

Gambar 2. Kondisi *heading* hari ke-2

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-2

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	89,69	17
Spasi bidang diskontinu	0.2-0.6 m	10
Kemenerusan kekar	<1 m	6
Bukaan kekar	0,1 – 1 mm	4
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**50**

3. Hari ke-3

Gambar 3. Kondisi *heading* hari ke-3

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-3

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	92,37	20
Spasi bidang diskontinu	0.2-0.6 m	10
Kemenerusan kekar	1-3 m	4
Bukaan kekar	1-5 mm	1
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian keras <5 mm	4
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**50**

4. Hari ke-4

Gambar 4. Kondisi *heading* hari ke-4

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-4

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	96,17	20
Spasi bidang diskontinu	0.2-0.6 m	10
Kemenerusan kekar	1-3 m	4
Bukaan kekar	>5 mm	0
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut >5 mm	0
Pelapukan	Tidak ada	5
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**44**

5. Hari ke-5

Gambar 5. Kondisi *heading* hari ke-5

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-5

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	97,15	20
Spasi bidang diskontinu	0.6-2 m	15
Kemenerusan kekar	1-3 m	4
Bukaan kekar	1-5 mm	1
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Sedikit	5
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**52**

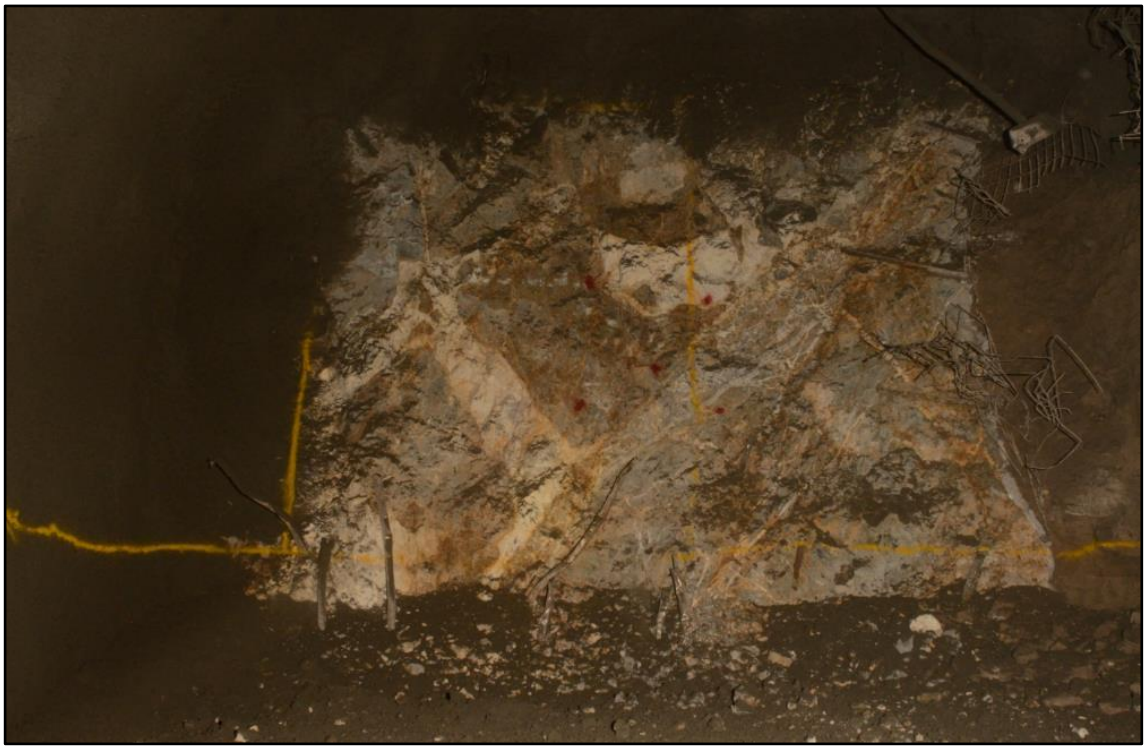
6. Hari ke-6

Gambar 6. Kondisi *heading* hari ke-6

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-6

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	96,74	20
Spasi bidang diskontinu	0,2-0,6 m	10
Kemenerusan kekar	<1 m	6
Bukaan kekar	0,1 – 1 mm	4
Kekasaran kekar	Halus	1
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Sedikit	5
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**50**

7. Hari ke-7



Gambar 7. Kondisi *heading* hari ke-7

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-7

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	85,24	17
Spasi bidang diskontinu	0.06-0.2 m	8
Kemenerusan kekar	1-3 m	4
Bukaan kekar	1-5 mm	1
Kekasaran kekar	Kasar	5
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**45**

8. Hari ke-8

Gambar 8. Kondisi *heading* hari ke-8

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-8

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	85,11	17
Spasi bidang diskontinu	0.06-0.2 m	8
Kemenerusan kekar	1-3 m	6
Bukaan kekar	0,1 – 1 mm	4
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**48**

9. Hari ke-9

Gambar 9. Kondisi *heading* hari ke-9

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-9

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	96,74	20
Spasi bidang diskontinu	0.2-0.6 m	10
Kemenerusan kekar	<1 m	6
Bukaan kekar	1-5 mm	1
Kekasaran kekar	Halus	1
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**48**

10. Hari ke-10

Gambar 10. Kondisi *heading* hari ke-10

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-10

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	85,80	17
Spasi bidang diskontinu	0.2-0.6 m	10
Kemenerusan kekar	3-10 m	2
Bukaan kekar	1-5 mm	1
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**43**

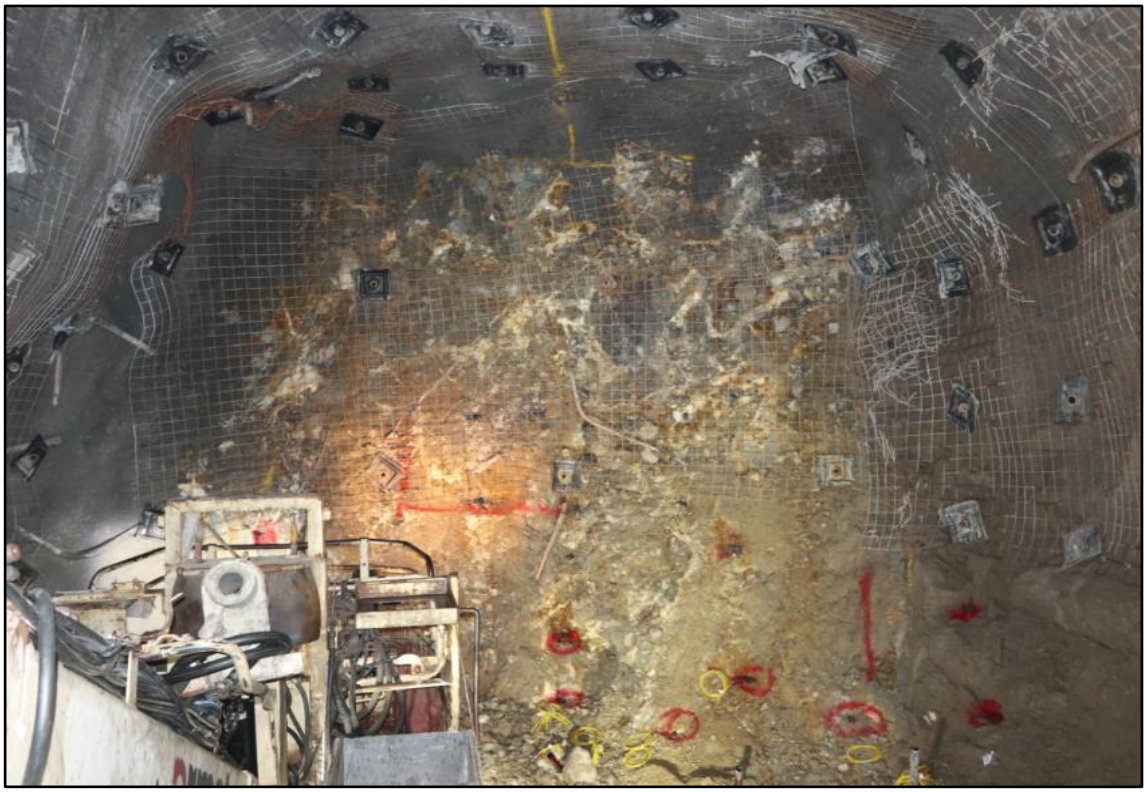
11. Hari ke-11

Gambar 11. Kondisi *heading* hari ke-11

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-11

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	89,11	17
Spasi bidang diskontinu	0.06-0.2 m	8
Kemenerusan kekar	3-10 m	2
Bukaan kekar	1-5 mm	1
Kekasaran kekar	Halus	1
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**39**

12. Hari ke-12



Gambar 12. Kondisi *heading* hari ke-12

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-12

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	88,37	17
Spasi bidang diskontinu	0.06-0.2 m	8
Kemenerusan kekar	1-3 m	4
Bukaan kekar	0,1 – 1 mm	4
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**46**

13. Hari ke-13

Gambar 13. Kondisi *heading* hari ke-13

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-13

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	90,32	20
Spasi bidang diskontinu	0.06-0.2 m	8
Kemenerusan kekar	1-3 m	4
Bukaan kekar	0,1 – 1 mm	4
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Sedikit	5
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**48**

14. Hari ke-14

Gambar 14. Kondisi *heading* hari ke-14

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-14

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	89,92	17
Spasi bidang diskontinu	0.2-0.6 m	10
Kemenerusan kekar	<1 m	6
Bukaan kekar	<0,1 mm	5
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian keras <5 mm	4
Pelapukan	Sedikit	5
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**52**

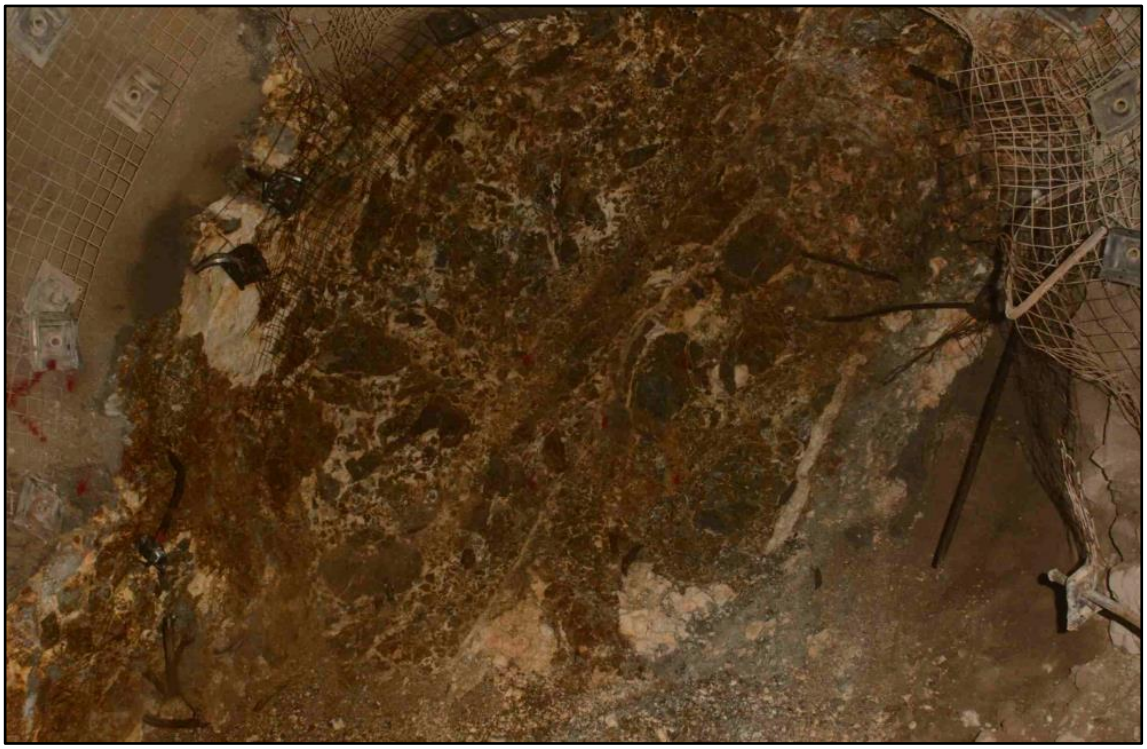
15. Hari ke-15

Gambar 15. Kondisi *heading* hari ke-15

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-15

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	93,47	20
Spasi bidang diskontinu	0.2-0.6 m	10
Kemenerusan kekar	<1 m	6
Bukaan kekar	0,1 – 1 mm	4
Kekasaran kekar	Halus	1
Infilling (isian) kekar	Isian keras <5 mm	4
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**53**

16. Hari ke-16



Gambar 16. Kondisi *heading* hari ke-16

Tabel Klasifikasi RMR untuk *heading* hari ke-16

Parameter	**Klasifikasi**	**Bobot RMR**
Kekuatan Batuan	*Quartz breccia* (30 MPa)	4
RQD	88,96	17
Spasi bidang diskontinu	0.06-0.2 m	8
Kemenerusan kekar	<1 m	6
Bukaan kekar	0,1 – 1 mm	4
Kekasaran kekar	Sedikit kasar	3
Infilling (isian) kekar	Isian lembut <5 mm	2
Pelapukan	Tidak ada	6
Kondisi air tanah	Lembab	10
Orientasi kekar	*Paralel, very unfavourable*	-12
RMR		**48**

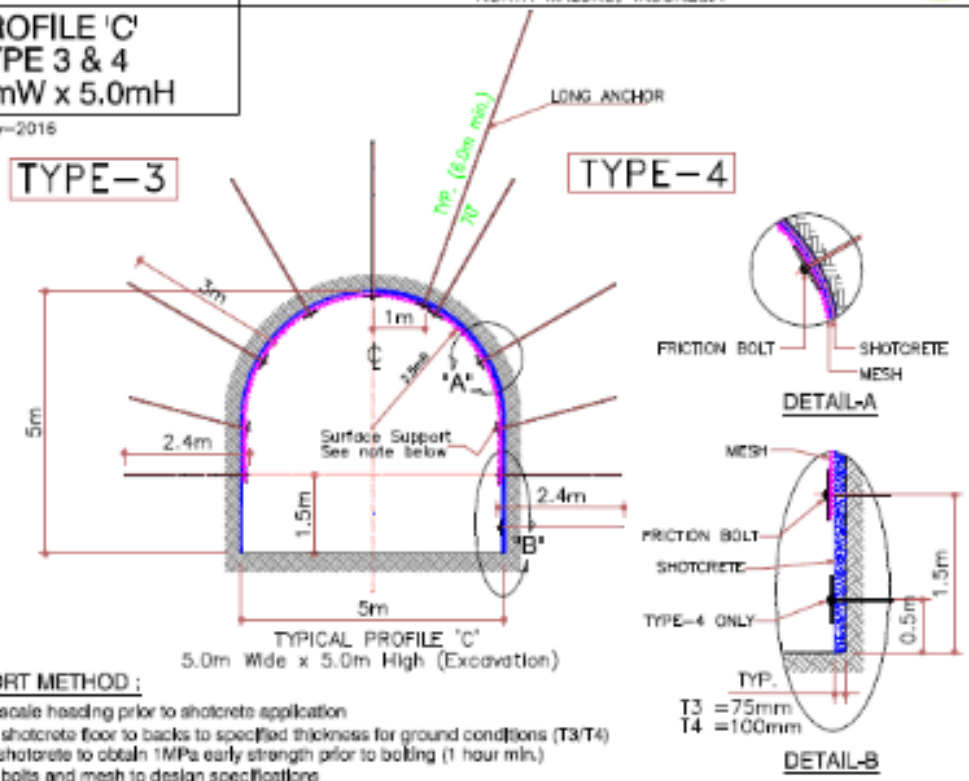
Lampiran B. Profil terowongan lokasi penelitian

KENCANA UNDERGROUND MINE

P.T. NUSA HALMAHERA MINERALS
Newcrest Mining Limited
NORTH MALUKU, INDONESIA

PROFILE 'C'
TYPE 3 & 4
5.0mW x 5.0mH

UPDATE : July-2016



TYPICAL PROFILE 'C'
5.0m Wide x 5.0m High (Excavation)

SUPPORT METHOD :

1. Hydrocscale heading prior to shotcrete application
2. Spray shotcrete floor to backs to specified thickness for ground conditions (T3/T4)
3. Allow shotcrete to obtain 1MPa early strength prior to bolting (1 hour min.)
4. Install bolts and mesh to design specifications
5. For T4 ground conditions, Install long anchors (6m min. cablebolts/hollow bars) as per design

NOTES :

1. For T3 - Minimum support standard is achieved after meshing and pattern bolting through the fibrecrete
2. For T4 - Minimum support standard is achieved after meshing, pattern bolting through the fibrecrete and long anchor (6m) installation
3. All spillsets are to be grouted to within 6m of the face at all times
4. Long anchors must be fully installed and tensioned prior to face advance
5. If Critical Span Threshold is exceeded heading to be stopped for Geotechnical assessment
   - Heading must not advance until approval notification is provided from Geotechnical Department

SPECIFICATIONS :

ROCK TYPE	SHOTCRETE THICKNESS	MESH	LOWEST ROW OF BOLTS FROM FLOOR
T3	75mm ±10mm	To, 1.5m from floor	1.5m
T4	100mm ±10mm		0.5m

Critical Span Threshold	Width = 5.5m	Height = 5.5m
Bolts	Friction Bolts - Black, Cement Grouted	
Bolts length	Walls : 2.4m Backs : 3.0m	
Transverse Bolt Spacing	1 ± 0.2m	
Longitudinal Ring spacing	1 ± 0.2m	
Shotcrete Fibre Dosage	6 Kg/m3 Fibre	
Mesh	5.8mm, Black, 100x100mm Square Aperture	

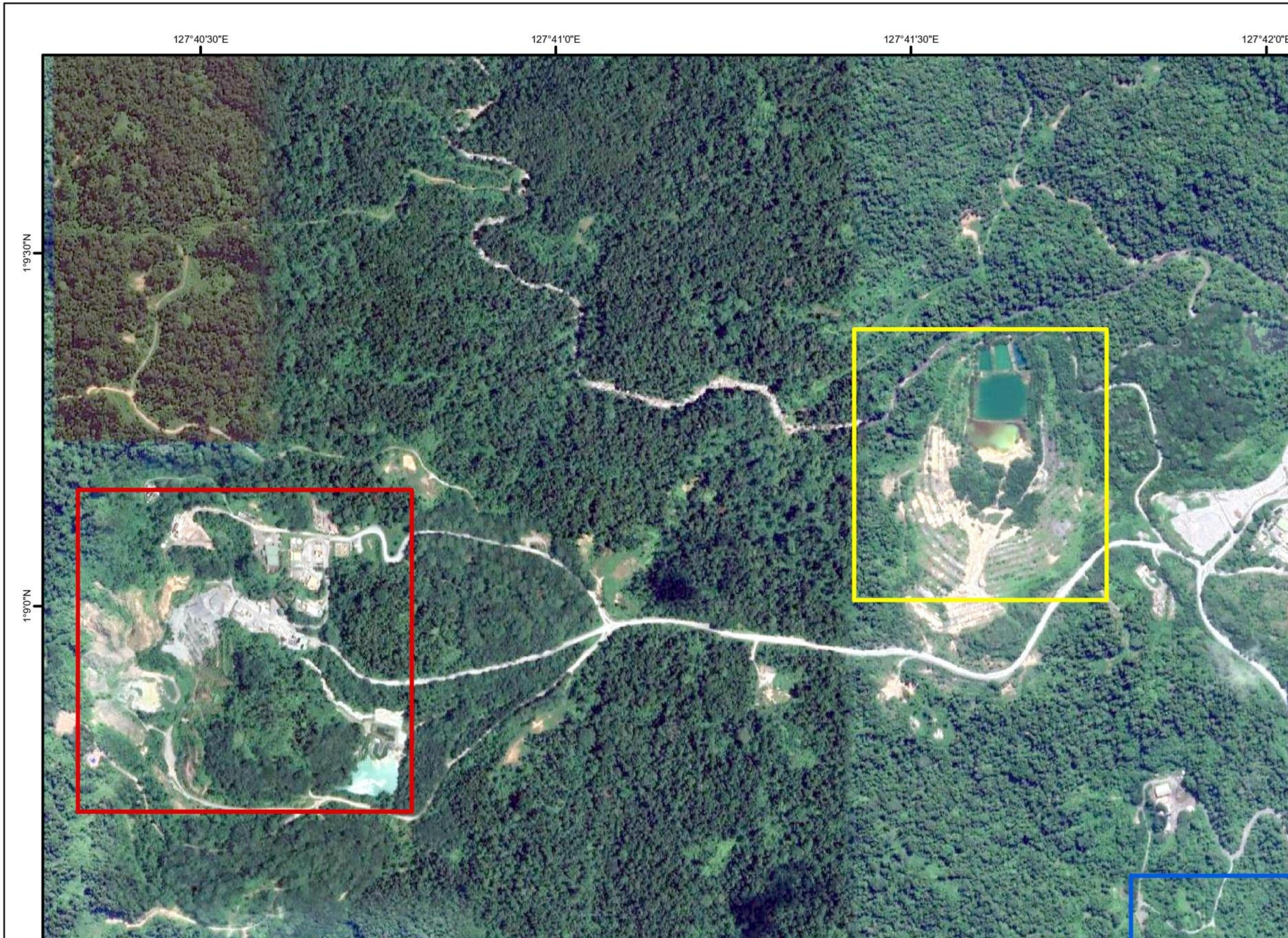
Lampiran C. Tabel nilai kritis Mann-Whitney

TABLE K. TABLE OF CRITICAL VALUES OF U IN THE MANN-WHITNEY TEST* (*Continued*)

Table K_{III}. Critical Values of U for a One-tailed Test at $\alpha = .025$ or for a Two-tailed Test at $\alpha = .05$

n_1 \ n_2	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1												
2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
3	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8
4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	13
5	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20
6	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27
7	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
8	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41
9	17	20	23	26	28	31	34	37	39	42	45	48
10	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	52	55
11	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55	58	62
12	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
13	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76
14	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74	78	83
15	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	85	90
16	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86	92	98
17	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	99	105
18	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	106	112
19	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119
20	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127

* Adapted and abridged from Tables 1, 3, 5, and 7 of Auble, D. 1953. Extended tables for the Mann-Whitney statistic. *Bulletin of the Institute of Educational Research at Indiana University*, **1**, No. 2, with the kind permission of the author and the publisher.


127°40'30"E
127°41'0"E
127°41'30"E
127°42'0"E
1°9'30"N
1°9'0"N

Lampiran B 10

Kartu Konsultasi Tugas Akhir

JUDUL: Analisis Stand-up time pada Tambang Bawah Tanah (Studi kasus : KL SBGC UC2 W0004, Tambang Bawah Tanah Kencana PT Nusa Halmahera Mineral, Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara)

(Konsultasi minimal 8 kali)

TANGGAL	MATERI KONSULTASI	PARAF DOSEN
16/10/2020	Diagram Alir Penelitian Penentuan Latar belakang Penentuan rumusan masalah & Tujuan	
2/11/2020	Diagram Alir Penelitian	
9/11/2020	Diagram Alir Penelitian Bab I : Latar Belakang Rumusan Masalah Tujuan	
2/02/2021	Diagram Alir Penelitian Bab I : Latar Belakang Rumusan Masalah Tujuan, Manfaat Tahapan	

TANGGAL	MATERI KONSULTASI	PARAF DOSEN
13/02/2021	Bab I: Latar Belakang, Rumusan Masalah Tujuan, Manfaat, Tahapan, Lokasi	
8/03/2021	Bab I : Tujuan, Rumusan Masalah Bab II : Tambahan referensi Bab III : Diagram alir Bab IV : Hasil Penelitian	
22/03/2021	Bab IV : Hasil Penelitian Bab V : Kesimpulan Perbaikan Daftar Pustaka	
12/04/2021	Bab I - V Kata Pengantar Penulisan Artikel & Poster Ilmiah	
18/05/2021	Bab I - V Artikel & Poster	
24/05/2021	BAB I-V Lengkap Artikel Poster ACC Pembimbing I	

TANGGAL	MATERI KONSULTASI	PARAF DOSEN
25/05/2021	Bab I : Latar Belakang, Masalah, Tujuan Bab III : Metodologi, Data Bab IV : Hasil, Analisis Bab V : Kesimpulan	
28/06/2021	Bab I - Bab V Abstrak	
29/06/2021	Draft Lengkap ACC Pembimbing II	
27/07/2021	Revisi Hasil Semhas	

Catatan: Lembar konsultasi asli dilampirkan pada satu dokumen skripsi.