

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan petunjuk-Nya, kami dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini pada waktunya.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana Teknik (S1) pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Adapun bahasan yang diajukan dalam Tugas Akhir ini mengenai Tinjauan Full Column Grouted Rock Bolt Sebagai Perkuatan pada Upstream Headrace Tunnel (UHT) Proyek PLTA Renun.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, kami mendapat bantuan dan bimbingan yang sangat besar manfaatnya dari berbagai pihak yang terkait. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Zulkarnain Lubis, MS, selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Ir. H. Yusri Nasution, SH, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Ir. H. Irwan, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I
4. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT, selaku Dosen Pembimbing II
5. Bapak Ir. Henky Heru Basudewo, MT, selaku Kepala Proyek PT. PLN (Persero) Proyek PLTA Renun di Sidikalang
6. Bapak DR. Ir. M. Zabier, MSc, selaku Senior Advisor PT. Kwarsa Hexagon Consulting Engineer di Bandung, dan
7. Orang tua, kakak, adik, dan rekan-rekan yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidaklah sempurna, masih banyak kekurangan dan kesalahan-kesalahan akibat ketidackermatan oleh karena itu penyusun mengharapkan saran-saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, April 2002

Penyusun



DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel dan Diagram	vi
BAB I - PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Maksud dan Tujuan Penulisan	3
I.3 Deskripsi Masalah	3
I.4 Batasan Masalah	6
I.5 Metodologi Penelitian	7
I.6 Sistematika Pembahasan	8
BAB II - LANDASAN TEORI	
II.1 Umum	10
II.2 Tinjauan Geologi-Teknik pada Terowongan Rekayasa Sipil	14
II.2.1 Material Geologi Padat : Tanah dan Batuan	14
II.2.2 Sifat-sifat Geologi-Teknik dari Tanah	14
II.2.3 Sifat-sifat Geologi-Teknik dari Batuan	16
II.3 Metoda Penggalian Terowongan	21
II.3.1 Metoda Blasting	21
II.3.2 Metoda Mesin Mekanis	25
II.4 Jenis Perkuatan Terowongan	27
II.5 Perkuatan dengan Rock Bolt	36
BAB III - TEKNIK PELAKSANAAN PEMASANGAN FULL COLUMN GROUTED ROCK BOLT	
III.1 Kriteria Desain Perkuatan dengan Rock Bolt	44
III.2 Informasi dan Syarat Teknis	45
III.3 Metoda dan Siklus Pemasangan	50

III.4	Kontrol Kualitas	53
BAB IV -	PEMBAHASAN	
IV.1	Tinjauan Perencanaan FCGRB sebagai Perkuatan Terowongan	60
IV.2	Cara Rock Mass Rating (RMR)	63
IV.3	Kondisi Perkuatan Aktual	66
IV.4	Data Analisa Lanjutan pada Lokasi Lain dengan Cara RMR	67
BAB V -	KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1	Kesimpulan	87
V.2	Saran	88
	DAFTAR PUSTAKA	90
	DAFTAR BIBLIOGRAFI	91
	LAMPIRAN-LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
II.1	Daerah tidak stabil menurut K. Terzaghi	19
II.2	Blasting pattern (pola peledakan)	23
II.3	Contoh lagging dengan berbagai material pembentuknya	30
II.4	Forepoling	31
II.5	Chainlink mesh (anyaman kawat ikatan rantai)	32
II.6	Weld mesh (anyaman kawat ikatan las)	32
II.7	Truss bolting (baut rangka)	33
II.8	Jenis konikal (sel jangkar) untuk Expansion Rock Bolt	38
II.9	Full column grouted rock bolt (baut batuan terikat penuh)	39
II.10	Split set	40
II.11	Swellex	41
II.12	Baut kabel – flexirope	42
III.1	Kepala baut tipe A	47
III.2	Kepala baut tipe B	48
III.3	Kepala baut tipe C	48
III.4	Siklus penggalian dan perkuatan terowongan metoda drill & blast	51
III.5	Siklus penggalian dan perkuatan terowongan metoda TBM	51

DAFTAR TABEL DAN DIAGRAM

Tabel	Halaman
II.1	Tabel metamorfosis batuan 17
II.2	Tabel jumlah lubang peledak dengan luas area tunnel 24
II.3	Tabel jumlah bahan peledak dengan luas area tunnel 25
II.4	Tabel kemajuan TBM per meter/jam 26
II.5	Perbandingan proses antara wet-mix dengan dry-mix Untuk shotcrete 36
III.1	Pengelompokan grade batuan menurut rating RMR 45
III.2	Dimensi pelat yang direkomendasikan oleh DYWIDAG 47
III.3	Pemilihan resin berdasarkan diameter lubang dan rock bolt Yang direkomendasikan oleh DYWIDAG 50
III.4	Siklus waktu pemasangan rock bolt per baris (= 5 buah rock bolt) 53
III.5	Jenis test untuk rock bolt yang direkomendasikan oleh ISRM & Technical Specification Proyek PLTA Renun 54
IV.1	Penentuan spasi rock bolt berdasarkan rating RMR 61
IV.2	Rekomendasi perkuatan menurut cara RMR (oleh Z. T. Bieniawski) 69 ~ 74
IV.3	Perbandingan antara rekomendasi perkuatan hasil evaluasi dengan perkuatan sebenarnya yang telah diaplikasi 75 ~ 86
Diagram	
I.1	Flow-chart metodologi penelitian 8
II.1	Hubungan antara biaya perkuatan dengan kategori perkuatan 13
IV.1	Flow-chart perencanaan perkuatan rock bolt dengan cara RMR 68