

Civil and Miner's Handbooks  
**Sistem Penyanggaan  
Terowongan**

**Shotcrete - Rockbolting - Injection Grouting**



Ir.Gusti Era Setiawan  
Yuliadi, ST., MT.





## **Sistem Penyanggaan Terowongan**

Ditulis oleh:

Ir. Gusti Era Setiawan

Yuliadi, ST., MT

Layout Isi: Tim Unisba Press

Desain Cover: Tim Unisba Press

©2021 Ir. Gusti Era Setiawan, & Yuliadi, ST., MT.

Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Diterbitkan pertama kali oleh

UPT Publikasi Ilmiah UNISBA

Jl. Tamansari No 20 Bandung

Email [uptpublikasiunisba@gmail.com](mailto:uptpublikasiunisba@gmail.com); Website: <http://publikasi.unisba.ac.id>

ISBN: 978-602-5917-61-5

---

**Sanksi Pelanggaran Pasal 72  
Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002  
tentang HAK CIPTA**

1. Barangsiapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 Ayat (1) atau Pasal 49 Ayat (1) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
  2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud dalam Ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000,00 (lima juta rupiah).
- 

Cetakan 1: September 2021

Dilarang mengutip, memperbanyak, dan menerjemahkan sebagian atau keseluruhan isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit, kecuali kutipan kecil dengan menyebutkan sumbernya yang layak.



# Daftar Isi

## Sistem Penyanggaan Terowongan

### SHOTCRETE

1. PENDAHULUAN .....	2
2. MATERIAL SHOTCRETE .....	4
1. Basic Material .....	4
1. Pasir .....	5
2. Semen .....	5
3. Air .....	5
2. Admixture .....	7
1. Superplasticizer/Water Reducer .....	7
2. Retarder/Hydration Controls .....	8
3. Accelerator .....	8
4. Fiber .....	9
3. Test Material Properties .....	11
1. Aggregate .....	11
1. Finnes Modulus (FM) .....	11
2. Specific Gravity (SG) and Absorption Test .....	12
3. Specific for Concrete Aggregate Test .....	16
4. Bulk Density (unit weight) and void in aggregate .....	17
5. Clay and Silk content in aggregate .....	20
6. Moisture content in aggregate .....	21
7. Density (unit weight) yield, and air content (gravimeter) of concrete .....	23
8. Making and Curing Concrete Test Speciment in the Field .....	24
2. Semen .....	25
3. Vicat test .....	25
3. MIXING SHOTCRETE .....	27
1. Mix Design .....	27
2. Standard Pengoperasian dan Perawatan Batching Plant .....	28



4.	PELAKSANAAN SHOTCRETE .....	32
1.	Dry Shotcrete dan Wet Shotcrete .....	33
2.	Test Pre-Shotcrete .....	34
1.	Slump Test .....	34
3.	Pelaksanaan Penyemprotan .....	37
1.	Teknik dan Tahapan-Tahapan Penyemprotan .....	38
4.	Test Post-Shotcrete .....	42
1.	Early Strength – Penetration Needle Test .....	42
2.	Compressive Strength .....	43
3.	Flexural Toughness of Fiber .....	46
<hr/>		
5.	MESIN SHOTCRETE .....	49
1.	Dry Shotcrete .....	49
2.	Wet Shotcrete .....	50
1.	Manual .....	50
2.	Robotic .....	50
<hr/>		
6.	REFERENCES .....	52

## ROCKBOLTING

1.	PENDAHULUAN .....	54
<hr/>		
2.	PRINSIP PENYANGGA .....	58
<hr/>		
3.	ROCKBOLTING .....	67
1.	Jenis Jenis Rockbolting .....	67
1.	Steel Materials .....	67
1.	Re-Bar/Threadbar .....	67
2.	Mechanical Bolt .....	72
3.	Hollow Rockbolting (Hollow Bar/SDA/ Casing System) .....	73
4.	Friction Bolting .....	74
5.	Stiff Bolts .....	76
6.	Cable Bolting (Plain and Birdcage) .....	77
7.	Porepolling/Spilling .....	84
2.	Fibers .....	87
1.	FRP – Fibre Reinforced Polymer .....	89



3.	Design Rockbolting .....	89
	a. Prinsip Prinsip Rockbolting .....	89
	b. Fungsi Rockbolting .....	90
	c. Perhitungan Rockbolting .....	93
4.	The rules of thumb Ground Support .....	96
5.	Pelaksanaan Rockbolting .....	97
	1. Slope Protection/Stabilitas Lereng .....	97
	2. Underground Ground Support .....	97
6.	Rockbolting Test .....	99
	1. Destructive Test .....	99
	2. Non Desctructive Test (NDT) .....	101
<hr/>		
4.	GROUTING ROCKBOLTING .....	104
	1. Tipe Grouting .....	104
	2. Jenis Bahan Grouting .....	106
	1. Grout Cementing .....	106
	2. Grout Chemical .....	107
	3. Mesin Grouting .....	109
	1. Jenis Mesin Grouting	
	i. GP 2000 .....	109
	ii. Baumann PM .....	109
	iii. AWAG .....	109
	2. Komponen Mesin Grouting GP 2000 .....	110
	3. Keselamatan Kerja pada Operasional Mesin Grouting .....	115
	4. Pelaksanaan Grouting .....	122
	5. Standar Kualitas Grouting .....	139
	6. Ringkasan .....	141
<hr/>		
5.	PENYANGGAAN TAMBAHAN .....	148
	1. Wiremesh .....	148
	2. Geosynthetic .....	151
	3. Arch Ground Support .....	153
<hr/>		
6.	REFERENCES .....	157



## INJECTION GROUTING

1. PENDAHULUAN .....	160
<hr/>	
2. FUNGSI INJEKSI .....	164
1. Pre Injection .....	167
2. Post Injection .....	170
<hr/>	
KOMPONEN INJEKSI .....	171
1. Material Injection .....	172
1. Cement .....	172
2. Chemical .....	173
2. Mesin Injeksi .....	173
1. UNIGROUT .....	173
2. HANY Pump .....	174
3. KOKEN MG Series .....	175
4. MAXIMATOR Pump .....	176
5. DESOI Pump .....	176
3. Methodology Injection .....	176
1. Investigation .....	176
2. Design Injection .....	179
3. Pembuatan Lubang Bor .....	183
4. Pelaksanaan Injeksi Cementing dan Resin .....	184
4. Pemeriksaan Hasil Injeksi / Quality Controls .....	189
<hr/>	
STUDY CASE INJEKSI .....	190
<hr/>	
REFERENCES .....	204