

## **BAB IV**

### **Hasil dan Pembahasan**

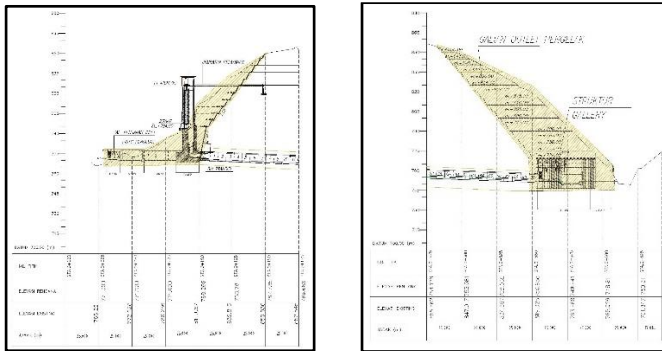
#### **4.1 Umum**

Pelaksanaan pekerjaan terowongan pengelak di Bendungan Sidan dilakukan memakai metode *New Austria Tunneling Method* (NATM) dengan kombinasi pekerjaan galian bagian atas dan galian bagian bawah (*Upper half dan Lower half*) dari terowongan itu sendiri. Pengertian dari metode *New Austria Tunneling Method* (NATM) adalah metode pelaksanaan yang dilaksanakan dengan dasar batuan atau jenis tanah yang relatif lunak dan segera mungkin memasang penyangga dalam setiap 1 (satu) segmen hasil galian bagian atas sesuai bentuk profil galiannya dengan tujuan mengendalikan deformasi dari efek pekerjaan galian tersebut. Hal ini bertujuan agar sebisa mungkin kekuatan daya lekat antara fraksi batuan yang telah terbuka setelah dilaksanakan galian tetap bisa bertahan atau tidak mudah runtuh. Penyangga yang dimaksud disini adalah kontruksi pendukung saja dan belum permanen, namun diakhir pekerjaan akan dilaksanakan konstruksi yang permanen yaitu dengan pembetonan full di area galian terowongan. Penyanggan ini perlu dilakukan supaya dapat stabil bentuk terowongan agar tidak terjadi deformasi ataupun keruntuhan batuan dari yang sudah tergali bagian atas ataupun bagian bawah terowongan dan juga menjaga keamanan serta keselamatan aktifitas pekerjaan didalamnya.

Setelah bendungan beroperasi penuh, terowongan pengelak ini rencananya akan difungsikan sebagai sumber untuk mensuplai air baku di Denpasar, Kabupaten Badung, Kabupaten Gianyar dan Kabupaten Gianyar

## 4.2 Pekerjaan Galian Tanah Terbuka

Pengertian dari pekerjaan ini adalah pekerjaan galian tanah dilokasi terbuka di tempat yang telah direncanakan untuk pembuatan terowongan yang berada di elevasi yang telah ditentukan dan dilakukan persis di area *outlet* atau *inlet* terowongan, dimana hasil dari pekerjaan galian tersebut dipindahkan ke tempat pembuangan material menggunakan kendaraan truck besar (*Heavy Dump Truck*).



Gambar 4.2: Desain potongan gambar memanjang inlet dan outlet terowongan  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018



Gambar 4.2: Pekerjaan galian tanah terbuka inlet terowongan  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018

### 4.3 Perhitungan Sumber Daya Galian Tanah Terbuka

Dalam pelaksanaan pekerjaan ini dapat dihitung waktu penyelesaian dengan volume yang sudah ada dan menggunakan sumber daya sebagai berikut :

Tabel 4.3: Perhitungan produktifitas kerja alat berat

**Pekerjaan galian tanah terbuka inlet**

**1.1 Direncanakan waktu pelaksanaan**

==> Waktu efektif perhari	:	12	Jam perhari
==> Hari kerja efektif	:	16	hari kerja
==> Total hari kerja = 1 bln x 16 hari kerja/bln	:	16	hari kerja
==> Jumlah volume galian tanah	:	29.140,34	m3
==> Target galian/hari = $\frac{29.140 \text{ m3}}{16 \text{ hari kerja}}$	:	<b>1.821,27</b>	m3/hari

**1.2 Alat :**

**=> Excavator PC 200**

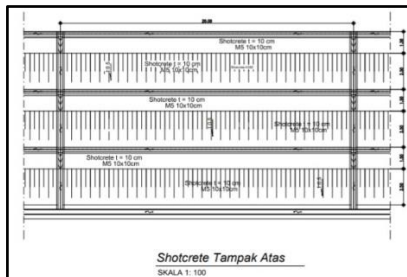
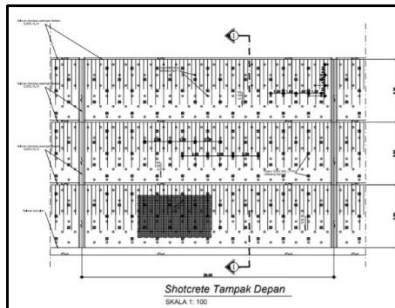
•) Kapasitas produksi alat per jam	b	:	50	m3/jam
•) Jam kerja perhari (8.00 s/d 22.00)	c	:	12	jam
•) Kapasitas produksi per hari	d = b x c	:	600	m3/hari/Unit
•) Kebutuhan excavator $\frac{a}{d} \times h$		:	$\frac{1.821,27}{600}$	$\frac{m3/hari}{m3/unit}$
<b>Kebutuhan Excavator PC 200 (20 ton)</b>		:	<b>4</b>	unit

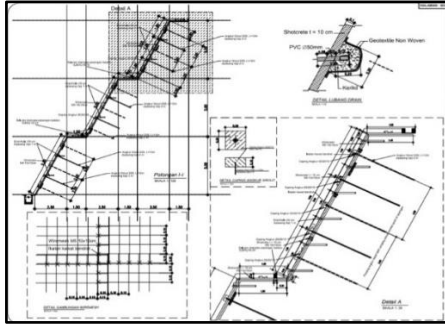
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018

#### 4.4 Pekerjaan Proteksi Tebing

Pekerjaan ini merupakan satu kesatuan dalam pekerjaan galian tanah terbuka menuju mulut terowongan. Dimana pekerjaan proteksi tebing berfungsi untuk menjaga kestabilan tanah dari longsor akibat pembukaan tanah asli dari lokasi galian tanah terbuka itu sendiri. Dalam pelaksanaan pekerjaan ini, perlu dipatuhi kaidah dalam hal campuran material beton, pemasangan besi anyaman/*wiremesh*, patok besi beton penguat besi anyaman dan pemasangan beton tahu untuk menjaga ketebalan sesuai dengan gambar kerja. Pelaksanaan ini biasa disebut dengan istilah penyemprotan beton atau *Shotcrete*. Adapun daftar kebutuhan sumber daya untuk melaksanakan pekerjaan ini sebagai berikut :

- Mesin kompresor - Besi anyaman/*wiremesh*
- Mesin genset - Beton siap pakai
- Mesin shotcrete - Patok besi beton
- Mesin semprot air - Beton decking





Gambar 4.4.1: Desain detail pekerjaan proteksi tebing/shotcrete  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018



Gambar 4.4.2: Foto pekerjaan proteksi tebing/shotcrete  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018

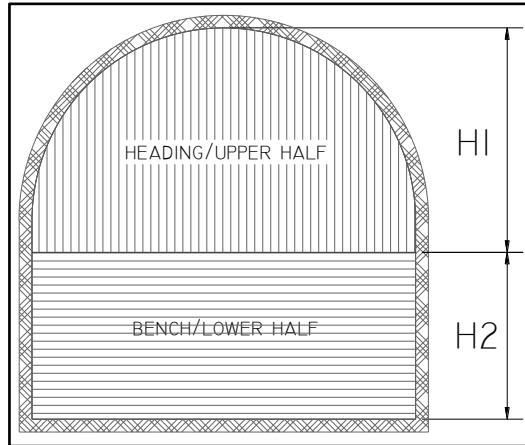
#### **4.5 Pekerjaan Galian Terowongan Pengelak**

Pelaksanaan pekerjaan galian terowongan pengelak dilakukan setelah selesai semua pelaksanaan pekerjaan persiapan yang meliputi pekerjaan galian terbuka di lokasi *inlet* maupun, proteksi tebing dan yang terakhir dari tahapan ini adalah pekerjaan portal sementara yang terpasang pada bagian ujung mulut terowongan pengelak dari sisi *inlet*. Dan berikut ini adalah tahapan demi tahapan dari proses pekerjaan galian terowong pengelak

#### **4.6 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Terowongan Pengelak**

Tahapan pelaksanaan pekerjaan terowongan pengelak dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut :

1. Kegiatan pengukuran oleh surveyor dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan proses penggalian, termasuk pengukuran as dan elevasi, penandaan bentuk yang akan digali , persiapan alat ukur itu sendiri
2. Prinsip kerja penggalian dengan *Road Header* adalah menggali batuan lunak dengan cutter / gigi - gigi pemotong yang kerjanya berputar digerakkan dengan *elektromotor*, berputar dan bergerak menjangkau sampai batas galian yang direncanakan, dilengkapi pula dengan peralatan seperti pisau pengumpul hasil galian dan juga konveyor sehingga dapat mengangkut hasil galiannya sendiri dan menaikkan kedalam bak truk untuk diangkut keluar dari terowongan. Volume rencana galian bagian atas / *Upper Half* dengan *Road Header*  $\pm 17.14 \text{ m}^3$  persatu meter segmen dapat diselesaikan dalam waktu 4 jam sampai dengan 5 jam pelaksanaan penggalian.



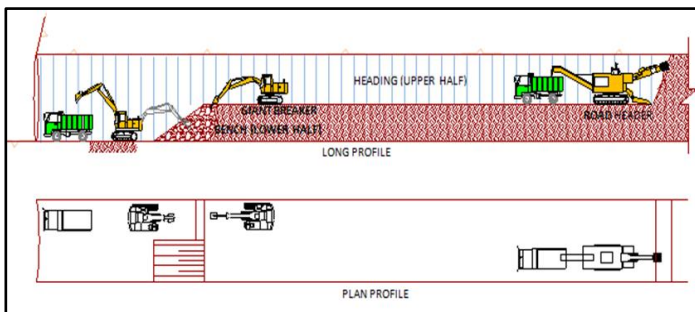
Gambar 4.6.1 : Galian batuan terowongan  
 Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018



Gambar 4.6.2 : Foto penggalian bagian atas/upper half  
 Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018

3. Penggalian bagian bawah / *Lower Half* volume adalah  $\pm 15.60$  m<sup>3</sup> per meter galian, karena bukan merupakan rangkaian pekerjaan kritis maka awal pelaksanaannya biasanya menyusul dan diperkirakan setelah galian bagian atas / *Upper Half* mencapai kedalaman terowongan sepanjang 100 meter agar aktifitas kedua jenis penggalian

tidak saling mengganggu pada bagian kerja masing-masing, untuk proses penggalian bagian ini tetap menggunakan *Road Header* diangkat langsung dengan dump truck kecil. Namun hal yang sering dijumpai pada galian bagian bawah ini adalah masalah sumber air, akan tetapi bisa langsung diatasi dengan proses pengeringan air secara langsung menggunakan pompa listrik. Dari dua rangkaian pekerjaan penggalian diatas, hasil dari pekerjaan galian tersebut dikumpulkan disatu tempat untuk berikutnya dijadikan tanah timbunan di pekerjaan lainnya.



Gambar 4.6: Foto penggalian bagian bawah lower half  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018

#### 4.7 Pekerjaan Shotcrete 1st Terowongan Pengelak

Pekerjaan penyemprotan beton lapis pertama / *Shotcrete 1<sup>st</sup> layer* rangkaian dari prinsip metode NATM bahwa begitu selesai digali terowongan maka sesegera mungkin dilakukan proteksi terhadap batuan didalam terowongan yang diawali dengan *Shotcrete* kesatu tebal = 5 cm, diharap kan permukaan batuan yang sudah tergalil tersebut tetap kompak / tidak rontok setelah kontak dengan udara terbuka, berikutnya dilanjutkan dengan *Shotcrete* kedua tebal = 10 cm apabila baja penyangga *Steel Support* dan besi anyaman *Wiremesh* telah terpasang. Dalam pelaksanaan pekerjaan *shotcrete* ini untuk didapatkan jarak ideal dalam proses penyemprotan beton itu sendiri yakni  $\pm 50$  (lima puluh) cm, apabila kurang dari jarak tersebut maka beton sulit dikontrol ketebalannya dan apabila terlalu jauh maka beton akan banyak jatuh kebawah dinding galian titik



penyemprotan beton. Akibatnya secara mutu bisa tidak sesuai spesifikasi.



Gambar 4.7.1 : Foto pekerjaan shotcrete 1st layer didalam terowongan  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



Gambar 4.7.2 : Foto alat shotcrete dan aksesorisnya  
Sumber : Dokumentasi pribadi

#### 4.8 Pekerjaan Pemasangan Steel Support

Pemasangan baja penyangga / *Steel Support* setelah dilaksanakan shotcrete kesatu tebal = 5 cm, dengan jarak rentang 1 meter dan dikunci dengan batang pengikat / *Tierod* pada beberapa tempat, setelah terpasang dengan benar maka dilanjutkan dengan pemasangan besis anyaman / *Wiremesh* dan Shotcrete kedua dengan tebal 10 cm.



Gambar 4.8: Foto pekerjaan pemasangan baja penyangga  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

#### 4.9 Pekerjaan Pemasangan Wiremesh

Pemasangan besis anyaman / *wiremesh* untuk tulangan lapis kedua penyemprotan beton / *2<sup>nd</sup> Shotcrete* sehingga shotcrete dapat menempel pada dinding dan atap terowongan dengan baik dan kuat. Setelah pemasangan *wiremesh* selesai dilanjutkan pelaksanaan shotcrete dengan ketebalan  $\pm 10$  cm



Gambar 4.9: Foto pekerjaan pemasangan wiremesh  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

#### 4.10 Pekerjaan Pemasangan Wiremesh

Pemasangan *Rock Bolt* berfungsi sebagai perkuatan terakhir dari sistem penyangga terowongan.

Urutan pelaksanaan sebagai berikut :

##### 1. Pengeboran

Pekerjaan ini bertujuan untuk membuat lubang untuk penanaman rockbolt sesuai dengan dimensinya. Pekerjaan pengeboran ini menggunakan alat *Leg Drill* yaitu alat bor manual dengan air sebagai media utama pengeboran (air dialirkan melalui selang dan dengan tekanan tinggi melewati root menembus tanah yang dibor). Pelaksanaan pengeboran dengan kedalaman 4 (empat) meter

##### 2. Pemasangan

Sebelum pemasangan *rock bolt*, lubang hasil pengeboran yang telah bersih akan dimasukkan material grouting (berupa plastik es yang telah diisi dengan semen dan obat semen) kedalam lubang dengan diinjeksi, kemudian segera dimasukkan batang rock bolt kedalam lubang dengan didorong secara manual dengan alat bantu dan dilakukan penyumbatan pada pangkal lubang agar material grouting tidak mengalir keluar dari lubang.

Setelah material grouting cukup umur (sesuai spesifikasi) dilakukan perkuatan mur bautnya sesuai tkuat tarik yang ditentukan.



Gambar 4.10: Foto pekerjaan pemasangan rock bolt  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



Gambar 4.10: Foto contoh material rock bolt  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

#### 4.11 Pekerjaan Shotcrete 2nd layer Terowongan Pengelak

Pekerjaan *Shotcrete* yang kedua dengan tebal 10 cm dilaksanakan sesudah dilakukan pemasangan *steel support* H beam ukuran 150x150x7,5x11 dan *Wiremesh* M4 ukuran 100x100 dan sudah terpasang rock bolt terlebih dahulu, tebal total dari Shotcrete kesatu dan kedua menjadi 15 cm sesuai dengan desain yang sudah ditentukan.



Gambar 4.11: Foto pekerjaan shotcrete 2nd layer didalam terowongan  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI WILAYAH SUNGAI BALI - PENIDA**  
**SNVT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BWS BALI - PENIDA**  
JL. KAPTEN TJOEK AGUNG TRESNA NO.9, RENON - DENPASAR, TELP. (0361) 2365023

Evaluasi Hasil Percobaan Rancangan Campuran Shotcrete 25 Mpa  
Semen Gresik PCC 425 kg

Pekerjaan : Pembangunan Bendungan Sidan di Kab. Badung, Kab. Gianyar, Kab. Bangli  
Kontraktor : PT. Brantas Abipraya (Persero) - PT. Universal Suryaprima, Konsorsium  
No. Kontrak : HK.02.03/PB.BWS15/B/01/2018

Tempat Percobaan Campuran : Tebing Jalan Masuk Sidan Sta.1+160m

Tanggal 10 Juli 2019

Material	Komposisi Campuran Material				Semen/Agg.		Target Kuat Tekan		Keputusan
	1 m3 Beton (kg)	1 Zak Semen 40 kg (ltr)	Volume Timba (Ltr)	Jumlah Timba (Kali)	Spek tek (%)	Desain (%)	Spektek (Mpa)	Desain (Mpa)	
Air	157.30	14.8	-	-			$\sigma_5$	29.74	O
Semen	425.00	40 kg	-	-	$\geq 25$	26.54	$\sigma_{15}$	33.18	O
Pasir	986.00	37.7	26	1.45		O.K.	$\geq 28.75$		
Agg. 0.5/1	615.40	25.1	26	0.97			$\sigma_{40}$	38.62	O

Rancangan Campuran Shotcrete fc-35:

- 14.8 Liter Air
- 40 Kg Semen Gresik PCC
- 1.45 Timba Pasir Karangasem
- 0.97 Timba Aggregate 0.5/1 Karangasem

Dilaksanakan dan dilaksanakan oleh Kontraktor		Diperiksa Oleh Konsultan		Disetujui oleh Direksi	
Tgl:		Tgl:		Tgl:	
Nama:		Nama:		Nama:	EKA SUARDANA

Gambar 4.11: Campuran beton untuk pekerjaan shotcrete  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

## 4.12 Perhitungan Teknis Sumber Daya Pekerjaan Pembuatan Terowongan Pengelak

Tabel 4.12: Perhitungan produktifitas kerja alat road header

### Pekerjaan Galian Terowongan Pengelak

Perhitungan volume galian terowongan pengelak per meter					
Luas 1 <i>upper</i>	=	5,1	x	3,7	= 18,43 m <sup>2</sup>
Luas 2 <i>lower</i>	=	3,1	x	3,3	x 3,3 = 16,69 m <sup>2</sup>
				2	= 35,12 m <sup>2</sup>
Volume/m'	=	35,12	x	1	= 35,12 m <sup>3</sup>

### 1. Direncanakan waktu pelaksanaan

==> Waktu efektif perhari	:	12	Jam perhari
==> Hari kerja efektif bulan	:	225	hari kerja
==> Jumlah volume galian	:	15.908	m <sup>3</sup>
==> Target galian/hari	a '= — x :	$\frac{15.908 \text{ m}^3}{225 \text{ hari kerja}}$	: 70,70 m <sup>3</sup> /hari
==> Target galian/hari	= — x :	$\frac{70,70 \text{ m}^3/\text{hari}}{35,12 \text{ m}^3/\text{hari}}$	: 2,01 m'

### 2. Alat :

=> **Road Header**

• Kapasitas produksi alat per jam	b	:	10	m <sup>3</sup> /jam
• Jam kerja perhari (8.00 s/d 21.00)	c	:	12	Jam perhari
• Kapasitas produksi per hari	d = b x c	:	120	m <sup>3</sup> /hari/Unit
• Kebutuhan road header	: — h :	$\frac{a}{d}$	:	$\frac{70,70 \text{ m}^3/\text{hari}}{120 \text{ m}^3/\text{unit}}$
<b>Kebutuhan Road Header</b>	:		:	<b>1</b> unit

### **Kesimpulan :**

Pada pelaksanaan galian terowong dengan metode *New Austrian Tunneling Method* (NATM) disimpulkan bahwa dengan alat *road header* (1 unit) dihasilkan produksi galian 2 meter atau 70,7 m<sup>3</sup> per hari. Perhitungan ini sudah memperhitungkan hari libur hari raya keagamaan yang ada dalam kalender keagamaan Hindu (hari efektif kerja). Pekerjaan dapat selesai dalam kurun waktu 225 hari kerja.

### 4.13 Perhitungan Teknis Sumber Daya Pekerjaan Proteksi Terowongan (steel support, shotcrete, wiremesh, rock bolt)

Tabel 4.13 Perhitungan produktifitas pekerjaan proteksi terowongan

#### 1. Pekerjaan Proteksi (shotcrete, wiremesh)

Perhitungan volume <i>shotcrete</i> dan <i>wiremesh</i> terowongan pengelak per meter			
Luas 1 <i>upper</i>	=	5,05 x 3,65	= 18,43 m <sup>2</sup>
Luas 2 <i>lower</i>	=	3,14 x 3,26 x 3	= 16,69 m <sup>2</sup>
		2	= 35,12 m <sup>2</sup>
Volume/m <sup>3</sup>	=	35,12 x 0,15	= 5,27 m <sup>3</sup>
<b>Direncanakan waktu pelaksanaan</b>			
⇒ Waktu efektif perhari	:	12	Jam /hari
⇒ Hari kerja efektif bulan	:	103	hari kerja
⇒ Jumlah volume Shotcrete	:	1.094	m <sup>3</sup>
⇒ Target shotcrete/hari	=	$\frac{1.094 \text{ m}^3}{103 \text{ hari kerja}}$	= 10,62 m <sup>3</sup> /hari
⇒ Target galian/hari	=	$\frac{10,62 \text{ m}^3/\text{hari}}{5,27 \text{ m}^3/\text{hari}}$	= 2,02 m'

#### 2. Pekerjaan Proteksi (steel support)

Perhitungan volume <i>steel support</i> terowongan pengelak per meter			
Panjang <i>upper</i>	=	1 x 453	= 453,00 m'
dan <i>lower</i>	=	0 x 453 x 3	= 0,00 m'
		2	= 453,00 m <sup>2</sup>
Volume/m <sup>3</sup>	=	453,00 x 1	= 453,00 m <sup>3</sup>
<b>Direncanakan waktu pelaksanaan</b>			
⇒ Waktu efektif perhari	:	12	Jam /hari
⇒ Hari kerja efektif bulan	:	226	hari kerja
⇒ Jumlah volume steel support	:	453	set
⇒ Target pasang/hari	=	$\frac{453 \text{ set}}{226 \text{ hari kerja}}$	= 2,00 set/hari

Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018



Tabel 4.13: Perhitungan produktifitas pekerjaan proteksi terowongan

**3 Pekerjaan Proteksi (rock bolt)**

Perhitungan volume <i>rock bolt</i> terowongan pengelak per meter per titik									
Panjang <i>upper</i>	=	1	x	453	=	453,00	m'		
dan <i>lower</i>	=	0	x	453	x	3	=	0,00	m'
				2			=	453,00	m'
Volume/m'/titik	=	453,00	meter	x	15	=	6.600	titik	

**Direncanakan waktu pelaksanaan**

==> Waktu efektif perhari	:	12	Jam /hari					
==> Hari kerja efektif bulan	:	220	hari kerja					
==> Jumlah volume rock bolt	:	6.600	batang/hari					
==> Target pasang/ha	a '=		x :	$\frac{6.600}{220}$	batang/hari	:	30,00	batang/hari

Catatan :  
 Dalam 1 meter terpasang 15 batang *rock bolt*

Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018

#### 4.15 Jadwal Pendatangan Sumber Daya Pekerjaan Pembuatan Terowong Pengelak

Tabel 4.15.1 Jadwal Pengadaan Material

MATERIAL	SAT	JUMLAH	Jadwal tahun 2019					Jadwal tahun 2020									
			Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	
<i>Steel support</i>	set	453,00			55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	68,00					
<i>Rock bolt P=4mtr</i>	batang	6.795,00			730,00	850,00	850,00	850,00	850,00	900,00	900,00	800,00	720,00	195,00			
<i>Wire mesh M4</i>	m2	7.656,00			1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	656,00				
Material <i>Shotcrete</i>	m3	1.312,00			152,00	145,00	145,00	145,00	145,00	145,00	145,00	145,00	145,00	145,00			
Bekisting Slidding form	set	2,00											2,00				
Material besi beton	ton	1.312,36							437,12	437,12	437,12						
Material beton lining	m3	8.860,07												2.215,02	1.900,00	1.900,00	1.900,00
Material <i>grouting</i>	zak	3.600,00													1.800,00	1.800,00	

Catatan :

Material <i>wire mesh</i> M4 volume rencana	7291,49	x	1,05		<b>7656,06</b>	(1,05 adalah koefisien,ada overlap dalam setiap pemasangannya)
Material <i>Shotcrete</i> volume rencana	7291,49	x	0,15	1,20	<b>1312,47</b>	(0,15 adalah ketebalan dan 1,2 ada koefisien)
Material <i>grouting</i> volume rencana	320,00	x	225,00	20	<b>3.600</b>	(225 kg adalah kebutuhan dalam 1 m3 dan 20 adalah berat per zak material semen <i>grouting</i> )





Tabel 4.15.4 Jadwal pelaksanaan pekerjaan pembuatan terowongan pengelak

**JADWAL PELAKSANAAN PEMBUATAN TEROWONGAN**  
**PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN SIDAN, BALI**

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT	BOBOT	BOBOT PEKERJAAN (%)																					
				2019						2020															
(1)	(2)	(3)	(4)	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des			
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>		<b>0,72</b>																						
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan Konstruksi dan Sumber Daya	Ls	0,724	0,36%																			0,36%		
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN BANGUNAN PENGAMBILAN (INTAK)</b>		<b>9,41</b>																						
1	Galian Tanah diangkut ke disposal dengan jarak 500 -1000 m	m³	2,113		2,11%																				
2	Proteksi dengan Shotcrete,t= 100 mm di dalam terowongan, di Inlet dan Outlet	m²	5,642			1,88%	3,76%																		
3	Besi wire mesh, 100 mm x 100 mm , diameter besi 5 mm minimum termasuk aksesoris di	m²	1,654			0,55%	1,10%																		
<b>III</b>	<b>PEKERJAAN TEROWONGAN PENGELAK</b>		<b>89,866</b>																						
1	Galian Terowongan (penggalian dgn mekanik) diangkut ke stock pile, L = 500 -	m³	15,674						1,72%	1,83%	2,04%	2,04%	2,04%	2,04%	1,53%	2,44%									
2	Pekerjaan Beton dan Proteksi		-																						
2.1	Pekerjaan Penunjang dan Lain-lain		-																						
1	Steel wire mesh 100 x 100 x 4 mm untuk terowongan	m²	1,390						0,16%	0,17%	0,18%	0,18%	0,18%	0,18%	0,14%	0,19%									
2	Steel Support	set	18,313						2,02%	2,14%	2,43%	2,43%	2,43%	2,43%	2,63%										
3	Rock bolt D25 di dalam terowongan	btg	3,812						0,42%	0,45%	0,50%	0,50%	0,50%	0,38%	0,55%										
4	Shotcrete di dalam terowongan t=150 mm	m2	6,990						0,79%	0,83%	0,93%	0,93%	0,93%	0,93%	0,96%										
5	Besi tulangan ulir untuk struktur lining terow	ton	18,430																						
6	Beton K-225 Tipe B	m³	19,449													2,18%	4,61%	4,61%	4,61%	2,43%	0,00%	0,00%			
7	Bekisting Expose <i>silding form</i> Terowongan termasuk aksesoris p=6 meter (hidrolis)	set	3,730													0,93%	0,93%	0,93%	0,93%	0,93%	0,00%	0,00%			
2.2	Pekerjaan Drilling dan Grouting		-																						
1	Backfill Grouting	m³	2,077																		0,52%	0,52%	0,52%	0,52%	
<b>TOTAL</b>			<b>100,00</b>	0,36%	2,11%	2,43%	4,86%	0,00%	5,11%	5,42%	6,08%	6,08%	6,08%	6,08%	4,57%	8,94%	10,40%	10,40%	10,92%	8,74%	0,52%	0,88%			
				0,36%	2,48%	4,91%	9,77%	9,77%	14,88%	20,30%	26,38%	32,46%	38,54%	44,62%	49,19%	58,13%	68,53%	78,93%	89,85%	98,60%	99,12%	100,00%			

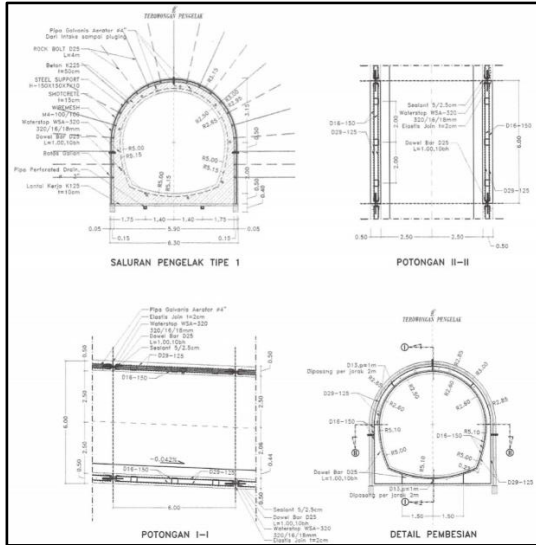
Page 1

#### **4.16 Pekerjaan Pembetonan / Lining Concrete Terowongan**

Untuk tahap selanjutnya dalam pekerjaan pembuatan terowong setelah urutan pekerjaan penyemprotan beton lapis kedua. Sebelum pekerjaan pembetonan terowongan dilaksanakan, difabrikasi terlebih dahulu untuk bekistingnya/*Slidding Form* yang prosesnya bisa memakan waktu 60 hari (enam puluh hari). Untuk dimensi *slidding form* sendiri menyesuaikan ukuran dari bentuk desain rencana terowongan itu sendiri yakni 5x5x6 meter untuk satu setnya. Berikut adalah tahapan dalam proses pembetonan terowongan.

#### **4.17 Fabrikasi Bekisting / Slidding Form**

Proses fabrikasi dilaksanakan di luar proyek dan dilaksanakan oleh bengkel terpercaya yang sudah terbiasa dalam pembuatan bekisting ini, dikarenakan untuk ukurannya yang cukup besar maka diperlukan waktu yang lama pembuatannya dan dilaksanakan empat bulan sebelum pekerjaan pembetonan terowong dilakukan, hal ini bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya permasalahan yang muncul disaat pekerjaan pembetonan berlangsung. Dikarenakan saat pekerjaan berlangsung harus benar-benar siap dipakai untuk berkelanjutan pengecorannya, sehingga apabila ditemukan masalah dalam proses uji coba *Slidding form* bisa segera teratasi. Untuk model *slidding form* itu sendiri memakai model hidrolis dan semua pengoperasiannya memakai sistim elektrikal. Alasan kenapa memakai model hidrolis, karena untuk memudahkan dalam memindahkan atau menggeser jika setelah pekerjaan dalam satu segmen pengecoran selesai dilakukan. Untuk berat dalam satu set *slidding form* ± 23 ton (dua puluh tiga ton) maka pemilihan untuk model hidrolis bisa dikatakan tepat dan bisa menghemat secara waktu serta tenaga. Bahan utama untuk bekisting ini atau *Slidding Form* adalah dari baja H-beam ukuran 150x150 mm baja WF (*wide flange*) 300x150 mm dan Plat baja 240x120x20 mm.



Gambar 4.17: Desain pembetonan terowongan  
 Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



Gambar 4.17: Foto Sliding Form  
 Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

#### 4.17.1 Pekerjaan Persiapan dan Pengukuran Area Lining

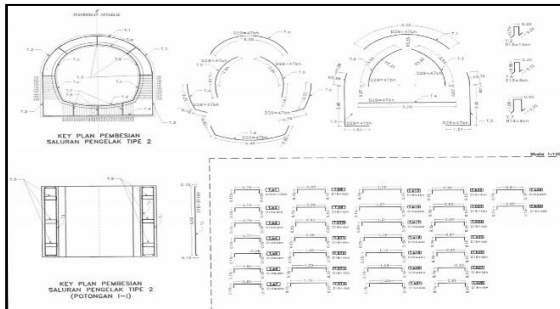
Pekerjaan persiapan yaitu meliputi pembersihan lokasi, pembuatan akses jalan kerja, persiapan peralatan pengecoran dan sebagainya. Pekerjaan pengukuran yaitu membuat batas – batas rencana pembetonan / *lining concrete*



Gambar 4.17.1 : Foto Pengukuran Batas lining concrete  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

#### 4.18 Pekerjaan Pembesian Pembetonan Terowongan

Pekerjaan pembesian dibagi menjadi 2, yaitu pekerjaan fabrikasi atau potong bengkok di Gudang utama proyek dan pekerjaan pemasangan di lokasi konstruksi. Pada tahap ini dilakukan juga pemasangan sambungan besi beton, pemasangan pipa untuk lubang injeksi beton.



Gambar 4.18 : Gambar desain penulangan  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



#### 4.19 Pekerjaan Bekisting/Slidding Form

Menggunakan bekisting metal dengan sistem *sliding form hidrolis*. Untuk bekisting tepi menggunakan material kayu dan fenolite



Gambar 4.19 :Foto Pembesian lining concrete  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

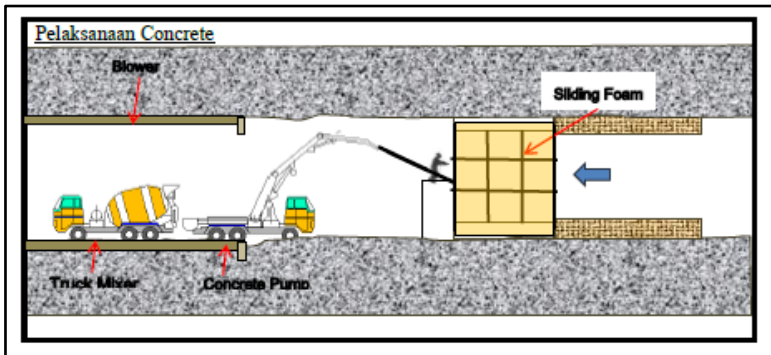


Gambar 4.19: Foto pelaksanaan pemasangan bekisting dengan  
slidding form sistem hidrolis  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

#### 4.20 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran untuk sisi bawah (tahap-1) dan sisi atas (tahap-2) terowongan menggunakan sistem *concrete pump*. Peralatan yang digunakan pada pelaksanaan pekerjaan pengecoran terowongan:

- *Truck Mixer*
- *Concrete Pump*
- *Concrete Vibrator*
- *Air compressor*

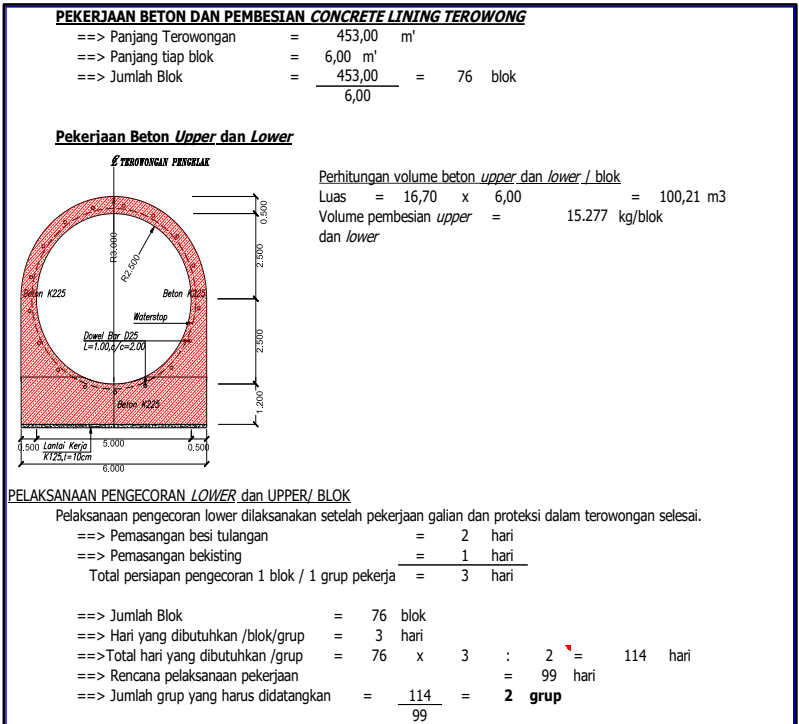


Gambar 4.20: Ilustrasi pelaksanaan pekerjaan pengecoran  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



Gambar 4.20: Pelaksanaan pekerjaan pengecoran  
Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

## 4.21 Perhitungan Produktifitas Pekerjaan Pengecoran



Tabel 4.21: Perhitungan produktifitas pekerjaan pengecoran  
 Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2018

#### 4.22 Pekerjaan Perawatan Beton

Setelah selesai tahapan pengecoran selanjutnya dilakukan perawatan beton yaitu menjaga kelembaban beton dan menjaga agar tidak retak akibat suhu panas dari campuran beton pada saat pelaksanaan pengecoran dengan cara membasahi atau penyemprotan air secara berkala (6 s/d 10 kali penyiraman) atau melapisi permukaan beton dengan karung goni yang selalu dibasahi. Untuk kendalanya sendiri, dalam proses perawatan beton terdapat di area bagian atas dari terowongan dikarenakan area tersebut tidak dapat menampung air sebagai fungsi perawatan beton. Akan tetapi dapat dilaksanakan dengan penyiraman lebih sering.

#### 4.23 Pekerjaan Pengeboran dan Injeksi Semen

Pada saat pelaksanaan grouting, pemakaian campuran grouting dimulai dari campuran semen : air dengan komposisi 1:10 sampai ke 1:1 dengan perhitungan jumlah seperti tercantum dibawah ini. Lingkup pekerjaan *grouting* terowongan pengelak:

Tabel 4.23 Tabel kriteria campuran grouting

No	Pemakaian Campuran Semen : Air	Kwantitas Injeksi dalam 10 menit ( ltr )	Pergantian Pemakaian Campuran ( ltr )
1	1 : 10	800	1 : 5
2	1 : 5	600	1 : 3
3	1 : 3	500	1 : 2
5	1 : 2	400	1 : 1

Sumber : Data Teknik PT Brantas Abipraya (Persero) 2020

#### **4.24 Proses Pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)**

Untuk melaksanakan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), diperlukan tenaga yang ahli di bidang K3 dan mempunyai sertifikat Ahli K3 Konstruksi. Hal ini bertujuan agar tenaga tersebut dapat mengimplementasikan peraturan K3 sesuai undang-undang K3 No. 1 tahun 1970. Parameter tercapainya SMK3 dapat dilihat dari terlaksananya kegiatan-kegiatan penunjang seperti :

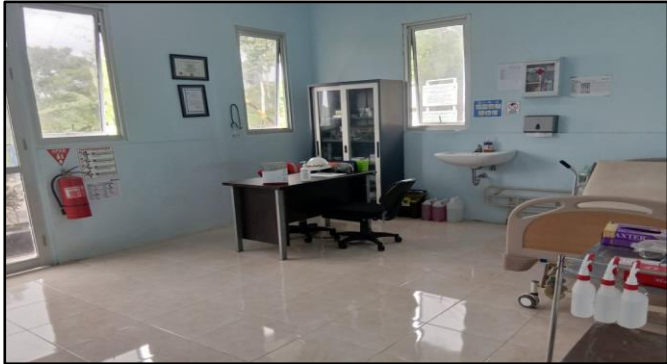
1. Para pekerja disiplin memakai alat pelindung diri ;
2. Terpasangnya rambu-rambu peringatan dan himbauan tentang K3 di lokasi kerja ;
3. Melaksanakan kegiatan *safety talk* (sosialisasi K3) setiap pagi sebelum memulai aktifitas pekerjaan dan juga diiringi dengan berdoa ;
4. Memitigasi potensi bahaya yang bisa terjadi di lokasi pekerjaan, seperti kebakaran, keracunan gas beracun dan juga banjir. Caranya membuat simulasi kebakaran beserta cara penanganannya dengan dipandu oleh petugas pemadam kebakaran setempat, memasang sirine tanda pengingat adanya gas beracun yang menyebar di dalam terowongan yang alatnya dilengkapi pendeteksi gas beracun dan melaksanakan simulasi terjadinya banjir dengan dipandu oleh petugas pemadam kebakaran setempat ;
5. Membentuk tim P2K3 (Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja) ;
6. Membangun klinik beserta fasilitas penunjangnya di lokasi proyek agar jika terjadi kecelakaan kerja bisa dilakukan P3K (pertolongan pertama pada kecelakaan) dan dilengkapi dengan petugas paramedis yang bersertifikat keperawatan ;
7. Melaksanakan pengecekan kesehatan para karyawan proyek dalam rentan waktu 6 (enam) atau 1 (satu) tahun sekali *Medical Check up*.



Gambar 4.24.1 : Simulasi penanganan kebakaran  
Sumber : K3 PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



Gambar 4.24.2: Simulasi evakuasi bencana banjir  
Sumber : K3 PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



Gambar 4.24.3: Foto bangunan klinik beserta fasilitasnya  
Sumber : K3 PT Brantas Abipraya (Persero) 2020



No. Seri : Aa 93

**MAJELIS TENAGA KESEHATAN INDONESIA**  
(THE INDOONESIAN HEALTH PROFESSION BOARD)

**SURAT TANDA REGISTRASI PERAWAT**  
REGISTRATION CERTIFICATE OF NURSE

**NOMOR REGISTRASI**  
REGISTRATION NUMBER : 16 01 5 1 1 18-1581609

**NAMA**  
NAME : Mochammad Riyan Fawzie

**TEMPAT / TANGGAL LAHIR**  
PLACE / DATE OF BIRTH : Nabire, 10 Oktober 1988

**JENIS KELAMIN**  
SEX : Laki-laki  
Male

**NOMOR IJAZAH**  
CERTIFICATE NUMBER : 047144/03/D-III Kep/2010

**TANGGAL LULUS**  
DATE OF GRADUATION : 01 November 2010

**PERGURUAN TINGGI**  
UNIVERSITY : STIKes Pemkab Jombang



**KOMPETENSI**  
COMPETENCE : Ahli Madya Keperawatan  
Nurse Diploma

**NOMOR SERTIFIKAT KOMPETENSI**  
COMPETENCE CERTIFICATION NUMBER : 047144/03/D-III Kep/2010

**STERBERLAKU SAMPAI**  
VALID UNTIL : 10 Oktober 2023

Jakarta, 08 Oktober 2018

**KETUA MAJELIS TENAGA KESEHATAN INDONESIA**  
CHAIRMAN OF THE INDOONESIAN HEALTH PROFESSION BOARD

**MENTERI**  
TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI  
REPUBLIK INDONESIA

**SERTIFIKAT**

**Dasar Hukum :**

1. Undang-Undang No.1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja;
2. Undang-Undang No.13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan;
3. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.01/MEN/1970 tentang Kewajiban Latihan Hygiene Perusahaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Bagi Tenaga Paramedis Perusahaan;
4. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi R.I. No. 12/MEN/VIII/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi R.I. Nomor 2 Tahun 2013.

**Dibekalkan kepada:**

**Nama :** Mochamad Riyan Fawzie, A.Md.Kep.  
**Tempat / Tanggal Lahir :** Nabire, 10 Oktober 1988  
**Jabatan / Pekerjaan :** Paramedis

Yang telah berhasil dan memenuhi syarat dalam mengikuti Pelelitan Hiperkes dan Keselamatan Kerja bagi Paramedis Perusahaan yang diselenggarakan di Surabaya mulai tanggal 19 s/d 24 Mei 2014 oleh Unit Pelaksana Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dinas Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Kependudukan Provinsi Jawa Timur.

Jakarta, Juni 2014

**MENTERI**  
TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI  
REPUBLIK INDONESIA

  
Drs. H. A. MUHAIMIN ISKANDAR, M.Si

No. 17.506 / PM - V / 14



Gambar 4.24.4: Paramedis klinik proyek yang bersertifikat  
Sumber : K3 PT Brantas Abipraya (Persero) 2020