

# ANALISIS CAMPURAN MATERIAL BETON TEMBAK PADA PENYANGGA TAMBANG BAWAH TANAH

**Bodian Davin Panggabean<sup>1\*)</sup>, Felice Deglardini Wopari<sup>1)</sup>, Febelina Regina Jitmau<sup>1)</sup>,  
Roldian Rico Hamonangan Siburian<sup>1)</sup>, Ananda Rezki Syaputra<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Cenderawasih Jayapura  
Jalan Kamp Wolker, Kelurahan Yabansai, Distrik Heram, Jayapura

(\*) Penulis Korespondensi: [panggabean65@yahoo.com](mailto:panggabean65@yahoo.com),

Received: Januari 2024; Accepted: Mei 2024; Published: Mei 2024

## Abstract

To increase the stability of the opening hole, it is done by increasing the strength of the rock around the opening hole through support. The buffering method used at PT Antam underground is shotcrete. Shotcrete is a cement mixture that is passed through spraying equipment and shot at high speed on the surface of the walls and roof of the tunnel. The research was conducted in the underground area, panel 20. The problem in panel 20 is testing the mixing results that do not reach the target. To answer this problem, tests were carried out on the quality of shotcrete material which included testing the aggregate grain size, moisture content, and mud content. From the results of testing the quality of the material, it was found that there were still coarse aggregates that did not meet the standard requirements of ASTM D-1140 grain arrangement, moisture content in sand ranged from about 2.6% to 6.3%, moisture content in sample VIII was still high, reaching 20.1%, mud content reached 12.3% and 17.5% greater than the percentage value of normal mud content of 5%. The existence of testing the physical properties of this shotcrete mix material to control the quality of the targeted shotcrete and later not harm when it is applied in the field.

**Keywords:** Materials, Mixing, Analysis

## Abstrak

Untuk meningkatkan stabilitas lubang bukaan dilakukan dengan menambah kekuatan batuan disekitar lubang bukaan melalui penyanggaan. Metode penyanggaan yang dilakukan di *underground* PT. Antam adalah *shotcrete*. *Shotcrete* merupakan campuran semen yang dilewatkan pada peralatan penyemprot dan ditembakkan pada kecepatan tinggi pada permukaan dinding dan atap terowongan. Penelitian di lakukan di area *underground*, panel 20. Permasalahan yang ada di panel 20 adalah pengujian pada hasil *mixing* yang tidak mencapai target. Untuk menjawab masalah tersebut dilakukan pengujian terhadap kualitas material *shotcrete* yang meliputi pengujian ukuran butir agregat, kadar air, dan kadar lumpur. Hasil pengujian terhadap kualitas material ditemukan masih terdapat agregat yang kasar sehingga tidak memenuhi standar persyaratan susunan butir ASTM D-1140, Kadar air dalam pasir berkisar sekitar 2,6% sampai 6,3%, Kadar air pada sampel VIII masih tinggi yaitu mencapai 20,1 %, kadar lumpur mencapai 12,3% dan 17,5% lebih besar dari nilai persentase kadar lumpur normal yaitu 5 %. Adanya pengujian sifat fisis material campuran beton tembak ini agar dapat mengontrol kualitas *shotcrete* yang ditargetkan dan nantinya tidak membahayakan saat sudah diterapkan dilapangan.

**Kata kunci:** Material, Campuran, Analisa

## PENDAHULUAN

Tambang bawah tanah adalah suatu sistem penambangan yang segala kegiatan atau aktivitasnya dilakukan di bawah permukaan bumi, dan tempat kerjanya tidak langsung berhubungan dengan udara luar. Adanya gaya-gaya yang bekerja baik dari luar maupun dari dalam terowongan sering mengakibatkan terjadinya deformasi pada terowongan itu sendiri, sehingga perlu adanya penyanggaan untuk menstabilkan lubang bukaan untuk melindungi para pekerja dan peralatan tambang

dari ambrukan suatu batuan. Salah satu metode penyanggaan yang di terapkan adalah *shotcrete*. Pencampuran *shotcrete* yang tepat akan menghasilkan kekuatan penyangga sesuai dengan standar mutu yang di tentukan.

Metode *shotcrete* (beton tembak) yang digunakan PT. Antam merupakan campuran antara semen, air, pasir sebagai bahan utama serta ditambahkan dengan *delvocrete* dan *glenium* sebagai bahan tambahan, dan di tambahkan dengan *accelerator* sebagai bahan untuk mempercepat

pengeringan. Campuran tersebut sudah memiliki komposisi yang sesuai dengan standar PT. Antam. Namun terkadang proses pencampuran yang dilakukan tidak memenuhi standar yang diharapkan, sehingga pengaplikasian di lapangan kurang maksimal dengan penggunaan dosis *accelerator* yang tidak terkontrol. Untuk itu perlu adanya kajian teknis untuk mengetahui keberhasilan penggunaan beton tembak (*shotcrete*) pada saat penyemprotan.

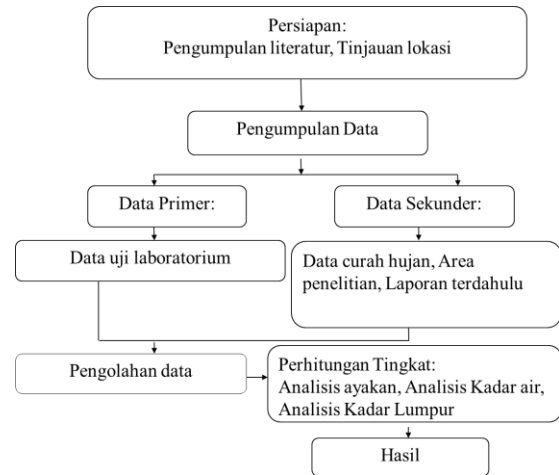
**METODE PENELITIAN**

Penelitian berupa percobaan pencampuran bahan, dimana metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dengan membaca karya tulis ilmiah dan penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan judul penelitian serta tinjauan langsung ke lokasi penelitian.
2. Melakukan pengambilan data primer berupa data analisis ayakan, analisis kadar air, dan analisis kadar lumpur serta data sekunder berupa area penelitian dan laporan-laporan campuran beton tembak terdahulu.
3. Melakukan analisis dan pengolahan data primer yang diperoleh untuk mengetahui sifat fisis material.

Nilai sifat fisis material akan diperoleh dengan pengamatan uji laboratorium dengan menggunakan alat uji seperti saringan dan mesin pengguncang, serta *oven*. Pengolahan data nilai sifat fisis hasil pengujian laboratorium ini dilakukan dengan metode perhitungan tingkat, yang nantinya akan diperoleh kadar air, kadar lumpur, koefisien keseragaman :

ukuran butir dan kualitas campuran material *shotcrete* berdasarkan standar mutu yang berlaku. Hasil analisa ini disajikan dalam bentuk deskripsi penguraian hasil perhitungan dan juga dalam bentuk tabel.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Pengujian**

1. Analisis Ayakan (Sieve Analysis)

Rekomendasi standar untuk agregat halus yang digunakan oleh perusahaan menggunakan standar persyaratan susunan butir ASTM D-1140. Ukuran butir yang direkomendasikan maksimal 9,50 mm. Untuk memantau ukuran pasir agar selalu memenuhi *standard* maka perlu dilakukan analisis ayakan, yang dilakukan di laboratorium. Berikut adalah hasil *Sieve Analysis*

Tabel 1. Hasil *Sieve Analysis*

Sieve size (mm)	Retained		Cummulatif		ASTM D-1140	
	Weight (gram)	%	Retained (%)	Pass (%)	Min	Max
37,50	0	0	0			
25,00	0	0	0			
19,00	0	0	0			
12,50	0	0	0			
9,50	0	0	0	100,0	100	100
4,75	319,8	26,9	26,9	73,1	85	100
2,36	425,8	35,8	62,7	37,3	80	100
1,18	170,1	14,3	77,0	23,0	50	85
0,60	73,1	6,1	83,1	16,9	25	60
0,30	49,2	4,1	87,2	12,8	10	30
0,15	74,0	6,2	93,4	6,6	2	10
0,075	78,0	6,6	100,0	0	0	5
Σ	<b>1190.0</b>	<b>100.0</b>	<b>530.3</b>			
<b>Cu</b>			<b>3.7</b>			

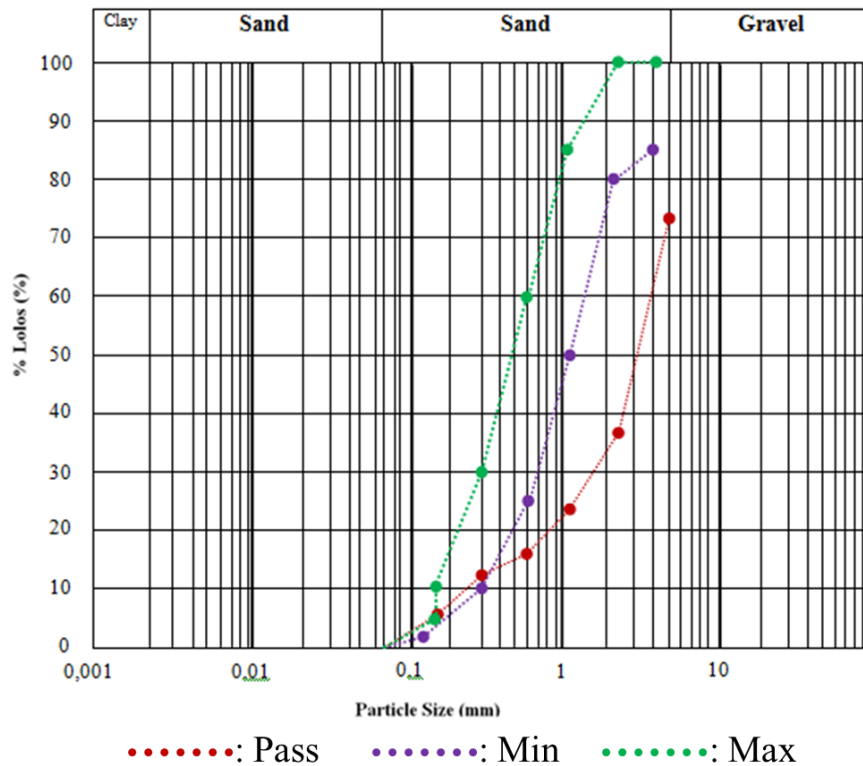
Keterangan:

Dry weight before washing: 1368,9gr

Cu: Koefisien Keseragaman

Berdasarkan USCS (Unified Soil Classification System), ditentukan bahwa agregat yang bergradasi baik (well graded) adalah yang

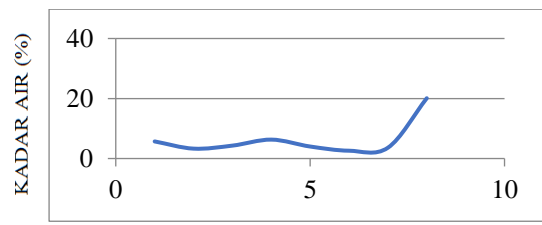
memenuhi: Untuk *gravel*:  $C_u > 4$  dan untuk pasir:  $C_u > 6$ . Bila syarat di atas tidak terpenuhi, maka agregat tersebut bergradasi buruk (poor graded).



Gambar 2. Grafik hasil Sieve analys

2. Kadar Air (Moisture Content)

Analisis kadar air dilakukan setiap hari, untuk mengetahui berapa banyak kadar air yang terkandung di dalam pasir. Kadar air di dalam pasir yang ada di *stockpile* tidak konstan. Hal ini dipengaruhi oleh iklim yang tidak menentu, pengujian dilakukan di laboratorium, dengan hasil pengujian sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Kadar Air Dalam Pasir

Tabel 2. Persentase Kadar Air Dalam Pasir

Sampel	Kadar Air (%)
1	5,7%
2	3,3%
3	4,3%
4	6,3%
5	4%
6	2,6%
7	3,6%
8	20,1%

3. Kadar Lumpur (Clay and Silt Content)

Kadar lumpur juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas material. Untuk mengetahui kadar lumpur, dilakukan pengujian kadar lumpur yaitu material 0,075 mm (#200), Salah satu syarat teknis yang digunakan di Laboratorium menggunakan standar SK SNI S-04-1989-F. Tes ini bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur/lempung dalam agregat. Pada saat pengujian kadar lumpur dengan menggunakan sampel di *stockpile* didapat bahwa:

Tabel 3. Kadar Lumpur Total Dari Agregat Pasir

Oven dry weight of specimen before washing (gr)	W1	1367,8	1081,0

Oven dry weight of specimen after washing (gr)	W2	1198,8	891,4
grains content pass sieve No.200 (%)	$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100$	12,3%	17,5%

## B. Kualitas Material

### 1. Analisis Ayakan (Sieve Analysis)

Di dalam campuran beton tembak, komposisi utama yang digunakan adalah agregat berupa pasir, semen dan air. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium (Tabel 3.dan Gambar 2), ditemukan masih terdapat agregat yang kasar sehingga tidak memenuhi standar persyaratan susunan butir ASTM D-1140 (Tabel 1). Pada ukuran ayakan 4,75 mm., 2,36mm., 1,18mm., 0,15mm masih banyak yang tertahan dan tidak lolos ayakan, sehingga bisa dikatakan bahwa ukuran agregat di *Stockpile*, masih menyimpang dari standar yang ditentukan, sehingga perlu adanya pengontrolan terhadap ukuran agregat yang digunakan untuk material *shotcrete* perlu dilakukan sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Untuk mengontrol ukuran agregat perlu dilakukan tes *Sieve Analysis* setiap minggu sesuai dengan jadwal.

### 2. Analisis Kadar Air (Moisture Content)

Berdasarkan Hasil pengujian kadar air di dalam pasir (Tabel 4 dan Gambar 3), kadar air dalam pasir yang ada di *stockpile* tidak konstan, hal ini dipengaruhi oleh iklim yang tidak menentu, dan air hujan yang mudah merembes masuk ke tempat penyimpanan material (*Stockpile*). Persentase kadar air dalam pasir ada yang masih dalam kategori kondisi sedang tetapi ada juga yang dalam kondisi basah, karena jumlah air dalam pasir hanya berkisar sekitar 2,6 % sampai 6,3 %, bahkan pada sampel VIII kadar air mencapai 20,1 %. Berdasarkan ASTM D-1140 kadar air agregat halus *interval* batas 3,0%-5,0%. Jika kandungan air dalam meterial terlalu besar maka komposisi air pada desain beton tembak yang dipakai juga harus disesuaikan. Jika tidak maka campuran beton tembak tidak akan bagus. Kadar air yang terlalu tinggi dan tidak terkontrol dengan baik, bisa mempengaruhi kuat tekan dari *Shotcrete*. Untuk pengecekan *Moisture content* perlu di lakukan setiap hari. Untuk aplikasi *Batching* untuk *Moisture content*nya harus diperbaiki sehingga *becher* bisa mengetahui lebih jelas mengenai kadar air didalam pasir dan bisa memudahkan *Becher* untuk menyesuaikan dengan jumlah aktual air yang harus digunakan.

### 3. Kadar Lumpur (Clay and Silt Content)

Hasil pengujian kadar lumpur di laboratorium menunjukkan persentase kadar lumpur berkisar antara 12,3 % dan 17,5 % (Tabel 5), yang berarti lebih besar dari nilai persentase kadar lumpur normal yaitu 5 % dan harus dicuci. sehingga dapat dikatakan

agregat halus (pasir) yang terdapat di *Stockpile* mengandung lumpur yang cukup banyak. Kadar lumpur yang berlebih pada agregat juga dapat membuat kekuatan beton menjadi rendah, sehingga mutu beton yang diinginkan tidak tercapai. Untuk pengecekan kadar lumpur dilakukan setiap satu minggu sekali agar dapat mengontrol kadar lumpur yang terkandung di dalam pasir, Pengaruh kadar lumpur terhadap berat beton cukup signifikan dimana semakin bersih beton maka berat beton akan semakin naik.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Ditemukan masih terdapat agregat yang kasar sehingga tidak memenuhi standar persyaratan susunan butir ASTM D-1140 yaitu pada ukuran ayakan 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,15mm masih banyak yang tertahan dan tidak lolos ayakan.
2. Kadar air dalam pasir berkisar 2,6 % sampai 6,3 %.
3. Kadar air pada sampel VIII mencapai 20,1 % kandungan air dalam meterial terlalu besar.
4. Kadar lumpur mencapai 12,3 % dan 17,5 %, masih lebih besar dari nilai persentase kadar lumpur normal yaitu 5 %.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. John Jonathan Numberi, M.Eng., IPM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih, yang telah membantu dalam pengadaan dana penelitian.
2. Staf laboratorium dan Staf administrasi balai laboratorium PT. Antam yang telah membantu dalam pemakaian alat, serta analisis uji sampel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional, (2008), Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah, BSN Jakarta.
- Dhani andhika, analisa tingkat *rebound* pada aplikasi penyemprotan *shotcrete* di terowongan alibudiardjo (abtunnel) PT. Freeport indonesia, papua, Skripsi Program Sarjana, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral Institut Teknologi Medan, hal III-26.
- Elimelek Aronggear, Indra Karna Wijaksana, Marlando Elia Mahasisky (2019), Studi Perbandingan Kuat Tekan *Shotcrete* yang Mengandung *Limestone* dan Tidak Mengandung *Limestone* sebagai Perkuatan Terowongan Tambang Bawah Tanah PT. Freeport Indonesia, Prosiding Teknik Pertambangan 5 (2), 583-590.
- Ginting. A, Purba. A, Sjadat. A, (2017). Inovasi Sistem Penyanggaan Di Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia. Palembang. Prosiding Simposium II – UNIID.

- R. Soehoed, (2005), Sejarah Pengembangan Pertambangan PT. Freeport Indonesia di Provinsi Papua, Jilid 1, Membangun Tambang di Ujung Dunia, Aksara Karunia, Jakarta, hal. 33 – 37, 83 – 97.
- Muhammad Fatoni Eko Nugroho Putro, Dian Hastari Agustina (2023), Analisis Kestabilan Lereng Dengan Perkuatan *Shotcrete* Menggunakan Plaxis Studi Kasus: Ruas Jalan Tarempa–Rintis Sta 07+800 Kab. Anambas, Jurnal Sikma Teknika 6(1), 223-230.
- Mahatir Eko Sulastyo, Jance Murdjani Supit, (2020), *Shotcrete Delivery Process* di Tambang Bawah Tanah *Deep Mill Level Zone* PT. Freeport Indonesia, INTAN Jurnal Penelitian Tambang 3(1), 79-89.
- Mahmud Said, A.A Inung Arie Adnyano, Bayurohman Pangacella Putra, Jeffryson Munsaki Rumbewas, (2020), Analisis Teknis Penggunaan *Shotcrete* Pada Tambang Bawah Tanah *Grasberg Block Cave* (GBC) di PT. Freeport Indonesia Provinsi Papua, Prosiding TPT XXIX Perhapi, 619-628
- Nugraha dan Antoni, (2007), Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.
- P. Purwanto, and Y. Arni Priastiwi, (2012), Pengaruh Kadar Lumpur Pada Agregat Halus Dalam Mutu Beton, Jurnal Teknik 33(2), 46-51.
- Pierre-Claude Aïtcin and Robert J Flatt, (2016), [Science and Technology of Concrete Admixtures](#), 531-613.
- Sahar Priyono Putra, (2022), Studi Metode Perkuatan Terhadap Lereng Menggunakan geomat, *Shotcrete* Dan *Soil nailing* Studi Kasus: Lereng *Spillway* bendungan sadawarna Paket II Subang. Tesis Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Tumatar, Jeffry Franky, (2009), Analisa dan Perbandingan Metode *Wet Mix* Dengan *Dry Mix Shotcrete* Pada Pekerjaan Kontruksi PT. Gematek Kontruksitama. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, Bandung.