

Upaya Pengawasan pada Metode Pelaksanaan Shotcrete dan Rockbolt pada Konstruksi Terowongan

Supervision Efforts on Shotcrete and Rockbolt Implementation Methods in Tunnel Construction

Rusandi Noor ^{1*}

Ferdy Saputra ¹

Istifalia Maulida ¹

Isnaini Zulkarnain ¹

Pulung Priyo Pamungkas ²

¹Department of Civil Engineering,
Faculty of Science and Technology,
Muhammadiyah University of East
Kalimantan, Samarinda

²PT. Cirajasa C.M, simpang street
Ambarukmo street, block CJ No 8,
Sambutan district, Samarinda 75251

email: r903@umkt.ac.id

Kata Kunci

Terowongan
Shotcrete
Rockbolt

Keywords:

Tunnel
Shotcrete
Rockbolt

Received: December 2025

Accepted: April 2025

Published: June 2025

Abstrak

Proyek konstruksi Terowongan Samarinda merupakan upaya strategis dalam mendukung pengembangan infrastruktur di Kalimantan Timur. Terowongan ini berlokasi di Jalan Sultan Alimuddin, Kecamatan Sambutan hingga Jalan Kakap, Kecamatan Samarinda Ilir, dengan panjang 690 meter dari pintu masuk (Inlet) hingga pintu keluar (Outlet). Terowongan ini diharapkan mampu mengurai kemacetan yang sering terjadi di Jalan Otto Iskandar Dinata, Kelurahan Sungai Dama. Proyek ini dimiliki oleh Pemerintah Daerah Kota Samarinda (PUPR) dan dilaksanakan oleh kontraktor PT. PP Persero dengan PT. Ciria Jasa Cipta Mandiri sebagai konsultan pengawas. Metode konstruksi yang digunakan adalah New Austrian Tunneling Method (NATM), dengan fokus pada penggunaan shotcrete dan rockbolt untuk menjaga kestabilan struktur terowongan selama dan setelah proses konstruksi. Shotcrete memberikan perlindungan sementara terhadap tekanan tanah, sementara rockbolt memperkuat massa batuan di sekitar terowongan. Dalam pengabdian ini, pengamatan dilakukan dengan metode partisipatif, di mana pengamat terlibat secara langsung dalam kegiatan yang diamati. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan shotcrete dan rockbolt, serta efektivitas pengawasan yang dilakukan untuk memastikan kepatuhan terhadap spesifikasi teknis dan standar yang berlaku.

Abstract

The Samarinda Tunnel construction project is a strategic effort to support infrastructure development in East Kalimantan. This tunnel is located from Jalan Sultan Alimuddin, Sambutan District to Jalan Kakap, Samarinda Ilir District, with a length of 690 meters from the entrance (Inlet) to the exit (Outlet). This tunnel is expected to be able to reduce traffic jams that often occur on Jalan Otto Iskandar Dinata, Sungai Dama Village. This project is owned by the Samarinda City Government (PUPR) and is implemented by the contractor PT. PP Persero with PT. Ciria Jasa Cipta Mandiri is the supervising consultant. The construction method used is the New Austrian Tunneling Method (NATM), with a focus on the use of shotcrete and rockbolt to maintain the stability of the tunnel structure during and after the construction process. Shotcrete provides temporary protection against ground pressure, while rockbolt strengthens the rock mass around the tunnel. In this community service, observations were carried out using a participatory method, where observers were directly involved in the activities being observed. This approach allows for a deeper understanding of the application of shotcrete and rockbolts, as well as the effectiveness of the supervision carried out to ensure compliance with applicable technical specifications and standards.



© 2025 Rusandi Noor, Ferdy Saputra, Istifalia Maulida, Isnaini Zulkarnain, Pulung Priyo Pamungkas. Published by [Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya](#). This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i6.8899>

PENDAHULUAN

Terowongan adalah suatu struktur yang dibangun di bawah tanah atau air yang berfungsi sebagai jalur transportasi, saluran utilitas, atau aplikasi lainnya. Secara umum, terowongan diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, metode konstruksinya, serta jenis material yang digunakan. Berdasarkan fungsinya, terowongan dapat dibagi menjadi beberapa

How to cite: Noor, R., Saputra, F., Maulida, I., Zulkarnain, I., Pamungkas, P. P. (2025) Upaya Pengawasan pada Metode Pelaksanaan Shotcrete dan Rockbolt pada Konstruksi Terowongan. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, **10**(6), 1460-1467. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i6.8899>

kategori, seperti terowongan jalan raya, terowongan rel kereta api, terowongan air, dan terowongan untuk utilitas seperti kabel listrik dan pipa gas. Terowongan Samarinda merupakan proyek infrastruktur yang menjadi tonggak sejarah baru bagi provinsi Kalimantan Timur. Sebagai terowongan pertama di Kalimantan, proyek ini tidak hanya berfungsi sebagai jalur transportasi yang menghubungkan wilayah-wilayah penting di Samarinda, tetapi juga sebagai simbol geografis yang menantang. Terowongan ini dirancang untuk mengurangi kemacetan dan mempercepat waktu tempuh, terutama di kawasan yang sebelumnya sulit diakses. Selain itu, proyek ini diharapkan dapat mendukung perkembangan ekonomi di Samarinda dan sekitarnya dengan meningkatkan aksesibilitas.

Terowongan memerlukan perkuatan untuk menjaga kestabilan terhadap tekanan batuan selama dan setelah penggalian. Dua metode yang umum digunakan adalah shotcrete dan rockbolt. Shotcrete merupakan beton semprot yang diaplikasikan dengan tekanan tinggi untuk melapisi dan memperkuat dinding terowongan, sementara rockbolt adalah batang baja yang dipasang untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan massa batuan dengan membentuk sistem penyangga internal. Kombinasi keduanya sering digunakan untuk menciptakan struktur perkuatan yang saling melengkapi, sehingga tidak hanya mendukung keberhasilan konstruksi, tetapi juga memperpanjang umur layanan terowongan. Berdasarkan latar belakang diatas tujuan artikel ini adalah untuk mendukung pengembangan infrastruktur di Kalimantan Timur dengan menyebarkan informasi tentang pentingnya teknik perkuatan terowongan seperti shotcrete dan rockbolt, serta manfaat pembangunan Terowongan Samarinda dalam meningkatkan aksesibilitas, efisiensi transportasi, dan pertumbuhan ekonomi. Pengabdian ini juga bertujuan meningkatkan kualitas teknik konstruksi lokal melalui edukasi dan kolaborasi antara masyarakat, pemerintah, dan dunia usaha demi menciptakan dampak sosial dan ekonomi yang berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi Proyek.

METODE

Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan pada 03 Juni 2024 hingga 31 Agustus di Proyek Pembangunan Terowongan Samarinda yang berlokasi di Jl. Sultan Alimuddin, Kec. Sambutan, Kota Samarinda, Kalimantan Timur (*Inlet*), dan di Jl. Kakap, Sungai Dama, Kec. Samarinda Ilir, Kota Samarinda, Kalimantan Timur (*Outlet*). Kegiatan ini berlangsung selama 60 hari kerja dan 8 jam kerja, mulai pukul 09.00 hingga 17.00 WITA. Metode yang digunakan dalam pengabdian ini adalah metode observasi partisipatif, yaitu metode di mana pengamat turut terlibat secara langsung dalam kegiatan yang sedang diamati. Dalam konteks pengabdian masyarakat ini, observasi partisipatif melibatkan pengamatan langsung yang dilakukan oleh mahasiswa atau peserta di lapangan sambil aktif berpartisipasi dalam proses konstruksi, seperti penerapan metode shotcrete & rockbolt pada tunnel. Metode ini memungkinkan peserta untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang teknik-teknik yang diterapkan, sambil turut serta dalam proses pengambilan data dan pengendalian mutu yang berlangsung di lapangan. Dengan metode observasi partisipatif, peserta dapat lebih mengenal tantangan nyata yang dihadapi dalam pelaksanaan proyek konstruksi, serta mengembangkan keterampilan teknis dan manajemen proyek yang relevan. Metode ini juga membantu meningkatkan akurasi data, karena peserta yang berpartisipasi langsung sering kali memiliki wawasan dan perspektif lebih tajam mengenai konteks kerja di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengabdian ini yang menjadi fokus kami adalah pekerjaan shotcrete dan pekerjaan rockbolt. Pelaksanaan pekerjaan dalam suatu proyek harus berpedoman pada suatu aturan Rencana Kerjadan Syarat-syaratnya (RKS) serta time schedule yang telah di tentukan oleh perencana dan pemilih proyek yang berpedoman pada jadwal yang telah disusun.

A. Shotcrete

Pekerjaan shotcrete pada terowongan ini merupakan hal yang penting untuk perkuatan awal konstruksi terowongan, peran mahasiswa dalam keterlibatan pekerjaan shotcrete ini berupa pengawasan secara langsung saat proses pekerjaan maupun proses uji coba benda uji. tahap-tahap yang perlu dikerjakan ialah:

Galian terowongan dilakukan menggunakan metode NATM (*New Austrian Tunneling Method*) metode ini sangat berguna pada kondisi geologi yang tidak fleksibel dimana perkiraan masa batuan sulit karena perubahan geologi yang cepat yang apabila kondisi tanah lembek maka akan digunakan excavator twin header dan jika kondisi tanah keras akan digunakan excavator breaker. Galian ini memerlukan waktu 8 jam untuk 1,5 meter dan setiap 8 meter perlu memasang propoling (*pipe roof fully*) sebanyak 30 buah untuk penyangga yang berfungsi menjaga kestabilan terowongan saat penggalian berlangsung. Galian ini sesuai dengan SNI 2825:2008 yang mempunyai kuat tekan uniaksial $> 12,5 \text{ MPa} (> 125 \text{ kg/cm}^2)$.



Gambar 2. Pekerjaan Galian.

Pemasangan Steel rib adalah penyangga struktural yang memperkuat dan menstabilkan terowongan. Steel rib yang di pakai pada konstruksi terowongan adalah besi habim berukuran $150 \times 150 \times 7 \times 10$ dan di pasang memakai alat berat seperti jumbodrill 2 baut tipe m22. Untuk detail tulangan sesuai spesifik SNI 03-6816-2002



Gambar 3. Pemasangan Steel Rib.

Pemasangan Wiremesh dan Tierod, Wiremesh adalah anyaman kawat baja yang dipasang pada rangka steel rib untuk memperkuat dan menjaga kestabilan lapisan tanah atau batuan di sekitar terowongan serta mencegah partikel tanah yang tidak stabil runtuh. Wiremesh berdiameter 7 ini diikat ke steel rib menggunakan bendrat agar tetap kokoh saat proses lanjutan. Hal ini terdapat pada SNI 03-6812-2002. Setelah wiremesh terpasang, dilakukan pemasangan tierod berupa batang baja polos berdiameter 16 sebanyak 26 buah (20 di bagian upper, 6 di bagian lower) untuk mengunci posisi steelrib dan wiremesh, menjaga kestabilan dan kekuatan terowongan.



Gambar 4. Pemasangan Wiremesh dan Tierod.

Setting steel rib pada konstruksi terowongan adalah proses penentuan posisi dan pemasangan steel rib sebagai penyangga sesuai desain dan spesifikasi teknis. Proses ini menggunakan alat total station untuk mengukur titik kontrol yang menjadi acuan dalam menentukan posisi steel rib secara presisi.



Gambar 5. Setting Steelrib.

Pengencangan baut M22 pada steel rib menggunakan kunci torsi merupakan langkah penting untuk memastikan kekuatan pengencangan yang tepat, sehingga struktur tetap stabil dan aman. Setelah steel rib diposisikan di tempatnya dalam terowongan, semua baut dikencangkan dan diperiksa ulang untuk memastikan tidak ada baut yang longgar atau terlalu kencang, demi distribusi beban yang optimal, untuk metode pengencangan baut mengacu pada SNI 8458:2017



Baut Gambar 6. Pengencangan Baut.

Shotcrete merupakan metode penyemprotan beton basah ke permukaan dinding terowongan. Proses ini membantu untuk memperkuat struktur dan mencegah runtuhan tanah atau batuan di sekitar terowongan. Berikut adalah tahapan penting yang dilakukan sebelum dan selama pekerjaan shotcrete:

- a. Uji Slump dilakukan untuk mengukur kelecahan atau konsistensi beton guna memastikan beton memiliki kekentalan yang tepat agar dapat disemprotkan dengan baik dan menempel pada permukaan tanpa segregasi. Proses ini menggunakan slump cone setinggi 30 cm, di mana beton segar dimasukkan, kemudian kerucut diangkat perlahan, dan tinggi penurunan beton diukur sebagai nilai slump. Untuk shotcrete, nilai slump ideal adalah 8-14 cm; beton terlalu encer dapat mengurangi kekuatan, sedangkan beton terlalu kental sulit disemprotkan. Uji slump ini sesuai dengan SNI 1972:2008



Gambar 7. Uji Slump.

- b. Setelah uji slump, beton yang lolos diuji dengan membuat benda uji berbentuk silinder (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) untuk mengukur kekuatan tekan beton. Proses ini dilakukan dengan memasukkan beton ke dalam cetakan secara bertahap, tiap tahap diratakan dan dipadatkan menggunakan alat pematat agar bebas udara sesuai dengan SNI 4810:2013. Benda uji kemudian dibiarkan mengeras (*curing*) selama 7 hingga 28 hari sebelum diuji untuk mengetahui kekuatan tekan maksimalnya, guna memastikan beton memenuhi spesifikasi proyek.



Gambar 8. Pembuatan Benda Uji.

- c. Uji kuat tekan, setelah beton berumur 7 hingga 28 hari maka langkah selanjutnya di lakukan kuat tekan beton yang bertujuan untuk mengetahui kualitas dan kekuatan struktur sesuai dengan SNI 1974:2011, uji kuat tekan beton di lakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.



Gambar 9. Uji kuat tekan benda uji.

- d. Setelah uji slump dan pembuatan benda uji selesai, pekerjaan utama berupa penyemprotan shotcrete dimulai menggunakan beton fc'20 dengan ketebalan 20 cm. Alat yang digunakan meliputi Air Compressor, Aliva, dan Robotic Shotcrete, dengan metode penyemprotan bertekanan tinggi dari bawah ke atas untuk mencegah penumpukan material. Setelah itu, dilakukan pemeriksaan visual untuk memastikan lapisan shotcrete merata dan menempel baik, serta dilakukan perbaikan jika ditemukan kekurangan.



Shotcrete Gambar 10. Shotcrete.

B. ROCKBOLT

Setelah pekerjaan shotcrete maka di lakukan pekerjaan rockbolt, rockbolt menjadi item pekerjaan penting bagi konstruksi terowongan, peran mahasiswa di dalam pekerjaan terowongan melibatkan pengawasan secara langsung dan juga turut ikut dalam pemeriksaan yang di paparkan dalam checklist, adapun item pekerjaan rockbolt adalah :

Drill rockbolt

Setelah shotcrete mengering maka di lakukan drill menggunakan alat berat jumbo drill, drill di lakukan dengan kedalaman 4 Meter dengan ketentuan jarak pemasangan 1,5 Meter atau setiap steel rib, hal ini sudah sesuai dengan tahap perancangan yang di acu dalam SNI 8460:2017



Gambar 11. Drill rockbolt Gambar

Pemasangan plat dan mur

Setelah material rockbolt dimasukan, lalu di pasang plat dengan ukuran 150x150 dan tebal 10 mm, setelah itu di mur, lalu di kencangkan dengan baut m22, hal ini standar untuk jenis baut dan mur yang menjadi acuan pada SNI 07-0081-1989

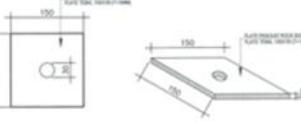


Gambar 12. Pemasangan mur.

Analisa perbandingan

Setelah pekerjaan rockbolt selesai, maka dilakukan analisa perbandingan rockbolt yang dilaksanakan oleh konsultan pengawas, tujuan dilakukan analisa perbandingan untuk monitoring pekerjaan agar mengetahui hasil apakah pekerjaan telah sesuai dengan shop drawing

ANALISA PEBANDINGAN TEORI – LAPANGAN PADA PEKERJAAN .../ PENGUJIAN .../PENGAWASAN ...

No	Tanggal & Durasi	Jenis Pekerjaan	Standar (SNI/ Panduan)	Penilaian	Analisa	Foto
1.	Senin, 3 Juni 2024 (09.00 - 13.00)	Drill Rockbolt	SNI 8460:2017	Sesuai		
2.	Selasa, 4 Juni 2024 (09.00 – 13.00)	Pemasangan Mur M22	SNI 07-0081-1989	Sesuai		

Gambar 13. Analisa perbandingan.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, pengabdian ini bertujuan untuk mendukung pengembangan infrastruktur di Kalimantan Timur dengan menyebarkan informasi tentang teknik perkuatan terowongan, seperti shotcrete dan rockbolt. Selain itu, melalui edukasi dan kolaborasi antara masyarakat, pemerintah, dan dunia usaha, pengabdian ini juga berupaya meningkatkan kualitas teknik konstruksi lokal guna menciptakan dampak sosial dan ekonomi yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sangat mengapresiasi akses yang diberikan oleh PT. Ciria Jasa Cipta Mandiri terhadap data dan informasi yang mendalam tentang topik pengabdian kami. Harapan kami, hasil dari pengabdian ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi PT. Ciria Jasa Cipta Mandiri. Kami berharap kolaborasi ini dapat terus berlanjut dan memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di masa yang akan datang.

REFERENSI

- Alamsyah, R. (2019). TA: Analisis Stabilitas Dan Deformasi Terowongan Kereta Cepat Indonesia Dengan Pendekatan Numerik Tiga Dimensi (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional).
- Cahyadiawan, M. R. S. (2021). TA: Analisis Perbandingan Deformasi Metode Galian NATM Dengan Model Plaxis 3D Dan 2D Terowongan Kereta Cepat Jakarta-Bandung (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional).
- Koesnaryo, S., Vera, T. V., Arindry, A. P. P., & Cholid, M. (2022). Tinjauan Aspek Kerekayasaan Pada Rancangan Terowongan Untuk Sipil dan Tambang. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 8(1), 48-55.
- Moon, S. H., Shin, Y. W., Kim, S. H., & Yoo, H. K. (2012). A study on load bearing capacity of composite member with steel rib and shotcrete in NATM tunnel. *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, 32(5C), 221-229.
- Sujarweni, V. W. (2014). Metodelogi penelitian. Yogyakarta: Pustaka Baru Pers.

Sulandari, N., Pranata, Y. A., & Kristianto, A. (2023). Studi Analitis dan Eksperimental Mekanisme Slip-Kritis Sambungan Struktural Baut Baja. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 158-173.

Syahlendra H, R. (2019). Proyek Pembangunan Apartemen Tamansari Cendekia Jalan Durian Raya No. 77 Semarang (Konsentrasi Struktur Bawah).

Van Gobel, F. M. (2019). Nilai kuat tekan beton pada slump beton tertentu. *Radial*, 5(1), 22-33.

Wibowo, C. (2020). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pembuatan Terowongan Pengelak Menggunakan New Austrian Tunneling Method (NATM) Di Proyek Bendungan Sidan Kabupaten Badung Provinsi Bali (Doctoral