



Pro Cessing Critical Bond Lenght Berdasarkan Data Aktual Pull Out Test (Cablebolt) Pada Area Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave (GBC) Di PT. Freeport Indonesia

Raynata Aprillia Mofu¹, R.Andy Erwin Wijaya², Agung Dwi Sutrisno³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Info Artikel

Diajukan: 12/01/2023

Diterima: 13/04/2023

Diterbitkan: 30/04/2023

Keywords:

Tensile Test; Voltage;
Cablebolt Strain

Kata Kunci:

Uji Tarik; Tegangan;
Regangan Cablebolt



Lisensi: cc-by-sa

ABSTRACT

PT. Freeport Indonesia is a company that mines, processes and explores ores containing copper, gold and silver in the highlands of Tembagapura, Mimika Regency, Papua Province with an area of 212,950 hectares. To improve the stability of the opening hole in underground mines, it is necessary to implement a *ground support* system in underground mines, one of which is used in the *Grasberg Block Cave* (GBC) area of PT. Freeport Indonesia is a supporting support (*Cable bolt*). Therefore, it is necessary to further analyze the strength of the critical bond length of the *Cablebolt* in the *Grasberg Block Cave* (GBC) area of the underground mine of PT. Freeport Indonesia. The purpose of this study is (1) to determine the strength of the bond length based on tensile test data, (2) to determine the elastic value of cable bolts. From the results of the tension and strain of the single cable bolt that has been obtained, the Ice Value and the maximum stress of the cable bolt are determined, the data is obtained with a tension value of 10.6263 N/mm² and a stretch value of 0.00427. After obtaining the stress and tension values of the single cable bolt, the Es value of the cable bolt with a value of 1403.45 Mpa is sought. From the results of the tension and tension of the twin cable bolts that have been obtained, the Ice value of the cable bolts is obtained. From the experimental data, a tensile value of 3.8658 N/mm² and a tensile value of 249.68 were obtained. After obtaining the stress and tension values of the twin cable bolts, the Ice value of the cable bolts with a value of 358.647 Mpa is sought.

ABSTRAK

PT. Freeport Indonesia Merupakan sebuah perusahaan yang menambang memproses dan melakukan eksplorasi terhadap bijih yang mengandung tembaga, emas dan perak di dataran tinggi Tembagapura, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua dengan luas 212.950 Ha. Untuk meningkatkan stabilitas lubang bukaan pada tambang bawah tanah maka perlu dilakukan penerapan sistem *ground support* pada tambang bawah tanah, salah satunya yang digunakan di area *Grasberg Block Cave* (GBC) PT. Freeport Indonesia adalah penyangga pendukung (*Cable bolt*). Maka dari itu perlu menganalisa lebih lanjut kekuatan panjang ikatan kritis *Cablebolt* di area *Grasberg Block Cave* (GBC) tambang bawah tanah PT. Freeport Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menentukan kekuatan panjang ikatan berdasarkan data uji tarik, (2) menentukan nilai elastisitas baut kabel. Dari hasil tegangan dan regangan baut kabel *single* yang telah didapatkan maka ditentukan Nilai E_s dan tegangan maksimal dari baut kabel tersebut, data tersebut didapatkan nilai tegangan sebesar 10,6263 N/mm² dan nilai regangannya sebesar 0,00427. Setelah didapatkan nilai tegangan dan regangan dari baut kabel *single*, maka selanjutnya dicari nilai E_s dari baut kabel dengan nilai sebesar 1403,45 Mpa. Dari hasil tegangan dan regangan baut kabel *twin* yang telah didapat maka diperoleh nilai E_s dari baut kabel tersebut. Dari data hasil percobaan maka didapatkan nilai tegangan sebesar 3,8658 N/mm² dan nilai regangannya sebesar 249,68. Setelah didapatkan nilai tegangan dan regangan dari baut kabel *twin*, maka selanjutnya dicari nilai E_s dari baut kabel dengan nilai sebesar 358,647 Mpa.

Corresponding Author:

Raynata Aprillia Mofu

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta;
710017054@Students.itny.ac.id



PENDAHULUAN

PT. Freeport Indonesia Merupakan sebuah perusahaan yang menambang memproses dan melakukan eksplorasi terhadap bijih yang mengandung tembaga, emas dan perak di dataran tinggi Tembagapura, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua dengan luas 212.950 Ha (Cahyono, 2022). Sistem yang digunakan adalah tambang terbuka dengan metode *open pit* dan sistem tambang bawah tanah dengan metode *block caving* (PT Freeport Indonesia, 2019).

Dengan adanya kegiatan penambangan tersebut pengalihan tambang bawah tanah sangatlah berisiko, Dimana akan dilakukan pembukaan lubang bukaan (terowongan) maka keadaan tegangan di sekitar lubang bukaan menjadi terganggu dan dapat menyebabkan kerusakan atau bahkan menyebabkan keruntuhan baik pada atap maupun dinding lubang bukaan tersebut. Maka diperlukan kestabilan lubang bukaan karena sangat berpengaruh terhadap kelancaran kegiatan penambangan. Diantaranya yaitu: keselamatan bagi para pekerja tambang, pergerakan (*mobilization*) peralatan tambang dan juga kelanjutan produksi (Anwar et al., 2021; Thamsi et al., 2023).

Untuk meningkatkan stabilitas lubang bukaan pada tambang bawah tanah maka perlu dilakukan penerapan sistem *ground support* pada tambang bawah tanah. Salah satunya yang digunakan di area *Grasberg Block Cave* (GBC) PT. Freeport Indonesia adalah *penyangga* pendukung (*Cable bolt*). Maka dari itu perlu menganalisa lebih lanjut kekuatan panjang ikatan kritis *Cablebolt* di area *Grasberg Block Cave* (GBC) tambang bawah tanah PT. Freeport Indonesia.

METODE

Tahap Persiapan, pada tahap penulis membuat beberapa persiapan untuk pengambilan data, yaitu Membuat surat ijin pengambilan data kepada perusahaan yang ditujui, Membuat jadwal kegiatan penelitian atau pengambilan data dan Membuat beberapa pertanyaan kepada staf/karyawan di perusahaan tambang PT. Freeport Indonesia (Faruqi et al., 2023; Wakila et al., 2023a).

Pengamatan di lapangan dengan melakukan beberapa tahap yaitu Observasi lapangan dengan melakukan pengamatan secara langsung, terhadap proses yang terjadi dan mencari informasi pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, Menentukan lokasi pengamatan dan pengambilan data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Mencocokkan dengan rumusan masalah yang ada dengan tujuan, agar penelitian yang dilakukan tidak meluas serta data yang diambil dapat digunakan dengan efektif (Anshariah et al., 2022).

Untuk pengambilan data ini terdiri dari dua jenis data yang dipakai, yaitu Data primer diperoleh secara langsung di lapangan, data yang diperoleh berasal dari data Tahap pemasangan *cable bolt* dan penginstalan alat *pull out test* (*Cablebolt*), Data aktual *cable bolt*, Data *Pull Out Test* (*Cablebolt*), Dokumentasi. Mengumpulkan data dengan mempelajari bahan Pustaka yang menunjang penelitian. Data-data berikut merupakan data yang menjadi literatur perusahaan, juga digunakan sebagai data sekunder, antara lain: Data jenis batuan, Peta geologi daerah penelitian, Data Material *Cablebolt*. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan. Analisis data dilakukan dengan tujuan, memperoleh kesimpulan sementara dan selanjutnya diolah dalam bagian pembahasan (Aswadi et al., 2022; Bakri et al., 2023; Wakila et al., 2023b).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Material

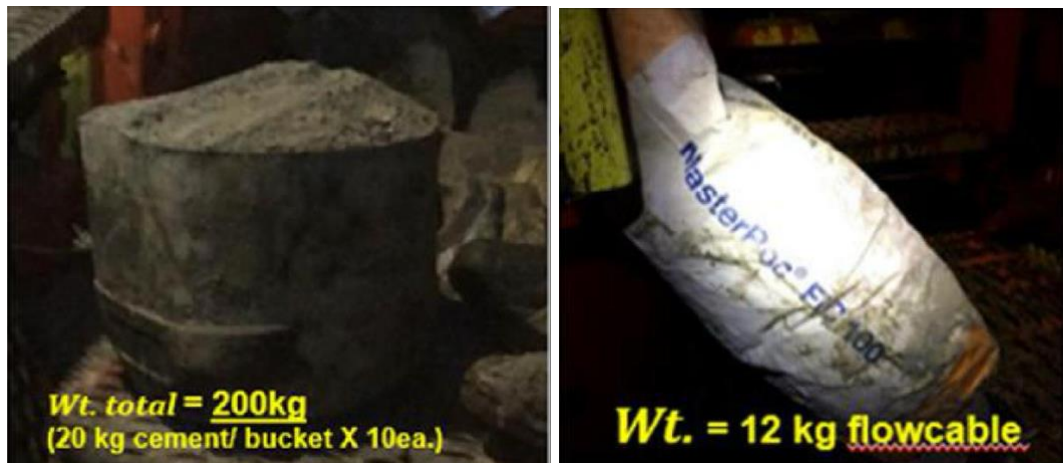
Secara umum baut kabel dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu : baut kabel dengan diameter 15,2 mm dan 17,8 mm. Baut kabel yang digunakan adalah baut kabel dengan kedalaman lubang bor 54mm untuk baut kabel Tunggal dengan diameter 15,2 atau 17,8 mm, sedangkan untuk kedalaman lubang bor 64 mm untuk baut kabel *twin* dengan diameter 15,2 mm atau 17,8 mm sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya, Pasta semen akan menjadi material pelapis baut kabel terdapat sekitar 70% sampai 80% volume pasta semen (*grout*) yang terjadi selama pengerasan semen sehingga perlu dilakukan analisa kekuatan panjang ikatan *cablebolt*. Dengan menggunakan metode uji tarik, diantaranya:

Quality Assurance

1. Mix Design

Produksi semen yang digunakan oleh PT.FI adalah Indocement type PCC (Portland Composite Cement), karena cepat mengikat dengan air sehingga cepat mengeras, dan secara

teoritis sudah sesuai standar ASTM C-150,1985. Jumlah semen yang digunakan untuk pemasangan baut kabel adalah 200 kg.



Gambar 1. Semen Portland



Gambar 2. Tahap Pemasangan Baut Kabel

2. Water

Air yang digunakan oleh PT.FI merupakan air tawar (air kali) dari pegunungan dengan jumlah air yang direkomendasikan untuk pemasangan baut kabel adalah 70 ltr.

Slump Test

Parameter Untuk Menentukan Kekentalan Pasta semen (*grout*) adalah dengan melakukan pengujian nilai *slump grouted cable*. Dari hasil pengujian nilai slump yang digunakan untuk area penelitian diperoleh 0,35 W/c dan dan slump di lapangan berkisar antara 0,41 W/c. Artinya bahwa nilai kekentalan *grout* terjadi penyimpangan dari standar.



Gambar 3. Uji Slump Test

Tabel 1. *Cement Grout Mix*

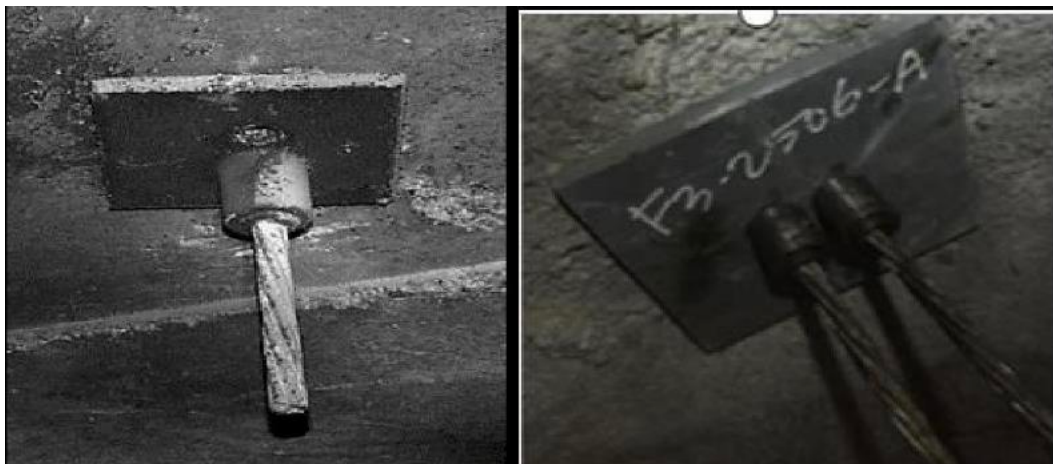
Cement Grout Mix			
Water (Liters)	Master Roc FLC100 (Kg)	Cement	Water/Cement
70	12	200	0.35

Quality Control

1. Pull Out Test (Uji Kuat Tanik)

Parameter ini menentukan kekuatan ikatan cable bolt (*curing time cable*) adalah dengan melakukan pengujian Uji tarik. dari hasil pengujian uji tarik nilai kekuatan awal 1-3 Mpa di capai dalam waktu 72 jam (3 hari). Artinya bahwa nilai kekuatan awal ini sesuai dengan standart yang di tentukan oleh [PT.FI](#) karena nilai kekuatan awal 1 mpa dicapai antar waktu 9 jam.

Hubungan antara gaya tarik dan perpanjangan menjadi hubungan antara tegang rengang (stress – strain). Hubungan tersebut merupakan standar ketika melakukan uji tarik. Pengujian uji tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan ikatan material pelapis dan baut kabel. Pelapis yang digunakan yaitu : semen, *porland hidrolis*, Air. Dimana semen hidrolis dan Air adalah bahan dasar *grout cable* dan pengetesan ini juga harus sesuai Prosedur SOP dengan memperhatikan nilai Standar Pengujian *pull Out test Cable bolt* agar menghindari terjadinya Putus pada *cable* pada saat pengetesan.



Gambar 4. Sampel Uji Tarik (Cablebolt)

Menurut Soedjo (2004:33) yang menyatakan bahwa bahan elastis adalah bahan yang mudah diregangkan serta cenderung pulih ke keadaan semula, dengan mengenakan gaya reaksi elastisitas atas gaya tegangan yang meregangkannya.

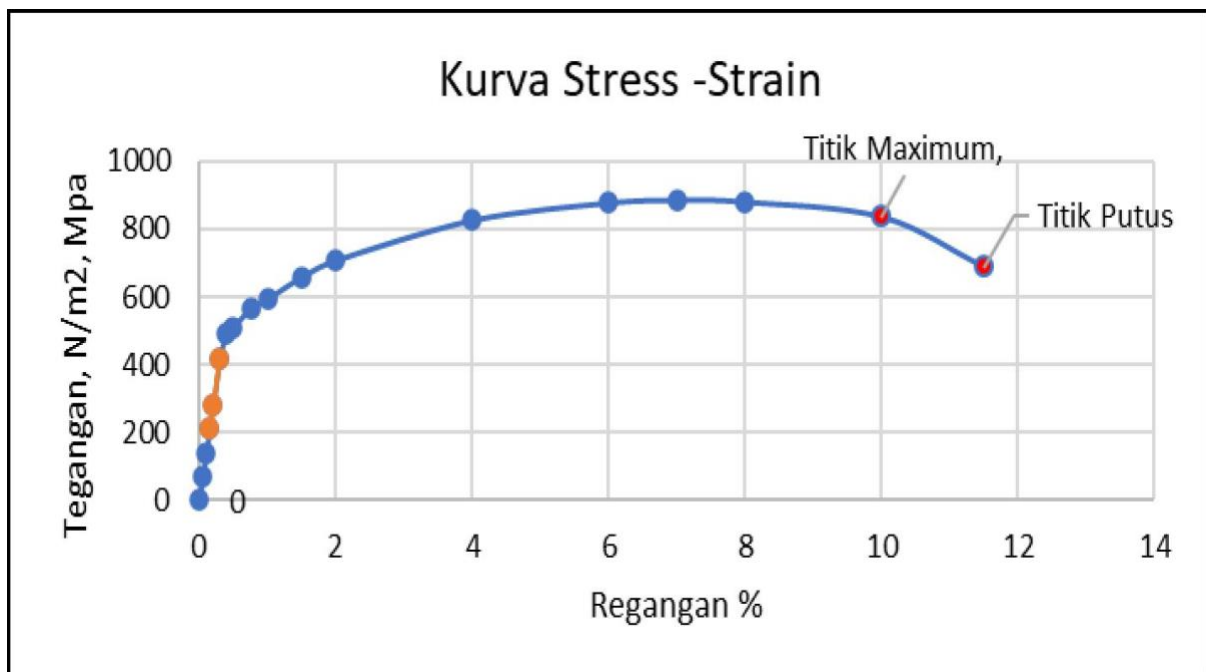


Gambar 5. Tahap Pull Out Test

Penelitian pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan panjang ikatan cablebolt (tegangan, regangan, modulus elastisitas) dengan maksud untuk dapat mengetahui sifat material *cable bolt* terhadap tekanan. Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa dan desain karena menghasilkan data kekuatan material.

2. Kekuatan Awal (Pull Out Test/ Uji Tarik)

Pengujian uji tarik merupakan suatu parameter untuk menguji kekuatan panjang ikatan baut kabel setelah 79 jam untuk mendapataka 1 Mpa. hasil yang didapatkan dari pengujian uji tarik ini menggunakan perhitungan manual dengan persamaan hukum *hooke*.



Gambar 6. Grafik Stress vs Strain

3. Slump Test

Parameter untuk menentukan kekentalan pasta semen dengan melakukan pengujian nilai slump material grout. Dari hasil pengujian nilai *slump* Pasta semen yang digunakan pada area penelitian. Diperoleh nilai *slump* 0,4 W:c. Terjadi perbedaan nilai slump hal ini bisa disebabkan oleh :

- Proses *mixing* yang tidak sesuai dengan standart
- Adapun penambahan air:
 - *Cement*; Cement yang digunakan oleh PT Freeport Indonesia saat ini adalah semen *Indocement type PCC (Portland Composite Cement)*. Untuk *mix design* cement dalam volume $1\text{m}^3 = 200\text{ kg}$ (volume $5\text{m}^3 = 10.00\text{ kg}$, sednagkan aktual mixing semen volume $1^3 = 7,55\text{ kg}$.
 - *Water*; Air Yang digunakan adalah air tawar (air kali) dari pegunungan dengan standar tingkat keasaman normal. Untuk *mix design water* adalah volume $1\text{m}^3 = 70\text{ ltr}$ dengan (volume $5\text{m}^3 = 350\text{ kg}$).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis *processing critical bond length* berdasarkan data aktual *pull out test* pada area tambang bawah tanah *grassberg block cave* di PT. Freeport Indonesia menunjukkan hasil temuan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan, maka dapat di ambil kesimpulan untuk menentukan kekuatan panjang ikatan berdasarkan data uji tarik, baut kabel *single* nilai tegangan sebesar 10, 6263 N/mm² dan nilai regangan sebesar 0,00427 sedangkan nilai tegangan dari baut kabel *Twin* sebesar 3, 8658 N/mm² dan nilai regangan sebesar 249,68
2. Dari hasil penelitian untuk menentukan nilai Elastisitas baut kabel berdasarkan nilai tegangan dan regangan dari kedua specimen benda uji, nilai Es baut kabel *single* sebesar 1405,45 Mpa. Sedangkan nilai Es baut kabel *twin* sebesar 358,467 Mpa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan puji dan syukur penulis panjat kan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa. Atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan jurnal ini dengan lancar. Jurnal ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Dalam penelitian dan penulisan Jurnal ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Bapak Dr. Ir. Hill Gendoet Hartono, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Bapak Bayurohman Pangacella Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Bapak Dr. Ir. R. Andy Erwin Wijaya, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. Selaku Dosen Pembimbing I Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Bapak Agung Dwi Sutrisno, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Bapak Gautama Sebagai Pembimbing Kerja Praktek dan Semua Pihak PT.Freeport Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk penelitian dan turut membantu selama penelitian.

REFERENSI

- Anshariah, A., Akbar, A. B., & Budiman, A. A. (2022). Estimation Of Coal Resources Using the Method Polygon In Bulungan Regency North Kalimantan Province. *Journal of Geology and Exploration*, 1(2), 30–35. <https://doi.org/10.58227/JGE.V1I2.10>
- A.R Soehoed.,205, Sejarah Pengembangan Pertambangan PT. Freeport indonesia di papua, jilid I, membangun Tambang Dunia, Aksara Kurnia, jakarta {hal 33-37'83'97}

- ASTM C-5666.,2004, *Moisture Content of aggregate By Drying, Standart Operasional procedure, field engineering & QAQC*, PT Freeport Indonesia, Timika Papua. ASTM C-136, 2004, *Sieve Analysis of Fine Aggregate, standart Operational Procedur Enggineering & Project control, Field Enggineering & QAQC*, PT. Freeport Indonesia, Timika, papua.
- Anwar, H., Thamsi, A. B., & Farid, M. F. (2021). Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang Pada PT. Manakarra Multi Mining Provinsi Sulawesi Barat. *Matriks Teknik Sipil*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i1.47323>
- Aswadi, M., Husain, J. R., Gazali, A., & Thamsi, A. B. (2022). Spread Of Laterite Nickel Based on Drill Data at PT Manunggal Sarana Surya Pratama, Southeast Sulawesi Province. *Journal of Geology and Exploration*, 1(2), 51–57. <https://doi.org/10.58227/JGE.V1I2.9>
- Bucky, P. B. (1956, April). Fundamental considerations in block caving. In *ARMA US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium* (pp. ARMA-56). ARMA. Souisa, M. (2011). Analisis Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Bahan Dengan Uji Tarik. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 5(2), 9-14. Kholil, A., Aufi, F., & Syaefudin, E. A. (2020, December). Pengaruh layer thickness dan orientasi 3D Printing terhadap uji tarik material ABS. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol. 1, No. 1, pp. 219-226).
- Bakri, S., Anas, M., Hardin Wakila, M., Aulian Chalik, C., & Rappang, S. (2023). Geochemical Characterization of Silica Sand in the Sidenreng Rappang Area Based on X-Ray Diffraction Analysis and X-Ray Fluorescence Analysis. *Journal of Geology and Exploration*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.58227/JGE.V2I1.36>
- Bucky, P. B. (1956, April). Fundamental considerations in block caving. In *ARMA US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium* (pp. ARMA-56). ARMA.
- Cahyono, Y. D. G. (2022). ANALISIS PRODUKTIVITAS PEMBORAN UNTUK PEMBUATAN SLOT RAISE DI EXTRACTION LEVEL GBC PT. FREEPORT INDONESIA. *Jurnal Pertambangan*, 5(3), 124–129. <https://doi.org/10.36706/jp.v5i3.377>
- Faruqi, M. F. Al, Yusuf, F. N., Anwar, H., & Thamsi, A. B. (2023). Reclamation Plan on Stone Land of The Ex-Nickel Mining at PT Vale Indonesia Tbk Central Pinnacle Condemnation. *Journal of Geology and Exploration*, 2(1), 13–23. <https://doi.org/10.58227/JGE.V2I1.46>
- Kushartomo, W., Sutandi, A., & Lingasari, D. (2020). Memperkirakan perbandingan kadar air semen pada beton keras. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 4(1), 177-186.
- Rumbewas, J. M., & Adhiutama, A. (2019). *Cycle Development Process Improvement In Extraction Level On Production Plan Underground Grasberg Block Cave (GBC) At PT. Freeport Indonesia. Ensains journal*, 2(1), 1-10.
- Suhartono, H. A., & Febriyanti, E. (2019). Uji profiensi laboratorium Uji baja sirip tulangan. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri; Journal of Industrial Research and Innovation*, 13(1), 23-30.
- Setiyarto, Y. D. (2011). Pengaruh Kecepatan Pengujian Terhadap Hasil Uji Tarik Pelat Baja. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 126-145.
- Thamsi, A. B., Nawir, A., & Agusriandi, M. (2023). 2D Model of Nickel Laterite Deposits Using the Geoelectrical Resistivity Method. *BOOK OF ABSTRACT INTERNATIONAL CONFERENCE ON HALAL, POLICY, CULTURE AND SUSTAINABILITY ISSUES*, 5(1), 40–40. <https://conference.umi.ac.id/index.php/ichalalumi-abstract/article/view/301>

- Wakila, M. H., Jafar, N., & Fiqriansyah, A. (2023a). Alteration and Mineralization in the Coppo Village, Barru District, South Sulawesi Province. *Journal of Geology and Exploration*, 2(1), 24–31. <https://doi.org/10.58227/JGE.V2I1.50>
- Wakila, M. H., Jafar, N., & Fiqriansyah, A. (2023b). Alteration and Mineralization in the Coppo Village, Barru District, South Sulawesi Province. *Journal of Geology and Exploration*, 2(1), 24–31. <https://doi.org/10.58227/JGE.V2I1.50>