

PENGARUH STRUKTUR GEOLOGI MINOR PADA PENURUNAN KEKUATAN BANTUAN DALAM STABILITAS KESTABILAN LERENG TAMBANG BATUBARA, FORMASI MUARA ENIM, SUNGAI LILIN, SUMATRA SELATAN

Hadi Kurniawan¹⁾, Andy Erwin Wijaya²⁾

¹⁾ Magister Teknik Geologi, Universitas Teknologi Nasional Yogyakarta

²⁾ Magister Teknik Geologi, Universitas Teknologi Nasional Yogyakarta
email : ¹⁾hadi211183@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas penambangan erat kaitannya dengan keselamatan pertambangan dan optimalisasi design penambangan. Salah hal yang penting dalam keselamatan pertambangan khususnya pada pekerja dan alat adalah penilaian faktor keselamatan lereng tambang. Kondisi geologi sangat berpengaruh dalam penilaian penentuan faktor keselamatan lereng tambang. Keberadaan struktur minor pada suatu area tidak dapat seutuhnya terdeteksi didalam lubang pemboran geotek, padahal adanya struktur minor dapat mengurangi kekuatan properties batuan. Perlu penambahan variabel struktur dengan melakukan pendekatan formula yang mudah dan efisien dalam pelaksanaannya.

Pendekatan persamaan Hoek Brown – *mohr Coloumb* dengan kriteria *Geological Strenght Index* (GSI) adalah upaya untuk menambah keakuratan koreksi properties batuan dan memberikan informasi yang lebih akurat faktor keselamatan lereng tambang (*safety factor slope stability*). Pada Penelitian ini dapat dilihat bahwa perlu dilakukan penambahan variabel struktur dalam menilai faktor keselamatan. Perubahan nilai *Geological Strenght Index* (GSI) 60 menjadi 30 dapat mengurangi nilai faktor keselamatan lereng dari 1.494 turun signifikan menjadi 0.959.

Kata kunci: struktur geologi, *Geological Strenght Index* (GSI), Faktor keamanan lereng (*safety factor slope stability*), *Hoek Brown*, *Mohr Coloumb*

ABSTRACT

Mining activities are closely related to mining safety and the optimization of mine design. One critical aspect of mining safety, particularly concerning workers and equipment, is the assessment of the mine slope safety factor. Geological conditions have a significant influence on determining the safety factor of mine slopes. The presence of minor structures in an area often cannot be fully detected through geotechnical drill holes, yet these minor structures can reduce the strength properties of the rock. It is necessary to include structural variables by applying a simple and efficient approach.

The Hoek-Brown and Mohr-Coulomb approach, along with the Geological Strength Index (GSI) criteria, will improve the accuracy of rock property correction. This study shows that adding structural variables is necessary when evaluating safety factor slope stability. A change in the Geological Strength Index (GSI) value from 60 to 30 can significantly reduce the slope safety factor, from 1.494 to 0.959.

Keyword: Geological Structure, Geological Strenght Index (GSI), safety factor slope stability, Hoek Brown, Mohr Coloumb

PENDAHULUAN

Penilaian terhadap faktor keselamatan lereng di tambang khususnya batubara, merupakan aspek penting yang berdampak pada optimalisasi cadangan batubara dan keselamatan pekerja tambang. Kemunculan struktur minor berupa kekar atau patahan minor umumnya tidak dapat digambarkan dalam data pemboran geoteknik. Hal ini dikarenakan area struktur bersifat lokal diluar spasi pemboran geoteknik.

Pendekatan persamaan *Hoek Brown* dan *Mohr Coloumb* dengan memasukkan kriteria *Geological Strenght Index* (GSI) dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam melakukan koreksi properties batuan, khususnya koreksi nilai kohesi dan sudut geser terhadap keberadaan struktur geologi minor. Pengambilan data struktur geologi permukaan dapat dikatakan sangat mudah tanpa membutuhkan pemboran, sehingga pendekatan dinilai sangat efektif dan efisien.

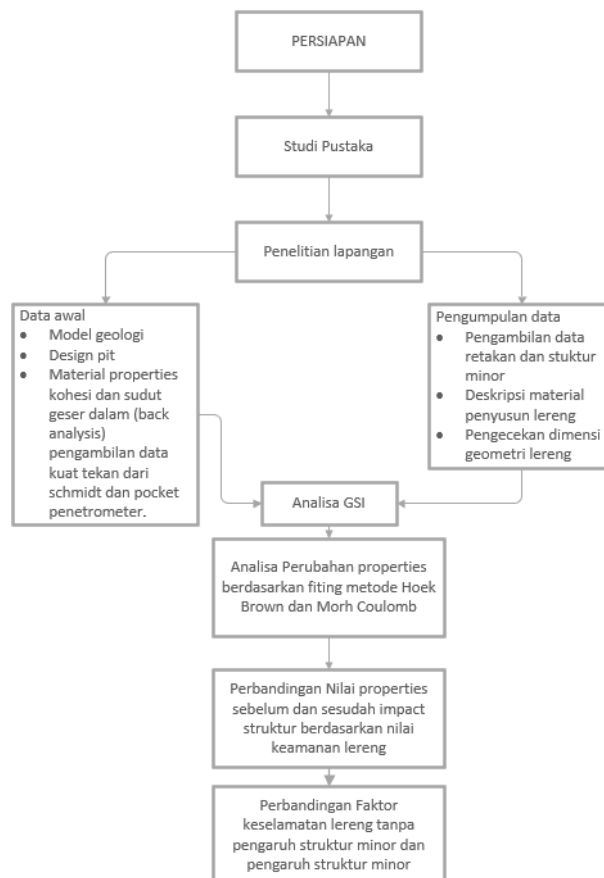
Dengan adanya koreksi terhadap *properties* kekuatan batuan c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam) terhadap variabel struktur akan menambah akurasi dari penilaian keamanan lereng tambang, sehingga keselamatan pekerja tambang/alat, perencanaan design lereng tambang dapat dilakukan secara optimal.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini membandingkan properties batuan terhadap impact struktur geologi. Metode yang digunakan adalah penambahan analisa *Geological Strenght Index* (GSI) dalam penilaian analisa Faktor keamanan lereng dinding tambang (*safety factor slope stability*).

Peneliti terlebih dahulu sudah mendapatkan data properties batuan berupa nilai kohesi dan sudut geser dalam dari pengambilan data properties *intack sample* (sample utuh) dari penggunaan alat *schmidt hammer* dan *pocket penetrometer*, kemudian data tersebut dilakukan perhitungan nilai keselamatan lereng dengan metode equilibrium dengan menggunakan *software slide* sebagai hasil dari nilai faktor kestabilan sebelum ditambahkan pengaruh struktur.

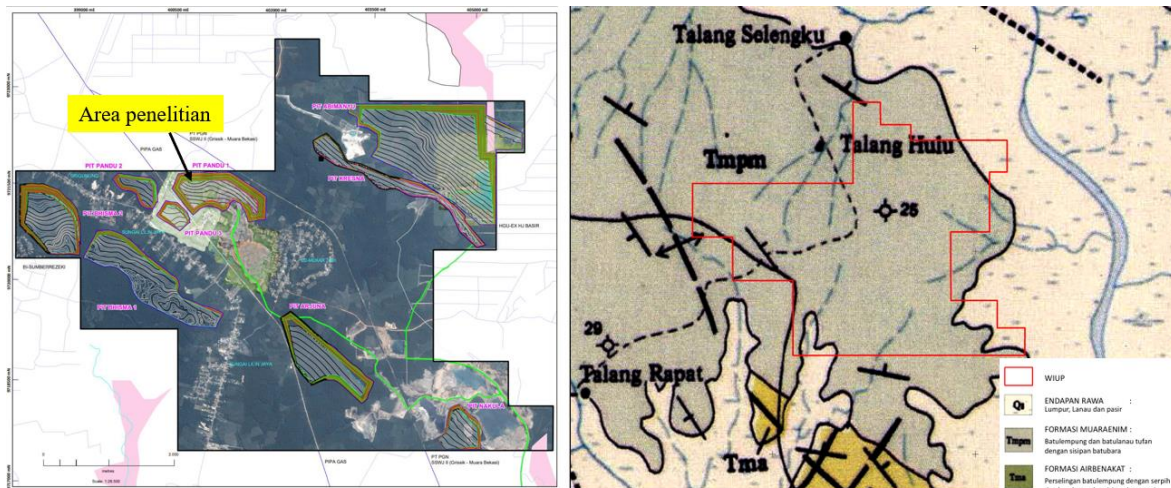
Pengamatan area tersebut berlanjut dengan pengamatan struktur pada dinding lereng tambang area telitian. Pengamatan struktur diamati dengan pengamatan lapangan dengan pengukuran data visual dilapangan dan pengamatan dari data struktur pada kelurusan pada data drone. Nilai struktur tersebut dianalisa dengan menggunakan grafik *Geological Strenght Index* (GSI), nilai GSI ini merupakan bagian dari kriteria parameter keruntuhan pada persamaan *Hoek Brown*. Untuk mendapatkan nilai koreksi properties c (kohesi) ϕ (sudut geser dalam) terhadap struktur geologi dilakukan *fiting* menggunakan persamaan dalam grafik *Hoek-brown* dan *mohr-Coloumb*, sehingga akan didapatkan nilai properties terkoreksi terhadap struktur geologi. Nilai koreksi *properties* c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam) akan dibandingkan dengan nilai *properties* tanpa koreksi struktur geologi dan selanjutnya dilakukan perbandingan nilai keamanan faktor keselamatan lereng awal dengan input properties terkoreksi dan tanpa koreksi untuk dilihat perbandingan faktor keselamatan lereng (*safety factor slope stability*). Penelitian ini didukung dengan penggunaan *software Roclab* dan *Slide*.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

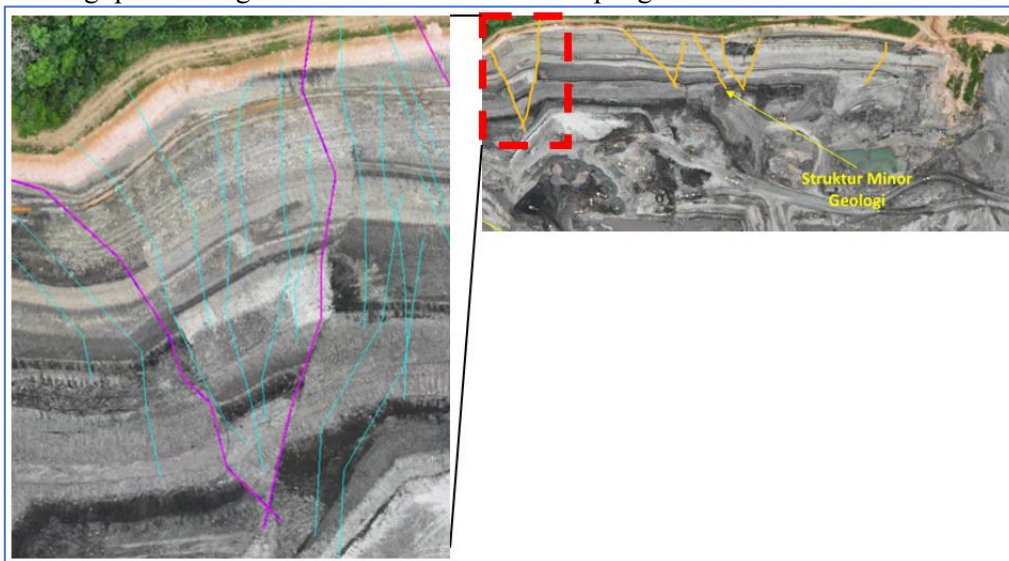
Lokasi penelitian berada di daerah Kabupaten Sungai lilin, Sumatra Selatan, tepatnya pada area konsesi PT. Prima Muba Coal (PT. PMC) Pit Pandu 1. PT PMC adalah perusahaan tambang batubara milik MNC energy Group dengan luas area 2,947 Ha. Area penelitian masuk kedalam Formasi Muara Enim dengan struktur geologi simple kemiringan lapisan $<10^\circ$ relatif ke arah utara – **Gambar 2**.



Gambar 2. Lokasi Area penelitian Pit Pandu 1 dan regional geologi – lembar Palembang peta geologi

Data awal yang digunakan adalah data *properties c* (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam) diambil dari analisa back analisis dari *intake sample* (sample utuh) 0.056 Mpa dan 15.4 deg, data kuat tekan batuan diambil dari data alat *schmidt hammer* dan *pocket penetrometer* 0.5 Mpa. Data ini adalah data awal sebelum dimasukkan variabel struktur geologi.

Pengambilan data berikutnya dilakukan perekaman intensitas struktur minor dari intreprasi data *drone* dan lapangan, pendiskripsian material penyusun dan pengecekan geometri lereng. Berdasarkan pengukuran data struktur didapat kekar didalam 1m² sebanyak 15-20 kekar dalam 1m². Didapatkan permukaan dari kekar yang *slight rough*, *weathering* masuk ke dalam *moderate weathered* dan *infilling soft* - <5mm - kriteria *surface condition* (SR) – pada grafik *Geological Strenght Index* (GSI), Sedangkan deskripsi litologi pada lereng didominasi material batulempung - **Gambar 3.**



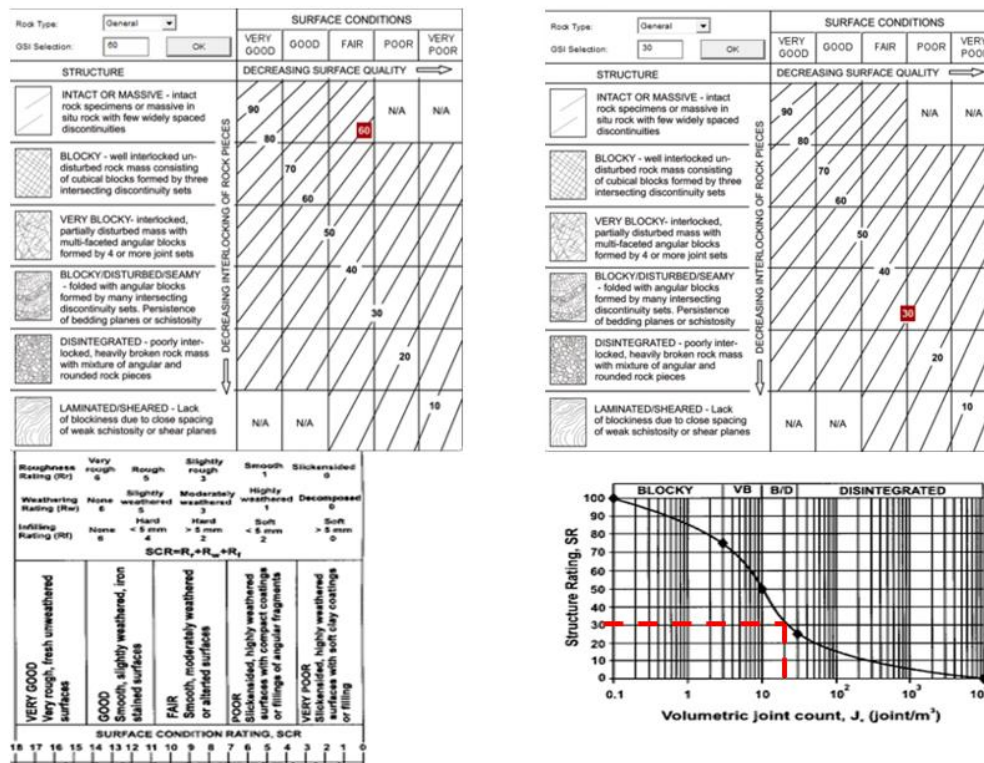
Gambar 3. Pengambilan data stuktur, lithologi dan geometri lereng aktual lapangan dan *drone*

Didalam kriteria *Hoek Brown* variabel parameter yang digunakan dalam penentuan nilai *Geological Strenght Index* (GSI) dengan menggunakan variabel structure rating (SR) dan Surface condition (SCR). Stuktur rating (SR) berdasarkan kurva gambar 4 kanan, kerapatan kekar 15-20 kekar/m² masuk kedalam kategori *blocky/distrubed/seamy*.

Surface condition dinilai dari kondisi fisik dan karakteristik kondisi permukaan rekahannya. Kondisi fisik rekahan memiliki kondisi permukaan sedikit kasar atau “*slight rough*” yang memiliki rating *roughness rating* (Rr) 3, kondisi lapukan permukaan rekahan masuk kedalam “*moderate weathered*” dengan rating lapukan (Rw) 3 dan material pengisi celah atau rekahan – lempung dan tanah <5mm dengan rating *Infilling rating* (Rf) 2, sehingga nilai *surface condition rating* (SCR) adalah 7 (Rr +Rw+Rf atau 3+3+2).

Nilai *Geological Strenght Index* (GSI) penambahan faktor struktur minor menjadi 30. Nilai ini didapat dari persilangan variable *surface condition rating* (SCR) dan *structure rating* (SR)– **Gambar 4.**

Sebagai pembanding nilai *Geological Strenght Index* (GSI) pada kondisi intact sample (sample utuh) adalah 60. - **Gambar 4.**



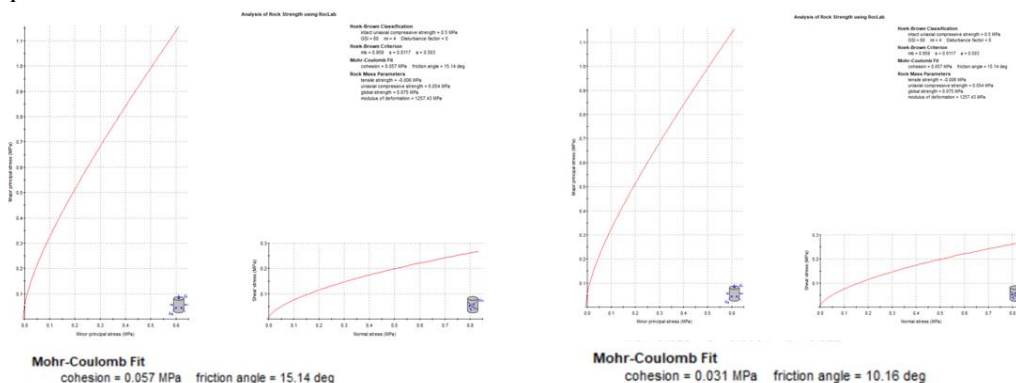
Gambar 4 – Penentuan nilai *Geological Strenght Index* – software Roclab – Hoek and Marinos 2000

- Gambar kiri GSI awal dari Intake sample , gambar kanan GSI berdasarkan analisa struktur minor

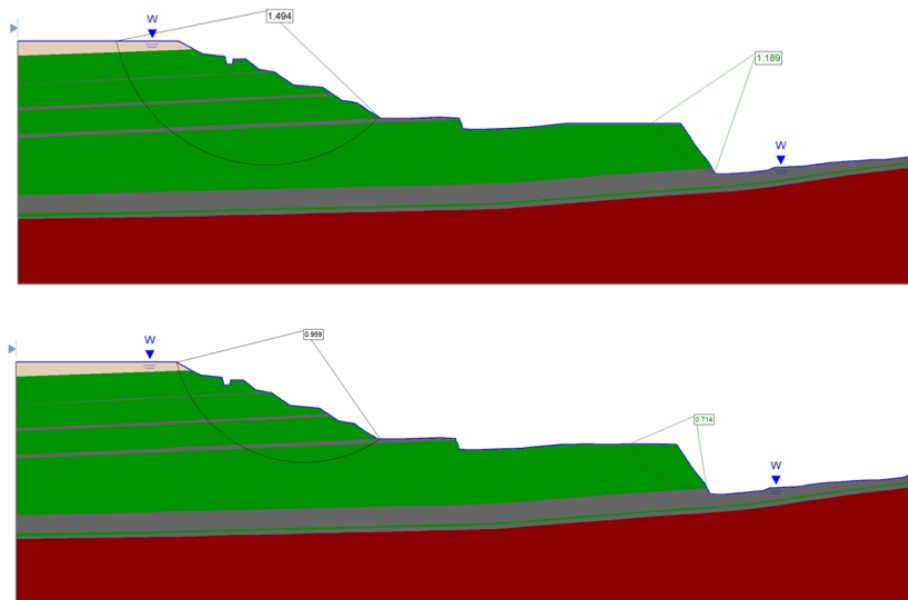
Nilai *Geological Strenght Index* (GSI) adalah bagian dari kriteria keruntuhan yang dikembangkan oleh *Hoek Brown*. *Hoek Brown* memiliki persamaan dengan metode *Mohr – Coulomb*. Metode *Hoek-brown* lebih kompleks dan non linear dengan mempertimbangkan sifat batuan yang tidak homogen dan memiliki retakan, sedangkan kriteria *Mohr Coulomb* didasarkan pada tegangan geser maksimum yang diperoleh dari parameter kekuatan yaitu c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam).

Untuk mendapatkan koreksi nilai *properties c* (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam) pada struktur minor dilakukan fitting persamaan *Hoek Brown* dan *Morh Coulomb*. Dari hasil *fitting* persamaan tersebut terdapat perbedaan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam akibat adanya penambahan struktur . Nilai *properties kohesi* mengalami penurunan dari 0.057 Mpa menjadi 0.031 Mpa dan nilai sudut geser dalam juga mengalami koreksi dari 15.14° menjadi 10.16 ° - **Gambar 5**

Perubahan nilai *properties* ini akan berakibat penurunan nilai faktor keselamatan lereng, jika dilakukan perhitungan dengan menggunakan variable parameter sudut geser dalam dan kohesi, faktor keselamatan lereng berubah dari faktor keamanan lereng 1.494 turun signifikan menjadi 0.959 karena adanya penambahan struktur minor– **Gambar 6.**



Gambar 5 – Analisa *fitting* antara metode *Hoek Brown* dan *Morh Coloumb* – software rocklab – Gambar kiri adalah fitting tanpa di sertai analisa struktur minor – gambar kanan adalah fitting dengan disertai analisa struktur



Gambar 6 Hasil Perhitungan Faktor keselamatan Lereng *software Slide2D* – gambar atas adalah nilai faktor keselamatan lereng tanpa faktor struktur minor, gambar bawah penilaian faktor keselamatan lereng dengan analisis struktur minor

KESIMPULAN DAN SARAN

Parameter properties khususnya nilai kohesi (c) dan sudut geser (ϕ) berpengaruh dengan kehadiran struktur minor pada suatu daerah. Kehadiran struktur ini terkadang tidak terakam baik pada data pemboran geotek, sehingga pendekatan yang dapat dilakukan adalah melakukan pendekatan dengan persamaan Hoek Brown - *Geological Strenght Index* (GSI) dan Mohr-Coulomb dengan melakukan pengamatan visual terhadap *structure rating* (SR) dan *Surface condition* (SCR).

Untuk melakukan penyesuaian properties nilai dari salah satu kriteria Hoek Brown tersebut dapat dipadukan dengan persamaan Mohr Coloumb untuk mendapatkan nilai koreksi terhadap struktur minor. Koreksi parameter batuan akan membantu meningkatkan akurasi penilai faktor keselamatan lereng tambang (*safety factor slope stability*) agar perencanaan design lereng tambang lebih optimal dan resiko keselamatan pekerja dan alat dapat dikurangi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT Putra Muba Coal – MNC Energy Group selaku perusahaan yang memberikan kesempatan dalam pengambilan data penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Rachmat Ramadhan Nur Syamsuri, Ahmad Zainuri. Metode Geological Strength Index (GSI) untuk perkiraan Bahaya Bencana Geoteknik pada Lereng Ruas Gorontalo Outer Ring Road Segment 1 STA 6+450. Indonesia. 2022; volume 6
- R Andy Erwin Wijaya, Dwikorita Karnawati. Estimasi Geological Strenght Index (GSI) Sistem pada lapisan Batugamping Berongga di Tambang Kuari Blok Sawir Tuban Jawa Timur. Indonesia
- Jalal Zenah, Peter Gorog. The effect of GSI dan mi on the stability of 3D twin Tunnel in Limestone. Hungary. 2023
- E. Hoek, C. Carranza-Torrens and B. Corkum. Hoek-Brown Failure Criterion – 2002 Edition. Toronto. 2002
- Muhammad Amin Syam, Heryanto. Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Nilai Slope Mass Rating di Desa Sukamaju, Tenggara Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Indonesia. 2018; volume. 2 no. 2
- Hendra Pachri, Safrudin. Study of weathering and Rock Mass Quality Using The Geological Strenght Index (GSI) method on the Tuntun mine road Banggai Regency Central Sulawesi Provice. Indonesia. 2008

- Lee W. Abramson, Thomas. S. Slope Stability and Stabilization Method – second edition. New york. 2002
- Kaizong Xia, Congxing Chen. Qualification Of The GSI And D Value In The Hoek-Brown Criterion Using The Rock Quality Designation (RQD) And Discontinuity Surface Condition Rating (SCR). Germany. 2021
- Muhammad Fathin. Kajian Teknik Stabilisasi Lereng Highwall dan Sidewall Pit Pandu 1 – Putra Muba Coal. Indonesia. 2023
- John Read, Peter Stacey. Guidelines For Open pit Slope design. New Zeland. 2009
- William A. Hustrulid. Michael K. McCarter. Dirk J.A. Van Zyl. Slope Stability in surface mining. Corolado. 2001
- Charles A. Kliche. Rock Slope Stability. Parkway. 1999
- Jonny Sjoberg. Large Scale Slope Stability in Open pit mining. Sweden. 1996
- J, Michael Duncan. Stephen G Wright. Thomas L. Brandon. Soil Strenght and Slope Stability. Second Edition. Canada. 2014
- Wichai Nogkeaw. Danupon Tonnayopas. Estimation of rock mass streght using SGI system and rock slope stability by stereographic projection. Thailand, 2011Keterangan : Penulisan jurnal pada bagian subbab Pendahuluan, Metodologi Penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan Saran harus sesuai dengan kaidah-kaidah yang berlaku pada penulisan jurnal yang baik dan benar.(penyajian tabel, grafik, dll.)