PENGARUH EFEK SKALA PADA UJI UCS DALAM MENENTUKAN KESTABILAN PILAR

Yudho Dwi Galih Cahyono[1], Lakon Utamakno[2], Hendra Bahar[3], dan Heni Siska Wiyanti[4]

Teknik Pertambangan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
Teknik Geologi Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[3,4]
e-mail: galihalfatih1453@gmail.com

ABSTRACT

Mining activities with room and pillar methods make the pillar a buffer. In determining the condition of a safe pillar, it is necessary to have the right balance. One method for determining safe pillar conditions is to use calculations from the Uniaxial Compressive Strength (UCS) test with various sample sizes. Then from the results of the test carried out an analysis of the stability of the UCS pillar to get Safety Factor with the method of Stability Probability. The results of calculation of stability pillar is to sample size 42 mm, 86% probability of a rather steady and 11% are not steady then the instance size 65 mm 76% probability of a rather steady and 24. As for the size of 95 mm probability sample stability was 68% 32% steady and not steady. The influential factors in the assessment of Stability Probability on the same pillars with the assessment of the safety factor is the dimension of the pillars, distribution of power, the power of the pillars and the presence of discontinuous areas.

Keyword: *Pillar, Probability Stability, UCS*

ABSTRAK

Kegiatan penambangan dengan metode room and pillar menjadikan pilar sebagai penyangga. Dalam menentukan kondisi pilar yang aman maka diperlukan perihutungan yang tepat. Salah satu metode penentuan kondisi pilar yang aman maka digunakan perihitungan dari uji Uniaxial Compressive Strength (UCS) dengan berbagai ukuran contoh. Kemudian dari hasil uji UCS dilakukan analisis kestabilan pilar untuk mendapatkan Faktor Feamanan (FK) yang stabil dengan metode Probabilitas Kemantapan (PK). Hasil perhitungan kemantapan pilar adalah untuk ukuran contoh 42 mm, probabilitas kemantapan sebesar 86 % mantap dan 11 % tidak mantap kemudian ukuran contoh 65 mm probabilitas kemantapan 76 % mantap dan 24. Sedangkan untuk ukuran contoh 95 mm probabilitas kemantapan adalah 68% mantap dan 32 % tidak mantap. Faktor yang berpengaruh dalam penilaian Probabilitas Kemantapan (PK) pada pilar sama dengan penilaian Faktor Keamanan (FK) adalah dimensi pilar, distribusi tegangan, kekuatan pilar dan kehadiran bidang diskontinu.

Kata kunci: Pilar, Probabilitas kemantapan, UCS

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan bawah tanah metode *room and pillar* menjadikan pilar sebagai penyangga dalam sistem penambangan. Maka diperlukan perhitungan yang tepat untuk dapat menentukan kekuatan pilar dalam menahan distribusi beban dari material atau batuan pada saat proses penambangan atau penggalian. Penelitian terkait sifat fisik dan mekanik dari batuan perlu dilakukan, agar penentuan kekuatan pilar lebih representatif. Sifat mekanik batuan yang berperan dalam menilai kekuatan pilar adalah nilai kuat tekan uniaksial yang didapat dari batuan utuh (*intact rock*).

Secara teori semakin besar contoh yang digunakan, maka contoh tersebut semakin merepresentatifkan massa batuan. Karena pada ukuran contoh yang semakin besar maka semakin banyak bidang diskontinu yang akan terlihat dan hal ini mempengaruhi hasil dari nilai kuat tekan, hal tesebut dikenal dengan istilah pengaruh skala (*scale effect*). Semakin besar contoh batuan akibat adanya pengaruh efek skala maka mengindikasikan semakin meningkatnya faktor

ketidakpastian (*uncertainly*) pada batuan tersebut. Faktor ketidakpastian akan sangat berpengaruh pada uji kuat tekan uniaksial ataupun kekuatan pada pilar. Sehingga pengaruh efek skala pada batuan dapat diketahui faktor ketidakpastian pada masing-masing ukuran contoh menggunakan pendekatan probabilitas.

TINJAUAN PUSTAKA

Perhitungan Faktor Keamanan secara Determenistik

Dalam menentukan kekuatan pilar pada metode penambangan *Room and Pillar* di lokasi penelitian, maka diperlukan perhitungan secara empiris dari beberapa rumusan yang telah dilakukan sebelumnya. Penentuan kekuatan pilar ini didasarkan pada dimensi pilar, yaitu dengan membandingkan antara lebar pilar dan tinggi pilar. sehingga dari penentuan dimensi pilar tersebut dapat diketahui kekuatan pilar yang sebenarnya. Selain itu, juga dilakukan perhitungan terhadap pembebanan yang diterima oleh pilar (*Pillar Loading/Pillar stress*) yang didasarkan pada dimensi pilar dan kedalaman pilar atau lubang bukaan dari permukaan (*Surface*).

Dalam menentukan kekuatan pilar pada metode penambangan *room and pillar* digunakan beberapa rumusan empiris dari beberapa peneliti terdahulu. Rumusan kekuatan pilar ditujukkan pada Tabel 1. [1]

Tabel 1. Formula *Pillar Strength*

No	Kriteria Formula	*Pillar Strength*
1	Obert – Duvall (**1967**)	$S = \sigma_1\left(0{,}778 + 0{,}222\,\frac{W_p}{H}\right)$
2	Holland (**1964**)	$S = \sigma_c\sqrt{\frac{W_p}{H}}$

Sedangkan untuk pembebanan pada pilar, rumusan yang digunakan adalah rumusan yang diperkenalkan oleh Hoek dan Brown (1980) [2], sebagai berikut :

$$\sigma_p = (1 + \frac{W_o}{W_p})^2\,\gamma h$$

Pengaruh Skala Pada Batuan Utuh (*Intact Rock*)

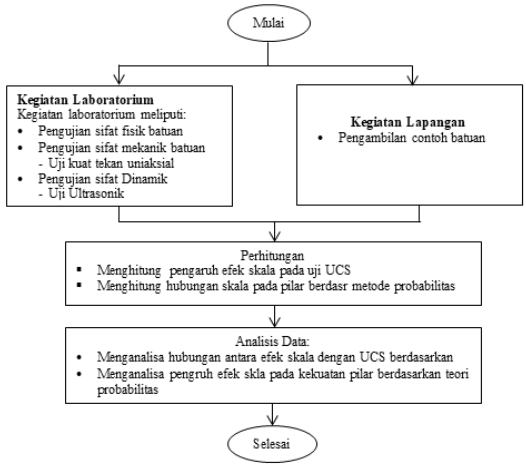
Dalam literatur-literatur tentang mekanika batuan, banyak para ahli yang mempermasalahkan pengaruh skala dalam menentukan kekuatan batuan. Hodgson & Cook (1970), misalnya, berpendapat bahwa tidak ada pengaruh akan ukuran contoh batuah terhadap kekuatannya. Dalam hal ini, yaitu ketika pengaruh skala diabaikan, maka akan menyebabkan suatu anggapan konservatif bahwa keadaan dilapangan sama dengan hasil tes laboratorium, kemudian Berniax (1974) mengatakan ukuran contoh berpengaruh dalam hasil engujian. Berniax (1974) melakukan percobaan dengan menggunakan analisa statistik,menghitung kemungkinan meningkatnya bidang lemah sejalan dengan meningkatnya ukuran contoh dan energi efek (energi dalam batuan meningkat sejalan dengan volumenya, cenderung untuk mempercepat retakan).

Hoek & Brown (1980) percaya akan menurunnya kekuatan batuan sejalan dengan bertambahnya ukuran contoh batuan dan hal ini berlaku untuk kebanyakan batuan. Hoek & Brown melakukan percobaan pada batuan utuh kemudian menampilkannya dalam kurva. kurva tersebut merupakan kurva ukuran contoh terhadap nilai kuat tekan batuan, tetapi untuk nilai kuat tekan batuan yang berdiameter lebih dari 50 mm terlebih dahulu dikoreksi menggunakan rumus [4]:

$$\sigma_c = \sigma_{c50}\,(50/D)^{0.18}$$

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan observasi lapangan, uji laboratorium serta melakukan analisis menggunakan teori probabilitas.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengaruh Efek Skala Pada Kekuatan Batuan

Studi mengenai efek skala berhubungan langsung dengan dimensi (ukuran) contoh batuan uji. Efek skala pada pengujian *Uniaxial Compression strength* (UCS) memberikan hubungan langsung antara nilai UCS dengan ukuran contoh batuan uji. Dalam pengujian ini batuan yang digunakan adalah batuan dolomit yang merupakan jenis batuan sedimen. Pada hasil pengujian yang telah dilakukan dengan ukuran contoh masing – masing 4,2 cm, 6.5 cm dan 9,5 cm maka didapat nilai rata-rata UCS masing – masing sebesar 4,7 MPa, 3,8 MPa dan 3,7 MPa. Dengan nilai kuat tekan tersebut maka batuan dolimit masuk dalam klasifikasi batuan lunak (*Soft Rock*) [3]. Hai ini seperti yang diungkapkan oleh Johnstone (1991) yang mendefinisikan batuan lunak sebagai batuan dengan nilai kuat tekan antara 0,5 MPa – 25 MPa.

Penentuan Pengaruh Efek Skala pada Nilai Probabilitas Kemantapan (PK) Pilar

Penilaian berdasarkan pada Probabilitas Kemantapan (PK) pada penelitian ini menggunakan pendekatan secara statistik, dengan melakukan analisis regresi logistik. Analisis regresi logistik menganalisis data yang mengandung variabel – variabel respons kategorial, sepert ya/tidak atau mantap/tidak mantap [5]. Hasil penilaian PK dapat dilihat pada Tabel 2 – 4.

Tabel 2. Perbandingan antara Kemantapan Aktual dan Prediksi Kemantapan Pilar Batu Dolomit (ukuran sampel 42 mm)

Kemantapan	**Aktual**	**Prediksi**		**Persentase Ketepatan**
		Mantap	Tidak Mantap	
Mantap	15	15	15	86%
Tidak Mantap	15	0	0	11%

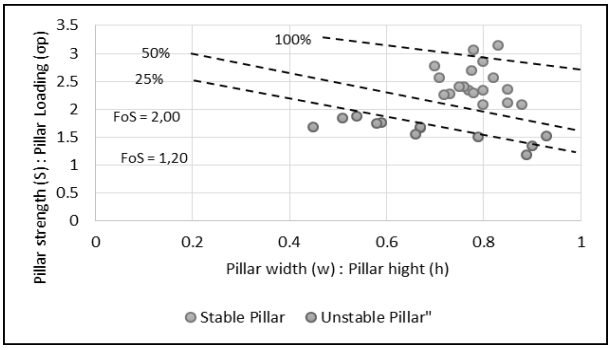
Tabel 3. Perbandingan antara Kemantapan Aktual dan Prediksi Kemantapan Pilar Batu Dolomit (ukuran sampel 65 mm)

Kemantapan	**Aktual**	**Prediksi**		**Persentase Ketepatan**
		Mantap	Tidak Mantap	
Mantap	15	15	0	76%
Tidak Mantap	15	1	14	24%

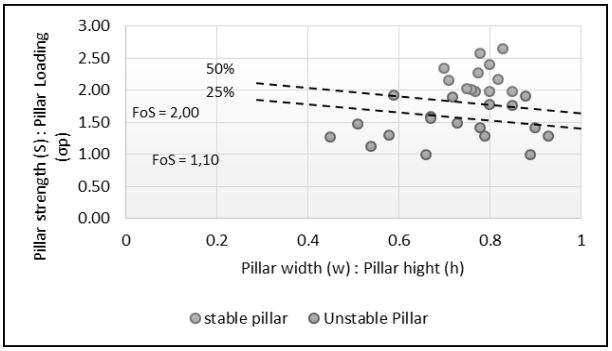
Tabel 4. Perbandingan antara Kemantapan Aktual dan Prediksi Kemantapan Pilar Batu Dolomit (ukuran sampel 95 mm)

Kemantapan	**Aktual**	**Prediksi**		**Persentase Ketepatan**
		Mantap	Tidak Mantap	
Mantap	15	14	1	68%
Tidak Mantap	15	3	12	32%

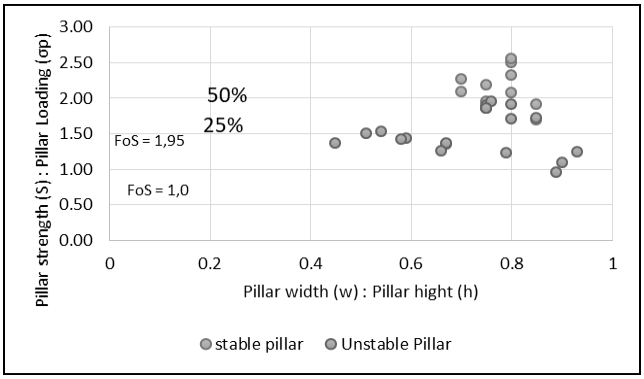
Selanjutnya kurva probabilitas yang dapat digunakan untuk memperkirakan nilai probabilitas kemantapan sebuah pilar batu dolomit dengan perbandingan antara (w/h) dan (S/σ_p) tertentu, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 – 3.



Gambar 2. Kontur Probabilitas Kemantapan 100%, 50% dan 25% Pilar Batu Dolomit (Ukuran Contoh 42 mm)



Gambar 3. Kontur Probabilitas Kemantapan 50% dan 25% Pilar Batu Dolomit (Ukuran Contoh 65 mm)



Gambar 4. Kontur Probabilitas Kemantapan 50% dan 25% Pilar Batu Dolomit (Ukuran Contoh 95 mm)

Pada Gambar 1 menunjukkan dari 15 pilar yang secara aktual dan prediksi memperlihatkan bahwa pilar dalam kondisi mantap dengan persentase kemantapan rata-rata 86%. Sedangkan 15 pilar lainnya secara aktual dan prediksi mengalami kondisi tidak mantap dengan persentase 11%.

Kemudian pada Gambar 2 menunjukkan dari 15 pilar yang secara aktual dan prediksi memperlihatkan bahwa pilar dalam kondisi mantap dengan persentase kemantapan rata-rata 76%. Sedangkan dari 15 pilar yang secara aktual tidak mantap, terdapat 14 pilar secara prediksi tidak mantap dengan persentase 24%.

Sedangkan pada Gambar 3 menunjukkan dari 15 pilar yang secara aktual mantap, secara prediksi menunjuukan 14 pilar mantap dengan persentase 68%. Kemudian dari 15 pilar yang secara aktual tidak mantap, memiliki prediksi 12 pilar yang tidak mantap dengan persentase 32%.

Penilaian secara keseluruhan menunjukkan adanya penurunan persentase nilai PK pada seiring dengan menurunnya nilai UCS. Selain itu prediksi pilar mantap juga mengalami penambahan nilai.

KESIMPULAN

Faktor yang berpengaruh dalam penilaian Probabilitas Kemantapan (PK) pada pilar sama dengan penilaian Faktor Keamanan (FK). Antara lain: distribusi tegangan disekitar pilar, dimensi pilar, kekuatan pilar, dan kehadiran bidang diskontinu. Penilaian Probabilitas Kemantapan dengar kriteria Obert Duvall menunjukkan potensi kemantapan yang lebih besar jika dibandingkan dengan kriteria Holland. Pengaruh kekuatan pilar sebagai data masukkan dalam rumusan, menjadi parameter utama yang menjadikan perbedaan persentase kemantapan pilar dari keduan kriteria tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Brown, E. T. 1981., Rock characterization testing and monitoring. ISRM suggested method, Oxford, Pergamon.page 111-113.
[2] Hoek, E., Brown, E.T, 1980., Empirical strength criterion for rock masses, J. Institution of Mining ad Metalurgy, page: 527
[3] Hustrulid, W.A. 1976., A Review of Coal Pillar Strength Formulas. Rock Mechanics and Rock Engineering 8(2), page.115-145

[4] ISRM., 2015., The ISRM Suggested Methods for Rock Characterization Testing and Monittoring:2007-2014.page. 115.Springer.
[5] Rai, Made Astawa. Kramadibrata, Suseno. And Wattimena, Ridho Kresna. 2013. ”Mekanika Batuan”.Bandung.page. 256-288.ITB.
[6] Center for History and New Media, “Zotero Quick Start Guide.” [Online]. Available: http://zotero.org/support/quick_start_guide.