

PENENTUAN SUDUT GESER DALAM DASAR PADA BATUAN TERKEKARKAN

Kartini¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
e-mail: ¹ kartini@unlam.ac.id

ABSTRAK

Parameter kuat geser batuan diperlukan untuk membuat perencanaan lereng pada tambang terbuka dan lubang bukaan pada tambang bawah tanah. Sudut geser dalam dasar (ϕ_b) merupakan parameter kuat geser pada batuan yang sudah terkekarkan. Parameter sudut geser dalam dapat diperoleh dari hasil pengujian sampel batuan melalui uji geser langsung di laboratorium. Sampel uji terbuat dari campuran bubuk gipsum dan air dengan perbandingan berat 1 : 0,75. Ada empat sampel yang diuji dengan empat variasi beban normal yaitu 0.2 kN, 0.4 kN, 0.6 kN, dan 0.8 kN. Setiap perpindahan geser 0,5 mm dicatat nilai gaya geser sampai mencapai nilai maksimum. Hasil uji diplot pada grafik sehingga didapat hubungan tegangan normal vs tegangan geser. Nilai sudut geser dalam bidang lemah diperoleh 28,15° dan kohesi 0,007 MPa. Pada grafik hasil pengujian masih terdapat nilai kohesi, hal ini disebabkan pada permukaan bidang lemah masih terdapat kekasaran.

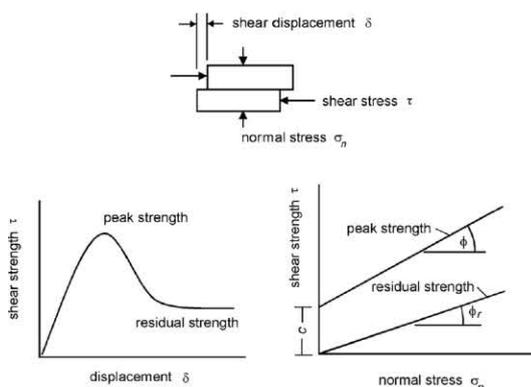
Kata-kata kunci: kuat geser batuan, sudut geser dalam dasar, bidang lemah

PENDAHULUAN

Sudut geser dalam merupakan properti batuan yang menunjukkan karakteristik kuat geser batuan. Kuat geser batuan diperlukan untuk membuat perencanaan lereng pada tambang terbuka dan lubang bukaan pada tambang bawah tanah. Parameter sudut geser dalam dapat diperoleh dari hasil pengujian sampel batuan melalui uji geser langsung di laboratorium.

Sudut geser dalam dasar (ϕ_b) merupakan parameter kuat geser pada batuan yang sudah terkekarkan. Nilai sudut geser dalam dasar diperkirakan sama dengan nilai sudut geser dalam sisa (ϕ_r) tetapi umumnya diukur melalui pengujian pada batuan dengan bidang geser yang sudah dipotong [1]. Pada pengujian geser langsung, setiap sampel uji dikenakan tegangan normal (σ_n) pada bidang lemah dan tegangan geser (τ) yang akan menyebabkan perpindahan (δ).

Tegangan geser akan meningkat dengan cepat sampai mencapai kekuatan puncak. Seiring dengan perpindahan yang terus berlanjut, tegangan geser akan turun menjadi nilai sisa (residual) yang kemudian menjadi konstan. Hasil pengujian diplot pada grafik sehingga membentuk suatu garis lurus (Gambar-1).



Gambar-1. Hasil pengujian geser langsung batuan terkekarkan (dalam Hoek, 2007)

Hubungan antara kuat geser puncak (τ_p) dan tegangan normal (σ_n) dapat direpresentasikan oleh persamaan Mohr-Coulomb:

$$\tau_p = c + \sigma_n \tan \phi_p \quad (1)$$

Keterangan:

c = Kekuatan kohesif dari permukaan yang tersementasi
 ϕ_p = Sudut geser dalam

Pada kekuatan geser sisa, nilai kohesi c turun menjadi nol sehingga persamaannya akan menjadi:

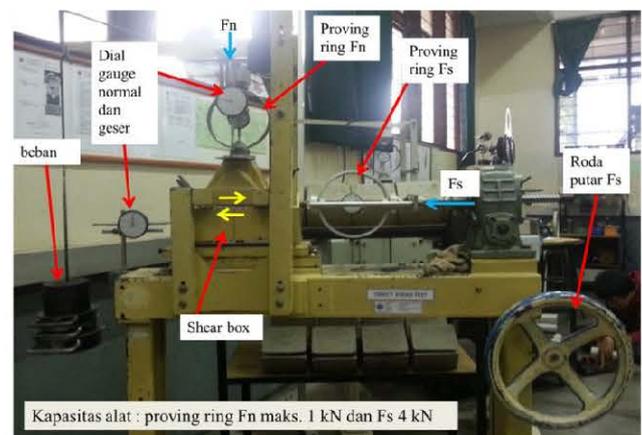
$$\tau_r = \sigma_n \tan \phi_r \quad (2)$$

Keterangan:

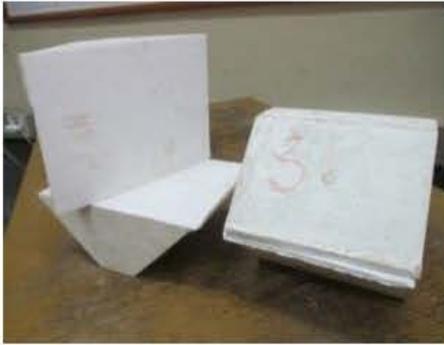
ϕ_r = sudut geser dalam sisa

METODOLOGI

Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan alat uji geser langsung (Gambar-2) dengan kapasitas proving ring gaya normal 1 kN dan proving ring gaya geser 4 kN. Sampel uji terbuat dari campuran bubuk gipsum dan air dengan perbandingan berat 1 : 0,75. Sampel uji terpisah menjadi dua blok (atas dan bawah) dengan permukaan yang rata, tidak ada kekasaran dan gelombang (Gambar-3) [2].



Gambar-2. Perangkat Alat Uji Geser langsung



Gambar-3. Sampel uji dengan permukaan rata

Permukaan geser pada sampel uji berbentuk persegi panjang. Sampel uji dipasang pada kotak geser atas dan bawah. Gaya normal (F_n) diberikan di atas kotak geser dan gaya geser (F_s) di samping kotak geser (Gambar 2).

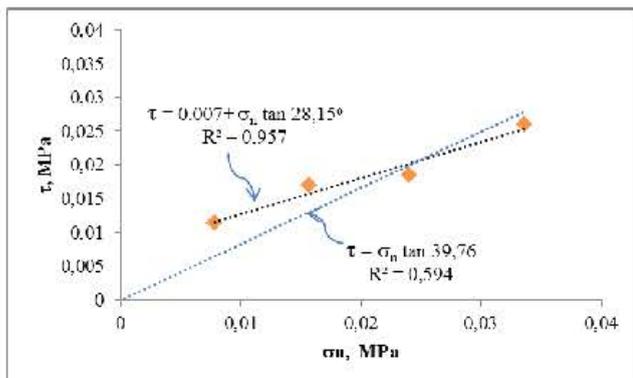
Ada 4 pasang sampel yang diuji dengan variasi gaya normal yang diberikan yaitu 0.2 kN, 0.4 kN, 0.6 kN, dan 0.8 kN. Penggunaan beban normal ini termasuk kategori rendah yang dimaksudkan agar perilaku geser pada bidang lemah dapat teramati dengan jelas. Beban geser diberikan secara manual dengan memutar sebuah roda yang dihubungkan dengan ulir yang mengarah ke proving ring gaya geser. Laju perpindahan geser mengikuti saran ISRM (*international society of rock mechanics*) sekitar 0.5 mm/menit [2]. Untuk pembacaan perpindahan geser (horizontal) dan perpindahan normal (vertikal) menggunakan *dial gauge* yang diletakkan pada bagian samping dan atas kotak geser. Gaya geser dicatat pada setiap perpindahan geser 0,5 mm.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengujian geser langsung di laboratorium adalah nilai tegangan normal dan tegangan geser yang diplot pada grafik X-Y. Parameter kuat geser bidang lemah dapat dilihat pada tabel-1 dan Gambar-4 [2].

Tabel-1. Parameter kuat geser bidang lemah

Kohesi (MPa)	Sudut geser dalam (°)	Ket.
0.007	28,15	
-	39,76	tanpa kohesi



Gambar-4. Kurva kuat geser bidang lemah

Berdasarkan Gambar-4. dapat dilihat bahwa bidang lemah atau batuan yang terkekarkan memiliki sudut geser dalam 28,15° dan kohesi 0,007 MPa. Menurut Patton [3] kurva kekuatan pada bidang lemah memiliki kohesi sama dengan nol yang menunjukkan bahwa permukaan bidang geser yang halus (smooth) atau tidak kasar. Sedangkan pada hasil pengujian yang dilakukan, parameter kuat geser masih memiliki kohesi senilai 0,007 MPa atau 7 kPa. Hal ini menunjukkan pada permukaan bidang geser masih terdapat kekasaran yang menyebabkan antar blok atas dan bawah menyatu menghasilkan daya ikat yang menahan blok untuk bergeser.

Berdasarkan pendekatan Patton [3] dan Ladanyi [4] yang menggunakan sudut geser dalam dasar pada kurva kekuatan dengan nilai kohesi nol, maka pada kurva kekuatan hasil pengujian dilakukan *intercept* ke titik nol sehingga diperoleh nilai sudut geser dalam menjadi 39,76° dan kohesi sama dengan nol.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini diperoleh nilai sudut geser dalam dasar pada batuan terkekarkan adalah 28,15° dengan kohesi 0,007 MPa.

Saran untuk untuk penelitian lebih lanjut adalah penggunaan sampel batuan terkekarkan yang memiliki permukaan bidang geser yang benar-benar halus agar dapat memperoleh nilai kurva kekuatan geser dengan kohesi nol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Mekanika Batuan FTTM Institut Teknologi Bandung yang telah memberi dukungan fasilitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hoek, E. 2007. *Course notes, Chapter 4: Shear strength of discontinuities*. Rocscience.com. diakses tanggal.

[2] Kartini. 2015. Pengaruh Kekasaran Permukaan Bidang Lemah Batuan pada Hasil Uji Geser Langsung. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Rekayasa Pertambangan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

[3] Patton, F.D. 1966. *Multiple modes of shear failure in Rocks*. Proc. 1st Cong, Int. Soc. Rock Mech., Lisbon, Vol.1, hal. 509-513.

[4] Ladanyi, B. dan Archambault, G.1970. *Simulation of shear behavior of jointed rockmass*. Proc. 11th Symp. On Rock Mechanics : Theory and Practice, AIME. New York, hal 105-125.