

**KARAKTERISTIK BATU GAMPING DAN NILAI FAKTOR KEAMANAN
PADA LERENG KUARIDI DESA TEMANDANG KECAMATAN
MERAKURAK KABUPATEN TUBAN JAWA TIMUR**

*Limestones Characteristics and Value of The Safety Factor on The Slopes
of The Quarry In Thetemandang Village, Merakurak Sub-District, Tuban,
East Java*

Ary Sismiani

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma
Jalan Raya Beji Karangsalam Purwokerto
Email : arysismiani@yahoo.co.id

ABSTRAK

Desa Temandang yang terletak di Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban Jawa Timur, merupakan salah satu desa penghasil batugamping yang cukup besar. Penambangan yang dilakukan di daerah tersebut adalah untuk memenuhi kebutuhan bahan baku semen untuk pabrik semen setempat. Untuk menghindari kemungkinan terjadinya longsoran pada lereng akhir penggalian, perlu diketahui tentang karakteristik, sifat fisik maupun sifat mekanik batugamping di daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh karakteristik dan sifat fisik batugamping terhadap kohesi dan sudut gesek dalam yang berdampak pada kekuatan geser batuan. Contoh batuan berupa core batugamping diambil dari lokasi kuari batugamping di Desa Temandang Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban Jawa Timur, pada dua sektor, dengan empat variasi contoh yaitu BX-Ar1-1, BX-Ar1-2, BX-Ar2-1 dan BX-Ar2-2. Uji bobot isi, uji triaksial dan uji geser langsung dilakukan pada tiga kondisi yaitu kondisi kering, natural, dan kondisi jenuh. Berdasarkan hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa peningkatan kondisi batugamping dari kering-natural-jenuh menyebabkan nilai kohesi dan nilai sudut gesek dalam mengalami penurunan. Penurunan nilai parameter kuat geser batugamping tersebut berakibat pada penurunan nilai faktor keamanan lereng yang ada pada lokasi tersebut. Nilai faktor keamanan pada kondisi kering-natural-jenuh adalah 1.53 ; 1.44 ; 1.39.

Kata kunci : kohesi, sudut gesek dalam, kuat geser, nilai faktor keamanan

ABSTRACT

Temandang Village located in Merakurak sub-district, Tuban- East Jawa, is one of the limestone-producing village is quite large. Mining was done in those areas is to meet the needs of cement raw materials to local factories. To avoid the possibility an avalanche on the slopes of the excavation, be aware of the characteristics, physical properties, and mechanical properties of limestone in the area. The purpose on this study was to determine the effect of the characteristics and physical properties of limestone to the cohesion and angle of friction in the impact on the shear strength of the rock. Rock samples are limestone cores taken from the limestone quarry locations in the Temandang Village in two sectors, with four variation namely BX-Ar1-1, BX-Ar1-2, BX-Ar2-1, and BX-Ar2-2. Bulk density test, triaxial test, direct shear test carried out on three conditions There are dry condition,

natural condition, and saturated condition. Based on laboratory test result showed that the improvement in of limestone conditions from dry-natural-saturated cohesion, angle of friction, the value of the safety factor causes the cohesion value and the angle of friction value in decline. Impairment of the limestone shear strength parameters result in a decrease in slope safety factors value that existed at that location. Value of the safety factor under dry-natural-saturated conditions are 1.53 ; 1.44 and 1.39.

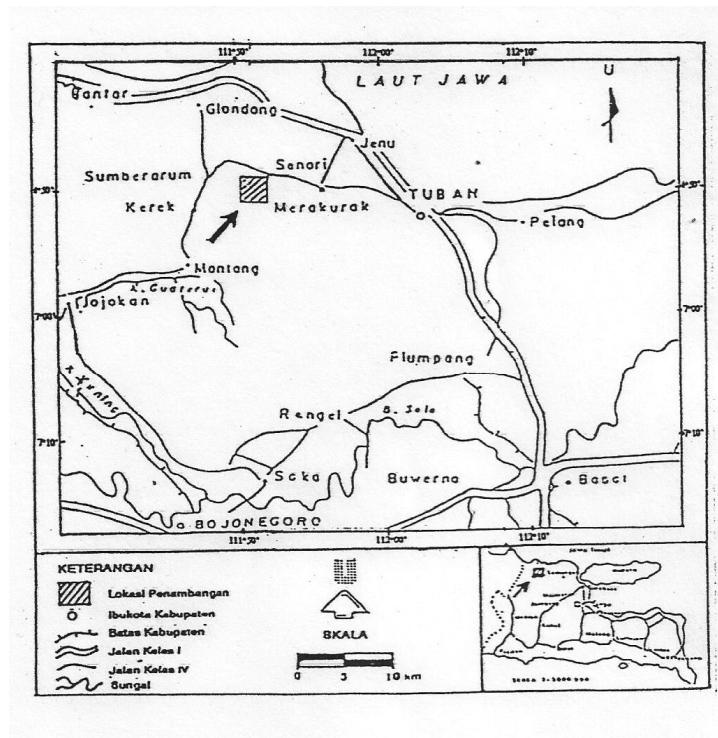
Keywords : cohesion, internal friction angle, shear strength, safety factor value

PENDAHULUAN

Desa Temandang merupakan bagian dari wilayah kecamatan Merakurak kabupaten Tuban Jawa Timur. Secara geografis terletak diantara garis meridian 6°50' - 7°00' Lintang Selatan dan Nadir 111°51' - 112°00' Bujur Timur, dengan batas wilayah sebelah Utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Lamongan, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bojonegoro, dan sebelah Barat berbatasan dengan Propinsi Jawa Tengah. Topografi daerah merupakan dataran rendah berupa endapan alluvial di bagian Utara dengan ketinggian antara 5-30 meter di atas permukaan laut. Sedangkan di bagian selatan berupa bukit-bukit landai dengan ketinggian antara 30 – 110 meter di atas permukaan laut, keampakan topografinya miring ke utara dengan sudut kemiringan antara 3° - 5° dan terdapat lembah-lembah sungai yang relatif besar, misalnya kali Pongpungan di bagian Timur dan kali Watu di bagian Barat yang hanya berair di musim hujan. Geologi Regional Daerah Temandang dan sekitarnya telah banyak dibahas oleh pakar geologi terdahulu. Menurut [Bemmelen dan Van bemmelen \(1949\)](#), daerah ini termasuk ke dalam fisiografi cekungan Rembang bagian Timur. Stratigrafi regional cekungan Rembang ini mulai dari yang tertua sampai yang termuda dapat diuraikan sebagai berikut : batuan tertuanya terdiri dari napal pasiran dan batugamping bioklastik umur Miosen bawah yang disebut formasi Tawun.

Formasi ini tertutup secara selaras oleh batulempung dan batupasir kuarsa dengan selang-seling batugamping klastik yang disebut Formasi Ngrayong. Diatas formasi ini diendapkan Formasi Bulu yang terdiri dari batugamping pasiran dengan sisipan napal yang berumur Miosen Tengah. Selaras diatasnya terdapat formasi Wonocolo dan Ledok yang berumur Miosen Atas yang didominasi oleh batugamping gloukonit dan batugamping pasiran dengan selang-seling napal. Dilihat dari kenampakan peta geologi di daerah Tuban dan sekitarnya, maka dapat diperkirakan bahwa daerah cekungan Rembang ini telah terjadi proses pelipatan yang menyebabkan terbentuknya struktur kekar dan struktur sesar memanjang, melintang, dan diagonal. Morfologi daerah dibentuk oleh satuan batugamping terumbu dan batugamping linak yang berumur Plio-Plistosen.

Di Desa inilah terdapat kuari batugamping untuk memenuhi kebutuhan bahan baku semen. Masalah yang sering timbul pada suatu kuari adalah runtuhnya lereng akibat parameter kekuatan batuan yang berupa kohesi dan sudut gesek dalam terganggu. Untuk itu perlu dilakukan penelitian terhadap karakteristik batugamping, sifat fisik maupun sifat mekanik yang ada di lokasi tersebut dan penyebab penurunan nilai faktor keamanan yang berdampak pada keruntuhan sehingga dapat mengancam keselamatan jiwa dan kerugian secara ekonomi.



Gambar 1. Peta Lokasi Kuari Batugamping Daerah Temandang

METODE PENELITIAN

Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mengumpulkan bahan-bahan yang dibutuhkan selama proses penelitian, seperti teori yang terkait, uji-uji yang harus dilakukan, variabel yang harus diukur maupun perhitungan yang harus dilakukan.

Tinjauan Lokasi

Dilakukan untuk menentukan tempat pengambilan contoh batuan yang akan di uji di laboratorium. Dalam penelitian ini contoh batugamping yang digunakan berasal dari lokasi kuari batugamping di Desa Temandang Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban Jawa Timur (Lihat Gambar 1).

Pengambilan contoh

Contoh batugamping yang digunakan dalam penelitian ini adalah batugamping dalam bentuk *core*, yang diambil dari dua

sektor. Sektor I dititik bor BX-Ar1 dan sektor II di titik BX-Ar2. Selanjutnya hasil pemboran tersebut (*core drill*) yang masih dalam bentuk ujung tidak beraturan dibawa ke laboratorium PPPTM (Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral) Bandung.

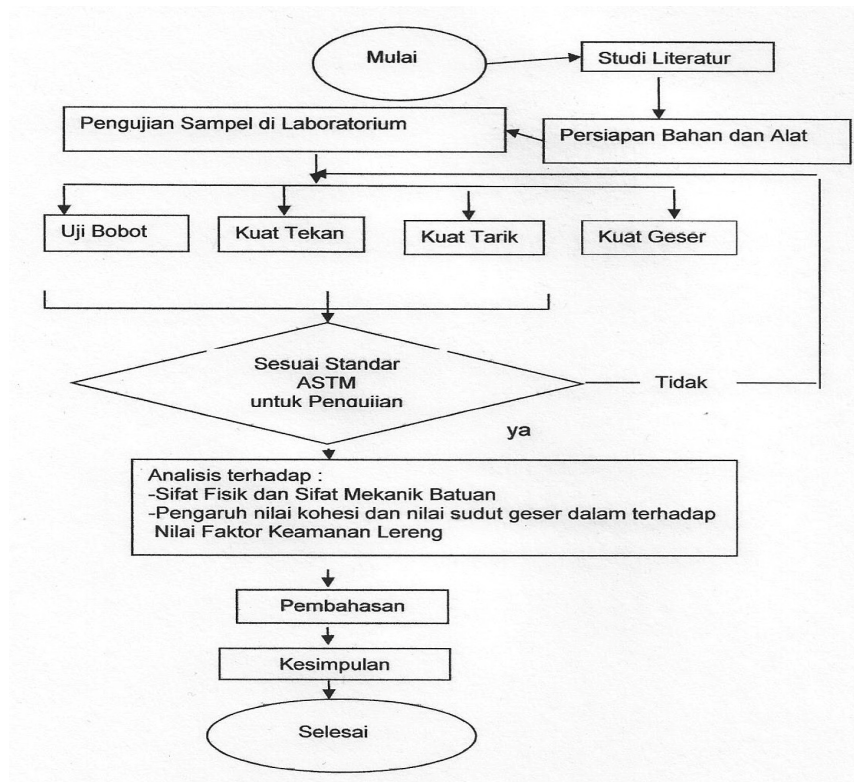
Uji Batugamping

Hasil dari pemboran selanjutnya di potong dengan dimensi contoh yang sesuai dengan persyaratan pengujian, setelah itu dilakukan uji yang meliputi :

- Uji sifat fisik, uji kuat tekan uniaksial, dan uji kuat tarik tak langsung (Brazilian)
- Uji triaksial dan uji geser langsung, guna mengetahui nilai parameter kuat geser tanah.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2



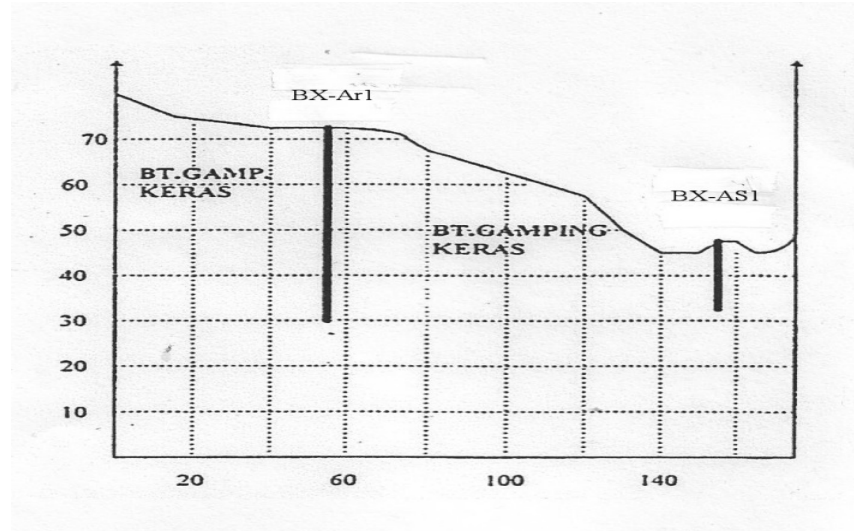
Gambar 2 Bagan Alir Penelitian .

HASIL DAN PEMBAHASAN

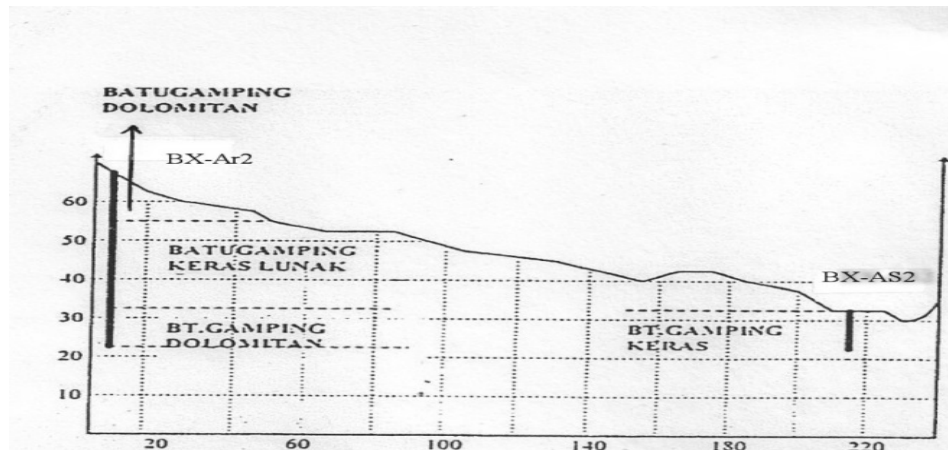
Karakteristik Batuan

Berdasarkan data pemboran yang dilakukan saat eksplorasi awal di daerah Temandang, batugamping yang terdapat

di daerah ini terdiri dari batugamping keras dan batugamping lunak dengan kadar silika tinggi (71.66%) serta batugamping keras-lunak berwarna putih kekuningan. Penampang litologi dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.



Gambar 3 Penampang Litologi Batugamping Daerah Temandang pada sektor I (Pengambilan sampel pada BX-Ar1)



Gambar 4 Penampang Litologi Batugamping Daerah Temandang pada sektor II (Pengambilan sampel pada BX-Ar2)

Pengamatan di lapangan, geologi daerah Temandang dan sekitarnya seluruhnya terdiri dari satuan batugamping Formasi Paciran umur pliosen. Batugamping Formasi Paciran memperlihatkan adanya proses pengkarst-an. Secara pemerian berdasarkan stratigrafi, merupakan batugamping koral, kalkarenit.

Hasil uji Sifat fisik batuan dapat dilihat pada **Tabel 1**

Berdasarkan hasil uji sifat fisik dapat dilihat bahwa porositas batugamping cukup besar yaitu 20,77% . Ini menunjukkan bahwa sekitar 20,77% dari volume merupakan rongga atau celah-celah yang sangat mempengaruhi kuat geser batu gamping.

Tabel 1 Hasil Uji Sifat Fisik Batugamping

No Contoh	Kode contoh	ρ_d (gr/cm ³)	ρ_n (gr/cm ³)	ρ_s (gr/cm ³)	n (%)
1	BX-Ar1-1	2.18	2,27	2,37	21,92
2	BX-Ar1-2	2.15	2,25	2,35	19,35
3	BXAr2-1	2.25	2,36	2,42	22,05
4	BX-Ar2-2	2.21	2,33	2,40	19,75
Rata-rata		2.20	2.30	2.39	20.77

Berdasarkan hasil uji juga dapat dilihat bahwa nilai rata-rata peningkatan bobot isi batugamping dari kondisi kering ke jenuh adalah sekitar 0.1 gr/cm³. Peningkatan ini disebabkan oleh masuknya air ke dalam pori-pori batugamping ketika jenuh. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan beban geser akibat berat batugamping yang terisi oleh

air tersebut sehingga lereng lebih mudah longsor pada saat kondisi jenuh daripada dalam kondisi kering.

Selanjutnya dari uji kuat tekan uniaksial (**Lihat Tabel 2**), nilai rata-rata modulus elastisitas dan poisson's ratio adalah $E_r = 38,666.41 \text{ kg/cm}^2$, $\nu_r = 0.35$.

Tabel 2 Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial

No Contoh	Kode Contoh	Nilai Modulus elastisitas (E), Kg/cm ²	Poison's Ratio (ν)
1	BX-Ar1-1	33,142.86	0.45
2	BX-Ar1-2	24,878.05	0.49
3	BX-Ar2-1	38,750.00	0.44
4	BX-Ar2-2	57,894.74	0.40
Rata-rata		38,666.41	0.35

Tabel 3 Hasil Uji Kuat Tarik Brazillian

No Sampel	Kode contoh	Kuat Tarik (Kg/cm ²)
1	BX-Ar1-1	48.53
2	BX-Ar1-2	42.63
3	BX-Ar2-1	36.06
4	BX-Ar2-2	47.20
Rata-rata		43.605

Pada uji kuat tarik Brazillian (Lihat **Tabel 3**), nilai rata-rata yang dihasilkan adalah 43.605 kg/cm².

Nilai kohesi puncak dan sudut gesek dalam puncak dari lingkaran Mohr dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Nilai kohesi puncak dan sudut gesek dalam puncak yang diperoleh dari

lingkaran Mohr-Coulomb mengalami penurunan secara berurutan dari kondisi kering-natural-jenuh

Penurunan nilai c_p dan ϕ_p ini disebabkan karena adanya penambahan kandungan air yang menyebabkan ikatan antar partikel pada batugamping akan melemah seiring dengan meningkatnya bobot isi batuan pada batugamping.

Tabel 4 Nilai Kohesi dan Sudut Gesek Dalam Puncak dari Lingkaran Mohr-Coulomb

Kondisi Batugamping	Bobot Isi gr/cm ³	Mohr-Coulomb	
		Kohesi Puncak c_p (kg/cm ²)	Sudut Gesek Dalam Puncak ϕ_p (°)
Kering		33.51	54
Natural		23.12	52
Jenuh		20.22	49

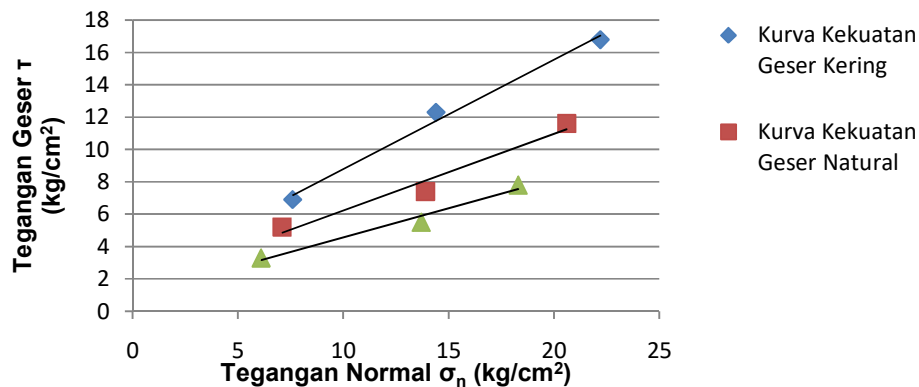
Penurunan nilai c_p dan ϕ_p ini disebabkan karena adanya penambahan kandungan air yang menyebabkan ikatan antar partikel pada batugamping akan melemah seiring dengan meningkatnya bobot isi batuan pada batugamping.

Berdasarkan kurva kekuatan geser kering, natural dan jenuh (**Gambar 5**)

diperoleh persamaan kuat geser kering adalah $\tau_r = 9.60 + \sigma_n \tan 34.22^\circ$, kuat geser natural adalah $\tau_r = 6.30 + \sigma_n \tan 25^\circ$ dan kuat geser jenuh adalah $\tau_r = 4.4 + \sigma_n \tan 21.36^\circ$. Jadi semakin tinggi nilai bobot isi batuan maka semakin kecil kekuatan atau tegangan geser batuan.

Tabel 5 Nilai Parameter Kuat Geser pada berbagai kondisi

Beban Normal Kg	Parameter Kuat Geser (<i>Residual Shear Strength</i>)					
	Kering		Natural		Jenuh	
	Tegangan Normal σ_n (kg/cm ²)	Tegangan Geser τ (kg/cm ²)	Tegangan Normal σ_n (kg/cm ²)	Tegangan Geser τ (kg/cm ²)	Tegangan Normal σ_n (kg/cm ²)	Tegangan Geser τ (kg/cm ²)
301.08	7.6	6.9	7.1	5.2	6.1	3.3
602.16	14.4	12.3	13.9	7.4	13.7	5.5
903.24	22.2	16.8	20.6	11.6	18.3	7.8



Gambar 5 Kurva Kekuatan Geser dalam berbagai kondisi

Beberapa parameter kuat geser langsung yang meliputi kohesi sisa dan sudut gesek dalam sisa dari batugamping pada kondisi

kering, natural dan jenuh dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Parameter-parameter Hasil Uji Geser Langsung

Parameter	Kondisi		
	Kering	Natural	Jenuh
Bobot Isi (gr/cm ³)	2.20	2.30	2.39
Kohesi Sisa (kg/cm ²)	9.60	6.30	4.40
Sudut Gesek Dalam Sisa (°)	34.22	25.00	21.36

Untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (Fk) dilakukan analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode Hoek & Bray untuk lereng tunggal. Nilai tersebut

adalah untuk mengetahui lebih jauh tentang hubungan antara kondisi batuan terhadap kohesi residu dan sudut gesek dalam residu.

Tabel 7 Nilai Faktor Keamanan (Fk) pada berbagai kondisi

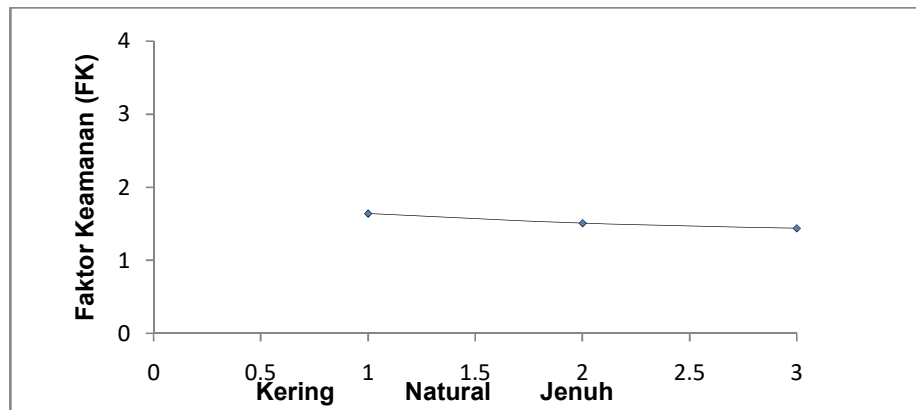
Kondisi Batugamping	FK
Kering	1,53
Natural	1,44
Jenuh	1.39

Berdasarkan hasil analisis pada **Tabel 7** dapat dilihat bahwa peningkatan kondisi batugamping dari kering-natural-jenuh menyebabkan penurunan nilai faktor keamanan.

Penurunan nilai faktor keamanan membuktikan bahwa faktor pengaruh air

sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng di lapangan.

Gambar grafik hubungan antara nilai faktor keamanan dan kondisi batugamping dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 Nilai Faktor Keamanan Pada Berbagai Kondisi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

- Batugamping di Desa Temandang merupakan batugamping keras dan batugamping lunak dengan kadar silika tinggi (71.66%) serta batugamping keras-lunak berwarna putih kekuningan.
- Peningkatan Kondisi Bobot isi batuan menyebabkan terjadinya penurunan nilai kohesi dan sudut gesek dalam.
- Peningkatan bobot isi batuan sebesar 0.1 gr/cm^3 mengakibatkan penurunan nilai kohesi sisa sebesar 3.6 kg/cm^2 dan sudut gesek dalam sisa sebesar 9.22° .
- Peningkatan bobot isi menyebabkan terjadinya penurunan nilai faktor keamanan (FK). Pada kondisi kering $FK = 1.53$, kondisi

natural $FK = 1.44$ dan pada kondisi jenuh $FK = 1.39$

- Penurunan faktor keamanan dari kondisi kering ke kondisi natural adalah sebesar 5.9%, dari kondisi kering ke kondisi jenuh adalah sebesar 9.15%.

DAFTAR PUSTAKA

Bemmelen, Van R.W, *The Geology of Indonesia, Volume 1A, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, Government Printing Office, The Hague, 1967