



Analisis Keamanan Tebing Pada Areal Bekas Tambang Di Desa Semaya, Kecamatan Randudongkal, Kabupaten Pemalang

(The Analysis of Slope Safety Factors at Post Mining Areas in Semaya Village, Randudongkal Sub-district, Pemalang)

Rinal Khaidar Ali¹, Najib¹, Adam Kahfi Mulyadi¹,
¹Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstract

Mining activities has become increasingly widespread in recent years, especially people's mining, that just concerned about the result and not paying attention to the environmental factors. This is caused the post mining area's destruction and environmental degradation potential. For this reason, the slope safety factor enhancement analysis on the post mining area in Semaya Village, Randudongkal Sub-District, Pemalang Regency is needed. Slope stability analysis using Slide 6.0 software to identify the condition of post mining area from the results of undisturbed sample (UDS) laboratory data. Laboratory testing includes several aspects including water content, weight, specific gravity, grain size, atterberg limit test, and direct shear test. The value of the safety factor is 1,441, the value is in the safe category because it passes the minimum value limit of the safety factor which is 1.25, this result is obtained from the terracing modeling.

Keywords: Post Mining Areas, Slope Stability, Safety Factor, Terracing

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kegiatan penambangan merupakan kegiatan yang dapat mendatangkan keuntungan ekonomis yang cukup menjanjikan. Hal ini yang menyebabkan kegiatan penambangan menjadi semakin marak akhir-akhir ini, khususnya pertambangan rakyat yang mementingkan hasil dan kurang memperhatikan faktor-faktor lingkungan. Tentu saja dampak dari kegiatan tersebut akan mengakibatkan dan menyisakan lahan bekas penambangan yang rusak serta berpotensi menimbulkan degradasi terhadap lingkungan.

Kerusakan lahan bekas tambang disebabkan kegiatan penambangan tanpa izin serta kurangnya perhatian terhadap pengelolaan pasca penambangan. Kerusakan lahan bekas tambang mempengaruhi kelestarian fungsi lingkungan, sehingga berdampak pada meningkatnya suhu lokal, terganggunya tatanan hidrologis, menurunnya fungsi tanah sebagai media tanam dan bencana (erosi, gerakan tanah, banjir lumpur),

fenomena tersebut juga terkait dengan terjadinya penurunan aspek sosial-ekonomi penduduk Keberadaan/lokasi kerusakan lahan bekas penambangan yang tidak memperhatikan pengelolaan pasca tambang menyebar di hampir semua Kabupaten dan Kota di Provinsi Jawa Tengah. Salah satu lokasi yang menyebabkan tebing sehingga rawan terjadinya gerakan tanah (longsor) dari aktifitas penambangan di areal bekas aktifitas penambangan di Desa Semaya Kecamatan Randudongkal Kabupaten Pemalang (Dinas ESDM, 2016).

Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

- Mengetahui kondisi geologi dan jenis serta persebaran litologi yang terdapat pada lokasi penelitian.
- Melakukan pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak *Slide 6.0*.
- Mengetahui nilai faktor keamanan pada areal bekas tambang pada kondisi awal dan sesudah diberi perlakuan pencegahan longsor.

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian merupakan areal bekas pertambangan pasir dan batu yang terletak berada di wilayah Desa Semaya, Kecamatan Randudongkal Kabupaten Pemalang (Gambar 1).

* Korespondensi Penulis: (Rinal Khaidar Ali)
 Departemen Teknik Geologi, Universitas
 Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis, pada awalnya dilakukan studi literatur mengenai aspek-aspek yang dibutuhkan untuk mengetahui nilai faktor keamanan terhadap metode yang akan dilakukan untuk memperkuat tebing pada areal bekas tambang. Selanjutnya dilakukan studi tentang keadaan geologi regional daerah penelitian dan pengumpulan data sekunder yang dibutuhkan seperti:

1. peta Rupabumi Indonesia.
2. peta geologi regional daerah penelitian.
3. peta administrasi daerah penelitian.

Untuk mendapatkan informasi awal mengenai daerah penelitian dalam melakukan survei dan penyelidikan lapangan. Tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu penyelidikan lapangan untuk pengambilan data primer. Metode yang dilakukan yaitu pemetaan geologi teknik di wilayah Desa Semaya serta uji sondir, dan pengambilan *undisturbed sample* pada areal lahan bekas tambang. Pemetaan geologi teknik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi fisik batuan serta persebarannya pada lokasi penelitian. Pengambilan *undisturbed sample* bertujuan untuk mengetahui sifat mekanika tanah lokasi

penelitian.

Setelah dilakukan penyelidikan lapangan serta uji laboratorium mekanika tanah, maka didapatkan data geologi teknik, data hasil uji sondir dan data mekanika tanah. Tahap selanjutnya yaitu mengolah dan menginterpretasi data-data tersebut dengan menggunakan perangkat lunak *Slide 6.0*. Data geologi fisik diolah dan diinterpretasi sehingga mendapatkan hasil peta geologi teknik. Dari semua aspek data-data yang diperoleh dapat diinterpretasikan dan didapatkan perencanaan yang tepat untuk penanggulangan tebing.

3. Hasil dan Pembahasan

Litologi Penyusun Daerah Penelitian

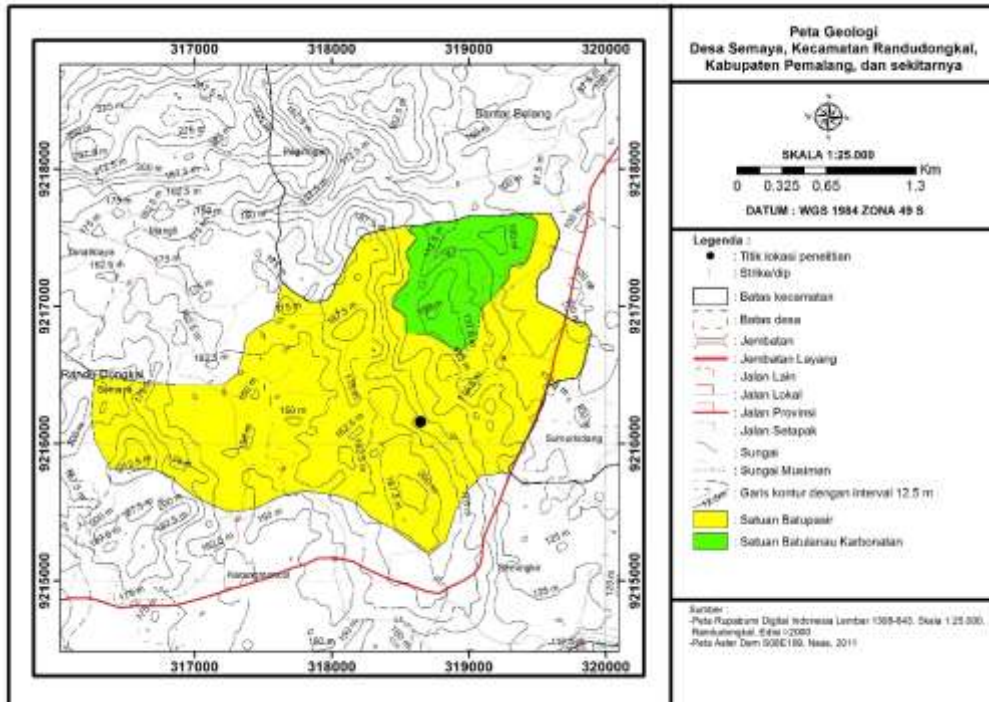
Pada lokasi ini berdasarkan kegiatan *survey* geologi di lapangan dan dilakukan pengamatan di lapangan maka dapat ditentukan dua jenis litologi yang berbeda, yaitu satuan batupasir dan satuan batulanau (gambar 2).

1. Satuan Batupasir

Pelamparan satuan batupasir sekitar 80% dari luas Desa Semaya. Singkapan satuan batupasir yang dijumpai merupakan Formasi Batuan Gunungapi Slamet Tak Terurai (Qvs). Satuan batupasir nampak di lapangan mempunyai perlapisan. Perlapisan satuan batupasir memiliki arah jurus dan kemiringan perlapisan (*strike/dip*) N80°E/5°. Perlapisan yang terjadi pada satuan batupasir dikarenakan perbedaan ukuran butiran pada setiap lapisan (gambar 3).

Di Desa Semaya banyak dijumpai tanah hasil pelapukan batuan (*residual soil*). Dibeberapa tempat juga tersingkap batuan dengan kondisi masih segar dan yang mengalami pelapukan ringan dan dapat dikenali sehingga dari singkapan tersebut dapat ditentukan jenis litologi pada lokasi.

Lapisan I merupakan lapisan yang paling tebal dengan tebal berkisar antara 30cm - 1m, lapisan ini tersusun oleh material berukuran pasir sedang ($1/4 - 1/2$ mm) sampai sangat kasar (1-2 mm), kemas dan sortasi buruk, berwarna hitam ke abu-abuan, bersifat kompak, pada lapisan ini juga terdapat fragmen batuan andesitan dengan ukuran kerikil (2-4mm) - bongkah (>64 mm) dengan tingkat pembundaran *sub rounded*.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian

Dibawahnya terdapat Lapisan II merupakan tipis batulanau dengan ukuran butir lanau ($1/256-1/16$ mm) dengan tebal sekitar 10cm, dengan sortasi baik, kemas tertutup, berwarna coklat kemerah-merahan, memiliki sifat mudah hancur (tidak kompak). Kemudian dibawahnya terdapat Lapisan III merupakan lapisan batupasir warna coklat keabu-abuan dengan tebal sekitar 30 cm, berukuran pasir sedang ($1/4-1/2$ mm) sampai pasir kasar ($1/2-1$ mm), dengan sortasi buruk, memiliki sifat mudah hancur (tidak kompak). Lapisan IV berada tepat dibawah Lapisan III, sifat fisik dari lapisan ini sama dengan Lapisan III, akan tetapi pada Lapisan IV disertai dengan fragmen-fragmen andesit berukuran kerakal kerakal (4-64 mm). Lapisan V memiliki karakter fisik yang sama persis dengan Lapisan III, dengan warna coklat keabu-abuan dengan tebal sekitar 30cm, berukuran pasir sedang ($1/4-1/2$ mm) sampai pasir kasar ($1/2-1$ mm), dengan sortasi buruk, akan tetapi pada Lapisan V memiliki sifat yang lebih memiliki sifat mudah kompak bila dibandingkan dengan Lapisan III.

Lapisan VI memiliki kenampakan coklat ke abu-abuan, ukuran butir pasir kasar ($1/2-1$ mm), sortasi dan kemas buruk, memiliki ketebalan 30-50 cm, bersifat kompak, terdapat fragmen batuan andesitan dengan ukuran kerikil (2-4mm) – bongkah (>64 mm) dengan tingkat pembundaran *sub rounded*. Lapisan VII memiliki ketebalan 10cm, memiliki warna coklat dengan tebal sekitar 30 cm, berukuran pasir sedang ($1/4-1/2$ mm) sampai

pasir kasar ($1/2-1$ mm), dengan sortasi buruk, memiliki sifat mudah hancur (tidak kompak).



Gambar 3. Singkapan Batupasir di daerah penelitian

2. Satuan Batulanau Karbonatan

Kenampakan satuan litologi batulanau di singkapan dapat dikenali sebagai perselingan lapisan batulanau dan batupasir dengan pelamparan $N10^{\circ}E/47^{\circ}$. Satuan Batu Lanau berada di bagian timurlaut dari wilayah Desa Semaya dan memiliki pelamparan sekitar 20% dari total daerah Desa Semaya. Batulanau yang lebih dominan memiliki ciri memiliki ukuran butir lanau ($1/256-1/16$ mm) dengan sortasi baik, warna batuan lapuk hitam kecoklat-coklatan, warna batuan segar coklat keputih-putihan, kurang kompak, bersifat karbonatan (gambar 4).

Batupasir memiliki ciri warna lapuk merah kehitam-hitaman, warna batuan segar coklat keputih-putihan, berukuran butir pasir

halus ($1/8-1/4$ mm) - pasir sedang ($1/4-1/2$ mm) dengan sortasi buruk dan bersifat kompak.



Gambar 4 Singkapan Batulanau Karbonatan

Tebal lapisan batu lanau relatif lebih tebal daripada batupasir. Tebal batulanau dapat mencapai 10cm dan tebal batupasir sekitar 1-3cm. Secara regional, Satuan Batulanau karbonatan masuk pada Formasi Rambatan (Tmr) dengan anggota formasi berupa serpih, napal dan batupasir gampingan

Data Hasil Uji Mekanika Tanah Pada Undisturbed Sample

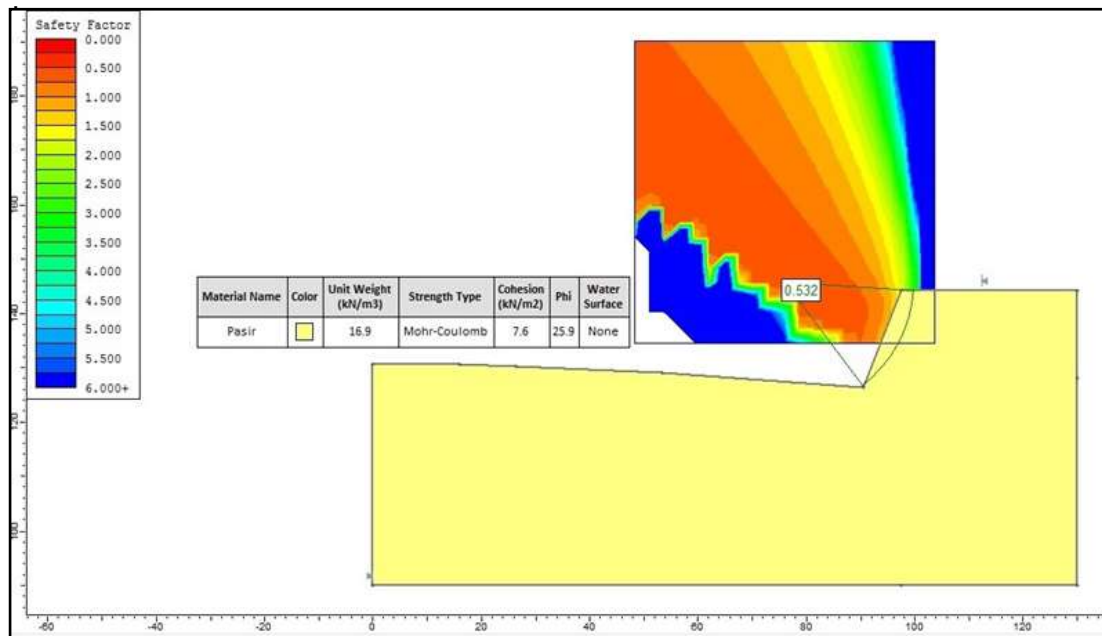
Uji laboratorium pada *undisturbed sample* berfungsi untuk mendapatkan data – data sifat mekanika tanah. Sifat mekanika tanah ini berisi beberapa aspek diantaranya yaitu kadar air, berat isi, *specific gravity*, analisis ukuran butir, *Atterberg Limit test*, dan *direct shear test* (uji geser langsung). (tabel 1)

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium *Undisturbed Sample*

Depth (m)	Description	Water Content (%)	Unit Weight			Direct Shear	
			γ_{Wet} (gr/cm ³)	γ_{Dry} (gr/cm ³)	γ_{Sat} (gr/cm ³)	c (kg/cm ²)	ϕ (degree)
0 – 0.50	PASIR	23.98	1.72	1.39	1.88	0.076	16.84

Pemodelan

Pada lokasi pengamatan keadaan asli sesuai kondisi dilapangan dilakukan pemodelan dengan memasukan nilai kohesi (c), unit weight (γ_{Wet}) dan sudut geser dalam (ϕ) didapatkan nilai faktor keamanan (FK) 0.532 lereng ini masuk dalam kategori lereng labil atau lereng yang berpotensi sering terjadi longsor, Karena tidak memenuhi faktor keamanan (FK) minimum yaitu $FK \geq 1,25$ tebing dalam kondisi kritis (gambar 5).



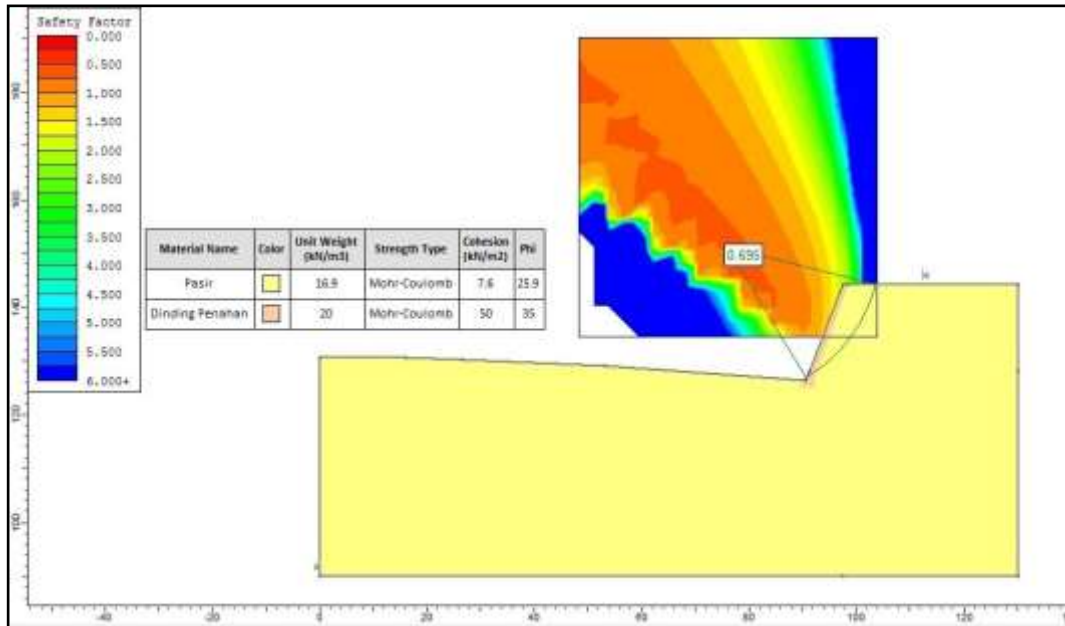
Gambar 5. Nilai Awal Faktor Keamanan Lereng (FK = 0.532)

Karena kondisi awal nilai faktor keamanan (FK) tidak memenuhi standar nilai minimal maka dilakukan tindakan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan keamanan dan kestabilang lereng yaitu dengan cara melakukan metode perkuatan lereng. Ada beberapa metode perkuatan lereng yang dapat dilakukan, diantaranya yang akan dipakai dalam analisis ini adalah metode pemasangan dinding penahan dan metode *cut and fill*.

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan dan mencegah keruntuhan/kelongsoran tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser. Ketentuan dalam pembuatan pembuatan dinding penahan tanah

didasarkan pada SNI 2847:2013 khususnya dalam bab 14 tentang dinding struktural. *Material Properties* dari dinding penahan tanah

pada permodelan mempunyai nilai γ_{Wet} sebesar 20 kN/m^3 , c 50 kN/m^2 dan ϕ 35° . (Badan Standardisasi Nasional, 2013).



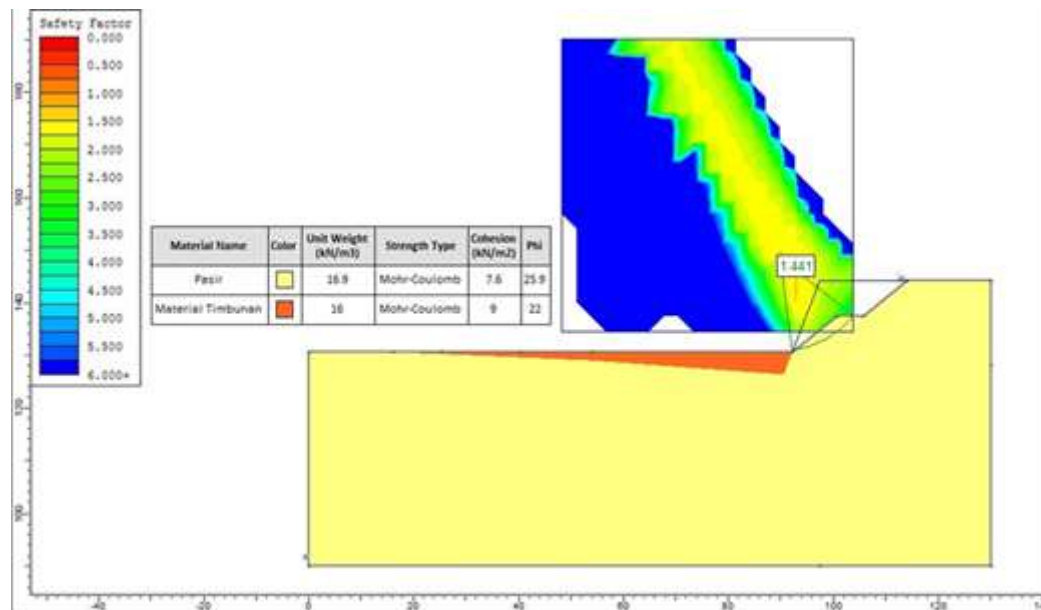
Gambar 6. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Dengan Perencanaan Dinding Penahan Tanah (FK = 0,695)

Untuk menguji efisiensi dari metode perkuatan yang akan digunakan, maka perlu dilakukan perhitungan dan analisis nilai faktor keamanan lereng. Permodelan kondisi awal lereng yang telah dibuat dapat digunakan untuk membantu dalam analisis ini, dari permodelan tersebut kemudian ditambahkan bentuk struktur bangunan dinding penahan tanah sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013, didapatkan nilai faktor keamanan 0,695 (gambar 6). Terjadi sedikit peningkatan nilai faktor keamanan (FK) namun masih dinyatakan tidak aman, Karena masih tidak memenuhi faktor keamanan (FK) minimum yaitu $FK \geq 1,25$ tebing masih dalam kondisi kritis jika tetap digunakan dinding penahan tebing.

Berdasarkan klasifikasi Bowles, 1989 dengan nilai FK lereng sebesar 0,695 (FK antara 1,07 sampai 1,25) maka lereng ini masuk dalam kategori lereng kritis atau lereng yang pernah terjadi longsor dan masih berpotensi terjadi longsor kembali. Peningkatan nilai FK dari hasil perhitungan

dan analisis kestabilan lereng juga akan mempengaruhi tingkat keamanan dan kestabilan lereng yang sebenarnya. Akan tetapi peningkatan keamanan lereng yang dihasilkan dari permodelan metode pemasangan konstruksi dinding penahan belum cukup untuk menjadikan lereng dapat dikatakan dalam kondisi aman dan stabil.

Karena penambahan dinding penahan tebing nilai faktor keamanan (FK) masih tidak memenuhi standar nilai minimal maka dilakukan pemodelan ulang dengan penggunaan metode *cut and fill*, Prinsip dasar dari metode *cut and fill* ini yaitu menggali atau memotong (*cut*) dan menimbun urugan atau mengisi (*fill*). Maksud dari metode ini yaitu menggali atau memotong bagian lereng yang lebih tinggi kemudian tanah hasil galian tersebut digunakan sebagai tanah urugan bagian bawah lereng. Inti dari metode *cut and fill* ini adalah merubah geometri lereng, baik *slope* atau sudut kemiringan lereng, ketinggian lereng, dan merubah bentuk lereng menjadi berundak.



Gambar 7. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pada Lokasi Pengamatan Dengan Metode *Cut And Fill* (FK = 1,441)

Setelah dilakukan analisis menggunakan perangkat lunak *Slide 6.0*, Terjadi peningkatan nilai faktor keamanan (FK) yang cukup besar dan telah melewati nilai minimum faktor keamanan (FK) lereng yang dihasilkan sebesar 1,441 (FK di atas 1,25) maka dapat diinterpretasikan bahwa setelah dilakukan perkuatan lereng dengan metode *cut and fill*, lereng dalam kondisi yang aman dan relatif stabil dan jarang terjadi longsor dengan potensi longsor yang sangat kecil dan dapat dinyatakan sudah cukup aman (gambar 7).

4. Kesimpulan

Pada lokasi ini terdapat 2 jenis litologi yang berbeda yaitu batupasir dan satuan batulanau. Terdapat 2 satuan geologi teknik yaitu satuan material lepasan berukuran pasir kelempungan dan satuan material lepasan berukuran lanau kepasiran. Pada kondisi awal lokasi pengamatan nilai faktor keamanan hanya bernilai 0.532. Pada metode penambahan dinding penahan tebing didapatkan peningkatan nilai faktor keamanan 0.695. Pada metode terasering didapatkan peningkatan nilai faktor keamanan 1.441.

Daftar Pustaka

Attewel. P.B.& Farmer. I. W. 1976. *Principles of engineering geology*. London: Chapman & Hall.
Bappeda. 2010. Laporan Tahunan Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah.

Bappeda. 2011. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah.
Bowles. J. E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)* Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
Bowles. J. E. 2000. *Analisis Dan Desain Pondasi*. Jilid 1. Edisi ke empat. Jakarta: Erlangga.
Casagrande. 1942. *Sistem Clasifikasi Unified Soil & Clasification System (USCS)*.
Dackombe. R.V & Gardiner V. 1983. *Geomorphological Field Manual*. London: George Allen dan Unwin Publisher.
Das. B. M. 1984. *Fundamentals of Soil Dynamics*. New York: Elsevier Science Publishing Co. Inc.
Das. B. M. 1995. *Mekanika Tanah*. Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
Dikau. R. 1997. *Landslide Recognition*. John Willey & Sons.
Dinas Energi Sumber Daya dan Mineral. 2016. Laporan Kinerja Tahunan.
Djuri M., Samodra H., dan Amin T.T. 1996. Peta Geologi Teknik Lembar Tegal Purwokerto, Jawa, Skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Departemen Pertambangan dan Energi
Forssblad. L. 1989. *Kompaksi (Pemampatan) Urukan Tanah dan Batuan Dengan Getaran Cetakan Pertama*. Jakarta: Bina Aksara.
Google Earth. 2015. Peta Citra, Desa Semaya, Kecamatan Randudongkal, Kabupaten Pemalang.
Hardiyatmo. H. C. 2002. *Mekanika tanah 1* Cetakan Pertama Edisi Ketiga. Yogyakarta:

- Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo. H. C. 2006. *Teknik Fondasi I* Cetakan Ketiga. Yogyakarta: Beta Offset.
- Karyono. 2006. *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*. Unisba.
- Lambe. T.W. & Withman. R.V. 1969. *Soil Mechanics*. New York: John Willey & Sons Inc.
- Mawardi. 2011. *Peranan Teras Kredit Sebagai Pengendali Laju Erosi Pada Lahan Bervegetasi Kacang Tanah*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang: Semarang.
- Nakazawa. 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Peck R.B. Hanson W. E. and Thornbun. T. H. (1953; 1974). *Foundation Engineering*. New York: John Willey and Sons.
- Sosrodarsono Suyono. 1984. *Bendungan Type Urugan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sukartaatmadja. 2004. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Sutarso. B. & Suyitno. P. 1976. *Fisiografi Dan Geomorfologi Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah*.
- Sutarman. E. 2013. *Konsep dan Analisis Pengantar Teknik Sipil*. Yogyakarta: ANDI.
- Van Bemmelen. R.W. (1949)- Java. In: *The Geology Of Indonesia*. Government Printing Office. Nijhoff. The Hague. 1. p. 545

