

PENGARUH AIR ASAM TAMBANG TERHADAP STABILITAS CHECK DAM DI PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK TANJUNG ENIM PROPINSI SUMATERA SELATAN

Sepriadi¹⁾, Marwan Asof²⁾, Syamsul Komar³⁾

^{1,2,3} Program Studi Magister Teknik Pertambangan
Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya Kode Pos 30662 Telp/Fax. (0711) 580137
e-mail : sepriadi_almuhandis@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam proses penambangan diperlukan adanya tempat penampungan air asam tambang. Tempat penampungan air asam tambang dibuat berupa kolam pengendap lumpur (KPL), dimana pada setiap kolam dibatasi oleh tanggul penahan (check dam). Pembuatan check dam dilakukan dengan melakukan penggalian di lokasi yang sudah ditentukan. Selain itu, terdapat juga check dam yang dibuat dengan melakukan penimbunan sebagai tanggul penahannya, ini dilakukan pada check dam yang terbuat dari tanah timbunan yang terdapat di lokasi Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) PT Bukit Asam (Persero), Tbk. Hal ini dikarenakan KPL di lokasi MTBS terbuat dari tanah timbunan. Pada check dam ini dilakukan pengukuran terhadap tingkat keasaman air di kolam. Hasil pengukurannya didapat pH 3,9 dan 4,0 yang selanjutnya dibuat sebagai variabel bebas. Setelah itu, parameter pendukung stabilitas tanggul dihitung dan selanjutnya akan menjadi variabel terikat meliputi sudut geser dalam, kohesivitas dan permeabilitas serta faktor keamanan. Dari hasil didapatkan dengan seiring menurunnya pH air asam tambang dapat menurunkan kohesivitas tanah timbunan rata-rata pada check dam dengan korelasi 0,994 dan kemaknaan 93,8%. pH air asam tambang menurun diiringi meningkatnya permeabilitas tanah timbunan pada check dam dengan korelasi -0,481 dan kemaknaan 32,0%. Begitu juga pada sudut geser dalam, menurunnya pH air asam tambang disertai dengan peningkatan sudut geser dalam tanah timbunan pada check dam dengan korelasi -0,850 dan kemaknaan 64,7%. Dengan terjadinya perubahan pada kohesivitas, permeabilitas dan sudut geser dalam pada kondisi pH yang berbeda-beda, didapatkan besarnya nilai korelasi faktor keamanan rata-rata sebesar 0,995 dan kemaknaan sebesar 93,5%.

Keyword: KPL, pH, Kohesivitas, Permeabilitas, Sudut Geser Dalam, Faktor Keamanan

1. Latar Belakang

Dalam proses penambangan harus dilakukan dengan perencanaan yang baik agar aktifitas penambangan tidak mengalami hambatan dan berjalan secara optimal. Penambangan batubara dapat dilakukan dengan cara tambang terbuka (*open pit*) maupun tambang bawah tanah (*underground*) dimana penentuan desain disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Dam (tanggul) merupakan bagian dari tempat penampungan air ataupun lumpur di lingkungan pertambangan batubara. Tanggul penahan dibuat dari timbunan tanah. Di lokasi penambangan, dam berfungsi sebagai tempat penampungan air atau lumpur yang di desain berbentuk tanggul tipe urugan.

Pada tambang terbuka terdapat air yang ditampung di dalam *sump*. Kemudian air dari *sump* tersebut dipompakan keluar yang selanjutnya dialirkan ke kolam penampungan untuk diproses lebih lanjut. Air yang ditampung memiliki pH < 6. Kolam penampungan memiliki tanggul penahan yang terbuat dari tanah. Pada kondisi di lapangan, dam (tanggul) yang dibuat masih terjadi kebocoran ataupun jebol karena adanya intrusi air asam tambang pada dinding tanggul. Air dan lumpur di dalam tempat penampungan bersifat asam disebabkan

adanya kandungan mineral sulfida yang berasal dari ikutan batubara.

Terjadinya tanggul yang jebol dapat dipengaruhi faktor-faktor dari luar dam (kondisi ketinggian lumpur atau air) maupun dari dam sendiri (permeabilitas tanah dam, angka pori tanah, kemiringan tanggul, panjang tanggul). Adanya air ataupun lumpur yang tertahan dengan ketinggian tertentu dan langsung kontak pada tubuh tanggul akan menimbulkan tekanan hidrostatik pada tubuh tanggul. Hal ini akan menyebabkan lumpur/air masuk mengintrusi ke dalam tanggul sehingga tanggul akan menjadi tidak stabil karena gaya kohesi ikatan molekul tanah menjadi lemah. Contoh kasus ini pernah terjadi di Bukit Asam (Persero), Tbk dimana *check dam* di lokasi MTBU ada yang mengalami tanggul jebol.

Dengan adanya permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi pengaruh keasaman air asam tambang terhadap keamanan pada check dam yang terdapat pada lokasi penambangan batubara. Data-data dari lapangan akan dilakukan pengolahan dengan membagi dalam bentuk variabel terikat dan variabel bebas. Variabel bebas dan variabel

terikat akan dilakukan regresi secara linier untuk mengetahui pengaruh hubungan antara *potential hydrogen* (pH) air asam tambang terhadap permeabilitas, kohesivitas dan sudut geser dalam dari tanah tanggul. Kemudian analisis dari stabilitas akan dilakukan secara *analisis numerical* dengan menggunakan persamaan-persamaan yang mendasari dalam perhitungan stabilitas dam maupun dilakukan secara grafis. Hasil akhir dapat berbentuk angka keamanan.

Penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Mengetahui apakah ada pengaruh kondisi pH air asam tambang terhadap keamanan dam?
2. Mengetahui apakah *check dam* tipe tersebut mampu menahan gaya-gaya yang bekerja?

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini dibatasi pada analisis pengaruh pH air asam tambang terhadap stabilitas *check dam* tipe tanah urugan atau timbunan di PT Bukit Asam (Persero), Tbk. Tanjung Enim Propinsi Sumatera Selatan.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah :

1. Mengetahui bagaimana pengaruh pH air asam tambang terhadap permeabilitas, kohesivitas dan sudut geser dalam dan faktor keamanan.
2. Mengetahui apakah *check dam* yang terdapat di perusahaan mampu menahan gaya-gaya yang bekerja.

Penelitian yang akan dilakukan bermanfaat untuk:

1. Dapat mengetahui pengaruh pH air asam tambang terhadap perencanaan *design dam*.
2. Penelitian ini dapat menjadi sebuah referensi dan rekomendasi bagi perusahaan yang merencanakan *design dam*.

2. Teori Dasar

2.1. Definisi Check Dam

Dam dapat diklasifikasikan berdasarkan struktur, tujuan atau ketinggian. Berdasarkan struktur dan bahan yang digunakan, maka bendungan dapat diklasifikasikan sebagai dam kayu, dam tanah (*embankment dam*) atau dam batu/semen (*masonry dam*), dengan berbagai subtipe. Tujuan dibuatnya dam termasuk menyediakan air untuk irigasi atau penyediaan air di perkotaan, meningkatkan navigasi, menghasilkan tenaga hidroelektrik, menciptakan tempat rekreasi atau habitat untuk ikan dan hewan lainnya, pencegahan banjir dan menahan pembuangan dari tempat industri seperti pertambangan atau pabrik.

2.2. Komponen Dam

Komponen dam menurut Tancev, 2005 terdiri dari:

1. Badan bendungan (*body of dams*)
2. Pondasi (*foundation*)
3. Pintu air (*gates*)

4. Bangunan pelimpah (*spill way*)

5. Kanal

2.3. Sifat-sifat Fisik dan Mekanik Tanah

Sifat fisik tanah berhubungan dengan bentuk atau kondisi asli tanah. Sifat tanah diantaranya tekstur, struktur, porositas, berat isi, berat jenis partikel, potensial airtanah (pF) dan permeabilitas. Kadar air juga berkaitan dengan sifat fisik tanah.

2.4 Air Asam Tambang

Air asam tambang atau dikenal *Acid Mine Drainage* (AMD) adalah air yang terbentuk di lokasi penambangan dengan pH rendah (pH <6) sebagai dampak dibukanya suatu potensi keasaman batuan sehingga menimbulkan masalah bagi kualitas air, dimana pembentukannya dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu air, oksigen, dan batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida. (Ferguson, Erickson, 1988)

2.6. Analisis Kestabilan Dam Tipe Urugan (*Embankment*)

Menurut Panglar (1985) untuk melakukan analisis kestabilan dam tipe urugan memiliki cara yang sama dengan analisis kestabilan lereng. Analisis kestabilan lereng banyak dikenal, tetapi secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu: cara pengamatan visual, komputasi dan grafik.

3. Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dengan mengkombinasikan antara teori dan data lapangan. Teori didapat dari studi literatur serta buku-buku tentang stabilitas tanggul serta laporan-laporan pendukung dari perusahaan. Untuk pengamatan di lapangan dilakukan dengan pengambilan data dari KPL di lokasi MTBS sebanyak 20 titik sampel untuk di analisa laboratorium.

Tahapan pengambilan data yang pertama dengan mencari besarnya keasaman air (pH) yang ada di dalam tiap kompartemen KPL. Setelah itu, ditentukan titik sampel dan sampel diambil untuk pengujian lebih lanjut dalam pencarian nilai kohesivitas (c), sudut geser dalam (θ), permeabilitas (k) dan faktor keamanan (FK). Semua data yang didapat dianalisa kemudian dibuat grafik hubungan dari pH vs k, pH vs c, pH vs θ , pH vs FK.

Tahapan pengolahan data dilakukan secara manual dan komputerisasi menggunakan Ms. Excel, Software SPSS, Aplikasi Geo System, dan Aplikasi Simplified Bishop.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Pengamatan dan Uji Laboratorium

Pengamatan dilaksanakan di area KPL Timbunan MTBS bekas penambangan PT PAMAPERSADA NUSANTARA. Pada tahapan ini sampel tanah diambil dari populasi tanah pembentuk *check dam* KPL MTBS. Sampel tanah diambil dengan menggunakan *mould*.

Check dam yang diamati pada KPL MTBS memiliki dimensi sebagai berikut:

- tinggi dam (Z) = 2,2 m
- lebar dam (l) = 8 m, 10 m dan 20 m
- kemiringan (slope) dam (α) = 33,3°
- tinggi air (H) = 1,9 m

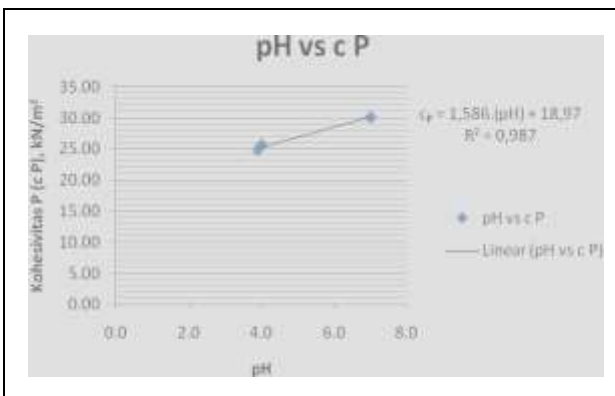
4.2. Kohesivitas Tanah Pembentuk Check Dam

Kohesivitas Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang berbeda-beda terlihat seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.1. Kohesivitas Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

pH Air Asam Tambang	Kohesivitas (c_p) (kN/m^3)
3,9	24,85
4,0	25,64
7,0	30,07

Dari hasil uji normalitas kohesivitas tanah rata-rata pada pH berbeda diperoleh hasil kemaknaan adalah $> 0,05$. Nilai p untuk sampel tanah adalah 0,072 dengan nilai korelasi r adalah 0,994. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok data untuk kohesivitas tersebut memiliki hubungan yang sangat kuat. dengan kepercayaan 93,8 %



Gambar 4.1. Kohesivitas Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

Grafik pada gambar 4.1 memperlihatkan hubungan pH air asam tambang terhadap kohesivitas tanah.

4.3. Sudut Geser Dalam (θ) Tanah Pembentuk Check Dam

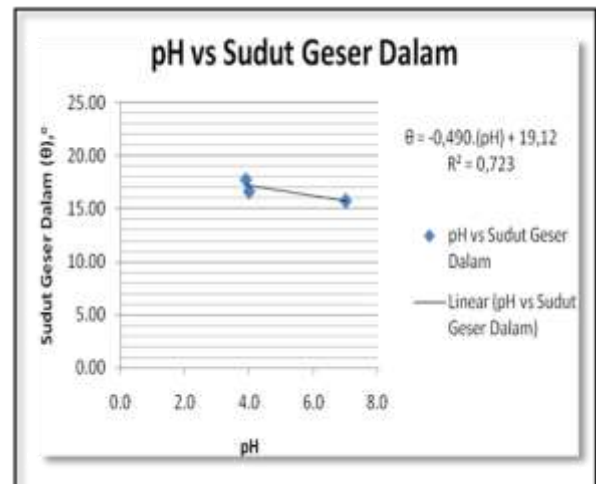
Dari hasil yang telah diperoleh, maka untuk sudut geser dalam tanah rata-rata penyusun check dam dengan tanpa melihat klasifikasi tanah dapat dilihat seperti berikut ini:

Tabel 4.2. Sudut Geser Dalam Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

pH Air Asam Tambang	Sudut Geser Dalam (θ_f) (°)
3,9	17,74
4,0	16,62
7,0	15,71

Dari hasil uji normalitas sudut geser dalam tanah rata-rata pada pH berbeda diperoleh hasil kemaknaan adalah $> 0,05$. Nilai p untuk sampel tanah adalah 0,353 dengan besarnya korelasi nilai r adalah -0,850. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok data untuk sudut geser dalam tersebut memiliki hubungan yang sangat kuat dengan kepercayaan 64,7 %.

Hubungan pH air asam tambang terhadap sudut geser dalam tanah rata-rata dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2. Sudut Geser Dalam Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

4.4. Permeabilitas (k) Tanah Pembentuk Check Dam

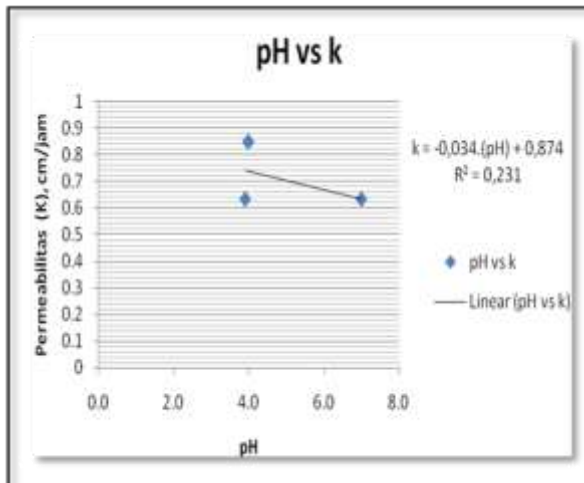
Dari hasil yang telah diperoleh, maka untuk permeabilitas tanah rata-rata penyusun check dam dengan tanpa melihat klasifikasi tanah dapat dilihat seperti berikut ini:

Tabel 4.3. Permeabilitas Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

pH Air Asam Tambang	Permeabilitas (k) (cm/jam)
3,9	0,633446913
4,0	0,849194639
7,0	0,631728241

Dari hasil uji normalitas permeabilitas tanah rata-rata pada pH berbeda diperoleh hasil kemaknaan adalah $> 0,05$. Nilai p untuk sampel tanah adalah 0,680 dengan nilai korelasi r adalah -0,481. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok data untuk permeabilitas tersebut memiliki hubungan yang cukup kuat dengan kepercayaan 32,0%.

Hubungan pH air asam tambang terhadap permeabilitas tanah rata-rata dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3. Permeabilitas Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

4.5. Faktor Keamanan (FK) Tanah Pembentuk Check Dam

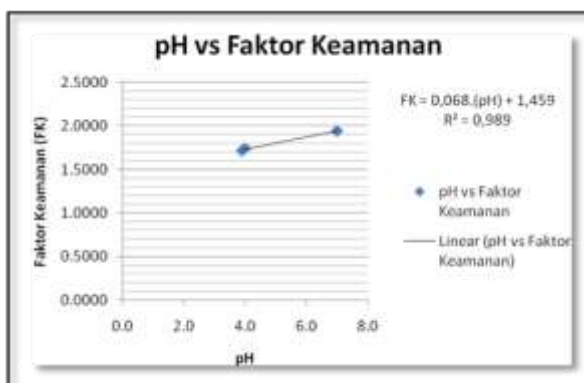
Dari hasil yang telah diperoleh, maka untuk FK rata-rata penyusun *check dam* dengan tanpa melihat klasifikasi tanah dapat dilihat seperti berikut ini:

Tabel 4.4. Permeabilitas Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

pH Air Asam Tambang	FK
3,9	1.7150
4,0	1.7467
7,0	1.9400

Dari hasil uji normalitas FK rata-rata pada pH berbeda diperoleh hasil kemaknaan adalah $> 0,05$. Nilai p untuk sampel tanah adalah 0,065 dengan nilai korelasi r adalah 0,995. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok data untuk FK tersebut memiliki hubungan yang sangat kuat dengan kepercayaan 93,5%.

Hubungan pH air asam tambang terhadap FK tanah rata-rata dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.4. Faktor Keamanan Tanah Rata-rata untuk pH Air Asam Tambang

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka Penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Semakin rendah pH air asam tambang dapat menurunkan kohesivitas tanah timbunan rata-rata pada *check dam* dengan korelasi 0,994 dan kemaknaan 93,8%.
2. Semakin rendah pH air asam tambang dapat meningkatkan permeabilitas tanah timbunan pada *check dam* dengan korelasi -0,481 dan kemaknaan 32,0%.
3. Semakin rendah pH air asam tambang dapat meningkatkan sudut geser dalam tanah timbunan pada *check dam* dengan korelasi -0,850 dan kemaknaan 64,7%.
4. Semakin rendah pH air asam tambang dapat menurunkan faktor keamanan tanah timbunan pada *check dam* dengan korelasi -0,995 dan kemaknaan 93,5%.
5. *Check dam* di KPL MTBS mampu menahan gaya-gaya yang berkerja, dari 20 titik sampel ada di 3 titik (titik sampel nomor 2, 5, dan 6) pernah terjadi keruntuhan dengan diperlihatkan adanya nilai $1,07 < SF < 1,25$.

Daftar Pustaka

- ~ Arikunto, S. 2002. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek. Jakarta: Rineka Cipta.
- ~ Baker, R. & Gorber, M. 1978. Theoretica 1 Analysis of The Stability of Slope. Geotechnique, Vol. 28. Bowles, JE. 1989. Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta
- ~ Bowles, J. E. 1989. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) diterjemahkan oleh J.K. Halmim. Erlangga. Jakarta.
- ~ Buckman, H.O., dan N.C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Bharatara Karya Aksara. Jakarta.
- ~ Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan Longsoran, Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Teknik.V
- ~ Chopra, K.A. 1967. Earthquake Response of Earth Dams. JSMFD, ASCE, Vol. 93.V
- ~ Chopra, K.A. 1995. Dynamics of Structures: Theory and Application to Earthquake Engineering. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- ~ Craig, R.F. 1994. Mekanika Tanah Edisi Keempat. Department of Civil Engineering University of Dundee. Diterjemahkan oleh S. Soepandji. Erlangga. Jakarta.
- ~ Das, B. M., Noor Endah, Indrasurya B.M. 1998. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga. Jakarta.
- ~ Dunn, I.S., L.R. Anderson, dan F.W. Kiefer.

1992. Dasar-dasar Analitis Geoteknik. diterjemahkan oleh Toekiman Achmad. IKIP Semarang Press, Semarang.
- ~ Ferguson K. D. dan Erickson P. M., 1988, Pre - Mine Prediction of Acid Mine Drainage on Solid in Management Waste,, eds W. Salomons & U. Forstner, Springer - Verlag, Berlin.
 - ~ Forssblad, L. 1988. Kompaksi Urugan Tanah dan Batuan dengan Getaran. Bina Aksara. Jakarta.
 - ~ ICOLD 1994d. Numerical Analysis of Dams. Third Benchmark Workshop, Theme B2 Dynamic analysis of an embankment dam under a strong earthquake, Sep., Gennevilliers, France.
 - ~ Linsey, Ray K. Water Resources Engineering, New York, Mc. Graw-Hill, Inc.
 - ~ Pedoman Konstruksi dan Bangunan. 2004. Analisis stabilitas bendungan tipe urugan akibat beban gempa. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
 - ~ Rodriguez, A. Rico, Castillo, H. Del, Sowers, G.F., 1988, Soil Mechanics in Highway Engineering, Trans Tech Publivation.
 - ~ Sarwono, J. 2006. Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif. Yogyakarta: Graha Ilmu.
 - ~ Schwab G. O., R. K. Frevert, T. W. Edmister dan K. Barnes. 1981. *Soil and Water Conservation Engineering*. John Willey and Sons Inc., New York.
 - ~ Soedarmo, D dan E. Purnomo. 1993. Mekanika Tanah. Kansius. Yogyakarta. Soedibyo. 1993. Teknik Bendungan. Pradnya Paramita. Jakarta.
 - ~ Sosrodarsono, S dan K. Takeda. 1976. Bendungan Tipe Urugan. Pradnya Paramita. Jakarta.
 - ~ Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
 - ~ Tancev, L. 2005. Dams and appurtenant hydraulic structures. Skopje, A. A. Balkem a Publi.

