

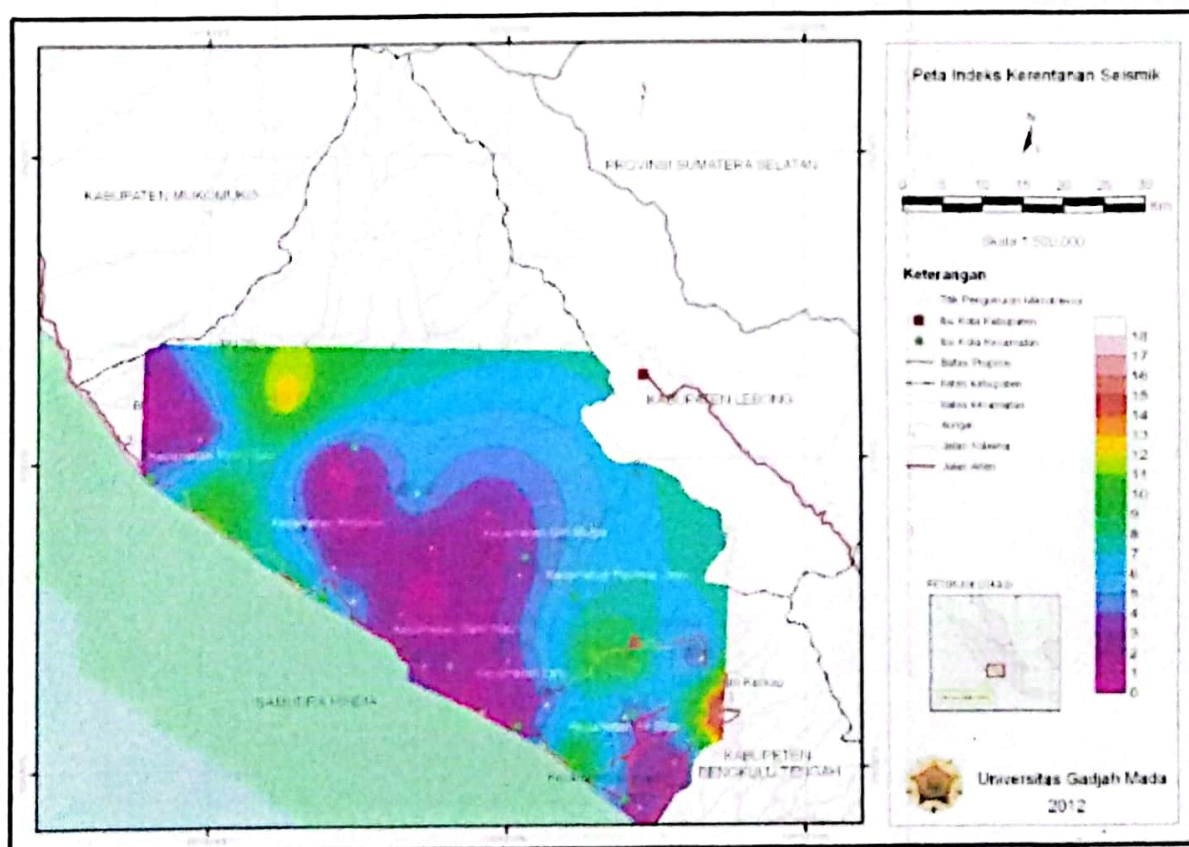


ISSN 0216-2393

GRADIEN

Vol. 10 No. 1 Januari 2014

JURNAL MIPA



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BENGKULU

Gradien	Vol. 10	No. 1	Hal. 927 - 982	Bengkulu, Januari 2014	ISSN 0216-2393
---------	---------	-------	----------------	---------------------------	-------------------



Uji Permeabilitas Tanah/Batuan Dengan Alat *Constant Head* *Permeability Test* Untuk Melihat Pengaruh Penambahan Polimer Emulsi *Vinyl Acecate Co Acrylic* Di Daerah Terabrasi Pantai Suci Pondok Kelapa Bengkulu Tengah

Halauddin

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia
e-mail : halaustar@yahoo.com

Diterima 16 Mei 2013; Disetujui 19 Juni 2013

Abstrak – Penelitian tentang permeabilitas tanah/batuan telah dilakukan di daerah terabrasi Pantai Sungai Suci Pondok Kelapa Bengkulu Tengah. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium bersifat eksperimen murni (*true experimental*) dan dilakukan sekali waktu (*cross sectional*), bertujuan untuk mengetahui nilai permeabilitas dari sampel tanah/batuan di daerah terabrasi dengan menggunakan metode permeameter constant head. Penelitian menggunakan 2 perlakuan, untuk melihat kemampuan polimer emulsi poly vinyl acetate co acrylic (PVA) sebagai *soil stabilizer*, dan membandingkan dengan perlakuan tanah/batuan tanpa menggunakan polimer emulsi *poly vinyl acetate co acrylic* (PVA).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa: nilai permeabilitas tanah/batuan paling tinggi sebelum diberi polimer emulsi berada pada lokasi 3 dengan nilai $9,12 \cdot 10^{-2}$ cm/s, dan nilai permeabilitas tanah/batuan paling rendah sebelum diberi polimer emulsi berada pada lokasi 2 dengan nilai $2,94 \cdot 10^{-2}$ cm/s. Sedangkan nilai permeabilitas tanah/batuan paling tinggi setelah diberi polimer emulsi tetap berada pada lokasi 3 dengan nilai $0,96 \cdot 10^{-2}$ cm/s, dan nilai permeabilitas tanah/batuan paling rendah yang diberi polimer emulsi tetap berada pada lokasi 2 dengan nilai $0,28 \cdot 10^{-2}$ cm/s.

Kata Kunci: Daerah terabrasi, permeabilitas tanah/batuan, permeameter constant head, dan polimer emulsi poly vinyl acetate co acrylic (PVA).

1. Pendahuluan

Abrasi merupakan proses alamiah yang harus dihadapi oleh seluruh masyarakat yang bermukim di sekitar pantai. Keterlambatan pengambilan tindakan pencegahan dampak abrasi pantai dapat berakibat fatal, yaitu kerugian material dan bahkan mengancam jiwa manusia. Salah satu lokasi yang mengalami dampak abrasi adalah Pantai Sungai Suci Pondok Kelapa Bengkulu Tengah, yang berbatasan langsung dengan badan jalan utama menghubungkan Provinsi Bengkulu dengan Provinsi Sumatera Barat.

Polimer emulsi sangat cocok dikembangkan sebagai *soil stabilizer* di daerah rawan erosi untuk mengikat partikel-partikel tanah, seperti pinggir sungai, tanah-tanah gundul, daerah pertambangan, dan pada daerah rawan longsor. Kemudahan dan keunggulan dari polimer emulsi adalah sangat mudah berdifusi ke dalam tanah sampai kedalaman 2 cm berfungsi mengikat setiap partikel tanah dengan kuat, tidak akan merusak bibit-bibit (*seeds*) tanaman, tidak mengganggu unsur-unsur hara di dalam

tanah dan air tanah (*ground water*), memiliki pH yang sesuai dengan tanah dan memiliki viskositas rendah [3].

Permeabilitas dari tanah/batuan menunjukkan sifat bahan tanah untuk dapat meloloskan fluida melalui pori-pori yang berhubungan. Koefisien permeabilitas tanah sangat tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, viskositas, bentuk partikel dan struktur tanah. Semakin kecil ukuran partikel tanah, semakin kecil pula ukuran pori dan semakin rendah kemampuan tanah tersebut untuk melewati fluida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai koefisien permeabilitas dari tanah lempung dengan menggunakan metode permeameter *constant head permeability* [4].

Besaran permeabilitas ini mengindikasikan bahwa tanah yang mempunyai permeabilitas kecil mempunyai kekuatan yang lebih kokoh jika dibandingkan dengan tanah yang mempunyai permeabilitas lebih besar. Perlunya pengukuran permeabilitas dapat bermanfaat

untuk-untuk hal-hal seperti memprediksi kerawanan terjadinya longsor dan erosi tepi sungai dan abrasi.

Salah satu jenis polimer yang dapat digunakan untuk memperbaiki struktur, dan tekstur tanah adalah polimer emulsi jenis *poly vinyl acetate co acrylic* (PVA). Polimer jenis ini berfungsi sebagai *soil stabilizer*, karena memiliki karakteristik-karakteristik yaitu memiliki pH yang sesuai dengan pH tanah dan memiliki viskositas yang rendah. Polimer jenis ini akan meningkatkan ikatan partikel-partikel tanah sehingga akan mencegah pergerakan dari partikel-partikel tersebut serta akan mencegah terdispersinya partikel-partikel tanah oleh air dan udara [1].

Porositas suatu medium adalah bagian dari volume batuan yang tidak terisi oleh benda padat atau perbandingan volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh batuan (porositas total). Perbandingan ini biasanya dinyatakan dalam persen. Harga porositas berkisar dari nol sampai besar sekali, tetapi pada umumnya pada range 5 % sampai 40 %. Sedangkan permeabilitas adalah sifat yang menyatakan laju pergerakan suatu fluida di dalam tanah melalui suatu media berpori-pori yang berhubungan, makro maupun mikro baik daerah vertikal maupun horizontal. Besaran permeabilitas k dinyatakan dalam Darcy. Suatu material dikatakan mempunyai nilai permeabilitas jika pori-porinya saling berhubungan satu sama lain (porositas efektif), dinyatakan dalam satuan Darcy [2].

Besaran permeabilitas tanah tergantung pada beberapa faktor, yaitu: viskositas, tekstur, struktur, kekerasan permukaan butiran tanah, dan derajat kejenuhan tanah. Pada Tabel 1., merupakan nilai beberapa koefisien permeabilitas untuk beberapa jenis tanah/batuan [3].

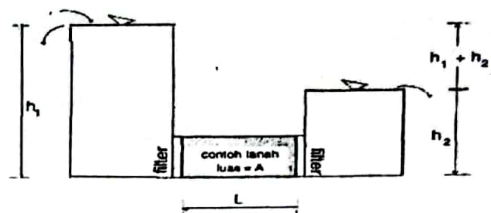
Tabel 1. Nilai koefisien permeabilitas beberapa jenis tanah [3].

No.	Jenis Tanah	Koefisien Permeabilitas (cm/s)
1.	Kerikil Bersih	1,0
2.	Pasir Kasar Bersih	$1 \cdot 10^{-2}$
3.	Pasir Campur Lempung, lanau	$10^{-2} - 5 \times 10^{-2}$
4.	Pasir Halus	$5 \times 10^{-2} - 10^{-3}$
5.	Pasir Kelanauan	$2 \times 10^{-3} - 10^{-4}$
6.	Lanau	$5 \times 10^{-4} - 10^{-5}$
7.	Lempung	$10^{-6} - 10^{-9}$

2. Metode Penelitian

2.1 Hukum Darcy dan persamaan permeabilitas

Hukum pengaliran fluida melalui tanah pertama kali diselidiki oleh Darcy (1856) yang mendemonstrasikan eksperimennya untuk aliran laminar dalam kondisi tanah jenuh.



Gambar 1. Percobaan Darcy untuk aliran air melalui tanah (Soedarmo, 1993).

Kecepatan aliran dan kuantitas/debit air per satuan waktu adalah sebanding dengan gradien hidrolik (Soedarmo, 1993), ditulis sebagai:

$$q = k \cdot i \cdot A \quad (1)$$

atau

$$v = \frac{q}{A} = k \cdot i \quad (2)$$

Dengan :

q = kuantitas/debit air per satuan waktu (m^3/det)

k = Koefisien permeabilitas (cm/det)

i = Gradien hidrolik

A = Luas penampang tanah (cm^2)

v = Kecepatan aliran (cm/det)

Jika contoh tanah dengan panjang = L , luas penampang = A , beda tinggi air = $h_1 - h_2$, maka gradien hidrolik:

$$i = \frac{h_1 - h_2}{L} \quad (3)$$

Jika persamaan (3) dimasukkan ke dalam persamaan (2), maka persamaan (1) menjadi:

$$q = k \frac{h_1 - h_2}{L} A \quad (4)$$

atau

$$k = \frac{qL}{A \Delta h}$$

Karena $q = \frac{V}{t}$, maka besarnya permeabilitas tanah/batuan per satuan waktu adalah:

$$k = \frac{V \cdot L}{A \Delta h \cdot t} \quad (5)$$

Dengan:

V = Volume air (cm^3)

L = Panjang sampel batuan/tanah (cm)

Δh = Beda tinggi air (cm)

t = Waktu selama percobaan (detik)

2.2 Polimer emulsi

Polimer atau kadang-kadang disebut sebagai makromolekul, adalah molekul besar yang dibangun oleh pengulangan kesatuan kimia yang kecil dan sederhana. Kesatuan-kesatuan berulang itu setara dengan monomer, yaitu bahan dasar pembuat polimer (Tabel 2). Akibatnya molekul-molekul polimer umumnya mempunyai massa molekul yang sangat besar. Sebagai contoh, polimer poli (fenilena) mempunyai harga rata-rata massa molekul mendekati 300.000. Hal ini yang menyebabkan polimer tinggi memperlihatkan sifat sangat berbeda dari polimer bermassa molekul rendah, sekalipun susunan kedua jenis polimer itu sama [1].

Tabel 2. Pembentukan polimer [1].

Polimer	Monomer	rang
Poli (etena)	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	$-(\text{CH}_2 - \text{CH}_2)-$
Poli (kloroetena)	$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	$-(\text{CH}_2 - \text{CHCl})-$
Selulosa	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$-(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_5)-$

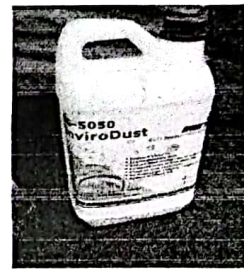
2.3 Alat dan bahan yang digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 unit permeameter *constant head permeability*; polimer emulsi jenis *poly vinyl acetate co acrylic* (PVA) sebagai *soil stabilizer*, 1 buah tempat penampung air pada permukaan; 1 buah *Stopwatch*; sampel tanah/batuan dari lima titik lokasi daerah terabrasi di Pantai Sungai Suci Pondok Kelapa Bengkulu Tengah; dan air tawar.

2.4 Pengukuran permeabilitas

Sampel tanah diambil di daerah terabrasi Pantai Sungai Suci Pondok Kelapa Bengkulu Tengah. Semua sampel yang diambil dimasukkan ke dalam ring pipa supaya sampel tetap utuh atau sampel sama dengan yang aslinya., sehingga tidak mengalami kerusakan secara mekanis.

Sebelum melakukan pengambilan data terlebih dahulu ukur ketinggian (h dalam cm), panjang contoh tanah (L = dalam cm) dan diameter tabung tempat meletakkan sampel (A dalam cm^2). Tempatkan batuan (tanah) dalam permeameter yang dibatasi dengan plat poros setelah itu air diisi ke dalam tabung A , sehingga beda tinggi muka air dalam tabung A dan B adalah Δh (lihat Gambar 2), Perlakuan dimulai dengan mencatat waktu mulai hingga akhir percobaan (lama percobaan dalam detik) kemudian dicatat volume air yang tertampung dalam satuan cm^3 . Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, kemudian dirata-ratakan. Penentuan permeabilitas dari tanah/batuan dihitung berdasarkan Persamaan 5, yang telah dikemukakan di tinjauan pustaka.



Gambar 2. Permeameter jenis *constant head permeability* dan polimer emulsi VAA

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Data perhitungan permcabilitas (k) di 5 titik rawan longsor tanpa polimer PVA

Lokasi	$V(\text{cm}^3)$	$L(\text{cm})$	$A(\text{cm}^2)$	$\Delta h(\text{cm})$	$t(\text{det})$	$k(\text{cm/det})$
1	180	10,2	21,23	100	202	$8,98.10^{-2}$
2	90	10,2	21,23	100	181	$2,94.10^{-2}$
3	230	10,2	21,23	100	134	$9,12.10^{-2}$
4	96	10,2	21,23	100	192	$3,79.10^{-2}$
5	171	10,2	21,23	100	198	$6,12.10^{-2}$

Tabel 2. Data perhitungan permeabilitas di 5 titik rawan longsor diberi polimer PVA

Lokasi	$V(\text{cm}^3)$	$L(\text{cm})$	$A(\text{cm}^2)$	$\Delta h(\text{cm})$	$t(\text{det})$	$k(\text{cm/det})$
1	30	10,2	21,23	100	155	$0,76.10^{-2}$
2	25	10,2	21,23	100	181	$0,28.10^{-2}$
3	50	10,2	21,23	100	140	$0,96.10^{-2}$
4	28	10,2	21,23	100	160	$0,32.10^{-2}$
5	33	10,2	21,23	100	166	$0,54.10^{-2}$

Berdasarkan hasil penelitian, nilai permeabilitas yang terjadi di setiap lokasi berbeda-beda karena setiap lapisan memiliki porositas dan struktur tanah yang berbeda. Permeabilitas suatu tanah/batuan merupakan kemampuan dari tanah/batuan tersebut untuk dapat melewati suatu fluida. Besarnya koefisien permeabilitas tergantung ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel, dan struktur tanah. Secara umum makin kecil ukuran partikel maka makin kecil pori-pori antar partikel sehingga makin rendah koefisien permeabilitasnya.

Daerah penelitian pada lokasi 2 memiliki nilai koefisien permeabilitas yang rendah $k = 2,94 \times 10^{-2}$ cm/det, yang berarti ukuran partikelnya kecil, maka makin kecil pula pori-pori antar partikelnya, sehingga daya ikat atau kekuatan pada tanah/batuan tersebut semakin besar. Sedangkan daerah penelitian pada lokasi 3 memiliki nilai koefisien permeabilitas yang besar $k = 9,12 \times 10^{-2}$ cm/det, yang berarti ukuran partikelnya besar, maka makin besar pula pori-pori antar partikelnya, sehingga daya ikat atau kekuatan pada tanah/batuan tersebut semakin kecil. Nilai permeabilitas yang didapat bisa memprediksi daerah atau lokasi yang paling rawan terhadap abrasi. Jika dilihat dari nilai kecepatan permeabilitasnya, maka dari kelima titik terabrasi di Pantai Sungai Suci Pondok Kelapa Bengkulu Tengah, daerah yang sangat rentan dan mempunyai kecepatan terjadinya abrasi adalah titik yang berada pada lokasi 3. Begitu juga sebaliknya, daerah yang sangat berpeluang agak lambat mempunyai kecepatan terjadinya abrasi adalah titik yang berada pada lokasi 2. Interpretasi secara geologi, kedua daerah ini mempunyai harkat permeabilitas paling kecil yaitu 1, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kedua lokasi sangat rawan terjadi abrasi dibanding lokasi lainnya.

Pada perlakuan pemberian polimer emulsi PVA untuk melihat nilai kecepatan permeabilitas untuk kelima titik terabrasi diperoleh bahwa daerah yang mempunyai nilai kecepatan permeabilitas paling besar adalah titik yang berada pada lokasi 3, sedangkan daerah yang mempunyai nilai kecepatan permeabilitas paling kecil adalah titik yang berada pada lokasi 2. Terdapat relevansi hasil yang signifikan nilai kecepatan permeabilitas sebelum dan sesudah pemberian polimer emulsi PVA mempunyai peluang yang sama terjadi untuk lokasi yang sama juga.

Secara analisa geologi, kesignifikanan ini terjadi disebabkan oleh kemampuan dari masing-masing tanah/batuan di daerah terabrasi dapat diikat dengan baik oleh struktur polimer emulsi PVA.

4. Kesimpulan

Dari kegiatan yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan antara lain:

Polimer emulsi *Vinyl Acecate Co Acrylic* (PVA) sangat berpengaruh terhadap kecepatan permeabilitas yang dapat dimanfaatkan sebagai *soil stabilizer* untuk mengikat struktur, tekstur, dan porositas tanah/batuan di daerah rawan abrasi.

Nilai permeabilitas tanah/batuan terbesar sebelum diberi polimer emulsi PVA terdapat pada lokasi 3 sebesar $9,12 \cdot 10^{-2}$ cm/det, dan nilai permeabilitas tanah terkecil sebelum diberi polimer emulsi terdapat pada lokasi 2 sebesar $2,94 \cdot 10^{-2}$ cm/det. Sedangkan nilai permeabilitas tanah terbesar setelah diberi polimer emulsi PVA tetap terdapat pada lokasi 3 sebesar $0,96 \cdot 10^{-2}$ cm/det, dan nilai permeabilitas tanah terkecil setelah diberi polimer emulsi tetap terdapat pada lokasi 2 sebesar $0,28 \cdot 10^{-2}$ cm/det.

Daftar Pustaka

- [1] Didin, 2007., *Polimer Pencegah Erosi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] Graha, D S, 1987., *Batuan dan Mineral*, Nova, Bandung.
- [3] Halaudhin, M. Ginting, Irfan Gustian dan Suhendra, 2010., *Zonasi Daerah Rawan Longsor dan Teknik Mitigasinya Dengan Menggunakan Polimer Emulsi Vinyl Acecate co Acrylic Sebagai Soil Stabilizer Serta Analisis Kekuatannya Menggunakan Uji Kuat Tekan Uniaxial*, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Bengkulu.
- [4] Koentjoro, Hurijanto, 1992., *Permeabilitas Sebagai Salah Satu Metode Pengujian Ketahanan Beton*, Universitas Kristen, Petra, Yogyakarta.
- [5] Soedarmo, D.G., & Purnomo, J. E, 1993., *Mekanika Tanah 1*, Malang.