

PERBAIKAN TANAH LANAU UNTUK BAHAN JALAN MENGUNAKAN LIMBAH BATA

Endaryanta

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY

ABSTRACT

The earthquake in Bantul, Yogyakarta at Mei 27, 2006 appeared a lot of problems for peoples. Besides psychological and physical excesses,, a great deal of the rubbish material accumulated as the result of building destruction. This paper tries to implement the brick rubbish material for improving the soil street strength at villages. This experiment research that was done by CBR-test at pure soil as well as at soil with grain brick mixture is aimed to explain the appropriate grain brick composition must be mixed into soil in order to get a maximum strength of soil. The results of the research are: 1. adding grain brick into soil could increase the strength of soil bearing parallel with increasing the CBR-value.2. the fine grain brick significantly increase the strength of soil mix. 3. the CBR-value of soil mixed with grain brick is reached at 36%.

Keywords : brick, rubbish, CBR, soil bearing, soil strength.

PENDAHULUAN

Gempa bumi di Yogyakarta 27 Mei 2006 yang lalu menyisakan duka cukup dalam untuk masyarakat yang mengalami, bisa berupa kehilangan nyawa, harta, benda, cacat badan, trauma, dan lainnya. Selain itu menyisakan pula limbah bangunan berupa kayu, material tembok bata. Selama ini bata-bata pecah bekas reruntuhan itu teronggok di mana-mana. Hal ini jelas merugikan karena menyita tempat, memperkumuh lingkungan, dijual tidak laku karena sekarang orang membangun rumah tanpa semen merah tetapi memakai perekat semen Portland.

Selama ini limbah bata dibiarkan teronggok saja atau hanya untuk urug lobang bekas galian, atau dijadikan bubuk semen merah. Tetapi semen merah dari bata untuk bahan spesi saat ini tidak populer lagi, sebagai gantinya dipakai spesi dari pasir + semen Portland.

Sebenarnya limbah pecahan bata ini masih bisa dimanfaatkan, yaitu dapat untuk perbaikan tanah pada jalan desa yang masih berupa jalan tanah. Jalan tanah di kampung kampung menghadapi masalah jika terkena hujan, jalan menjadi licin, becek, bergelombang, berlobang-lobang dan terisi air yang membahayakan penggunanya. Solusinya ialah dengan perbaikan tanah menggunakan material pecahan bata sisa korban gempa. Limbah bata ini tadinya mengganggu, sekarang justru menjadi bermanfaat.

Jumlah rumah yang rusak total/robok di Bantul sebanyak 71.763 unit (<http://bapedal.bantulkab.go.id>). Jika tiap rumah menghasilkan bata pecah sekitar 50% x 10.000 bata maka di Bantul akan terdapat bata pecah 358.815.000 biji atau sekitar

797.367 meter kubik bata pecah (limbah bata) yang akan mengotori / menyita tempat. Oleh karena itu perlu dipikirkan alternatif pemanfaatannya.

Identifikasi Masalah yang muncul yaitu : (1) Akibat air, maka tanah menjadi becek, fungsi jalan terganggu, bahkan jalan bisa longsor menimbulkan kecelakaan. (2) Mutu batu bata ada beragam, ada yang agak lunak dan ada yang keras. (3) Gradasi butiran pecahan bata adalah beragam. (4) Jenis tanah badan jalan adalah beragam, ada pasir, ada lanau, atau lempung. (5) Kadar air tanah pada jalan beragam.

Batasan masalahnya ialah : (1) Penelitian dilakukan terhadap satu jenis tanah saja yaitu pasir kelanauan atau lanau kepasiran dengan satu jenis gradasi. (2) Penelitian menggunakan limbah bata yang diambil dari satu tempat saja / satu jenis bata. (3) Gradasi butiran bata dikondisikan dua macam saja, yaitu berbutir kasar (seukuran kerikil) dan berbutir relative halus (seukuran pasir). (4) Pemadatan di laboratorium menggunakan cara pemadatan standard dan uji kekuatan dengan uji CBR (*California Bearing Ratio*).

Rumusan Masalah yang didapat ialah : (1) Berapa nilai CBR tanah asli tanpa penambahan butir bata limbah ? (2) Berapa nilai CBR tanah yang dicampur butiran bata gradasi halus dengan kadar (prosentase) bata : 20%, sampai 100% ? (3) Berapa nilai CBR tanah yang dicampur butiran bata gradasi kasar dengan kadar (prosentase) bata : 20% sampai 100% ?

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah : (1) Untuk mengetahui berapa nilai CBR tanah asli tanpa penambahan butir bata limbah? (2) Untuk mengetahui berapa nilai CBR tanah yang dicampur butiran bata gradasi halus dengan kadar (prosentase) bata : 20% sampai 100%? (3) Untuk mengetahui berapa nilai CBR tanah yang dicampur butiran bata gradasi kasar dengan kadar (prosentase) bata : 20%, sampai 100%? (4) Untuk mengetahui pada kondisi bagaimana (gradasi dan komposisi) butir bata yang paling tinggi nilai kepadatan (CBR)nya.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah bata dalam perbaikan tanah. (2) Untuk mengetahui berapa nilai CBR yang bisa dicapai pada tanah yang diperbaiki dengan penambahan butir bata limbah. (3) Untuk mengetahui pada gradasi butir bata yang bagaimana dan komposisi campuran yang mana akan diperoleh kekuatan tanah yang lebih tinggi.

Variabel yang diteliti pada penelitian ini ialah : (1) 1. Parameter kuat tanah yaitu nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah. (2) Kadar air tanah. (3) Jenis tanah dan gradasinya. (4) . Komposisi campuran butir bata. (5) Gradasi butiran bata.

Beberapa istilah perlu dijelaskan, yaitu : CBR ialah perbandingan antara beban penetrasi bahan dengan beban penetrasi bahan standard, pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama. Istilah lainnya misalnya kadar air tanah, gradasi, dan lainnya dijelaskan di Kajian Pustaka.

Istilah perbaikan tanah yang dituju ialah perbaikan sifat tanah untuk jalan atau penempatan pondasi bangunan (bukan untuk pertanian). Karakteristik limbah bata (bata pecah) yang dipakai yaitu bata yang sudah pecah menjadi dua bagian atau lebih

yang kalau dipakai untuk membuat bangunan lagi akan boros karena penggunaan spesinya menjadi banyak, sehingga orang cenderung untuk membuang saja bata pecah itu.

KAJIAN PUSTAKA

Tanah adalah kumpulan mineral, bahan organik, dan endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bed rock*)(Hardiyatmo,1999). Tanah tersusun dari 3 bagian yaitu bagian butiran, air dan udara. Untuk keperluan tertentu, beberapa negara membuat standar untuk tanah, misalnya ASTM (Amerika), BS (Inggris) dan UCS (umum). Dari segi ukuran diameter butiran, ASTM menyebut lempung (<0,005 mm), lanau (0,075 ~ 0,05 mm), dan pasir (>0,075 mm-4,75 mm), dan kerikil (>4,75 mm).

Kadar air tanah menyatakan berat air yang terkandung dalam tanah dibanding berat butiran (berat kering) tanah. Bila tanah dipadatkan, maka hasil kepadatannya tergantung dari tenaga pemadatannya dan kadar airnya (Wesley,1977).

Kenyataan di atas diperkuat dengan hasil uji pemadatan di laboratorium yang membuktikan bahwa pada awalnya penambahan kadar air tanah akan meningkatkan kepadatan tanah sampai mencapai maksimum, kemudian penambahan air berikutnya justru akan menurunkan kepadatan tanah (Dunn, dkk.,1980).

Bata (batu bata) merupakan bahan bangunan yang terbuat dari tanah liat yang dicetak, dikeringkan, dibakar sampai keras dan merah (Antono A.,1978; Sutopo & B.Prabowo, 1977). Ukuran bata adalah sekitar angka berikut : panjang 24 cm, lebar 11,5 cm, tebal 5,2 cm. Bata pasaran Indonesia punya kuat desak berkisar 60 - 100 kg/cm².

Gradasi ukuran butir merupakan variasi penyebaran ukuran butiran. Pada tanah, jika butirannya seragam disebut juga bergradasi seragam. Tanah yang ukuran butirannya disebar merata antara yang besar sampai yang kecil, disebut bergradasi baik. Jika ada yang kelebihan atau kekurangan salah satu ukuran butir tertentu disebut bergradasi buruk (Hardiyatmo, 2002).

Perbaikan tanah ialah usaha yang dilakukan agar tanah memiliki sifat teknik yang baik, misalnya lebih kuat, permeabilitas mengecil, perubahan volume mengecil. Perbaikan tanah dapat berupa pemadatan, penggantian tanah, pencampuran dengan bahan lain/ *soil mixing* misal mencampur dengan semen (Fery Safaria, 2004). Perbaikan tanah / stabilisasi tanah bisa pula dilakukan dengan *khemis*, yaitu mencampur tanah dengan semen, abu terbang (*fly ash*), dan *grouting* (Suryolelono,2005).

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan dengan beban penetrasi bahan standar, pada penetrasi dan kecepatan penetrasi yang sama (Suprpto, 2004). CBR dinyatakan dalam persen. Bahan standar (batu pecah) dianggap punya CBR 100%.

Penelitian terdahulu tentang perbaikan tanah / stabilisasi tanah ialah sebagai berikut. Bowless(1991) menyatakan bahwa jika tanah di lapangan bersifat lepas, kompresibel, permeabilitas terlalu tinggi, konsistensi tidak sesuai, atau sifat lain yang tidak dikehendaki untuk pembangunan maka tanah perlu diperbaiki.

Fery Safaria(2004) menyatakan bahwa salah satu metode perbaikan tanah ialah dengan *soil mixing*. *Soil mixing* dengan semen bias sampai 3% berat jika diinginkan

bertujuan untuk sekedar mengubah perilaku fisik tanah, misal tahan erosi. Jika tujuannya untuk menambah kekuatan tanah (*strength*), ketahanan / keawetan (*durability*), maka *cement soil mixing* dilakukan dengan % berat semen sampai 15%.

Suryolelono (2005) menyatakan bahwa metode stabilisasi secara khemis dilakukan dengan mencampur tanah dengan semen (*soil-cement-shotcrete*), dengan kapur, dengan kapur abu sekam padi (*ASP-rice husk ash*), abu terbang (*fly ash*), *grouting*.

Penelitian terdahulu tentang pemanfaatan limbah sudah banyak dilakukan, misalnya : limbah untuk membuat campuran beton (Triwulan,2005), limbah marmer untuk beton aspal (Muralia Hustim,2005), limbah terak nikel sebagai agregat untuk beton (Saptahari Sugiri,2005), limbah genting untuk beton kedap suara (Hery Suroso,dkk.,2003). Semua limbah tersebut dipakai untuk membuat beton, sedangkan limbah untuk perbaikan tanah masih belum ditemukan (sampai proposal ini ditulis).

Kerangka pemikiran (berdasar landasan teori di atas) ialah sebagai berikut :

Butiran bata diperkirakan dapat dipakai sebagai bahan susun jalan tanah (atau tanggul tanah), sebagai bahan pengisi. Selanjutnya campuran bahan itu dipadatkan, butiran-butirannya saling mengisi sehingga diperoleh suatu campuran yang kuat dukungannya lebih baik. Hasil pemadatan tergantung antara lain pada kadar air, gradasi butir, dan energi pemadatan. Hasil pemadatan dinyatakan dalam nilai CBR-nya (%).

Pertanyaan Penelitian yang dikemukakan ialah : (1) Berapa nilai CBR pada tanah yang dipadatkan yang dicampur butir bata dengan gradasi butiran halus pada prosentase butir bata 0%, 20%, sampai 100%?. (2) Berapa nilai CBR pada tanah yang dipadatkan yang dicampur butir bata dengan gradasi butiran kasar pada prosentase butir bata 0%, 20%, 30%, sampai 100%?. (3) Pada kadar air yang sama, apakah terdapat perbedaan nilai CBR pada tanah yang dicampur butir bata dengan ukuran butirannya halus dibanding jika ukuran butir (gradasi)nya kasar ?.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Variabel yang Diteliti meliputi Variabel Terikat dan variable bebas. Variabel terikat meliputi : (a) Kadar air tanah, ditetapkan pada kadar air optimum. (b) Jenis tanah, dikendalikan dengan cara ditetapkan jenis pasir lanau dengan distribusi ukuran butir tetap untuk semua benda uji. (c) Jenis bata ditetapkan satu jenis diambil dari satu tempat. (d) Gradasi butiran bata divariasikan dalam dua jenis, yaitu maksimum berbutir kasar seukuran kerikil, dan yang kedua ialah maksimum berbutir agak halus berukuran sebesar butir pasir. (e) Cara pemadatan tanah-uji, dikendalikan dengan cara ditetapkan menggunakan tenaga pemadatan yang sama, yaitu cara standard ASTM. (f) Komposisi campuran/ prosentase butiran bata, ditetapkan 0%, 20%,30%,40%, 60%, 80%, 100%.

Variabel Bebasnya ialah : nilai CBR tanah campuran itu.

Populasi di penelitian ini ialah bata dari daerah Imogiri, dengan sampel bata diambil dari salah satu dusun di Imogiri. Tanah diambil dari Imogiri dengan pengambilan dari satu tempat dengan jenis yang sama untuk semua benda uji. Penentuan sampel ditempuh dengan *purposive sampling* dengan alasan pertimbangan ekonomi. Jumlah sample diambil sebanyak 28 buah (7x2x2). (Ada 7 variasi komposisi campuran, ada 2 variasi kehalusan butiran,dan diuji 2 kali / duplo).

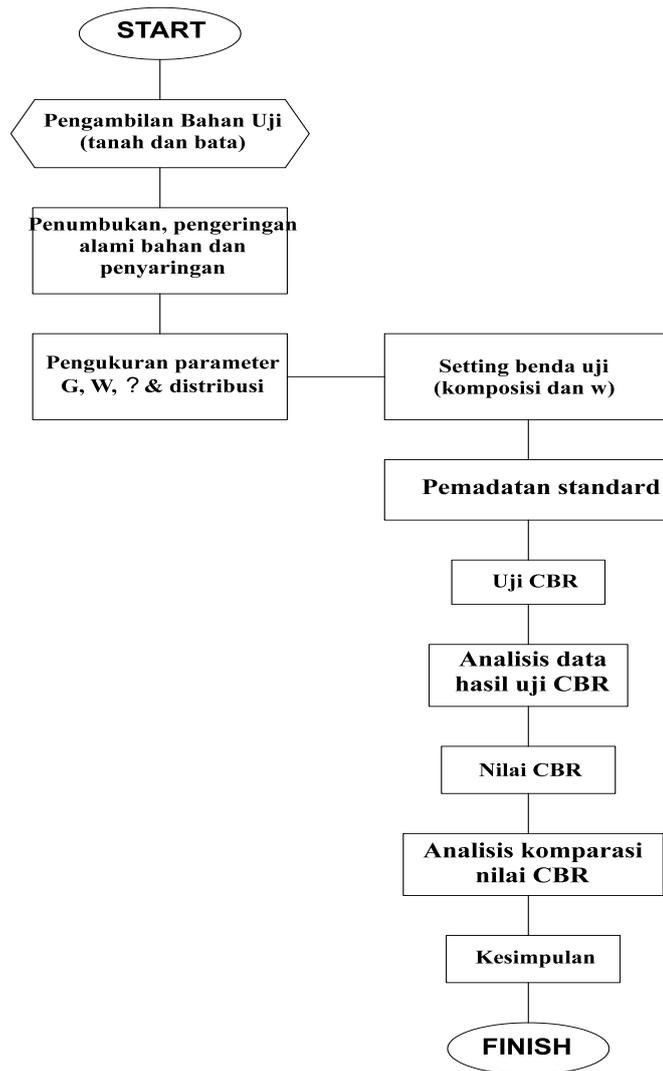
Penelitian eksperimen ini ditempuh dengan tes/pengujian CBR di laboratorium Mektan menggunakan instrument sebagai berikut. (1) Satu set alat ukur distribusi ukuran butir (saringan tanah , hydrometer, dll.). (2). Set uji kadar air (timbangan, oven, dll). (3). Satu set alat uji pemadatan. (4). Set uji CBR.

Desain dan Urutan Eksperimen. Desain eksperimen dipilih model deskriptif dan komparatif, yaitu mencari nilai CBR dan membandingkan nilai CBR pada tanah asli (sebagai control) dan campuran dengan butiran bata pada dua kondisi kehalusan butir dan tiga komposisi campuran (sebagai perlakuan). Desain eksperimen disusun dalam tabel berikut :

Tabel 1. Tabel Desain Eksperimen dan Daftar Nilai CBR

Komposisi campuran / prosentase butir bata terhadap berat tanah	Kehalusan butir bata	
	Butiran kasar	Butiran halus
0%	CBR-K1	CBR-H1
20%	CBR-K2	CBR-H2
30%	CBR-K3	CBR-H3
40%	CBR-K4	CBR-H4
60%	CBR-K5	CBR-H5
80%	CBR-K6	CBR-H6
100%	CBR-K7	CBR-H7

Urutan eksperimennya adalah seperti berikut. (1) mengambil sample tanah, dijemur kering alami. (2) mengambil pecahan bata limbah Gempa, ditumbuk, dijemur kering alami, disaring (analisis ayakan). Butir bata dibuat menjadi dua jenis, kasar dan agak halus. (3) Pengukuran parameter G, berat volume, kadar air dan distribusi ukuran butir. (4) mengatur komposisi campuran bata terhadap berat tanah asli (0%,20%, 30%, 40%, 60%, 80%, 100%). (5) memberi air sampai kadar airnya optimum. (6) memadatkan benda uji dengan cara standar. (7) menguji CBR benda uji tadi (secara duplo). (8) mengolah data sampai didapat nilai CBR dari semua benda uji. Jika metode diatas di plotkan dalam bagan alir, dapat disajikan dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Gambar Bagan Alir Prosedur Penelitian

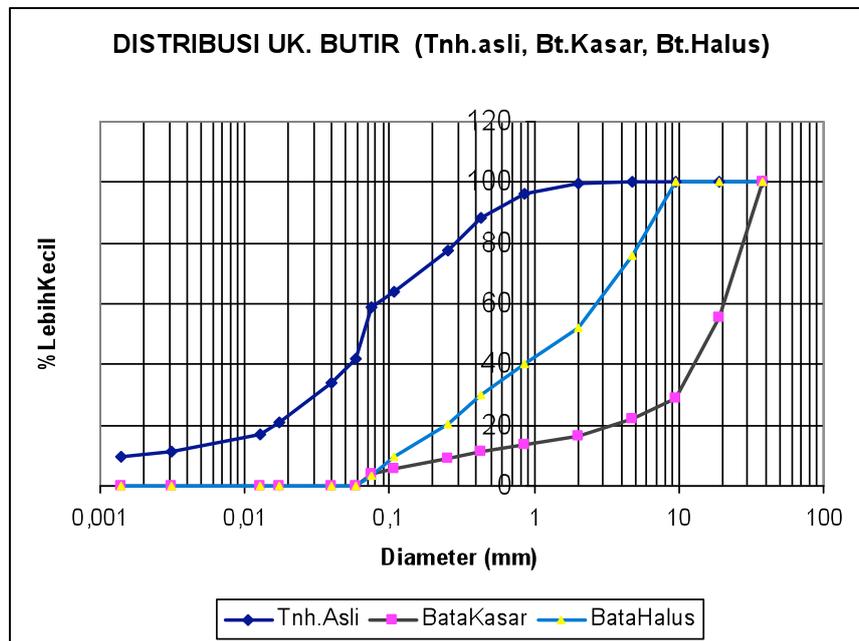
Analisis Data. Data akhir (matang) yang diperoleh pada penelitian ini berupa beberapa nilai CBR tanah asli dan nilai CBR tanah modifikasi (perbaikan) dengan beragam komposisi, yaitu butiran bata dengan ukuran kasar atau halus, dan dengan komposisi prosentase berat butiran bata beragam (0%, 20%, 30%, 40%, 60%, 80%, 100%). Teknik analisis datanya ialah menggunakan statistika sederhana yaitu data dicari reratanya kemudian data diujudkan dalam grafik XY Scatter. Dari grafik akan terlihat trend-nya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian dan pembahasannya tertera di uraian berikut ini.

1. Beberapa parameter bahan hasil pengukuran misalnya berat volume γ , dan berat jenis G adalah seperti berikut ini. Bata merah : $\gamma = 1,70 \text{ gr/cm}^3$ dan $G = 2,69$. Tanah asli : $\gamma = 1,66 \text{ gr/cm}^3$ dan $G = 2,58$. Tanah campuran bata : $\gamma = 1,67 - 1,83 \text{ gr/cm}^3$. Jenis tanah aslinya ialah lanau kepasiran dan non plastis, kandungan materialnya : kerikil = 0%, pasir = 41,4%, lanau = 48,6%, lempung = 10%.

2. Distribusi ukuran butir hasil pengukuran dan analisis terhadap tanah asli, bata butiran halus dan bata butiran kasar, adalah seperti grafik berikut ini.



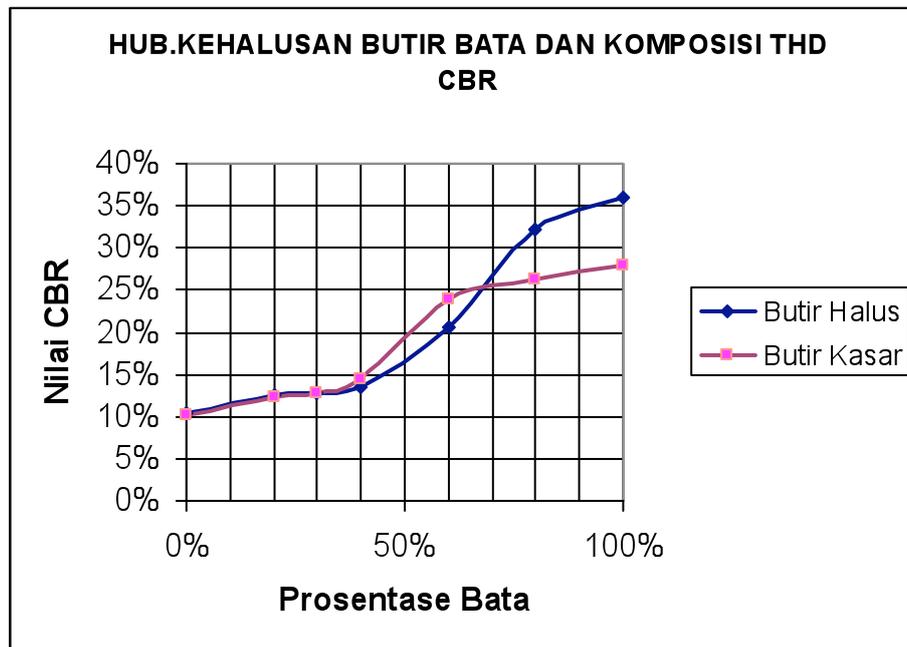
Gambar 2. Gambar grafik Distribusi Ukuran Butir Tanah Asli, Bata Butir Halus dan Bata butir Kasar

Dari gambar grafik itu terlihat bahwa ukuran butir tanah asli lebih halus dibanding ukuran butir bata halus maupun bata kasar. Pada pencampuran bata dengan tanah, butir tanah akan mengisi celah celah bata jika jumlah butir batanya lebih banyak, sehingga kekuatannya lebih ditentukan oleh batanya. Sebaliknya jika jumlah butir batanya lebih sedikit maka kekuatan campuran itu lebih ditentukan oleh tanahnya. Hubungan Komposisi, Kehalusan butir Bata dengan CBR pada semua benda uji terlihat di table berikut ini.

Tabel 2. Tabel Hubungan Komposisi, Kehalusan butir Bata dengan CBR

Prosentase bata	Nilai CBR	
	Butir Halus	Butir Kasar
0%(tanah asli)	10,42%	10,23%
20%	12,50%	12,32%
30%	12,82%	12,83%
40%	13,40%	14,47%
60%	20,64%	23,83%
80%	32,11%	26,17%
100%	36,07%	27,85%

Apabila data diatas di plotkan dalam grafik, dapat di lihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Gambar grafik Hubungan Komposisi Campuran, Kehalusan Butir (Gradasi) terhadap Nilai CBR

Dari grafik tersebut di atas, terlihat bahwa :

- (a) Pada kadar bata yang sedikit (sampai 40%) kekuatan tanah campuran kira-kira sama (hanya naik sedikit) dibanding tanah asli tanpa campuran bata. Ini terjadi karena jumlah butir bata belum cukup untuk mengisi pori di sela-sela butiran tanah, sehingga kenaikan kekuatan tanah campuran hanya sedikit saja. Jika porinya belum terisi dengan baik maka tanahnya kurang padat sehingga kekuatannya juga tidak besar.
- (b) Pada kadar bata mulai 40% sampai 100% kenaikan kekuatan tanah cukup signifikan, apalagi jika butiran batanya halus. Ini disebabkan karena jumlah butir bata cukup untuk mengisi pori-pori tanah (yang butirannya lebih halus dibanding bata). Pori yang terisi dengan baik menjadikan tanah lebih padat sehingga kekuatannya lebih tinggi pula.
- (c) Pada butir bata gradasi halus, penambahan butir bata akan menaikkan kekuatan tanah lebih baik dibanding jika butiran batanya kasar. Ini terjadi karena jika butir batanya kasar maka celah yang terjadi juga besar dan tanahnya tidak cukup untuk mengisi celah pori butir bata itu. Pada tanah campuran, kekuatan lebih ditentukan oleh kekuatan butir batanya dan gesekan antar butiran. Karena butir tanah dan bata adalah non kohesif, maka kekuatan tanah campuran ini terjadi bukan karena kohesi tetapi karena gesekan dan interlocking antar butiran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penambahan (pencampuran) butiran bata pada tanah akan menaikkan kekuatan tanah campuran, ditandai dengan naiknya nilai CBRnya. Makin banyak kandungan butir-batanya, maka makin tinggi kekuatan dukung tanah campuran itu.
2. Butiran bata yang halus terbukti lebih baik untuk menaikkan kekuatan tanah campuran dibanding jika butiran batanya kasar.
3. Nilai CBR yang bisa dicapai pada penelitian ini ialah sebesar 36%

Saran

1. Pada perbaikan tanah menggunakan bahan pencampur berupa butir bata, disarankan butir batanya halus.
2. Perlu dilakukan uji lainnya yang senada tetapi tanahnya dari jenis yang berbeda (bukan lanau) misalnya lempung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Antono, 1978. Ilmu Bahan Konstruksi Teknik. FT UGM.
- [2] Dunn, Anderson, Kiefer, 1980. Fundamental of Geotechnical Analysis. Canada : John Wiley & Sons Inc.
- [3] Feri Safaria, 2004. Perbaikan tanah dengan Soil Mixing. STT Garut.
- [4] Hardiyatmo, 2002. Mekanika Tanah-1. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [5] Hery Suroso, dkk.,2003. Limbah Genteng untuk Beton Kedap Suara. <http://www.terranet.or.id/> 30 Juli 2008
- [6] Muralia Hustim,2005. Pemanfaatan Limbah Marmer sebagai Bahan Pengisi (filler) pada campuran Beton Aspal. <http://www.lp-unhas.org/> 30 Juli 2008.
- [7] Saptahari Sugiri,2005. Penggunaan Terak Nikel sebagai Agregat dan Campuran Semen untuk Beton Mutu Tinggi. <http://www.ftsl.itb.ac.id/>, 30 Juli 2008
- [8] Triwulan, 2005. Penggunaan Limbah untuk Campuran Beton. <http://www.its.ac.id/>, 15 Juni 2008.
- [9] Suprpto TM, 2004. Desain dan Struktur Jalan Raya. TS FT UGM.
- [10] Suryolelono,2005. Bencana Alam Tanah Longsor. Pidato pengukuhan guru besar di UGM, Yogyakarta.
- [11] Sutopo EW, Prabowo B, 1977. Ilmu Bahan Bangunan. STM.
- [12] Anonim, 2007. Gempa bumi di Bantul. www.bapedal.bantulkab.go.id. 30 Juli 2008.