

Pengaruh Substitusi Abu Batu (*Quarry Dust*) Pada Nilai CBR Laboratorium Untuk Stabilitas Subgrade Timbunan

(Substitution Effect of Quarry Dust On Laboratory CBR Value For Stability Of
Subgrade Embankment)

ADWIYAH ASYIFA, SYAFI'UL UMAM

ABSTRACT

Quarry dust (dust mine) is a non-plastic materials from the rest of quarry stone crusher machine in range size are 0 - 5 mm. Production of quarry dust in Indonesia is very abundant. A stone crusher in maximum work can be produced quarry dust up to 4 tons per hour. The use of quarry dust now still less optimal, it is only used as filler in the surface layer of pavement. So that, more innovation needed in use of quarry dust in order to balance between produce and use. The quarry dust can use as additional material in soil stabilization. Soil stabilization is the engineering effort to improve the quality of the soil to be quite good. In pavement structural design, sometimes subgrade base has a bad CBR value, it was low in CBR rate and it must be replacement, repair or take soil stabilization. This experimental study was conducted in Soil Mechanics Laboratory, Department of Civil Engineering, University Technology Yogyakarta. Research objects are soil water content and soil density to determine the optimum of soil water content(OMC). This amount water will be added in to mixture of stone dust (quarry dust). There are five variation mixture quarry dust, 0%, 5%, 10%, 15 % and 20% and the variation test will be aging for 48 hours. Based on the results, it indicates that 5% quarry dust added to the mixture will gave the optimum CBR amounted to 26.20%. That amount represents an increase of 19.01% from the design CBR native land by 22%.

Keywords: Subgrade, Quarry dust, Soil Stabilization, CBR

PENDAHULUAN

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan tanah asli atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan bagian lapisan paling bawah dari lapisan perkerasan. Dalam perencanaan struktur perkerasan jalan, tanah dasar memiliki peran penting karena tanah dasar berfungsi sebagai fondasi yang secara langsung menerima beban lalu-lintas dari suatu perkerasan yang berada di atasnya (Hardiyatmo, 2011). Tebal perkerasan jalan yang dibutuhkan tergantung pada daya dukung tanah dasar. Pada prinsipnya, semakin rendah daya dukung tanah dasar maka dibutuhkan tebal perkerasan lebih tebal. Daya dukung tanah dasar tersebut ditunjukkan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Nilai CBR tersebut akan berbanding lurus dengan daya dukungnya, artinya semakin tinggi nilai CBR,

maka semakin tinggi pula daya dukung tanah dasar.

Dalam beberapa kasus, tidak semua tanah dasar memiliki daya dukung yang bagus atau dengan kata lain nilai CBR-nya rendah. Jika tanah asli tidak memenuhi syarat daya dukung, maka harus dilakukan penggantian tanah, perbaikan atau stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah adalah upaya rekayasa untuk memperbaiki mutu tanah yang tidak baik dan meningkatkan mutu dari tanah yang sebetulnya sudah tergolong baik. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan menambahkan suatu bahan pencampur (*additiver*) tertentu pada suatu tanah. Salah satunya adalah dengan menggunakan abu batu (*quarry dust*) sebagai bahan stabilisasi.

Abu batu (*quarry dust*) merupakan bahan non plastis dari hasil dari pemecahan batu mesin *stone crusher* dengan ukuran 0 mm - 5 mm. Umumnya abu batu (*quarry dust*) dipakai sebagai bahan pengisi/*filler* pada lapis

permukaan perkerasan jalan. Pemanfaatan abu batu (*quarry dust*) saat ini masih kurang optimal, karena pemakaiannya hanya sebagai bahan pengisi lapis permukaan perkerasan saja. Disamping itu abu batu (*quarry dust*) mengandung senyawa silica yang sangat halus dan bersifat amorf. Senyawa inilah yang dimungkinkan akan mampu bereaksi dengan tanah untuk menjadi bahan ikat sehingga akan meningkatkan kekompakan antar butiran tanah.

Permasalahan yang ada adalah seberapa besar pengaruh abu batu (*quarry dust*) ketika ditambahkan ke tanah dasar terhadap stabilitas tanah dan berapa proporsi kadar abu batu (*quarry dust*) untuk mencapai kestabilan tanah yang optimum?.

Batasan Penelitian. Penelitian ini dibatasi oleh:

1. Contoh tanah yang digunakan merupakan tanah *disturb* (terganggu) dari lokasi proyek perluasan kampus 1 Universitas Teknologi Yogyakarta Jombor Mlati Sleman. Sementara abu batu (*quarry dust*) didapat dari *Basecamp* PT. Suradi Sejahtera Bantul.
2. Pengujian CBR dilakukan tanpa direndam dan penentuan nilainya berdasarkan CBR desain untuk contoh uji yang dipadatkan pada kadar air optimum.
3. Kadar air optimum atau penambahan air setiap contoh uji CBR dianggap sama, dimana nilainya didasarkan pada pengujian kepadatan tanah pada contoh uji tanah asli (tanpa abu batu).
4. Bahan stabilisasi menggunakan abu batu (*quarry dust*) dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, dengan lama pemeraman selama 48 jam.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif metode perbaikan tanah untuk meningkatkan stabilitas tanah dan mengetahui proporsi kadar abu batu (*quarry dust*) untuk mencapai kestabilan tanah yang optimum.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengaruh abu batu pada properties tanah.

Agarwal (2015), melakukan penelitian tentang pengaruh abu batu (*stone dust/quarry dust*) terhadap beberapa properti geoteknik tanah seperti nilai CBR, MDD, OMC dan berat jenis

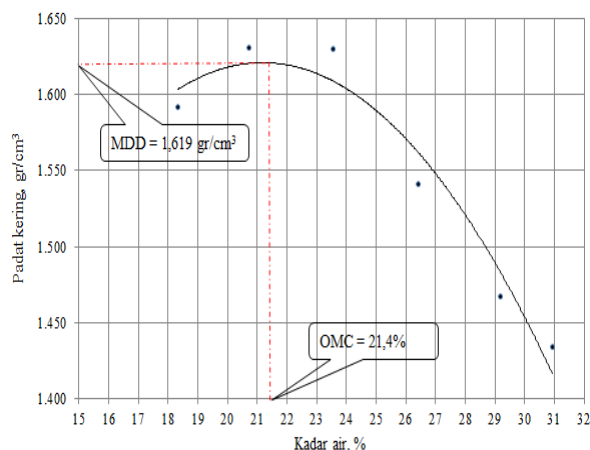
tanah. Sampel tanah diambil dari kedalaman 60 cm di bawah permukaan tanah yang diperoleh dari kampus G.B. Pant University of Agriculture & Technology, Pantnagar, Uttarakhand, India. Sementara abu batu (*stone dust/quarry dust*) didapat dari *Pal Stone Industry*, Halduchaud Uttarakhand, India. Tanah dicampur dengan abu batu (*stone dust/quarry dust*) dengan variasi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Kemudian dilakukan uji *proctor*, CBR dan pemeriksaan berat jenis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada persentase abu batu (*stone dust/quarry dust*) sebesar 30% nilai CBR meningkat hampir 50% dan demikian juga nilai berat jenis mencapai optimum. Sementara pada persentase abu batu (*stone dust/quarry dust*) sebesar 50% dapat menurunkan kadar air optimum (OMC).

Perilaku tanah ekspansif dengan perbaikan menggunakan abu batu (quarry dust).

Venkateswarlu, dkk (2015) melakukan penelitian tentang studi perilaku tanah ekspansif dengan perbaikan menggunakan abu batu (*stone dust/quarry dust*). Tanah ekspansif dan abu batu (*stone dust/quarry dust*) kemudian dicampur dengan variasi abu batu (*stone dust/quarry dust*) 0%, 5%, 10% dan 15%. Kemudian dilakukan pengujian batas cair, batas plastis, *proctor*, CBR tak terendam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada persentase abu batu (*stone dust/quarry dust*) sebesar 15%, nilai batas cair, nilai batas plastis tanah, nilai kadar air optimum dan nilai kohesi menurun. Sementara itu pada persentase abu batu (*stone dust/quarry dust*) sebesar 10%, nilai MDD dan CBR mengalami peningkatan optimum.

Penggunaan abu batu (quarry dust) untuk stabilitas tanah ekspansif

Indiramma dan Sudharani (2016) mengatakan bahwa abu batu (*quarry dust*) dapat digunakan sebagai menstabilkan campuran untuk tanah ekspansif. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai batas cair, batas plastis, indeks plastisitas dan indeks pengembangan mengalami penurunan pada berbagai persentase abu batu (*quarry dust*). *Maximum Dry Density* (MDD) dan kuat tekan bebas mengalami peningkatan serta *Optimum Moisture Content* (OMC) menurun seiring dengan peningkatan persentase abu batu (*quarry dust*).



GAMBAR 1. Hubungan padat kering dengan kadar air

California Bearing Ratio (CBR)

Menurut Sukirman (1994), daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh California Division of Highways pada tahun 1928. Sedangkan metode CBR ini dipopulerkan oleh O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1” atau 0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar dengan kedalaman penetrasi yang sama.

METODOLOGI

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Universitas Teknologi Yogyakarta. Obyek penelitian ini adalah pengujian kadar air dan kepadatan tanah untuk menentukan kadar air optimum yang selanjutnya digunakan sebagai acuan penambahan air pada pengujian CBR Laboratorium tanpa direndam dengan variasi substitusi abu batu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Pemeraman setiap variasi benda uji dilakukan selama 48 jam. Baru setelah itu dilakukan pengujian CBR dengan alat CBR. Pelaksanaan pengujian dilakukan sesuai dengan standar-standar yang ada yaitu :

- SNI-1965-2008, Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di

Laboratorium, Badan Standardisasi Nasional.

- SNI-1743-2008, Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI-1964-2008, Cara Uji Berat Jenis Tanah, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI-1744-2012, Metode Uji CBR Laboratorium, Badan Standardisasi Nasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kadar air dan kepadatan

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air tanah, didapat kadar air tanah lapangan sebesar 12,897%. Nilai tersebut merupakan persentase dari berat tanah kering, yang mana akan digunakan sebagai acuan ketentuan benda uji pada pengujian CBR Laboratorium.

Hasil pengujian kepadatan berupa kadar air dan padat kering yang tersaji pada Gambar 1. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk menentukan nilai OMC dan MDD seperti terlihat pada Gambar 1. Pada prinsipnya untuk tanah berkadar air rendah, tanah cenderung bersifat kaku dan sulit dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lebih lunak. Namun pada kadar air yang tinggi, berat volume kering berkurang karena tanah akan semakin lunak. Maka untuk itu diperlukan nilai kadar air optimum untuk mencapai padat kering maksimum. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui nilai OMC sebesar 21,4 % dan nilai MDD sebesar 1,619 gr/cm³. Nilai OMC tersebut mengartikan bahwa suatu tanah untuk

mencapai padat kering maksimum (sebesar $1,619 \text{ gr/cm}^3$) diperoleh pada kadar air optimum (sebesar 21,4%). Selanjutnya penambahan kadar air (diatas 21,4%) akan mengalami penurunan nilai padat kering maksimum.

Perolehan nilai CBR desain untuk berbagai benda uji

Nilai CBR desain pada penelitian ini diambil pada densitas kering sebesar 95% dari nilai densitas kering maksimum (MDD). Nilai CBR desain yang diperoleh dalam pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

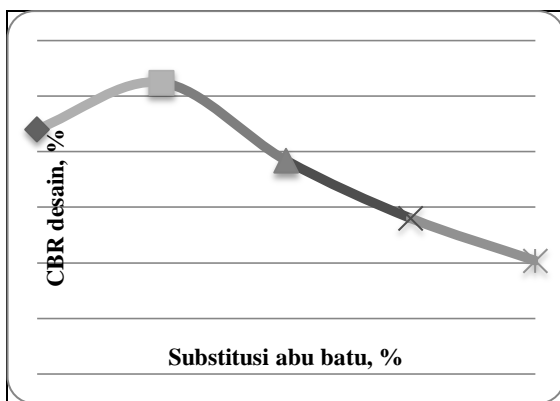
Gambar 2 menunjukkan nilai CBR desain dengan variasi substitusi abu batu (*quarry dust*). Pada tanah asli nilai CBR desain sebesar 22%, kemudian meningkat menjadi 26,2% pada penambahan abu batu (*quarry dust*) sebesar 5%. Penambahan abu batu (*quarry dust*) selanjutnya sampai 20%, nilai CBR

berangsur-angsur mengalami penurunan sampai menjadi 10,19%.

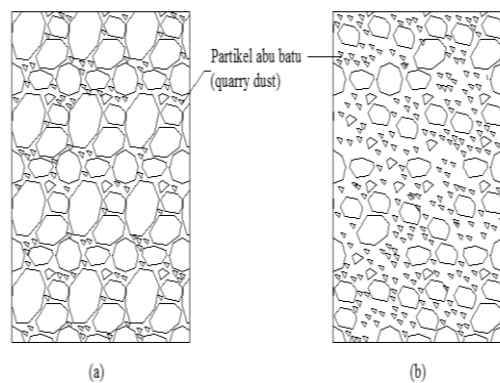
Dilihat dari segi sifat fisik, penambahan abu batu (*quarry dust*) yang merupakan butiran dengan diameter $< 0,425 \text{ mm}$ akan mengisi rongga-rongga udara atau air pada elemen tanah. Pengisian rongga-rongga tersebut akan menimbulkan suatu penguncian (*interlocking*) antar partikel abu batu (*quarry dust*) dan tanah (Gambar 3.a). Pada penambahan abu batu (*quarry dust*) di atas 5%, nilai CBR desain justru mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah abu batu (*quarry dust*) pada suatu tanah akan menyebabkan gradasi suatu tanah makin seragam. Pada kondisi gradasi seragam, antar butiran tidak bisa mengalami *interlocking*, karena jumlah butiran pada diameter butir yang sama mengalami penumpukan. Dalam hal ini adalah butiran dengan ukuran $< 0,425 \text{ mm}$ mengalami penumpukan yang akan menyebabkan selip atau licin (Gambar 3.b).

TABEL 1. Hasil Penentuan CBR desain

| No | Kode | Keterangan | CBR desain (%) |
|----|------|--------------------------------------|----------------|
| 1 | S0 | Tanah asli | 22,00 |
| 2 | S1 | Tanah dengan substitusi abu batu 5% | 26,20 |
| 3 | S2 | Tanah dengan substitusi abu batu 10% | 19,20 |
| 4 | S3 | Tanah dengan substitusi abu batu 15% | 14,00 |
| 5 | S4 | Tanah dengan substitusi abu batu 20% | 10,19 |



GAMBAR 2. Pengaruh substitusi abu batu (*quarry dust*) terhadap nilai CBR desain



GAMBAR 3. (a) Mekanisme *interlocking* abu batu dengan tanah, (b) Penumpukan partikel abu batu pada tanah menyebabkan gradasi seragam

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Abu batu (*quarry dust*) dapat dijadikan sebagai alternatif bahan stabilisasi tanah, yaitu dengan cara mensubstitusikan abu batu (*quarry dust*) sebesar 5% pada *subgrade* timbunan.
2. Pada persentase substitusi abu batu (*quarry dust*) 5%, didapat nilai CBR desain optimum yaitu sebesar 26,20%. Nilai tersebut merupakan peningkatan sebesar 19,01% dari CBR desain tanah asli.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada instansi dan laboran atas segala bantuannya sehingga tulisan ini dapat tersusun.

Disampaikan terimakasih pula kepada seluruh kolega di Program Studi Teknik Sipil UTY.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, Naman, (2015). "Effect of Stone Dust on Some Geotechnical Properties of Soils". *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, vol. 12, issue I ver. 1, pp. 61-64.
- Hardiyatmo, H. C. (2011), *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2012), *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indiramma, P., and Sudharani, Ch., (2016). "Use of Quarry Dust for Stabilising Expansive Soil". *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJERSET)*, vol. 5, issue 1, (pp. 1151-1157).
- SNI-1965-2008, *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*, Badan Standardisasi Nasional.

SNI-1743-2008, *Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah*, Badan Standardisasi Nasional.

SNI-1964-2008, *Cara Uji Berat Jenis Tanah*, Badan Standardisasi Nasional.

SNI-1744-2012, *Metode Uji CBR Laboratorium*, Badan Standardisasi Nasional.

Sukirman, S. (1994), *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.

Venkateswarlu, H., Prasad, A.C.S.V., Prasad, D. S. V., and Raju, Prasada GVR. (2015). "Study on Behavior of Expansive Soil Treated With Quarry Dust". *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, vol. 4, issue 10, (pp. 193-196).

PENULIS:

Adwiyah Asyifa

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Jalan Ringroad Utara, Jombor, Sleman, 55285.

Email: wiwik_asheifa@yahoo.com

Syafi'ul Umam,

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Jalan Ringroad Utara, Jombor, Sleman, 55285.