

PENINGKATAN NILAI *CBR* TANAH LIAT YANG DISTABILISASI DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK BESI

Sabani

Mahasiswa Program Pascasarjana FMIPA Universitas Sumatera Utara

Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan

Email : sabani@unimed.ac.id

Nasruddin M. Noor

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sumatera Utara

Eddiyanto

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Medan

Telah dilakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah serbuk besi yang ditambahkan pada bahan penstabil tanah (*soil stabilizer*) yang terdiri atas semen Portland tipe I, serbuk PVC dan serat polipropilena dengan tujuan untuk mengetahui besarnya peningkatan nilai *CBR* tanah liat. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat fisik tanah liat sebelum tanah distabilisasi dengan menambahkan limbah serbuk besi, yang terdiri dari pengujian batas *Atterberg*, berat jenis, permeabilitas tanah. Selanjutnya diuji sifat mekanik tanah yaitu dengan pemadatan tanah dan nilai *CBR* sebelum dan sesudah dicampur dengan menggunakan limbah serbuk besi. Dari hasil pengujian terhadap tanah liat diperoleh data indeks plastisitas (*PI*) sebesar 15,76% dengan batas plastis 36,57%, ini menunjukkan bahwa tanah ini merupakan tanah liat yang berjenis tanah lempung lanau. Untuk pengujian mekanik terjadi perubahan kadar air dari berat isi kering dengan nilai tertinggi 1,92 gr/cm³ pada campuran limbah serbuk besi sebesar 1%. Untuk nilai *CBR* juga terjadi perubahan dari tanah liat sebelum distabilisasi dengan menambahkan limbah serbuk besi sebesar 66,35% menjadi 85,31% setelah distabilisasi dengan menambahkan limbah serbuk besi 1%.

Kata kunci : Tanah liat, limbah serbuk besi, *CBR*

The research has been done by utilizing waste iron powder that is added to the soil stabilizer consisting of portland cement type I, PVC powder and polypropylene fibers in order to determine the increase in the value of *CBR* clay. This experiment is testing the physical properties of the clay before the soil is stabilized by adding iron powder waste, which consists of testing *Atterberg* limits, specific gravity, soil permeability. Further tested the mechanical properties of the soil is by soil compaction and *CBR* values before and after using is mixed with the iron powder waste. From the results of testing obtained the data of clay plasticity index (*PI*) of 15.76% with 36.57% plastic limit, this indicates that the soil is clay that type of clay silt. For mechanical testing changes in the water content of the dry weight of the content with the highest value of 1.92 g/cm³ in the mixture of iron powder waste by 1%. For *CBR* value is also a change from clay before it is stabilized by adding iron powder waste 66.35% become 85.31% after stabilized by adding iron powder waste 1%.

Keywords : clay, iron powder waste, *CBR*

PENDAHULUAN

Di daerah pedesaan atau perkebunan pada umumnya jalan-jalan masih tanah dasar (*subgrad*), sehingga jika hujan datang, maka jalan itu akan licin, becek bahkan terjadi kubangan lumpur karena dasar tanah yang belum keras, sehingga akan sangat mengganggu akses pengangkutan hasil-hasil pertanian masyarakat atau hasil-hasil perkebunan. Tanah dasar merupakan bagian yang sangat penting dalam konstruksi suatu jalan yang mendukung semua beban di atasnya. Tanah dasar juga menentukan mahal tidaknya pembangunan jalan, karena kekuatan tanah dasar menentukan tebal atau tipisnya pengerasan di atasnya.

Penggunaan serbuk Polivinil klorida (*PVC*) juga salah satu penambahan zat dalam penstabil tanah karena *PVC* merupakan hasil dari polimerisasi monomer vinil klorida dengan batuan katalis. (Desnelli, Miksusanti, 2010). Penggunaan serat (*fiber*) *PP* dalam menstabilkan tanah juga sudah dilakukan, seperti *research* yang dilakukan oleh White, D.J, *et all* (2013) yang menggunakan serat *PP* untuk menstabilkan tanah mempertahankan nilai daya dukung tanah / *california bearing ratio (CBR)* tanah > 100 dibandingkan nilai *CBR* pada lapisan dasar yang tidak menggunakan serat (*fiber*) *PP*. Cai, Y, *et all* (2006) juga melakukan penelitian dengan menggunakan kapur yang dicampur dengan serat *PP* dengan persentase serat *PP* 0,05% ; 0,15% dan 0,25% dan persentase kapur 2%, 5%, dan 8% dari berat tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan persentase dari serat *PP* menyebabkan peningkatan kuat tekan tanah dan potensi penyusutan.

Penggunaan semen terutama semen Portland tipe I merupakan semen yang dapat dengan mudah diperoleh di pasaran dan memiliki daya perakat yang kuat. Serbuk *PVC* digunakan dalam menyetabilkan tanah diharapkan dapat menjadi *pestilizer* pada tanah sehingga tanah akan dapat bersifat elastis. Dan penggunaan serat polipropilena (*PP*) diharapkan dapat mengikat butiran-butiran tanah sehingga lebih kuat.

Banyak industri-industri di Indonesia yang mengolah bahan-bahan logam terutama baja menghasilkan limbah serbuk besi. Limbah serbuk besi merupakan limbah berbahaya, dimana limbah tersebut adalah berupa serbuk besi yang mengandung banyak oksida logam yang dapat menimbulkan pencemaran. Limbah bahan berbahaya dan beracun, disingkat dengan *B3* adalah sisa hasil usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain (*PP No. 18, 1999*). Oleh

karena itu dibutuhkan pengelolaan limbah serbuk besi yang dapat dimanfaatkan dan berguna bagi masyarakat.

Dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan, maka penelitian ini dilakukan dengan penambahan limbah serbuk besi sebagai bahan campuran penstabil tanah yang terdiri dari semen Portland tipe I, serbuk PVC dan serat Polipropilena.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari tanah liat (*clay*) dan untuk menghasilkan bahan penstabil tanah (*soil stabilizer*) yang dapat meningkatkan nilai CBR tanah liat (*clay*).

Tanah merupakan lapisan bumi paling atas yang terbentuk dari proses pembentukan pengendapan batuan dan bahan-bahan organik. Tanah dalam ilmu mekanika tanah merupakan semua endapan alam kecuali batuan tetap. Batuan tetap menjadi ilmu tersendiri dalam mekanika batuan (*rock mechanics*). Endapan alam mencakup semua bahan dari tanah lempung sampai berangkal (Soedarmo, Eddy Purnomo, 1997). Tanah merupakan hasil transformasi zat-zat mineral dan organik di permukaan bumi. Tanah terbentuk dibawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja dalam waktu yang sangat panjang (Rahman Sutanto, 2005).

Stabilisasi tanah merupakan suatu cara atau metode yang digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah dasar (*subgrade*) dengan harapan dapat meningkatkan mutu tanah agar lebih baik dan meningkatkan daya dukung tanah terhadap beban di atasnya. Berdasarkan penelitian Yunan (2002), tindakan yang dapat diambil dari stabilisasi tanah adalah :

1. menambah kerapatan tanah
2. menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan/atau tahanan geser yang timbul
3. menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisis dari material tanah
4. merendahkan muka air (drainase tanah)
5. mengganti tanah-tanah yang buruk.

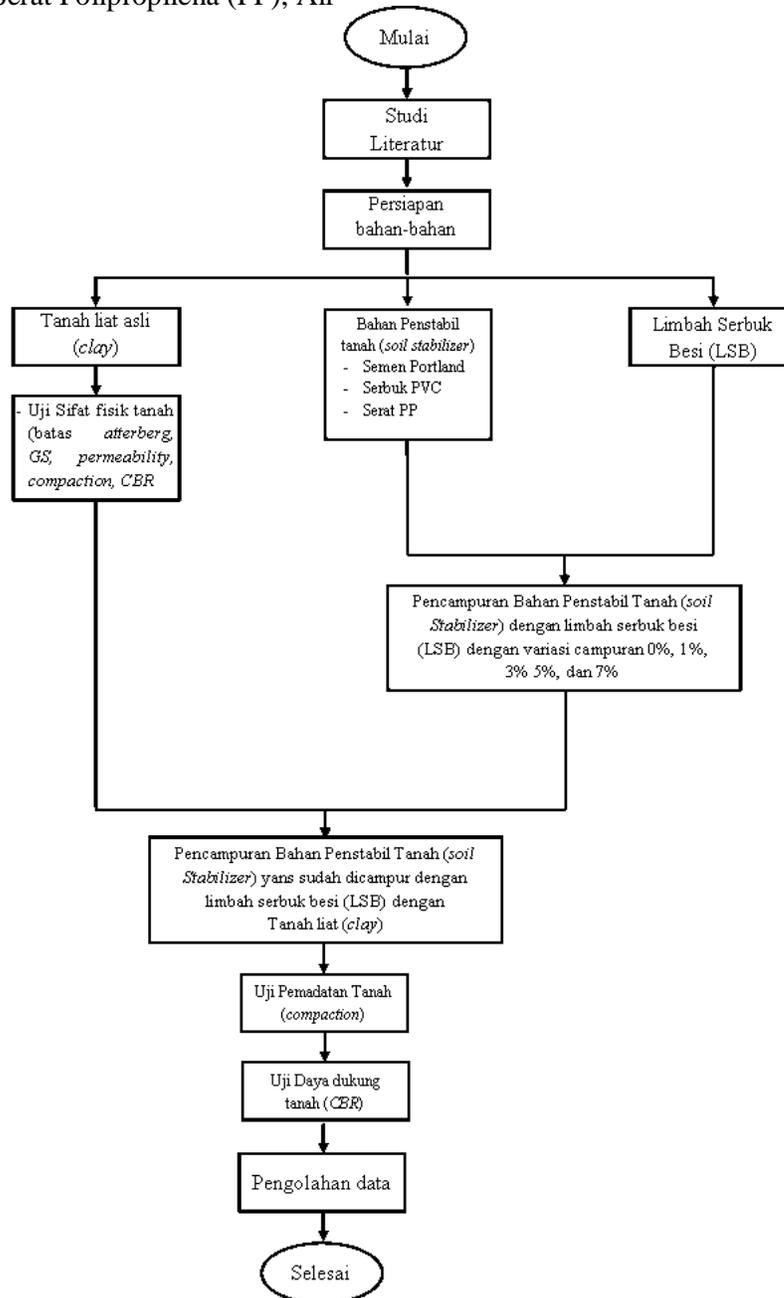
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian dengan judul peningkatan nilai CBR tanah liat yang distabilisasi dengan penambahan limbah serbuk besi dengan berbagai variasi campuran limbah serbuk besi merupakan penelitian yang dilakukan dalam skala laboratorium, dimana penelitian ini dilakukan di laboratorium Jurusan Teknis Sipil Politeknik Negeri Medan. Sampel uji

diperoleh dari daerah Bagan Batu – Riau. Adapun alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Alat-alat yang digunakan : Neraca Analitis dengan ketelitian 0,01 gr, Ayakan 4 mesh, 40 mesh, 100 mesh dan 200 mesh, mortar, Seperangkat alat uji batas *atterberg*, Seperangkat alat uji berat jenis tanah (*gravity specific*), Seperangkat alat uji Permeabilitas tanah (*permeability*), Seperangkat alat pemadatan tanah (*compaction*), seperangkat alat uji CBR.

Bahan-bahan yang digunakan : tanah liat (*clay*), Semen portland tipe I, Serbuk Polivinil Klorida (PVC), Serat Polipropilena (PP), Air



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah Liat

Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, dapat dilihat bahwa tanah liat (*clay*) berbentuk butiran yang berwarna kuning kemerah-merahan. Tanah liat (*clay*) diuji karakteristik atau sifat fisik tanahnya yaitu uji batas *Atterberg* yang terdiri dari uji batas plastis (*plastis limit*), batas cair (*liquid limit*) dan indeks platisitas (*plasticitas index*), uji berat jenis (*Gravity spesific*), uji permeabilitas tanah (*permeability*), uji pemadatan (*compaction*), dan uji daya dukung tanah (*California Bearing Ratio*). Pengujian sifat fisik tanah (*clay*) dilakukan di Politeknik Negeri Medan.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Sifat fisik tanah liat (*clay*)

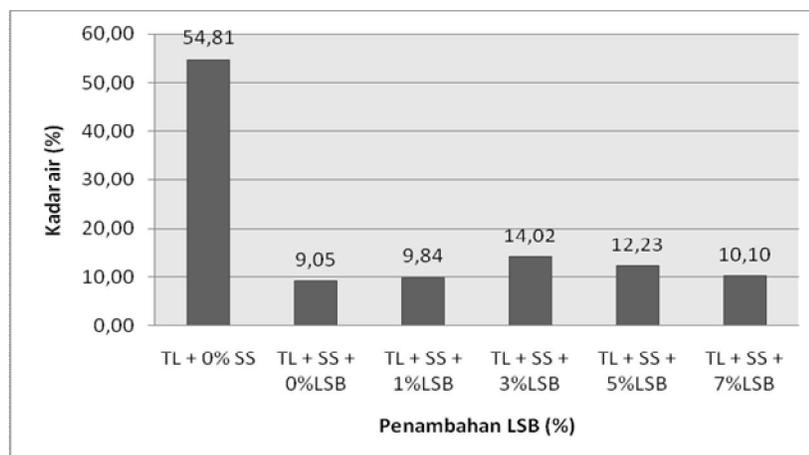
No.	Pemeriksaan	Nilai
<i>Batas Atterberg</i>		
1	- batas cair (<i>liquid limit</i>)	36,52 %
	- batas plastis (<i>plastis limit</i>)	20,76 %
	- Indeks Plastistas (<i>platisitas Index</i>)	15,76 %
2	Berat Jenis (<i>Gravity Specific</i>)	2,55 gr/cm ³
3	(Permeabilitas) <i>Permeability</i>	0,00102 cm/s
<i>Pemadatan tanah (compaction)</i>		
4	- Kadar air optimum	13,46 %
	- Berat isi kering	1,92 gr/cm ³
5	<i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	66,35 %

Dari Tabel 1 di atas diperoleh nilai batas *Atterberg* dengan nilai batas cair (*liquid limit*) sebesar 36,52%, batas plastis (*plastis limit*) sebesar 20,76% sehingga diperoleh nilai indeks platisitas sebesar 15,76%. Berdasarkan kriteria klasifikasi tanah menurut *Atterberg* bahwa tanah liat yang diambil dari daerah Bagan Sinembah Kecamatan Rokan Hilir Kabupaten Bagan Batu – Riau, termasuk dalam kategori tanah platisitas sedang dengan jenis tanah Lempung Lanau (indeks platisitas diantara 7 sampai dengan 17). Tanah liat (*clay*) dari hasil pengujian memiliki berat jenis 2,55 g/cm³ dan nilai permeabilitas sebesar 1,02 x 10⁻³ cm/s.

Hasil pengujian pemadatan (*compaction*) pada tanah liat dari 5 sampel tanah pengujian dengan variasi penambahan air diperoleh kadar air optimum sebesar 13,46% dengan berat isi kering $1,92 \text{ gr/cm}^3$. Tanah liat (*clay*) pada penelitian ini memiliki nilai daya dukung tanah (nilai *CBR*) sebesar 66,35%. Penelitian yang telah dilakukan melalui pengujian terhadap tanah liat (*clay*) seperti yang tercantum dalam tabel 1 yang menggambarkan sifat fisik atau karakteristik tanah liat. Ditinjau dari parameter batas-batas *Atterberg* diperoleh bahwa tanah liat memiliki indeks plastisitas (*IP*) sebesar 15,76% dengan batas cair (*LL*) sebesar 36,52%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanah liat ini memiliki angka indeks plastisitas kurang dari 35% dengan batas cair kurang dari 50%, berdasarkan MIT dan ASTM tanah ini merupakan tanah yang tergolong dalam lempung kasar dan lempung koloidal sampai dengan lempung, sedangkan berdasarkan USCS tanah hasil penelitian ini merupakan tanah yang tergolong dalam tanah berbutir halus yang merupakan tanah lempung dan lanau. Hal ini menunjukkan bahwa tanah ini merupakan tanah jenis ML (tanah lanau organik dan pasir sangat halus, tepung batu, pasir halus kelanauan atau kelempungan atau lanau kelempungan sedikit plastis), CL (lanau organik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang yang berupa lempung kerikilan, lempung kepasiran, lempung kelanauan atau lempung humus) dan OL (lempung organik dan lempung lanauan organik), menurut Chen (1975) dengan indeks plastisitas 15,76% menunjukkan bahwa tanah memiliki potensi pengembangan (*swelling potensial*) rendah.

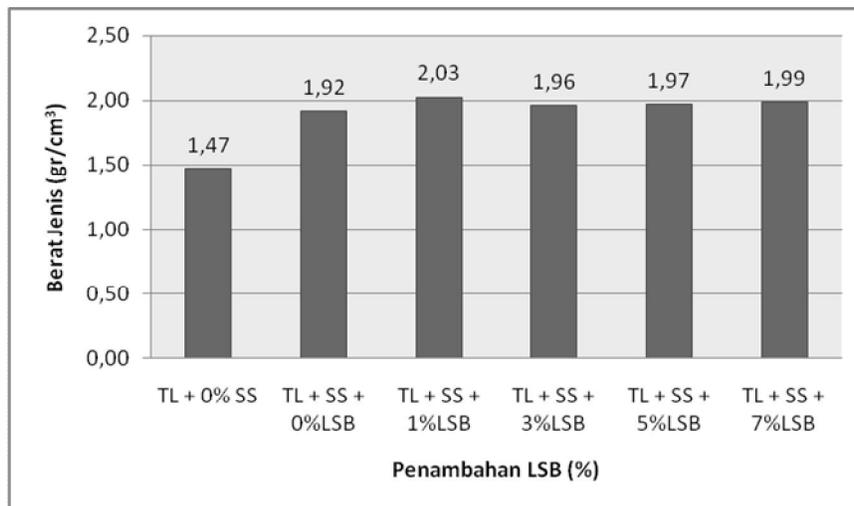
Pengaruh penambahan limbah serbuk besi terhadap Pemadatan Tanah (*compaction*)

Pada Gambar 2 Menunjukkan hasil pengujian pemadatan tanah liat (*clay*) yang dicampur dengan penstabil tanah (*soil stabilizer*) dan limbah serbuk besi (LSB). Pemadatan tanah dilakukan pada pemadatan modifikasi (*modified*) dengan standar pukulan 56 kali.



Gambar 2. Grafik hubungan antara penambahan %LSB dengan kadar air

Dari gambar 2 menunjukkan grafik hubungan antara penambahan antara persentase penambahan limbah serbuk besi dengan kadar air yang terkandung didalam tanah yang sudah padatkan. Pada saat tanah liat sebelum dicampur dengan bahan penstabil tanah (*soil stabilizer*) kadar air yang terkandung di dalam tanah liat sebesar 54,81%, namun setelah ditambah dengan bahan penstabil tanah dan limbah serbuk besi, terjadi pengurangan kadar air, dimana kadar terendah pada saat tanah liat dicampur dengan bahan penstabil tanah 0% limbah serbuk besi yaitu sebesar 9,05%. Selanjutnya setelah ditambahkan limbah serbuk besi, mengalami kenaikan kadar air tertinggi pada penambahan 3% limbah serbuk besi yaitu sebesar 14,02%. Adanya pengurangan kadar air tanah liat yang distabilisasi menunjukkan berfungsinya bahan pensatabil tanah. Salah satu bahan yang sangat berperan mengurangi kadar air tanah adalah semen. Semen merupakan bahan yang memiliki sifat-sifat adhesif dan kohesif yang berfungsi sebagai perekat untuk mengikat fragmen-fragmen menjadi satu kesatuan yang kompak (Andriani, dkk, 2012). Semen merupakan bahan yang sangat reaktif ketika dicampur dengan air yang menyebabkan semen akan mengeras. Namun setelah ditambah dengan limbah serbuk besi, ternyata tanah liat mengalami sedikit kenaikan kadar air tetapi tidak terlalu besar.



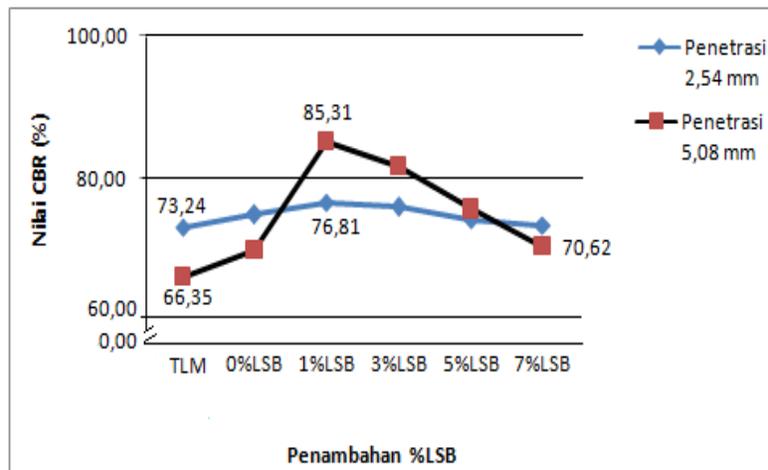
Gambar 3. Grafik hubungan penambahan %LSB dengan berat isi kering

Gambar 3 merupakan grafik hubungan antara persentase penambahan limbah serbuk besi dengan berat jenis tanah liat. Ketika tanah liat belum distabilisasi, berat jenisnya adalah 1,47 gr/cm³ dan secara umum setelah distabilisasi dengan penambahan limbah serbuk besi, berat jenis tanah liat mengalami peningkatan, dimana peningkatan tertinggi pada penambahan limbah serbuk besi 1% yaitu sebesar 2,03 gr/cm³. Terjadinya peningkatan

nilai berat jenis tanah liat yang sudah distabilisasi dengan penambahan limbah serbuk besi mengindikasikan bahwa bahan-bahan penstabil tanah seperti semen Portland, serbuk PVC, dan serat PP serta limbah serbuk besi mengisi ruang-ruang udara atau pori tanah liat sehingga kepadatan dari tanah liat yang sudah distabilisasi semakin tinggi, sehingga kondisi ini sangat baik jika diterapkan dalam pembuatan jalan.

Pengaruh Penambahan limbah serbuk besi terhadap Nilai CBR

Pengujian daya dukung tanah (*California Bearing Ratio Test*) yang dilakukan menggunakan pengujian *modified* dengan tujuan bahwa beban yang ada adalah beban yang lebih berat. Berikut ini adalah hasil pengujian CBR *modified* tanpa rendaman. Secara grafik dapat ditunjukkan pada gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik hubungan antara penambahan %LSB dengan nilai CBR

Berdasarkan gambar 4, terlihat terjadinya peningkatan nilai daya dukung tanah yang sudah distabilisasi dengan menambahkan limbah serbuk besi. Hal ini terlihat dari grafik yang menunjukkan terjadinya peningkatan nilai CBR tanah yang sudah distabilisasi dengan variasi penambahan limbah serbuk besi. Sehingga tanah liat pada penambahan pensatabil tanah (*soil stabilizer*) dan limbah serbuk besi 1% memiliki daya dukung lebih baik dibandingkan dengan tanah liat (*clay*) sebelum diberikan bahan penstabil tanah (*soil stabilizer*). Sehingga dengan penambahan limbah serbuk besi pada persentase 1% dapat meningkatkan nilai CBR tanah 18,96%.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah serbuk besi pada bahan penstabil tanah mempengaruhi pemadatan (*compaction*) tanah liat dengan perubahan kadar air semakin kecil, perubahan berat isi kering semakin besar, dan nilai daya dukung tanah / CBR (*California bearing ratio*) tanah liat (*clay*) semakin tinggi dengan nilai CBR tertinggi (85,31%) pada penambahan limbah serbuk besi sebesar 1%, meningkat 18,96% dari tanah liat sebelum distabilisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan ucapan terimakasih kepada Dekan, Ketua Prodi Ilmu Fisika Pasca Sarjana FMIPA Universitas Sumatera Utara, Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, Yuliet, R.; Fernadez, F.L. 2012. *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lembung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah*. Jurnal REKAYASA SIPIL. Vol. 8 No. 1 Februari: 29 - 43
- Anthony, G.V. 1965. *Polypropylene Fibers and Films*. Newark College of Engineering, New Jersey
- Anuar, K. 2009. *The Nanostructure Study on The Mechanism of Lime Stabilised Soil*. Departement of Geotechnics and Transportation Faculty of Civil Engineering Universiti Teknologi Malaysia. Research VOT No. 78011
- Ariyani, N. 2007. *Perbaikan Tanah Lempung dari Grobogan Purwodadi dengan Campuran Semen dan Abu Sekam Padi*. UKRIM Edisi I. Juli : 2 - 17
- Bahroni, W. 2008. *Substantifitas dan Pelepasan Pemlastis Poligliserol Asetat pada Bahan Kemasan Thermoplastik Polivinil Klorida (PVC) dan Polistiren (PS)*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan
- Barazesh, A.; Saba, H.; Gharib, M. 2012. *The Effect of Adding Iron Powder on Atterberg Limits of Clay Soils*. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. Vol. 3 (11) : 2349 - 2354
- Bukit, N. 2013. *Pengolahan Zeolit Alam Sebagai bahan Pengisi Nano Komposit Polipropilena dan Karet Alam SIR-20 dengan Kompatibeliser Anhidrida Maleat-Grafted-Polipropilena*. Disertasi Kimia Universitas Sumatera Utara
- Cai, Y.; Shi, B.; Charles; Tang, C. 2006. *Effect of Polipropylene Fibre and Lime Admixture on Engineering Properties of Clayey Soil*. Engineering Geology. Elsevier. 230 – 240.
- Chen, F.H. 1988. *Foundation of Expansive Soils*. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Desnelli dan Miksusanti, 2010. *Studi Biodegradasi Blend PVC-Minyak Nabati Epoksi sebagai Salah Satu Upaya Mengurangi Pencemaran Lingkungan oleh Limbah*

- Plastik*. Jurnal PENELITIAN SAINS. Vol. 13 No. 2(C) Mei : 13207(33) – 13207(36)
- Makusa, G.P. 2012. *Soil Stabilization Methods and Materials*. Departemen of Civil Lulea University of Tecnology.
- Palar, H; Monintja, S; Turangan, Sarajar. 2013. *Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur pada Lempung Expansif Terhadap Nilai Daya Dukung*. Jurnal SIPIL STATIK. Vol. 1 No. 6 Mei: 390 – 399
- Rakhman, Y.A. 2002. *Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening dengan Semen dan Gybsum Sintetis (CaSO₄.2H₂O)*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Saeed, K.A; Kassim, K.A.; Nur, H. 2014. *Physicochemical Characterization of Cement Treated Kaolin Clay*. Gradevinar 66, 513 – 521.
- Seta, W. ----- .*Perilaku Tanah Ekspansif yang Dicampur dengan Pasir untuk Subgrade*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Soedarmo, G.D., Purnomo, S.J.E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Kanikuis. Yogyakarta
- Sudirja. 2008. *Pengaruh Penambahan Spent Catalyst pada Stabilisasi Tanah Semen terhadap Kembang Susut dan Daya Dukung Tanah Ekspansif sebagai Subgrade Jalan*.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah Konsep dan Kenyataan*. Kanikuis. Jakarta.
- Ukiman. 2013. *Pengaruh Penambahan Kapur dan Semen terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Merah*.
- Verruijt, A. 2001. *Soil Mechanics*. Delft University of Technology.
- White, D.J; Vennapusa, P.K.R; Becker, P. 2013. *Cemen Stabilization with Fiber Reinforcement of Subbase*. Research. IOWA State University.
- Yuliet, R ; Hakam, A ; Febrian, G. 2011. *Uji Potensi Mengembang pada Tanah Lempung dengan Metode Free Swelling Test*. Jurnal REKAYASA SIPIL. Vol. 7 No. 1. Februari : 25 – 36