



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PERENCANAAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN BLANG CEURIEH GAMPONG AREE REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE**
(Afdhalul Syawal, Syarifah Keumala Intan, Zulfikar Makam)
2. **PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG JEMBATAN TANJONG BAROH KECAMATAN SYAMTALIRA ARON KABUPATEN ACEH UTARA**
(Agustina Mauliza, Syukri, Musbar)
3. **PENGARUH VARIASI SERBUK CANGKANG TELUR SEBAGAI BAHAN STABILITASI TANAH LEMPUNG**
(Anis Fikri Muzaffar, Gusrizal, Chairil Anwar)
4. **PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA MORTAR SPESI TERHADAP KUAT LEKAT PASANGAN BATA**
(Asyraf Mukhtar, Syamsul Bahri, Abdullah Irwansyah)
5. **PENAMBAHAN ABU TANDAN KELAPA SAWIT DAN SEMEN TERHADAP NILAI CBR PADA TANAH LEMPUNG**
(Muhammad Amin, Faisal Abdullah, Muhammad Reza)
6. **PENGENDALIAN BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE CRASH DURATION PADA KETERLAMBATAN PROYEK JEMBATAN KRUENG PEUDADA**
(Muhammad Daffa, Abdul Muhyi, Munardy)
7. **EVALUASI SIMPANG TAK BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN JALAN DARUSSALAM DENGAN JALAN MALIKUSSALEH KOTA LHOKEUMAWE**
(Muhammad Ghana, Miswar, Andrian Kaifan)
8. **ANALISA KEGAGALAN LERENG PADA JALAN ELAK BUKETRATA STA 272+350 KOTA LHOKEUMAWE**
(Nurul Wilda, Supardin, Yuhanis Yunus)
9. **STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN POFA SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC**
(Parha Kamilatun Nuha Daulay, Syaifuddin, Kurniati)
10. **EVALUASI GEOMETRIK JALAN RAYA BENER MERIAH-ACEH UTARA STA 22+000 S.D. 22+500**
(Syaiful Bahri, Gustina Fitri, Tursina)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

Dewan Editor:

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	(Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Dr. Ir. Yuhanis Yunus, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardy, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Muliadi, S.T., M.T.	(Universitas Negeri Malikussaleh)
Syarwan, S.T., M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.	(Universitas Negeri Malikussaleh)

Penyunting Pelaksana

Ibrahim, S.T., M.T.

Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Alamat:

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata
Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
1. PERENCANAAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN BLANG CEURIEH GAMPONG AREE REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE (Afdhalul Syawal, Syarifah Keumala Intan, Zulfikar Makam)	1-9
2. PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG JEMBATAN TANJONG BAROH KECAMATAN SYAMTALIRA ARON KABUPATEN ACEH UTARA (Agustina Mauliza, Syukri, Musbar).....	10-16
3. PENGARUH VARIASI SERBUK CANGKANG TELUR SEBAGAI BAHAN STABILITASI TANAH LEMPUNG (Anis Fikri Muzaffar, Gusrizal, Chairil Anwar)	17-22
4. PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA MORTAR SPESI TERHADAP KUAT LEKAT PASANGAN BATA (Asyraf Mukhtar, Syamsul Bahri, Abdullah Irwansyah)	23-30
5. PENAMBAHAN ABU TANDAN KELAPA SAWIT DAN SEMEN TERHADAP NILAI CBR PADA TANAH LEMPUNG (Muhammad Amin, Faisal Abdullah, Muhammad Reza)	31-37
6. PENGENDALIAN BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE CRASH DURATION PADA KETERLAMBATAN PROYEK JEMBATAN KRUENG PEUDADA (Muhammad Daffa, Abdul Muhyi, Munardy)	38-43
7. EVALUASI SIMPANG TAK BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN JALAN DARUSSALAM DENGAN JALAN MALIKUSSALEH KOTA LHOKSEUMAWE (Muhammad Ghana, Miswar, Andrian Kaifan).....	44-50
8. ANALISA KEGAGALAN LERENG PADA JALAN ELAK BUKETRATA STA 272+350 KOTA LHOKSEUMAWE (Nurul Wilda, Supardin, Yuhanis Yunus)	51-58
9. STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN POFA SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC (Parha Kamilatun Nuha Daulay, Syaifuddin, Kurniati)	59-66
10. EVALUASI GEOMETRIK JALAN RAYA BENER MERIAH-ACEH UTARA STA 22+000 S.D. 22+500 (Syaiful Bahri, Gustina Fitri, Tursina)	67-74
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	75

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PENGANTAR REDAKSI

Assalamualaikum wr wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 06 Nomor 02 Edisi September 2023 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 06 Nomor 02 Edisi September 2023 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi

PENGARUH VARIASI SERBUK CANGKANG TELUR SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG

Anis Fikri Muzaffar¹, Gusrizal², Chairil Anwar³.

¹Mahasiswa, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: fikrianis129@gmail.com

²Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: gusrizalsipil60@pnl.ac.id

³Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: chairilanwar@pnl.ac.id

ABSTRAK

Tanah sangat penting perannya dalam sebuah konstruksi, yaitu konstruksi bangunan gedung, jalan, jembatan, bendungan dan konstruksi lainnya. Tanah lempung merupakan salah satu tanah yang mempunyai sifat yang kurang baik, jenis tanah ini mempunyai daya dukung yang rendah, sifat kembang susut yang besar. Untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung maka dilakukan pencampuran menggunakan serbuk cangkang telur, dengan variasi yang di gunakan 0%, 12%, 14%, dan 16 % dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tanah asli dan campuran serbuk cangkang telur terhadap nilai CBR pada tanah lempung, dan meningkatkan daya dukung tanah dengan memanfaatkan limbah cangkang telur yang di olah menjadi serbuk. Kemudian dicampur dengan tanah lempung untuk mengetahui sifat – sifat fisis dan mekanis pada tanah tersebut. Kemudian dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis tanah dengan metode SNI. Dalam penelitian ini tanah diklasifikasikan dengan sistem AASHTO dengan PI 15,97% dan LL 58,70% maka tanah tersebut kelompok A-7-5(15). Penambahan serbuk cangkang telur terhadap tanah lempung juga dapat meningkatkan nilai CBR (California Bearing Ratio). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan dan penurunan nilai CBR seiring penambahan variasi nya. Nilai CBR tanah asli *unsoaked* 6,8%. Pada variasi 12% meningkat menjadi 13,9%. Pada variasi 14% terjadi penurunan menjadi 13,3%. Dan pada variasi 16% kembali turun menjadi 11,6%.

Kata Kunci: Tanah, Serbuk Cangkang Telur, CB), Stabilisasi, Variasi

I. PENDAHULUAN

Tanah sangat penting perannya dalam sebuah konstruksi, yaitu konstruksi bangunan gedung, jalan, jembatan, bendungan dan konstruksi-konstruksi lainnya, berdasarkan sifatnya tanah terbagi menjadi dua yaitu tanah granuler dan tanah kohesif. Tanah granuler adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antar butir-butirnya atau tidak mengandung lempung contohnya seperti pasir. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antar butir-butirnya contohnya seperti tanah lempung

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air. Sehingga tanah lempung dikategorikan sebagai tanah kurang stabil. Oleh sebab itu, perlu dilakukan peningkatan terhadap sifat - sifat tanah lempung, sehingga bisa dihasilkan material tanah lempung yang memiliki sifat teknis yang lebih baik. Salah satu metode perbaikan tanah yaitu metode *California Bearing Ratio* (CBR).

Stabilisasi tanah secara umum merupakan suatu proses untuk meningkatkan kapasitas dukung pada sifat – sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut agar dapat menaikkan kekuatan tanah.

Pada penelitian ini, peneliti berinisiatif mengkaji seberapa besar pengaruh penggunaan serbuk cangkang telur untuk meningkatkan stabilitas tanah lempung dengan metode California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium, metode penelitian di atas mengikuti hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan serbuk cangkang telur dengan hasil peningkatan nilai CBR tanah, penelitian ini menggunakan benda uji yang terdiri dari benda uji dalam kondisi tanah

alami (asli) dan benda uji dari hasil stabilisasi berupa tanah lempung dan serbuk cangkang telur.

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan variasi serbuk cangkang telur terhadap nilai *California Bearing Ratio* pada tanah lempung tersebut, kemudian apakah ada perubahan nilai CBR setelah dilakukan stabilisasi tanah lempung tersebut, dan seberapa besar presentase variasi serbuk cangkang telur terhadap tanah lempung untuk meningkatkan daya dukung tanah.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh tanah asli dan campuran serbuk cangkang telur terhadap nilai CBR pada tanah lempung, dan meningkatkan daya dukung tanah dengan pengujian CBR dan memanfaatkan limbah cangkang telur yang di olah menjadi serbuk, kemudian dicampur dengan tanah lempung untuk mengetahui peningkatan daya dukung tanah.

Adapun ruang lingkup dalam penulisan ini adalah tanah lempung yang digunakan berasal dari Desa Blang Pala, Kecamatan Banda Baro, Kabupaten Aceh Utara. Komposisi campuran antara tanah dengan serbuk cangkang telur adalah 0%, 12%, 14%, dan 16%. Pada pengujian CBR hanya dilakukan pengujian tanpa rendaman dan Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.

A. Tanah Lempung

Menurut Hardiyatmo (2002) Mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat atau “Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm”.

B. Cangkang Telur

Cangkang telur memiliki banyak kandungan kalsium didalamnya. Kandungan kalsium yang cukup besar berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah stabilisasi tanah lempung.

C. Pemadatan Standar

Tujuan pemadatan diantaranya untuk memadatkan tanah dalam keadaan kadar air optimum, sehingga udara dalam pori-pori tanah akan keluar. Untuk mengetahui kadar air yang optimum pada tanah, maka dilakukan pengujian pemadatan proktor standar, pengujian tersebut dilakukan dengan pemadatan sampel tanah basah (pada kadar air terkontrol) dalam suatu cetakan dengan jumlah 3 lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan 25 tumbukan yang ditentukan dengan penumbuk dengan massa 2,5 kg dan tinggi jatuh 30 cm.

Adapun rumus yang berhubungan dengan standard compaction adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghitung kepadatan tanah basah.

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

W = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

V = volume cetakan

2. Untuk membuat garis ZAV dapat ditulis dengan persamaan:

$$\gamma_{ZAV} = \frac{G_s - \gamma_w}{1 + e} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

G_s = berat spesifik butiran pada tanah

γ_w = berat jenis air

w = berat volume air
e = angka pori

3. untuk menghitung kepadatan tanah kering, dapat digunakan dengan rumus:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

γ_d = kepadatan tanah kering (gr/cm³)

γ_b = kepadatan tanah basah (gr/cm³)

w = kadar

D. California Bearing Ratio (CBR)

California Bearig Ratio (CBR) adalah percobaan daya dukung tanah yang dikembangkan oleh *California State Highway Departement*. Prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dangan menusukkan benda kedalam benda uji. Dengan cara ini dapat dinilai kekuatan untuk membuat perkerasan.

Pengujian kekuatan CBR dilakukan dengan alat yang mempunyai piston dengan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,05 inch/menit, proving ring digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai CBR pada penetsai 0,1”} = \frac{A}{3000} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Nilai CBR pada penetsai 0,2”} = \frac{B}{4500} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

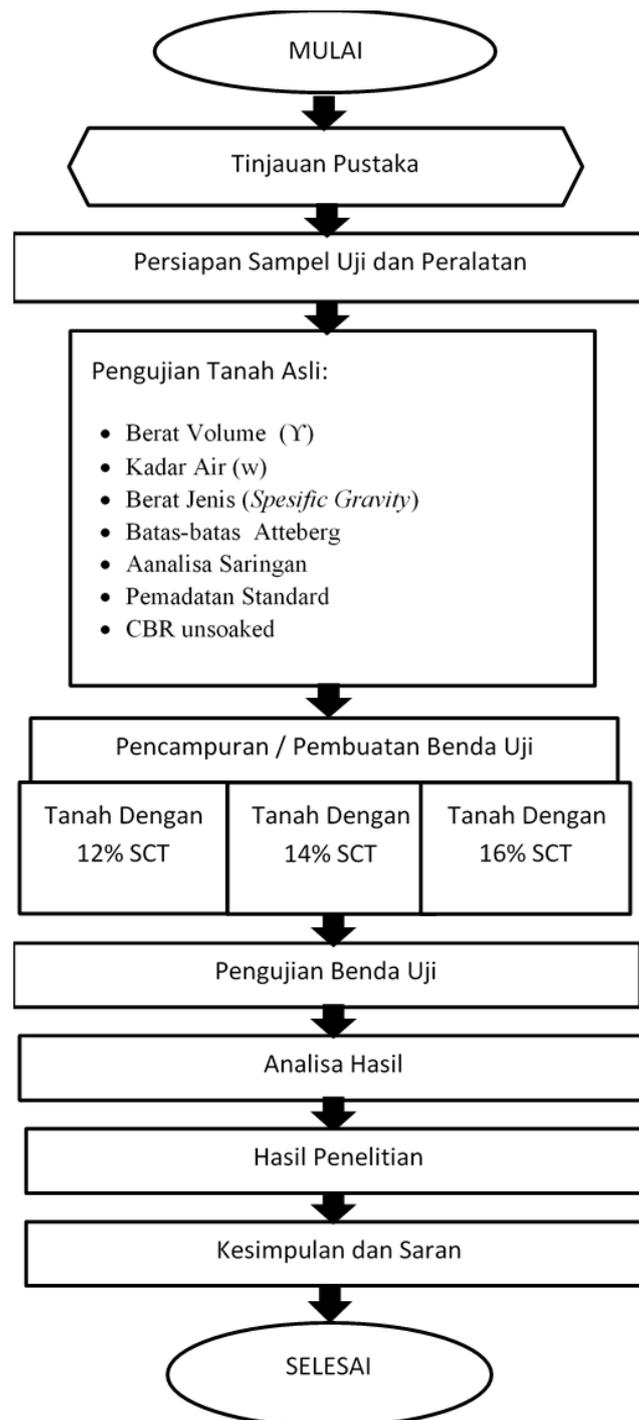
Dimana

A = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1”

B = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,2

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada sampel tanah asli dan tanah yang diberikan bahan stabilisasi berupa penambahan Serbuk Cangkang Telur (SCT) dengan berbagai variasi campuran yaitu 0%, 12%, 14%, dan 16%. Lokasi pengambilan sampel tanah lempung yang menjadi objek penelitian ini adalah di Desa Blang Pala, Kecamatan Banda Baro, Kabupaten Aceh Utara. Cangkang telur yang digunakan adalah hasil dari limbah pedagang UMKM yang berada disekitaran Kota Lhokseumawe.



Gambar 1. Diagram Alir

Langkah Pekerjaan Pengujian adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel tanah lempung dilokasi dan juga pengambilan sampel cangkang telur yang kemudian di olah menjadi serbuk.
2. Dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis pada tanah asli.
3. Setelah itu dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis pada tanah yang telah dilakukan pencampuran dengan menggunakan serbuk cangkang telur plastik dengan variasi yang telah ditentukan.
4. Selanjutnya dimasukkan ke dalam tabel untuk masing pada setiap sampel guna mengetahui pengaruh abu cangkang kelapa sawit terhadap daya dukung tanah lempung.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

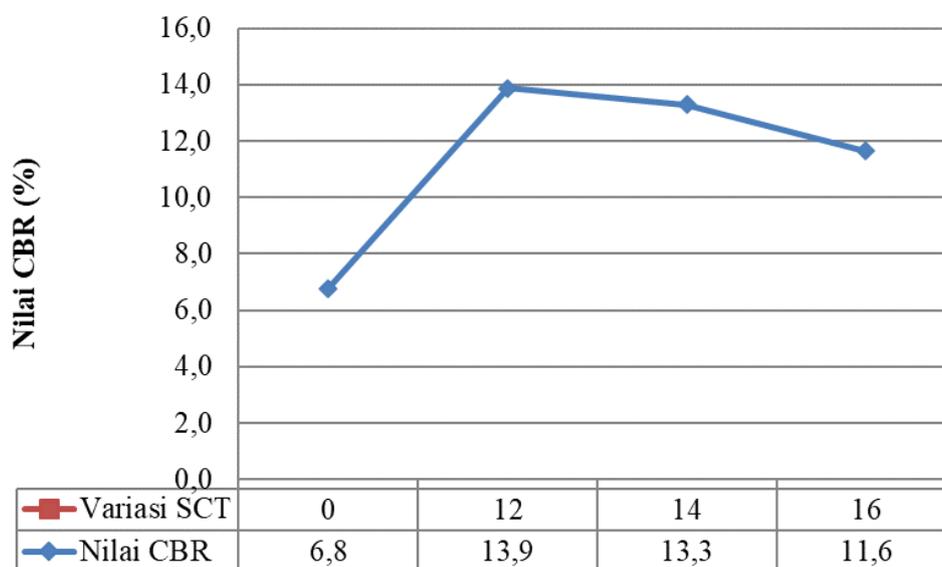
Berikut adalah hasil pengujian tanah dengan campuran Cacahan Sampah Plastik antara lain.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis tanah

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Kadar air tanah asli (w)	%	31,07
2	Berat volume tanah basah (γ_b)	gr/cm ³	1,84
3	<i>Specific Gravity</i> (G_s)	(kN/m ³)	2,58
4	<i>Atterberg Limit</i> : Batas Cair (LL)	%	58,70
5	Batas Plastis (PL)	%	42,73
6	Indeks Plastisitas (PI)	%	15,97
7	Klasifikasi tanah	AASHTO	A-7-5 (15)
8	Pemadatan standar : Kadar air optimum (W_{opt})	%	25,60
9	Berat kering maksimum (γ_d)	%	1,53
10	Uji CBR : Tidak Rendaman (<i>Unsoaked</i>)	%	6,8

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai perbandingan antara berat butir-butir tanah dengan berat air dan dengan bahan stabilisator yaitu Serbuk Cangkang Telur, lalu destilasi udara dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

Seperti yang terlihat pada tabel 1 yang pada awalnya nilai berat jenis tanah asli adalah 2,58, kemudian pada kadar air tanah asli di dapat 31,07% , untuk *Atterberg Limit* masing masing nilai LL yaitu 58,7%, nilai PL 42,73% dan PI 15,97%, selanjutnya untuk uji pemadatan standard di dapat nilai kadar air optimum yaitu 25,6% dan berat kering maksimum 1,53%.



Gambar 1. Grafik Pengujian CBR *Unsoaked*

Pada grafik yang ditunjukkan oleh gambar 1, dari hasil pengujian terlihat bahwa dengan penambahan variasi serbuk cangkang telur 12% terjadi peningkatan nilai CBR yaitu 13,9%. Selanjutnya pada penambahan variasi serbuk cangkang telur 14% terjadi penurunan nilai CBR dengan nilai 13,3%. Dan pada penambahan serbuk cangkang telur 16% juga terjadi penurunan nilai CBR dengan nilai 11,6%. Hal ini disebabkan karena kadar serbuk cangkang telur telah mencapai optimum pada variasi penambahan 12%, oleh sebab itu pada penambahan variasi serbuk cangkang telur 14% dan penambahan serbuk cangkang telur 16% terjadi penurunan pada nilai CBR.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh penggunaan variasi serbuk cangkang telur terhadap stabilitas tanah lempung dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa setelah dilakukannya pengujian tanah asli dari Desa Blang Pala, Kecamatan Banda Baro, Kabupaten Aceh Utara didapatkan nilai CBR tanah asli *unsoaked* 6,8%. Kemudian pada penambahan variasi serbuk cangkang telur 12% terjadi peningkatan nilai CBR yaitu 13,9%. Selanjutnya pada penambahan variasi serbuk cangkang telur 14% terjadi penurunan nilai CBR dengan nilai 13,3%. Dan pada penambahan serbuk cangkang telur 16% juga terjadi penurunan nilai CBR dengan nilai 11,6%. Hal ini disebabkan karena kadar serbuk cangkang telur telah mencapai optimum pada variasi penambahan 12%, oleh sebab itu pada penambahan variasi serbuk cangkang telur 14% dan penambahan serbuk cangkang telur 16% terjadi penurunan pada nilai CBR.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1989. (*American Asscociation of State Highway and trasnsportation Official classification*) sistem klasifikasi tanah
- ASTM. 2001. (*American Standard Testing and Material*),
- Bowles. 1989. karakteristik fisik tanah lempung
- Braja, M. Das. 1985. *Mekanika tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis) jilid 1*. Erlangga: Jakarta.
- Braja, M. Das. 1988. *Mekanika tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis) jilid-2*. Erlangga: Jakarta.
- Butcher, G.D, Miles. R. 1990. *Concepts of Eggshell Quality*. http://poultryinfo.co.za/articles/Old/egg_shell_quality.pdf. 23/08/2016.21.30
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika tanah I*. Erlangga: Jakarta.
- Kerr, P. F. 1959. *Optical mineralogy* (Vol. 1). McGraw-Hill Book Company
- L.D. Wesley. 1977. *Mekanika tanah*. Andi: Jakarta.
- Supardin. 2012. *Penuntun dan lembar kerja praktikum pengujian tanah*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe: Lhokseumawe.
- Woelandari Fathonah, Enden Mina, Rama Indera Kusuma, dan Novarin Salim. *Pemanfaatan serbuk cangkang telur sebagai bahan stabilisasi tanah dan pengaruhnya terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR)*. (<https://eprints.untirta.ac.id/7433/1/jurnal%20fondasi%20woelan.pdf>)