

PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN TERHADAP KUAT GESER LEMPUNG SEBELUM dan SESUDAH PENJENUHAN

Miftahul Ali, Syawal Satibi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Kode Pos 28293, Indonesia

E-mail: *miftahul.ali@gmail.com*

ABSTRACT

Soil is a material that very influential in the construction work. Major issues in soft soil are low bearing capacity and high settlement condition. One of soil stabilization effort is mixing PCC cement in specific content by the soil to improve shear strength. This research aims to study UCS and CBR values of mixed clay and cement at 2%, 3%, 4% and 5% content variations on soaked condition. The result showed that increasing cement content until 5% mixture raising soil dry density still optimum moisture content decrease. While over 5% cement mixture showed contrary behavior. UCS and CBR values not influenced by soaking process.

Key Words: CBR, UCS, clay, cement

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan jalan raya, daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi tebal perkerasan, semakin tinggi daya dukung tanah dasarnya, maka tebal perkerasan yang diperlukan untuk menahan beban lalu lintas semakin tipis. Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, dan lain-lain. Pengerjaan proyek jalan raya di musim-musim penghujan dapat mempengaruhi daya dukung tanah dasar, akibat adanya penambahan kadar air disaat hujan turun. Beberapa perbaikan tanah yang dapat dilakukan untuk mensiasati penurunan daya dukung tanah dasar adalah dengan menambahkan semen sebagai bahan tambahan. Penambahan semen pada tanah lempung sering digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar di tandai dengan meningkatnya nilai CBR.

Penelitian yang dilakukan Nugroho, S.A (2009) memberikan kesimpulan bahwa penambahan tanah non organik dan semen pada tanah gambut menyebabkan meningkatnya nilai CBR dan bertambahnya daya dukung tanah tanah.

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium terhadap pengaruh penambahan semen pada tanah lempung terhadap nilai CBR dan UCS umumnya hanya dilakukan pada kondisi kadar air dalam keadaan *OMC* , pada penelitian ini diteliti mengenai perubahan nilai CBR dan nilai UCS tanah lempung semen sebelum dan sesudah penjenuhan.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur nilai CBR tanah lempung murni dan variasi campuran tanah lempung + semen sebelum dan sesudah penjenuhan.

2. Melihat pengaruh penambahan semen pada tanah lempung, terhadap nilai CBR dan nilai UCS sebelum dan sesudah penjenuhan.
3. Melihat degradasi kuat geser tanah setelah penambahan semen dan kadar air akibat penjenuhan karena rendaman.

Tanah Lempung

Menurut Rachmansyah, *et al* (2008), tanah lempung merupakan tanah kohesif, yang dapat didefinisikan dengan indeks plastisitasnya yang tinggi dan ukuran partikel-partikelnya yang halus, serta banyak mengandung struktur kristalin yang bersifat mengembang apabila terdapat air. Dari hasil penelitian oleh Munawir, *et al* (2008), diperoleh kesimpulan bahwa dengan bertambahnya kadar air pada tanah lempung, maka nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) akan semakin berkurang.

Semen

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan ke dalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen *portland*, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air.

Stabilisasi Tanah dengan Semen

Stabilisasi tanah dengan semen ditentukan oleh beberapa faktor yang terpenting yaitu antara lain kualitas serta persentase dari

tanah, semen, dan air per unit volume, keadaan pada waktu hidrasi semen, dan umur pemeraman campuran (Kezdi, 1979).

California Bearing Ratio (CBR)

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”/0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1”/0,2” (Sukirman,1999).

CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) digunakan untuk mendapatkan nilai CBR pada keadaan kepadatan maksimum dengan kadar air yang telah ditentukan. CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, selain itu jenis CBR ini digunakan untuk mengontrol kepadatan yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. CBR dengan rendaman (*soaked*) digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara eksperimental. Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan, tahapan pertama adalah tahap persiapan, persiapan yang dilakukan yaitu mempersiapkan alat dan bahan untuk pengambilan benda uji dan pengujian, memperkirakan biaya yang akan dikeluarkan, dan menentukan ketepatan metode dalam pelaksanaan penelitian. Tahapan kedua adalah pengambilan benda uji, lalu dilanjutkan dengan penelitian di Laboratorium dan yang terakhir adalah menganalisa hasil pengujian.

Benda uji yang digunakan merupakan benda uji terganggu (*disturbed sample*) yaitu campuran antara tanah lempung dan semen, persentase masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Variasi Persentase Campuran Benda Uji

Variasi	Persentase Campuran Benda Uji (%)	
	Lempung	semen
Variasi 1	98	2
Variasi 2	97	3
Variasi 3	96	4
Variasi 4	95	5
Variasi 5	94	6
Variasi 6	100	0

Lokasi pengambilan tanah lempung adalah di Jalan Inpres, KM 11, Perawang. Semen yang di pakai adalah semen tipe PCC yang diperoleh dengan cara di beli di Toko Material Bangunan.

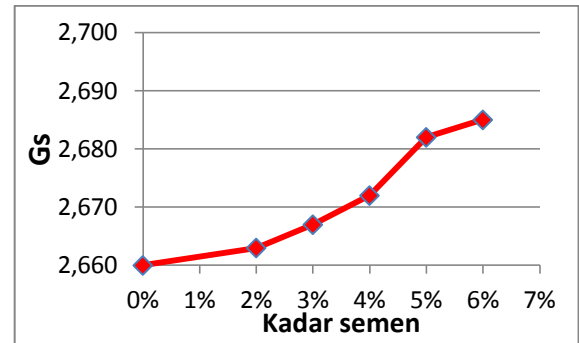
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau.

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian mengenai sifat-sifat fisis benda uji, pengujian batas-batas konsistensi tanah, pengujian pemadatan, pengujian CBR, dan pengujian UCS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*) Tanah

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh, maka dapat digambarkan hubungan antara persentase lempung terhadap nilai berat jenis tanah seperti pada Gambar 1.



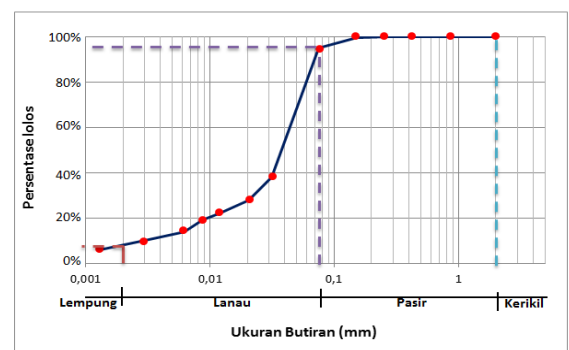
Gambar 1 Hubungan Antara Persentase Semen Terhadap Nilai Berat Jenis

Dari Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa, pada pencampuran antara tanah lempung dan semen yang digunakan sebagai benda uji, dengan semakin tinggi persentase semen maka akan semakin tinggi pula nilai berat jenis tanah tersebut, hal tersebut terjadi karena diperoleh nilai berat jenis semen lebih besar dari berat jenis tanah sehingga berat jenis tanah campuran meningkat seiring penambahan semen

Hasil Pengujian Gradasi

Pengujian gradasi ini dilakukan pada tanah lempung asli, metode yang digunakan adalah dengan analisa ukuran butir secara mekanis dan hidrometer.

Hasil pengujian gradasi pada tanah lempung asli dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kurva Distribusi Ukuran Butiran Tanah Lempung Asli

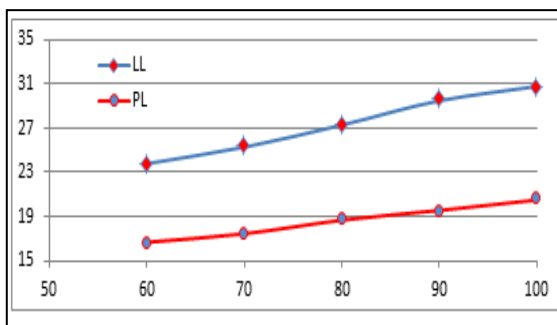
Dari Gambar 2, dapat ditentukan persentase butiran pasir, lanau, dan lempung berdasarkan USCS dan AASHTO, persentase-persentase tersebut ditampilkan Pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase Butiran Hasil Pengujian Gradasi Tanah Lempung Asli

No.	Deskripsi Tanah	Berdasarkan USCS		Berdasarkan AASHTO	
		Ukuran Butiran (mm)	Persentase Butiran (%)	Ukuran Butiran (mm)	Persentase Butiran (%)
1.	Kerikil	4,75 - 75	0	2 - 75	0
2.	Pasir	0,075 - 4,75	4,96	0,075 - 2	4,96
3.	Lanau	< 0,075	95,04	0,002 - 0,075	86,49
4.	Lempung			< 0,002	8,55

Hasil Pengujian Batas-Batas Konsistensi Tanah

Berdasarkan pengujian batas-batas konsistensi tanah yang telah dilakukan, maka dapat digambarkan hubungan antara persentase lempung terhadap batas-batas konsistensi tanah seperti pada Gambar 3.



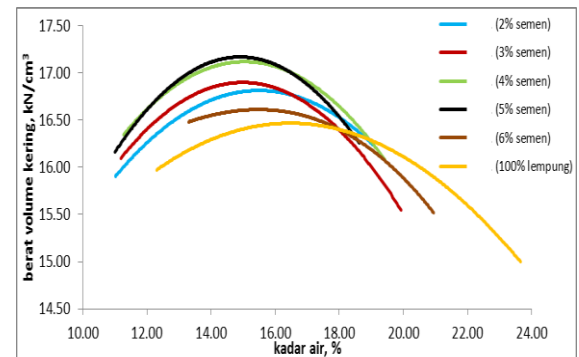
Gambar 3 Hubungan Antara Persentase Lempung Terhadap Batas-Batas Konsistensi Tanah

Dari Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa dengan semakin meningkatnya persentase lempung, maka nilai batas-batas konsistensi tanah juga semakin meningkat, yaitu nilai batas cair (*liquid limit*) dan batas plastis (*plastic limit*).

Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa nilai batas cair (*liquid limit*) mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan peningkatan batas plastis (*plastic limit*) terhadap peningkatan persentase tanah lempung, hal tersebut menyebabkan meningkatnya nilai indeks plastisitas (*plasticity index*) tanah.

Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian pemadatan standar (*standart compaction test*) yang digunakan untuk menentukan kadar air optimum (*OMC*) dan berat isi kering (γ_{dry}) maksimum. Pada pengujian ini dilakukan 5 variasi kadar air sehingga menghasilkan berat volume kering yang berbeda-beda dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil Pengujian Pemadatan Standar

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan standar pada Gambar 5, maka dapat ditentukan nilai kadar air optimum (*OMC*) dan berat volume kering (γ_{dry}) maksimum dengan hasil yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

No.	Variasi	Deskripsi Tanah	γ_{dry} Maks (kN/m ³)	OMC (%)
1	Variasi 1	100% Lempung	16,48	16,65
2	Variasi 2	98% Lempung + 2% Semen	16,82	15,50
3	Variasi 3	97% Lempung + 3% Semen	16,86	15,30
4	Variasi 4	96% Lempung + 4% Semen	17,12	15,00
5	Variasi 5	95% Lempung + 5% Semen	17,18	14,88
6	Variasi 6	94% Lempung + 6% Semen	16,63	15,30

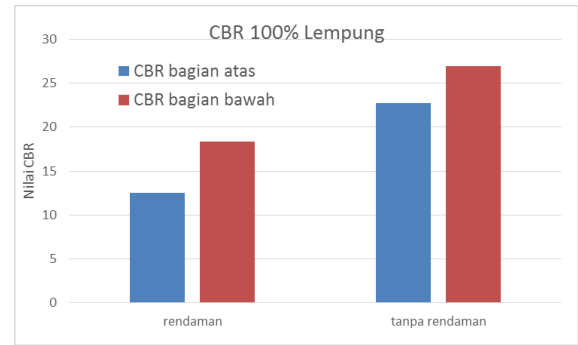
Pada Tabel 3 terlihat bahwa dengan semakin bertambahnya persentase semen, maka nilai γ_{dry} maksimum akan semakin meningkat dan juga nilai kadar air optimum akan semakin kecil. Namun hal ini hanya berlaku hingga 5 % penambahan semen. Untuk persen (%) semen di atas 5 % menunjukkan penurunan kembali nilai γ_{dry} maksimum dan juga bertambahnya nilai kadar air optimum. Sehingga dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa pada penambahan semen 5 % memberikan γ_{dry} yang paling maksimum dan kadar air optimum yang paling kecil.

Hasil Pengujian CBR Tanah

Berdasarkan nilai *OMC* yang diperoleh dari pengujian pemadatan tanah, maka nilai tersebut digunakan sebagai kadar air untuk pemadatan pada pengujian CBR, pada penelitian ini dilakukan pengujian CBR pada kondisi tanpa rendaman (*unsoaked*) dan kondisi dengan rendaman (*soaked*).

1. Hasil Pengujian CBR tanah Lempung

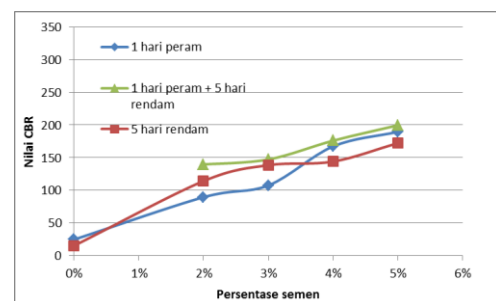
Pemadatan pada pengujian CBR ini dilakukan pada kondisi *OMC*. Pengujian nilai CBR dilakukan terhadap tanah bagian atas dan tanah bagian bawah, sehingga diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Pengujian CBR rendaman dan CBR tanpa rendaman tanah Lempung Murni

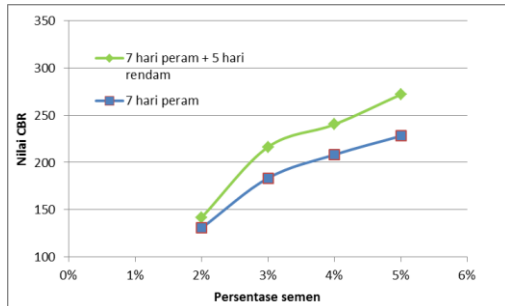
2. Hasil Pengujian CBR Campuran Tanah Lempung Semen

Pemadatan pada pengujian CBR ini dilakukan pada kondisi *OMC*. Nilai CBR tanah diuji setelah tanah di peram selama 1 hari, 7 hari, 14 hari dan direndam selama 5 hari untuk sampel CBR rendaman, perendaman dihentikan ketika pengembangan tanah tidak terjadi lagi. Penambahan semen pada tanah lempung menyebabkan meningkatnya nilai CBR tanah, baik itu nilai CBR rendaman maupun CBR tanpa rendaman, dengan di tambahnya semen meskipun tanah mengalami penjumlahan akibat perendaman nilai CBR tanah tidak mengalami penurunan.

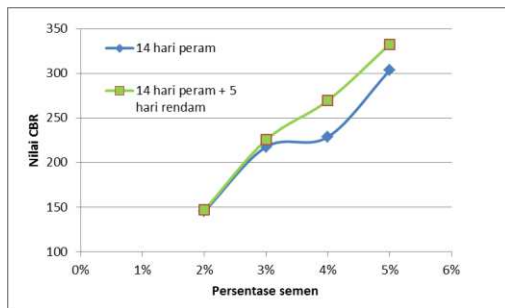


Gambar 6 Pengaruh Persentase Semen Terhadap Nilai CBR Rendaman dan nonrendaman (0 Hari dan 1 Hari Pemeraman)

Dari gambar 6 nilai CBR rendaman lebih besar dari pada nilai CBR tanpa rendaman. Ini terjadi karena pada sampel CBR rendaman terjadi penambahan waktu perawatan selama proses perendaman setelah sebelumnya di peram terlebih dahulu baru kemudian di rendam.



Gambar 7 Pengaruh Persentase Semen Terhadap Nilai CBR Rendaman dan nonrendaman (7 Hari Pemeraman)



Gambar 8 Pengaruh Persentase Semen Terhadap Nilai CBR Rendaman dan nonrendaman (14 Hari Pemeraman)

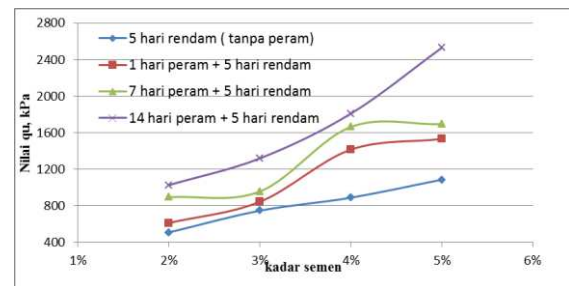
Gambar 4.6, gambar 4.7 juga menunjukkan meningkatnya nilai CBR tanah seiring dengan penambahan kadar semen pada tanah dan waktu pemeraman tanah. Dari hasil pengujian juga terlihat bahwa nilai CBR rendaman lebih tinggi dari nilai CBR tanpa rendaman dengan waktu pemeraman yang sama.

Hal ini juga di karenakan sifat dari kemampuan kekuatan ikat semen yang di pengaruhi oleh waktu pemeraman, dan pada sampel CBR rendaman terjadi penambahan waktu pemeraman pada waktu dilakukan

perendaman sampel setelah sebelumnya sampel di peram terlebih dahulu.

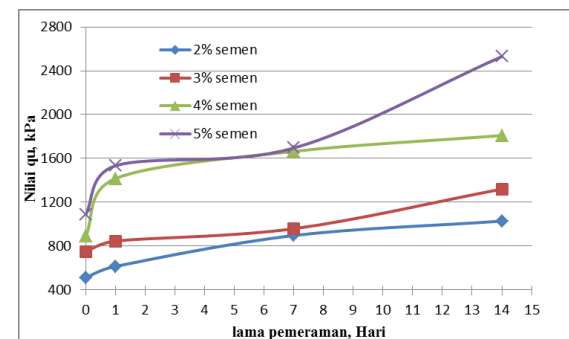
Hasil Pengujian UCS Tanah

Dari hasil pengujian terlihat bahwa semakin bertambah kadar semen dan lama waktu pemeraman, nilai q_u tanah juga meningkat. Pada persentase 5% semen dan dengan waktu pemeraman selama 14 hari di tambah 5 hari rendaman, menunjukkan kenaikan nilai q_u yang paling tinggi yaitu sebesar 2530 kPa.



Gambar 9 Nilai q_u untuk tiap variasi campuran terhadap kadar semen

Dari gambar 9 dapat di simpulkan bahwa seiring bertambahnya persentase semen pada tanah lempung nilai q_u tanah juga mengalami peningkatan. Pengikatan butiran-butiran padat tanah akibat adanya reaksi sementasi antar butiran tanah yang di tambah dengan semen memberikan efek peningkatan nilai q_u yang relatif besar.



Gambar 10 Nilai q_u untuk tiap variasi campuran terhadap waktu pemeraman

Dari gambar 10 menunjukkan pengaruh waktu pemeraman sampel tanah campuran lempung

semen dapat di tarik kesimpulan bahwa lamanya waktu pemeraman juga menyebabkan meningkatnya nilai q_u tanah, dengan hasil q_u tertinggi pada kadar persentase 5% semen dan waktu pemeraman selama 14 hari di tambah 5 hari rendaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan mengenai pengaruh penambahan semen pada tanah lempung terhadap nilai CBR dan nilai UCS tanah, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Penambahan persentase semen sebesar 5% dari berat total pada tanah lempung adalah yang menghasilkan γ_{dry} terbesar dan kadar air optimum yang paling kecil. Penambahan persentase semen besar dari 5% menyebabkan meningkatnya kembali kadar air optimum dan γ_{dry} kembali turun.
2. Penurunan nilai CBR akibat perendaman terjadi penurunan nilai CBR hingga mencapai 38% terhadap nilai CBR tanpa rendaman.
3. Nilai CBR tanah mengalami peningkatan setelah di tambah dengan semen, dan untuk nilai CBR rendaman pada tanah campuran semen menghasilkan nilai CBR yang lebih besar daripada nilai CBR tanpa rendaman.
4. Pada tanah campuran semen yang tidak di peram dengan kata lain langsung di rendam, nilai CBR tanah yang di dapat tidak menunjukkan penurunan melainkan meningkat.
5. Dari pengujian kuat tekan bebas, penambahan semen dan waktu pemeraman juga memberikan peningkatan nilai q_u tanah. Pada campuran 2% semen dengan masa perawatan 0 hari nilai q_u sebesar 510

kPa meningkat menjadi 613 kPa setelah di peram selama 1 hari.

Adapun saran dari penulis berdasarkan hasil penelitian ini adalah:

1. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji lebih lanjut tentang penambahan semen dengan memvariasikan jenis tanah dan jenis tipe semen yang digunakan.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji lebih lanjut dengan memvariasikan kadar air pada proses pencampuran semen dengan tanah, pencampuran semen dengan tanah tidak dalam kondisi tanah kering 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Rahmat et.all.** 2007 . Stabilisasi Tanah Dasar Dengan Penambahan Semen dan Renolith. ISBN No. 978-979-18342-0-9
- Bowles, J.E.** 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah* : Erlangga.
- Budhy, M.S.** 2009. Studi Evaluasi Nilai CBR Berdasarkan Uji CBR laboratorium, Uji CBR lapangan, dan Uji DCP pada tanah timbunan pada daerah Padalarang barat, Bandung. Skripsi Unpar.
- Das, B.M.** 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Mekanika Tanah) Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C.** 2006. *Mekanika Tanah 1*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

- Iqbal, M.** 2014. Pengaruh Kadar Lempung dan Kadar Air pada Sisi Basah terhadap Nilai CBR Pada Tanah Lempung Kepasiran (*Sandy Clay*). Draft Tugas Akhir. Universitas Riau.
- Jaleel, Z.T.** 2011. Effect of Soaking on the CBR-Value of Subbase Soil. Jurnal University of technology Baghdad.
- Kalantari, Behzad et.all.** 2009, Load-Bearing Capacity Improvement for Peat Soil. European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.32 No.2 (2009), pp.252-259
- Naeini, S. A., Moayed, R. Z.** 2009, *Effect of Plasticity Index and Reinforcement on the CBR Value of Soft Clay. International Journal of Civil Engineering.* Vol. 7, No. 2, June 2009
- Ningsih, S.R.** 2010 . Studi Laboratorium CBR Nonrendaman (*Unsoaked*) dan CBR Rendaman (*Soaked*). Jurnal Sains dan Teknologi 9 (2), September 2010 : 69-76.
- Nugroho, S.A.** 2009. Stabilisasi Tanah Gambut Riau Menggunakan Campuran Tanah Non organik dan Semen Sebagai Bahan Timbunan Jalan.
- Singh, Dharamveer et.all.** 2011, *Moisture and Compaction Based Statistical Model for Estimating CBR of Fine Grained Subgrade Soils. International Journal of Earth Sciences and Engineering* ISSN 0974-5904, Volume 04, No 06 SPL, October 2011, pp 100-