

INTERPRETASI HASIL UJI CBR UNTUK MENENTUKAN PANJANG DAN PROSENTASE SERAT PLASTIK OPTIMUM PADA STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN TRASS DAN LIMBAH ASETILEN

¹Heni Pujiastuti, ²Ngudiyono

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram

e-mail: ¹pujiastutih@gmail.com, ²ngudiyono@gmail.com

Abstrak. Pada pembangunan struktur jalan, *subgrade* perlu mendapat perhatian serius, karena mempengaruhi kondisi struktur jalan di atasnya. Sifat kembang susut yang relatif tinggi pada *subgrade* tanah lempung ekspansif merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan di Indonesia. Oleh karena itu tanah lempung perlu distabilisasi sebelum digunakan untuk *subgrade* jalan. Untuk mengetahui panjang serat optimum dan prosentase serat plastik optimum sebagai bahan inklusi pada stabilisasi tanah lempung dengan campuran 15% trass dan 5% limbah asetilen dilakukan pengujian eksperimen di Laboratorium Geoteknik Universitas Muhammadiyah Mataram dan Laboratorium Struktur Universitas Mataram. Secara garis besar pengujian dilakukan sebagai berikut: tanah lempung diambil dari Tanak Awu, Lombok Tengah, trass diambil dari Punikan, Lombok Barat, Limbah asetilen diambil dari Getap Mataram NTB, serat plastik berasal dari bekas kemasan air mineral jenis polypropilene dengan variasi panjang 5mm, 10mm, 15mm, 20mm, 25 mm, lebar 5mm dan prosentase 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dari berat keringnya, kemudian diuji CBR unsoeked. Hasil penelitian menunjukkan panjang optimum serat sebesar 20mm dan prosentase optimum serat sebesar 1% dari berat keringnya mampu meningkatkan nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{dry\ maks}$) sebesar 8,4%, nilai CBR sebesar 77,78%, dan nilai modulus secant meningkat sebesar 173,75 Mpa.

Kata kunci: Lempung ekspansif, stabilisasi, serat palstik, polypropilene, CBR

1. Pendahuluan

Pada pembangunan struktur jalan, *subgrade* atau tanah dasar merupakan hal yang perlu mendapat perhatian serius, karena kondisi tanah dasar mempengaruhi kondisi struktur jalan di atasnya baik dibangun dengan *rigid pavement* maupun *flexible pavement*. Sebagai pendukung struktur jalan yang berada di atasnya, *subgrade* harus mempunyai kuat dukung yang baik, tidak mengalami perubahan volume akibat perubahan kadar air selama masa layan. Disamping itu juga pembangunan struktur jalan perlu memperhatikan kenyamanan dan keawetan struktur jalan.

Sub grade jalan tidak selalu memiliki sifat teknis yang baik untuk struktur, misalkan *subgrade* berupa tanah lempung ekspansif. Sifat kembang susut yang relatif tinggi tanah lempung ekspansif merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan di Indonesia. Lempung ekspansif hampir terdapat di seluruh negeri ini mulai dari Sumatera Utara sampai ke Papua. Beberapa ruas jalan di Lombok bagian Selatan Propinsi Nusa Tenggara Barat sering mengalami kerusakan, hal ini disebabkan karena *subgrade* berupa tanah lempung ekspansif. Kerusakan struktur jalan sebelum masa layan akan menimbulkan kerugian yang lebih besar dibandingkan dengan memberikan treatment pada tanah dasar sebelum dibangun struktur jalan di atasnya.

Lempung ekspansif mempunyai sifat kembang susut yang relatif tinggi yang dipengaruhi oleh kadar airnya. Pada kondisi lunak lempung ekspansif mempunyai

kecenderungan untuk memiliki daya dukung yang rendah dan penurunan yang signifikan. Oleh karena itu tanah lempung perlu distabilisasi sebelum digunakan untuk *subgrade* jalan. Stabilisasi tanah pada umumnya dapat dilakukan dengan mencampur tanah dengan bahan tertentu sehingga terjadi reaksi kimia pada bahan campuran tersebut yang disebut dengan stabilisasi kimia. Stabilisasi kimia pada tanah lempung umumnya menggunakan kapur, semen, trass, abu sekam padi, fly ash dan lain-lain merupakan material yang dapat memunculkan reaksi *pozzolanic*. Stabilisasi secara kimia pada tanah lempung telah terbukti mampu meningkatkan sifat fisik dan mekanik tanah lempung hal ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Muntohar (2005); Maizir (2006), Wiqoyah (2007); Risman (2008), Andriani (2012) dan Gharib *et al* (2012).

Penggunaan serat sintesis jenis *polypropilene* (PP) untuk perkuatan pada berbagai jenis tanah baik dicampur dengan bahan yang lain maupun tidak telah mampu meningkatkan sifat teknis tanah telah dilakukan oleh Ziegler dkk. (1998), Puppala dan Musenda (2000), Abdi dkk.(2008), Jadhao dan Nagarnaik (2008); Freilich dan Zornberg (2010); Pashazadeh dkk.(2011), Choura *et al.* (2011); Nadeesha dkk. (2011); Sabat (2012).

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) biasa digunakan untuk mengukur kuat dukung *subgrade* jalan. Penelitian yang dilakukan Dutta dan Sarda (2007); Choudhary dkk (2010) menyatakan secara umum dengan penambahan serat pada tanah secara acak dapat meningkatkan nilai CBR. Pada penelitian ini akan dikaji hasil uji CBR untuk menentukan prosentase dan panjang serat optimum yang akan digunakan sebagai bahan perkuatan tanah lempung yang distabilisasi trass dan limbah asetilen.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan

2.1.1 Tanah Lempung

Sampel tanah lempung diambil dari desa Tanak Awu, Kec.Pujut, Kab Lombok Tengah Prop.Nusa Tenggara Barat.Tanah diambil $\pm 1-2$ m dari permukaan tanah.

2.2.2. Trass

Trass termasuk bahan galian golongan C merupakan hasil pelapukan batuan yang berasal dari gunung api yang banyak mengandung silika dan bersifat asam. Bahan galian ini berwarna putih kekuningan hingga putih kecoklatan. Sampel trass diambil dari salah satu daerah penambangan trass di desa Punikan Kecamatan Lingsar Kab. Lombok Barat Prop.Nusa Tenggara Barat. Dalam penelitian ini digunakan trass yang lolos saringan no.40.

3. Limbah Asetilen

Limbah asetilen merupakan hasil limbah pekerjaan pengelasan yang menggunakan gas asetilen. Limbah ini diambil dari daerah Getap kota Mataram NTB. Dalam penelitian ini digunakan limbah asetilen yang lolos saringan no.40.

4. Plastik jenis *Polypropilene*

Plastik berasal dari bekas kemasan air mineral dengan jenis polypropilen (PP), dipotong-potong dengan variasi ukuran panjang 5mm, 10mm, 15mm, 20mm, 25mm serta lebar 5mm (Gambar 1)

4.1. Pengujian Pendahuluan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan mineral (uji XRD), gambaran partikel lempung (uji SEM), kandungan unsur kimia, sifat fisik dan mekanik tanah lempung. Hal ini dilakukan untuk memberikan diskripsi sampel tanah lempung termasuk ekspansif atau tidak. Selain itu juga uji kuat tarik plastik bahan serat serta berat volume plastik.

4.2. Pengujian Utama

Pengujian utama berupa uji CBR unsoked dan uji pemadatan standart Proctor. Rencana pengujian seperti terlihat pada Tabel 1. Untuk menentukan jumlah air untuk pengujian, dilakukan uji pemadatan standart proctor pada campuran tanah lempung+15%trass+5%limbah Asetilen. Hasil pengujian diperoleh kadar air optimum (OMC) sebesar 27%.

Tabel 1
Rencana Pengujian

No.	Campuran	Variasi Panjang Serat
1	80% TL+15% T+5% LA+0% SP	-
2	79,5% TL+15% T+5% LA+0,5% SP	5mm,10mm,15mm,20mm, 25mm
3	79% TL+15% T+5% LA+1% SP	5mm,10mm,15mm,20mm, 25mm
4	78,5% TL+15% T+5% LA+1,5% SP	5mm,10mm,15mm,20mm, 25mm
5	78% TL+15% T+5% LA+2% SP	5mm,10mm,15mm,20mm, 25mm
Total pengujian = 21 sampel uji		

Keterangan : TL : Tanah Lempung
T : Trass
LA : Limbah Asetilen
S : Serat Plastik

5. Hasil Penelitian dan pembahasan

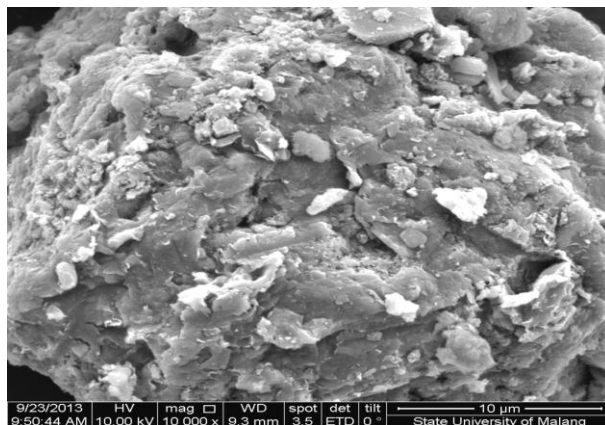
5.1 Hasil Uji Sifat Fisik, Mekanik, Komposisi Mineral dan Analisis Kimia Tanah Lempung

Uji ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik, kimia dan mineralogi tanah lempung untuk mendapatkan informasi tanah lempung termasuk tanah lempung ekspansif atau tidak. Secara visual sampel tanah lempung memiliki warna hitam keabuan, pada kondisi kering tanah berbongkah-bongkah dan keras sedangkan pada kondisi basah tanah licin dan liat (plastis). Hasil uji sifat fisik dan mekanik adalah kadar air 70.557%, specific gravity (G), 2.70, berat volume (γ) 1,54 gr/cm³, batas cair (LL) 97%, batas plastis (PL) 24,07%, batas susut (SL) 16,79%, indeks plastisitas (PI) 72,93%, Klasifikasi Tanah (Unified) CH, Klasifikasi Tanah (AASTHO) A7-6, Berat volume kering maksimum (MDD) 1,2 gr/cm³, Kadar air optimum (w_{opt}) 29,5%., CBR 6,525%

Kandungan Mineral Lempung Tanak Awu (Pujut) yaitu Anorthite 76.89%, Kaolinite 2.58%, Cristobalite 2.27%, Quartz 4.94%, Talc 11.08%, Albite, calcian, ordered 2.25% Sedangkan hasil analisis kimia tanah lempung mengandung SiO₂ 42,65%, Al₂O₃ 28,71%, CaO 2,77% dan MgO 0,92%.

Hasil uji konsistensi tanah menyatakan nilai batas cair (LL) sebesar 97%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 72,93% hasil uji komposisi mineral mengandung mineral lempung jenis Kaolinite 2,58% dan Talk (kelompok montmorillonite) sebesar 11,08%. Hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) juga menyatakan lembaran-lembaran

partikel lempung Tanak Awu (Pujut), seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Hasil uji diatas menyatakan lempung Tanak Awu (Pujut) termasuk tanah ekspansif tinggi karena $LL > 60\%$, $PI > 35\%$ dan mengandung mineral montmorillonite hal ini seperti dinyatakan oleh Holts dan Gibbs (1956), Seed dkk (1962), Van Der Merwe (1964), Dakssanamurty dan Raman (1973), Chen (1988) dan Sudjianto (2011).



Gambar 1. Hasil Uji SEM Tanah Lempung Pembesaran 10.000 Kali

5.2 Hasil uji Trass dan Limbah Asetilen

Hasil uji kimia trass dilakukan untuk mendapatkan informasi prosentase senyawa yang dikandung oleh material tersebut. Hasil analisa kimia trass sebagai berikut : SiO_2 sebesar 45,57%; Al_2O_3 sebesar 31,63%; CaO sebesar 4,32%; MgO sebesar 1,83%; dan Fe_2O_3 sebesar 9,52%. Berdasarkan hasil analisa kimia komposisi trass (dari Punikan Kab. Lombok Barat), komposisi $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 45,57\% + 31,63\% + 9,52\% = 86,72\% > 70\%$ menurut ASTM C 618 trass termasuk pozzolan kelas N. Little et all.(2002), menyatakan untuk pozzolan N memerlukan material lain yang mengandung CaO bila dipakai sebagai bahan stabilisasi. Oleh karena itu pada penelitian ini pozzolan berupa trass dicampur dengan limbah asetilen dari Getap Mataram prop. Nusa Tenggara Barat berdasarkan hasil uji kimia, kandungan CaO sebesar 60,26%.

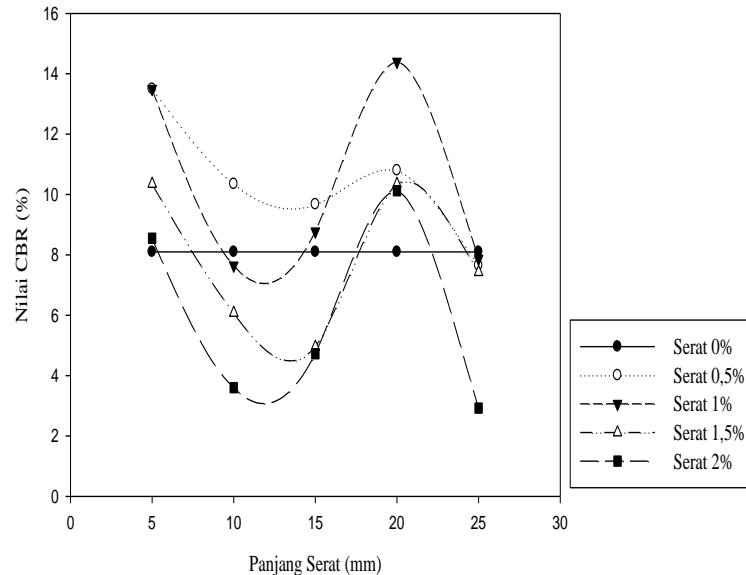
5.3 Hasil uji Limbah Plastik

Uji sifat fisik berupa berat volume dan sifat mekanik berupa kuat tarik dan regangan tarik dilakukan untuk menggambarkan kondisi fisik dan kekuatan serta regangan serat yang akan dipergunakan untuk perkuatan lempung Tanak Awu (Pujut). Berdasarkan hasil uji plastik mempunyai berat volume sebesar $9,63kN/m^3$. Prosedur uji kuat tarik menggunakan standart ASTM D 4885 seperti yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu antara lain Dutta dan Sarda (2007). Sampel uji kuat tarik plastik berbentuk segi empat dengan panjang 15cm, lebar 3cm dan tebal 0,15mm. Kecepatan tarik ditentukan 10mm/menit dengan alat uji tarik *Electromechanical Universal Testing Machine*. Hasil uji menyatakan Kuat tarik maks rata-rata sebesar 16,5 Mpa; Regangan tarik maks rata-rata sebesar 15,65%.

5.4 Hasil uji CBR

Nilai CBR merupakan parameter teknik yang sangat penting untuk mengevaluasi kekuatan material *subgrade* dalam mendesain perkerasan jalan. Sebelum diuji CBR sampel didiamkan 1 hari. Kurva beban-penurunan (penetrasi) untuk tanah

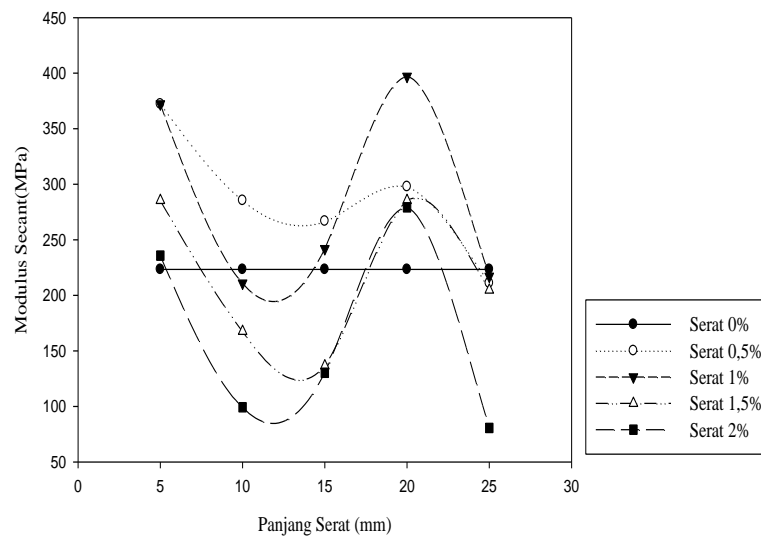
campuran (lempung+15%trass+5% limbah asetilen) tanpa inklusi serat dan dengan inklusi serat secara acak dengan prosentase 0,1%; 0,2; 0,3%; 0,4%; 0,5% dengan panjang serat 5mm, 10mm, 15mm, 20mm dan 25mm.



Gambar 2. Grafik Hubungan Nilai CBR dengan Panjang dan Prosentase Serat

Nilai CBR hasil uji diperlihatkan pada gambar 2. Dari Gambar tersebut menyatakan pada prosentase serat 0,5%, 1%, 1,5% maupun 2%, nilai CBR cenderung mengalami penurunan pada panjang serat 5mm-10mm, lalu mengalami kenaikan pada 10-20mm dan mengalami penurunan kembali pada panjang 20mm-25mm. Hal ini disebabkan karena pada serat 5-10mm belum terbentuk ikatan antar serat sehingga komposit tanah yang terbentuk kurang kaku, sedangkan serat panjang serat 10-20mm telah terbentuk ikatan antar serat sehingga akan meningkatkan komposit jika dikenai beban piston dan pada panjang serat 20mm-25mm, penambahan panjang serat sudah tidak efektif untuk meningkatkan kekuatan komposit tanah dan cenderung menurunkan kepadatan tanah. Nilai CBR optimum diperoleh pada tanah campuran lempung, trass, limbah asetilen, serat panjang 20mm dengan prosentase serat 1%, yaitu sebesar 14,4%. Nilai CBR pada kondisi tanah campuran tanpa serat diperoleh sebesar 8,1%. Dengan demikian nilai CBR mengalami kenaikan sebesar 77,78%.

Hasil uji CBR dapat dipergunakan untuk memprediksi nilai *subgrade reaction* (k_v) yaitu dengan cara menentukan nilai modulus secant (E_s). Nilai E_s atau k_v merupakan rasio antara tegangan pada saat penurunan 1 inch dengan konstanta 0,0025. Variasi nilai modulus pada tanah campuran lempung, trass, limbah asetilen tanpa ditambah serat maupun dengan tambahan serat secara acak dengan prosentase 0,1%; 0,2; 0,3%; 0,4%; 0,5% dengan panjang serat 5mm, 10mm, 15mm, 20mm dan 25mm diperlihatkan pada Gambar 3. Secara umum Perilaku nilai modulus secant sama dengan nilai CBR. Nilai modulus secant tertinggi pada tanah campuran lempung, trass, limbah asetilen dan serat panjang 20mm dengan prosentase serat 1%, yaitu sebesar 397,14 Mpa sedangkan kondisi tanah campuran tanpa serat sebesar 223,39MPa atau mengalami peningkatan sebesar 173,75Mpa.



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Modulus Secant dengan Panjang dan Prosentase Serat



Gambar 4. Foto Pelaksanaan Pengujian CBR di Laboratorium

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil uji sifat fisik dan komposisi mineral lempung Tanak Awu Kec. Pujut Kab. Lombok Barat termasuk tanah lempung ekspansif dengan kategori tinggi, sehingga tanah dasar (subgrade) perlu distabilisasi sebelum dibangun struktur jalan diatasnya.
2. Berdasarkan ASTM C 618 trass termasuk pozzolan kelas N, karena kandungan CaO yang relatif kecil sehingga memerlukan bahan lain yang mengandung CaO cukup significant dalam hal ini dipergunakan limbah asetilen dengan kandungan CaO sebesar 60,26%.

3. Penambahan serat plastik yang berasal dari bekas gelas air mineral, pada tanah lempung yang distabilisasi 15%trass dan 5% limbah asetilen dapat meningkatkan nilai CBR dan nilai modulus secant
4. Peningkatan nilai CBR dan nilai modulus secant tertinggi atau mencapai nilai optimum pada pemakaian serat dengan panjang 20mm sebanyak 1% dari berat keringnya.
5. Peningkatan nilai CBR sebesar 77,78%, sedangkan nilai modulus secant atau kv meningkat sebesar 173,75 Mpa.

6.2 Saran

1. Pada penelitian ini sampel yang diuji CBR tanpa dicuring hanya diperam 1 malam, oleh karena itu perlu kiranya dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan sampel yang telah diberikan variasi curing
2. Uji CBR yang dilakukan pada penelitian ini tanpa rendaman oleh karena itu perlu juga dibandingkan dengan uji CBR rendaman.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan atas dukungan dana dan program untuk penelitian ini, juga pada Laboratorium Mekanika Tanah UM Mataram dan Laboratorium Struktur & Bahan UNRAM atas penggunaan fasilitasnya.

Daftar Pustaka

- Abdi, M.R., Parsapajouh,A., Arjomand, A.M., 2008, *Effect of Random Serat Inclusion on Consolidation, Hydraulic Conductivity, Swelling, Shrinkage Limit, and Desiccation Cracking of Clays*, International Journal of Civil Engineering Vol.6 No.4 Desember 2008, Hal 284-292
- Andriani, Yuliet R., Fernandez FL., 2012, Pengaruh Penggunaan Semen sebagai stabilisasi pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah, Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 8 No.1, Februari 2012.
- Choura,M., Khelif N., Mnif, T. Dan Mena, L., 2011, *The Effect of Waste Polypropylene Fibre Inclusion on The Mechanical Behaviour of Sand Generated from The Aggregate Industry*, Journal of Soil Science and Environmental Management, Vol.2 No.12 Hal 384-392 Desember 2011
- Choudhary A.K. , Jha J.N. , Gill K.S., 2010, *A study on CBR Behavior of Waste Plastic Strip Reinforced Soil*, Emirates Journal for Engineering Research, 15 (1), 51-57 (2010)
- Desai, A.K. dan Solanki,C.H., 2011, *Performance of Serat Reinforced Clayey Soil*, EJGE, Bund.J, Vol 16 Hal 1067-1082.
- Dutta, R.K. dan Sarda, V.K., CBR Behaviour of Waste Plastic Strip-Reinforced Stone Dust/Fly Ash Overlaying Saturated Clay, Turkish J. Eng.Env.Sci. 31(2007), pp. 171-182.@ TUBITAK
- Freilich, B.J. dan Zornberg, J.G.,2010, *Effective Shear Strength of Serat-Reinforced Clays*, 9th International Conference on Geosynthetics, Brazil.

- Gharib M., Saba H., Barazesh A., 2012, *Experimental Investigation of Impact of Adding Lime on Atterberg Limits in Golestan Province Soils*, International Research Journal of Applied and Basic Sciences. Vol., 3 (4), 796-800, 2012
- Jadhao, P.D., dan Nagarnaik, P.B., 2008, *Influence of Polypropylene Serats on Engineering Behaviour of Soil-Fly Ash Mixture for Road Construction*, EJGE, Bund.C, Vol 13
- Maizir, H., 2006, Penggunaan Abu kapur (quick lime) Untuk Stabilisasi Tanah Lempung Pada Lapisan Perkerasan Jalan Raya, Jurnal Sains dan Teknologi 5(1), Maret 2006 : 12-17
- Muntohar, AS., 2005, The Influence of Molding Water Content And Lime Content on the strength of stabilized Soil With Lime and Rice Husk Ash Dimensi Teknik Sipil Vol 7, No. 1, Maret 2005: 1 – 5
- Nadeesha, A.M.K.N., Thileepan, T., dan Nawagamura, U.P., 2011, *Study on The Use of Waste Polythene in Reducing The Brittleness of Soft Soils Improved with Cement*, Annual Research Journal of SLSAJ Vol 11 Hal 72-75
- Nelson J.D., dan Miller, D.J., 1992, *Expansive Soils : Problems and Practice in Foundation and pavement Engineering*, John Willey & Sons Inc.
- Pashazadeh, A., Ghazavi, M., dan Chekaniazar, M, 2011, *Experimental Study of The Effect of Polypropylene Serats with Random Distributio on The Engineering Behaviour of The Mixture of Flimsy with Clay Soils*, Journal of American Science, Vol 7 NO.6, <http://www.americanscience.org>.
- Puppala, A.J. dan Musenda, C., 2000, *Effect of Serat Reinforcement on Strength and Volume Change in Expansive Soils*, Transportation Research Rec. No.1736, Hal 134-140.
- Risman, 2008, Kajian Kuat Geser dan CBR Tanah Lempung Yang distabilisasi Abu Terbang dan Kapur, Wahana Teknik Sipil Vol 13 No.2 Agustus 2008 : 99-110
- Sabat, A., K., 2012, *Effect of Polypropylene Serat on Engineering Properties of Rice Husk Ash-Lime Stabilised Expansive Soil*, Bund.E., Vol 17 Hal 651-659
- Utomo, P., 2004, Daya Dukung Ultimit Fondasi Dangkal Di Atas Tanah Pasir Yang Diperkuat Dengan Geogrid, Dimensi Teknik Sipil, Jurnal Keilmuan dan Penerapan Teknik Sipil Vol 6 No.1 hal 15-20, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Widianti, A., Hartono E., Muntohar A.S., Rosyidi DA., 2008, Uji Triaksial Unconsolidated-Undrained pada Campuran Tanah Lanau - Kapur - Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik, Jurnal Semesta Teknik, Vol. 11 No. 2 (November 2008): 171-180
- Ziegler, S., Leshchinsky, D., Ling, H.I., Perry, E.B., 1998, *Effect of Short Polymeric on Crack Development in Clays*, Soils and Foundations, Japanese Geotechnical Society, Vol 38 No.1 Hal 247-253 Maret 1998