

**STUDI PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH LUNAK UNTUK PEMBANGUNAN
MASJID DI SUMENEP**
**SOFT SOIL IMPROVEMENT PLANNING STUDY FOR MOSQUE
CONSTRUCTION IN SUMENEP**

Hilfi Harisan Ahmad¹, Setiyo Ferdi Yanuar², Ilanka Cahya Dewi³

¹Program Studi Teknik Sipil –Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Jember
Alamat korespondensi

email: hilfiharisana@unmuhjember.ac.id

² Program Studi Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Jember
Alamat korespondensi :

email: setiyoferdi@unmuhjember.ac.id

³ Program Studi Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Jember
Alamat korespondensi :

email: ilankadewi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Kebutuhan lahan untuk menunjang kehidupan manusia semakin hari semakin bertambah banyak. maka diperlukan kegiatan perbaikan tanah agar lahan dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari dengan baik dan tanpa gangguan. Penelitian ini membahas tentang penggunaan lahan yang kurang layak untuk digunakan menjadi layak digunakan dalam kegiatan sehari-hari. kondisi lahan digunakan untuk tempat pembuangan air dan penampungan air hujan. Dengan kondisi seperti itu sangat tidak dimungkinkan untuk langsung digunakan tanpa dilakukan perbaikan tanah terlebih dahulu. Tanah lempung harus dilakukan stabilisasi terlebih dahulu. Untuk mengetahui lapisan tanah maka dilakukan Pit test. Permukaan tanah di potong untuk membuang humus dan vegetasi yang tumbuh. Penelitian ini menggunakan studi literatur, stabilisasi menggunakan kapur, abu sekam padi, semen dan sirtu, masing-masing metode yang digunakan menghasilkan nilai yang bervariasi, stabilisasi menggunakan kapur menurunkan nilai indeks plastisitas, abu sekam padi mengandung sifat pozzolan, stabilisasi menggunakan semen prosentase 10% dapat menurunkan nilai indeks plastisitas. Stabilisasi campuran sirtu, batu pecah dan lempung menghasilkan nilai CBR minimum 51,23%.

Keywords: perbaikan tanah, lempung, sirtu, kapur, semen, abu sekam padi

Abstract

The need for land to support human life continues to increase day by day. So land improvement activities are needed so that the land can be used for daily activities properly and without disturbance. This research discusses the use of land that is less suitable for use and becomes suitable for use in daily activities. land conditions are used for water drainage and rainwater storage. Under such conditions, it is impossible to use it immediately without improving the soil first. Clay soil must be stabilized first. To find out the soil layer, a pit test is carried out. The surface of the soil is cut to remove humus and growing vegetation. This research uses literature studies, stabilization using lime, rice husk ash, cement and gravel sand, each method used produces varying values, stabilization using lime reduces the plasticity index value, rice husk ash contains pozzolanic properties, stabilization using cement has a percentage of 10 % can reduce the plasticity index value. Stabilization of a mixture of gravel sand, crushed stone and clay produces a minimum CBR value of 51.23%.

Keywords: Soil Improvement, Clay, Gravel Sand, Cement, Rice Husk Ash

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan lahan untuk menunjang kehidupan manusia semakin hari semakin bertambah banyak. Akibat dari terbatasnya lahan, maka diperlukan kegiatan perbaikan tanah agar lahan dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari dengan baik dan tanpa gangguan. Penelitian ini membahas tentang penggunaan lahan yang kurang layak untuk digunakan menjadi layak digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Lahan yang akan digunakan adalah untuk perluasan area masjid di Kabupaten Sumenep, Propinsi Jawa Timur. Kegiatan pemugaran masjid eksisting menyebabkan kebutuhan akan area terbuka hijau dan bangunan pendukung membutuhkan lahan baru. Lahan yang akan digunakan dalam perluasan area masjid ini terletak dibelakang masjid eksisting. Kondisi lahan ini berbatasan dengan area persawahan dan area pemukiman penduduk. Sebelum digunakan untuk rencana perluasan area masjid, lahan ini digunakan untuk tempat pembuangan air dan penampungan air hujan, sehingga kondisinya selalu basah, tergenang air dan ditumbuhi oleh vegetasi seperti ditampilkan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Kondisi Eksisting
Sumber: Dokumentasi pribadi

Pada gambar 1 dapat dilihat kondisi eksisting penuh dengan tanaman air/kangkung liar. Berikut ini pada gambar 2 ditampilkan kondisi permukaan tanah setelah dilakukan pembersihan tanaman air



Gambar 2. Kondisi tanah setelah pembersihan
Sumber: Dokumentasi pribadi

Dengan kondisi seperti itu sangat tidak dimungkinkan untuk langsung digunakan tanpa dilakukan perbaikan tanah terlebih dahulu. Tanah lempung harus dilakukan stabilisasi terlebih dahulu. Bila tanah lempung tidak dilakukan stabilisasi maka daya dukung yang diberikan juga kecil selain itu juga mempunyai sifat kembang susut yang besar akibat mineral yang dikandung (Herry widhiarto,dkk,2015), selain itu efek dari penggunaan tanah tanpa dilakukan stabilisasi adalah tanah yang naik dan turun pada pondasi bangunan atau jalan raya yang diakibatkan oleh penurunan tanah(Nina Fahriana,dkk,2019).

2. LANDASAN TEORI

Langkah awal dalam melakukan kegiatan perbaikan tanah ini adalah mengetahui kondisi tanah yang akan diperbaiki. Untuk mengetahui lapisan tanah maka dilakukan Pit test. Pit test atau sumur uji menurut SNI 03-6376-2000 adalah lubang hasil penggalian secara manual dengan lebar minimum 1 meter dengan kedalaman tertentu yang dibuat untuk melakukan observasi terhadap struktur peralihan tanah. Menurut bowles tanah adalah gabungan beberapa partikel yang terdiri dari salah satu atau keseluruhan jenis berikut ini.

1. Berangkal (*boulders*), merupakan bongkahan batu yang besar, berukuran lebih besar dari 250 mm - 300 mm. Untuk dimensi antara 150 mm - 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).

2. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm -150 mm.
3. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm-5 mm, pasir kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm - 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau.
5. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.

Tanah lempung memiliki partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur air (Nur Kholis,dkk,2018).

Bowles menyimpulkan bahwa kandungan mineral lempung dalam tanah merupakan penyebab sifat plastisitas dan kembang susut yang besar serta memiliki kekuatan yang lemah apabila dipengaruhi air. Tanah dasar merupakan tanah pondasi yang mendukung beban secara langsung. Tanah dasar yang dipilih seharusnya memiliki sifat yang memadai dan memenuhi syarat dan ketentuan. Namun masih banyak tanah dasar yang mempunyai sifat kurang baik sebagai tanah dasar /*subgrade* (Aazokhi Waruwu,dkk,2021).

Salah satu sifat kekuatan tanah yang berkaitan dengan jalan adalah nilai kekuatan *California Bearing Ratio* (CBR). Dalam perencanaan konstruksi jalan raya, CBR merupakan nilai patokan untuk kegiatan perencanaan tebal perkerasan badan jalan yang mensyaratkan nilai tertentu di samping syarat lainnya seperti gradasi. Soedarsono,1985:34 menetapkan tanah dasar untuk jalan ke dalam beberapa kelompok seperti tercantum dalam Tabel 1. Berikut ini

Tabel 1. Klasifikasi tanah dasar untuk jalan

No	Klasifikasi	Jenis tanah	CBR (%)
1	Sangat Baik	a. Sirtu b. Kerikil / pasir	25-60 20-60
2	Baik	a. Pasir kasar b. Pasir halus	10-30 6 - 25
3	Sedang	Lanau atau / dan Lempung	4 - 15
4	Jelek	Lempung organik	3 - 8
5	Sangat Jelek	Humus/tanah rawa (tanah organik)	-

Sumber: Soedarsono,1985:34

Konstruksi jalan direncanakan dapat dibangun di atas tanah dasar,dalam klasifikasi baik sesuai persyaratan yang diinginkan. Agar dapat menggunakan tanah dasar yang jelek maka harus mengacu pada syarat kekuatan, sehingga diperlukan usaha perbaikan. Salah satu usaha perbaikan tanah dasar yang jelek dapat dilakukan proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah adalah usaha yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis untuk memenuhi syarat teknis tertentu (Rama Indera Kusuma,2017). Bowles, 1993:201 menyatakan bahwa stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut yaitu:

- a) Meningkatkan kerapatan partikel tanah,
- b) Menambah material yang aktif sehingga menaikkan kekuatan geser pada tanah,
- c) Menambah bahan kimiawi pada tanah,
- d) Menurunkan muka air tanah.
- e) Membuang tanah yang jelek.

Penerapan dan tingkat keberhasilan dari tindakan tersebut sangat bergantung pada jenis dan kondisi tanah, peralatan dan metode pengujian yang diterapkan. Upaya stabilisasi tanah lempung sudah banyak dilakukan dengan stabilisator yang beraneka ragam seperti: kapur, semen kombinasi semen dengan abu terbang, bahan puzoland dan lain-lain. Alasan penggunaan bahan-bahan tersebut lebih didasarkan pada kesesuaian dengan jenis tanah, mudah diperoleh, harga yang murah dan ramah lingkungan. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan penggilas, jenis penggilas yang umum digunakan dilapangan adalah sebagai berikut.(Ratna Dewi Siregar,dkk,2021)

1. Penggilas besi dengan permukaan halus
2. Penggilas dengan ban karet
3. Penggilas kaki kambing

4. Penggilas getar.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian didasarkan pada metode yang sederhana. Tidak membutuhkan bahan baku yang banyak. Berdasarkan metode yang sederhana maka untuk mengetahui lapisan tanah dilakukan pit test sehingga dapat diketahui ketebalan masing-masing lapisan. Setelah ketebalan lapisan diketahui maka lapisan yang tidak layak untuk digunakan harus dibuang dan diganti dengan tanah yang lebih bagus. Penelitian ini membahas tentang perencanaan perbaikan tanah setelah lapisan humus dibuang. Beberapa metode perbaikan tanah digunakan dalam penelitian ini. Metode perbaikan tanah yang dibahas adalah, perbaikan tanah dengan menggunakan semen, perbaikan tanah dengan menggunakan batu kapur, perbaikan tanah dengan abu sekam padi, serta perbaikan tanah dengan pasir batu (sirtu).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal Proses pekerjaan stabilisasi tanah diawali dengan melakukan tes pit, tes pit dilakukan dengan dimensi lubang 1 meter x 1 meter dan kedalaman 1 meter. Hasil yang didapat dari tes pit pada lokasi pekerjaan perbaikan tanah adalah sebagai berikut.

- *0-20cm tanah warna Hitam
- *20-40 cm tanah warna hitam kekuningan
- *40-60cm warna kuning
- *60-80 cm warna kuning dan berpasir
- *80-100 cm warna kuning dan berbatu.

Melihat hasil pit test, menurut Bowles stabilisasi tanah yang dapat dilakukan adalah membuang lapisan tanah yang jelek. Setelah lapisan tanah paling atas/humus dihilangkan, maka langkah selanjutnya adalah perbaikan tanah dengan menggunakan batu kapur, perbaikan tanah dengan abu sekam padi, perbaikan tanah dengan mencampurkan semen serta perbaikan tanah dengan pasir batu (sirtu). penambahan batu kapur yang dicampurkan dengan lempung dengan prosentase 10 % menyebabkan penurunan indeks plastisitas dari 10,69% menjadi sebesar 5,15%, selain itu terjadi peningkatan nilai CBR laboratorium dari 2,69% menjadi

14,88% (Nurmaidah, 2022). Penggunaan kapur sebagai bahan campuran stabilisasi merubah sifat tanah unconfined dari semula 0,20 kg/cm² menjadi 1,47 kg/cm², sifat tanah tersebut apabila di bandingkan dengan tabel UCS yang tersaji pada tabel 2 adalah perubahan *very soft* menjadi *stiff* (Nurmaidah, 2022).

Tabel.2 jenis tanah menurut UCS

No.	Jenis Tanah Unconfined	Unconfined Compressive Strength (Kg/cm ²)
1	Very	<0,25
2	Soft	0,25-0,5
3	Medium	0,50-1,00
4	Stiff	1,00-2,00
5	Very Stiff	2,00-4,00
6	Hard	>4,00

Sumber: Dokumentasi pribadi

Berdasarkan tabel 2 dapat dibuktikan bahwa penggunaan batu kapur sebagai bahan stabilisasi, dapat memperbaiki kekuatan bebas tanah. Selain penggunaan kapur sebagai bahan stabilisasi, kapur dapat dicampur dengan bahan lain seperti sekam padi yang dibakar. Abu sekam padi yang dibakar akan menyebabkan munculnya sifat pozzolan. Penelitian yang dilakukan oleh Saleh dan Hawardi (2017) tentang abu sekam padi yang dicampur dengan kapur dan lempung menghasilkan nilai kohesi dan sudut geser yang disajikan pada tabel 3 dan 4 berikut ini.

Tabel 3. Nilai kohesi

Campuran (RHA=Rice Husk Ash),(SC=soft clay)	Masa peram			Kondisi tanah asli
	7 har i	14 har i	28 hari	
(4%RHA&CaCo3)+9 6%SC	0,3 0	0,3 1	0,3 6	0,2
(6%RHA&CaCo3)+9 4%SC	0,3 4	0,3 6	0,4 0	
(8%RHA&CaCo3)+9 2%SC	0,3 7	0,4 0	0,4 4	

Sumber: Dokumentasi pribadi

Berdasarkan tabel 3 dapat disimpulkan bahwa kohesi pada sampel tanah semakin meningkat seiring kenaikan jumlah prosentase campuran. Hal ini disebabkan karena semakin banyak

prosentase campuran maka semakin banyak juga gel yang terbentuk, seiring naiknya masa peram maka gel akan mengeras dan menyebabkan naiknya nilai kohesi pada tanah.

Tabel 4. nilai sudut geser

Campuran (RHA=Rice Husk Ash),(SC=soft clay)	Masa peram			Kondisi tanah asli
	7 hari	14 hari	28 hari	
(4%RHA&CaCo3)+96%SC	39,56	42,03	45,40	37
(6%RHA&CaCo3)+94%SC	40,82	44,32	46,44	
(8%RHA&CaCo3)+92%SC	44,32	45,40	48,41	

Sumber: Dokumentasi pribadi

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa semakin banyak campuran maka semakin banyak gel yang terbentuk sehingga meningkatkan lekatan pada sampel tanah uji.

Perbaikan tanah dengan menggunakan semen telah banyak digunakan penelitian yang dilakukan oleh andriani,dkk (2012), menyatakan bahwa indeks plastisitas (IP) pada lempung akan turun apabila kadar pemberian semen meningkat, hubungan indeks plastisitas dengan penambahan semen dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil pengujian atterberg tanah lempung dengan penambahan semen berbagai prosentase

No	Kadar Semen (%)	LL (%)	PL (%)	IP (%)
1	0	82.843	56.291	26.553
2	5	70.798	61.356	9.433
3	10	64.964	60.255	4.577
4	15	64.623	59.225	5.398
5	20	73.266	59.644	13.622

Sumber: Dokumentasi pribadi

Berdasarkan tabel 5 lempung tanpa penambahan semen memiliki IP sebesar 26,553 %, namun setelah diberi semen dengan penambahan sebesar 10 % akan turun menjadi sebesar 4.577 %. Dengan turunnya nilai IP maka potensi pengembangan dan penyusutan tanah dapat dikurangi, selain itu berdasarkan penelitian adriani,dkk(2012),nilai CBR

laboratorium semakin meningkat seiring kenaikan kadar prosentase semen.

Penelitian stabilisasi tanah lempung dapat dilakukan dengan menggunakan bahan sirtu, penelitian yang dilakukan oleh marpaung,dkk (2019), membahas tentang campuran sirtu dengan tanah dan batu pecah seperti yang ditampilkan pada tabel 6 berikut ini,

Tabel 6. Prosentase Campuran

Sirtu(%)	Batu 1-2(%)	Tanah (%)
65	15	20
60	15	25
55	15	30

Sumber: Dokumentasi pribadi

Penelitian yang dilakukan oleh marpaung,dkk (2019) tersebut menghasilkan kesimpulan ditampilkan pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Hasil penelitian

Sirtu	Batu 1-2	Tanah	IP	CBR	Wopt	γd max
65%	15%	20%	4,16 %	55,75 %	8,11%	2,042 gr/cm3
60%	15%	25%	6,08 %	53,24%	8,60 %	2,011 gr/cm3
55%	15%	30%	8,90%	51,23%	8,84%	2,002 gr/cm3

Sumber: Dokumentasi pribadi

Berdasarkan tabel 7 didapatkan nilai CBR paling kecil adalah 51,23 %, menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3, nilai minimum dari CBR adalah sebesar 50 %. Besar kecil nya nilai CBR dipengaruhi oleh nilai Indeks Plastisitas (IP). Semakin besar prosentase IP maka nilai CBR semakin rendah, pada tabel 6 nilai IP paling tinggi dan nilai CBR pada prosentase sirtu 55%.

Setelah pekerjaan stabilisasi tanah lempung dilakukan selanjutnya adalah pekerjaan peninggian elevasi dengan menggunakan sirtu. Pemadatan dan peninggian elevasi dilakukan bersamaan pemadatan langkah pemadatan secara umum adalah sebagai berikut.

- Sirtu dihamparkan perlayer dengan tinggi masing-masing layer 20 centimeter, dan setiap layer dipadatkan

- Setiap layer yang telah selesai dipadatkan diberi timbunan sirtu dan dilakukan pemadatan sampai mencapai batas elevasi yang telah ditentukan.
- Setiap dilakukan penghamparan dan pemadatan harus dilakukan juga pekerjaan penyiraman dengan menggunakan air.
- Setiap sudut area lahan diberi patok untuk ketinggian elevasi.
- Patok diberi warna yang jelas dan ditancapkan kuat agar tidak lepas apabila terkena getaran.

Pekerjaan yang dilakukan setelah pekerjaan timbunan selesai adalah pekerjaan pemasangan paving yang akan digunakan sebagai lahan parkir. Sebelum dilakukan pemasangan paving blok kegiatan yang perlu dilakukan adalah mengukur kerataan timbunan dan elevasi kemiringan arah pembuangan air.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

- Berdasarkan tabel 1 lapisan humus harus dibuang karena hanya memiliki nilai CBR yang sangat kecil sekali.
- Berdasarkan tabel 1. Bahwa dengan menggunakan sirtu sebagai bahan pelestabil tanah maka dapat diklasifikasikan timbunan sangat baik. Timbunan sirtu yang dihamparkan diharapkan mendapatkan nilai CBR sebesar 60%.
- Penggunaan kapur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dengan prosentase 10% dapat menurunkan nilai IP dari 10,69% menjadi sebesar 5,15%.
- Abu sekam padi mengandung sifat pozzolan
- Untuk menjaga kestabilan paving salah satunya adalah menggunakan pasir dengan toleransi kadar lumpur yang disyaratkan pada SK SNI S-04-1989-F yaitu maksimal 5 %.
- Untuk menjaga agar tidak terjadi keruntuhan timbunan, maka akan dibuat dinding penahan tanah dari pasangan

batu kali/batu pecah pada sekeliling area timbunan.

- Berdasarkan tabel 5 didapatkan prosentase semen yang baik adalah 10 %, karena ada penurunan nilai IP apabila tanah lempung diberi proporsi campuran semen.
- Semakin besar nilai IP maka nilai CBR menjadi rendah, dapat dilihat pada tabel 7, terjadi penurunan nilai CBR seiring naiknya nilai IP

6. REFERENSI

SNI 03-6376-2000, Pembuatan Sumur Uji Dan Puritan Uji Secara Manual,2000, Badan Standardisasi Nasional.

SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum,1989.

Spesifikasi Umum untuk Dokumen Pelelangan Nasional Penyediaan Pekerjaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Kontrak Harga Satuan.Edisi 2010 (Revisi 3). Republik Indonesia Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Bowles, J.E., 1993. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Terjemahan: JK. Hainim Jakarta: Erlangga

Soedarsono. (1985). Konstruksi Jalan Raya. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Herry Widhiarto,dkk,2015, STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN ABU-SEKAM DAN KAPUR,Surabaya, Jurnal Pengabdian LPPM Untag, Nopember 2015, Vol. 01, No. 02, hal 135 - 140

Nina Fahriana,dkk,2019, ANALISIS KLASIFIKASI TANAH DENGAN METODE USCS

(MEURANDEH KOTA LANGSA), Fakultas Teknik Universitas Samudra, Jurnal Ilmiah JURUTERA, 2019, ISSN 2356-5438, VOL.06 No.02 (12.2019)005–013

Nur Kholis,dkk, STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN SEMEN DAN RENOLITH CLAY SOIL STABILIZATION USING CEMENT AND RENOLITH, Jurnal BENTANG, 2019, Vol. 6 No. 1 Januari 2018.

PLASTIS TERHADAP CALIFORNIA BEARING RATIO LAPIS PONDASI AGREGAT KELAS-S, Jurnal Talenta Sipil, Vol.2 No.1, Februari 2019

Nur Kholis,dkk, STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN SEMEN DAN RENOLITH CLAY SOIL STABILIZATION USING CEMENT AND RENOLITH, Jurnal BENTANG, 2019, Vol. 6 No. 1 Januari 2018.

Aazokhi Waruwu,dkk, KAJIAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) PADA TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN VARIASI TEBAL STABILISASI MENGGUNAKAN ABU VULKANIK, Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-UNAND),2021, ISSN (Online): 2477-3484Vol. 17 No. 2, Juli 2021.

Rama Indra Kusuma,dkk, STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN PASIR LAUT DAN PENGARUHNYA TERHADAP NILAI CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) (Studi Kasus : Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu – Kab.Pandeglang), Jurnal Fondasi, Volume 6 No 2,2017.

Nurmaidah, PENAMBAHAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG UNTUK PERKERASAN JALAN RAYA, JCEBT, 6 (2) September 2022

Saleh,A.R dan Harwadi F, STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN ABU SEKAM PADI (RHA) DAN KAPUR (CaCO₃) DI KAMPUNG SATU KOTA TARAKAN, Jurnal Teknik UBT Vol. 1, No. 1, (2017)

Andrini,dkk, PENGARUH PENGGUNAAN SEMEN SEBAGAI BAHAN STABILISASI PADA TANAH LEMPUNG DAERAH LAMBUNG BUKIT TERHADAP NILAI CBR TANAH,Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 8 No. 1, Februari 2012

Marpaung,Dj.P,dkk, PENGARUH NILAI PLASTICITY INDEX MATERIAL