

PENGARUH PENAMBAHAN ABU BATU APUNG TERHADAP NILAI CBR LABORATORIUM

Kezia Christy Runturambi

Jack H. Ticoh, Lanny D. K. Manaroinsong

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : Christyrunturambi@gmail.com

ABSTRAK

Kekuatan tanah dasar memegang peranan penting dalam mendukung daya dukung tanah. Pada perencanaan jalan raya, nilai CBR tanah dasar sangat mempengaruhi tebal perkerasan, semakin tinggi nilai CBR tanah, maka tebal perkerasan yang diperlukan semakin tipis untuk menahan beban lalu lintas. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah.

Tanah lempung merupakan tanah yang kohesifitas besar yang mengakibatkan fluktuasi kembang susut yang relatif besar. Salah satu cara penanganannya, dengan melakukan perbaikan tanah atau stabilitas tanah. Stabilitas tanah menggunakan abu batu apung merupakan bahan stabilisasi yang tergolong ekonomis karena bahan ini mudah didapatkan serta mengandung silika sebagai bahan stabilisasi.

Dari hasil penelitian terjadi peningkatan nilai CBR dengan penambahan abu batu apung pada variasi campuran 2% dan 4% dengan peningkatan terbesar terjadi pada variasi campuran 4% dimana nilai CBR tanah asli sebesar 15.23% meningkat menjadi 23.34%. Dan pada penambahan abu batu apung sebesar 6% terjadi penurunan nilai CBR tanah menjadi 21.79%.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Batu Apung, CBR, Stabilitas Tanah

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu semakin banyak populasi manusia semakin tinggi pula kebutuhan akan pembangunan. Seperti bandar udara, pelabuhan, jalan serta gedung-gedung besar. Hal tersebut sangat mempengaruhi penggunaan lahan yang ada. Dengan keadaan lahan yang semakin sempit, lokasi yang kondisi tanah kurang baikpun (tempat perkebunan, bekas TPA, rawa, tepi bukit dan lokasi lainnya) harus dijadikan lokasi pembangunan. Dalam perencanaan jalan rayapun, nilai CBR tanah dasar sangat mempengaruhi tebal perkerasan, semakin tinggi nilai CBR tanah, maka tebal perkerasan yang diperlukan semakin tipis untuk menahan beban lalu lintas. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air dll.

Adapun sifat-sifat tanah yang harus diperhatikan dalam suatu proyek pembangunan yaitu daya dukung dan sifat fisis tanah. Dengan keadaan tanah yang berbeda-beda biasanya tanah tidak bisa langsung digunakan. Salah satu cara penanganannya, dengan melakukan perbaikan tanah atau stabilitas tanah. Metode yang sering dilakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan menambah bahan kimia, limbah industri, semen, batu apung, tras, abu batu bara (fly ash)

dan bahan lain berupa serat ataupun limbah-limbah yang ada di sekeliling kita.

Batu apung merupakan material yang berasal dari letusan gunung api yang mengandung gas yang memiliki komposisi rhyolitik dan umumnya membentuk zona-zona di bagian atas lava silikat. Batu apung mengandung bahan pozolanik yang sifatnya mirip dengan semen, batu apung merupakan bahan stabilisasi yang tergolong ekonomis karena bahan ini mudah didapatkan serta mengandung silika sebagai bahan stabilisasi. Dari sifat inilah batu apung dapat dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi. Selain itu penggunaan batu apung sebagai bahan stabilisasi belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan asumsi tanah yang akan digunakan adalah tanah lempung maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan abu batu apung dalam menstabilisasikan kekuatan tanah lempung.

Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas dapat diambil rumusan masalah yaitu seberapa besar pengaruh dari Abu Batu Apung untuk meningkatkan nilai CBR Laboratorium

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh abu batu apung untuk

meningkatkan daya dukung tanah, ditinjau dari nilai CBR laboratorium dan berapa presentase abu batu apung maksimum yang mampu meningkatkan nilai CBR.

Batasan Masalah

1. Pengaruh temperatur ruang terhadap benda uji tidak diperhitungkan
2. Campuran variasi diperoleh berdasarkan penambahan abu batu apung terhadap berat kering tanah udara, dengan kadar 2%, 4%, 6%, dan 8%.
3. Pengujian benda uji dilakukan dengan metode uji CBR (California Bearing Ratio).
4. Batu Apung diambil dari desa Koka kabupaten Minahasa.
5. Sampel tanah diambil dari desa Wori Kabupaten Minahasa Utara.
6. Pemadatan dilakukan secara manual dengan menggunakan Proctor Standard.
7. Prosedur penelitian mengikuti panduan praktikum mekanika tanah UNSRAT Manado
8. Komposisi kimia dalam batu apung tidak diteliti lebih lanjut karena keterbatasan laboratorium.
9. Abu batu apung yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tidak diperiksa gradasinya, yang dipakai hanya abu batu apung lolos saringan 100.

Manfaat Penelitian

1. Mengetahui nilai daya dukung tanah serta seberapa besar pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan batu apung terhadap tanah lempung.
2. Diharapkan menjadi acuan dalam pengembangan suatu model stabilisasi.
3. Sebagai referensi untuk mahasiswa lainnya apabila mengambil topik yang serupa.

LANDASAN TEORI

Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah

juga berfungsi sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel), pasir (sand), lanau (silt), atau lempung (clay), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut.

Abu Batu Apung

Batu apung merupakan material hasil muntahan gunung berapi yang kaya dengan unsur silika, aluminium, potash, soda serta oksida besi dan mempunyai struktur porous akibat keluarnya gas-gas atau uap yang larut di dalamnya pada waktu pembentukannya. Batu apung terbentuk blok padat, fragmen hingga pasir ataupun bercampur antara yang halus dengan yang kasar (craig 1994). Batu apung mempunyai sifat vesicular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas yang terkandung di dalamnya. Banyaknya ruang pori (Vesikel) pada batu apung yang dibatasi oleh dinding tipis membuat batuan ini mempunyai berat jenis yang sangat rendah. Batu apung biasanya memiliki berat jenis kurang dari 1, sehingga membuat batuan ini mampu mengapung diatas air. Pada umumnya batu apung terdapat sebagai bahan lepasan atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api. Mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung biasanya adalah feldspar, kuarsa, tridimit, dan kristobalit. Batu Apung berwarna abu-abu, putih, abu-abu kebiruan, abu-abu gelap, kemerahan kekuningan dan jingga.

Kadar Air (w)

Kadar air (w) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air (w_w) dengan berat tanah kering (w_s) dan dinyatakan dalam persen. Tanah terdiri dari butiran padat dan rongga pori. Rongga pori akan terisi air dan udara, apabila tanah dalam keadaan tidak jenuh. Kadar air dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100\% \quad (1)$$

dengan : w = kadar air (%)
 w_w = berat air (gram)
 w_s = berat tanah kering (gram)

Berat jenis tanah (Specific gravity)

Specific gravity (Gs) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperature 4°C (Hardiyatmo, 2010). Uji specific gravity dilakukan untuk mengetahui berat jenis dari tanah lempung. berat jenis dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2)$$

dengan: G_s = berat jenis
 γ_s = berat volume butiran padat (gram/cm³)
 γ_w = berat volume air (gram/cm³)

Tabel 1. *specific gravity* (G_s) pada macam-macam tanah

MACAM TANAH	SPECIFIC GRAVITY (G _S)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau An-Organik	2,62 – 2,68
Lanau Organik	2,58 – 2,65
Lempung An-Organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1.80

Sumber: Hardiyatmo 2010

Batas Cair (*Liquid Limid*)

Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan plastis, nilai batas cair diperoleh dari nilai kadar air pada 25 pukulan. Percobaan dilakukan terhadap beberapa sampel tanah kering udara lolos saringan nomor 40 dengan penambahan air yang berbeda. Untuk masing-masing kadar air banyaknya pukulan dihitung dengan jumlah pukulan berkisar antara 10 sampai 40. Sehingga dapat dibuat grafik semi logaritmik hubungan antara banyaknya pukulan dan nilai kadar air.

Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan plastis dan semi plastis, yaitu nilai kadar air tanah yang berbentuk silinder kecil berdiameter ± 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung. Percobaan ini dilakukan pada tanah kering udara yang lolos saringan nomor 40. Nilai batas plastis dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$PL = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \quad (3)$$

dengan : PL = batas plastis (%)
 m_1 = berat cawan (gram)
 m_2 = berat cawan + tanah basah (gram)
 m_3 = berat cawan + tanah kering (gram)

Indeks Plastisitas (*Plasticity Indeks*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Indeks plastisitas merupakan interval kadar air di tanah yang masih bersifat plastis. Oleh karena itu, indeks plastisitas menunjukkan nilai keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis yang kecil (kurang dari 75%) maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus, apabila interval kadar air besar (lebih dari 75%) disebut dengan tanah dengan plastisitas tinggi. Indeks plastisitas dapat dihitung dengan rumus:

$$PI = LL - PL \quad (4)$$

dengan : PI = indeks plastisitas (%)
 LL = batas cair (%)
 PL = batas plastis (%)

Analisis Hydrometer

Analisis hidrometer dilakukan untuk mendapatkan distribusi ukuran partikel-partikel tanah berdiameter kurang dari 0,075 mm. Pada prinsipnya Analisis hydrometer didasarkan pada sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila sampel tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran dan beratnya. Di dalam laboratorium, pengujian hydrometer dilakukan dalam silinder pengendap yang terbuat dari gelas yang mempunyai kapasitas 1000 ml. Pengujian ini menggunakan 100 gram tanah kering oven yang dicampurkan dengan larutan yang biasanya digunakan sebagai bahan pendispersi (dispersing agent). Total volume larutan air, tanah yang terdispersi dibuat 1000 ml dengan menambahkan air suling. Analisa hydrometer sangat efektif untuk memisahkan fraksi tanah halus sampai dengan ukuran kira-kira 0.5 η (Das, 1995).

Analisis saringan

Analisa saringan digunakan untuk mendapatkan distribusi ukuran partikel-partikel tanah berdiameter lebih dari 0,075 mm. Analisa saringan dilakukan dengan mengayak dan menggetarkan sampel tanah melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan makin kecil secara berurutan. Untuk standar ayakan di Amerika Serikat, nomor ayakan dan ukuran lubang diberikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Ukuran-ukuran standar Amerika Serikat

No. Saringan	Ø Lubang (mm)	No. Saringan	Ø Lubang (mm)
4	4,750	50	0,300
6	3,350	60	0,250
8	2,360	80	0,180
10	2,000	100	0,150
16	1,180	140	0,106
20	0,850	170	0,088
30	0,600	200	0,075
40	0,425	270	0,053

Sumber: Hardiyatmo, 2010

Pemadatan

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan memakai energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Pemadatan bertujuan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan untuk pekerjaan tertentu.

Dari pemadatan berat tanah basah didalam cetakan yang volumenya sudah diketahui maka berat volume tanah basah (γ_b) langsung dihitung sebagai berikut:

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \tag{5}$$

dengan : γ_b : berat volume tanah basah (gram/cm³)

W : berat tanah Basah (gram)

V : volume cetakan (cm³)

Setelah mencari berat volume tanah basah, maka langkah selanjutnya mencari kadar air dari masing-masing sampel tanah yang telah dipadatkan. Kadar air biasa diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100\% \tag{6}$$

dengan : w : kadar air (%)

w_w : berat air (gram)

w_s : berat tanah kering (gram)

Setelah berat volume tanah basah dan kadar air diketahui, maka selanjutnya dapat mencari nilai berat volume tanah kering (γ_d) dengan menggunakan persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \tag{7}$$

dengan : γ_d : berat volume tanah kering (gram/cm³)

w : kadar air (%)

γ_b : berat volume tanah basah (gram/cm³)

Uji CBR (California Bearing Ratio)

Pengujian CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama

Hasil pengujian dapat diperoleh dengan mengukur besarnya beban pada penetrasi tertentu.

Penetrasi 0,1” :

$$CBR (\%) = \frac{P_1}{3 \cdot 1000} \cdot 100\% \tag{8}$$

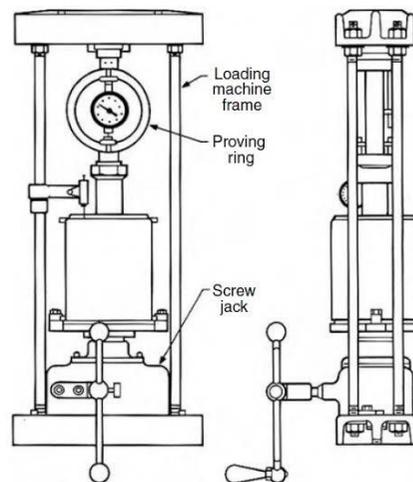
Penetrasi 0,2” :

$$CBR (\%) = \frac{P_2}{3 \cdot 1500} \cdot 100\% \tag{9}$$

dengan : P₁ : tekanan pada penetrasi 0,1 inch (psi)

P₂ : tekanan pada penetrasi 0,2 inch (psi)

CBR umumnya dipilih pada penetrasi 0,1”. Jika CBR pada penetrasi 0,2” lebih besar dari CBR pada penetrasi 0,1”, pengujian CBR harus diulang. Jika setelah diulang, tetap memberikan hasil yang serupa, CBR pada penetrasi 0,2” harus digunakan.



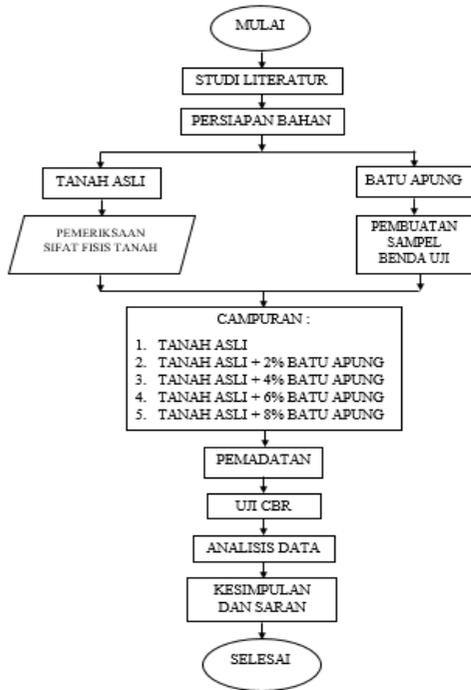
Gambar 1. Skema pengujian CBR (California Bearing Ratio)

Sumber: SNI 1744:2012

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pemodelan uji laboratorium dengan menggunakan rumus dan grafik. Untuk mengetahui karakteristik tanah yang akan diteliti perlu dilakukan beberapa

pengujian. Pengujian yang dilakukan antara lain adalah uji kadar air, specific gravity (Gs), Batas-batas Atterberg (liquid limit dan plastis limit), Analisa ukuran butiran (hydrometer dan Analisa saringan), standard proctor, dan uji CBR (California Bearing Ratio). Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji karakteristik Tanah

Tabel 3. Uji Karakteristik Tanah

No	Karakteristik Tanah	Nilai
1	Kadar Air (w)	4.381%
2	Batas Cair (LL)	50%
3	Batas Plastis (PL)	36.135%
4	Index Plastis (PI)	13.865%
5	Berat jenis (Gs)	2.724
6	Lolos Ayakan No.200	38.276%

Sumber: Penelitian

Klasifikasi Tanah Sistem AASTHO

Dari hasil pengujian batas-batas konsistensi dan hasil analisa saringan pada tabel 3. maka dilakukan klasifikasi tanah sistem AASTHO sebagai berikut:

- Batas Cair (LL) = 50
- Batas Plastis (PL) = 36.135
- Indeks Plastis (PI) = 13.865

- Presentase Butiran yang lolos saringan No. 200 = 38.276 %

Karena tanah yang lolos saringan 200 no.200 sebanyak 38.276% (lebih dari 35%), maka tanah ini masuk dalam klasifikasi tanah lempung.

- Hitung Indeks Grup (GI), sebagai berikut :

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15)(PI - 10)$$

$$= (38,276 - 35)[0,2 + 0,005 (50 - 40)] + 0,01 (38,276 - 15)(13,865 - 10)$$

$$= 1.718$$

- Dengan Batas cair (LL) = 50 dan indeks plastis (PI) = 13.865 % maka tanah yang digunakan adalah tanah berlempung dengan PI > 10 kelompok A-7 (LL min = 41 dan PI min = 11). Karena PI = 13.865 > LL-30 = 50 - 30 = 20 maka kelompok tanah menjadi A - 7 - 5 (2).

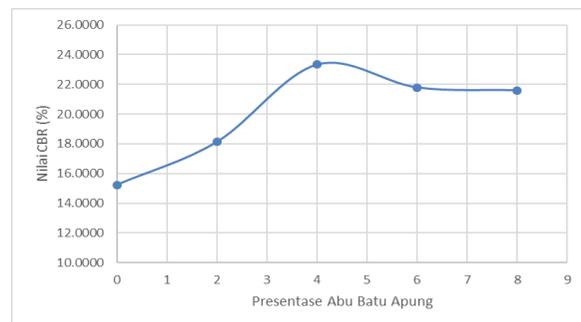
Pengujian CBR Tanpa Rendam

Hasil Percobaan CBR laboratorium tanpa rendam dengan campuran abu batu apung dapat dilihat pada tabel 4. serta pada gambar 2.

Tabel 4. Tabel Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendam antara Tanah Asli Dan Abu Batu Apung

Presentase Abu Batu Apung (%)	Nilai Cbr (%)	Berat Volume (Gram/Cm)
0	15.2394	1.4529
2	18.1329	1.4709
4	23.3413	1.4886
6	21.7981	1.4880
8	21.6052	1.4558

Sumber: Penelitian

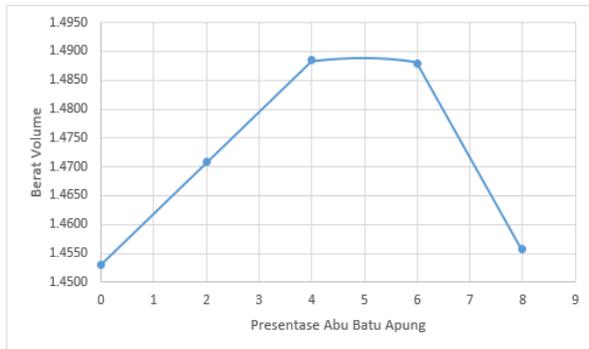


Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Presentase Abu Batu Apung Dan Nilai CBR Tanpa Rendam

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa pencampuran tanah dengan Abu batu apung dapat meningkatkan nilai CBR tanah yang awalnya 15.23% menjadi 23.34 % pada variasi campuran 4% abu batu apung. Namun pada pencampuran

abu batu apung yang melebihi 4% justru akan mengakibatkan menurunnya nilai CBR Tanah.

Nilai berat volume tanah meningkat saat penambahan abu batu apung pada persentase campuran 4%. Namun nilai berat volume tanah menurun pada penambahan abu batu apung 6%. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Presentase Abu Batu Apung Dan Berat Volume Tanah

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dengan Judul Penelitian “Pengaruh Penambahan Abu Batu Apung Terhadap Nilai CBR Laboratorium” dengan sampel tanah yang di ambil di Desa Wori Kecamatan Minahasa Utara.

Maka dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan nilai CBR dengan penambahan abu batu apung pada variasi campuran 2% dan 4% dengan peningkatan terbesar terjadi pada variasi campuran 4% dimana nilai CBR tanah asli sebesar 15.23% meningkat menjadi 23.34%. Dan pada penambahan abu batu apung sebesar 6% terjadi penurunan nilai CBR tanah menjadi 21.79%.

Saran

1. Perlu diadakan pengujian dengan bahan campuran lainnya.
2. Perlu diadakan pengujian dengan jumlah sampel lebih banyak dan kadar batu apung lebih besar sehingga bisa mendapatkan nilai CBR yang optimum.
3. Suhu lingkungan sekitar sampel diusahakan sama agar penguapan yang terjadi seragam antar sampel.
4. Perlu diadakan penelitian terhadap kandungan kimia yang terdapat dalam bahan stabilitas yang akan digunakan
5. Perlu diteliti lebih lanjut pengaruh pencampuran abuk batu apung terhadap nilai CBR rendaman. Agar dapat diketahui kondisi tanah saat terjadi hujan atau saat kondisi terburuk di lapangan.
6. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya abu batu apung di uji gradasinya untuk mengetahui apakah material tersebut termasuk lanau, lempung atau fine content

DAFTAR PUSTAKA

BSN, SNI 1744:2012

Das, B.M., 1995, “Mekanika tanah jilid I”, Badan Penerbit Erlangga, Jakarta

Kapantow, Gloria., 2018. *Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Campuran Tras*” Jurnal Tekno, Universitas Sam Ratulangi Manado

Hardiyatmo, H. C., 2010, *Mekanika Tanah I*, edisi ke V, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Lope, Brandon B.W., Agnes T. Mandagi, Josef E. R. Sumampouw, 2019, *Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu dan Serat Karung Plastik terhadap Nilai CBR Laboratorium Tanpa Rendam*, Jurnal Sipil Statik, Vol 7 No 11, November 2019. Universitas Sam Ratulangi Manado.

Mukramin, Suci., 2018. *Pengaruh Penambahan Campuran Semen, Tras dan Batu Apung terhadap Kuat Geser Tanah Lempung*, Jurnal Sipil Statik, Vol 6 No 7, Juli 2018, Universitas Samratulangi Manado

Takaendengan, Pretty Prescilia., S. Monintja, J. H. Ticoh, dan J. R. Sumampouw, 2013. *Pengaruh Stabilisasi Semen terhadap Swelling Lempung Ekspansif*, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No. 6, 2013, Universitas Sam Ratulangi Manado.