

# ANALYSIS OF CBR VALUE ON CLAYSILT SOIL DUE TO THE EFFECT OF WATER CONTENT CHANGE

## ANALISIS NILAI CBR PADA TANAH CLAYSILT AKIBAT PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR

Ary Sismiani, Novi Andhi Setyo Purwono  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto  
Kampus UNWIKU Jl. Beji Karangsalam PO BOX 185 Purwokerto 53152  
Email : [arysismiani@yahoo.co.id](mailto:arysismiani@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

*Claysilt is a soil that has its own uniqueness, in conditions that are too dry or too saturated, the soil will experience weakening or reduction in shear strength. Claysilt which is positioned as subgrade in a road construction project, needs to be reviewed about the size of CBR that meets the requirements for this soil. There are 4 variations of the test material used in this study, namely at the water content of 20.13%, 30.04%, 40.69% and 50.50%. Then the physical and mechanical properties of the soil were tested which included direct shear test and CBR test. From the results of the direct shear test, the internal cohesion and friction angles obtained as follows: cohesion value 0.28 kg / cm<sup>2</sup>, 0.58 kg / cm<sup>2</sup>, 0.35 kg / cm<sup>2</sup>, and 0.30 kg / cm<sup>2</sup>, while the friction angle internal soil 23.76°, 22.57°, 15.96°, and 14.82°, with a CBR value of 9.36%, 6.59%, 2.77%, and 1.73%. Thus it can be concluded that water content has a very large influence on CBR values. Therefore it is necessary to make an effort to maintain or reduce excess soil water content by reducing excess pore pressure, because at higher water levels it will cause soil The claysilt decreases the shear strength which is indicated by the smaller internal friction angle and the CBR value.*

**Keywords:** *claysilt, water content, shear strength, CBR*

### ABSTRAK

Claysilt adalah tanah yang mempunyai keunikan tersendiri, dalam kondisi terlampau kering atau terlampau jenuh, tanah akan mengalami perlemahan atau pengurangan pada kuat gesernya. Tanah claysilt yang berposisi sebagai tanah dasar pada proyek pembangunan jalan, perlu ditinjau tentang besarnya nilai CBR yang memenuhi syarat untuk tanah ini.. Ada 4 variasi benda uji yang digunakan pada penelitian ini, yaitu pada kadar air 20.13%, 30.04%, 40.69% dan 50.50%. Selanjutnya dilakukan uji sifat fisis dan mekanis tanah yang meliputi uji geser langsung dan uji CBR. Dari hasil uji geser langsung didapatkan nilai kohesi dan sudut gesek internal sebagai berikut : nilai kohesi 0,28 kg/cm<sup>2</sup>, 0,58 kg/cm<sup>2</sup>, 0,35 kg/cm<sup>2</sup>, dan, 0,30 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan sudut gesek internal tanah 23.76°, 22.57°, 15.96°, dan 14.82°, dengan nilai CBR sebesar 9.36% , 6.59%, 2.77%, dan 1,73%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kadar air mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap nilai CBR.. Oleh karena itu perlu suatu upaya untuk mempertahankan atau mengurangi kadar air tanah yang berlebih dengan cara mengurangi eksese tekanan air pori, sebab pada kadar air yang makin tinggi akan menyebabkan tanah claysilt tersebut mengalami penurunan kuat geser yang ditandai dengan makin kecilnya sudut gesek internal dan nilai CBR nya.

**Kata kunci :** *claysilt, kadar air, kuat geser, CBR*

## PENDAHULUAN

Pekerjaan pembangunan jalan tol diperlukan penanganan yang serius dikarenakan pada kondisi jalan itu selain jalan tersebut dijanjikan sebagai jalan yang bebas hambatan, juga diminimalkan seringnya pemeliharaan guna menghindari kemacetan. Pada jalan yang terletak di atas tiban yang sangat tinggi, biasanya ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, selain gerakan massa tanah pada kedua sisinya, juga kondisi jalan itu sendiri. Jenis tanah dasar juga menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam pembangunan suatu jalan tol. Tanah *claysilt* yang diperkirakan merupakan jenis tanah yang berada di dasar tiban pada pembangunan jalan tol Semarang – Solo km 18+600.

Penelitian perlu dilakukan untuk mengetahui besarnya kadar air maksimum yang akan menghasilkan nilai CBR sesuai SNI, selain juga ditinjau mengenai parameter kuat geser tanahnya, sehingga uji laboratorium yang dilakukan selain uji sifat fisis adalah uji sifat mekanis yang meliputi uji geser langsung dan uji CBR.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

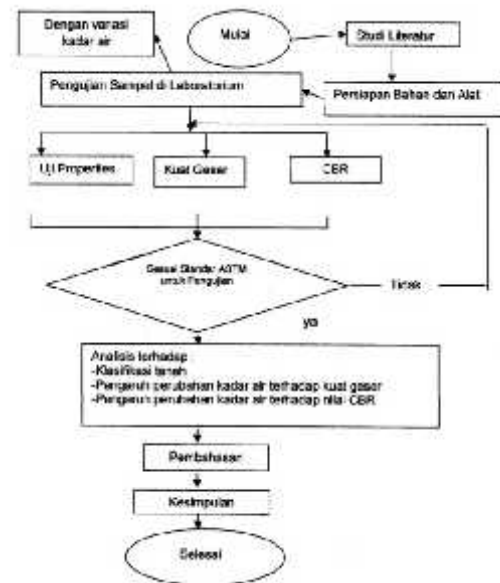
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *claysilt* yang berasal dari Km 18+600 jalan tol Semarang – Solo. Sampel yang digunakan adalah sampel terganggu (*disturb sample*), sedangkan air yang digunakan adalah air aquades.

### Alat

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut ini. set alat uji *sandcone*, satu set saringan (ASTM D 421-58), satu set hidrometer (ASTM 422-63), alat uji gravitas khusus (AASHTO T-100-74 dan ASTM D-854-02), satu set alat uji batas konsistensi (ASTM D 423-66, D 424-66 dan D 427-61), satu set alat pemadat standar ASTM D698-78, satu set alat uji CBR (ASTM D 1883-94), satu set alat uji geser langsung (ASTM D3080-98), satu set alat bantu yang terdiri dari oven, timbangan dengan ketelitian 0.01 dan desikator.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari tahap persiapan, uji laboratorium, perhitungan hasil dan pembahasan, serta kesimpulan (Dapat dilihat Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### Tahap persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan pengambilan sampel tanah *claysilt* dan uji *sandcone* di lokasi sekitar Km 18+600 jalan Tol Semarang – Solo.

### Uji laboratorium

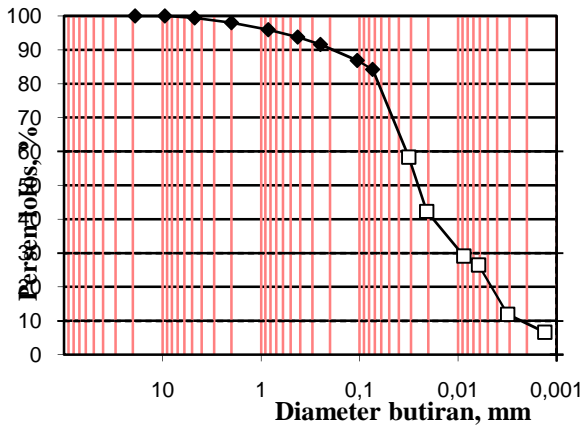
Uji laboratorium terdiri dari : uji kadar air, untuk mengetahui banyaknya kandungan air dalam tanah, uji gravitas khusus, untuk menghitung nilai berat isi kering (kepadatan tanah), uji batas Atterberg, untuk mengetahui batas cair (LL), batas plastis (PL), indeks plastisitas (PI) serta batas susut, analisis saringan dan hidrometer, uji Proctor standar dan Proctor modifikasi, uji CBR dan uji geser langsung, untuk mendapatkan nilai CBR maupun nilai parameter kuat geser tanah pada berbagai variasi kadar air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah

Untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah, pertama-tama perlu dilakukan penentuan klasifikasi tanah.

Sebagai dasar dalam penentuan klasifikasi tanah, maka dilakukan Uji distribusi ukuran butir terhadap tanah tersebut. Hasil pengujian distribusi ukuran butir dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Hasil Uji Distribusi Ukuran Butir**

Berdasarkan **Gambar 2**, diketahui bahwa butiran tanah yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) sebesar 83,61% > 50%, bila dihubungkan dengan nilai batas cair (*LL*) sebesar 76,21%, serta nilai indeks plastisitas (*PI*) sebesar 26,99%, maka menurut Unified Soil Classification System (USCS) tanah asli tersebut termasuk pada kelompok MH yaitu jenis tanah lanau anorganik atau lanau elastis dengan plastisitas tinggi.

Menurut *American Association State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), tanah asli termasuk dalam klasifikasi kelompok A-7-5, yaitu tanah lanau-lempung yang buruk. Sifat teknis tanah dasar di Km 18+600 mempunyai kadar air  $w = 50,24\%$ . Resume hasil uji secara lengkap dapat dilihat pada **Tabel 1**.

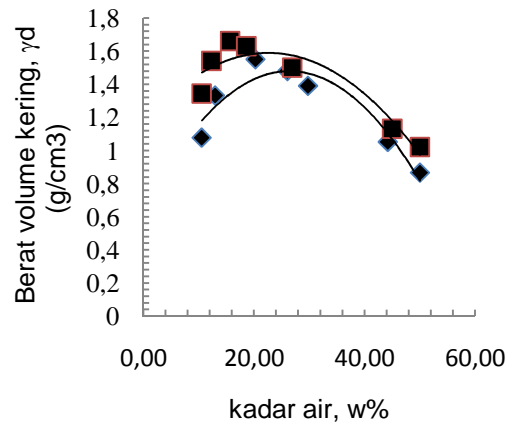
**Tabel 1. Hasil Uji Sifat fisis dan klasifikasi tanah**

No.	Parameter	Hasil
1.	Kadar air, $w$	50,24%
2.	Gravitas khusus, $G_s$	2,61
3.	Gravel	0,64%
4.	Sand	15,75%
5.	Finer#200	83,61%
6.	Batas cair, <i>LL</i>	76,21%
7.	Indeks plastisitas, <i>IP</i>	26,99%
8.	Batas susut, <i>SL</i>	17,38%
9.	Klasifikasi tanah	: A-7-5
	AASHTO	
	USCS	MH

### Kepadatan Tanah

Pada uji pemadatan dilakukan beberapa uji dengan cara mencoba-coba memberikan penambahan air. Kadar air tanah yang digunakan pada uji pertama adalah 20%, dengan hasil setelah uji adalah 20,13%, selanjutnya berturut-turut 30% , 40% , dan 50% dengan hasil 30,04%, 40,69% dan 50,50%.

Hasil uji pemadatan *Proctor standard* dan *Proctor modified* dari tanah dapat dilihat pada **Gambar 3**.



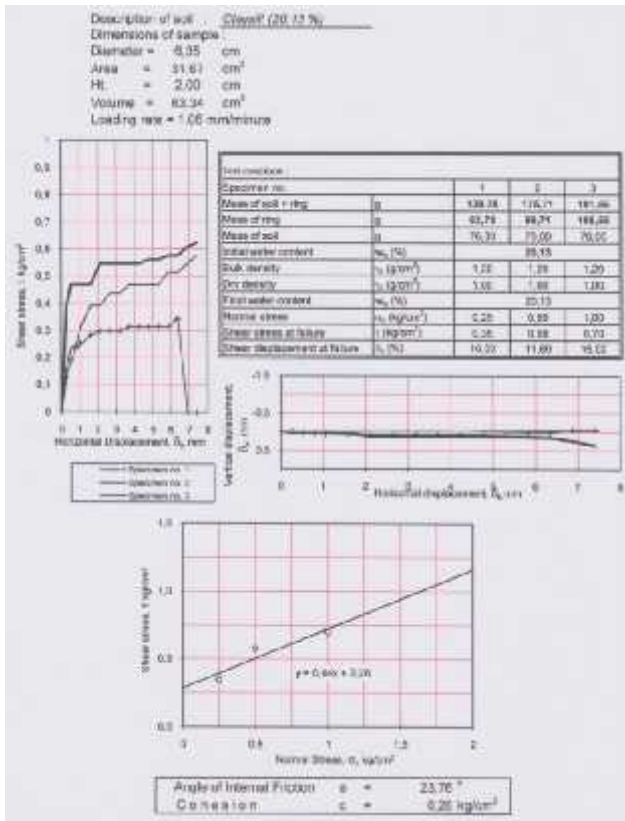
**Gambar 3. Hasil Uji Proctor Standar dan Modified**

Dari hasil uji *sandcone* didapatkan nilai berat isi kering ( $\gamma_{d-lap}$ ) sebesar 1,02 gr/cm<sup>3</sup>, dengan kadar air ( $w_{lap}$ ) sebesar 50,24%. Selain untuk menentukan kepadatan lapangan nilai  $\gamma_{d-lap}$  ini juga digunakan sebagai parameter tetap pada uji geser langsung.

### Pengaruh Perubahan Kadar Air terhadap Parameter Kuat Geser Tanah

Uji geser langsung dilakukan pada kondisi tidak terendam air, namun sampel dibuat pada berbagai variasi kadar air ( $w$ ), dengan mempertahankan berat isi kering konstan ( $\gamma_d = 1,02 \text{ gr/cm}^3$ ).

Contoh Hasil Uji geser langsung pada kadar air 20,13% ( $S_r = 33,46\%$ ) dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4. Hasil Uji Geser Langsung pada Kadar Air 20.13% ( $S_r = 33,46\%$ )**

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa uji geser langsung pada kadar air 20,13% atau pada derajat kejenuhan sebesar 33,46% didapatkan nilai  $\phi=23,76^\circ$  dan  $c=0,28 \text{ Kg/cm}^2$ . Hasil Uji untuk 4 sampel dengan variasi kadar air dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Uji Geser Langsung pada berbagai variasi kadar air (Derajat Kejenuhan).**

No	Kadar Air W (%)	Derajat Kejenuhan $S_r$ (%)	Sudut Gesek Internal $\phi$ (°)	Kohesi c (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20,13	33,46	23,76	0,28
2	30,04	50,46	22,57	0,58
3	40,69	67,74	15,96	0,35
4	50,50	83,20	14,82	0,30

Dari hasil uji geser langsung pada tabel 2, menunjukkan bahwa nilai sudut gesek internal mengalami penurunan sejalan dengan kenaikan tingkat kadar air atau derajat kejenuhannya. Hal ini disebabkan hubungan nilai koefisien friksi berbanding lurus dengan nilai  $\phi$ ,  $f = \text{tg } \phi$  (Berkurangnya nilai

koefisien friksi ini akan menyebabkan meningkatnya nilai  $\phi$ ). Sedangkan nilai kohesi mengalami kenaikan pada kadar air 30,04% ( $S_r = 33,46\%$ ) dan mengalami penurunan kembali npada kadar air 40,69% ( $S_r = 67,74\%$ ) . Hal ini disebabkan karena fungsi lekatan pada sifat *claysilt*, yaitu partikel-partikelnya dapat rusak oleh keadaan tanah yang terlampaui kering atau terlampaui jenuh, sehingga pada kondisi seperti itu lekatan tanah menjadi kurang bagus, akibatnya nilai kohesi yang dihasilkan adalah tidak menentu.

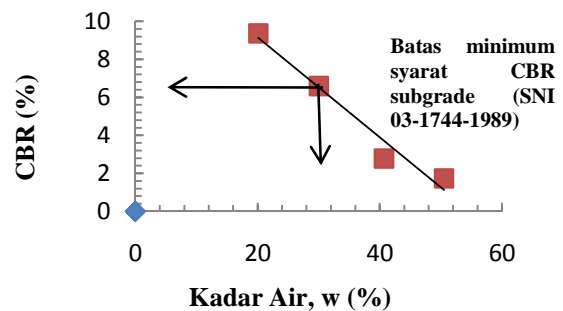
**Pengaruh perubahan kadar air terhadap nilai CBR**

Hasil uji CBR *unsoaked* pada beberapa variasi kadar air dapat dilihat pada Tabel 3.

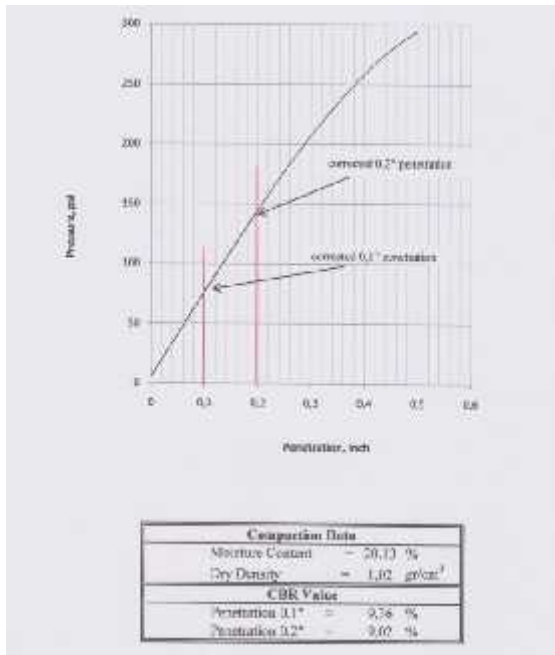
**Tabel 3. Hasil Uji CBR**

No	Kadar Air W (%)	Derajat Kejenuhan $S_r$ (%)	CBR (%)
1	20,13	33,46	9,36
2	30,04	50,46	6,59
3	40,69	67,74	2,77
4	50,50	83,20	1,73

Pada Tabel 3 terlihat bahwa semakin besar prosentase kadar air atau derajat kejenuhan, maka akan semakin kecil nilai CBR nya . Hal ini akan terlihat pola pada Gambar 5. Sedangkan Gambar 6 memperlihatkan salah satu hasil perhitungan nilai CBR pada Kadar air 20,13%.



**Gambar 5. Hasil Uji CBR Unsoaked**



**Gambar 6. Contoh Perhitungan CBR pada Kadar Air 20,13% ( $S_r = 33,46\%$ )**

Pada **Gambar 5** terdapat pola hubungan bahwa pada berat volume kering yang sama, semakin besar nilai kadar air (derajat kejenuhan) suatu tanah, dalam hal ini tanah *claysilt*, maka nilai CBR akan semakin kecil. Nilai CBR yang diperbolehkan untuk *subgrade* adalah  $> 6\%$ , sedangkan dari hasil uji pada  $\gamma_d = 1,02 \text{ gr/cm}^3$  didapatkan nilai CBR = 6,59% pada posisi kadar air  $w = 30,04\%$  ( $S_r = 50,46\%$ ). Sehingga pada saat tanah berkadar air di atas 30,04% mempunyai nilai CBR  $< 6$  dikategorikan sebagai tanah buruk (*poor of fair*). Dengan demikian nilai kadar air harus dipertahankan agar tidak melebihi 30,04%.

Hal ini disebabkan semakin tinggi kandungan air dalam tanah, maka tanah menjadi lebih lunak dan kekuatannya menjadi lebih kecil. Tanah dengan kondisi seperti ini bisa memenuhi syarat sebagai *subgrade*, tetapi perlu dilakukan distabilisasi, karena dalam penelitian mempunyai Indeks Plastisitas (IP)  $> 20$ , misalnya distabilisasi dengan kapur atau zat aditif lainnya, sehingga diperoleh hasil yang lebih baik. Pada tanah dengan derajat kejenuhan  $S_r = 33,46$  dengan nilai CBR  $> 9\%$  dikategorikan sebagai tanah sedang (*fair*) yang bisa dipakai dalam perencanaan lapis fondasi bawah (*subbase*) pada badan jalan.

Kadar air akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan dasar tanah. Makin tinggi kadar air, maka semakin kecil kekuatan nilai CBR dari tanah tersebut. Pada musim penghujan pada umumnya tanah berbutir halus banyak mengandung air.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Tanah termasuk dalam kategori MH berdasarkan klasifikasi USCS, dan termasuk pada jenis A-7-5 berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO, yang merupakan tanah yang buruk, bila digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) untuk jalan tol.
2. Kadar air dan  $S_r$  sangat berpengaruh terhadap nilai CBR, makin besar kadar air makin kecil nilai CBR.
3. Kadar air sangat berpengaruh terhadap nilai parameter kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut gesek internal. Pada kadar air atau derajat kejenuhan ( $w < 30,04\% < w$  atau  $S_r < 50,46\% < S_r$ ), nilai kohesi akan makin kecil, sedangkan untuk nilai sudut gesek internal makin besar kadar air akan makin kecil nilai  $\phi$  nya.
4. Nilai CBR yg diijinkan untuk *subgrade* adalah 6 (SNI 03-1744-1989) berada pada kadar air  $w = 30,04\%$  ( $S_r = 50,46\%$ ). Untuk  $w$  dan  $S_r$  kurang dari itu nilai CBR  $< 6$ , maka kadar air di lapangan sebesar 50,24% nilai CBR nya jauh dari nilai CBR yang diijinkan.
5. Tanah *subgrade* dengan kadar air lapangan 50,24% tidak memenuhi syarat sebagai tanah dasar jalan tol.
6. Dengan kurang terjaganya kadar air akan membuat daya dukung tanah menjadi lemah, sehingga menyebabkan pergerakan tanah di sisi badan jalan yang merupakan tanah timbunan yang sangat tinggi.

## SARAN

Dengan adanya hasil yang telah didapatkan dari uji laboratorium, maka disarankan sebagai berikut ini.

1. Pengontrolan kadar air ( $S_r$ ) sangat diperlukan untuk mempertahankan atau meningkatkan nilai kuat geser dan daya dukung tanah. Pengontrolan dilakukan dengan cara mengurangi eksese tekanan air pori pada tanah.
2. Perlu koreksi perencanaan subdrain bagi perencana terkait dengan adanya perubahan nilai CBR dan penurunan nilai kuat geser akibat pengaruh perubahan kadar air tersebut. Dalam hal ini adalah pembuatan drainase terbuka atau drainase permukaan pada kaki lereng.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 2003, *Annual Books of ASTM Standard*, ASTM, Easton, MD, USA
- Das, B.M., 2004, *Principles of Foundation Engineering* California State University, Sacramento.
- Dayanun, 2012, *Penanggulangan gerakan masa tanah timbunan dengan sistem subdrain dan perkuatan menggunakan simulasi numeris*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Konstruksi Pondasi Jalan 211*, Jakarta: PT. Medisa Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Febrianto, 2011, *Analisis Numeris stabilitas lereng timbunan di atas tanah weathered clayshale*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Hardiyatmo, H.C., 2006, *Mekanika Tanah I (Edisi IV)*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hendarsin, S.L., 2003, *Investigasi Rekayasa Geoteknik untuk Perencanaan bangunan Teknik Sipil*, Politeknik Negeri Bandung.
- Syahbana, 2011, *Analysis of Bored Pile and Soil Mass Behavior Using Numerical Simulation at Susukan Bridge Abutment (A1) Section II Gedawang-Penggaron, Semarang-Solo Highway*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Tumanduk, 2012, *Efisiensi penempatan soldiers pile guna penanggulangan gerakan massa tanah timbunan badan jalan Tol Semarang-Solo section II Gedawang-Penggaron dengan simulasi numeris*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.