

# KARATERISTIK CAMPURAN TANAH LEMPUNG MERAH DENGAN SERBUK BATU BATA PADA BERBAGAI PORSI CAMPURAN UNTUK PENINGKATAN DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH DASAR (SUBGRADE)

Wahjoedi, Suparman, Supardjo, Bodja Suwanto, Tedjo Mulyono

*Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang*

*Jln. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275 Telepon 0247473417*

*Email : jwahana\_tspolines@yahoo.com*

## **Abstract**

*The development of increasingly advanced and sophisticated technology especially in terms of automotive technology very rapidly, in addition to models and forms of transport are designed and made with the size of economy class as well as personal, jugaringan and affordable by almost all sections of society. Besides, the welfare of society has been developing quite well, as well as the policy of the system sales of vehicles, both cars and montor that makes it easy for enthusiasts or buyers. So no one promotion through advertising inscribed that Avanza is a car that knows all corners of Indonesia. Relating it is then for the government through relevant agencies, need to pay attention and menyediakan jalan adequate as a means for smooth transportation (traffic) as supporters of pavement, through the compaction of soil material base both without additive or with additives as fillers (filter) to improve gradation of soil particle. The use of the added material should be used from the existing materials in the location (local materials) so it will be cheaper. One of them exploit the potential of local materials (clay combustion products) such as brick dust mixed with clay for the improvement of gradation and changes in physical properties through a reduction in the value of consistency so that the results increase the carrying capacity of the subgrade with CBR testing laboratory by the equation: Unsoaked  $y = 2,147x + 19.76$  with  $R^2 = 0.9144$ , Soaked  $0,6303x + y = 3,924$  with  $R^2 = 0.6519$ , where  $y =$  carrying CBR (%),  $x =$  percent plus brick powder material.*

**Kata kunci :** lempung merah, serbuk bata

## **PENDAHULUAN**

Fungsi jalan jalan penghubung akan member dampak kemajuan yang besar terhadap daerah/lokas yang bisa dihubungkan. Perkembangan yang dapat terjadi pada daerah yang baru. Perkembangan yang dapat terjadi pada daerah baru yang terhubung atau terbuka dengan jalan yang bagus seperti halnya masalah kesehatan,

pendidikan, maupun perdagangan akan meningkat dengan pesat, belum potensi yang lain dapat dikembangkan dengan adanya sumber lahan yang baru berupa komoditi maupun sumber daya manusianya yang kesemuanya akan menjadi faktor pendorong kemajuan di segala bidang.

Penelitian ini merupakan lanjutan pengembangan dari penelitian

tanah ditambah semen melalui uji CBR untuk menentukan daya dukung. Karena bahan semen untuk daerah pelosok atau terpencil selain cukup langka juga mahal harganya adanya biaya angkut, maka perbaikan tanah dasar jalan dengan memakai bahan tambah berupa serbuk batu bata atau hasil pembakaran tanah liat yang dibuat jadi serbuk batu bata. Melalui rekayasa bahan tambah ini, tanah dicampur serbuk batu bata guna meningkatkan daya dukung lapisan tanah dasar badan jalan dengan berbagai porsi campuran yang dipadatkan serta diuji CBR di laboratorium, maka akan ada perubahan peningkatan kekuatan daya dukung tanah. Hal ini serbuk batu bata merupakan perbaikan gradasi butiran terhadap bahan lapis tanah dasar (sub grade).

Penelitian ini bertujuan memberikan solusi dalam meningkatkan daya dukung tanah dasar badan jalan dengan menggunakan bahan setempat/di lokasi sebagai bahan tambah. Bahan tersebut yaitu serbuk batu bata atau hasil perubahan tanah liat menjadi keramik yang ditumbuk menjadi serbuk seperti pasir, cara pembuatannya cukup mudah dan sederhana, sehingga biaya peningkatan jalan akan lebih murah dan semua daerah dapat terhubung lebih murah dan memadai dan mendukung pembangunan dari pemerintah.

### **Bahan Tanah**

Menurut sejarah terjadinya terjadinya tanah yaitu bahwa tanah merupakan lapukan dari batuan kerak bumi yang

terbawa oleh angkutan baik aliran air maupun angin dan mengendap menjadi deposit di suatu tempat. Maka tanah merupakan bahan material yang susunannya dari butiran tanah, air dan udara. Kekuatan tanah atau kemampuan tanah dalam menahan beban kerja sangat tergantung dari susunan butiran, juga kondisi tanah yang peka oleh adanya perubahan air (cair, plastis dan padat). Guna perbaikan susunan tanah dan peningkatan kemampuan tanah melalui daya dukungnya telah banyak dilakukan melalui reklamasi ataupun stabilisasi. Usaha perbaikan mutu tanah untuk lapis dasar badan jalan (sub grade) yang paling sederhana dan murah adalah dengan pemadatan secara mekanis serta penambahan bahan pengisi (filter) yang bertujuan meningkatkan porsi gradasi butiran tanah.

### **Bubuk Bata (Serbuk Batu Bata)**

Serbuk batu bata diperoleh dari limbah batu bata yang rusak dan ditumbuk serta disaring dengan  $\emptyset$  (0,5-4,0)mm bahan ini mempunyai gradasi seperti pasir, bahkan dapat dikatakan pasir buatan dan mempunyai kekerasan yang cukup sehingga di zaman dulu bahan serbuk batu bata dipakai sebagai bahan adukan atau mortar seperti spesi dalam pasangan batu bata untuk membangun rumah/gedung. Cara pembuatan serbuk batu bata selain menumbuk bata yang rusak, juga dapat membuat cara membakar tanah dengan bahan bakar kayu, jerami atau sekam padi, tanah yang terbakar akan berubah sifat fisiknya dari tanah liat menjadi

keramik dan mempunyai kekerasan serta butiran, jadi kasar tidak menyerap air dalam waktu yang sangat lama. Sehingga dapat dipakai sebagai bahan pengisi/bahan tambah dalam perbaikan mutu tanah melalui stabilisasi mekanis.

### **Stabilisasi Tanah.**

Proses stabilitasi tanah untuk memperbaiki susunan tanah agar lebih kompak, juga agar susunan tanah butirannya lebih baik, yaitu disemua ukuran butiran ada sehingga rongga menjadi kecil. Adanya rongga kecil maka kontak antar butir menjadi lebih kuat dan stabil, serta nilai kepadatan tanah meningkat. Ada 2 (dua) cara stabilisasi tanah yaitu secara mekanis dan secara kimiawi, namun di lapangan cenderung mudah dan sederhana dengan cara mekanis untuk pemadatan bahan pengisi. Hasil proses stabilisasi seperti ini dengan pemadatan jika kena air, seperti air infiltrasi, air merembes dari sekitarnya dan air akan masuk melalui rongga atau pori yang berdampak butiran tanah halus akan mengembang dan pada saat muka air turun makayang tertinggal adalah rongga sehingga material tanah dapat mengalami penurunan akibat penyusutan, menurut Warsiti dkk dalam Orbit Vol 4 No 2 Juli 2008. "Bahan tambah kapur dapat menurunkan swelling rata-rata 70 %".

### **Lapis Konstruksi Perkerasan Jalan**

Hasil stabilisasi tanah dengan bahan tambah seperti kapur ataupun pasir, juga bahan serbuk batu bata di uji kekuatannya dengan alat CBR laboratorium yang hasilnya disebut

nilai daya dukung tanah. Nilai daya dukung tanah selanjutnya ditentukan tebal perkerasan, semakin kecil nilai daya dukung tanah maka semakin tebal lapis perkerasan yang dibuat, semakin besar nilai daya dukung maka semakin tipis tebal perkerasannya.

### **Penelitian Yang Sudah Ada**

Penelitian yang telah dilakukan terhadap daya dukung tanah dan hasilnya untuk penanganan dan pengembangannya.

1. Kepadatan tanah lempung Sumbermulyo ditambah kapur diperoleh  $\rho_d = 1,657 \text{ gr/cc}$  pada pasir campuran 6,52 % (Risman dalam Orbith tahun 2008)
2. Setio Utmo dkk, "Pemambahan bahan semen sebagai bahan reaktif setelah dieram 1hari nilai CBR lab. = 65 % untuk bahan tambah 4 % semen, dan untuk penambahan semen 8 % dieram 1 hari nilai CBR lab. =80 %. (dalam Orbith vol 4 No 2 th 2008)
3. Hasil stabilisasi tanah ditambah semen 4 % pada durasi peram 3 hari, nilai daya dukungnya meningkat 2 (dua) kalinya ( laporan penelitian terapan 2013 oleh : Ukiman dkk)

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian dengan judul karakteristik campuran tanah dengan serbuk batu bata pada berbagai campuran untuk meningkatkan daya dukung lapisan tanah dasar jalan desa, merupakan penelitian laboratorium, sehingga dalam kegiatannya dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan

Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Untuk bahan tanah lempung merah dipakai tanah dari sekitar kampus serta bahan serbuk batu bata diperoleh dari perdangan material di sekitar kampus Polines.

### **Sampel Tanah dan Serbuk Batu Bata**

Bahan sampel tanah yang digunakan dari lokasi sekitar kampus Polines. Bahan sampel ini diambil dari kedalaman antara 0,5-1,0 meter, tujuannya agar bersih dari akar-akaran. Persyaratan sampel tanah adalah lolos ayakan  $\phi$  4,75 mm pada kondisi kering udara. Sedangkan untuk bahan tambah serbuk batu bata hasil tumbukan batu bata dengan  $\phi$  4,75 mm. Porsi perbandingan dalam campuran tambah bahan serbuk batu bata berdasarkan berat tanah kering, besarnya tambahan pencampur dalam penelitian ini yaitu (0, 4, 8, 12, 16) %.

### **Peralatan Yang Dipakai**

Peralatan yang dipakai adalah bor tangan untuk pengambilan sampel Undistrib, alat pemadat (*modified*), dan mesin CBR.

### **Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

Dalam pelaksanaan dilakukan beberapa tahapan yaitu: persiapan sampel, pencampuran sampel, pemadatan modified, pengujian CBR dan analisa data.

#### *Pengujian Kepadatan Modified*

Setelah sampel tanah dan kadar air merata, dilakukan pengujian kepadatan

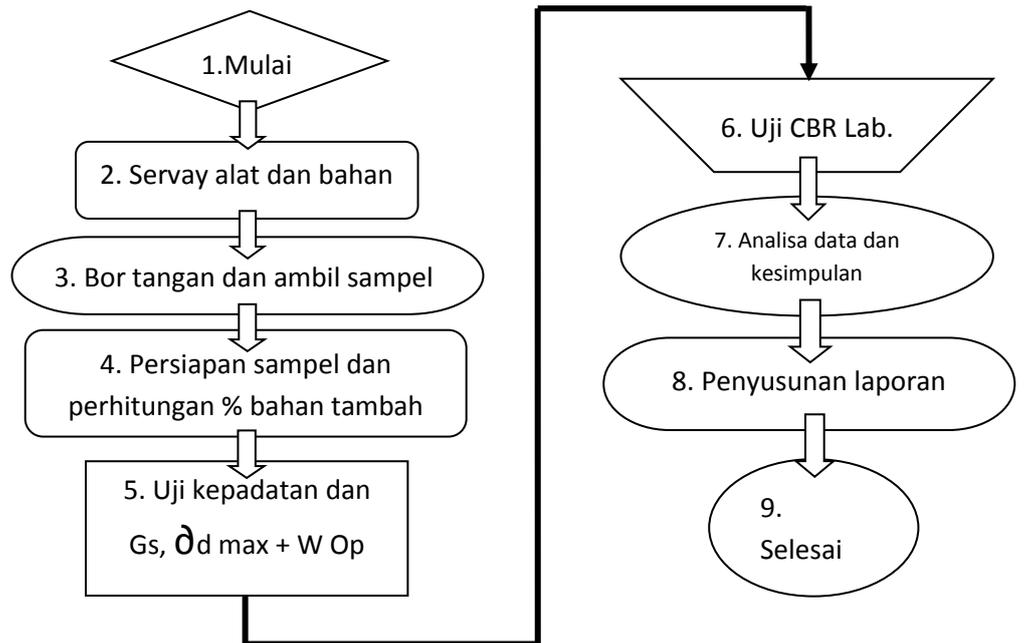
modified, yaitu tiap cetakandilakukan 5 lapis dan tiap lapis ditumbuk dengan palu penumbuk seberat 5 kg dengan tinggi jatuh 57 cm. Ketebelan setiap lapis untuk overleaving berkisar 5 cm dan digores-gores agar terjadi ikatan antar lapisan. Setelah selesai pemadatan cetakan diratakan ditimbang agar didapat berat basah ( $\gamma_t$ ) dan uji kadar airnya. Uji kepadatan modified untuk memperoleh nilai  $\gamma_d$  max dan  $W_{opt}$  pada kondisi e min dan  $S_r = 90$  %, dan lakukan pengujian Specific Gravity (Gs).

#### *Pengujian Nilai CBR Laboratorium*

Setelah nilai kepadatan dan kadar air optimum diperoleh maka untuk CBR Lab, dipersiapkan sampelnya yaitu pada kondisi kadar air optimum. Ada 3 buah sampel dan dari masing-masing ditumbuk dengan jumlah tumbukan yang berbeda yaitu 15x perlapis, 25x perlapis dan 56x perlapis. Dari masing-masing sampel diuji nilai CBR dan dianalisa pada kepadatan 95 % x  $\gamma_d$  akan diperoleh nilai CBR lab. (Baik kondisi Unsoaked maupun Soaked).

### **Analisa Data**

Dari hasil pengujian nilai CBR lab. dari masing-masing jenis campuran, maka dapat dianalisis datanya untuk memperoleh pola hubungan persen bahan tambah dengan nilai CBR yang didapat, sehingga bila diperlukan nilai CBR rencana dalam penanganan ruas jalan maka besarnya campuran bahan tambah dapat diketahui.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Tabel 1. Data Hasil Uji Tanah Di Laboratorium Mekanika Tanah Polines

No	Uraian	Satuan parameter tanah
1.	Indeks Properties	
	• Berat isi tanah rata-rata	( $\gamma_t$ ) gr/cc 1,882
	• Kadar air natural	(w) % 41,09
	• Spesifik gravity	(Gs) - 2,707
	• Brt isi tanah kering	( $\gamma_d$ ) gr/cc 1,330
	• Angka porsi	(e) % 1,00
	• Porositas	(n) % 0,48
	• Derajad kejenuhan	(sr) % 100
2.	Uji Atterberg Limit	
	• Liquid Limid	LL % 63,30
	• Plastis limit	PL % 38,39
	• Indeks plestisitas	PI % 24,41
	• Shang krage limit (lempung organik dengan plestisitas tinggi)	SL % 25,49
3.	Analisa Saringan	
	• Pasir halus kasar	%

	• Pasir halus		%	0,742
	• Lanau		%	1,120
	• Lempung		%	98,138
4.	Kepadatan dan CBR rencana			
	• Kepadatan	rd-max	gr/cc	1,418
	• Kadar air optimum	Wap	%	29,15
	• CBR rencana unsoaked		%	23,00
	• CBR rencana soaked		%	3,50

Tabel 2. Besarnya peningkatan nilai CBR (unsoaked)

No	% bahan tambah	Nilai CBR renc %	Besar % peningkat	keterangan
1	0	23,00	0	
2	4	24,00	4,35	
3	8	24,05	4,60	
4	12	28,30	23,0	
5	16	31,80	38,26	
6	20	32,50	41,30	

Tabel 3. Hubungan nilai CBR akibat Bahan Tambah Serbuk Batubata

No	% bahan tambah	Nilai CBR %
1	0	23,00
2	4	24,00
3	8	24,05
4	12	28,30
5	16	31,80
6	20	32,50

Tabel 4. Nilai CBR kondisi soaked (direndam 4 hari)

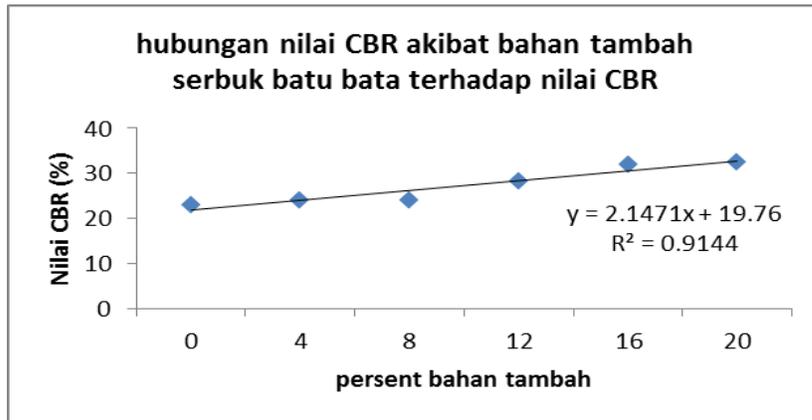
No	% Bahan Tambah	Nilai CBR %
1	0	3,50
2	4	6,08
3	8	6,85
4	12	5,65
5	16	7,25
6	20	7,45

Tabel 5. Data Nilai CBR Rencana Kondisi Unsoaked

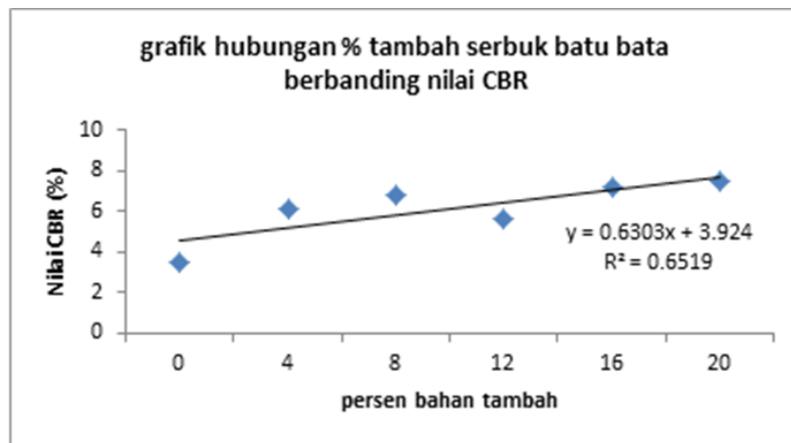
% Bahan Tambah Uraian kegiatan	0 %			4 %			8 %			12 %			16 %			20 %		
	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56
Jumlah tumbukan	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56
Br <sub>t</sub> isi tanah basah (x <sub>t</sub> )	1,670	1,890	1,940	1,592	1,779	1,880	1,594	1,677	1,870	1,589	1,771	1,884	1,589	1,614	1,853	1,646	1,683	1,837
Kadar air (w %)	28,48	28,50	28,86	29,15	29,21	28,96	29,31	28,89	28,65	30,64	30,42	30,84	28,70	28,28	28,75	29,34	29,81	29,42
Br <sub>t</sub> Isi tanah kering (x <sub>d</sub> )	1,300	1,470	1,506	1,233	1,377	1,458	1,232	1,301	1,454	1,216	1,358	1,440	1,228	1,440	1,440	1,273	1,297	1,419
Nilai CBR 0,1" %	12,48	24,97	32,10	12,05	26,27	33,14	11,88	20,75	41,20	13,05	28,36	33,84	13,88	37,53	37,53	13,89	29,3	45,07
CBR 0,2" %	14,48	26,75	33,41	13,83	25,54	33,57	12,72	20,35	42,14	15,46	27,81	36,64	13,68	36,84	36,84	15,17	29,34	56,66
Nilai CBR %	12,48	24,97	32,10	12,05	25,54	33,14	11,88	20,35	41,20	13,05	28,36	33,86	13,68	36,84	36,84	13,89	29,28	45,01
Nilai CBR ren (0,95 x <sub>d</sub> )	23,00			24,00			24,05			28,30			31,80			32,50		

Tabel 6. Data Nilai CBR Rencana Kondisi Soaked

% Bahan Tambah Uraian kegiatan	0 %			4 %			8 %			12 %			16 %			20 %		
	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56
Jumlah tumbukan	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56	15	25	56
Br <sub>t</sub> isi tanah basah (x <sub>t</sub> )	1,742	1,951	2,001	1,657	1,839	1,939	1,663	1,751	1,930	1,646	1,800	1,898	1,649	1,700	1,919	1,705	1,740	1,902
Kadar air (w %)	35,67	34,60	34,94	35,64	35,27	34,84	36,23	36,32	34,61	36,36	33,45	32,19	37,01	36,96	35,31	35,16	35,51	35,88
Br <sub>t</sub> Isi tanah kering (x <sub>d</sub> )	1,284	1,449	1,483	1,221	1,360	1,438	1,221	1,285	1,434	1,207	1,349	1,436	1,204	1,242	1,418	1,262	1,284	1,400
Nilai CBR 0,1" %	2,675	5,17	8,02	2,34	6,03	7,03	2,51	3,51	10,84	2,75	3,85	7,53	4,01	3,34	8,19	2,68	4,35	7,69
CBR 0,2" %	2,97	5,23	8,47	2,79	11,32	13,78	2,34	3,68	10,71	3,12	7,81	11,48	3,46	3,68	8,25	3,35	5,58	8,81
Nilai CBR %	2,68	5,17	8,02	2,34	6,03	7,03	2,34	3,51	10,71	2,75	3,85	7,53	3,46	3,34	8,19	2,68	5,58	7,70
Nilai CBR ren (0,95 x <sub>d</sub> )	3,50			6,08			6,85			5,65			7,25			7,45		



Gambar 2. Grafik hubungan nilai CBR akibat bahan tambah serbuk batu bata terhadap nilai CBR



Gambar 3. Grafik hubungan % tambah serbuk batu bata terhadap nilai CBR

Tabel 7. Besar penurunan nilai CBR renc (soaked)

No	Besar Bahan Tambah %	Nilai CBR renc %		Besar Penurunan CBR %	Keterangan
		Unsoaked	Soaked		
1	0	18	4,47	81,78	
2	4	23,27	4,52	74,67	
3	8	24,05	6,85	71,52	
4	12	28,30	5,65	80,03	
5	16	31,80	7,25	77,20	
6	20	32,50	7,45	77,07	
Rata-rata penurunan				77,05	

## **Pembahasan**

Dari tabel-tabel di atas, besar peningkatan daya dukung akibat penambahan serbuk batu bata yang cukup besar mulai pada porsi campuran 12 % bahan serbuk batu bata, yaitu dari tanah asli nilai CBR  $r_{cn} = 23$  % menjadi 28,3 % atau besar peningkatan 23 %. Sedangkan menurut grafik hubungan antara besarnya bahan tambah serbuk batu bata terhadap nilai CBRnya diperoleh persamaan  $y = 2,147x + 19,76$  dengan tingkat korelasi  $R^2 = 0,9144$  dimana  $y =$  nilai CBR daya dukung tanah dan  $x =$  % bahan tambah (pada kondisi unsoaked). Besarnya penurunan nilai CBR rata-rata dari kondisi unsoaked menjadi soaked dengan durasi rendam 4 hari rata-rata 77,55 %. Dari gambar 2, grafik hubungan porsi bahan tambah serbuk batu bata terhadap nilai CBR diperoleh persamaan  $y = 0,6303x + 3,924$  dengan tingkat korelasi  $R^2 = 0,6518$ , dimana  $y =$  nilai daya dukung CBR dan  $x$  adalah % bahan tambah serbuk batu bata (pada kondisi soaked). Untuk persyaratan nilai CBR soaked minimal 5% dapat diperoleh dari campuran tanah lempung dengan serbuk batu bata lebih besar 8 %.

## **SIMPULAN**

Butiran serbuk batu bata yang mempunyai gradasi dan tingkat kekerasan seperti bahan pasir, jika ditambahkan ke dalam tanah lempung merah yang mempunyai nilai plastisitas menengah hingga tinggi akan merubah

sifat fisis tanah dan sifat mekanisnya. Perubahan sifat mekanis dengan pengujian campuran tanah lempung merah dengan bahan tambah serbuk batu-bata berbagai porsi campuran (0 – 20) % diperoleh persamaan  $y = 2,147x + 19,76$  dengan  $R^2 = 0,9144$  (kondisi unsoaked) dan  $y = 0,6303x + 3,924$  dengan  $R^2 = 0,6159$  (kondisi soaked), dimana  $y =$  besarnya nilai daya dukung CBR dalam persen dan  $x =$  porsi campuran bahan tambah serbuk batu bata dalam persen. Besarnya penurunan rata-rata adalah 77,55 % (dari kondisi unsoaked menjadi soaked) dan untuk persyaratan nilai CBR soaked minimal 5% dapat diperoleh dari campuran tanah lempung dengan serbuk batu bata lebih besar 8 %.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih kami ucapkan kepada Direktur Politeknik Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan dalam penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik melalui Daftar Isian Penggunaan Anggaran Kegiatan Bantuan Penelitian Swadana - PNBP Dosen Politeknik Negeri Semarang Tahun 2015.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Das, B.M., 1995, *Mekanika Tanah Jilid 1 dan Jilid 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Hartono, 2008, *Antisipasi dan Peningkatan Kewaspadaan Terhadap Bencana Longsor di*

- Tebing Sigar Bencah Kelurahan Bulusan Kecamatan Tembalang Semarang*, Orbith Vol. 4 No. 2 Juli 2008.
- Joseph E. B., 1991, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik*, Erlangga, Jakarta
- J. Smith, 1984, *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta
- SKBI 2.3.06, 1987, *Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Longsoran*, Jakarta, YBP PU.
- Serly, L.H., 1998, *Petunjuk Praktikum Geoteknik dan Mekanika Tanah*, Penerbit NOVA, Bandung.
- Surojo, G.A., 2002, *Seri Fisika Dasar, Mekanika* Salemba Teknik, Jakarta
- Suyono, S., 1984, *Bandungan Type Urugan*, PT Pradnya Paramita – Jakarta.
- Ukiman, 2008, *Perilaku Kekuatan Tanah Galian Eks Bukit Kencana Akibat Penambahan Semen Melalui Uji CBR Laboratorium*, Orbit Vol. 4 No. 4 April 2009.
- Ukiman, 2009, *Kajian Eksperimental Butiran Tanah Dalam Upaya Penurunan Permeabilitas*, Laporan Penelitian DIPA Tahun 2008 / 2009.
- Wahjoedi, 2014, *Kajian Parameter Geser ( $\phi$  dan  $C$ ) Pada Tanah Berbutir Halus Terhadap Kandungan Lempung di Daerah Pantura Jateng Untuk Antisipasi Bencana Longsor/ Penurunan Tanah*, Laporan Penelitian DIPA, Tahun 2014.