

PENGARUH PENAMBAHAN BENTONITE DAN SEMEN DALAM PROSES STABILISASI TANAH DASAR (*SUBGRADE*)

Gati Sri Utami¹, Theresia Mca², Juliet Gracea Metekohy³

Jurusan Teknik Sipil
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email : fita.fina3@gmail.com

ABSTRAK

Kegagalan konstruksi jalan raya yang banyak terjadi, salah satunya akibat buruknya kualitas tanah dasar (*subgrade*). Diperlukan proses stabilisasi untuk memperbaiki kualitas tanah. Diharapkan dengan adanya tambahan bentonite sebesar 4%, 8%, dan 12% pada campuran tanah dan semen 2%. mampu memperbaiki karakteristik fisik dan mekanik tanah. Metode pengujian laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan SNI dan ASTM. Permasalahan, sampai sejauh mana pengaruh bentonite sebagai bahan stabilisasi? Hasil Penelitian menunjukkan ketika tanah asli ditambahkan semen 2%, kualitas karakteristik fisik dan mekanik tanah mengalami peningkatan. Terlihat dari naiknya berat jenis sebesar 10%, Indeks Plastis turun 11% , kadar air optimum turun 5%, Qu naik 80%, harga CBR naik 100%, dan swelling potential mengalami penurunan sebesar 4% dari tanah asli. Dengan penambahan bentonite dan semen 2% pada tanah asli mengalami penurunan kualitas karakteristik fisik dan mekanik. Berat jenis turun sebesar 4%, Indeks Plastisitas (IP) bertambah 35%, kadar air optimum mengalami peningkatan 11%, berat isi kering (*d*) turun 1,4%, nilai CBR naik 100%, swelling potensial mengalami peningkatan 30% dan nilai Qu pada penelitian UCS mengalami kenaikan 82%. Berdasarkan hasil analisis, maka material stabilisasi tanah dasar (*subgrade*) sebaiknya hanya dengan menggunakan semen saja. Penambahan bentonite tidak membantu menstabilkan tanah, karena daya serap bentonite terhadap air yang tinggi sehingga tingkat plastis dan kembang susutnya tinggi. Jadi bentonite hanya dapat digunakan sebagai filler atau bahan pengisi.

Kata Kunci : Stabilisasi, tanah, semen, bentonite.

PENDAHULUAN

Banyaknya kegagalan pada konstruksi jalan disebabkan oleh berbagai faktor, seperti ketidacermatan dan ketelitian terhadap syarat batas yang diijinkan dari berbagai macam material lapisan perkerasan jalan yang akan mempercepat kerusakan, selain itu faktor pemakaian tanah sebagai bahan konstruksi sebaiknya dilakukan setelah melalui proses pengendalian mutu tanah. Perbaikan tanah melalui tindakan stabilisasi dapat dilakukan dengan meningkatkan kerapatan tanah, menambah material yang tidak aktif, menambah bahan kimia, menurunkan muka air tanah, dan mengganti tanah yang buruk.

Dengan mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu “Stabilisasi Tanah Dasar Secara Kimia” oleh Irmina A. (2007), “Penelitian Perbandingan

Stabilisasi Tanah Secara Kimia dan Mekanis” oleh Djoko Sulistiono, Amalia Firdaus, Erna, dan Imawati, yang menggunakan bahan pencampur semen dan renolith juga pasir sebagai *sample* uji, dapat disimpulkan bahwa stabilisasi menggunakan bahan adiktif/kimia adalah sangat baik digunakan jika dilihat dari nilai *test proctor* dan CBR yang jauh lebih tinggi daripada stabilitas secara mekanik. Selain semen dan *renolith*, abu sekam, dan juga *spent catalyst* juga pernah diteliti sebagai bahan kimia tambahan dalam proses stabilisasi. Atas dasar itu, penulis mencoba untuk menggunakan *bentonite* sebagai bahan

campuran kimia dalam penanganan stabilisasi tanah.

Jika melihat fungsi bentonite seperti dalam pengeboran *bored pile*, yakni memperkeras dinding tanah yang dibor, maka penulis mencoba penelitian menggunakan bentonite karena sifat bentonite sendiri bisa sebagai alat perekat maupun filler atau pengisi sehingga dapat membantu menyokong beban yang bekerja di atasnya. Selain itu karena potensi bentonite hingga kini dirasa belum dikelola secara maksimal, maka diharapkan dengan mengangkat judul “Pengaruh Penggunaan Bentonite Dan Semen Dalam Proses Stabilisasi Tanah Dasar (*Subgrade*)” dapat diketahui bagaimana pengaruh bentonite dalam proses stabilisasi.

Stabilisasi tanah dengan penambahan bahan kimia berupa semen 2% dan bentonite diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap alternatif bahan campuran stabilisasi tanah dasar. Terkhusus pada penggunaan *bentonite* dalam bidang teknik sipil digunakan dalam proses pengeboran pondasi *bored pile*. Permasalahannya sampai sejauh mana manfaat bentonite sebagai bahan stabilisasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan memiliki pengaruh yang cukup baik untuk menstabilisasi tanah *subgrade* pada jalan raya, sehingga akan menjadi bahan pertimbangan bagi penyedia jasa konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Stabilisasi tanah adalah upaya rekayasa untuk memperbaiki mutu tanah yang tidak baik dan meningkatkan mutu dari tanah yang sebetulnya sudah tergolong baik. Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan serta meningkatkan stabilitas tanah. Pada umumnya ada dua cara stabilisasi tanah, yaitu dengan cara mekanis dan cara kimiawi. Dalam penelitian ini stabilisasi akan dilakukan secara kimiawi. Untuk masih dapat memanfaatkan tanah – tanah dasar sebanyak mungkin dengan ekonomis, stabilisasi secara kimiawi dapat dilakukan dengan penambahan bahan

additive, di Indonesia stabilisasi secara kimiawi dilakukan pada tanah-tanah kohesif (tanah liat) karena tanah liat tersebut secara ekonomis dipakai *stabilizing agent*

Mineral lempung merupakan hasil dari pelapukan tanah akibat reaksi kimia yang menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Terdapat 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung (*Kerr, 1959*). Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok: *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite* dan *Polygorskite*. Terdapat pula kelompok yang lain, misalnya: *chlorite*, *vermiculite*, dan *halloysite*.

Bentonit adalah istilah untuk lempung (*clay*) yang mengandung monmorilonit didalam dunia perdagangan dan termasuk kelompok *dioktahedral* (Puslitbang Tekmira, 2005). Bentonite terbentuk dari proses mekanik dan kimiawi dari batuan yang dipengaruhi cuaca (pada lingkungan alkali), batuan tersebut umumnya berasal dari batuan ledakan gunung berapi, bisa juga berasal dari batuan andesit, riolit, basal, dan lain-lain, kebanyakan adalah batuan tersier. Berdasarkan sifat kimianya, bentonit dibedakan menjadi dua, yaitu sodium (Na) dan Calcium (Ca) bentonit. Pemakai utama Na-bentonit adalah untuk lumpur bor dalam kegiatan pemboran, juga perekat, pengisi (*filler*). Sementara Ca-bentonit dipakai sebagai penyerap (*penjernih*).

Semen merupakan bubuk halus yang bila dicampur dengan air akan menjadi ikatan yang akan mengeras, karena terjadi reaksi kimia sehingga membentuk suatu massa yang kuat dan keras, yang disebut *hidroulic cement*. Istilah semen di Indonesia atau didunia perdagangan yang dimaksud adalah sebagai *portland cement* (PC). *Portland cement* merupakan pengikat anorganis yang juga termasuk bahan hidraulis yang dapat mengeras dengan adanya air. Semen *Portland* didefinisikan sebagai suatu hasil produksi yang terdiri dari sebagian besar kalsium silikat yang didapat

dari pemanasan hingga meleburnya campuran homogen, bahan yang utamanya berisikan kapur (CaO) dan silikat (SiO₂) dengan sejumlah kecil alumina (Al₂O₃)

dan besi oksida (Fe₂O₃), (Sherwood, 1993). Persyaratan komposisi kimia semen portland secara lengkap harus berpedoman dengan *ASTM Designation C 150-92*.

Standar karakteristik fisik dan mekanik tanah :

Tabel 1 Specific Gravity Of Soil

Macam Tanah	Specific Gravity (Gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Anorganik	2,62 – 2,68
Lanau Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Hardiyatmo, 2006

Tabel 2 Klasifikasi Nilai IP Terhadap Potensi Kembang

Nilai Indeks Plastis (IP)	Potensi Kembang
0% - 10%	Rendah
10% - 20%	Sedang
20% - 35%	Tinggi
>35%	Sangat Tinggi

Sumber : Jatmiko, Mekanika Tanah

Tabel 3 Nilai Qu Terhadap Konsistensi Lempung

Nilai Qu	Konsistensi Lempung
< 0,25	Sangat Lunak
0,25 – 0,5	Lunak
0,5 – 1,0	Sedang
1,0 - 2,0	Kaku
2,0 – 4,0	Sangat Kaku
>4,0	Keras

Sumber : Karl Terzaghi, Mekanika Tanah

Tabel 4 Klasifikasi Nilai CBR menurut ASTM

Nilai CBR (%)	Deskripsi
0 – 3	<i>Very poor</i>
3 – 7	<i>Poor</i>
7 - 20	<i>Fair</i>
20 - 50	<i>Good</i>
>50	<i>Excelent</i>

Tabel 5 Klasifikasi Swelling Potential

Swelling Potential (%)	Swelling Degree
0 – 1,5	<i>Low</i>
1,5 - 5	<i>Medium</i>
5 – 25	<i>High</i>
>25	<i>Very High</i>

Sumber : Seed et al. 1962 dalam kumpulan naskah seminar nasional

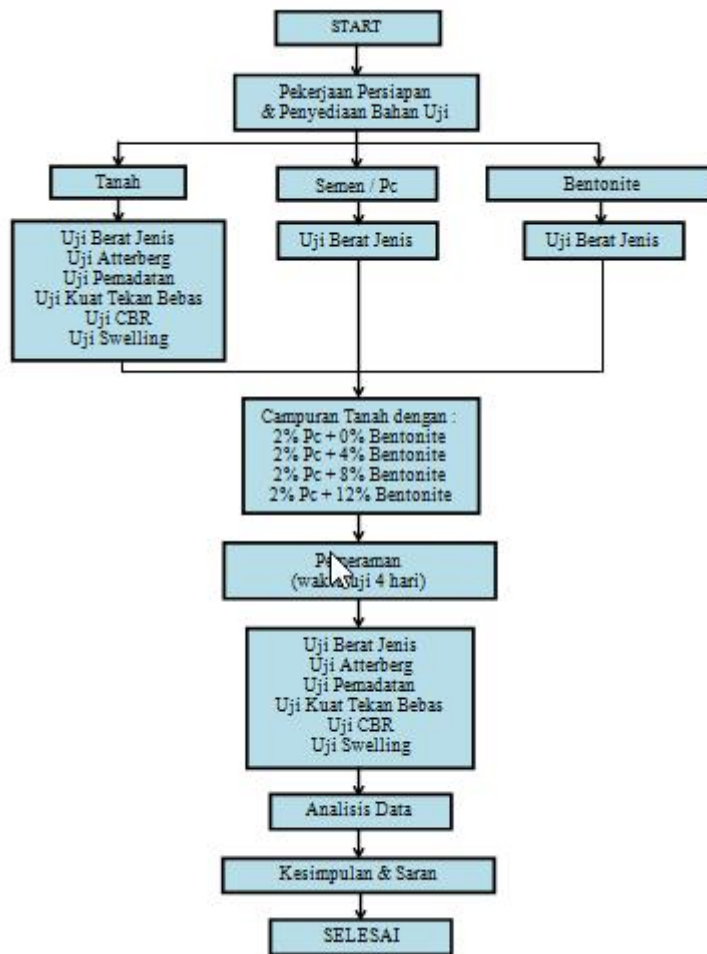
Berbanding lurus dengan nilai IP maka dengan meningkatnya nilai swelling maka semakin buruk sifat fisik dan mekanik tanah tersebut, begitupun sebaliknya.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan pengujian sesuai standar SNI dan ASTM. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengambilan tanah asli (*subgrade*), kemudian dilakukan penelitian. Pengujian

berat jenis untuk tanah asli, semen, bentonite, tanah asli+semen dan tanah asli+semen+bentonite. Selanjutnya pengujian atterberg limits, pemadatan, CBR laboratorium, unconfined dan swelling pada tanah asli, dicampur dengan semen dan dicampur dengan semen+bentonite, dengan tambahan semen 2% serta bentonite 4%, 8%, hingga 12%.

Secara skema urutan pelaksanaan pengujian dapat dilihat dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

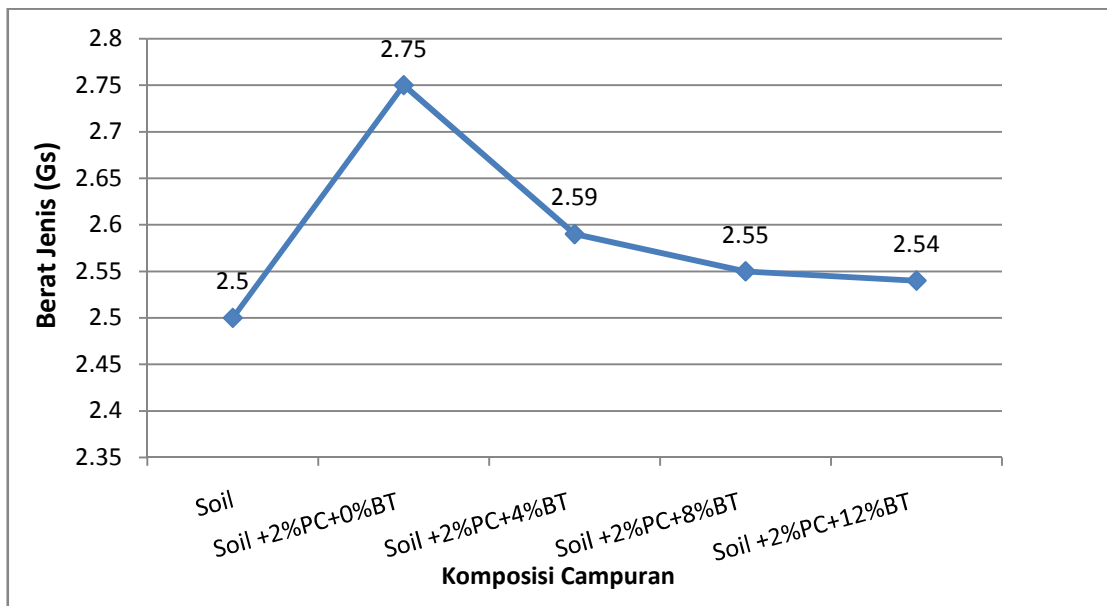
Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium menunjukkan adanya perubahan baik sifat fisik maupun mekanik

tanah. Berikut hasil uji pada karakteristik fisik tanah yang disajikan pada tabel 1 :

Tabel 1 Karakteristik Fisik Tanah Dalam Beberapa Campuran

Uraian	Tanah Asli	Tanah Asli + 2% PC	Tanah Asli +2%PC +4%Bentonite	Tanah Asli +2%PC +8%Bentonite	Tanah Asli +2%PC +12%Bentonite
Berat Jenis(Gs)	2.50	2.75	2.59	2.55	2.54
Batas Cair (%)	56	50	60	60	67
Batas Plastis(5)	30	26	31	31	32
Indeks Plastis (%)	26	24	29	29	35

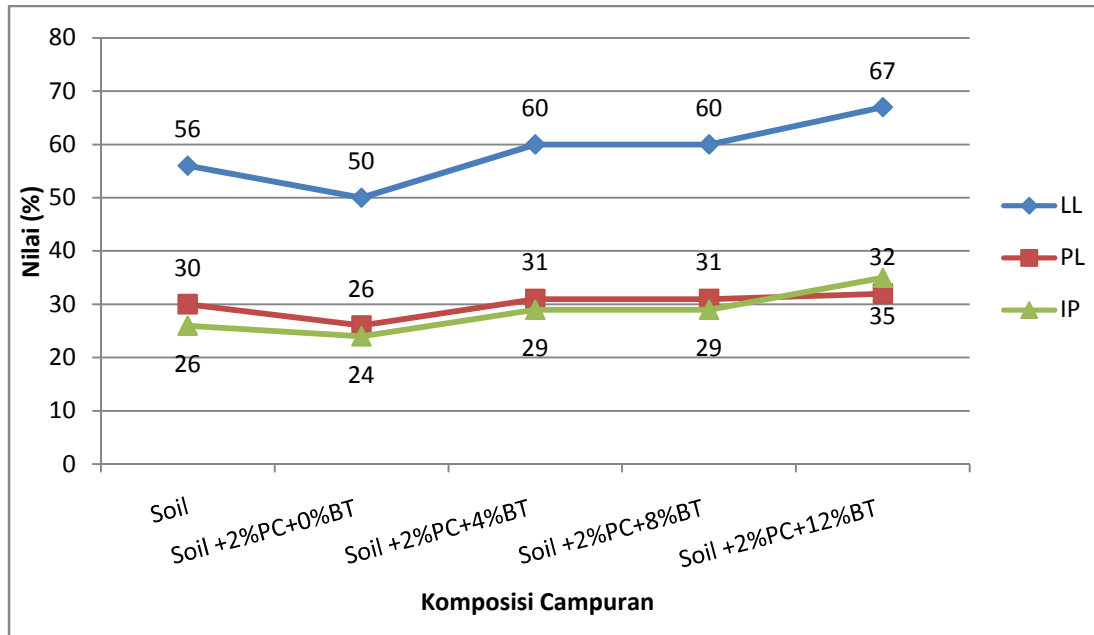
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



Gambar 1. Berat Jenis (GS) Hasil Campuran Tanah + 2% PC + Beberapa Kosentrasi Campuran Bentonite

Nilai berat jenis mengalami kenaikan dari 2,50 menjadi 2,75 (naik sebesar 10%) ketika tanah asli ditambahkan semen (Pc) 2%, namun kemudian kembali

turun nilainya menjadi 2,54 ketika ditambahkan bentonite hingga persentase 12%



Gambar 2. Hubungan Antara Batas Cair (LL), Batas Plastis (PL) dan Indeks Plastis (PI) Dalam Beberapa Kosentrasi Campuran

Dari grafik 2 bahwa dengan komposisi campuran berupa tanah asli + 2% semen nilai LL, PL dan IP mengalami penurunan, setelah ditambah bentonite nilai dari batas cair (LL), batas plastis (PL), dan Indeks Plastis (IP) semakin naik ketika dilakukan

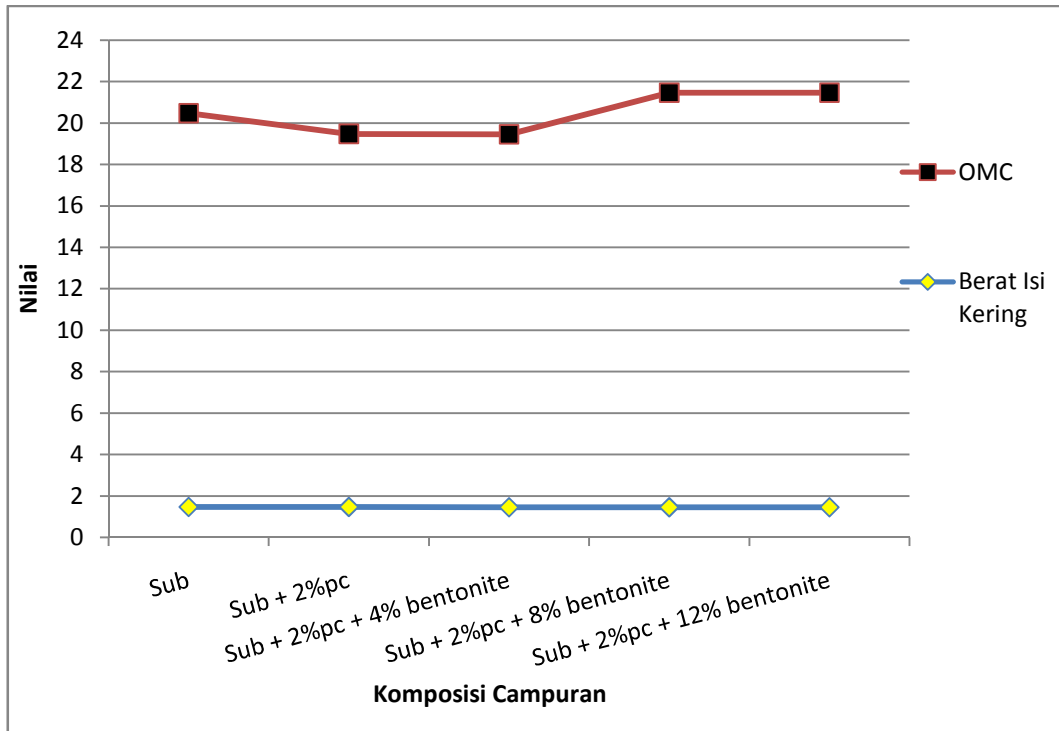
penambahan bentonite dengan kenaikan 4%, 8%, dan 12%. Nilai IP pada penelitian ini mengalami peningkatan hingga 35%.

Berikut ini merupakan hasil uji karakteristik mekanik tanah yang tersaji dalam Tabel 2:

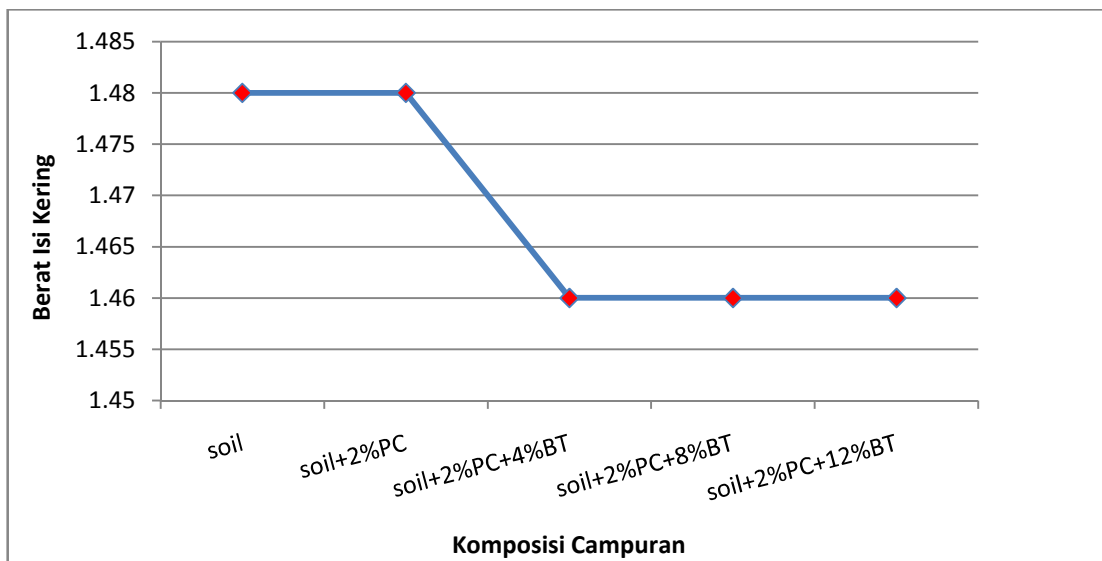
Tabel 2 Hasil Uji Sifat Mekanik Pada Masing – Masing Campuran

Pengujian	Tanah Asli	Tanah Asli +2%PC	Tanah Asli +2%PC +4%Bentonite	Tanah Asli +2%PC +8%Bentonite	Tanah Asli +2%PC +12%Bentonite
Kadar Air(OMC)%	19	18	18	20	20
Kepadatan(ρ_{dmax}) (gr/cm ³)	1,48	1,48	1,46	1,46	1,46
Qu (Kg/cm ²)	3,25	5,82	5,76	5,82	5,91
Cu (Kg/cm ²)	1,63	2,91	2,88	2,92	2,95
CBR (%)	1,0	2,0	1,9	2,0	2,0
Swelling (65 blows) (%)	2,88	2,76	3,04	3,17	3,73

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



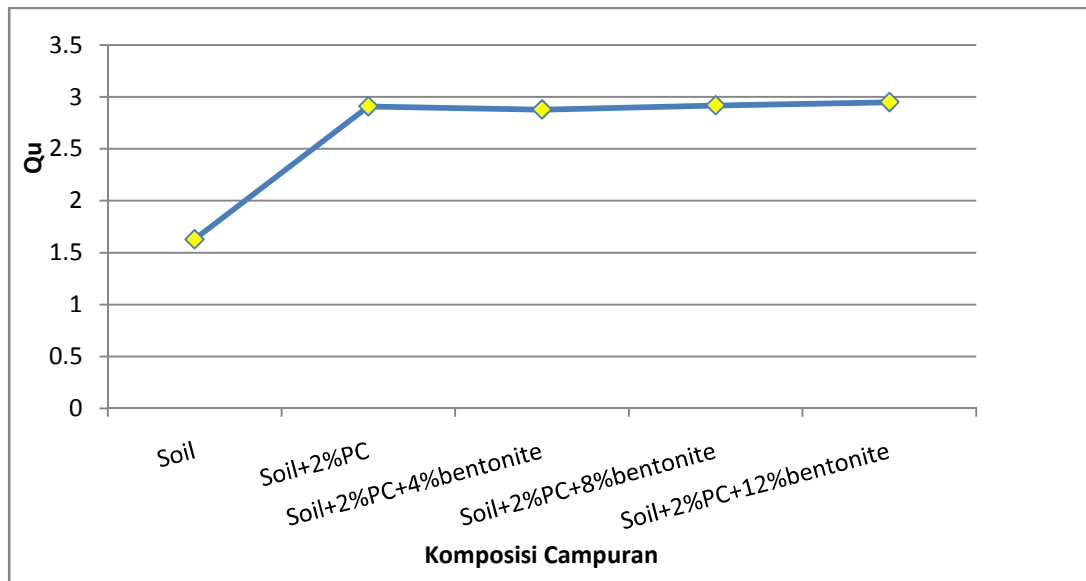
Gambar 3. Hubungan Kadar Air Optimum dan Kepadatan Kering Maksimum dengan Beberapa Konsentrasi Campuran



Gambar 4. Berat Isi Kering Terhadap Beberapa Konsentrasi Campuran

Berdasarkan gambar 3 dan 4 bahwa nilai berat isi kering tanah asli dan ditambah semen 2% tetap 1,48gr/cm³, setelah ditambah bentonite mengalami penurunan menjadi 1,46gr/cm³. Lain halnya untuk kadar air (OMC) dengan penambahan

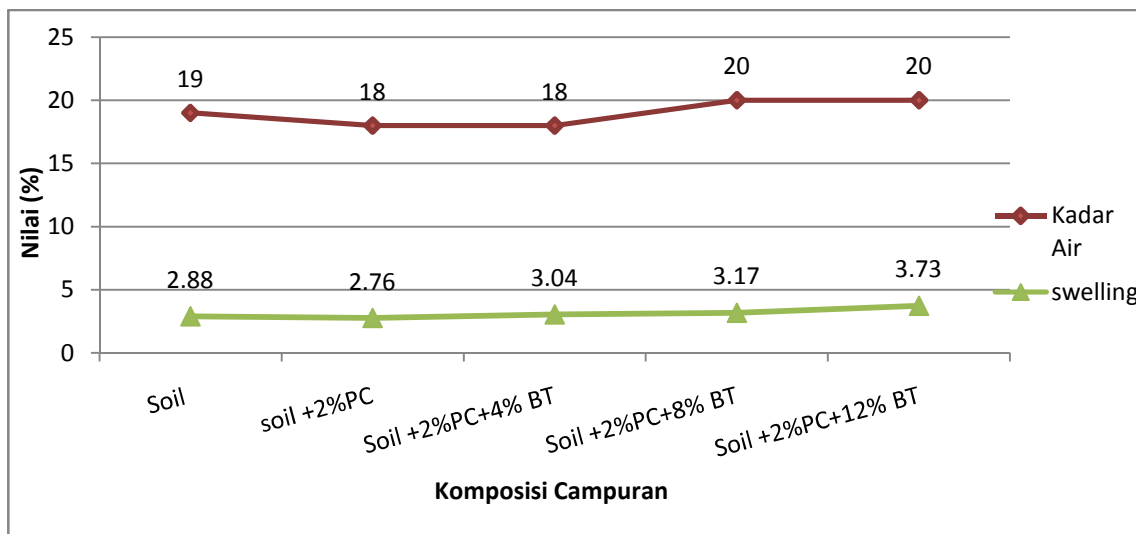
kadar bentonite semakin bertambah. Artinya dengan penambahan bentonite tidak menambah kepadatan tanah, tetapi menurunkan kepadatan tanah serta bentonite mudah menyerap air.



Gambar 5. Nilai Kuat Tekan Terhadap Beberapa Konsentrasi Campuran

Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa penambahan semen 2% dapat meningkatkan nilai kuat tekan (Q_u) dari $3,25\text{kg/cm}^2$ menjadi $5,82\text{kg/cm}^2$, setelah

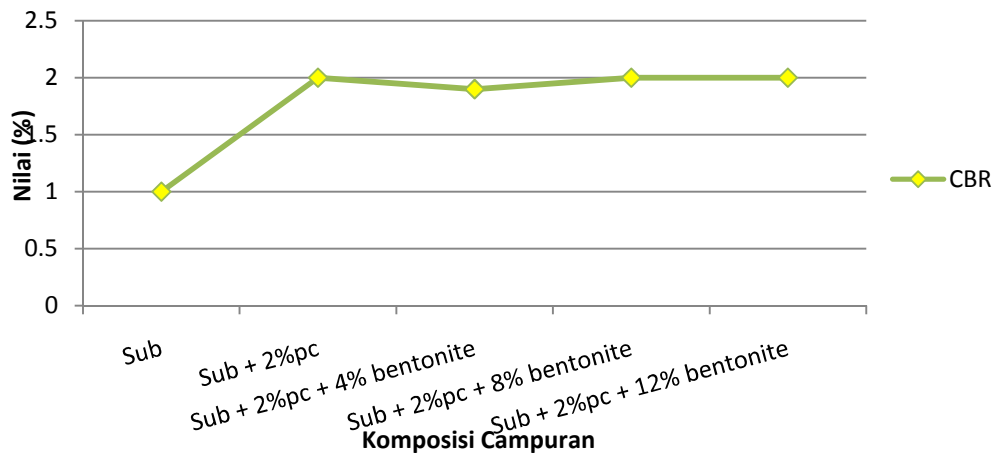
ditambah bentonite sampai dengan 12% nilainya tetap. Artinya campuran semen yang dapat meningkatkan kuat tekan tanah,



Gambar 6. Hubungan Antara Swelling dengan kadar air sampel sesuai dengan kadar air optimum Dalam Beberapa Kosentrasi Campuran

Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa penambahan semen 2% dapat menurunkan prosentase swelling, tetapi setelah ditambah bentonite semakin naik. Artinya

bahwa kadar semen dapat menurunkan potensi pengembangan tanah lempung, tetapi bentonite sebaliknya.



Gambar 7. Hubungan antara dengan Beberapa Kosentrasi Campuran

Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa penambahan semen 2% dapat meningkatkan nilai CBR dari 1% menjadi 2%, setelah ditambah bentonite sampai

dengan 12% nilai CBRnya tetap. Artinya bahan stabilisasi yang menaikkan nilai CBR hanya semen 2%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian maupun analisa data dalam penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tanah asli memiliki nilai berat jenis (Gs) sebesar 2,5 kemudian indeks plastis (IP) 26% yang tergolong tinggi, kadar air (OMC) 19%, dan d 1,48 t/m^3 , Q_u berada pada nilai 3,25 kg/cm^2 , CBR juga hanya sebesar 1% dan berada jauh dibawah standar minimum untuk jalan raya sebesar 7%, dan terakhir kadar swelling 2,88%. Sehingga tanah asli dalam penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai subgrade sehingga memerlukan stabilisasi.
2. Penambahan semen sebesar 2% pada tanah asli dapat meningkatkan stabilitas tanah dengan nilai berat jenis (Gs) menjadi 2,75 (peningkatan 10%), nilai IP 24% (penurunan 11%), kadar air 18% (penurunan 5%), Kuat tekan (Q_u) 5,82 kg/cm^2 (peningkatan 80%) nilai CBR 2% (peningkatan 100%), swelling potential 2,76% (penurunan 4%) dari tanah asli, sehingga campuran tersebut dapat dapat digunakan untuk memperbaiki kondisi fisik dan mekanik tanah.
3. Dengan adanya penambahan bentonite hingga komposisi 12% + semen 2% terhadap campuran tanah, karakteristik fisik dan mekanik menjadi kurang baik, terlihat dari nilai berat jenis (Gs) 2,54 (naik 4%) indeks plastis (IP) sebesar 35% (peningkatan 35%), kadar air (OMC) 20% (peningkatan 11%), kemudian d menjadi 1,46 t/m^3 (penurunan 1,4%), nilai Q_u 5,91 kg/cm^2 (peningkatan 81%), dan nilai swelling sebesar 3,73% (peningkatan 30%) dari tanah asli
4. Berdasarkan hasil analisis, maka material stabilisasi tanah dasar (*subgrade*) sebaiknya hanya dengan menggunakan semen (Pc) 2%.
5. Penambahan bentonite tidak membantu menstabilkan tanah, karena daya serap bentonite terhadap air yang tinggi sehingga tingkat plastis dan kembang susutnya tinggi. Jadi bentonite hanya dapat digunakan sebagai filler atau bahan pengisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003 “ *Annual Book Of ASTM Standards*” Section 4, Volume 04 08, Conshohocken, PA 19428-2959.
- Bowles, Joseph E., & Hainim, Johan K, 2010. *Mekanika Tanah*, Yogyakarta
- Departemen PU, Direktorat Jenderal Bina Marga, *Spesifikasi Umum*
- Hardiyanto, Hary Christady, 2011, *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Institut Teknologi Sepuluh November, 2011, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil VII – 2011*, Surabaya
- Karl Terzaghi, Dan Ralph B., Peck, 1987, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta
- Sulistiono, Djoko, 2011, *Kumpulan Makalah Seminar Nasional, Simposium, Jurnal 1999-2011*. Surabaya
- Sulistiono Djoko, Arifin Sulchan, Dan Chomaedhi, 2006, *Jurnal Aplikasi Stabilisasi Tanah Pandaan Dengan Bitumen Untuk Subgrade Jalan Raya*. Surabaya
- Sulistiono Djoko, Firdaus Amalia, Erna, Dan Imawati, 2011, *Jurnal Penelitian Perbandingan Stabilisasi Tanah Secara Kimia Dan Mekanis*. Surabaya
- Yuliet Rina, Hakam Abdul, dan Febrian Getby, 2011, *Uji Potensi Pengembangan Pada Tanah Lempung dengan Free Swelling Test*. Surabaya
- <http://bentonite/ulasan.asp.htm>