



KOMBINASI TANAH LEMPUNG DAN PASIR SUNGAI SEBAGAI BAHAN UNTUK SUBGRADE

Winda Lestari*¹, Hasrullah²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan
Jl. Amal Lama No. 1 Kota Tarakan, Kalimantan Utara
Email: winda.lestariTS@gmail.com, hasrullah.ray@gmail.com

ABSTRACT: Soil is the foundation of structure or construction, both building and roads, so that the soil is expected to be able to support the burden on it. One way to overcome this problem is to mixing the soil with stabilization material that has a larger gradation. Testing is done by mixing several variations of the percentage of river sand to soil weight, with the addition of river sand 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. The soil samples used were from Gunung Selatan Kampung Satu Tarakan city. Testing includes examining the physical and mechanical properties of the soil. Based on examination of the physical properties of the original soil, the value of specific gravity was 2,59, Liquid Limit (LL) 53,2%, Plastic Indeks (IP) 16,50%, grain size analysis of 57,8%. In testing the mechanical properties of the soil, the result showed that the addition of river sand 50% in the dry weight compaction test increased from 1,400 gr/cm³ to 1,55 gr/cm³. in the CBR testing also increased, the CBR unsoaked from 6,63% and the CBR soaked from 19,2% to 12,5%.

Keywords: clay soil, river soil stabilization, physical and mechanic properties

ABSTRAK: Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi gedung maupun konstruksi jalan, sehingga diharapkan tanah mampu mendukung beban yang ada di atasnya. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut dilakukan perbaikan tanah dasar yaitu dengan cara stabilisasi dengan menggunakan pasir sungai yang ditujukan untuk memperbaiki gradasi tanah dengan cara mencampur tanah dengan bahan stabilisasi yang memiliki gradasi lebih besar. Pengujian dilakukan dengan cara mencampurkan beberapa variasi persentase pasir sungai terhadap berat tanah, dengan persentase penambahan pasir sungai 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Sampel tanah yang digunakan berasal dari Gunung Selatan Kampung Satu Kota Tarakan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik dan mekanis tanah. Berdasarkan pemeriksaan sifat fisik tanah asli didapatkan nilai, *specific gravity* sebesar 2,59, Liquid Limit (LL) 53,2%, *Indeks Plastis* (IP) 16,50%, analisa ukuran butiran sebesar 57,8%. Pada pengujian sifat mekanis tanah, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pasir sungai 50% pada pengujian pemadatan berat isi kering mengalami peningkatan dari 1,400 gr/cm³ menjadi 1,557 gr/cm³. Pada pengujian CBR juga mengalami peningkatan, CBR *unsoaked* dari 6,63% menjadi 13,68% dan CBR *soaked* dari 3,04 menjadi 8,16% dengan melewati masa perendaman selama 4 hari dan *swelling* mengalami penurunan dari 19,2% menjadi 12,5%.

Kata kunci: tanah lempung, stabilisasi pasir sungai, sifat fisik dan mekanis tanah

1. PENDAHULUAN

Permasalahan tanah tidak hanya terbatas pada penurunan (*settlement*) saja tetapi mencakup secara menyeluruh, seperti penyusutan dan pengembangan tanah (Gunarso dkk, 2017). Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air

yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Terzaghi, 1987). Adanya lapisan tanah lunak pada kondisi tanah asli akan menghadapi beberapa permasalahan geoteknik antara lain berupa kapasitas daya dukung tanah yang rendah, serta penurunan (settlement) yang terjadi cukup besar (Berliano, 2020), selanjutnya Mochtar (2000) mengatakan penurunan tanah berlangsung sangat lama sehingga lambat laun akan terjadi *differential settlement* (beda penurunan) yang nyata.

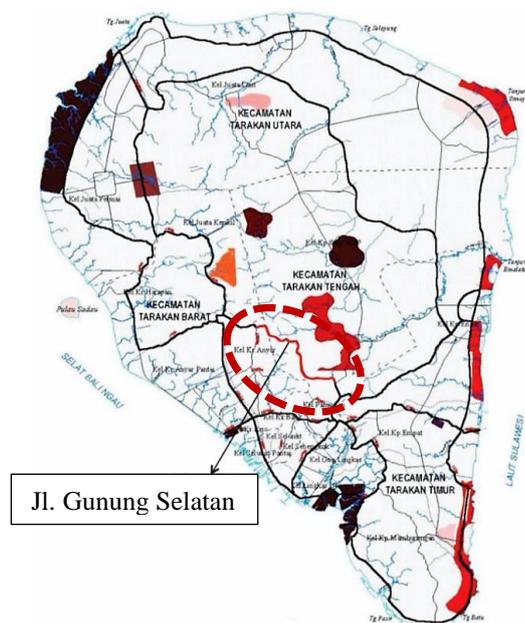
Beberapa penelitian terkait dengan stabilisasi tanah lunak yaitu seperti yang dilakukan oleh Risman (2011) dengan judul analisis daya dukung tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur dan pasir, pada penelitian ini dengan menambahkan kapur dan pasir didapat hasil nilai CBR yang mulai meningkat pada persentase 10%, lalu ada Sutikno & Yatmadi (2010) melakukan studi stabilisasi tanah ekspansif dengan penambahan pasir untuk tanah dasar konstruksi jalan yang mana pada penelitian diketahui bahwa dengan menambahkan pasir sebagai bahan stabilisasi didapat hasil nilai CBR yang meningkat pada persentase 10%. Kholis (2018) menjelaskan bahwa dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik maka dilakukan stabilisasi tanah dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain dan dapat pula mencampur tanah dengan bahan-bahan kimia dari pabrikan.

Oleh karena itu berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis akan melaksanakan penelitian yang sama mengenai stabilisasi tanah. Dalam penelitian ini, yang membedakan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan penulis lakukan adalah terletak pada bahan stabilisasi tanah tersebut, yaitu dengan menggunakan pasir sungai serta menggunakan persentase campuran yang berbeda-beda yaitu pasir sungai 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Lokasi penelitian dilakukan di daerah Gunung Selatan Kampung Satu untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah, mencari perbandingan persentase campuran tanah dan pasir sungai yang optimum, mengetahui perilaku pengaruh perbaikan sifat-sifat tanah dengan cara stabilisasi campuran pasir sungai dibandingkan dengan sifat-sifat tanah asli.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian untuk pengambilan sampel tanah yaitu di daerah Kampung Satu Jalan Gunung Selatan Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.2. Pengumpulan Data dan Survei Lapangan

Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data utama dalam analisis hasil penelitian data primer diperoleh dari hasil pengamatan atau pemeriksaan di laboratorium. Adapun data yang termasuk ke dalam data primer yaitu data sifat fisik dan sifat mekanis tanah. Data sekunder merupakan data pendukung data primer yang diperlukan dalam penelitian yaitu angka kalibrasi alat pengujian serta peta lokasi pengambilan tanah.

2.3. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sampel terganggu (*disturbed sampel*) dan sampel tidak terganggu (*undisturbed sampel*) Pengambilan sampel tanah terganggu dilakukan pada kedalaman sekitar 10-50 cm dari permukaan tanah. Sedangkan Sampel tanah tidak terganggu dilakukan pada *interval* 1-2 meter dari permukaan tanah. Pengambilan sampel tanah tidak terganggu ini menggunakan bor tangan (*hand boring*).

2.4. Uji Laboratorium Kondisi Tanah Asli Sebelum Distabilisasi

Pengujian penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan dan SMKN 2 Tarakan. Sampel tanah yang telah tersedia akan dilakukan pengujian meliputi pengujian sifat fisik dan mekanis tanah terhadap tanah asli (*initial condition*) sebelum distabilisasi.

2.5. Variasi Campuran

Contoh tanah lempung yang digunakan pada pencampuran merupakan tanah yang telah di oven hingga kering kemudian dihancurkan hingga lolos saringan no.8 kemudian dicampur dengan pasir lolos saringan no.4. campuran dibuat dalam beberapa sampel setiap pengujian.

Campuran tanah dan pasir sungai untuk pengujian sifat fisik dan mekanis.

1. Campuran tanah asli 90% + pasir sungai 10%.
2. Campuran tanah asli 80% + pasir sungai 20%.
3. Campuran tanah asli 70% + pasir sungai 30%.
4. Campuran tanah asli 60% + pasir sungai 40%.
5. Campuran tanah asli 50% + pasir sungai 50%.

2.6. Penetapan Nilai OMC

Setelah mengetahui sifat-sifat fisik tanah dasar selanjutnya mencari kadar air optimum (OMC) dan berat isi kering maksimum (γ_{dry}). Untuk mendapatkan kadar air optimum tersebut maka dilakukan pengujian pemadatan (*Standard proctor*) untuk mendapatkan kurva yang merupakan hubungan antara kadar air dan berat isi kering, kemudian diambil nilai yang paling optimum. Kadar air optimum tanah asli juga dijadikan sebagai acuan untuk penambahan air pada masing-masing variasi campuran.

2.7. Pencampuran Sampel Tanah dan Pasir pada Pengujian CBR

Contoh tanah lempung yang digunakan pada pencampuran merupakan tanah yang telah di oven hingga kering kemudian dihancurkan hingga lolos saringan no.8 kemudian dicampur dengan pasir lolos saringan No.4. Timbang campuran tanah dan pasir yang dibutuhkan untuk masing-masing sampel lalu ditambahkan air sesuai dengan OMC. Pengujian CBR yang dilakukan yaitu, CBR *unsoaked* dan CBR *soaked* dengan masing-masing variasi campuran menggunakan satu sampel dengan jumlah tumbukan sebanyak 56 tumbukan.

2.8. Pengolahan Data

Dari data-data yang diperoleh untuk selanjutnya dilakukan analisa dengan membuat tabel perbandingan dengan tanah asli (sebelum distabilisasi) dan tanah yang sudah distabilisasi. Hasil olahan dan analisa

data juga dilakukan dengan menampilkan dalam bentuk grafik hubungan persentase campuran pasir sungai terhadap perubahan parameter-parameter sifat fisik maupun mekanis tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sifat Fisik dan Mekanis Tanah Asli

3.1.1. Karakteristik sifat fisik tanah asli

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan untuk mengklasifikasikan jenis tanah yang digunakan pada penelitian. Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium diperoleh data-data karakteristik sifat fisik tanah asli seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik sifat fisik tanah asli

No	Pemeriksaan	Standard ASTM	Hasil	Satuan
1	Kadar air	D-2216-98	48,1	%
2	<i>Spesific Gravity</i> (Gs)	D-162	2,59	
3	Berat Volume (γ)		1,9	gr/cm ³
4	Analisa Saringan Lolos Saringan No.200	C-136-06	57,8	%
5	Atterberg Limit	D – 4318	-	-
	a. Batas Cair (LL)		53,2	%
	b. Batas Plastis (PL)		36,66	%
	c. Indeks Plastis (PI)		16,50	%

Pada Tabel 2. Pengujian karakteristik sifat fisik tanah asli (*Initial Condition*) yang belum distabilisasi didapatkan hasil dari pengujian. Kadar Air (W_c) sebesar 48,1%, *Spesific Gravity* (Gs) berat jenis sebesar 2,59 gr/cm³, Berat Volume (γ) sebesar 1,9 gr/cm³. Pengujian gradasi ukuran butiran dilakukan dengan pengujian analisa saringan didapatkan hasil tanah tertahan pada saringan No.4 (0%), lolos saringan No.200 (57,8%), batas Cair (*Liquid Limit*, LL) sebesar 53,2%, batas Plastis (*Plastic Limit*, PL) dari pengujian plastisitas tanah didapatkan sebesar 36,66%, Indeks Plastis (*Indeks Plasticity*, IP) diperoleh dari selisih antara batas cair (LL) dan batas plastis (PL), dengan rumus $PI = LL - PL$ maka diperoleh nilai Indeks Plastisitas (PI) 16,50%. Maka berdasarkan klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Clasification System*) tanah tersebut tergolong dalam klasifikasi OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi). Tanah asli Gunung Selatan termasuk kategori plastisitas tinggi dengan sifat kohesif.

3.1.2. Karakteristik sifat mekanis tanah asli

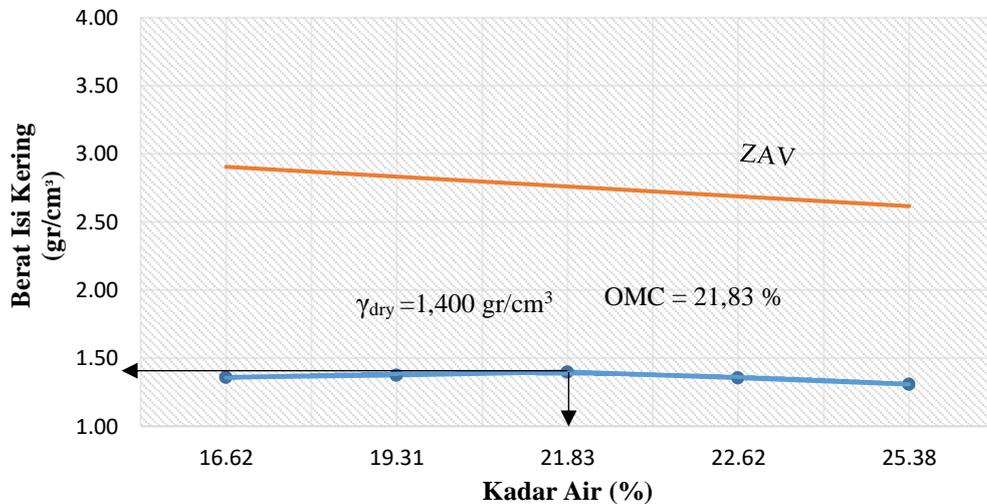
Pengujian sifat mekanis tanah asli menggunakan sampel tanah terganggu (*disturb*) dilakukan untuk mengklasifikasikan jenis tanah yang digunakan pada penelitian. Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium diperoleh data-data karakteristik sifat fisik tanah asli seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik sifat mekanis tanah asli

No	Pengujian Sifat Fisik	Standard ASTM	Hasil	Satuan
1	Pemadatan (<i>Standard Proctor</i>)	D-698		
	Kadar Air Optimum (OMC)		21,83	%
	γ_d maksimum		1,400	gr/cm ³
2	<i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	D-633-1994		
	CBR <i>Unsoaked</i>		6,63	%
	CBR <i>Soaked</i>		3,04	%
	<i>Swelling</i>		19,2	%

1) Hasil uji pemadatan

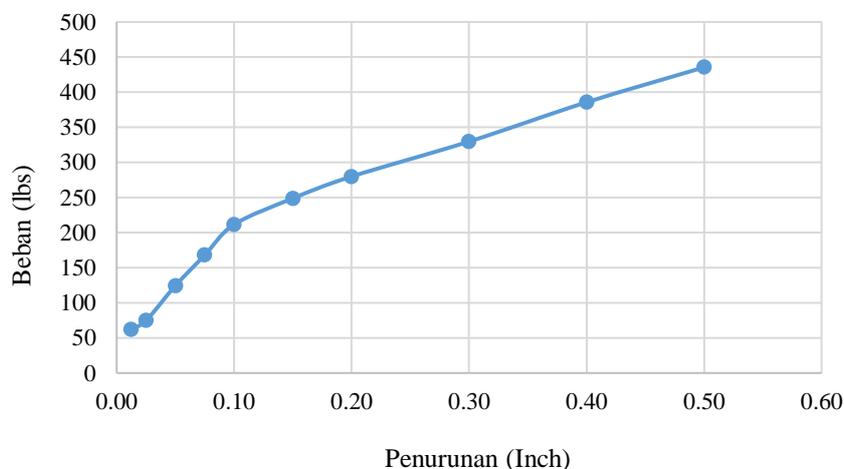
Berdasarkan Tabel 3 didapatkan hasil pengujian kadar air optimum (OMC) sebesar 21,83% dan γ_{dry} maksimum sebesar 1,400 gr/cm³. Kadar air optimum (OMC) yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung penambahan air yang digunakan pada sampel tanah pengujian CBR (*California Bearing Ratio*).



Gambar 2. Hubungan kadar air dengan berat isi kering tanah asli

2) Hasil uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan nilai pengujian CBR *unsoaked* sebesar 6,63% dan CBR *soaked* sebesar 3,04% dengan perendaman selama 4 hari. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa tanah tersebut dapat dikategorikan sedang untuk tanah asli. Secara grafis hubungan penurunan dan beban (CBR *soaked*) tanah asli dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Penurunan – Beban (CBR *soaked*) tanah asli

3.2. Sifat Fisik dan Mekanis Tanah Stabilisasi

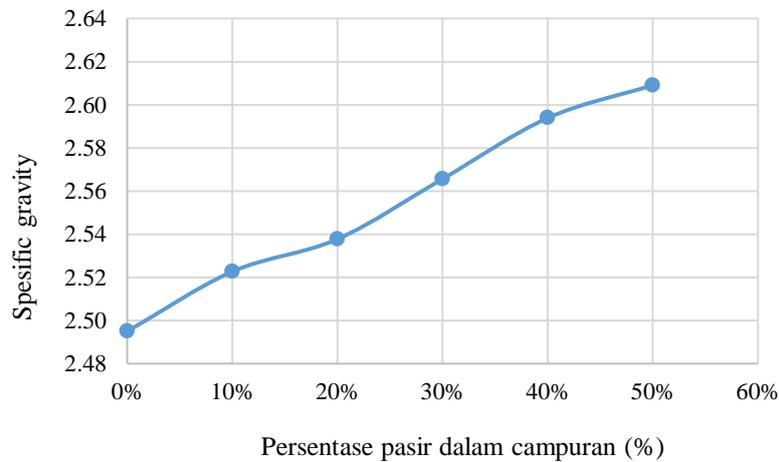
3.2.1. *Specific gravity (Gs)*

Hasil pengujian untuk *specific gravity* untuk tanah yang sudah ditabilisasi dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian *Specific gravity* (Gs) variasi campuran

No. Sampel	Variasi campuran	Nilai <i>Specific gravity</i>
S1	TA (Tanah Asli)	2,59
S2	TA + 10% Pasir sungai	2,60
S3	TA + 20% Pasir sungai	2,62
S4	TA + 30% Pasir sungai	2,63
S5	TA + 40% Pasir sungai	2,65
S6	TA + 50% Pasir sungai	2,66

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai *specific gravity* menunjukkan adanya kenaikan seiring bertambahnya persentase variasi campuran pasir sungai dari tanah asli dengan nilai paling tinggi adalah 2,59 untuk tanah asli menjadi 2,66 pada tambahan campuran 50% pasir sungai. Hal ini terjadi karena nilai berat jenis pasir sungai lebih besar dari nilai berat jenis tanah asli. Perubahan Secara grafis dapat dilihat pada Gambar 4.

**Gambar 4. Pengaruh penambahan pasir sungai terhadap *specific gravity***

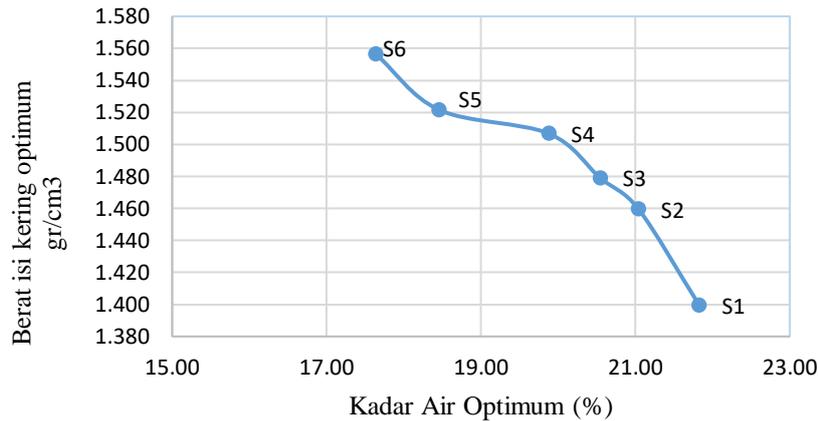
3.2.2. Pematatan

Hasil pengujian pematatan untuk tanah yang sudah ditabilisasi dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil pengujian campuran tanah asli + pasir sungai pematatan standar

No. Sampel	Variasi campuran	Kadar air optimum	Berat isi kering
		Wopt %	γ_{dry} gr/cm ³
S1	TA	21,83	1,400
S2	TA + 10% Pasir sungai	21,04	1,460
S3	TA + 20% Pasir sungai	20,55	1,479
S4	TA + 30% Pasir sungai	19,88	1,507
S5	TA + 40% Pasir sungai	18,46	1,522
S6	TA + 50% Pasir sungai	17,63	1,557

Berdasarkan Tabel 5. di atas didapatkan nilai kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) dan kadar air optimum dengan berbagai variasi campuran. Dari tabel tersebut terlihat adanya kenaikan harga (γ_{dry}) dari kondisi tanah asli sebesar 1,400 gr/cm³ menjadi 1,557 gr/cm³ pada variasi campuran 50% pasir sungai. Sedangkan kadar air optimum mengalami penurunan dari kondisi tanah asli sebesar 21,83% menjadi 17,63% pada variasi campuran 50%. Secara grafis perubahan kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) dan kadar air optimum seiring bertambahnya persentase campuran terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh penambahan pasir sungai terhadap berat isi kering dan kadar air optimum

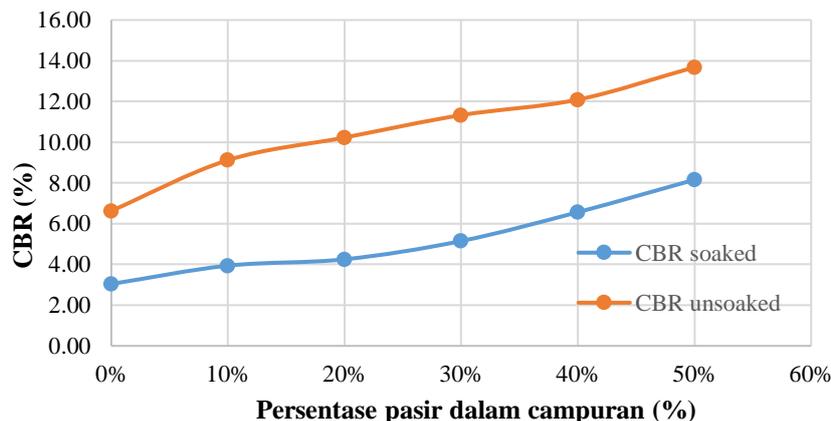
3.2.3. California Bearing Ratio (CBR)

Hasil pengujian *California Bearing Ratio (CBR)* untuk tanah yang sudah distabilisasi dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Hasil pengujian CBR *unsoaked*, CBR *soaked* dan *swelling*

No. Sampel	Variasi campuran	CBR <i>unsoaked</i> (%)	Soaked	
			CBR soaked (%)	Swelling (%)
S1	TA	6,63	3,04	19,2
S2	TA + 10% Pasir sungai	9,12	3,94	16,7
S3	TA + 20% Pasir sungai	10,23	4,25	15,5
S4	TA + 30% Pasir sungai	11,33	5,15	14,6
S5	TA + 40% Pasir sungai	12,09	6,57	13,8
S6	TA + 50% Pasir sungai	13,68	8,16	12,5

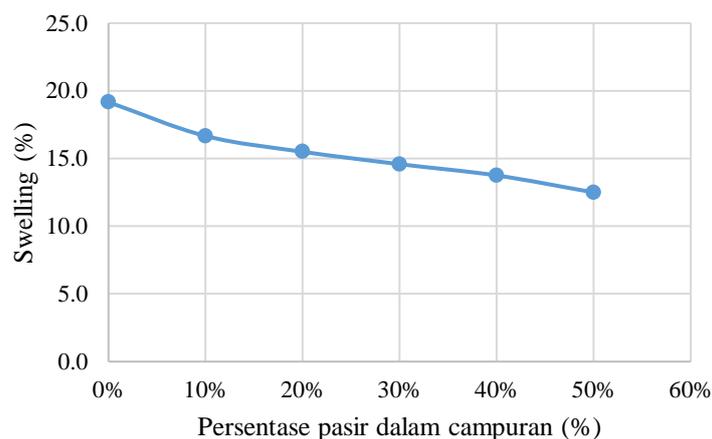
Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa peningkatan CBR *unsoaked* cukup signifikan dibanding CBR *soaked*. Secara keseluruhan nilai CBR stabilisasi mengalami peningkatan seiring bertambahnya variasi campuran pasir. Pada CBR *unsoaked*, nilai CBR tanah asli sebesar 6,63% meningkat menjadi 13,68% pada variasi campuran 50% pasir sungai dan untuk CBR *soaked*, nilai CBR tanah asli sebesar 3,04% meningkat menjadi 8,16%. Sedangkan pada mengujian *swelling* seiring bertambahnya variasi campuran pasir sungai nilai pengembangan semakin menurun, penurunan tanah asli sebesar 19,2% menjadi 12,5% pada variasi campuran 50%.



Gambar 6. Perbandingan nilai CBR *unsoaked* dan CBR *soaked* terhadap penambahan pasir sungai

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat hubungan antara persentase pasir sungai dalam campuran dengan nilai CBR *unsoaked* dan CBR *soaked* yang memperlihatkan bahwa nilai CBR mengalami kenaikan seiring bertambahnya variasi campuran pasir baik CBR *unsoaked* maupun CBR *soaked*. Dengan kenaikan tersebut untuk CBR *unsoaked* dengan nilai tertinggi sebesar 13,68% pada campuran 50% masuk dalam kategori *good* dan CBR *soaked* dengan nilai tertinggi sebesar 8,16% pada campuran 50% masuk dalam kategori *good*.

Kenaikan nilai CBR disebabkan tingkat pemadatan yang lebih kuat sehingga membuat rongga pori tanah semakin kecil serta disebabkan oleh sifat mekanis pasir yang mempunyai kemampuan yang tinggi terhadap tekanan dan kemampuan yang baik terhadap gesekan antar butiran (*internal friction*) sehingga seiring bertambahnya persentase variasi campuran nilai CBR akan mengalami peningkatan. Dari pengujian CBR terlihat perbedaan hasil uji CBR *unsoaked* dan CBR *soaked*, dapat dilihat nilai CBR *unsoaked* lebih besar dibandingkan nilai CBR *soaked*, perbedaan tersebut terjadi karena CBR *soaked* terjadi proses perendaman selama 4 hari sehingga tanah dalam keadaan jenuh air yang merupakan keadaan terburuk tanah.



Gambar 7. Hubungan penambahan pasir sungai terhadap swelling

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa pengembangan (*swelling*) dengan penambahan pasir menunjukkan penurunan dengan adanya penambahan pasir sungai, hal ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan Utami (2015) yang menyimpulkan bahwa semakin banyak presentase pasir yang digunakan, maka nilai pengembangan (*swelling*) semakin menurun kadar persentasenya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut. Persentase bahan stabilisasi pasir sungai yang dicampurkan pada tanah lempung didapatkan persentase campuran yang dianggap dapat meningkatkan sifat mekanis adalah campuran dengan penambahan 50% pasir sungai dengan *Specific gravity* mengalami peningkatan dengan berat jenis tanah asli sebelum distabilisasi sebesar 2,59 menjadi 2,66 pada variasi campuran 50% pasir sungai, Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) *Unsoaked* mengalami peningkatan dengan nilai CBR tanah asli sebelum distabilisasi sebesar 6,63% dengan kategori *poor* menjadi 13,68% pada variasi campuran 50% pasir sungai, Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) *Soaked* mengalami peningkatan dengan nilai CBR tanah asli sebelum distabilisasi sebesar 3,04% dengan kategori *poor* menjadi 8,16% pada variasi campuran 50% pasir sungai, sedangkan nilai *swelling* mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

Berliano, H.A. 2020. *Kajian Teknis Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Metode Kombinasi Vacuum Dan Preloading Dengan Pvd Dan Phd Pada Area Container Yard Pelabuhan Terminal Kijing*

- Kalimantan Barat. Pontianak. Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Jurnal Mahasiswa dan Dosen Vol.20, No.2, 2020.
- Bowles, 1989, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Diterjemahkan oleh Johan K. Hainin. Jakarta: Erlangga.
- Gunarso, A, Nuprayogi, R, dan Partono, W. 2017. Stabilitas Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Larutan NaOH 7,5%. Semarang. Universitas Diponegoro. Jurnal Karya Teknik Sipil Vol.6 No.2 : 238-245.
- Hardiyatmo, H.C., 2010. *Mekanika Tanah I*, Edisi Kelima, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Mochtar, Indrasurya B. 2000. Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (*Problematic Soil*). Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- Saleh, A.R. 2017. *Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Abu Sekam Padi (RHA) Dan Kapur (CaCO₂) Di Kampung Satu Kota Tarakan*. Jurnal Teknik UBT Vol. 1, No 1, 2017. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo, Tarakan.
- Terzaghi, K., dan Peck, R. B., 1987, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Utami, G,S., Theresia., Andriani, L,D., (2015). *Stabilisasi tanah (subgrade) dengan menggunakan pasir untuk menaikkan nilai CBR*. Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya.