



## ANALISA PENGGUNAAN PASIR PANTAI SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH UNTUK LAPIS PONDASI JALAN TERHADAP NILAI CBR (*CALIFORNIA BEARING RATIO*)

Peri Pebryanti<sup>1</sup>, Ardi Azis Sila<sup>2</sup>, Pangeran Holong Sitorus<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

<sup>1</sup>[peripebryanti@gmail.com](mailto:peripebryanti@gmail.com), <sup>2</sup>[ardi.azis.sila@gmail.com](mailto:ardi.azis.sila@gmail.com), <sup>3</sup>[pangeransitorus1@gmail.com](mailto:pangeransitorus1@gmail.com)

### ABSTRAK

Jl. Swakarsa, Kelurahan Koya Barat, Kecamatan Muara Tami, Kota Jayapura, Provinsi Papua memiliki partikel yang halus dan apabila saat terjadi pembasahan maupun pengeringan tanah tersebut akan mengalami pengembang-susutan, hal ini dapat menyebabkan kerusakan parah pada struktur yang dibangun di atasnya. Kondisi tanah tersebut tidak baik dan tidak mempunyai daya dukung yang memadai sebagai lapis pondasi jalan, oleh karena itu perlu dilakukan pemadatan atau stabilisasi tanah untuk mendapatkan daya dukung yang memadai. Penelitian ini menggunakan bahan tambah untuk stabilisasi tanah yakni 15% pasir pantai dan 8% semen dengan parameter pengujian menggunakan alat CBR (*California Bearing Ratio*). Berdasarkan hasil penelitian, tanah yang diteliti merupakan tanah lempung A-6 dengan nilai *indeks plastisitas* sebesar 21.06% dan didapatkan nilai CBR rata-rata pada tanah asli sebesar 3.27% serta pada tanah campuran menggunakan 15% pasir pantai dan 8% semen sebesar 20.31%, sehingga tanah dengan penambahan pasir pantai dan semen tersebut dapat dikategorikan memiliki daya dukung baik dengan rentang nilai 10-20% sesuai peraturan Direktorat Jenderal Bina Marga dan SNI 1744:2012.

Kata Kunci : Tanah Lempung, Daya Dukung Tanah, Stabilisasi Tanah, CBR (*California Bearing Ratio*).

### ABSTRACT

*Jl. Swakarsa, Koya Barat Village, Muara Tami District, Jayapura City, Papua Province has fine particles and when the soil is wet or dried it will experience shrinkage, this can cause severe damage to the structure built on it. The condition of the soil is not good and does not have adequate bearing capacity as a road foundation layer; therefore it is necessary to compact or stabilize the soil to obtain adequate bearing capacity. This study uses additional materials for soil stabilization, namely 15% beach sand and 8% cement with testing parameters using the CBR (California Bearing Ratio) tool. Based on the research results, the soil studied was A-6 clay with a plasticity index value of 21.06% and the average CBR value obtained on the original soil was 3.27% and on the mixed soil using 15% beach sand and 8% cement was 20.31%, so that the soil with the addition of beach sand and cement can be categorized as having good bearing capacity with a value range of 10-20% according to the regulations of the Directorate General of Highways and SNI 1744:2012.*

*Keywords: Clay Soil, Soil Bearing Capacity, Soil Stabilization, CBR (California Bearing Ratio).*

### 1. PENDAHULUAN

Tanah didefinisikan sebagai suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen-komponen padat, cair, dan gas yang mempunyai sifat serta perilaku yang dinamis. Menurut Hendarsin (2000), tanah dapat di definisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat ditembus dengan peralatan pengambilan contoh (sampling) pada saat pemboran dan dapat digali tanpa peledakan. Sampai pada saat ini tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil disamping itu tanah juga sebagai pendukung dari bangunan baik jalan maupun gedung. Dari berbagai jenis tanah yang terdapat di Indonesia, Tanah lempung merupakan jenis tanah yang banyak dijumpai, Lempung (*clay*) adalah bagian dari tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus. Permasalahan



umum yang sering dijumpai dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi jalan adalah selalu tidak ditemuinya tanah dasar (*subgrade*) yang memiliki daya dukung memadai dalam menahan beban lalu lintas yang akan diterima (Rokky dkk, 2017). Salah satu parameter yang menjadi tolak ukur dalam penentuan kemampuan tanah dalam pembuatan sarana transportasi sebagai jalan yaitu nilai daya dukung tanah berupa nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Persyaratan nilai daya dukung tanah dikategorikan baik adalah apabila nilai CBR berdasarkan pengujian lapangan  $>3\%$  dan berdasarkan pengujian laboratorium diperoleh nilai  $>6\%$ . Untuk tanah dengan nilai daya dukungnya kurang baik atau tidak memenuhi persyaratan maka perlu dilakukan stabilisasi terlebih dahulu agar tanah tersebut menjadi lebih baik dan memenuhi persyaratan sebagai bahan timbunan (*subbase*) maupun sebagai lapisan pondasi dasar (*subgrade*) pada jalan raya (Saputra & Respati, 2018). Kondisi fisik tanah pada Jl. Swakarsa, Kelurahan Koya Barat, Kecamatan Muara Tami, Kota Jayapura, Provinsi Papua memiliki partikel yang halus dan apabila saat terjadi pembasahan maupun pengeringan tanah tersebut akan mengalai pengembangsusutan, hal ini dapat menyebabkan kerusakan parah pada struktur yang dibangun di atasnya. Dalam tanah timbunan yang digunakan sebagai lapisan subgrade biasanya menggunakan tanah lempung. Ada berbagai cara dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung yaitu dengan cara pemadatan dan pencampuran atau menggunakan bahan tambah. Dalam permasalahan ini, peneliti mengkaji dengan cara penambahan bahan stabilisasi menggunakan pasir pantai dan semen.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan upaya dalam memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan kapasitas daya dukung pada tanah agar dapat digunakan untuk memenuhi spesifikasi (standar) dalam kebutuhan konstruksi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan meningkatkan ketahanan terhadap kadar air yang dimilikinya. Stabilisasi tanah pada tanah dasar suatu konstruksi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperbaiki sifat tanah dasar, sehingga diharapkan mutu tanah dasar tersebut dapat lebih baik dan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya dapat ditingkatkan (Departemen Pekerjaan Umum, 2005).

### Pemadatan Tanah (*Standart Proctor Test*)

Pemadatan tanah adalah suatu proses memadatkan partikel tanah sehingga terjadi pengurangan volume udara dan volume air dengan memakai cara mekanis. Pemadatan dilakukan bila tanah dilapangan membutuhkan perbaikan untuk mendukung konstruksi diatasnya, atau tanah akan digunakan sebagai bahan timbunan. Kepadatan tanah tergantung pada nilai kadar air, saat air ditambahkan pada pemadatan, air ini melunakan partikel-partikel tanah. Partikel-partikel tanah menggelincir satu sama lain dan bergerak pada posisi yang lebih rapat. Jika kadar air tanah sedikit maka tanah akan keras begitu pula sebaliknya, bila kadar air banyak maka tanah akan menjadi lunak atau cair. Pemadatan yang dilakukan pada saat kadar air lebih tinggi daripada kadar air optimumnya akan memberikan pengaruh terhadap sifat tanah. Uji pemadatan tanah atau *Proctor Standard* adalah metode laboratorium untuk menentukan eksperimental kadar air yang optimal dimana suatu jenis tanah tertentu akan menjadi paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum.

### CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR didefinisikan sebagai perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR laboratorium bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah dengan tanah yang dipadatkan pada kadar air tertentu. Pelaksanaan pengujian CBR laboratorium mempunyai alat yang menggunakan piston dengan luas 3 inci<sup>2</sup> dan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,05 inci/menit serta proving ring yang dipakai agar dapat mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Pengujian CBR laboratorium dilakukan terhadap beberapa benda uji, umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. Secara umum pengujian CBR laboratorium ini (sesuai tahapannya) mencakup penyiapan peralatan, contoh material dan contoh uji, pemadatan, penentuan massa basah dan kadar air benda uji, perendaman, uji penetrasi,



penggambaran kurva hubungan antara beban dan penetrasi, dan penentuan nilai CBR. CBR desain juga dapat ditentukan melalui pengujian CBR ini, yaitu dengan menggunakan kurva hubungan antara CBR dan densitas kering dari setiap benda uji.

Tabel 1. Sifat-Sifat Yang Di Syaratkan Untuk Stabilisasi Tanah Dasar Dan Lapis Pondasi Tanah Semen

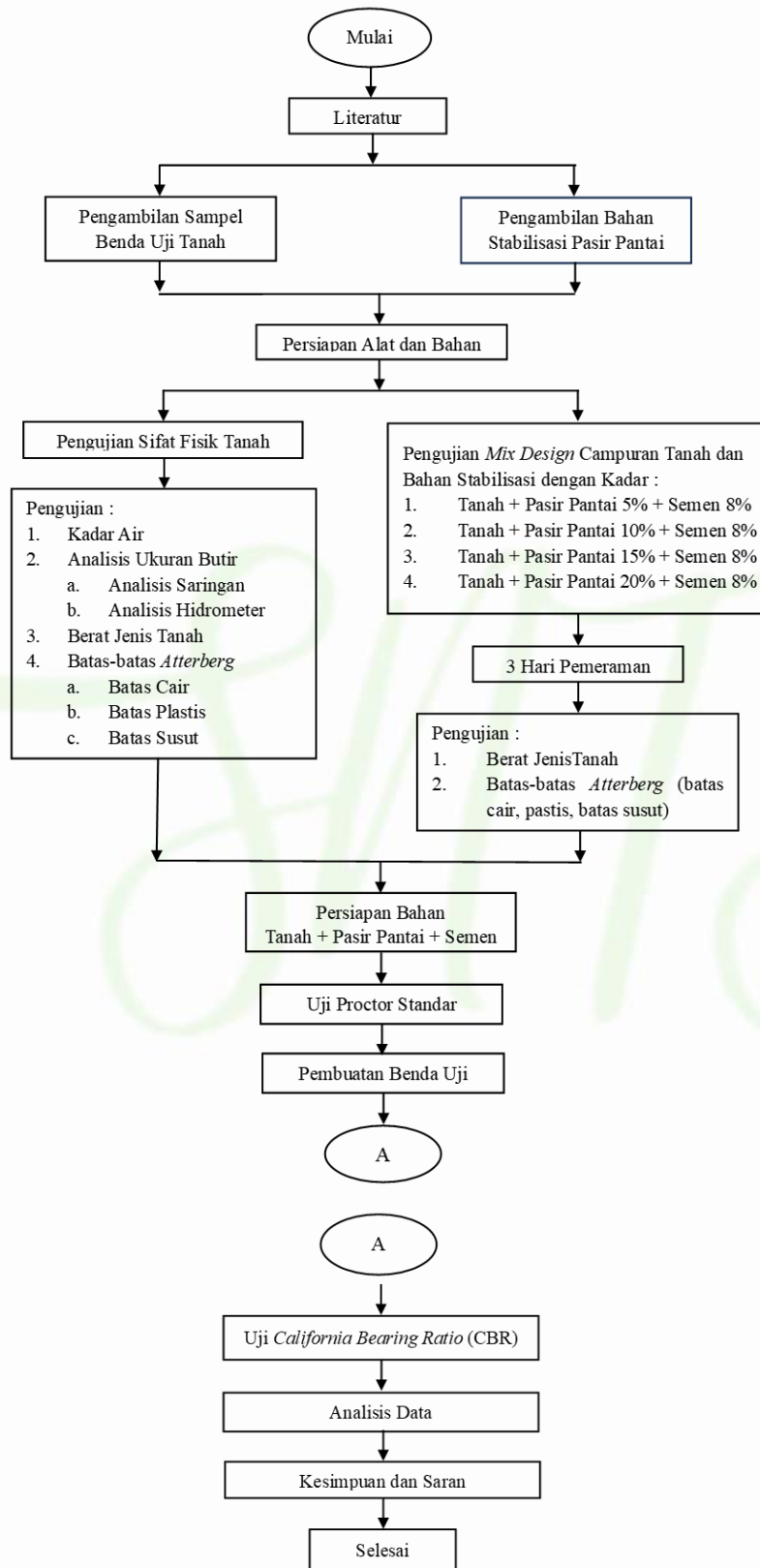
PENGUJIAN	BATAS-BATAS SIFAT			METODE PENGUJIAN
	(Setelah Perawatan 7 hari)			
	Min	Target	Maks	
California Bearing Ratio (CBR)% untuk campuran stabilisasi tanah	12	15	-	SNI 1744 : 2012
Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compressive Strength, UCS) Kg/cm2untuk lapis pondasi tanah semen.		120*	200*	SNI 1744 : 2012
Uji basah dan kering untuk lapis pondasi tanah semen :				SNI 13-6427-2000
a) % KehilanganBerat				
b) % Perubahan Volume				

Sumber: Ditjen Bina Marga 2018 Rev.1

Salah satu parameter yang menjadi tolak ukur dalam penentuan kemampuan tanah dalam pembuatan sarana transportasi sebagai jalan yaitu nilai daya dukung tanah berupa nilai California Bearing Ratio (CBR) (Saputra dkk, 2018). Persyaratan nilai daya dukung tanah dikategorikan baik adalah apabila nilai CBR berdasarkan pengujian lapangan >3% dan berdasarkan pengujian laboratorium diperoleh nilai >6%.



### 3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian  
Sumber : Data Pribadi, 2025



#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Pengujian Karakteristik Tanah Asli

Tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanah yang diambil pada Jl. Swakarsa, Kelurahan Koya Barat, Kecamatan Muara Tami, Kota Jayapura, Provinsi Papua. Secara visual, warna tanah yang diambil pada lokasi tersebut adalah coklat kehitaman atau coklat keabuan. Pada keadaan basah, tanah lempung terasa lebih lengket dan licin jika diremas menggunakan tangan, mudah dibentuk, dan terkesan plastis, sedangkan jika tanah lempung dalam keadaan kering akan bertekstur lebih kasar, keras dan tidak mudah diremas.

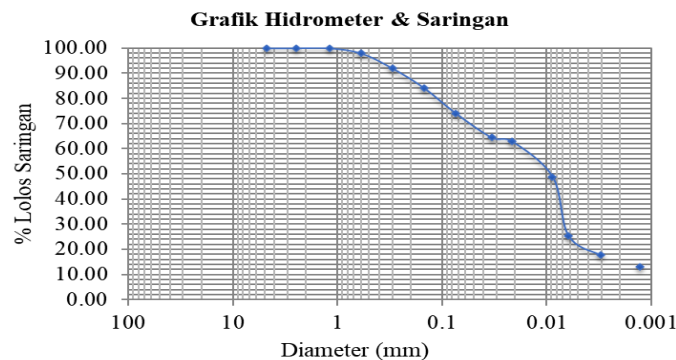
Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah Asli

Pengujian	Hasil	Satuan
Kadar Air	26.98	%
Berat Jenis (GS)	2.5	-
<b>Batas-batas Atterberg</b>		
Batas Susut	10.26	%
Batas Cair (LL)	35.59	%
Batas Plastis (PL)	14.54	%
Indeks Plastisitas (IP)	21.06	%
<b>Distribusi Ukuran Butir</b>		
Lolos Saringan 200	74.1	%
Kerikil	0	%
Pasir	8.092	%
Lanau	91.908	%
Lempung	15.844	%
Tipe material yang dominan	Tanah Lanau Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa Sampai Jelek	
Klasifikasi Kelompok Tanah AASTHO	A-6	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium 2025

Berdasarkan Tabel hasil pengujian karakteristik tanah asli diatas, diketahui nilai dari masing masing pengujian yakni Nilai pengujian Kadar Air sebesar 26.98%, Berat Jenis 2.5%, Batas Susut 10.26%, Batas Cair (*Liquid Limit*) 35.59%, Batas Plastis (*Plastic Limit Test*) 14.54%, dan Indeks Plastisitas (*Plastic Index*) 21.06%. dari hasil pengujian tersebut, tanah yang diteliti dapat diklasifikasikan sesuai AASTHO (*American Association Of State Highway and Transportation Official*) sebagai kelompok klasifikasi tanah A-6 yang mempunyai tipe material dominan Lanau berlempung dan penilaian sebagai tanah dasar biasa sampai jelek.

##### Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan dan Hidrometer

Sumber : Hasil Pengolahan data Excel, 2025

Pada grafik analisa ukuran butir diatas menggunakan pengujian analisa saringan di dapatkan tanah yang lolos pada saringan No. 20 sebesar 74.10% sehingga tanah tersebut dapat digunakan dalam pengujian menggunakan pembacaan Hidrometer untuk membaca ukuran butir yang lebih kecil atau lebih halus dari ukuran butir yang lolos saringan No. 200.

### Pengujian Karakteristik Tanah + Pasir Pantai

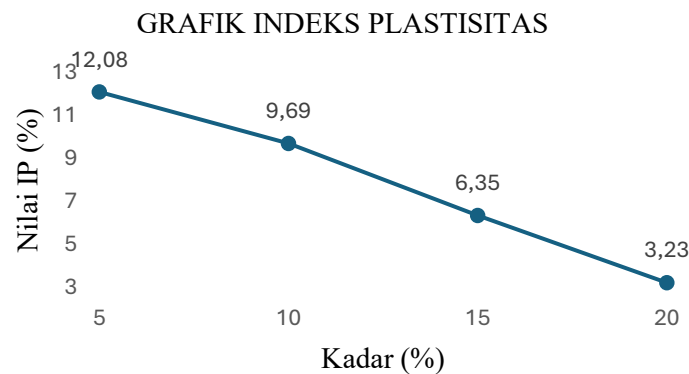
pada penelitian ini, masa pemeraman atau perawatan (*curing*) tanah campuran menggunakan pasir pantai dilakukan selama 3 hari dengan temperatur ruang. Adapun hasil dari pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*), Batas Plastis (*Plastic Limit*), dan nilai IP (*Index Plasticity*) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah + Pasir Pantai

Kadar (%)	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastisitas (%)
5	30.04	17.96	12.08
10	29.86	20.17	9.69
15	28.28	21.93	6.35
20	26.29	23.06	3.23

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2025

Berdasarkan tabel hasil penelitian diatas, dapat dilihat bahwa nilai batas cair dan Indeks Plastisitas mengalami penurunan, nilai Batas Cair mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu dari 30.04% menjadi 26.69%, dan nilai Indeks Plastisitas dari 12.08% menjadi 3.23%. dengan adanya penurunan tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar penambahan pasir pantai maka akan terus mempengaruhi nilai Indeks Plastisitasnya.



Gambar 3. Grafik Penurunan Indeks Plastisitas

Sumber : Hasil Pengolahan data Excel, 2025

Setelah distabilisasi dengan variasi kadar pasir pantai diatas dapat dilihat pada grafik bahwa nilai Index Plasticity tanah menurun signifikan hingga 3.23%.

### Pengujian Batas Susut Tanah + Pasir Pantai

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Batas Susut Tanah + Pasir Pantai

Kadar (%)	Batas Susut (%)
5	23.75
10	26.96
15	29.86
20	31.96

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2025

Berdasarkan Tabel Pengujian Batas Susut di atas, nilai batas susut pada kondisi tanah asli adalah 10.26%, dan setelah dilakukan stabilisasi dengan penambahan pasir pantai nilai batas susut mengalami

penurunan sebesar 31.96% pada variasi kadar 20%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan pasir pantai dapat menyebabkan penurunan nilai penyusutan yang tinggi pada tanah.

#### Pengujian Pemadatan Standar (*Standart Proctor Test*)

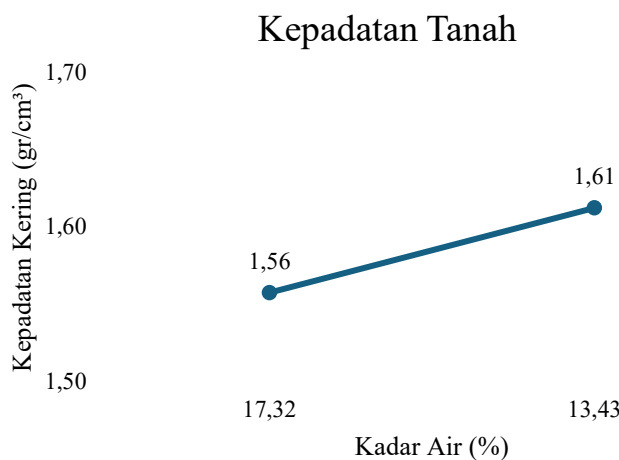
Pengujian pemadatan standart ini berfungsi untuk meningkatkan kualitas dari tanah asli maupun yang sudah dicampur dengan bahan tambah stabilisasi. Hasil pengujian pemadatan standart tersebut dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Pemadatan Standart

Kadar	$\gamma_d$ max (gr/cm <sup>3</sup> )	$\omega_{opt}$ (%)
Tanah Asli	1.56	17.32
Tanah + 15% PP + 8% Semen	1.61	13.43

Sumber: Data Pribadi, 2025

Adapun grafik dari hasil uji kepadatan tanah yakni sebagai berikut :



Gambar 4 . Grafik Pengujian Kepadatan Tanah  
Sumber : Hasil Pengolahan data Excel, 2025

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan standar untuk tanah campuran Pasir pantai 18% dan semen 8% di dapatkan nilai konsentrasi kepadatan kering maksimum  $\gamma_{dmax}$  sebesar 1.56 gr/cm<sup>3</sup> dan 1.68 gr/cm<sup>3</sup>, Sedangkan untuk nilai konsentrasi kadar air optimum  $\omega_{opt}$  sebesar 13.43%.

#### Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Asli

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan besarnya nilai (*California Bearing Ratio*) pada tanah asli yang telah di padatkan di laboratorium pada kadar air tertentu dan telah dilakukan pemeraman dengan waktu pemeraman selama 7 hari. Hasil dari pengujian CBR ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Hasil Pengujian CBR Tanah Asli

CBR Tanah Asli		
Tumbukan	Nilai CBR (%)	Rata-rata
10	2.76	3.27
25	3.22	
56	3.82	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2025

Dari Tabel hasil pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) pada tanah asli diatas di dapatkan hasil nilai CBR (*California Bearing Ratio*) rata-rata untuk tanah asli sebesar 3.27%.

#### Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Campuran

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan besarnya nilai (*California Bearing Ratio*) pada tanah dengan campuran 18% pasir pantai dan 8% semen yang telah di padatkan di laboratorium pada kadar



air tertentu dan telah dilakukan pemeraman dengan waktu pemeraman selama 7 hari. Hasil dari pengujian CBR ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran

CBR Tanah MIX		
Tumbukan	Nilai CBR (%)	Rata-rata
10	13.80	20.31
25	19.16	
56	27.98	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2025

Dari Tabel hasil pengujian CBR ( *California Bearing Ratio* ) pada tanah campuran 15% Pasir pantai dan semen di atas di dapatkan hasil nilai CBR ( *California Bearing Ratio* ) rata-rata untuk tanah campuran sebesar 20.31 %.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengujian yang sudah dilakukan di Laboratorium dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian tanah asli, tanah yang diambil pada Jl. Swakarsa, Kelurahan Koya Barat, Kecamatan Muara Tami, Kota Jayapura, Provinsi Papua memiliki nilai Batas Cair sebesar 35.59%, Batas Plastis 14.54%, Batas Susut 10.26% , Indeks Plastisitas 21.06%. dengan nilai berat jenis sebesar 2.50%. sehingga menurut sistem klasifikasi AASTHO ( *American Association of State Highway and Transportation Official* ) tanah ini dapat diklasifikasikan pada kelompok A-6 sebagai tanah berlempung, dengan kondisi tanah sebagai tanah dasar kurang biasa hingga jelek. Jika dilihat secara visual tanah ini mempunyai warna cokelat kehitaman dalam keadaan kering atau cokelat keabuan pucat pada keadaan basah.
2. Dari pengujian indeks plastisitas yang telah dilakukan di dapatkan nilai indeks plastisitas sesuai masing-masing kadar, kadar 0% mempunyai nilai indeks plastisitas sebesar 21.06, kadar 5% sebesar 12.08%, kadar 10% sebesar 9.69%, kadar 15% sebesar 6.35%, kadar 20% sebesar 3.23% sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa jika semakin banyak penggunaan pasir pantai maka akan mempengaruhi nilai indeks plastisitasnya yakni nilai plastisitas tanah akan semakin menurun.
3. Dari hasil pengujian CBR ( *California Bearing Ratio* ) yang sudah dilakukan dengan masa pemeraman tanah selama 7 hari didapatkan nilai CBR rata-rata untuk tanah asli sebesar 3.27% dan nilai CBR untuk tanah campuran ( *Mix* ) dengan penambahan Pasir pantai, dan semen pada variasi 15% yang digunakan didapatkan nilai rata-rata sebesar 20.31% sehingga berdasarkan dari hasil pengujian CBR yang sudah dilakukan pada tanah lempung yang berlokasi di Jl. Swakarsa, Kelurahan Koya Barat, Kecamatan Muara Tami, Kota Jayapura, Provinsi Papua tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah dengan campuran pasir pantai dan semen tersebut sudah memenuhi standar untuk dijadikan lapisan tanah dasar pada jalan dan dapat dikategorikan memiliki daya dukung baik dimana nilainya berkisar 10-20% dan memiliki nilai minimum sebesar 12% setelah perawatan selama 7 hari sesuai peraturan Direktorat Jenderal Bina Marga dan SNI 1744:2012.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai Cbr Tanah. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 8(1), 29. <https://doi.org/10.25077/jrs.8.1.29-44.2012>
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga, 1–291.
- DPU. (2005). *Konstruksi Indonesia (Departemen Pekerjaan Umum)*. 1–23.
- Edi Barnas., Barian Karopeboka. (2015). *Penelitian Kekuatan Tanah Metode CBR (California Bearing Ratio)*, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil
- Indera Kusuma, R., Mina, E., Fathonah, W., Nugroho, R. C., Teknik, J., Universitas, S., Tirtayasa, A., Jenderal, J., & Km, S. (2022). 24 | Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa





- Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Pasir Pantai Terhadap Nilai CBR Unsoaked. In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 11).
- kafi, M., Afriani, L., & Dasa Putra, A. (2021). *Korelasi Nilai CBR Laboratorium dan Nilai Dynamic Cone Pentrometer (DCP) terhadap kondisi eksisting di Lapangan* (Vol. 9, Issue 4).
- Metode uji CBR laboratorium Badan Standardisasi Nasional*. (2012). [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Nasrani, F., Oktovian, L., Sompie, B. A., & Sumampouw, J. E. R. (n.d.). ANALISIS GEOTEKNIK TANAH LEMPUNG TERHADAP PENAMBAHAN LIMBAH GYPSUM. *Jurnal Sipil Statik*, 8, 197–204.
- Sitinjak, J., Sarie, F., & Hendri, D. O. (2021). *STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN PASIR PANTAI TERHADAP NILAI CBR* (Vol. 4).