

## STABILISASI TANAH MERAUKE – PAPUA DENGAN MENGGUNAKAN SEMEN

Andrew Tjakrakusuma<sup>1</sup>, Hadian Akbar Maulana<sup>2</sup>, Gogot Setyo Budi<sup>3</sup>

**ABSTRAK** : Penelitian ini mempresentasikan stabilisasi tanah dari Kampung Bupul Distrik Elikobel, Merauke Papua dengan semen. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik serta kepadatan dan kekokohan tanah setelah distabilisasi dengan *Portland Semen*. Pengujian CBR *Unsoaked* dilakukan dengan mengganti berturut – turut 3%, 6%, dan 10% berat tanah kering dengan semen, pada kondisi kadar air optimum (OMC) dan di *curing* selama 3 hari sedangkan untuk CBR *Soaked*, sampel direndam selama 4 hari setelah di *curing* selama 3 hari. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan CBR *Unsoaked* berturut – turut pada campuran 3%, 6%, dan 10% sebesar 11%, 21,5% dan 29%. Sedangkan pada CBR *Soaked*, sample tanah yang dicampur dengan 6% semen masih belum stabil. Namun pada sampel dengan campuran 10% semen, CBR yang terjadi meningkat menjadi 77%.

**KATA KUNCI**: tanah Papua, stabilisasi semen, CBR soaked, CBR unsoaked.

### 1. PENDAHULUAN

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah (Bowles, 1984). Adapun metode-metode stabilisasi yang dikenal adalah stabilisasi mekanis dan kimiawi. Penelitian mengenai stabilisasi tanah secara kimiawi dan mekanis ini telah banyak dilakukan, seperti penelitian Haralambos (2009) menstabilisasi tanah dengan campuran semen 3%, 5%, 7%,. Kemudian penelitian Andriani, Yuliet, dan Fernandez (2012) menstabilisasi tanah lempung dengan campuran semen 0%, 5%, 10%, 15%, 20. Penelitian Roy (2013) menstabilisasi tanah lempung dengan campuran pasir 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat kering tanah lempung. Penelitian Okonkwo dan Nwokike (2015) melakukan stabilisasi jenis tanah Clayey Sand dengan semen pada variasi campuran semen 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, dan 7.5% dari berat tanah kering. Peneliitian Widodo, dan Ekowati (2002) yang meneliti efektifitas stabilisasi tanah lanau berplastisitas tinggi dengan semen, pasir, dan *stabilizer*. Variasi penambahan pasir 20%, 40%, dan 60% sedangkan penambahan variasi semen 4%, 8%, dan 12% dari berat tanah kering. Penelitian Pandey dan Rabbani (2017), melakukan stabilisasi semen pada tanah *Clayey Sand* dengan campuran 1%, 3%, dan 5% dari berat tanah kering serta *di-curing* selama 1, 3, 7, dan 14 hari. Chairullah (2011), melakukan penelitian stabilisasi tanah lempung (CL) menggunakan campuran semen 3% sampai 15% dari berat tanah kering dengan interval 3% setiap penambahan serta *di-curing* selama 7 hari. Vaddi, Bharath, Ganga, dan Swathi (2015), yang melakukan penelitian untuk meningkatkan nilai CBR dengan menstabilisasi tanah *Silty Sand* dengan campuran *fly ash* dan *polypropylene*. Phani et al, menambahkan 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% *fly ash* pada campuran tanah asli, sedangkan untuk campuran *polypropylene* diberikan sebesar 5, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% ditambahkan pada campuran tanah asli terstabilisasi 15% *fly ash*. Muqorrobin, Yusa, dan Fatnata (2018), melakukan penelitian dengan menstabilisasi tanah lempung yang dicampur penambahan tanah gambut sebesar 3%, 6%, dan 12% dari berat tanah kering untuk mendapatkan sifat organik tanah gambut, kemudian menggunakan semen dan difa *stabilizer* sebagai bahan stabilisasi, dimana masing masing campuran sebesar 5%, dan 1% dari berat tanah kering serta *di-curing* selama 0, 7, dan 14 hari. Penelitian Agus Tugas Sudjianto (2007), melakukan penelitian stabilisasi tanah lempung ekspansif

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21413076@john.petra.ac.id

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21413218@john.petra.ac.id

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, gogot@petra.ac.id

dengan garam dapur (NaCl). Sampel tanah lempung diambil dari perumahan Citra Land Surabaya, sedangkan penambahan campuran garam dapur yang digunakan sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, 50% pada sampel tanah dengan masa *curing* 7 hari Dalam penelitian ini, tanah uji yang digunakan merupakan tanah yang diambil dari Kampung Bupul Distrik Elikobel, Merauke Papua yang distabilisasi dengan semen. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik, kepadatan, dan kekokohan tanah Merauke setelah distabilisasi dengan variasi semen 3%, 6%, 10% dari berat tanah kering.

## **2. LANDASAN TEORI**

### **2.1. Tanah**

Das (1988) mendefinisikan tanah sebagai bahan yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) antara satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Sifat tanah dapat diketahui dari faktor mikroskopik dan faktor makroskopik tanah. Faktor makroskopik disebabkan oleh berat volume dan plastisitas masing-masing jenis tanah (Terzaghi et al., 1996).

### **2.2. Stabilisasi Tanah**

Menurut Sheerwood (1993), stabilisasi tanah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan untuk meningkatkan ketahanan atau melunakkan tanah dan memberikan ketahanan terhadap air. Secara umum stabilisasi terbagi dua, stabilisasi kimiawi dan stabilisasi mekanis. Stabilisasi mekanis adalah proses stabilisasi dengan cara memberikan getaran, pemadatan atau proses fisik yang lain. Sedangkan stabilisasi secara kimiawi dilakukan dengan menambahkan bahan kimia tertentu untuk memberikan hasil yang diinginkan. Stabilisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah stabilisasi secara kimiawi, dengan menggunakan semen yang dicampurkan dengan tanah.

#### **2.2.1. Stabilisasi Semen**

Hasil dari pencampuran semen dengan tanah lempung mirip dengan pencampuran kapur dengan tanah lempung. Pencampuran ini dapat mengurangi batas cair, indeks plastisitas, dan potensi perubahan volume. Semen juga dapat meningkatkan kekuatan tanah dan reaksi semen tidak tergantung dari tanah melainkan dari air yang terkandung dalam tanah. Inilah yang menyebabkan semen digunakan untuk mestabilisasi banyak jenis tanah.

### **2.3. Semen**

Semen adalah material yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen - fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen Portland adalah salah satu semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium dengan tambahan gipsum. Ketika semen dicampur dengan air akan timbul reaksi antara semen dengan air.

### **2.4. Proses Hidrasi Pada Semen**

Ketika semen Portland di campur dengan air, maka partikel semen akan menjadi sebuah fase cair atau pasta Hasil dari pasta semen dapat dilihat segera setelah pencampuran dan akan bertahan untuk waktu yang disebut dengan "dormant period ". Pasta semen mulai mengeras dan kondisi plastis mulai berkurang dan akhirnya hilang, pasta semen menjadi getas ( brittle ). Proses pengerasan ini disebut dengan "setting process" yang terjadi setelah beberapa jam setelah pencampuran selesai (Popovich, 1992). Setting process dan pengerasan pasta semen Portland adalah hasil dari reaksi kimia yang simultan dan teratur antara air dan bahan penyusun semen, reaksi ini disebut dengan proses hidrasi.

### **2.5. Cation Exchange**

*Cation exchange* merupakan kecenderungan suatu senyawa untuk mengganti atau menukarkan senyawa bermuatan *Cation* (ion positif) lemah dengan muatan senyawa bermuatan *Cation* yang lebih kuat (Hazleton & Murphy, 2007). Menurut Das (1985) kapasitas total suatu tanah lempung untuk menampung jumlah *Cation* yang dapat ditukarkan, disebut *Cation Exchanged Capacity*.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Material Penelitian

Tanah uji diambil dari Kampung Bupul Distrik Elikobel, Merauke Papua dan semen yang digunakan adalah *Portland Cement* yang didapatkan disekitar Universitas Kristen Petra.

#### 3.2. Penjelasan Penelitian

Percobaan ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya menurut *American Standart Testing and Material* (ASTM) seperti yang di tunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Jenis Percobaan Menurut Standart ASTM**

No.	Jenis Percobaan	No. Standart ASTM
1	<i>Sieve Analysis</i>	D-422
2	<i>Liquid Limit</i>	D-4318
3	<i>Plastic Limit</i>	D-4318
4	<i>Specific Gravity (Gs)</i>	D-792
5	<i>Proctor Test</i>	D-698
6	<i>California Bearing Ratio</i>	D-1883

#### 3.3. Kombinasi Campuran

Kombinasi campuran yang digunakan berturut - turut adalah dengan mengganti 3% berat tanah kering dengan semen, 6% berat tanah kering dengan semen, dan 10% berat tanah kering dengan semen. Kombinasi campuran semen tersebut kemudian ditambahkan dengan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*, OMC). Variasi campuran dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Variasi Sampel Tanah dan Semen**

No	Variasi Sampel		<i>Proctor Test</i> (set)	CBR Test	
	% Berat Kering Tanah	% Semen Dari Berat Kering Tanah		<i>Soaked</i>	<i>Unsoaked</i>
1	100	0	1	3	3
2	97	3	-	2	2
3	94	6	-	2	2
4	90	10	-	2	2

Untuk variasi sampel yang dicampur dengan semen, sampel di *curing* selama 3 hari agar terjadi ikatan antara semen dengan tanah kemudian dilakukan tes CBR. Sedangkan untuk tes CBR *Soaked*, sampel yang sudah di *curing* direndam selama 4 hari kemudian di tes CBR.

#### 3.4. Persiapan Sampel Tanah

Sampel tanah yang sudah diambil kemudian dikeringkan dengan oven, kemudian diayak menggunakan ayakan no.4. Sampel tanah yang tidak lolos ayakan no.4 ditumbuk sampai lolos, kemudian tanah yang sudah disiapkan dicampur dengan semen sesuai variasi campuran, setelah tercampur lalu diberikan air sesuai OMC.

#### 3.5. Teknik Pengumpulan Data

Metode tes yang akan dilakukan pada sampel tanah adalah *Sieve Analysis*, *Atterberg limits*, *Proctor test*, *CBR Soaked* dan *CBR Unsoaked*. Pada *CBR Unsoaked*, tanah yang telah dicampur semen di *curing* selama 3 hari kemudian di CBR, sedangkan *CBR Soaked* setelah tanah di *curing* selama 3 hari, tanah kemudian di rendam selama 4 hari lalu di CBR.

## HASIL DAN ANALISIS

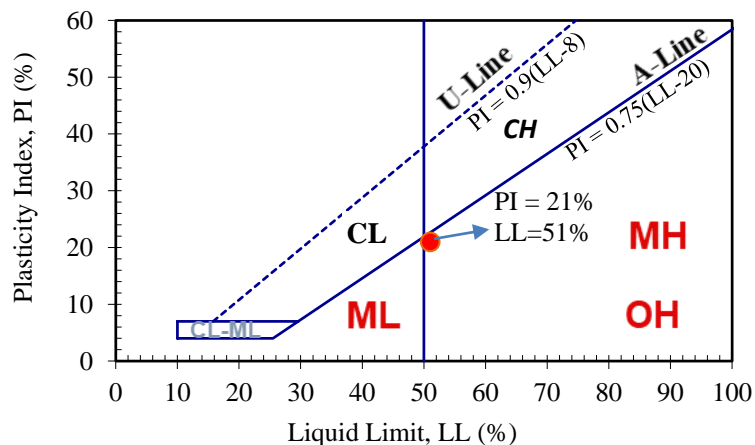
### 3.1. Tanah Asli

Melalui pengujian laboratorium terhadap tanah asli dari kampung Bupul distrik Elikobel, Merauke, Papua, diperoleh data tentang karakteristik tanah. Data – data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3**.

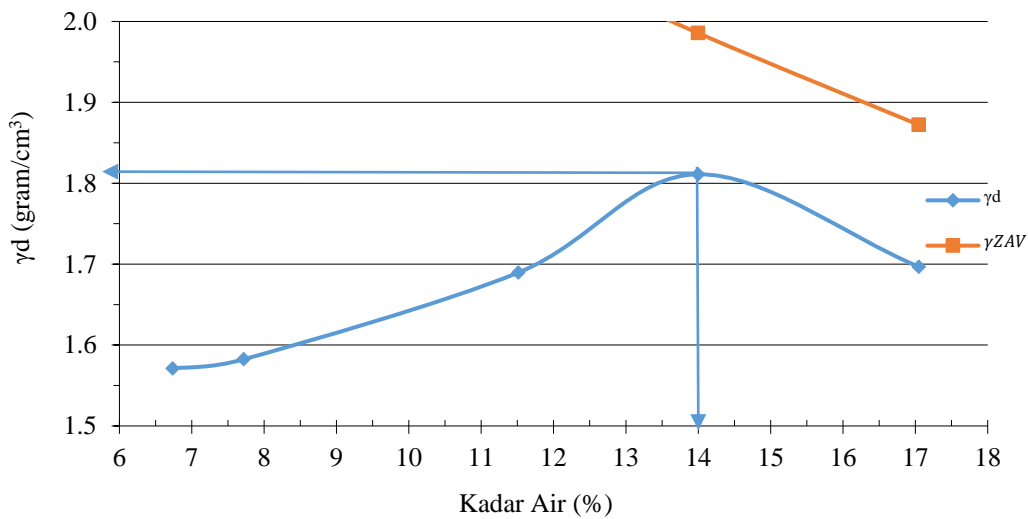
**Tabel 3. Karakteristik Tanah Asli**

No	Jenis Pengujian	Satuan	Nilai
1	Gs	-	2.75
2	<i>Plastic Limit</i>	%	30
3	<i>Liquid Limit</i>	%	51
4	Indeks Plastisitas	-	21
6	<i>CBR Unsoaked</i>	%	33.5
7	<i>CBR Soaked</i>	%	1
8	Lolos Ayakan 200	%	2.8
9	Kadar Besi	%	6.23
10	Kadar Aluminium	mg/kg	24.99

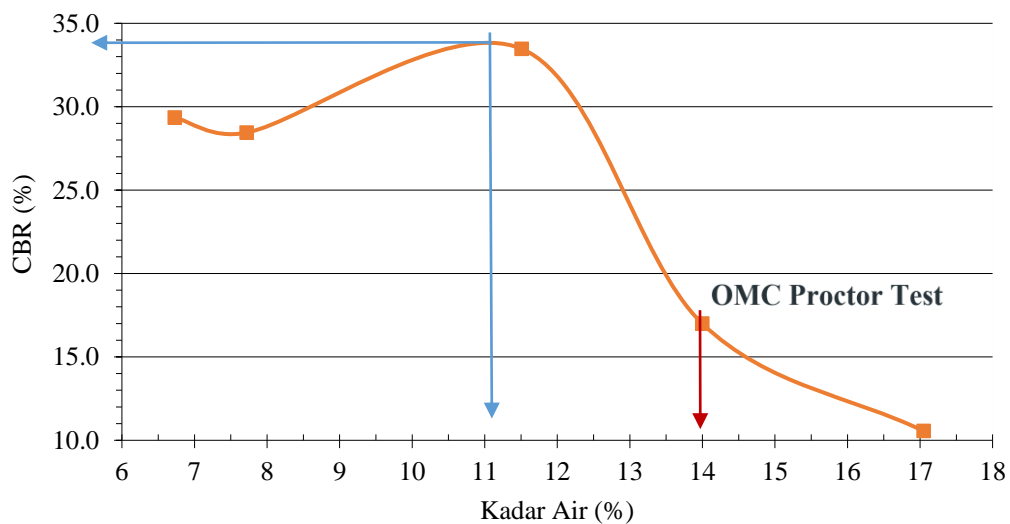
Berdasarkan AASTHO M-145, tanah Merauke ini termasuk dalam kategori A-2-7 yaitu *silt or clayey gravel and sand* dimana *Liquid Limit* (LL) 51%, *Plastic Limit* (PL) 30% dan lolos ayakan no.200 < 35%. Tanah dari Kampung Bupul Distrik Elikobel, Merauke Papua ini mengandung kadar mineral Besi (Fe) sebesar 6.23% dan Aluminium (Al) sebesar 24.99 mg/kg atau sebesar 0.0025%. Mengacu pada pembagian jenis tanah menurut Bowles (1970), pembagian jenis tanah dengan angka Gs sebesar 2.75 dan memiliki kandungan mineral Besi (Fe), maka tanah dari Kampung Bupul Distrik Elikobel, Merauke Papua ini diklasifikasikan pada jenis tanah dengan Mika atau Besi. Berdasarkan sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS), tanah Merauke ini termasuk dalam kategori kelompok MH (Inorganic Silt High Compressibility) seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS**



**Gambar 2. Hubungan antara Kadar air Terhadap  $\gamma_d$  dan  $\gamma_{ZAV}$**

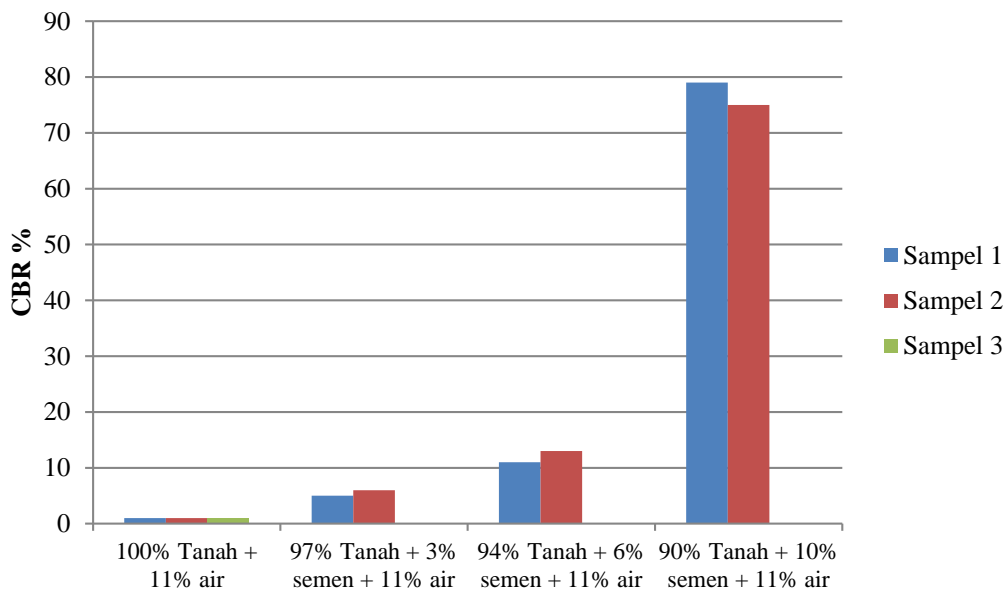


**Gambar 3. Hubungan antara Kadar Air (WC) dan CBR**

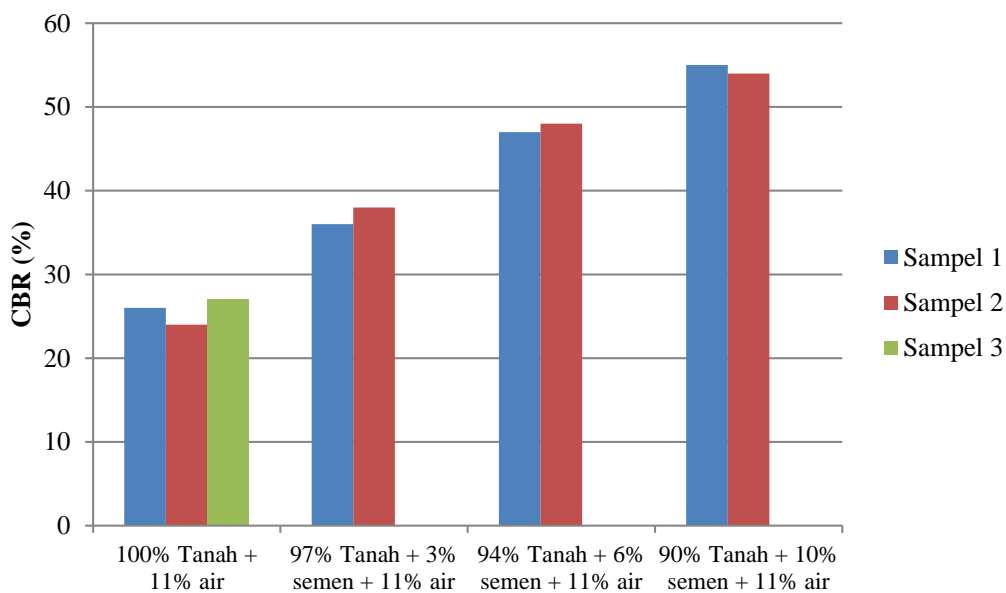
Dari **Gambar 2** didapatkan angka untuk kadar air optimum (OMC) sebesar 14%, sedangkan untuk  $\gamma_d$  sebesar 1.81 gram/cm<sup>3</sup>. **Gambar 3** menunjukkan bahwa nilai CBR paling tinggi 34% didapatkan ketika kadar air (WC) 11%. Kadar air pada nilai CBR terbesar lebih rendah disbanding kadar air optimum (OMC). Tanah Merauke sensitif terhadap air pada kadar air (WC) 12% sampai 14% yang ditandai dengan adanya penurunan yang cukup besar.

### 3.2. Tanah Stabilisasi

Dari hasil pengujian tanah yang distabilisasi dengan semen didapatkan hasil CBR *Soaked* dan *Unsoaked* sebagai berikut:



**Gambar 4. Hasil Pengujian CBR Soaked**



**Gambar 5. Hasil Pengujian CBR Unsoaked**

**Gambar 4** menunjukkan bahwa dengan adanya penggantian tanah dengan semen terjadi peningkatan kekokohan tanah. Semakin besar penambahan semen semakin besar pula kenaikan kekuatannya. Kekokohan tanah asli bila terendam air berkurang sangat signifikan dibanding dengan kondisi *Unsoaked*, yaitu dari CBR sekitar 25% pada kondisi *Unsoaked* menjadi sekitar 1% setelah direndam (*Unsoaked*). Demikian pula dengan penggantian semen, kenaikan nilai CBR tanah yang diganti dengan semen masing – masing 3%, 6%, dan 10% adalah sebesar 5%, 12%, 77%. **Gambar 5** menunjukkan bahwa dengan adanya penggantian tanah dengan semen maka kekokohan tanah menjadi lebih tinggi. Selain itu semakin besar presentase semen maka tingkat nilai kekokohnya juga menjadi semakin tinggi. Peningkatan kekokohan sampel pada tanah yang diganti dengan semen masing – masing 3%, 6% dan 10% berturut – turut adalah 11% pada campuran 3% semen, 21.5% pada campuran 6% semen, dan 29% pada campuran 10% semen dibandingkan dengan CBR tanah asli.

Pada sampel tanah yang diganti dengan 10% semen, nilai CBR *Soaked* (**Gambar 4**) lebih besar dibandingkan dengan CBR *Unsoaked* (**Gambar 5**) hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses hidrasi semen pada sampel yang mengandung air yang cukup banyak. **Gambar 4** dan **Gambar 5** menunjukkan bahwa pada penggantian 10% berat kering tanah dengan semen, tanah menjadi lebih stabil. Hal ini ditandai dengan peningkatan CBR *Soaked* terhadap CBR *Unsoaked* tanah sekitar 24%. Pada sampel dengan penggantian 3% dan 6% berat kering tanah dengan semen, terjadi penurunan terhadap CBR *Soaked* sekitar 30%. Dengan demikian tanah Merauke tidak stabil pada penggantian 3% dan 6% berat kering tanah dengan semen.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan, tanah Merauke ini mempunyai karakteristik *Liquid Limit* sebesar 51% dan *Plastic Limit* 30% serta memiliki index plastisitas (PI) sebesar 21% dan termasuk bersifat plastisitas sedang – tinggi. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASTHO M-145, tanah ini termasuk dalam klasifikasi Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung dan masuk dalam kategori A-2-7. Penggunaan semen mampu meningkatkan angka CBR (kekokohan) *Unsoaked* sebesar 11% pada campuran 3% semen, 21.5% pada campuran 6% semen, 29% pada campuran 10% semen jika dibandingkan dengan CBR tanah asli. pada angka CBR (kekokohan) *Soaked* memberikan peningkatan kekuatan sebesar 5.5% pada campuran 3% semen, 12% peningkatan pada campuran 6% semen, serta 77% peningkatan pada campuran 10% semen. Peningkatan angka CBR *Soaked* maupun *Unsoaked* yang paling besar terjadi pada campuran 10% semen. Campuran tersebut cenderung lebih stabil karena angka CBR *Soaked* lebih tinggi dibandingkan dengan angka CBR *Unsoaked* sekitar 24%. Peningkatan pada CBR *Unsoaked* kemungkinan dikarenakan adanya proses hidrasi semen dengan air yang optimal pada campuran semen 10% dengan perendaman 4 hari.

#### 5. DAFTAR REFERENSI

- Andriyani, 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*, 8(1), 29–44.
- Bowles, E. Joseph (1970), *Engineering Properties of Soil and Their Measurement*. McGraw-Hill. New York
- Bowles, E. Joseph, & Hainim, K. Johan (1984), *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Chairullah, Banta (2011). *Stabilisasi Tanah Lempung Lunak untuk Material*, 1(September), 61–70.
- Das, M. Braja. (1985), *Advanced Soil Mechanics*. Hemisphere Publishing Corporation. Washington
- Das, M. Braja. (1988), *Mekanika Tanah Jilid 1*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Haralambos, S. (2009). *Compressive Strength of Soil Improved with Cement*. 2009 International Foundation Congress and Equipment Expo, 41023(February), 289–296. [https://doi.org/10.1061/41023\(337\)37](https://doi.org/10.1061/41023(337)37)
- Hazelton, P. & Murphy, B. (2007), *Interpreting Soil Test Results*. CSIRO Publishing, Collingwood Victoria.
- Muqorrobin, A. H., Yusa, M., Fatnanta, (2018). *Stabilisasi Tanah Lempung Organik Menggunakan Semen dan Difa Soil Stabilizer*, 5, 1–6.
- O.V.Okonkwo, & M.V.Nwokike, (2015). *Soil-Cement Stabilization for Road Pavement Using Soils Obtained From Agu- Awka In Anambra State*.
- Pandey, A., & Rabbani, A. (2017). *Soil Stabilisation Using Cement*.
- Popovic, S. (1992). *Concrete Materials: Properties, Specification for Portland Cement*. ASTM Test Method C150, ASTM, Philadelphia, PA.
- Roy, T. K. (2013). *Influence of Sand on Strength Characteristics of Cohesive Soil for Using as Subgrade of Road*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 218–224.
- Sherwood, P. T. (1993). *Soil Stabilization with Cement and Lime*. H.M Stationery Office. Berkeley
- Sudjianto, A. T. (2007). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Garam Dapur ( NaCl ). *Teknik Sipil*, 8(1), 53–63.
- Terzaghi, Peck, & Mesri (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley & Sons. Canada

Vaddi, P. K., Bharath, N. C., Ganga, D., & Priyadarsini, P. S. (2015). *Experimental Investigation on California Bearing Ratio ( CBR ) for Stabilizing Silty Sand with Fly Ash and Waste Polypropylene*, 4(7), 89–92.

Widodo, T., Ekowati, (2002). *Efektifitas Penambahan Pasir Semen dan Stabilizer pada Stabilisasi Tanah*.