

# PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG DAN SEMEN SEBAGAI BAHAN STABILISASI LATERIT UNTUK ROAD SUBBASE

Ermitha Ambun<sup>1\*</sup>, Parea R. Rangan<sup>2</sup>, Bastian Ampangallo<sup>3</sup> Abraham Ganti<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Sipil UKI Toraja, Jl. Nusantara No.12 Makale, Kabupaten Tana Toraja, Indonesia

<sup>1</sup>[ambun.rombe@gmail.com](mailto:ambun.rombe@gmail.com); <sup>2</sup>[pareausanrangan68@gmail.com](mailto:pareausanrangan68@gmail.com); <sup>3</sup>[bastianartanto@ymail.com](mailto:bastianartanto@ymail.com); [abrahamganti272@gmail.com](mailto:abrahamganti272@gmail.com)

\*corresponding author : [ambun.rombe@gmail.com](mailto:ambun.rombe@gmail.com)

## ABSTRAK

### Kata Kunci:

Abu Arang Kayu,  
California Bearing Ratio,  
Daya Dukung Tanah,  
Semen  
Stabilisasi  
Tanah Lunak

Rendahnya daya dukung tanah mengakibatkan beban yang diterima oleh konstruksi jalan tidak dapat ditanggung sepenuhnya oleh jalan. Meningkatkan daya dukung dapat dilakukan dengan stabilisasi kimiawi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk arang kayu dan semen terhadap perubahan daya dukung tanah laterit yang digunakan sebagai lapis pondasi bawah dan besarnya perubahan daya dukung yang terjadi pada tanah yang dicampur dengan serbuk arang kayu dan semen.

Penelitian ini menggunakan serbuk arang kayu dan semen sebagai bahan stabilisasi. Metode penelitian yang digunakan adalah studi ekperimental yang dilakukan di laboratorium, yang berpedoman pada SNI - 1744 – 2012 mengenai CBR tanah. Variasi campuran serbuk arang kayu yang merupakan bahan stabilisasi sebanyak 6%, 9% dan 12% dan semen sebanyak 3%. Tanah diperam selama 1, 7 dan 14 hari untuk mengetahui besarnya nilai CBR yang kemudian dikonfersi menjadi nilai daya dukung tanah. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik fisik dan tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu arang kayu dan semen efektif meningkatkan daya dukung tanah. Kenaikan nilai daya dukung tanah disebabkan oleh meningkatnya nilai CBR pada setiap kenaikan komposisi abu arang kayu dalam tanah. Kadar air optimum yang digunakan berfungsi sebagai pelumas bekerja membawa butiran abu arang kayu dan semen kedalam rongga antar butir tanah. Silika pada abu arang yang berfungsi sebagai pozzolan dan semen sebagai material perekat kemudian merekatkan butir tanah sehingga menjadi lebih keras dan solid. Dengan demikian tanah lebih mampu untuk menerima beban dan nilai CBR serta Daya Dukung Tanah tanah juga mengalami kenaikan maksimum hingga 25.806 % terhadap tanah tanpa penambahan abu arang kayu. Kenaikan daya dukung tanah pada tanah dengan campuran 6%, 9% dan 12 % Arang Kayu serta 3% Semen terhadap tanah tanpa campuran abu arang kayu dan semen berturut turut 12.903%, 25.806% dan 14.516%. Komposisi terbaik abu arang kayu dan semen untuk bahan stabilisasi adalah campuran pada 9% Abu Arang Kayu & 3% Semen.

**Keywords:**

Wood Charcoal Ash,  
California Bearing Ratio,  
Cement  
Soil bearing capacity  
Soft Soil  
Stabilization

**ABSTRACT**

*The low bearing capacity of soil means that the load received by road construction cannot be fully borne by the road. Increasing the bearing capacity can be done by chemical stabilization. This research was conducted to determine the effect of using wood charcoal powder and cement on changes in bearing capacity of laterite soil used as a subbase layer.*

*This research uses wood charcoal powder and cement as stabilizing materials. The research method used was experimental research carried out in a laboratory guided by SNI - 1744 – 2012 concerning soil CBR. Variations in the mixture of wood charcoal powder which is a stabilizer are 6%, 9% and 12% and cement is 3%. The soil is soaked for 1, 7 and 14 days to determine the CBR value which is then converted into the soil bearing capacity value. The tests carried out are tests of physical and soil properties.*

*The research results show that wood charcoal ash and cement are effective in increasing the bearing capacity of the soil. The increase in the soil carrying capacity value is caused by the increase in the CBR value with each increase in the composition of wood charcoal ash in the soil. The optimum water content used functions as a lubricant which functions to carry grains of wood charcoal ash and cement into the voids between soil grains. The silica in charcoal ash functions as a pozzolan and cement as an adhesive which then binds the soil grains so that they become harder and denser. In this way, the soil is better able to accept the load and the CBR value and the soil's carrying capacity increases to a maximum of 25.806 % compared to soil without the addition of wood charcoal ash. The increase in soil bearing capacity in soil with a mixture of 6%, 9% and 12% Wood Charcoal and 3% Cement compared to soil without a mixture of wood charcoal ash and cement was 12.903%, 25.806% dan 14.516% respectively. The best composition for stabilization is a mixture of 9% Wood Charcoal Ash & 3% .*

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## I. Pendahuluan

Tanah berguna sebagai bahan konstruksi pada berbagai macam pekerjaan Teknik Sipil, selain itu tanah juga dapat berfungsi sebagai pendukung pondasi pada sebuah konstruksi. Hal ini menyebabkan fungsi tanah sangatlah penting. Tanah laterit adalah tanah yang terbentuk di daerah tropis atau sub tropis dengan tingkat pelapukan tinggi pada batuan basa sampai batuan ultrabasa yang didominasi oleh kandungan logam besi. Tanah ini mengandung mineral-mineral lempung yang relative tinggi, sehingga potensi kerusakannya relative besar jika dilakukan pekerjaan konstruksi pada tanah seperti ini. Dengan kandungan mineral lempung dan unsur logam, tanah ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan baik pada pekerjaan konstruksi, industri, maupun lainnya, namun perlu kajian mendalam terhadap karakteristik detail dan kemungkinan perbaikannya sebelum digunakan (Fitri Febriani, dkk, 2017).

Kondisi umum jalan di Kabupaten Toraja Utara beberapa tahun belakangan ini mengalami penurunan. Beberapa masalah utamanya adalah kualitas konstruksi jalan yang belum optimal, daya dukung tanah yang rendah, pembebanan dari muatan kendaraan dan bencana alam. Kondisi jalan yang bergelombang, retak – retak dan berlubang sangat sering kita jumpai, akibat dari jalan yang kurang baik menyebabkan terganggunya pengendara yang melintas dan sering terjadi kecelakaan. Untuk perencanaan suatu struktur perkerasan jalan, pada suatu daerah kadang sulit didapat material agregat sebagai lapis pondasi, maka metoda stabilisasi menggunakan material tanah yang terdapat pada daerah tersebut merupakan salah satu alternatif dalam perencanaan. Namun, sebelum tanah tersebut digunakan sebagai lapis pondasi harus di stabilisasikan terlebih dahulu.

Menurut Karaseran (2015) dengan menggunakan arang tempurung dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara dalam tanah, sebagai media yang dapat mengikat unsur karbon, dan dapat mengurangi kembang susut pada tanah karena mereduksi nilai indeks plastisitas tanah. Hal ini dapat menjadi latar belakang penggunaan serbuk arang kayu sebagai bahan stabilisasi, karena sifat dan unsur kimia yang terkandung pada semua jenis arang pada umumnya terdiri dari bahan penyusun yang sama. Hal ini dibuktikan oleh peneliti sebelumnya dengan hasil uji kandungan unsur kimia serbuk arang kayu yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, serbuk arang kayu mengandung unsur kimia antara lain karbon (C), alumunium (Al), silika (Si), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P). Semen merupakan salah satu bahan perekat yang di campur dengan air mampu yang mengikat bahan – bahan

padat menjadi suatu kesatuan kompak. Sifat pengikatan semen di tentukan oleh susunan kimia yang di kandungunya.

Penelitian ini membahas pengaruh penggunaan serbuk arang kayu dan semen terhadap daya dukung tanah laterit sebagai lapis pondasi bawah dan peningkatan daya dukung yang terjadi pada tanah yang dicampur dengan serbuk arang kayu dan semen

## II. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental di laboratorium, sehingga perlu sistematika yang jelas dan teratur agar dapat memperoleh hasil yang diharapkan serta dapat dipertanggungjawabkan. Variabel penting dalam penelitian ini yaitu pada saat proses pencampuran antara abu arang kayu dan semen sebagai bahan stabilisasi dengan tanah. Bahan stabilisasi harus tercampur dengan baik sehingga campuran dapat menyatu dan memberikan hasil yang diharapkan. Adapun komposisi campuran yang diberikan sebagai berikut :

**Tabel 1. Jenis dan Variasi Pengujian**

Jenis Kegiatan	Variasi							
	I		II		III		IV	
Bahan Stabilisasi	Semen	Abu Arang Kayu	Semen	Abu Arang Kayu	Semen	Abu Arang Kayu	Semen	Abu Arang Kayu
Kompaksi	0%	0	3 %	6 %	3 %	9 %	3 %	12 %
Masa Curing	1 Hari		1 Hari		1 Hari		1 Hari	
Dan Uji CBR Tanah	7 Hari		7 Hari		7 Hari		7 Hari	
	14 Hari		14 Hari		14 Hari		14 Hari	

### Abu Arang Kayu

Arang kayu yang diginnakan adalah arang dari kayu cemara kipas. Abu arang kayu diperoleh dengan cara menghaluskan arang sehingga menjadi seperti serbuk kemudian disaring menggunakan saringan No. 200 (0.075 mm). Abu yang telah lolos saringan no. 200 yang kemudian diambil dan digunakan dalam penelitian ini.

### Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe 1. Semen Disaring menggunakan saringan No. 200 (0.075 mm). Serbuk semen yang telah lolos saringan no. 200 yang kemudian diambil dan digunakan dalam penelitian ini.

## III. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik teknis yang dimiliki tanah asli dan tanah dengan campuran serbuk arang kayu dengan variasi campuran 0%, 6%, 9% dan 12% dan semen 3% dengan waktu pemeraman 1 hari, 7 hari dan 14 hari, dapat diidentifikasi dengan melakukan percobaan penelitian di laboratorium dengan mengikuti prosedur percobaan yang ada dalam SNI. Adapun parameter dalam menentukan sifat – sifat fisik dan mekanik tanah adalah : berat jenis tanah, kadar air dan berat isi, batas – batas atterberg, analisa saringan, kompaksi dan CBR. Berikut adalah kesalahan umum yang sering ditemui.

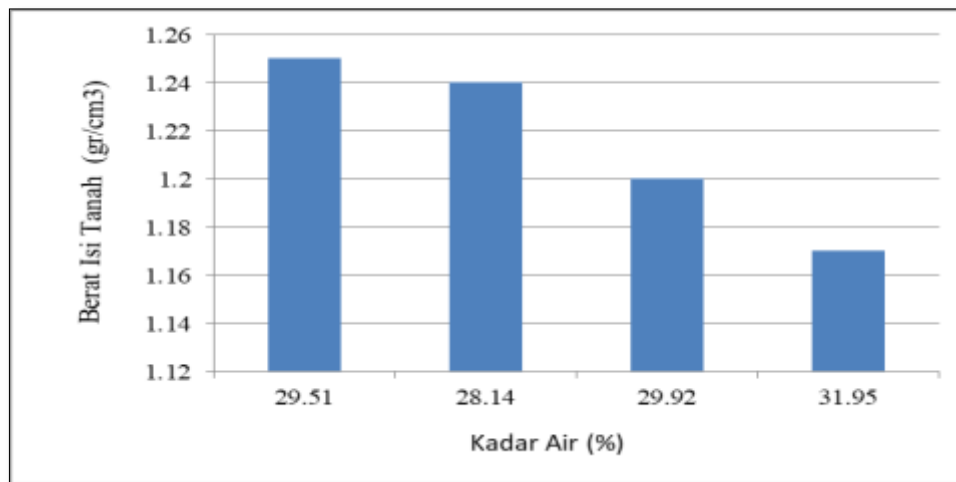
Berdasarkan pemeriksaan di laboratorium terhadap karakteristik tanah asli yang diambil pada lokasi tersebut diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 1. Klasifikasi Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi**

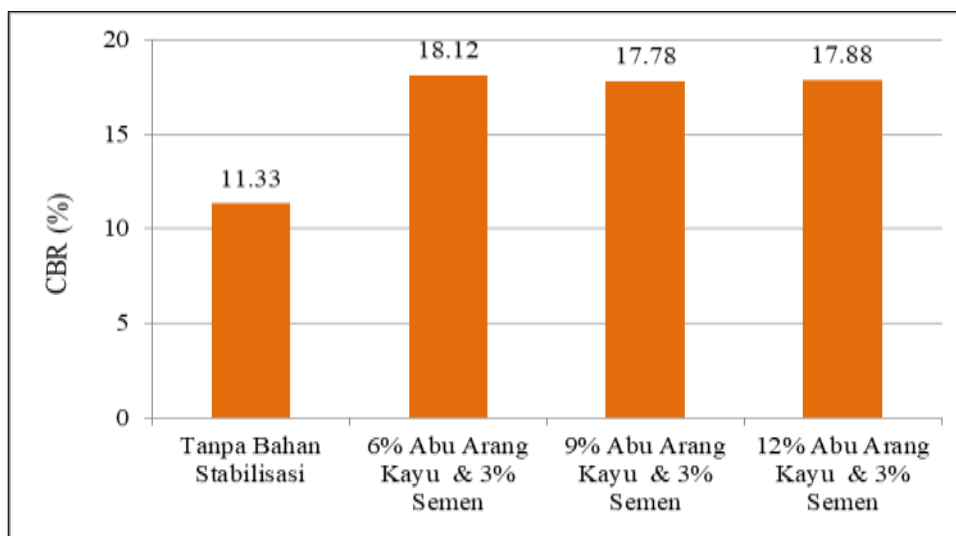
No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis (GS)	-	22.41
2	Batas Cair (LL)	%	2.29
3	Batas Plastis (PL)	%	37.46
4	Indeks Plastisitas (IP)	%	32.5
5	Kadar Air Optimum	%	4.96
6	Berat Isi Tanah Kering	gr/cm <sup>3</sup>	29.51
7	Nilai CBR	%	11.34

**Tabel 2. Hasil Uji Mekanis Tanah Menggunakan Bahan Stabilisasi Serbuk Arang Kayu dan Semen Terhadap Daya Dukung Tanah Pada Variasi Pemeraman**

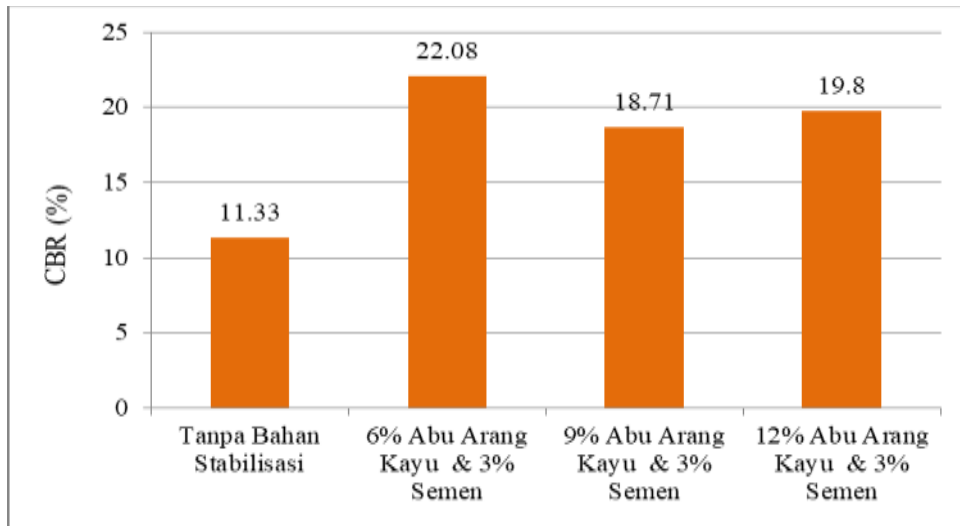
Parameter Tanah	Persentase Penambahan Serbuk Arang Kayu dan Semen			
	0%	6% Abu Arang Kayu & 3% Semen	9% Abu Arang Kayu & 3% Semen	12% Abu Arang Kayu & 3% Semen
Kompaksi Laboratorium				
Kadar Air Optimum	29.51	28.14	29.92	31.95
Densitas Kering	1.25	1.24	1.2	1.17
CBR Laboratorium				
1 Hari		18.12	17.78	17.88
7 Hari	11.33	22.08	18.71	19.8
14 Hari		22.63	22.57	17.49



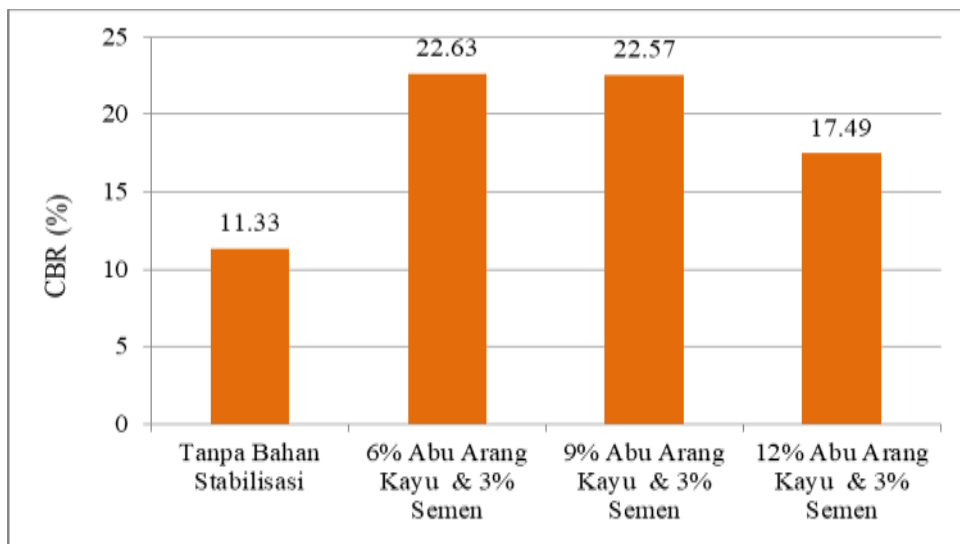
**Gambar 1. Hasil Pengujian Kompaksi**



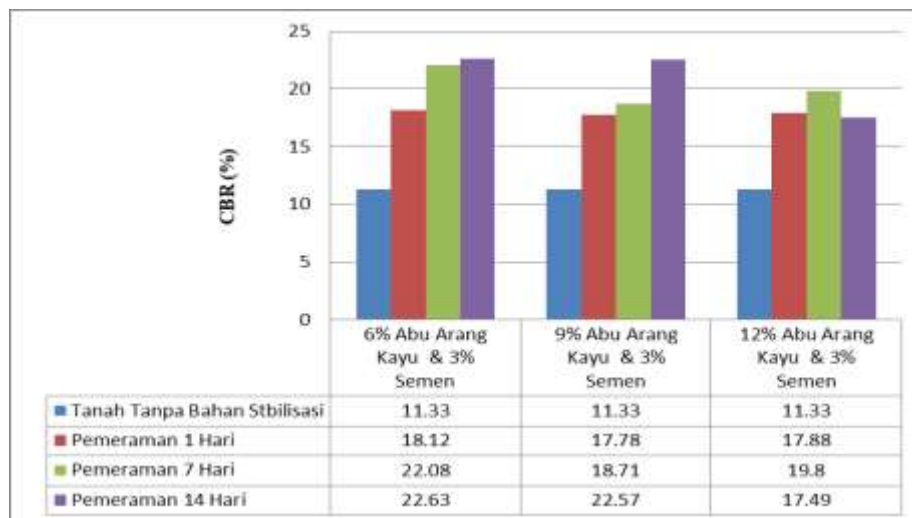
**Gambar 2. Hasil Pengujian CRR Pemeraman 1 Hari**



Gambar 3. Hasil Pengujian CRR Pemeraman 7 Hari



Gambar 4. Hasil Pengujian CRR Pemeraman 14 Hari



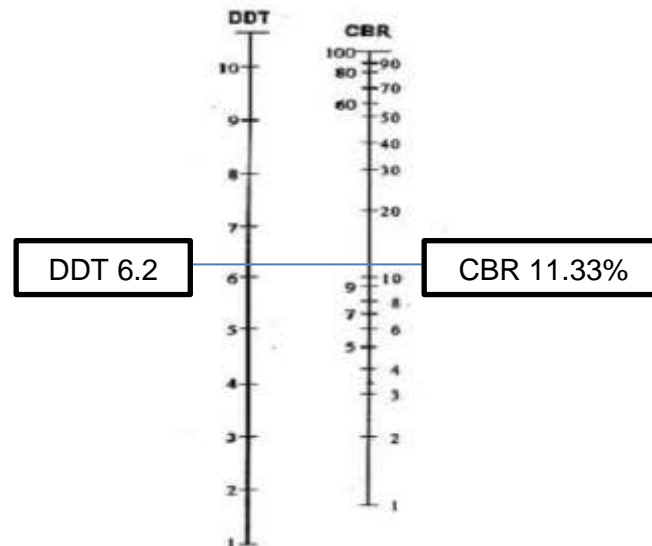
Grafik 5. Hasil Perbandingan CBR dengan Variasi Campuran

Tabel 2 dan Gambar 5 terlihat bahwa ada peningkatan nilai CBR pada tanah yang distabilisasi dengan abu arang kayu dan semen. Namun pada campuran 12% serbuk Arang Kayu dan 3% Semen dengan pemeraman 14 hari terjadi penurunan. Hal ini dimungkinkan karena tanah menjadi getas dan mudah retak.

#### Hubungan antara Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR dengan Variasi Campuran

##### Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR dengan persentase campuran 0%

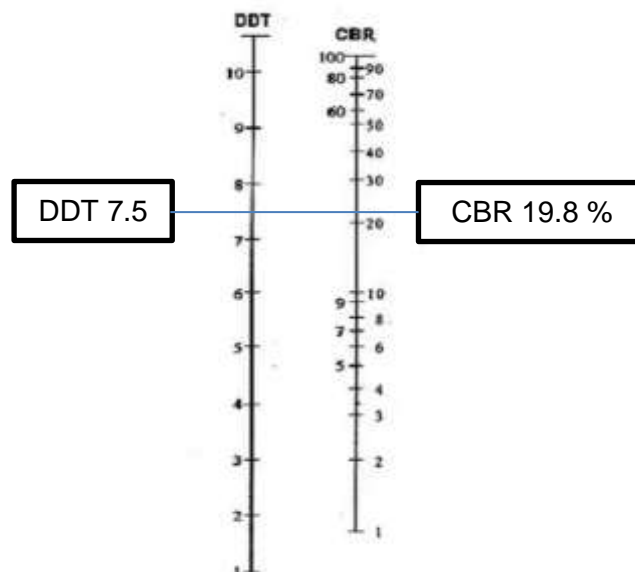
Berdasarkan Tabel 2 diketahui nilai CBR maksimum pada persentase campuran 0% serbuk arang kayu dan semen sebesar 11.33 %. Jika digambarkan dalam grafik hubungan Daya Dukung Tanah dan CBR, maka diperoleh nilai Daya Dukung Tanah (DDT) = 6.2.



Gambar 3. Hubungan Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Nilai CBR Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi

##### Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR dengan persentase campuran 6% serbuk Arang Kayu dan 3% Semen

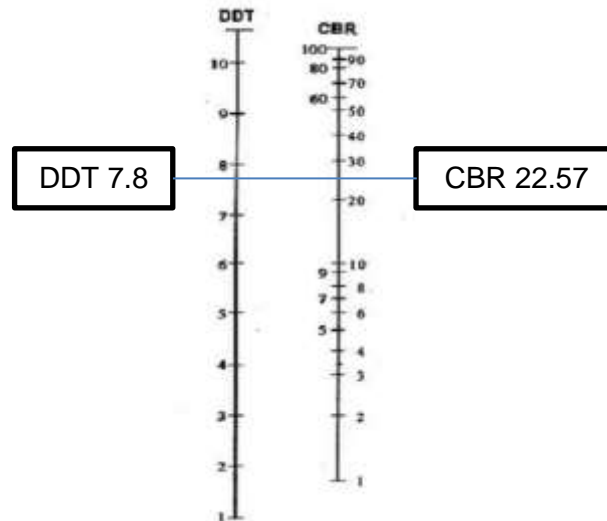
Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai CBR maksimum pada persentase campuran 6% serbuk arang kayu dan 3% semen pada pemeraman 14 hari sebesar 22.6%. Jika digambarkan dalam grafik hubungan DDT dan CBR diperoleh nilai DDT = 7.5



Gambar 4. Hubungan Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Nilai CBR Pada Tanah Yang Menggunakan Bahan Stabilisasi 6% serbuk Arang Kayu dan 3% Semen

### Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR dengan persentase campuran 9% serbuk Arang Kayu dan 3% Semen

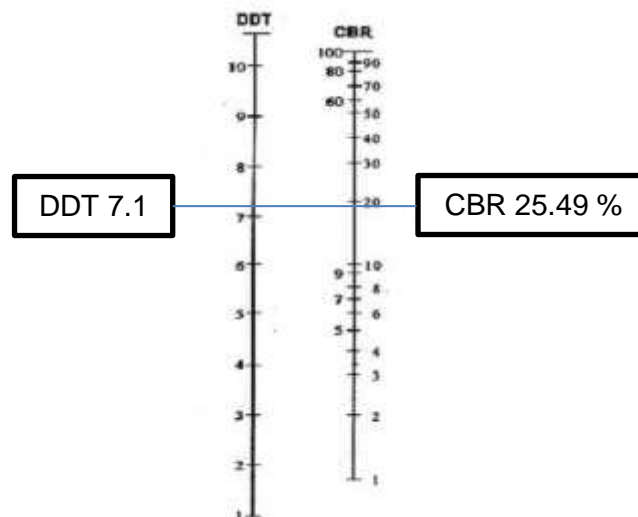
Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai CBR maksimum pada persentase campuran 9% serbuk arang kayu dan 3% semen pada pemeraman 14 hari sebesar 22.57 %. Jika digambarkan dalam grafik hubungan DDT dan CBR diperoleh nilai DDT = 7.8



**Gambar 5. Hubungan Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Nilai CBR Pada Tanah Yang Menggunakan Bahan Stabilisasi 9% serbuk Arang Kayu dan 3% Semen**

### Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR dengan persentase campuran 12% serbuk Arang Kayu dan 3% Semen

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai CBR maksimum pada persentase campuran 12% serbuk arang kayu dan 3% semen pada pemeraman 7 hari sebesar 19.8 %. Jika digambarkan dalam grafik hubungan DDT dan CBR diperoleh nilai DDT = 7.1.

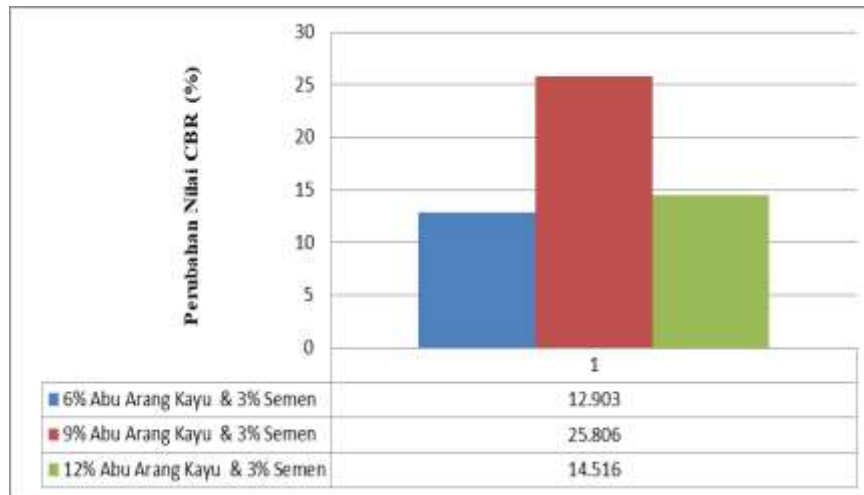


**Gambar 6. Hubungan Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Nilai CBR Pada Tanah Yang Menggunakan Bahan Stabilisasi 12% serbuk Arang Kayu dan 3% Semen**

Berdasarkan Gambar 4 hingga Gambar 6 dapat diketahui adanya perubahan nilai daya dukung tanah pada setiap peningkatan komposisi serbuk arang kayu dalam tanah. Berdasarkan nilai DDT yang telah diperoleh maka dapat dihitung persentase perubahan kenaikan nilai daya dukung tanah dan terlihat pada Gambar 7.

Tabel 3. Persentase Kenaikan Nilai Daya Dukung Tanah Terhadap Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi

Variasi Bahan Stabilisasi	Persentase Kenaikan (%)
6% Abu Arang Kayu & 3% Semen	12.903
9% Abu Arang Kayu & 3% Semen	25.806
12% Abu Arang Kayu & 3% Semen	14.516



Gambar 7. Persentase Perubahan Nilai Daya Dukung Tanah

Kenaikan persentase nilai daya dukung terjadi pada semua tanah yang diberikan bahan stabilisasi. Kenaikan daya dukung tanah disebabkan oleh meningkatnya nilai CBR pada setiap kenaikan komposisi abu arang kayu dalam tanah. Kadar air optimum juga bertambah seiring dengan kenaikan abu arang kayu. Hal ini menyebabkan air yang berfungsi sebagai pelumas bekerja efektif membawa butiran abu arang kayu dan semen ke dalam rongga antar butir tanah. Silika pada abu arang yang berfungsi sebagai pozzolan dan semen sebagai material perekat kemudian merekatkan butir tanah sehingga menjadi lebih keras dan solid. Dengan demikian tanah lebih mampu untuk menerima beban dan nilai CBR serta Daya Dukung Tanah tanah juga mengalami kenaikan hingga 25.806% terhadap tanah tanpa penambahan abu arang kayu. Namun pada Gambar 7, dapat dilihat pula bahwa ada penurunan nilai daya dukung pada tanah yang menggunakan campuran 12% abu arang kayu dan 3% semen pada umur pemeraman 14 hari. Hal ini disebabkan kondisi sampel tanah yang diuji getas sehingga tidak dapat menerima beban yang lebih besar. Agar dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah untuk lapis pondasi bawah pada konstruksi jalan, maka komposisi abu arang kayu dan semen yaitu pada 9% Abu Arang Kayu & 3% Semen.

#### IV. Kesimpulan

Abu arang kayu dan semen efektif meningkatkan daya dukung tanah. Kenaikan nilai daya dukung tanah disebabkan oleh meningkatnya nilai CBR pada setiap kenaikan komposisi abu arang kayu dalam tanah. Kadar air optimum juga bertambah seiring dengan kenaikan abu arang kayu. Hal ini menyebabkan air yang berfungsi sebagai pelumas bekerja efektif membawa butiran abu arang kayu dan semen ke dalam rongga antar butir tanah. Silika pada abu arang yang berfungsi sebagai pozzolan dan semen sebagai material perekat kemudian merekatkan butir tanah sehingga menjadi lebih keras dan solid. Dengan demikian tanah lebih mampu untuk menerima beban dan nilai CBR serta Daya Dukung Tanah tanah juga mengalami kenaikan maksimum hingga 25.806% terhadap tanah tanpa penambahan abu arang kayu. Kenaikan daya dukung tanah pada tanah dengan campuran 6%, 9% dan 12% Arang Kayu serta 3% Semen terhadap tanah tanpa campuran abu arang kayu dan semen berturut-turut adalah 12.903%, 25.806% dan 14.516%. Agar dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi



---

tanah untuk lapis pondasi bawah pada konstuksi jalan, maka komposisi abu arang kayu dan semen yaitu pada 9% Abu Arang Kayu & 3% Semen..

#### Daftar Pustaka

- Bowles, J. 1984. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M.,1994, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Alih Bahasa Mochtar dan Endah, 1998, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002, Mekanika Tanah I (edisi III), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Jurnal teknik sipil “Perilaku Kuat Tekan Tanah Laterit Dengan Stabilisasi Kapur Dan Semen”, Fitri Febriani, dkk. Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Jurusan teknik sipil “Pengaruh kadar air dan persentase stabilisasi dengan 10% kapur terhadap kekuatan tanah ekspansif”, Adelina Maulidya Firdaus, Universitas Brawijaya.
- Jurusan teknik sipil “Pemanfaatan bubuk arang kayu sebagai bahan stabilisasi terhadap kuat dukung tanah lempung sukodono dengan variasi perawatan”, Meiriza Sengeoris, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Karaseran, J.A., Sompie, O.B.A., Balamba, S., 2015, “Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Konsolidasi Sekunder Pada Lempung Ekspansif”, Jurnal Teknik Sipil, Vol.3 No.8 Agustus 2015 (543-553) ISSN: 2337-6732.
- Murhandani, U.W., 2015, “Stabilisasi Kapur Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung dengan Perawatan 3 Hari”, (Studi Kasus Subgrade Jalan Raya Tanon, Sragen), Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Penuntun Praktikum Mekanika Tanah, Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.