

# PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK KACA PADA STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DI DAERAH KABUPATEN KARAWANG

Bayu Mustika Bhakti<sup>1</sup>, Sri Wulandari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, Program Magister, Jurusan Manajemen Rekayasa Infrastruktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma

<sup>2</sup>Dosen, Jurusan Manajemen Rekayasa Infrastruktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma

Korespondensi: bayumustika2107@gmail.com

## ABSTRACT

Problems that are often encountered in road construction are poor and unstable soil conditions. Soil conditions greatly affect the design process and the durability of the road. One thing that is usually done to improve soil properties is to add mixed materials to improve the soil properties. The purpose of this study was to determine the effect of adding Waste Glass Powder (WGP) on soil consistency and CBR value. The percentage of WGP used is 2.5%, 5%, 10%, 15% and 25%. The result is that the addition of WGP has significantly improved soil quality. The value of the plasticity index of the soil decreases, which means that the potential for swelling and shrinkage of the soil is also decreased. The CBR value of the soil also increased to 341.04%.

**Keywords:** soil improvement, poor soil, waste glass powder, CBR value, plasticity index

### 1. PENDAHULUAN

Kerusakan jalan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti sistem drainase yang kurang baik, material yang digunakan tidak sesuai standar, proses konstruksi yang tidak tepat dan sebagainya [3]. Namun yang akan menjadi fokus pada penelitian kali ini adalah kerusakan jalan yang disebabkan oleh kondisi tanah dasar yang kurang baik. Permasalahan yang sering ditemui pada konstruksi jalan adalah kondisi tanah yang buruk dan tidak stabil. Hal tersebut dikarenakan kondisi tanah sangat mempengaruhi proses desain dan ketahanan jalan yang akan dibuat [1]. Tanah dengan kondisi buruk akan mengakibatkan permasalahan untuk jalan raya di kemudian hari, seperti mudah retak, bergelombang, bahkan amblas. Tanah yang buruk memiliki ciri tertentu, seperti daya dukungnya yang rendah ataupun tingkat kembang susut yang tinggi [2].

Memberikan perlakuan terlebih dahulu kepada tanah dasar adalah salah satu upaya

untuk mencegah hal-hal yang telah disebutkan sebelumnya. Salah satu perlakuan yang biasa diberikan adalah dengan menambah bahan campuran untuk memperbaiki sifat tanah dasar. Penelitian ini bermaksud untuk mencampur tanah dasar dengan bahan tambahan lalu mencari tahu perubahan pada sifat dan kekuatan tanah.

Sampel tanah yang diambil untuk penelitian ini berlokasi di Desa Kertasari, Kec. Pangkalan, Kab. Karawang. Desa Kertasari terletak di daerah perbukitan. Kondisi jalan yang ada saat ini mengalami kerusakan berat di beberapa titik seperti terjadi penurunan yang cukup dalam. Selain penurunan, terlihat juga retakan di sepanjang jalan baik retakan kecil maupun yang lumayan besar dan panjang. Secara visual dapat disimpulkan sementara bahwa jenis tanah yang terdapat di lokasi merupakan jenis tanah lempung.

Tanah lempung adalah tanah yang sering kali memiliki daya dukung yang rendah,

plastisitas yang tinggi serta permeabilitas yang tergolong rendah. Sehingga pada saat akan dilakukan konstruksi bangunan di atasnya, sering kali tanah memerlukan perlakuan khusus [4]. Untuk konstruksi jalan raya sendiri, perlakuan yang biasa dilakukan adalah stabilisasi dengan menambahkan material/bahan tambahan untuk dicampurkan ke tanah dasar. Penambahan bahan tambahan ini bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang tadinya tergolong buruk agar dapat memenuhi syarat-syarat teknis tertentu.

Pemilihan bahan tambahan tergantung dari sifat tanah yang ingin diperbaiki. Pada penelitian ini, parameter yang ingin diperbaiki yaitu plastisitas tanah dan nilai CBR nya. Dengan mempertimbangkan hal tersebut serta beberapa penelitian terdahulu, maka bahan yang dipilih yaitu serbuk kaca limbah (*Waste Glass Powder – WGP*).

Tujuan pada penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan WGP pada konsistensi tanah serta nilai CBR nya.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tanah**

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Braja M. Das, 1995).

Pada dunia konstruksi, tanah berperan sebagai penopang bangunan yang berada di atasnya, baik itu gedung, jalan, jembatan, rumah dll. Beban dari struktur atas akan disalurkan mulai dari komponen tertinggi hingga yang paling rendah sampai akhirnya beban tersebut akan diterima oleh tanah dasar sebagai penopang. Karena itulah tanah yang berada di bawah bangunan merupakan bagian yang sangat penting untuk dipertimbangkan di kala kita akan melakukan perencanaan pembangunan.

Pada perencanaan perkerasan jalan, tanah dasar merupakan fondasi bagi perkerasan baik perkerasan yang terdapat pada jalur lalu lintas maupun bahu jalan. Tanah dasar merupakan konstruksi terakhir yang menerima beban kendaraan yang disalurkan oleh perkerasan. Pada kasus yang sederhana, tanah dasar dapat

terdiri atas tanah asli tanpa perlakuan apa pun sedangkan pada kasus lain tanah dasar terdiri atas tanah asli pada galian atau bagian atas timbunan yang dipadatkan.

Sebagai fondasi perkerasan, di samping harus mempunyai kekuatan atau daya dukung terhadap beban kendaraan, tanah dasar juga harus mempunyai stabilitas volume akibat pengaruh lingkungan terutama air. Tanah dasar yang mempunyai kekuatan dan stabilitas volume yang rendah akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami deformasi (misal gelombang atau alur) dan retak [5]. Dengan demikian, maka perkerasan yang dibangun pada tanah dasar yang lemah dan mudah dipengaruhi lingkungan akan mempunyai umur pelayanan yang pendek.

Karena peran tanah yang sangat penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, maka kita sebagai perencana harus memastikan tanah yang akan dijadikan penopang bangunan yang akan dibangun merupakan tanah yang sesuai standar yang berlaku. Tanah dengan kualitas buruk akan merusak struktur bangunan di atasnya dan memperpendek masa layannya. Saat kualitas tanah di bawah standar, maka sering kali tanah mendapat perlakuan khusus untuk memperbaiki kapasitas daya dukung atau bisa disebut stabilisasi [5].

### **2.2. Stabilisasi Tanah**

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah atau dapat pula diartikan sebagai usaha untuk mengubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (hardiyatmo, 2010).

Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan atau pencampuran tanah dengan bahan-bahan buatan pabrik sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik [6]. Stabilisasi tanah memiliki tujuan dan untuk mengubah sifat-sifat teknis tanah, seperti: kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, potensi pengembangan dan sensitivitas terhadap perubahan kadar air. Tujuan tersebut dapat dicapai dengan cara penanganan dari yang paling mudah seperti pemadatan sampai teknik yang lebih mahal, seperti: mencampur

tanah dengan semen, kapur, abu terbang, injeksi semen dll.

Dalam pembangunan perkerasan jalan, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara penambahan bahan lain ke dalam tanah. Jika material tanah distabilisasi, maka kualitasnya menjadi bertambah dan kemampuan lapisan tersebut dapat mendistribusikan beban ke area yang lebih luas juga bertambah sehingga mereduksi tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan.

Stabilisasi dengan menggunakan bahan-bahan tambahan atau sering juga disebut stabilisasi kimiawi bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, dengan cara mencampur tanah dengan menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu perbandingan campuran bergantung pada kualitas campuran yang diinginkan [7]. Bahan-bahan tambah (*additive*) adalah bahan hasil olahan pabrik yang bila ditambahkan ke dalam tanah dengan perbandingan yang tepat akan memperbaiki sifat-sifat teknis tanah.

### 2.3. Stabilisasi Tanah dengan Waste Glass Powder (WGP)

Penelitian ini menggunakan bahan tambahan berupa serbuk kaca limbah yang selanjutnya akan disebut WGP (*Waste Glass Powder*). WGP merupakan bentuk butiran dari kaca yang telah dihaluskan. Kaca sendiri merupakan material padat yang bening/transparan (tembus pandang) dan biasanya rapuh. Selama berabad-abad kaca yang paling banyak digunakan adalah kaca untuk jendela dan gelas minuman di belahan dunia mana pun. Kaca dibuat dari 75% silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>), plus Na<sub>2</sub>O, CaO dan beberapa zat tambahan. Penggunaan kaca sebagai bahan *additive* dalam stabilisasi tanah akan menjadi pilihan tambahan dalam upaya pengurangan limbah kaca [8].

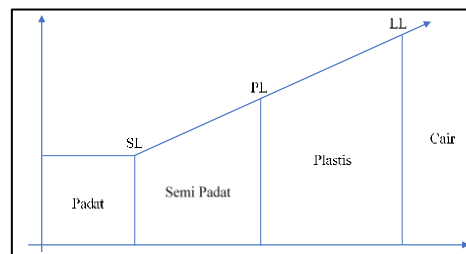
Penelitian terdahulu menyatakan penambahan WGP pada tanah ekspansif memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsistensi dan kekuatan geser sampel tanah. Selain itu, WGP yang ditambahkan pada sampel tanah juga meningkatkan nilai CBR dengan cukup signifikan. Penambahan WGP juga memperbaiki tanah ekspansif *subgrade* sehingga mengurangi ketebalan sub-base.

Nilai *swelling* pada tanah ekspansif yang diuji juga mengalami penurunan.

### 2.4. Uji Atterberg Limit

Pada tahun 1911, Atterberg suatu memberikan metode untuk menggambarkan batas-batas konsistensi tanah yang berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air di dalam tanah. Batas-batas tersebut dikenal dengan istilah “batas-batas Atterberg” yang terdiri atas batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Pengujian ini dapat pula mengetahui plastisitas tanah (indeks plastisitas).

Plastisitas tanah menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk (*shape change*) pada volume yang konstan tanpa terjadi retak-retak atau remuk pada tanah tersebut. Konsistensi tanah sangat dipengaruhi oleh kadar air, yang mana tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, dan padat. Konsistensi adalah kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu. Konsistensi ini tergantung pada gaya tarik antar partikel lempung di dalam tanah.



Gambar 1. Diagram batas-batas atterberg

Indeks Plastisitas dapat dihitung setelah pengujian batas cair dan batas plastis selesai dilakukan. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan indeks plastisitas adalah sebagai berikut.

$$PI = LL - PL \quad (1)$$

Di mana:

PI = Indeks Plastisitas (%)

LL = Batas Cair (%)

PL = Batas Plastis (%)

Seperti yang disebutkan sebelumnya bahwa indeks plastisitas dapat menjadi parameter plastisitas tanah. Sifat tanah berdasarkan indeks plastisitasnya dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

**Tabel 1.** Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 – 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: Bowles (1991)

### 2.5. Uji Pemadatan

Pengujian pemadatan tanah di laboratorium dimaksudkan untuk mengetahui kadar air optimum (*optimum moisture content* – OMC) pada suatu sampel tanah dan mengetahui berat isi kering maksimumnya. Satuan kadar air optimum dinyatakan dalam persen (%) dan berat isi kering maksimum dinyatakan dalam g/cm<sup>3</sup>. Kadar air optimum juga nantinya akan digunakan pada pengujian CBR Laboratorium.

### 2.6. Uji CBR Laboratorium

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR akan digunakan untuk desain perkerasan jalan. Pengujian ini menggunakan tanah dengan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum yang sebelumnya diperoleh dari pengujian pemadatan. Metode yang digunakan untuk memperoleh nilai CBR pada penelitian ini adalah metode *unsoaked*. Artinya tanah tidak direndam terlebih dahulu sebelum melakukan uji penetrasi. Kriteria CBR sebagai tanah dasar dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

**Tabel 2.** Kriteria CBR untuk tanah dasar jalan (*subgrade*)

Section	Material	Nilai CBR (%)
Subgrade	Sangat Baik	20 – 30
	Baik	10 – 20
	Sedang	5 – 10
	Buruk	< 5

Sumber: Turnbull, 1968 dalam Raharjo, 1985

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini mengidentifikasi dua jenis sampel tanah, yaitu sampel tanah asli dan sampel tanah yang diberi campuran serbuk kaca (*Glass Powder*). Beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan yaitu studi literatur, persiapan sampel tanah dan bahan tambahan, persiapan alat pengujian, pengujian tanah asli, pengujian tanah dengan campuran serbuk kaca dengan variasi persentase campuran dan melakukan analisis dari data yang diperoleh pada pengujian. Proses tersebut dapat dilihat pada diagram alir berikut.

### 3.2. Data dan Analisis Data

Data adalah kumpulan informasi yang diperoleh dari pengamatan suatu objek. Objek yang dimaksud dalam hal ini yaitu sampel uji itu sendiri. Data berperan sebagai informasi awal yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan yang akan diolah dan dianalisis untuk mencapai kesimpulan atau hasil penelitian. Jenis data pada penelitian ini adalah data kuantitatif, yaitu data yang disajikan dalam bentuk angka yang diperoleh dari pengukuran langsung serta pengujian sampel uji. Sumber data pada penelitian ini yaitu sumber data primer, karena data diperoleh langsung oleh peneliti melalui eksperimen dan pengamatan pada benda uji. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu menggunakan metode observasi, dengan kata lain penulis melakukan pengamatan dan pengujian terhadap sampel uji (eksperimen) secara langsung di laboratorium.

Dalam mencapai tujuan penelitian yang telah disebutkan pada subbab sebelumnya, maka perlu diketahui data apa saja yang dibutuhkan. Untuk mengetahui pengaruh penambahan WGP pada tanah maka diperlukan beberapa pengujian laboratorium yang harus dilakukan. Dalam menjawab

pengaruh WGP terhadap *index properties* tanah maka diperlukan data awal yang diperoleh melalui percobaan kadar air, berat isi tanah, berat jenis, analisis gradasi butiran dan atterberg limit. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh WGP pada *engineering properties* dalam hal ini CBR tanah, maka diperlukan data yang diperoleh melalui percobaan pemadatan dan CBR laboratorium.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

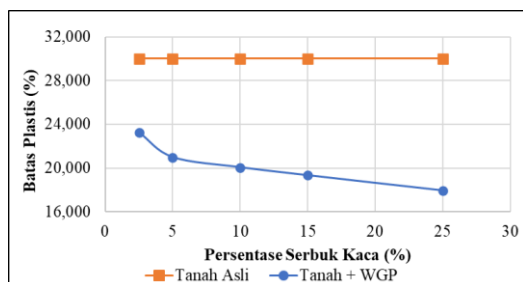
##### 4.1. Sifat Tanah Asli

Pengujian dilakukan terlebih dahulu terhadap tanah asli untuk mengetahui sifat-sifat tanah asli sebelum dilakukan penambahan bahan campuran. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengujian sebagai berikut.

- 1) Persentase lolos saringan No. 200 sebesar 39,800% (> 35% tanah berbutir halus)
- 2) Berat Jenis : 2,612
- 3) Atterberg Limit
  - a. Batas Cair : 56,000%
  - b. Batas Plastis : 25,980%
  - c. Batas Susut : 19,430%
  - d. Indeks Plastisitas : 30,020%
- 4) Klasifikasi Tanah : A-7-6

##### 4.2. Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca terhadap Konsistensi Tanah

Pengujian konsistensi tanah berhubungan dengan indeks plastisitasnya. Dengan kata lain pengujian yang dilakukan adalah batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Pengaruh penambahan serbuk kaca nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada Gambar 2.



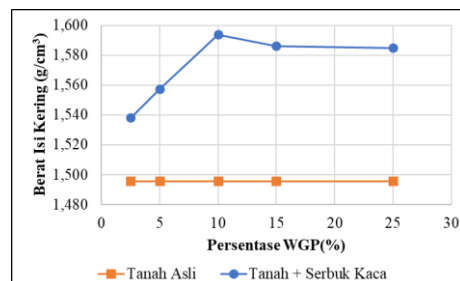
**Gambar 2.** Pengaruh penambahan serbuk kaca terhadap indeks plastisitas

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak WGP yang ditambahkan, maka indeks plastisitasnya akan semakin kecil. Perubahan indeks plastisitas saat dicampur dengan WGP yaitu menjadi

semakin kecil secara terus menerus mulai dari penambahan 2,5% sampai 25%. Dengan begitu perubahan terbesar terletak pada penambahan WGP 25% dengan penurunan nilai indeks plastisitas mencapai 40,273%, dari nilai awal 30,020% menjadi 17,930%. Dengan begitu penambahan WGP pada tanah telah berhasil memperbaiki plastisitas tanah. Semakin kecil plastisitas tanah maka potensinya pun akan semakin kecil. Kondisi awal tanah termasuk ke dalam kategori plastisitas tinggi, sedangkan pada penambahan WGP 25% termasuk ke dalam kategori plastisitas sedang.

##### 4.3. Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca terhadap Berat Isi Kering Tanah

Nilai berat isi kering diperoleh pada percobaan pemadatan tanah. Pada percobaan tanah asli diperoleh nilai berat isi kering maksimum sebesar 1,496 g/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 25,288%. Sampel uji berupa tanah asli yang dicampur serbuk kaca dengan persentase 2,5%, 5%, 10%, 15% dan 25% dalam keadaan kadar air optimum dilakukan pengujian untuk mengetahui perubahan pada berat isi keringnya. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.



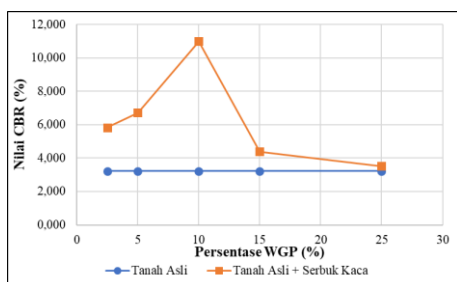
**Gambar 3.** Pengaruh WGP terhadap berat isi kering

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan WGP pada sampel tanah dapat menaikkan nilai berat isi keringnya sampai dengan persentase tertentu. Kenaikan nilai berat isi kering telah dimulai sejak penambahan WGP dengan persentase terkecil yaitu 2,5%, berat isi kering tanah asli yang semula 1,496 g/cm<sup>3</sup> mengalami kenaikan sebesar 2,807% menjadi 1,538 g/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan teori, semakin besar nilai berat isi kering suatu sampel tanah maka nilai CBR laboratoriumnya pun akan semakin besar. Pada persentase WGP 5% berat isi kering

tanah masih mengalami kenaikan, hingga akhirnya persentase tambahan WGP yang menghasilkan berat isi kering terbesar terdapat pada penambahan 10%. Nilai berat isi kering yang diperoleh yaitu 1,594 g/cm<sup>3</sup>. Nilai tersebut mengalami kenaikan sebesar 6,551% dibandingkan berat isi kering tanah asli tanpa tambahan WGP. Pada persentase 15%, nilai berat isi kering sampel mengalami penurunan jika dibandingkan dengan nilai pada persentase 10% dan mengalami penurunan kembali pada persentase 25%. Besar kemungkinan nilai berat isi kering sampel akan mengalami penurunan kembali jika persentase WGP dibuat lebih besar lagi.

#### 4.4. Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca terhadap Nilai CBR

Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian CBR laboratorium. Metode yang digunakan adalah CBR laboratorium *unsoaked*. Sampel tanah dibuat dalam keadaan kadar air optimum yang diperoleh pada percobaan pemadatan. Pada percobaan tanah asli diperoleh nilai CBR tanah sebesar 3,217%. Selanjutnya sampel uji berupa tanah asli yang dicampur serbuk kaca dengan persentase 2,5%, 5%, 10%, 15% dan 25% diuji untuk mengetahui perubahan pada CBR tanahnya. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Perbandingan CBR tanah asli terhadap tanah dengan tambahan WGP

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan WGP pada sampel tanah berhasil memperbaiki nilai CBR sampel tersebut secara signifikan. CBR tanah asli yang awalnya sebesar 3,217% mengalami kenaikan sejak persentase penambahan WGP terkecil yaitu penambahan 2,5%, nilai CBR tanah asli mengalami kenaikan sebesar 81,505% menjadi 5,839%. Pada persentase

penambahan WGP 5%, nilai tersebut kembali naik menjadi 6,694%. Persentase penambahan WGP yang optimum berada pada penambahan 10% dengan nilai CBR sebesar 10,970%. Nilai CBR tanah tersebut mengalami kenaikan sebesar 341,04% jika dibandingkan nilai CBR tanah asli yaitu sebesar 3,217%. Berdasarkan **Tabel 2**, kriteria untuk tanah yang dicampur WGP 10% termasuk ke dalam kategori baik karena berkisar antara 10-20%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perbaikan tanah yang awalnya termasuk ke dalam kategori buruk menjadi kategori baik. Nilai CBR mengalami penurunan saat persentase WGP penambahan 15% menjadi 4,384%. Saat persentase WGP diperbesar lagi menjadi 25%, nilai CBR nya pun kembali turun menjadi 3,502%. Besar kemungkinan nilai CBR akan terus menurun jika persentase serbuk kaca yang ditambahkan dibuat lebih besar lagi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan WGP pada tanah dapat mempengaruhi batas cair dan batas plastis tanah sehingga nilai Indeks Plastisitasnya menurun. Penurunan terus terjadi hingga persentase penambahan terbesar yaitu 25% dengan persentase penurunan dari nilai awal mencapai 40,273%, dari nilai awal 30,020% menjadi 17,930%. Dengan begitu penambahan WGP pada tanah telah berhasil memperbaiki plastisitas tanah, karena semakin kecil plastisitas tanah maka potensi mengembangnya pun akan semakin kecil.
2. Penambahan WGP pada sampel tanah dapat menaikkan nilai berat isi keringnya sampai dengan persentase tertentu. Persentase penambahan WGP yang menghasilkan berat isi kering terbesar terdapat pada penambahan 10%. Nilai berat isi kering yang diperoleh yaitu 1,594 g/cm<sup>3</sup>. Nilai tersebut mengalami kenaikan sebesar 6,551% dibandingkan berat isi kering tanah asli tanpa tambahan WGP.
3. Penambahan WGP pada sampel tanah berhasil memperbaiki nilai CBR sampel uji sampai persentase tertentu. Persentase

penambahan WGP yang optimum berada pada penambahan 10% dengan nilai CBR sebesar 10,970%. Nilai CBR tanah tersebut mengalami kenaikan sebesar 341,04% jika dibandingkan nilai CBR tanah asli yaitu sebesar 3,217%. Berdasarkan Tabel 2, kriteria untuk tanah yang dicampur WGP 10% termasuk ke dalam kategori baik karena berkisar antara 10-20%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perbaikan tanah yang awalnya termasuk ke dalam kategori buruk menjadi kategori baik.

## 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka sebagai bahan pertimbangan disarankan:

- a) Penelitian membutuhkan waktu yang lama dan melalui banyak pengujian. Oleh karena itu dibutuhkan cara penyimpanan sampel tanah yang baik sehingga keadaan tanah tidak berubah dari awal penelitian hingga penelitian berakhir.
- b) Pada penelitian lanjutan, diharapkan melakukan uji dengan diameter serbuk kaca yang berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan sifat tanah.
- c) Pada penelitian lanjutan, diharapkan untuk mencoba menggunakan metode CBR *soaked* untuk mengetahui nilai *swelling* tanah secara langsung.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. A. Z. Mahdi and N. S. Al-Hassnawi, *Assessment of subgrade soil improvement by waste glass powder*, International Journal of Civil Engineering and Technology, vol. 9, no. 10, 2018 : 12–21.
- [2] J. R. Benny, J. Jolly, J. M. Sebastian, and M. Thomas, *Effect of Glass Powder on Engineering Properties of Clayey Soil*, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 6, No. 5, 2017 : 228-231.
- [3] S. A. Javed and S. Chakraborty, *Effects of Waste Glass Powder on Subgrade Soil Improvement*, World Scientific News, An International Scientific Journal, vol. 144, 2020 : 30–42.
- [4] A. Gunarso, R. Nuprayogi, W. Partono, and B. Pardoyo, *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran Larutan NaOH 7,5%*, Jurnal Karya Teknik Sipil, vol. 6, no. 2, 2017 : 238–245.
- [5] R. A. Blayi, A. F. H. Sherwani, H. H. Ibrahim, R. H. Faraj, and A. Daraei, *Strength improvement of expansive soil by utilizing waste glass powder*, Case Studies in Construction Materials, vol. 13, 2020 : 1–12.
- [6] O. A. Babatunde, J. E. Sani, and A. H. Sambo, *Black Cotton Soil Stabilization using Glass Powder*, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, vol. 8, no. 5, 2019 : 5208–5214.
- [7] A. Rathee, G. Shivdasani, S. Sharma, and Y. Sharma, *Soil Stabilization Using Powdered Glass*, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 5, no. 5, 2018 : 1054–1056.
- [8] H. Canakci, A. Al-Kaki, and F. Celik, *Stabilization of Clay with Waste Soda Lime Glass Powder*, Procedia Engineering, vol. 161, 2016 : 600–605.