Book Chapter Kolokium Teknik

# Perbandingan Sensitivitas Tanah Dasar Jalan Dengan Semen dan Limbah Beton Terhadap Kemampuan Daya Dukung Tanah

**Iswan 1)**

1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong

Meneng Bandar lampung. 35145.

\*) E-mail: [Mediyandri@yahoo.com](mailto:Mediyandri@yahoo.com)

Abstrak

Pada perencanaan jalan umumnya tidak memperhatikan *sensitivitas* tanah namun hanya sebatas *CBR, sensitivitas* tanah seharusnya dapat di pertimbangkan. Dugaan alternaitf yang baik agar tanah pada tanah dasar jalan raya tidak memiliki sifat sensitivitas tanah yang tinggi adalah dengan menggunakan bahan aditif semen dan limbah beton. Sampel tanah yang diuji menggunakan material tanah *subgrade* yang berasal dari jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan. Variasi semen dan limbah beton yang digunakan yaitu 0, 4, 8 dan 12%. Pengujian adalah sensitivitas tanah terhadap nilai DDT. Pada pengujian sifat fisik, tanah termasuk klasifikasi tanah A-6 kategori buruk. Namun setelah penambahan variasi campuran klasifikasi tanah menjadi sangat baik. Pengujian sensitivitas tanah pada campuran semen presnatase semen 0% didapat nilai sensitivitas 0,93 kg/cm dan CBR 0,9%, pada presentase 4% nilai sensitivitas 0,68 kg/cm dan CBR 42,6%, pada presentase 8% nilai sensitivitas 0,65 kg/cm dan CBR 53,2%, dan presentase 12% nilai sensitivitas 0,48 kg/cm dan CBR 78,1%. Untuk campuran limbah beton presnatase semen 0% didapat nilai sensitivitas 0,83 kg/cm dan CBR 1,3%, pada presentase 4% nilai sensitivitas 0,77 kg/cm dan CBR 14,3%, pada presentase 8% nilai sensitivitas 0,59 kg/cm dan CBR 20%, dan presentase 12% nilai sensitivitas 0,40 kg/cm dan CBR 29,7%.

***Kata kunci****:* CBR, Pengembangan Tanah, Tebal Perkerasan, Stabilisasi, Semen, Limbah Beton

### PENDAHULUAN

Pada perencanaan jalan umumnya tidak memperhatikan *sensitivitas* tanah namun hanya sebatas *CBR, sensitivitas* tanah seharusnya dapat di pertimbangkan karena dapat menjadi salah satu penyebab kurangnya daya dukung tanah.

Salah satu dugaan alternaitf yang baik agar tanah pada tanah dasar jalan raya tidak memiliki sifat sensitivitas tanah yang tinggi adalah dengan menggunakan bahan aditif semen dan limbah beton. Penelitian ini terus berkembang karena hasil penelitian yang telah dilakukan di suatu daerah hasilnya tidak dapat disimpulkan berlaku umum pada daerah lainnya. Dengan variasi semen dan limbah beton yang ditentukan agar didapatdampak *sensitivitas* tanah terhadap daya dukung tanah dasar.

### TINJAUAN PUSTAKA

1. **Tanah**
   1. Pengertian Tanah

Tanah, pada kondisi alam, terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Mineral ini berasal dari hasil pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut (Hardiyatmo,1996)

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef,1994).

November 2018

Fakultas Teknik, Universitas Lampung

* 1. Sistem Klasifikasi Tanah

Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah. sistem-sistem tersebut adalah Sistem *UnifiedSoil Clasification System* (*USCS*) dan Sistem AASHTO (*American Association Of State Highway and Transporting Official*). Tetapi pada penelitian ini penulis memakai system klasifikasi tanah *unified* (USCS).

### Sensitivitas Tanah

Tingkat kesensitifan dapat ditentukan sebagai rasio (perbandingan) antara kekuatan tanah yang masih asli dengan kekuatan tanah yang sama setelah terkena kerusakan *(remoulded),* bila kekuatan tanah tersebut diuji dengan cara tekanan tak tersekap. Jadi, sensitifitas diperoleh *(acquired sensitivity)* dinyatakan dalam persamaan:

Sr = *qu Tanah Asli quTanah Terganggu*

Tabel 1. Sensitifitas Lempung

# Sensitifitas Lempung

## ≈ 1 Tidak sensitif

1. – 2 Sensitifitas rendah
2. – 4 Sensitifitas sedang

4 – 8 Sensitif

8 – 16 Sensitifitas ekstra

>16 Quick

1. ***California Bearing Ratio* ( Uji CBR)**

(1)

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum dipakai adalah cara-cara empiris dan yang biasa dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Rati*o).

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam memikul beban.

### Pemadatan

Tujuan dari pemadatan adalah untuk mempertinggi kuat geser tanah, mengurangi sifat mudah mampat (*kompresibilitas*), mengurangi permeabilitas dan mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lain-lain.

1. **Semen**

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak .Semen dikelompokan ke dalam 2(dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis.

### Limbah Beton

Beton *(Concrete)* adalah material salah satu bahan bangunan yang diperoleh dari hasil pencampuran antara semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Campuran semen dengan air berfungsi sebagai perekat. Agregat halus berupa pasir atau abu, sedangkan agregat kasar berupa kerikil atau batu pecah yang keduanya berfungsi sebagai pengisi. (Hendro,2010:148).

### METODOLOGI PENELITIAN

1. **Tinjauan Umum**

Bahan penelitain yang digunakan yaitu tanah dasar (*subgrade*) pada ruas jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan. Penelitian ini lebih mendetail mengenai daya dukung tanah yang telah di stabilisasi dengan zat aditif semen dan zat aditif limbah beton.

Dalam penelitian ini dilakukan analisa secara bertahap, yaitu

* 1. Persiapan ( pengumpulan referensi dan identifikasi masalah )
  2. Pengambilansampel tanah
  3. Pengambilan data
  4. Pengujian sifat fisik tanah
  5. Pengujian mekanika tanah
  6. Analisis data

### Pelaksanaan Pengujian

* 1. Pengujian Sifat Fisik
  2. Pengujian Mekanika Tanah

### D. Analisi Data

**F. Diagram Alir**

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Pengujian Fisik Untuk Sampel Tanah Asli**

1. Tanah Asli 1

Dari hasil pengujian kadar air didapat sebesar 26,7%, berat jenis 2,3491, berat volume tanah basah rata-rata (γw rata-rata) sebesar 1,5368 gram/cm3 dan berat volume tanah kering rata-rata (γd rata-rata) sebesar 1,2161 gram/cm3 , analisis saringan diperoleh 54,89% butiran tanah lolos saringan No. 200. Menurut sistem klasifikasi AASTHO, berdasarkan hasil penelitian nilai batas cair (LL) sebesar 35,32%, batas plastis (PL) sebesar 22,64%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 12,7%, menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki angka indeks plastisitas yang lebih dari 11% dengan nilai batas cair kurang dari 41%. Maka tanah dari daerah jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 3+900 termaksud jenis tanah A-6 tanah berlempung dan tingkatan umum sebagai tanah dasar masuk dalam kategori buruk.

1. Tanah Asli 2

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah maka dapat di golongkan jalan terusan RA. Basyid Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 2+100 termasuk dalam jenis tanah A-6 tanah lempung dan tingkatan umum sebagai tanah dasar kategori buruk dengan angka indeks plastisitas lebih dari 11% dan nilai batas cair kurang dari 41%.

1. Tanah Campuran Semen
2. Kadar Air

Bertambahnya persentase semen pada tanah mengalami peningkatan nilai kadar air dikarenakan proses sementasi pada semen membutuhkan lebih air. Sedangkan pada presentase semen 12 % mengalami penurunan dikarenakan kadar semen sudah optimal sehingga pori tanah semakin mengecil sehingga tanah sulit ditembus air.

22

21

20

19

18

17

16

0 Sampel Ta4nah + Penambahan8 Semen

Column 1

12

Grafik 1. Hubungan Kadar Air Dengan Kadar Semen

1. Berat Jenis

Adanya peningkatan saat penambahan semen terhadap tanah terhadap nilai berat jenis seiring dengan bertambahnya persentase semen yang digunakan disebabkan karena semen mengikat tanah sehingga ukuran butiran tanah bertambah dan mengakibatkan pori yg ada di tanah semakin meningkat.

2.45

Berat Jenis (gr/cm3)

2.44

2.43

2.42

2.41

2.4

0 4 8 12

Kadar Semen

Column 1

Grafik 2. Hubungan Berat Jenis Dengan Presentase Semen

1. Batas Aterberg

Dari hasil diatas pengujian batas cair terlihat nilai indeks plastisitas mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar semen. Proses sementasi pada semen mengakibatkan ukuran partikel tanah menjadi bertambah besar dan mengurangi indeks plastisitas tanah.

35



30

25

20

15

10

5

0

0 4 8 12

Batas Cair Batas Plastis

Indeks Plastisitas



Grafik 3. Hubungan Batas *Aterberg* Dengan Kadar Semen.

1. Tanah Campuran Limbah Beton
2. Kadar Air

Setiap bertambahnya persentaselimbah betonpada tanah mengalami penurunannilai kadar air dikarenakan kadar pasir yang ada pada limbah beton mengisi pori pori pada tanah sehingga sulit di tembus air.

18

16

14

12

10

Kadar Air

8

6

4

2

0

0 4 8 12

Sampel + Limbah Beton

## Grafik 4. Hubungan Kadar Air Dengan Kadar Limbah Beton

Column 1

1. Berat Jenis

Adanya peningkatan saat penambahan Limbah Beton terhadap tanah terhadap nilai berat jenis seiring dengan bertambahnya persentase limbah beton yang digunakan dikarnakan limbah beton mampu menutup pori pori menjadi lebih padat.

2.43

2.42

2.41

2.4

Berat Jenis

2.39

2.38

2.37

2.36

2.35

2.34

0 4 8 12

Sampel +Limbah Beton

Column 1

## Grafik 5. Hubungan Berat Jenis Dengan Kadar Limbah Beton

1. Batas *Aterberg*

*Dari Tabel diatas* terlihat nilai batas cair (LL), batas plastis (PL) dan indeks plastisitas (PI) tanah mengalami penurunan akibat dari penambahan limbah beton. Penambahan Limbah Betonbisa mengurangi pori-pori tanah yang berisi air sehingga Limbah Beton tersebut dapat memperbaiki kondisi tanah menjadi lebih padat dan stabil.

45



40

35

30

Batas Aterberg

25

20

15

10

5

0

0 4 8 12

Kadar Limbah beton

Batas Cair Batas Plastis

Indeks Palastisitas



Grafik 6. Hubungan Batas *Aterberg* Dengan Kadar Limbah Beton

### Pemadatan Tanah Campuran Semen

Tabel 5. Hasil Pengujian Pemadatan Standar Semen

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Presentase Campuran Semen** | **Semen 0%** | **Semen 4%** | **Semen 8%** | **Semen 12%** |
| **Kadar Air** | 15,1 | 16,6 | 16,9 | 16,7 |
| **Optimum (%)** |  |  |  |  |
| **Berat Volume** | 1,62 | 1,63 | 1,65 | 1,66 |
| **Kering (gr/cm3)** |  |  |  |  |

Peningkatan KAO pada campuran semen 0-8 % disebabkan proses sementasi pada semen yang membutuhkan atau menyerap lebih air. Namun pada campuran semen 12 % KAO mengalami penurunandisebabkan sudah maksimalnya kadar semen sehingga pori pori tanah semakin mengecil akibat penambahan semen sehingga tanah menjadi lebih padat dan lebih sulit untuk ditembus oleh air.

### Pemadatan Tanah Campuran Limbah Beton

Tabel 6. Hasil Pengujian Pemadatan Standar Limbah Beton

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Presentase** | **Limbah Beton** | **Limbah Beton** | **Limbah Beton** | **Limbah Beton** |
| **Campuran** | **0%** | **4%** | **8%** | **12%** |
| **Kadar Air** | 14.3 | 13,9 | 13,6 | 13,4 |
| **Optimum (%)** |  |  |  |  |
| **Berat Volume** | 1,48 | 1,5 | 1,52 | 1,56 |
| **Kering (gr/cm3)** |  |  |  |  |

Berdasarkan pengujian pemadatan tanah, untuk nilai kadar air optimum mengalami penurunan pada tiap penambahan Limbah Beton. Dikarenakan berkurangnya daya ikat atau daya serap air akibat bertambahnya kadar limbah beton pada campuran. Dan peningkatan berat volume kering tanah karena mengecilnya rongga rongga antar partikel campuran tanah.

### Kuat Tekan Bebas yang Dicampur Dengan Campuran Semen

Dari hasil dapat dilihat kenaikan nilai kuat tekan bebas tanah pada setiap penambahan campuran semen mengalami peningkatan., sehingga dapat disimpulkan stabililasi dengan semen pada tanah ini dapat memperbaiki sifat mekanis tanah pada tanah tersebut.

0.3

0.25

0.2

0.15

qu (kg/cm2)

0.1

Column 1

0.05

0

0 4 8 12

Kadar Semen (%)

Grafik 7. Hubungan qu dengan presentase kadar semen

### Kuat Tekan Bebas yang Dicampur Dengan Campuran Limbah Beton

dapat disimpulkan stabililasi dengan Limbah Beton pada tanah ini dapat memperbaiki sifat mekanis tanah pada tanah tersebut. Dari pola kenaikan kuat tekan bebas pada grafik tersebut dapat dilihat kenaikan nilai kuat tekan bebas yang tidak terlalu

signifikan dan pada penambahan Limbah Beton meskipun peningkatan yang terjadi tidak terlalu signifikan.

0.3

0.25

0.2

0.15

qu (kg/cm2)

0.1

Column 1

0.05

0

0 4 8 12

Kadar Limbah Beton (%)

Grafik 8. Hubungan qu dengan presentase kadar limbah beton

### Hasil Pengujian Sensitivitas Tanah Dengan Campuran Semen

Berdasarkan Grafik di atas nilai sensivitas tanah mengalami penurunan akibat penambahan persentase semen. Berdasarkan Tabel hasil sensivitas tanah di atas termasuk jenis tanah tidak sensitive di karenakan hasil nya <1.

1

0.9

0.8

0.7

Sensitivitas (kg/cm2)

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

0.1

0

0 4 8 12

Kadar Semen (%)

Column 1

Grafik 9. Hubungan sensitivitas dengan presentase kadar semen

### 10. Hasil Pengujian Sensitivitas Tanah Dengan Campuran Limbah Beton

Berdasarkan Grafik di atas nilai sensivitas tanah mengalami penurunan akibat penambahan persentase Limbah Beton. Berdasarkan Tabel hasil sensivitas tanah di atas termasuk jenis tanah tidak sensitive di karenakan hasil nya <1.

0.9

0.8

0.7

Sensitivitas (kg/cm2)

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

0.1

0

0 4 8 12

Limbah Beton (%)

Column 1

Grafik 10. Hubungan sensitivitas dengan presentase kadar limbah beton

### Hasil Pengujian CBR Campuran Semen

Tabel 7**.** Nilai CBR Semen

|  |  |
| --- | --- |
| **Pengujian** | **Nilai CBR (%)** |
| Tanah Asli Tak Terendam | 18,2 |
| Sampel A | 0,9 |
| Sampel B | 42,6 |
| Sampel C | 53,2 |
| Sampel D | 78,1 |

Dari hasil pengujian didapatkan tanah yang di campur dengan semen selama 3 hari dapat meningkatkan nilai CBR. Hal ini di karenakan terjadinya proses sementasi selama 3 hari dan terbentuklah partikel yang lebih keras sehingga tanah mampu menahan beban lebih besar.

### Hasil Pengujian CBR Campuran Limbah Beton

Tabel 8. Nilai CBR Limbah Beton

|  |  |
| --- | --- |
| **Pengujian** | **Nilai CBR (%)** |
| Tanah Asli Tak Terendam | 15,7 |
| Sampel A | 1,3 |
| Sampel B | 14,3 |
| Sampel C | 20 |
| Sampel D | 29,7 |

Dari hasil penelitian didapat bahwa CBR untuk sampel tak terendam dan sampel A (0%) limbah beton yang terendam memiliki nilai CBR yang berbeda jauh, pada sampel yang tidak terendam tanpa di campur oleh limbah beton memiliki nilai CBR yang baik dan untuk tanah yang di rendam memiliki nilai CBR jelek sekali, sedangkan untuk sampel tanah CBR yang sudah di campur oleh limbah Beton dan Direndam didapat nilai pada sampel B baik, sampel C baik, sampel D baik sekali.

### Perbandingan Hasil Tanah Dengan Campuran Semen Dengan Limbah Beton

1. Hubungan Berat Volume Kering Dengan Campuran Semen Dan Limbah Beton

1.7

1.65

Berat Vol Kering (%)

1.6

1.55

1.5

1.45

1.4

1.35



0 4 8 12



Presentase Campuran (%)

Semen Limbah Beton

## Grafik 11. Hubungan hasil berat volume kering dengan variasi campuran semen dan limbah beton

1. Hubungan Nilai Qu Terhadap Kadar Semen Dan Limbah Beton

0.3



0.25

Kuat Tekan Bebas

0.2

0.15

0.1

0.05

0

Semen Limbah Beton

0 4 8 12



Presntase Campuran (%)

## Grafik 12. Hubungan hasil kuat tekan bebas dengan variasi campuran semen dan limbah beton

1. Hubungan Sensitivitas Tanah Terhadap Kadar Semen Dan Limbah Beton

1

0.9

0.8

Sensitivitas (kg/cm2)

0.7

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

0.1

0



0 4 8 12



Presentase Campuran (%)

Semen Limbah Beton

## Grafik 13. Hubungan hasil sensitivitas tanah dengan variasi campuran semen dan limbah beton

1. Hubungan Sensitivitas Tanah Terhadap Nilai CBR Campuran Semen

90

80

70

60

50

Nilai CBR

40

30

20

10

0

0,93 0,68 0,65 0,48

Sensitivitas

Semen

Grafik 14. Hubungan Sensitivitas Tanah Terhadap Nilai CBR Campuran Semen

1. Hubungan Sensitivitas Tanah Terhadap Nilai CBR Campuran Limbah Beton

35

30

25

20

Nilai CBR

15 Limbah Beton

10

5

0

0,83 0,77 0,59 0,40

Sensitivitas

Grafik 15. Hubungan Sensitivitas Tanah Terhadap Nilai CBR Campuran Limbah Beton

### KESIMPULAN

1. Tanah dari daerah jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 3+900 termaksud jenis tanah A-6 tanah berlempung dan tingkatan umum sebagai tanah dasar masuk dalam kategori buruk.
2. Berdasarkan hubungan nilai sensitivitas tanah dengan presentase semen, nilai sensivitas tanah mengalami penurunan akibat penambahan persentase semen. Berdasarkan Tabel 2.3 hasil sensivitas tanah di atas termasuk jenis tanah tidak sensitive di karenakan hasil nya <1.
3. Tanah dari daerah jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 2+100 termaksud jenis tanah A-6 tanah berlempung dan tingkatan umum sebagai tanah dasar masuk dalam kategori buruk.
4. Berdasarkan hubungan nilai sensitivitas tanah dengan presentase limbah beton, nilai sensivitas tanah mengalami penurunan akibat seiring dengan penambahan persentase limbah betonmenjadi 0,83 sampai 0,4 . Berdasarkan Tabel 2.3 menurut hasil sensivitas tanah di atas termasuk jenis tanah tidak sensitive di karenakan hasil nya <1.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Hardiyatmo, H. C., 2002, *“Mekanika Tanah 1”,* Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
2. Verhoef, P. N. W., 1994, *“Geologi Untuk Teknik Sipil”*, Jakarta : Erlangga.
3. Dunn, I. S., dkk, 1992, *“Dasar-Dasar Analisis Geoteknik*”, Semarang : IKIP Semarang Press.