

KAJIAN NILAI MODULUS REAKSI *SUBGRADE* DAN NILAI CBR BERDASARKAN PENGUJIAN DI LABORATORIUM

Yosua Christandy, Novan Dwi Pranantya, Ir. Yohanes Yuli Mulyanto, MT., Ir. Budi Setiadi, MT.

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur, Semarang 50234, Indonesia

Email: yosuachris94@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan bagian yang sangat penting dan harus diperhatikan kondisi dan karakteristiknya sebelum melakukan proses perencanaan maupun pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Tanah sebagai dasar dari pondasi diharapkan memiliki daya dukung yang tinggi dan mengalami penurunan yang relatif kecil. Dalam perencanaan konstruksi berskala besar, pengujian tanah dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter tanah sehingga jenis dan sifat tanah dapat diketahui dan meminimalkan risiko keruntuhan dan terjadi kegagalan struktur tanah pondasi yang juga bisa berakibat kegagalan struktur di atasnya. Subgrade merupakan lapisan tanah yang paling bawah dan paling dominan menahan beban konstruksi. Pematatan tanah dasar sangat diperlukan jika tanah dasar tersebut memiliki kualitas yang kurang memenuhi spesifikasi atau kurang mendukung untuk menerima beban konstruksi. Salah satu faktor parameter tanah yang mempengaruhi daya dukung kekuatan tanah adalah modulus reaksi subgrade (k_s). Pada perencanaan perkerasan, nilai modulus reaksi subgrade (k_s) diambil dari NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) yang membuat grafik hubungan nilai k_s dan nilai California Bearing Ratio berdasarkan hasil pengujian di lapangan. Melalui penelitian ini akan dicoba menemukan hubungan antara nilai k_s dan CBR berdasarkan pengujian di laboratorium dan akan dibandingkan dengan hasil grafik NAASRA.

Kata-kata kunci: lapisan tanah *subgrade*, modulus reaksi *subgrade*, uji beban pelat, CBR.

PENDAHULUAN

Tanah sebagai dasar dari pondasi diharapkan memiliki daya dukung dan kualitas yang baik dan mengalami penurunan yang relatif kecil. Dalam perencanaan konstruksi berskala besar, pengujian tanah dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter tanah sehingga jenis dan sifat tanah dapat diketahui dan meminimalkan risiko keruntuhan dan terjadi kegagalan struktur tanah pondasi yang juga bisa berakibat kegagalan struktur di atasnya.

Untuk itu tanah harus diketahui karakteristik dan kondisinya sebelum melakukan perencanaan maupun pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

Dalam konstruksi perkerasan jalan raya, lapisan paling dasar adalah lapisan tanah dasar atau lapisan *subgrade* yang menahan seluruh lapisan perkerasan di atasnya. *Subgrade* adalah lapisan tanah yang paling bawah dan paling dominan menahan beban konstruksi. Lapisan ini dapat berupa tanah asli, tanah galian, ataupun tanah

urugan tergantung jenis tanah dan kebutuhan konstruksinya. Sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar atau *subgrade* itu sendiri sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan keawetan lapisan di atasnya karena jika lapisan *subgrade* kokoh maka konstruksi di atasnya juga akan kokoh dan stabil. Oleh sebab itu pemadatan tanah dasar sangat diperlukan jika tanah dasar tersebut memiliki kualitas yang kurang memenuhi spesifikasi atau kurang mendukung untuk menerima beban konstruksi.

Salah satu faktor parameter tanah yang mempengaruhi daya dukung kekuatan tanah adalah modulus reaksi *subgrade* (k_s), khususnya untuk desain tebal perkerasan kaku. Nilai k_s yang diperoleh dari NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*) adalah hasil uji langsung di lapangan, yaitu dengan *plate bearing test*. Melalui penelitian ini akan dicoba menemukan hubungan antara nilai k_s dan CBR berdasarkan pengujian di laboratorium. Selanjutnya hasil pengujian laboratorium akan diperbandingkan dengan hasil NAASRA tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Lapisan tanah *subgrade*

Lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah setebal 50-100 cm dimana di

atasnya akan diletakan lapisan pondasi bawah. Ditinjau dari muka tanah asli, lapisan tanah dasar dapat dibedakan atas:

- Lapisan tanah dasar berupa tanah asli
- Lapisan tanah dasar berupa tanah galian
- Lapisan tanah dasar berupa tanah timbunan

Sebelum lapisan - lapisan lainnya direncanakan, bagian tanah dasar (*subgrade*) harus dipadatkan dahulu agar mencapai tingkat kestabilan yang tinggi atau sesuai perencanaan terhadap perubahan kenaikan volume atau penurunan volume, sehingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar. (Sukmara, 2013)

Modulus Reaksi *Subgrade*

Nilai k_s dapat diperoleh dengan pengujian "*Plate Bearing*". Jika nilai k_s pada perencanaan belum dapat diukur, maka dapat digunakan nilai k_s hasil korelasi dengan nilai CBR, akan tetapi nilai korelasi ini harus diuji kembali di lapangan jika permukaan tanah dasar sudah disiapkan.

Berdasarkan uji beban pelat, nilai modulus reaksi *subgrade* dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$k_s = \frac{LOAD/A}{\Delta h} \dots \dots \dots (I)$$

Dimana:

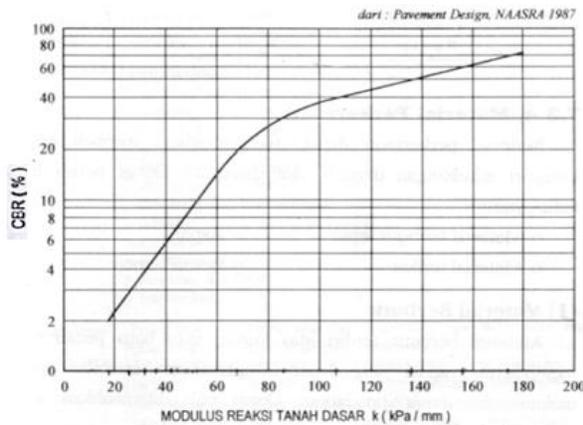
k_s : Modulus Reaksi *Subgrade* (kPa/mm)

LOAD : Beban yang diterima tanah (kg)

A : Luas penampang sampel tanah (mm²)

Δh : Tebal penurunan tanah setelah diberi beban (mm)

Dari hasil Uji CBR, nilai modulus reaksi tanah dapat diperoleh dengan cara analitis maupun dengan cara grafis. Bila diperoleh dengan cara grafis, maka dapat diperoleh melalui grafis berikut :



(Zaika, 2014)

Gambar 1. Kurva hubungan nilai k_s dengan hasil CBR NAASRA 1987

Uji Pelat Beban

Pada pengujian ini digunakan pelat berbentuk lingkaran. Beban yang diberikan berupa beban yang cukup besar dan dapat dikontrol (digerakkan). Beban ini disalurkan pada pelat dan terhubung pada *hydraulic jack*. Defleksi yang terjadi pada tanah juga dapat diukur dalam percobaan ini, yaitu dengan meletakkan *dial gauges* pada

beberapa titik di atas pelat dengan posisi 1/3 dari bagian terluar pelat. Untuk menambah kekakuan digunakan beberapa pelat. Umumnya digunakan pelat baja dengan diameter 30, 24, 18, dan 12 inci. Pelat diposisikan sesuai ukurannya, dengan pelat diameter terbesar di posisi yang paling bawah, sedangkan beban akan dikenakan pada pelat dengan diameter terkecil. (Yoder, E. J., et al. 1975)

Uji California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR merupakan perbandingan antara beban standar (standard load) terhadap beban penetrasi suatu bahan (test load) dengan kecepatan penetrasi dan kedalaman yang sama. Nilai CBR dihitung pada penetrasi sebesar 0.1 inci dan penetrasi sebesar 0.2 inci dan selanjutnya dibandingkan sesuai dengan SNI 03-1744-1989, dari kedua nilai CBR yang didapat kemudian diambil nilai yang paling besar. Persamaan yang digunakan :

$$CBR = \frac{PT}{PS} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

PT = beban percobaan (*test load*) (kN)

PS = beban standar (*standard load*) (kN)

Pengujian CBR dilakukan dengan memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Sampel uji dipadatkan dalam keadaan kadar air optimum.
2. Perendaman sampel selama 4 hari.
3. Meletakkan beban pendorong di atas sampel sampai kedalaman 2,5 mm. Gaya yang dihasilkan dari penetrasi ini dinyatakan sebagai persentase dari beban standar untuk bahan dasar jalan untuk nilai CBR (*Atkins, 1997*)

METODE PENELITIAN

Penelitian Pendahuluan

Penelitian Pendahuluan bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah uji yang diambil dari lapangan. Penelitian pendahuluan yang dimaksud ada beberapa macam, yaitu sebagai berikut :

- a. *Grain Size Analysis* (ASTM C-136-46)
- b. *Spesific Gravity (GS)* (ASTM D-1298)
- c. *Atterberg Limits* (ASTM D-148)

Benda Uji Penelitian

Benda uji yang digunakan sebanyak 4 jenis yaitu :

-Benda Uji 1, yang dibuat dari tanah asli (Disturb) dengan berat kering oven 6 kg.

-Benda Uji 2, yang dibuat dari tanah asli dicampur pasir dengan perbandingan : 4,5 kg berat kering oven tanah asli dan 1,5 kg berat kering oven pasir.

-Benda Uji 3, yang dibuat dari tanah asli dicampur pasir dengan perbandingan : 3 kg

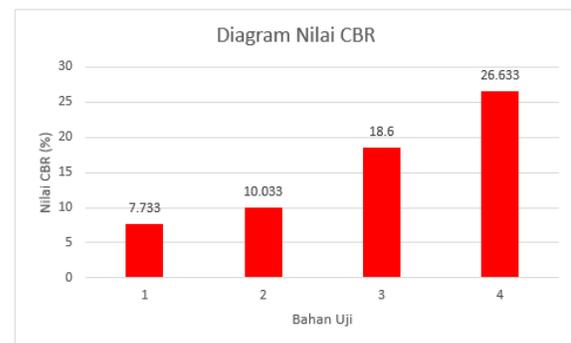
berat kering oven tanah asli dan 3 kg berat kering oven pasir.

-Benda Uji 4, yang dibuat dari tanah asli dicampur pasir dengan perbandingan : 1,5 kg berat kering oven tanah asli dan 4,5 kg berat kering oven pasir.

Tahap Pelaksanaan

Hasil Uji CBR

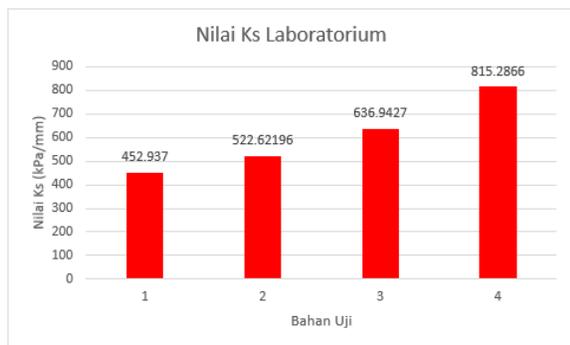
Berdasarkan pengujian CBR yang dilakukan di laboratorium, hasilnya sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil Uji CBR Laboratorium

Hasil Uji Beban Plat

Uji beban plat dilakukan di laboratorium yang nantinya akan dibandingkan dengan hasil uji beban plat lapangan NAASRA, berikut hasil pengujiaannya :



Gambar 3. Hasil Uji Beban Plat Laboratorium

Perbandingan Hasil Grafik NAASRA dan Laboratorium

Berikut tabel perbandingan nilai ks laboratorium dengan nilai ks NAASRA :

Tabel 1. Perbandingan Nilai ks

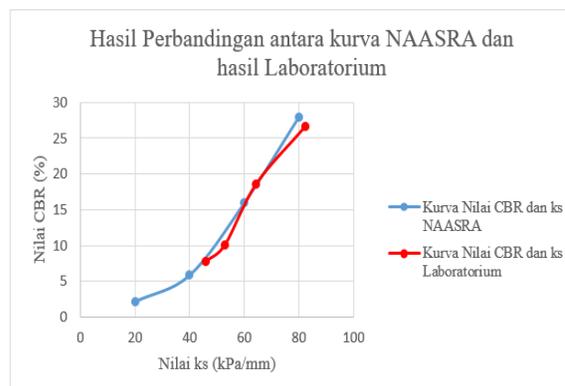
Nilai CBR Hasil Uji (%)	Nilai ks NAASRA (kPa/mm)	Nilai ks Hasil Uji (kPa/mm)
7,733	47,3661	452,937
10,033	54,2271	522,62196
18,6	64,7344	636,9427
26,633	77,3367	815,2866

Dari tabel 1 diatas, dapat diketahui nilai konversi nilai ks Laboratorium terhadap nilai ks NAASRA. Nilai konversi yang didapat dari perhitungan sebesar 0,101206619. Berikut adalah hasil nilai ks laboratorium yang sudah dikonversi ke nilai ks lapangan :

Tabel 2. Nilai ks Hasil Uji Sesudah Konversi

Nilai CBR Hasil Uji (%)	Nilai ks Hasil Uji sesudah konversi (kPa/mm)
7,733	45,8402
10,033	52,8928
18,6	64,4628
26,633	82,5124

Setelah nilai ks laboratorium dikonversi sesuai ks lapangan, berikut adalah hasil grafik dari nilai ks pengujian terhadap nilai ks NAASRA :



Gambar 4. Hasil Perbandingan Antara Kurva NAASRA dan Hasil Laboratorium

Dari grafik diatas menunjukkan selisih nilai ks hasil uji laboraorium dengan nilai ks NAASRA yang tidak terlalu jauh perbedaannya.

PENUTUP Kesimpulan

1. Hasil uji *California Bearing Ratio* (CBR) pada benda uji 1 sebesar 7,733%, benda uji 2 sebesar 10,033%, benda uji 3 sebesar 18,6%, benda uji 4 sebesar

26,633%. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan agregat mampu menambah nilai CBR.

2. Hasil Uji Beban Pelat atau *Plate Bearing Test* berskala laboratorium pada benda uji 1 sebesar 452,937 kPa/mm, benda uji 2 sebesar 522,62196 kPa/mm, benda uji 3 sebesar 636,9427 kPa/mm, benda uji 4 sebesar 815,2866 kPa/mm. Dari data yang didapat, agregat seperti pasir dapat meningkatkan nilai k_s menjadi lebih besar.
3. Setelah dilakukan perhitungan, maka diketahui nilai konversi nilai k_s laboratorium yang menggunakan plat 15 cm ke nilai k_s lapangan yang menggunakan plat 75 cm sebesar 0,101206619.
4. Nilai k_s yang sudah dikonversi sesuai NAASRA pada benda uji 1 sebesar 45,8402 kPa/mm, benda uji 2 sebesar 52,8928 kPa/mm, benda uji 3 sebesar 64,4628 kPa/mm, benda uji 4 sebesar 82,5124 kPa/mm
5. Dari grafik hasil perbandingan nilai CBR dan k_s NAASRA dengan nilai CBR dan k_s hasil uji laboratorium yang sudah dikonversi memiliki perbedaan yang tidak begitu jauh dan dapat diketahui nilai konversinya, jadi uji beban plat juga dapat dilakukan di laboratorium selain

dilakukan di lapangan yang membutuhkan biaya lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, H.N. (1997). *Highway Materials, Soils, and Concretes, Third Edition*, Columbus, Ohio.
- Rahmawati, A., Zaika, Y., Suryo, E.A. (2014). Perbandingan Modulus Reaksi *Subgrade* Berdasarkan Uji CBR Terhadap Hasil Uji Beban Pelat (Studi Kasus: Perencanaan Perkerasan Kaku). Malang: Universitas Brawijaya Malang. Hal. 1-3
- Sukmara, R. B. 2013. Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Akses Pelabuhan Internasional Socah Bangkalan – Madura. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Yoder, E.J., Witczak, M.W. (1975). *Principles of Pavement Design, Second Edition*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- _____. (2002). Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur.