

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Uraian mengenai hasil penelitian dan pembahasan berdasar pada penelitian yang dilaksanakan di laboratorium, yaitu :

1. Kepadatan
2. *California Bearing Ratio* (CBR)

A. Hasil Penelitian

1. Kepadatan

Dari hasil penelitian kepadatan dengan variasi kadar semen diperoleh hubungan antara kadar air dengan berat volume kering, yang ditunjukkan pada tabel 6.1. berikut ini.

Tabel 6.1. Hasil Penelitian Kepadatan Pada Variasi Kadar Semen

Kadar Semen (%)	0	2,5	5,0	7,5	10
Berat Volume Kering (gr/cc)	1,504	1,519	1,541	1,560	1,547
Kadar Air (%)	24,52	24,34	23,78	23,02	22,18

2. *California Bearing Ratio* (CBR)

Hasil penelitian CBR dengan variasi kadar semen ditunjukkan pada tabel 6.2. berikut ini.

Tabel 6.2. Hasil Penelitian *CBR* pada Variasi Kadar semen dan Jumlah pukulan

Kadar Semen (%)	0		2,5		5,0	
jumlah pukulan (kali)	25	56	25	56	25	56
<i>CBR</i> (%)	4,855	5,15	14,85	16,021	15,135	19,125

Kadar Semen (%)	7,5		10	
jumlah pukulan (kali)	25x	56x	25x	56x
<i>CBR</i> (%)	17,896	22,5	16,038	20,431

Dari nilai *CBR* yang didapatkan kemudian dikorelasikan dengan nilai kepadatan sehingga didapatkan nilai *CBR* rencana. Adapun hasilnya ditunjukkan pada Tabel 6.3. berikut ini.

Tabel 6.3. Hubungan Nilai *CBR* rencana dengan Kepadatan Maksimum pada Variasi Kadar semen

Kadar Semen (%)	0	2,5	5	7,5	10
Berat Volume Kering (gr/cc)	1,504	1,519	1,541	1,560	1,547
<i>CBR</i> rencana (%)	5,35	15,85	16,95	19,60	17,65

B. Pembahasan

1. Pengaruh Kadar Semen Terhadap Nilai Kepadatan

Kepadatan adalah nilai yang menunjukkan kerapatan suatu campuran setelah dipadatkan. Nilai ini yang menunjukkan tingkat kekuatan campuran dalam menahan beban yang bekerja padanya.

Kepadatan campuran tanah lempung dengan semen diukur dengan menentukan berat volume kering (gr/cc), semakin besar berat volume kering akan semakin besar kepadatannya, sebaliknya semakin kecil berat volume kering akan semakin kecil pula kepadatannya.

Sifat-sifat teknis campuran setelah dipadatkan akan bergantung pada usaha pemadatan, macam tanah dan bahan campur serta kadar air. Pada penelitian ini dilakukan usaha pemadatan sesuai dengan prosedur AASHTO T-99-74*.

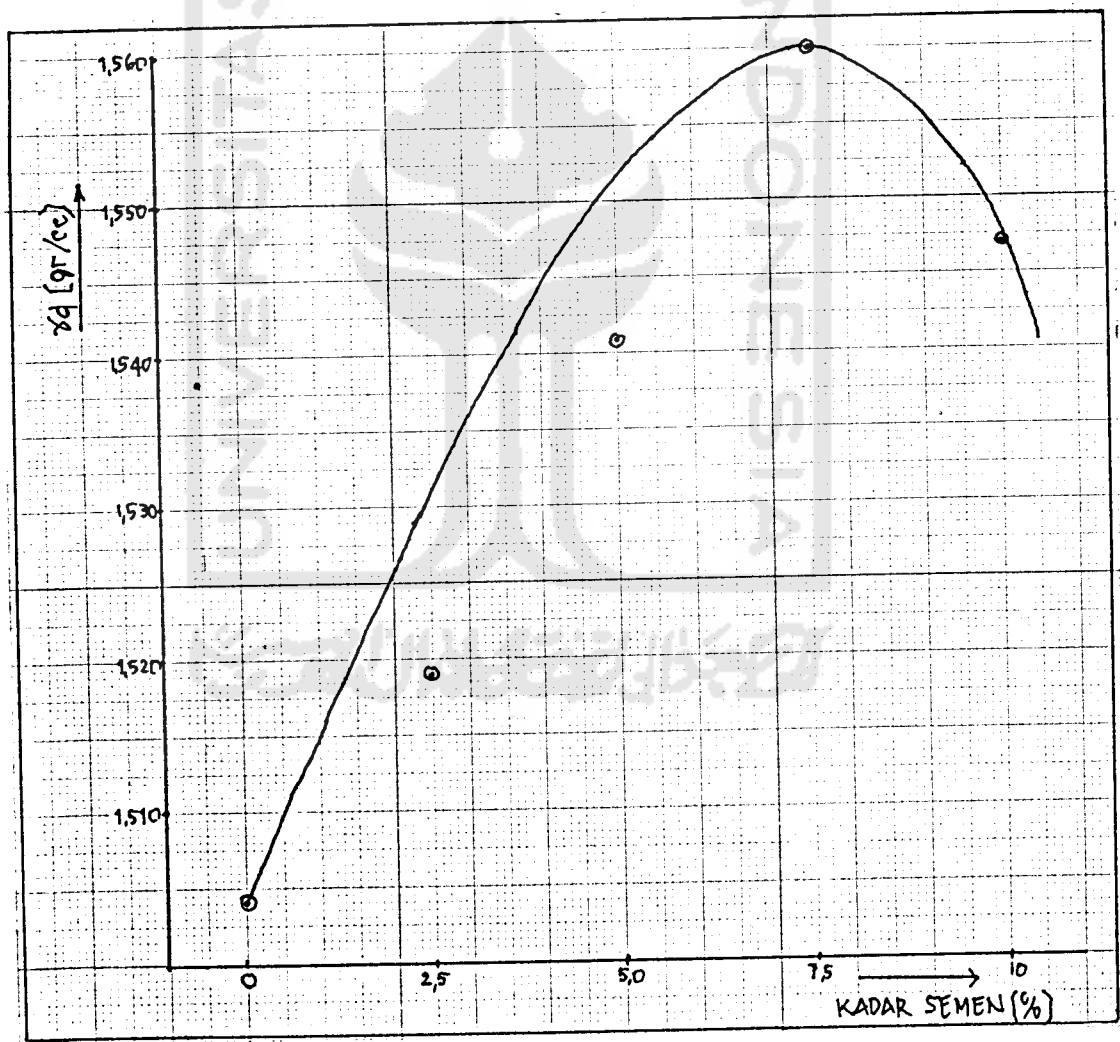
Dari hasil penelitian didapatkan kurva yang memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik pada kadar semen tertentu untuk mencapai berat kering terbesar atau kepadatan maksimum. Pada kadar air yang nilainya lebih besar daripada kadar air optimum kepadatan campuran tanah lempung semen akan rendah karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air sehingga sulit untuk dipadatkan, sedangkan pada kadar air yang nilainya lebih kecil daripada kadar air optimum kepadatan campuran tanah lempung semen akan rendah pula karena campuran kekurangan air sehingga ikatan antara tanah lempung dengan semen berkurang dan akan cenderung lepas.

Untuk mengontrol kebenaran dari hasil pemadatan dibuat garis *Zero Air Void* pada kurva kepadatan. Apabila garis tersebut memotong kurva pemadatan maka percobaan diulangi lagi sampai didapatkan garis *Zero Air Void* diatas kurva pemadatan.

Dari pengujian kepadatan dengan variasi kadar semen, kepadatan maksimum tercapai pada kadar semen 7,5 % yang

memberikan nilai kepadatan sebesar $1,560 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan penambahan semen yang lebih dari 7,5 % akan mendapatkan kepadatan yang menurun. Hal ini disebabkan karena semen banyak menyerap air sehingga ikatan dengan tanah lempung akan berkurang.

Dengan demikian dari segi kepadatannya, kadar semen 7,5 % dapat digunakan untuk campuran tanah lempung yang berfungsi sebagai *Subgrade*.



Gambar 6.1. Hubungan Kadar semen dengan nilai kepadatan

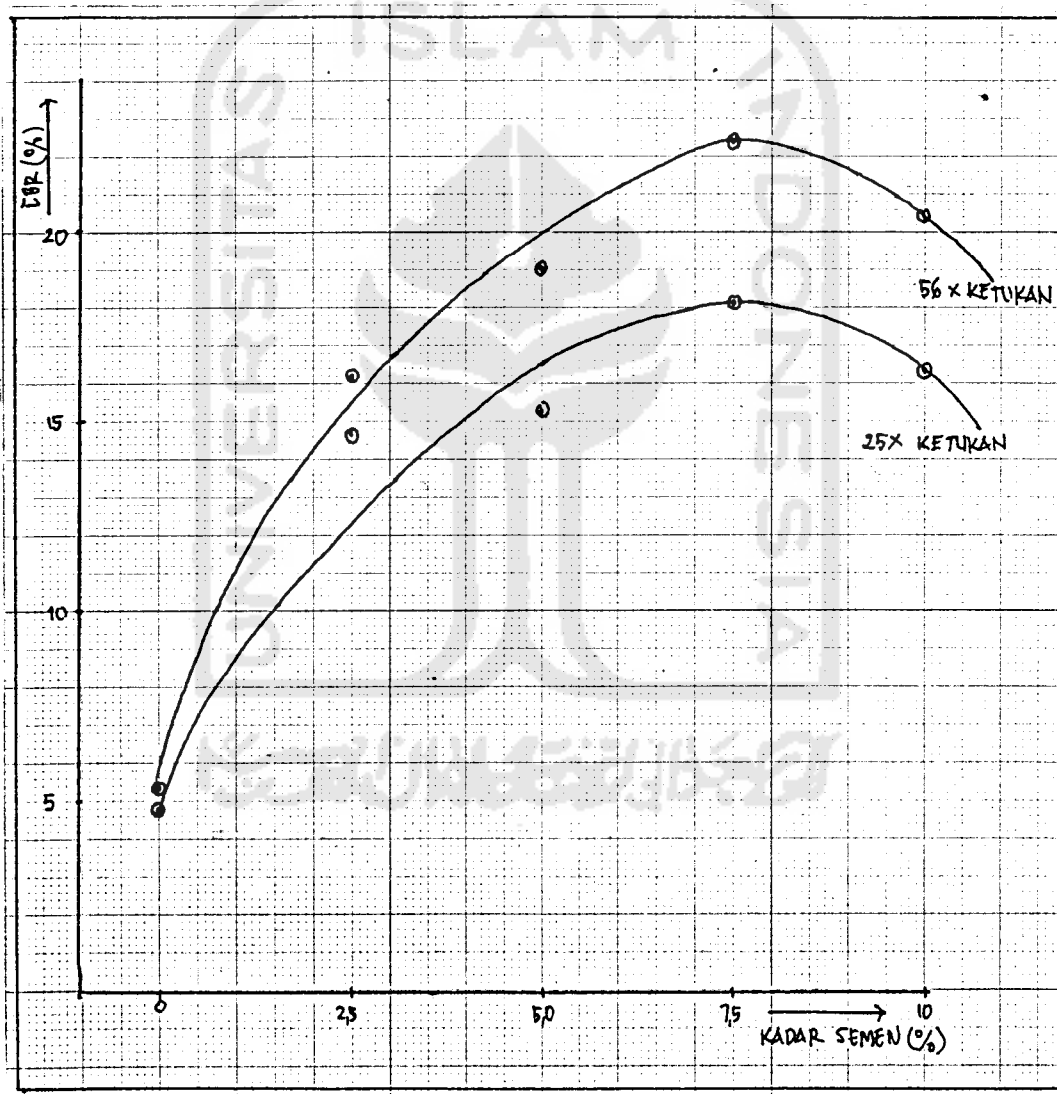
2. Pengaruh Kadar Semen Terhadap Nilai CBR

California Bearing Ratio (CBR) adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat kekuatan suatu bahan dalam menahan beban. Semakin besar nilai CBR suatu bahan maka akan semakin besar pula kekuatan dari suatu bahan, sebaliknya semakin kecil nilai CBR suatu material maka akan semakin kecil pula kekuatan dari suatu bahan. Selanjutnya besarnya nilai CBR ini akan mempunyai pengaruh terhadap penentuan tebal lapis perkerasan jalan.

nilai CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1 dan 0,2 inchi, dengan cara membagi tekanan koreksi pada penetrasi ini masing-masing dengan tekanan sebesar 1000 dan 1500 lbs/inchi² yang merupakan tekanan standar yang diperoleh dari percobaan terhadap macam batu pecahan yang dianggap mempunyai harga CBR 100 %. Umumnya nilai CBR pada penetrasi 0,1 inchi lebih besar daripada penetrasi 0,2 inchi, sehingga nilai CBR pada penetrasi 0,1 inchi digunakan untuk CBR rencana. Adakalanya juga digunakan nilai CBR pada penetrasi 0,2 inchi, hal ini dikarenakan dengan pertimbangan bahwa pada kondisi laboratorium agak berbeda dengan kondisi lapangan yang sesungguhnya.

Dari Tabel 6.2. kita dapat melihat seberapa besar pengaruh penambahan kadar semen terhadap tanah lempung yang ditunjukkan dengan semakin membesarnya nilai CBR. Nilai CBR membesar sampai pada kadar semen 7,5 % dan menurun pada kadar semen lebih besar dari 7,5 %. Hal ini terjadi karena kadar air akan semakin berkurang karena penambahan semen.

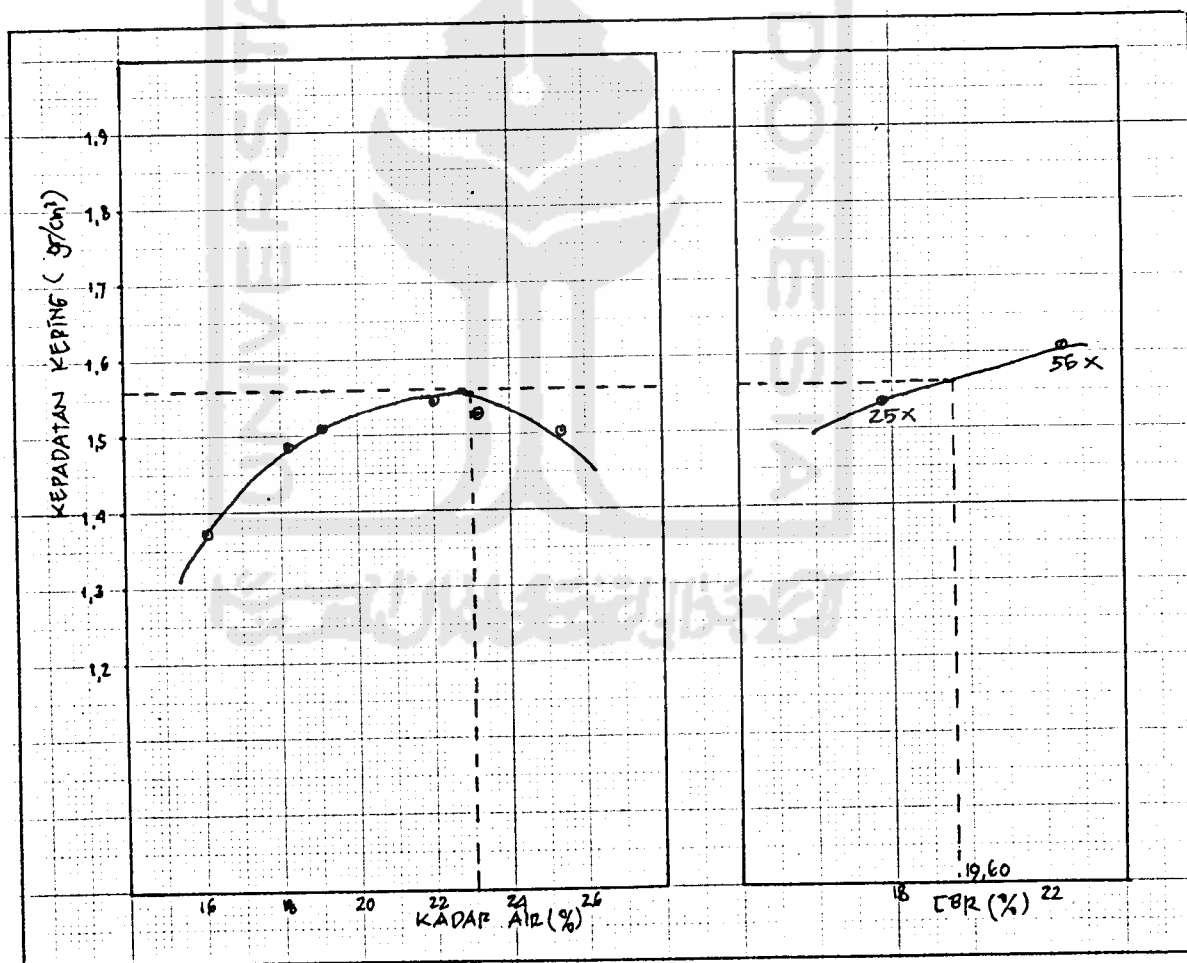
Pada kadar air yang tetap dengan penambahan kadar semen lebih besar dari 7,5 % akan mengakibatkan tanah lempung tersebut menjadi pecah, hal ini karena air sebagai sarana untuk pengikatan tanah lempung dengan semen berkurang karena diserap oleh semen.



Gambar 6.2. Hubungan Kadar semen dengan nilai CBR

3. Hubungan Nilai CBR dengan Kepadatan Maksimum

Dengan menggunakan data yang diperoleh dari 2 benda uji dengan tumbukan yang berlainan maka dapat diperoleh CBR rencana dengan menghubungkan nilai CBR - kepadatan maksimum sebagai hubungan benda uji seperti yang diperlihatkan pada gambar 6.3. Kemudian CBR rencana dapat dihitung pada kepadatan kering maksimum (100%). Hal ini dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 6.3. berikut ini.



Gambar 6.3. Hubungan Nilai CBR dengan kepadatan maksimum.

4. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Jalan

Metoda yang digunakan untuk perhitungan tebal lapis perkerasan lentur jalan ini adalah dengan cara *California Bearing Ratio (CBR)*.

Cara *CBR* ini berdasar pada jumlah kendaraan komersial (kendaraan yang mempunyai berat kosong lebih besar atau sama dengan 1500 kg) tiap harinya dan besarnya nilai *CBR* baik *subgrade* maupun material perkerasan lainnya.

Grafik untuk perencanaan tebal lapis perkerasan lentur jalan dengan cara *CBR* ini seperti terlihat pada gambar 3.4.

Data lalulintas yang digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan lentur jalan, diambil pada ruas jalan Urip Sumohardjo Yogyakarta yang didapat pada bulan Mei 1990 seperti pada Tabel 6.4. berikut ini.

Tabel 6.4. Jumlah Lalulintas Harian Rata-rata satu arah pada Ruas jalan Urip Sumohardjo Yogyakarta bulan Mei 1990.

Macam kendaraan	jumlah
1. Mobil pribadi	9299
2. Bus besar	66
3. Bus sedang	146
4. Bus kecil	22
5. Truk gandeng	0
6. Truk berat	55
7. Truk ringan	285
8. Pick-up	1565
9. Sepeda motor	28747
10. Sepeda	3717
11. Becak	1861
12. Andong	31
13. Gerobak	13

Sumber : DLLAJR - Yogyakarta 1990

Kendaraan-kendaraan yang berat kosongnya lebih kecil dari 1500 kg, tidak begitu berpengaruh pada rusaknya struktur jalan. Untuk keperluan perencanaan strukturnya, maka hanya yang termasuk kendaraan komersial saja yang diperhitungkan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan tersebut.

Dari data yang tertera pada Tabel 6.4. di atas hanya

pick-up, truk ringan, truk berat, truk gandeng, bus kecil, bus sedang dan bus besar yang termasuk kendaraan komersial yang akan banyak berpengaruh terhadap kerusakan pada perkerasan jalan. Oleh karena itu jenis-jenis kendaraan inilah yang digunakan untuk perencanaan perkerasan jalan.

Jumlah lalulintas harian (LHR) dari kendaraan komersial = 2139 buah. Tingkat perkembangan kendaraan komersial ini adalah :

Pick-up dan bus : 3 %/tahun

Truk : 10 %/tahun

Jalan tersebut direncanakan dengan umur rencana selama 10 tahun.

Lalulintas harian untuk kendaraan komersial seperti terlihat pada tabel 6.4. adalah :

Pick-up = 1565

Bus = 234

truk = 340

jumlah = 2139

Faktor bertambahnya lalulintas (waktu 10 tahun) untuk :

pick-up dan bus :

$$g = \sum_{i=0}^{10} (1+3/100)^i = 11.46$$

truk dan trailer :

$$g = \sum_{i=0}^{10} (1+10/100)^i = 15.93$$

Rata-rata lalulintas harian untuk kendaraan komersial :

$$\text{Pick-up} = \frac{1565 \times 11,46}{10} = 1794$$

$$\text{Bus} = \frac{234 \times 11,46}{10} = 268$$

$$\text{Truk} = \frac{340 \times 15,93}{10} = 542$$

$$\text{Jumlah} = 2604$$

Untuk menghitung tebal perkerasan dapat ditentukan dengan bantuan gambar 3.4. Jumlah lalulintas harian untuk kendaraan komersial = 2604 termasuk dalam kurva F dari grafik. Berdasar nilai CBR subgrade untuk tanah lempung yang distabilisasi semen 7,5 %, yaitu sebesar 19,60 % dan dengan menggunakan kurva F, maka didapat ketebalan perkerasan yang diperlukan yaitu sebesar 205 mm. Adapun perhitungan tebal perkerasan berdasarkan data CBR yang ada, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.5. berikut ini.

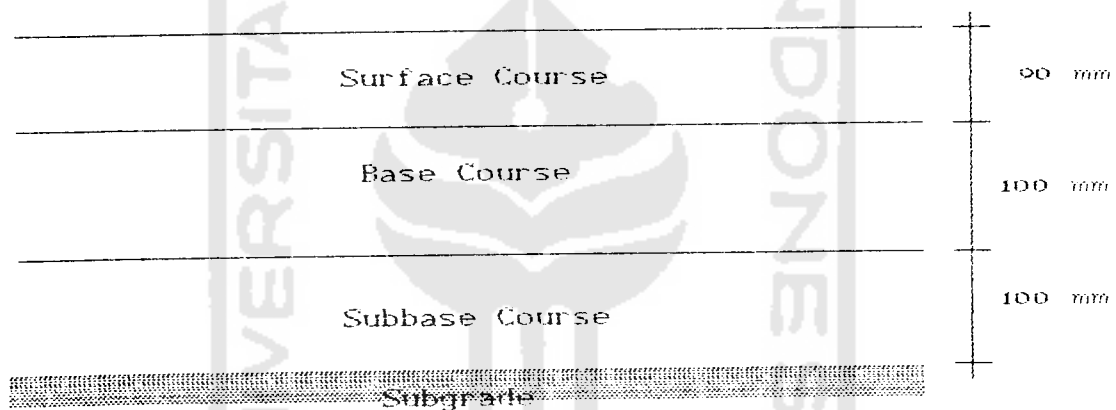
Tabel 6.5. Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan Cara CBR

CBR rencana (%)	5,530	15,850	16,950	19,600	17,650
Tebal Perkerasan (mm)	445	230	225	205	220

Pada Tabel 6.5. dapat dilihat bahwa pada nilai CBR rencana maksimum (19,60 %) didapat tebal perkerasan yang minimum yaitu sebesar 205 mm.

Berdasarkan data *CBR* yang telah ada untuk bahan *Base Course* sebesar 80 % dan *Subbase Course* sebesar 25 %, maka didapat tebal *Surface Course* sebesar 90 mm, tebal *Base Course* sebesar 100 mm dan tebal *Subbase Course* 15 mm.

Karena tebal *Subbase Course* tidak memenuhi tebal yang disyaratkan, maka untuk memudahkan pelaksanaan dilapangan dipakai tebal minimum 100 mm.



Gambar 6.4. Struktur Perkerasan Lentur Jalan Raya