

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar (*subgrade*) yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban dan meneruskannya ke lapisan tanah dasar, sehingga tanah tidak menerima tekanan yang lebih besar dari daya dukungnya. Perkerasan dapat dikelompokkan menjadi tiga macam :

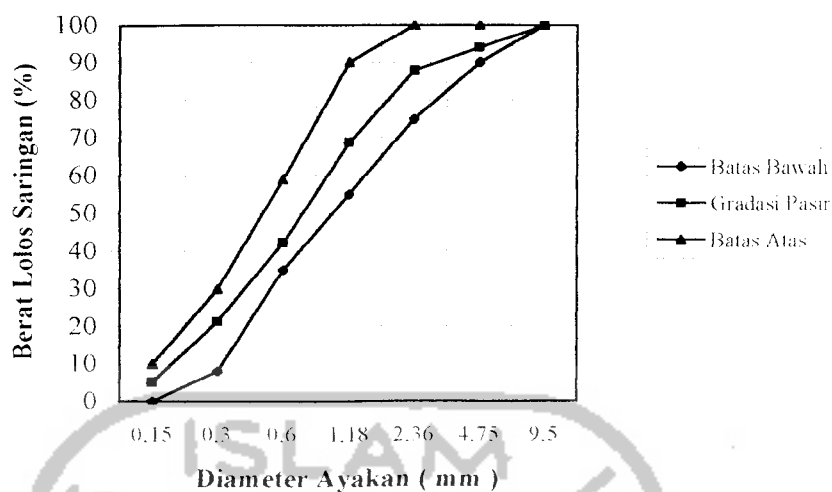
1. perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat agregat,
2. perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland sebagai bahan ikat agregat, dan
3. perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku dengan pelat beton sebagai lapis pondasi dan aspal sebagai lapis permukaan.

Tugas akhir ini hanya membahas perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan kaku adalah struktur yang terdiri dari pelat (*slab*) beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, dan terletak di atas tanah dasar (*subgrade*) dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah (*subbase*).

Fungsi dari setiap lapisan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Lapisan pondasi bawah (*subbase*) adalah material pilihan, direncanakan dengan ketebalan tertentu, diletakkan sebagai pondasi perkerasan beton semen. Lapisan ini berfungsi :
 - a. memberikan dukungan yang mantap dan seragam (*uniform*) pada pelat, menghindari kemungkinan terjadinya “*pumping*” pada daerah sambungan, retakan dan tepi-tepi perkerasan.

“*Pumping*” adalah proses pengocokan butiran-butiran *subgrade* dan *subbase* pada daerah sambungan (basah atau kering) akibat gerakan vertikal pelat karena beban lalu lintas, kejadian ini mengakibatkan turunnya daya dukung lapisan bawah tersebut.
 - b. meningkatkan dukungan pada sambungan bilamana terjadi alih beban kendaraan (*load transfer*).
 - c. sebagai unsur katalisator bilamana terjadi susut dan muai yang kelebihan dari pengaruh tanah dasar yang mengandung tanah *expansive*.
 - d. mengurangi kerusakan akibat pembekuan (*frost action*), dan
 - e. berfungsi sebagai lantai kerja (*working platform*).
2. Plat (*slab*) beton semen, berfungsi sebagai
 - a. memikul langsung beban lalu lintas dan meneruskan ke lapisan di bawahnya,
 - b. menahan gaya geser dari beban roda,
 - c. sebagai lapis aus (*wearing course*) akibat gaya gesek dan cuaca, dan
 - d. sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapis di bawahnya.



Gambar 2.6 Grafik gradasi pasir kali Krasak

(Sumber : Edwin Yulistyoputro dan Muhammad Taufiqullah, 1997) [5]

Adapun hasil perhitungan Modulus Halus Butir (MHB) adalah sebagai berikut :

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Komulatif berat tertinggal}}{100 \%} = \frac{280,8}{100} = 2,808$$

Tabel 2.3 Hasil kuat tekan karakteristik beton K₃₀₀

No	Umur (Hari)	Faktor Umur	f_c (MPa)	f_{c28} (MPa)	$(f_{c28} - f'_{cr})$ (Mpa)	$(f_{c28} - f'_{cr})^2$ (MPa)
1			28,570	43,954	0,427	0,18
2			30,525	42,962	3,343	11,79
3			28,371	43,648	0,121	0,01
4			32,788	50,444	6,916	47,83
5	7	0,65	30,861	47,479	3,951	15,61
6			27,311	42,016	- 1,511	2,28
7			32,762	50,403	6,875	47,27
8			28,431	43,740	0,213	0,04
9			30,818	74,412	3,885	15,09
10			28,308	43,551	0,024	0,00

3. Tanah dasar (*subgrade*) adalah tanah dasar galian (*cut*) atau timbunan (*embankment*) dan dapat mempengaruhi perencanaan ketebalan perkerasan beton semen.

3.2 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan sifat-sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan tinggi rendahnya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatan (sesuai umur rencana), keawetan serta kenyamanan.

Karakteristik tidak lepas dari mutu dan komposisi bahan penyusunnya, terutama perilaku beton pada saat dan setelah pencampuran untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya. Karakteristik perkerasan dapat ditunjukkan dengan parameter berikut.

3.2.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton ditentukan dengan pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama di dalam penentuan kuat tekan beton. Semakin rendah perbandingan air terhadap semen, semakin tinggi kuat tekan beton. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan reaksi kimia di dalam pengerasan beton. Kelebihan air akan meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi menurunkan kuat tekan beton.

Dalam PBT 1971 NI-2 kuat tekan beton ialah kuat tekan yang diperoleh dari pemeriksaan benda uji kubus yang bersisi 15 cm pada umur 28 hari. Apabila kuat tekan beton tidak ditentukan dengan benda uji kubus yang bersisi 15 cm, tetapi dengan benda uji yang bersisi 20 cm atau dengan benda uji silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, maka perbandingan antara kuat tekan yang didapat dari benda uji – benda uji terakhir ini dengan benda uji kubus yang bersisi 15 cm, harus diambil menurut tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perbandingan kuat tekan beton

Benda uji	Perbandingan kekuatan beton
Kubus 15x15x15 cm	1,00
Kubus 20x20x20 cm	0,95
Silinder 15x30 cm	0,83

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia. DPU, 1979 [1]

Kuat tekan beton yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan : σ = tegangan, kg/cm²

P = beban maksimum, kg

A = luas penampang benda uji, cm²

Beton dari hasil pengujian perlu diperiksa dengan perkiraan variasi kuat tekan beton dari keseluruhan sampel beton yang telah diuji. Perkiraan yang lebih baik dengan standar deviasi untuk keseluruhan sampel benda uji dihitung dengan rumus berikut ini :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(fc' - f_{cr})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

S = deviasi standar, MPa

fc' = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji, Mpa

fcr = kuat tekan beton rata-rata, MPa

n = jumlah benda uji

3.2.2 Metode Perancangan Campuran Beton

Pada penelitian ini digunakan ACI (*American Concrete Institute*) sebagai metode perancangan beton. Metode ini digunakan karena menyarankan suatu cara perancangan campuran yang memperlihatkan nilai ekonomi, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan serta kekuatan yang diinginkan. Cara ACI ini melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air per meter kubik adukan beton menentukan tingkat konsistensi/kekentalan adukan beton.

Tahapan perhitungan perancangan campuran beton berdasarkan metode ACI (Tjokrodimulyo, 1995) [9] sebagai berikut ini.

1. Menghitung kuat tekan beton rata-rata berdasarkan kuat tekan karakteristik beton dan nilai margin

$$f_{cr} = fc' + m \dots\dots\dots(3.3)$$

dengan : fc' = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji, MPa

fcr = kuat tekan beton rata-rata, MPa

m = nilai margin, MPa

Nilai margin tergantung pada tingkat pengawasan mutu dan didefinisikan sebagai :

$$m = 1,64 \cdot S_d \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan : S_d = nilai deviasi standar, yang dihitung dengan menggunakan rumus (3.2) dan dapat dilihat dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai deviasi standar (kg/cm^2)

Volume Pekerjaan (m^3)	Mutu Pekerjaan		
	baik sekali	Baik	Cukup
Kecil : < 1000	$45 < S_d \leq 55$	$55 < S_d \leq 65$	$65 < S_d \leq 85$
Sedang : 1000-3000	$35 < S_d \leq 45$	$45 < S_d \leq 55$	$55 < S_d \leq 75$
Besar : > 3000	$25 < S_d \leq 35$	$35 < S_d \leq 45$	$45 < S_d \leq 65$

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia, DPU, 1979 [1]

- Menentukan faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur beton yang dikehendaki tertera pada tabel 3.3, dan keawetan berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan tertera pada tabel 3.4, dan keduanya dipilih yang paling rendah.

Tabel 3.3 Hubungan faktor air semen dengan kuat tekan silinder beton umur 28 hari

Faktor air semen	Perkiraan kuat tekan (MPa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995 [9]

Tabel 3.4 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus

Jenis pembeconan	Fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. Keadaan keliling non korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif, atau disebabkan oleh kondensasi atau uap air	0,52
Berat di luar ruang bangunan :	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. mendapatkan pengaruh sulfat alkali dari tanah atau dari air tanah	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air :	
a. air tawar	0,57
b. air laut	0,52

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia, DPU, 1979 [1]

3. Berdasarkan jenis strukturnya, ditetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton

Jenis konstruksi	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi, pondasi bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembeconan masal	7,5	2,5

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia, DPU, 1979 [1]

4. Menentukan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump, dilihat dari tabel 3.6.

Tabel 3.6 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat (liter)

Slump (mm)	Ukuran maksimum agregat (mm)		
	10	20	30
25 – 50	206	182	162
75 – 100	226	203	177
150 – 175	240	212	188
Udara terperangkap	3 %	2 %	1 %

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995 [9]

5. Menghitung berat semen yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (2) dan (4) di atas.
6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan per satuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum dari agregat dan nilai modulus halus agregat halusnya, dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butiran

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butiran			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,64	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995 [9]

Modulus halus butir didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas satu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan mulai dari diameter lubang ayakan yang terbesar dari atas ke bawah yaitu 38.1 mm, 19.0 mm, 9.50 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm dan 0,15 mm. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan makin besar butiran agregatnya. Pada umumnya pasir mempunyai modulus butiran antara 1,5 sampai 3,8. Untuk agregat kasar antara 5 sampai 8. Modulus halus campuran agregat kasar dan agregat halus berkisar antara 5 sampai 6,5.

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat kasar yang diperlukan, serta udara yang terperangkap dalam adukan (lihat tabel 3.6), dengan cara hitungan volume absolut.
8. Menghitung berat masing-masing bahan susun beton.

