

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya adalah salah satu prasarana transportasi untuk mendukung perpindahan barang dan orang dari suatu tempat ke tempat yang lain dan salah satu prasarana yang sangat dibutuhkan dalam menunjang pembangunan pada masa sekarang ini. Jalan dengan kondisi baik merupakan bagian yang sangat vital dari infrastruktur. Beberapa bagian-bagian dari Jalan adalah merupakan komponen-komponen yang saling mendukung satu sama lain, seperti : lahan di samping jalan, *land scape* jalan, saluran samping, saluran bawah tanah, bahu, median, badan jalan, perkerasan dan assesoris jalan.

Perkerasan jalan adalah suatu bagian yang sangat penting dalam perencanaan jalan raya, dan pada umumnya perkerasan terdiri dari: pondasi bawah yang langsung bertumbuh pada dasar tanah, pondasi dan lapis permukaan dan jenis perkerasan yang dipilih sangat mempengaruhi kinerja jalan tersebut dalam pengoperasiannya. Jenis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) merupakan alternatif perkerasan di Indonesia sekarang ini banyak digunakan, karena cukup kuat dan tahan lebih lama dibanding perkerasan lentur. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) saat ini sudah mulai banyak ditinggalkan terutama untuk Jalan Nasional atau Jalan Tol yang hampir seluruhnya dibuat jalan beton terutama di Sumatera. Hal tersebut disebabkan jalur kendaraan dengan *heavy loaded* dan frekuensi tinggi banyak terdapat pada Jalan Nasional, Arteri maupun Jalan Tol.

Kenaikan beban pada kendaraan yang melintasi permukaan jalan, pembebanan kendaraan yang berulang juga menimbulkan kerusakan jalan. Oleh karena itu, semestinya dalam perencanaan jalan hendaknya direncanakan dengan benar agar jalan tersebut menghasilkan jalan yang kuat dan tahan terhadap peningkatan volume lalu lintas dan iklim selama masih dalam umur rencana dengan tetap melakukan pemeliharaan perkerasan jalan baik rutin maupun berkala.

AASHTO adalah sebagai berikut. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana alternatif desain perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan metode AASHTO?
2. Berapa tebal perkerasan yang dibutuhkan pada perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), dan apakah sudah sesuai dengan umur rencana dan standar AASHTO?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka diambil tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi alternatif desain *Rigid Pavement* dengan metode AASHTO
2. Mengetahui tebal masing – masing perkerasan apakah sesuai dengan umur dan standar AASHTO

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut ini.

1. Dapat digunakan sebagai referensi dalam perencanaan struktur perkerasan kaku
2. Sebagai tinjauan pemakaian *Rigid Pavement* dengan metode AASHTO
3. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang analisa perbaikan pada perkerasan jalan kaku

1.5 Batasan Penelitian

Mengingat begitu banyaknya bagian-bagian yang harus dilaksanakan pada pembangunan jalan, maka terlebih dahulu dibuat batasan-batasan penelitian agar penelitian ini tetap sesuai dengan tujuannya dan tidak meluas, seperti berikut ini.

1. Ruas jalan yang ditinjau yaitu perkerasan kaku sepanjang Jalan Sisingamangaraja.

2. Penulis hanya membahas evaluasi pada perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).
3. Metode yang digunakan adalah manual desain perkerasan kaku dari AASHTO
4. Data yang digunakan didapat melalui survei visual berupa data sekunder, yang meliputi: CBR tanah dasar, kondisi perkerasan, data tanah dasar, analisis tanah dasar, data LHR, dan data topografi.
5. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB)

1.6 Metodologi Penulisan

Metode yang dilakukan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah dengan mengumpulkan data-data sekunder serta teori dan rumus-rumus perhitungan dari buku-buku referensi AASHTO, berdasarkan peraturan yang sesuai pembahasan, dan masukan-masukan yang diberikan oleh dosen pembimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tahap-tahap pelaksanaannya sebagai berikut:

1. Menggunkan teori yang berhubungan dengan penulisan laporan awal (BAB I: PENDAHULUAN, BAB II: TINJAUAN PUSTAKA, dan BAB III: LANDASAN METEODOLOGI PENELITIAN), BABIV: ANALISA DAN PEMBAHASAN, BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN
2. Pengambilan data-data sekunder
3. Pengolahan data dan Pembahasan
4. Kesimpulan dan Saran

1.7 Sistematika Penulisan

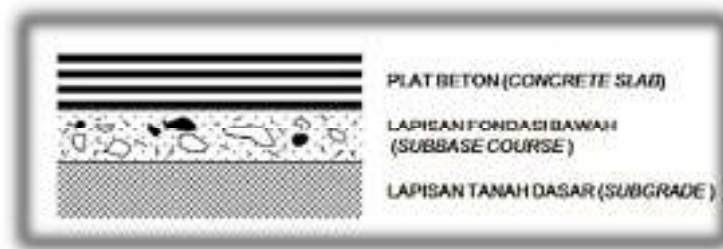
Sistematika penulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara garis besar isi setiap Bab yang di bahas pada Tugas Akhir ini, adapun sistematika penulisan nya adalah sebagai berikut Bab I adalah pendahuluan bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitan, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi Penelitan, Sistematika Penulisan dari Tugas Akhir. Bab II yang berisi uraian tentang unsur-unsur pembangunan, rencana kerja dan rencana lapangan. Bab III ini akan menguraikan apa dan bagaimana metode yang akan

digunakan dalam pembangunan jalan tersebut. Dan yang berikutnya Bab IV, Bab ini akan memaparkan hasil penelitian dan analisa tentang evaluasi perencanaan perkerasan jalan kaku menurut metode AASHTO pada proyek pembangunan jalan yang dimaksud. Dan yang terakhir Bab V, Pada Bab ini akan dirangkum kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini, dan saran yang diharapkan dapat dijadikan perbaikan penelita selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat Beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Perkerasan Kaku

(Sumber: Pedoman Konstruksi dan Bangunan Perencanaan Beton Semen, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

Jenis lapisan perkerasan beton dibedakan kedalam dua jenis:

1. Perkerasan beton dengan tulangan *dowel* dan *tie bar*. Jika diperlukan untuk kendali retak dapat digunakan *wire mesh*, penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.
2. Perkerasan beton bertulang menerus terdiri dari prosentasi besi yang relatif cukup banyak dan tidak ada siar kecuali untuk keperluan pelaksanaan konstruksi dan beberapa siar muai.

Perkerasan beton adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan terletak diatas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, atau lapis permukaan beraspal.

Pada perkerasan beton, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor

yang perlu diperhatikan adalah kadar air pampatan, kepadatan dan permukaan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut:

- Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar
- Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat
- Memberi dukungan yang lebih baik dan seragam pada pelat
- Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan

Pelat beton mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

Beberapa pertimbangan mengenai waktu/kapan perlu perkerasan kaku bisa dipakai adalah sebagai berikut:

- Bila persentasi lalu lintas berat relatif besar
- Variasi dari daya dukung tanah besar
- Pilihan konstruksi tidak bertahap
- Pertimbangan ketersediaan biaya

2.2 Analisis Lalu – Lintas (Traffic Desain)

2.2.1 Umur rencana

Umur rencana *Rigid Pavement* umumnya diambil 20 tahun untuk konstruksi baru. Lalu-lintas harian rata-rata (LHR) dan pertumbuhan lalu-lintas tahunan. Ciri pengenalan penggolongan kendaraan seperti dibawah ini, penggolongan lalu-lintas terdapat paling tidak 3 versi yaitu berdasar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (Tabel 2.1), berdasar Pedoman Teknis No. Pd.T-19-2004-B Survai pencacahan lalu lintas dengan cara manual (Tabel 2.2), dan berdasar PT. Jasa Marga (Persero) lihat Tabel 2.3

Pengenalan ciri kendaraan :

- Kecuali Combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum maksimal 12 tempat duduk seperti mikrolet, angkot, minibus, pick-up yang diberi

penaung kanvas / pelat dengan rute dalam kota dan sekitarnya atau angkutan pedesaan.

- Umumnya sebagai kendaraan barang, maksimal beban sumbu belakang 3,5 ton dengan bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
- Bus kecil adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 16 s/d 26 kursi, seperti Kopaja, Metromini, Elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) dan panjang kendaraan maksimal 9 m dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$: Golongan 5a.
- Bus besar adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 30 s/d 50 kursi, seperti bus malam, bus kota, bus antar kota yang berukuran \pm 12 m dan STR: Golongan 5b.
- Truk 2 sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan beban sumbu belakang antara 5 - 10 ton (MST 5, 8, 10 dan STRG): Golongan 6.
- Truk 3 sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan 3 sumbu yang letaknya STRT dan SGRG (sumbu ganda roda ganda): Golongan 7a.
- Truk gandengan adalah sebagai kendaraan no. 6 dan 7 yang diberi gandengan bak truk dan dihubungkan dengan batang segitiga. Disebut juga Full Trailer Truck: Golongan 7b.
- Truk semi trailer atau truk tempelan adalah sebagai kendaraan yang terdiri dari kepala truk dengan 2 - 3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula: Golongan 7c.

Tabel 2.1 Penggolongan kendaraan berdasar MKJI.

No	Type kendaraan	Golongan
1	Sedan, Jeep, Wagon	2
2	Pick-up, Combi	3
3	Truck 2 As (L), Micro Truck, Mobil Hantaran	4
4	Bus Kecil	5a
5	Bus Besar	5b
6	Truck 2 As (H)	6

7	Truck 3 As	7a
8	Trailer 4 As, Truck Gandengan	7b
9	Truck Semi Trailer	7c

Tabel 2.2 Penggolongan kendaraan berdasar Pedoman Teknis No.Pd.T-19-2004-B.

No	Jenis Kendaraan	Golongan
1	Sedan, Jeep dan Station Wagon	2
2	Opelet, Pick-up Opelet, Sub-Urban, Combi, MiniBus	3
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4
4	Bus Kecil	5a
5	Bus Besar	5b
6	Truck Ringan 2 Sumbu	6a
7	Truck Sedang 2 Sumbu	6b
8	Truck 3 Sumbu	7a
9	Truck Gandengan	7b
10	Truck Semi Trailer	7c

Tabel 2.3 Penggolongan kendaraan berdasar PT. Jasa Marga (Persero).



No	Golongan Kendaraan
1	Golongan 1
2	Golongan 1au
3	Golongan 2 a
4	Golongan 2 a au
5	Golongan 2 b



2.2.2 Beban As




Dari hasil pengujian dengan menggunakan alat jembatan timbang oleh Dinas Perhubungan Provinsi (atas permintaan konsultan untuk tujuan perencanaan), dan diperoleh karakter beban as untuk masing-masing kendaraan untuk muatan barang melewati jembatan timbang tersebut. Hasil perhitungan



diperoleh dari pengujian jembatan timbang tersebut adalah seperti ditunjukkan pada tabel 2.4



Tabel 2.4 Perhitungan Beban As masing-masing kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Golongan	AX1	AX2	AX3	AX4	AX5	AX6
1	Sedan, Mini Bus, Pickup	2,3,4 (1.1)						
	N	1148						
	Min (Ton)	0,98						
	Max (Ton)	4,25						
	Avg (Ton)	2,89						
	Stdev (Ton)	0,67						
	FK (%)	23,3						
	Deskripsi	cukup						
	Hasil	3,75						
	Distribusi Beban As		0,5	0,5				
	Beban As (Ton)		1,874	1,874				
2	Bus Kecil	5A (1.1)						
	N	751						
	Min (Ton)	2,15						
	Max (Ton)	7,25						
	Avg (Ton)	4,92						
	Stdev (Ton)	0,97						
	FK (%)	19,63						
	Deskripsi	Baik						
	Hasil	6,16						
	Distribusi Beban As		0,34	0,66				

	Beban As (Ton)		2,093	4,063				
3	Bus Besar	5A						
		(1.2)						
	N	3904						
	Min (Ton)	3,57						
	Max (Ton)	12,16						
	Avg (Ton)	7,69						
	Stdev (Ton)	1,2						
	FK (%)	15,66						
	Deskripsi	Baik						
	Hasil	9,23						
Distribusi Beban As			0,34	0,66				
Beban As			3,139	6,094				
4	Truck Sumbu Kecil	6A						
		(1.2)						
	N	4289						
	Min (Ton)	4,26						
	Max (Ton)	9,7						
	Avg (Ton)	7,96						
	Stdev (Ton)	1,12						
	FK (%)	14,06						
	Deskripsi	Baik						
	Hasil	9,4						
Distribusi Beban As			0,34	0,66				
Beban As			3,195	6,201				
5	Truck 2 Sumbu Besar	6B						
		(1.2H)						
	N	1890						

	Min (Ton)	7					
	Max (Ton)	12					
	Avg (Ton)	10					
	Stdev (Ton)	0,6					
	FK (%)	6,26					
	Deskripsi	Sangat Baik					
	Hasil	11,47					
	Distribusi Beban As		0,34	0,66			
	Beban As		3,899	7,568			
6	Truck 3 Sumbu	7A1 (1.1.2)					
	N	3525					
	Min (Ton)	12					
	Max (Ton)	25					
	Avg (Ton)	20,86					
	Stdev (Ton)	2,97					
	FK (%)	14,25					
	Deskripsi	Baik					
	Hasil	24,67					
	Distribusi Beban As		0,28	0,41	0,41		
	Beban As		6,908	10,115	10,115		
7	Truck 3 Sumbu	7A2 (1.2.2)					
	N	1182					
	Min (Ton)	7,2					
	Max (Ton)	16,5					
	Avg (Ton)	13,92					
	Stdev (Ton)	1,26					

	FK (%)	9,06					
	Deskripsi	Sangat Baik					
	Hasil	15,53					
	Distribusi Beban As		0,25	0,375	0,375		
	Beban As		3,883	5,824	5,824		
8	Truck 4 Sumbu	7C1 (1.2-2.2)					
	N	4789					
	Min (Ton)	7					
	Max (Ton)	32					
	Avg (Ton)	25,74					
	Stdev (Ton)	4,17					
	FK (%)	16,21					
	Deskripsi	Baik					
	Hasil	31,09					
	Distribusi Beban As						
	Beban As		4,664	7,773	9,328	9,328	
9	Truck 5 Sumbu	7C2A (1.2.2-2.2)					
	N	3270					
	Min (Ton)	12,8					
	Max (Ton)	45					
	Avg (Ton)	35,52					
	Stdev (Ton)	2,92					
	FK (%)	8,21					
	Deskripsi	Sangat Baik					
	Hasil	40,3					

	Distribusi Beban As		0,11	0,22	0,225	0,22	0,225	
	Beban As		4,433	8,867	9,068	8,867	9,068	
10	Truck 5 Sumbu Triple	7C2B (1.2-2.2.2)						
	N	1122						
	Min (Ton)	12,8						
	Max (Ton)	43,57						
	Avg (Ton)	34,57						
	Stdev (Ton)	2,47						
	FK (%)	7,15						
	Deskripsi	Sangat Baik						
	Hasil	37,74						
	Distribusi Beban As							
	Beban As		4,151	8,114	8,491	8,491	8,491	
11	Truck 6 Sumbu	7C3 (1.2.2-2.2.2)						
	N	140						
	Min (Ton)	13,5						
	Max (Ton)	45,5						
	Avg (Ton)	40,43						
	Stdev (Ton)	8,05						
	FK (%)	19,92						
	Deskripsi	Baik						
	Hasil	45,5						
	Distribusi Beban As							
	Beban As		4,095	7,735	7,735	8,645	8,645	8,645

2.2.3 Vehicle Damaging Factor (VDF)

Vehicle damaging factor (VDF) untuk masing – masing kendaraan menurut metode AASHTO *Rigid Pavement Design* 1993 adalah seperti ditunjukkan hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 2.5

Tabel 2.5 VDF metode AASHTO

Type kendaraan	AASHTO RIGID			
	D 11"	D 12"	D 13"	D 14"
Sedan, MiniBus, Pick Up	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040
Bus Kecil	0,0620	0,0620	0,0620	0,0620
Bus Besar	0,2765	0,2760	0,2755	0,2755
Truk 2 Sumbu Kecil	0,3580	0,3570	0,3570	0,3570
Truk 2 Sumbu Besar	0,8555	0,8555	0,8555	0,8555
Truk 3 Sumbu 7A1	0,7720	0,7705	0,7705	0,7700
Truk 3 Sumbu 7A2	0,6750	0,6740	0,6740	0,6740
Truk 4 Sumbu	5,7395	5,7895	5,8295	5,8390
Truk 5 Sumbu Tandem	7,9600	8,0400	8,0800	8,1000
Truk 5 Sumbu Triple	6,3970	6,4720	6,5170	6,5420
Truk 6 Sumbu	7,3810	7,4660	7,5110	7,5360

Data yang dibutuhkan untuk perencanaan dari parameter lalu-lintas harian rata-rata dan pertumbuhan lalu-lintas tahunan, untuk memudahkan dalam analisis, disajikan dalam suatu tabel (lihat Tabel 2.6), dalam tabel ini digabungkan sekalian data / parameter *vehicle damage factor* (VDF).

Tabel 2.6 Data/parameter Golongan kendaraan, LHR, Pertumbuhan lalu-lintas (i) & VDF

No	Jenis Kendaraan	Golongan	LHR	i%	VDF
1	Sedan, Jeep dan Station Wagon	2			
2	Opelet, Pick-up Opelet, Sub-Urban, Combi, MiniBus	3			

3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4			
4	Bus Kecil	5a			
5	Bus Besar	5b			
6	Truck Ringan 2 Sumbu	6a			
7	Truck Sedang 2 Sumbu	6b			
8	Truck 3 Sumbu	7a			
9	Truck Gandengan	7b			
10	Truck Semi Trailer	7c			

Keterangan :

Contoh diatas, penggolongan kendaraan mengacu pada Pedoman Teknis No.

Pd.T-19-2004-B

LHR : Jumlah lalu-lintas harian rata-rata (kendaraan) pada tahun survai / pada tahun terakhir.

i : Pertumbuhan lalu-lintas per tahun (%)

VDF : Nilai damage factor

2.2.4 Analisa lalu lintas (*Traffic design*)


Data dan parameter lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi:

 Jenis kendaraan.


 Volume lalu-lintas harian rata-rata.

 Pertumbuhan lalu-lintas tahunan.


 *Damage factor*.

 Umur rencana.

 Faktor distribusi arah.

 Faktor distribusi lajur.

 *Equivalent Single Axle Load*, ESAL selama umur rencana (*traffic design*).

 Faktor distribusi arah : $DD = 0,3 - 0,7$ dan umumnya diambil 0,5

Faktor distribusi lajur (DL),

Tabel 2.7 Faktor distribusi lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	DL (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50-75

. (Sumber: AASHTO 1993 halaman II-9)

Untuk desain traffic (*ESAL = Equivalent Single Axle Load*) digunakan Pers. (2.1):

$$W_{18} = \frac{N_n}{N_i} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365 \quad (2.1)$$

Dimana:

W_{18} = *Traffic design* pada lajur lalu-lintas, *Equivalent Single Axle Load*

LHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan j

VDF_j = Vehicle Damage Factor untuk jenis kendaraan j

D_D = Faktor distribusi arah

D_L = Faktor distribusi lajur

N_i = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka

N_n = Lalu-lintas pada akhir umur rencana

Lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama setahun dengan besaran kenaikan lalu-lintas (*traffic growth*). Secara numerik rumusan lalu-lintas kumulatif ini digunakan Pers. (2.2) :

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (2.2)$$

Dimana:

W_t = Jumlah Beban gandar tunggal standar kumulatif

W_{18} = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

n = Umur pelayanan, atau rencana UR (tahun)

i = Perkembangan lalu-lintas (%)

2.2.5 California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR), dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (modulus of subgrade reaction : k). CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6 % untuk lapis tanah dasar, mengacu pada spesifikasi (versi Kimpraswil / Departemen Pekerjaan Umum edisi 2004 dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004). Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5 % dan atau 4 % pun dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik, dengan CBR kurang dari 6 % ini jika digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan, masalah yang terpengaruh adalah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah, atau masalah penanganan khusus lapis tanah dasar tersebut.

2.2.6 Material Konstruksi Perkerasan

Material perkerasan yang digunakan dengan parameter yang terkait dalam perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut :

1. Pelat beton

a. *Flexural strength* (Sc') = 45 kg/cm²

b. Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : fc' = 350kg/cm² (disarankan)

2. Wet lean concrete Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : fc' = 105 kg/cm² Sc' digunakan untuk penentuan parameter *flexural strength*, dan fc' digunakan untuk penentuan parameter modulus elastisitas beton (Ec).

2.3 Parameter Perhitungan Tebal Pelat

2.3.1 Reliability

Reliability : Probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama masa layannya. Penetapan angka *Reliability* dari 50 % sampai 99,99 % menurut AASHTO merupakan tingkat kehandalan desain

untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran-besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi *reliability* yang dipakai semakin tinggi tingkat menpatisi kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain. Besaran-besaran desain yang terkait dengan ini antara lain :

1. Peramalan kinerja perkerasan,

2. Peramalan lalu-lintas,

3. Perkiraan tekanan gandar,

4. Pelaksanaan konstruksi.

1. Kinerja perkerasan diramalkan pada angka desain *Terminal Serviceability* $p_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $p_t = 2,0$ (untuk jalan lalu-lintas rendah), dan *Initial Serviceability* $p_{s0} = 4,5$ (angka ini bergerak dari 0 - 5).
2. Peramalan lalu-lintas dilakukan dengan studi tersendiri, bukan hanya didasarkan rumus empirik. Tingkat kehandalan jauh lebih baik dibandingkan bila dilakukan secara empiris, teoritis, atau data sekunder.
3. Perkiraan tekanan gandar yang diperoleh secara primer dari WIM survey, tingkat kehandalannya jauh lebih baik dibanding menggunakan data sekunder.
4. Dalam pelaksanaan konstruksi, spesifikasi sudah membatasi tingkat / syarat agar perkerasan sesuai (atau lebih) dari apa yang diminta desain. Bahkan desain merupakan syarat minimum dalam spesifikasi.

Mengingat keempat faktor diatas, penetapan besaran dalam desain sebetulnya sudah menekan sececil mungkin penyimpangan yang akan terjadi. Tetapi tidak ada satu jaminan-pun berapa besar dari keempat faktor tersebut menyimpang.

Penetapan konsep *Reliability* dan Standar Deviasi :

Parameter *reliability* dapat ditentukan sebagai berikut :

1. Berdasarkan parameter klasifikasi fungsi jalan.

2. Berdasarkan status lokasi jalan urban / rural

3. Penetapan tingkat *Reliability* (R)

4. Penetapan *standard normal deviation* (Z_R)

5. Penetapan *standard deviasi* (S_o)

Tabel 2.8 *Reliability (R)* disarankan

Klasifikasi Jalan	<i>Reability (%)</i>	
	<i>Urban</i>	<i>Rural</i>
Jalan Tol	85-99,9	80-99,9
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

(Sumber: AASHTO 1993 halaman II-9)

Catatan: Untuk menggunakan besaran-besaran dalam standar AASHTO ini sebenarnya dibutuhkan suatu rekaman data, evaluasi desain / kenyataan beserta biaya konstruksi dan pemeliharaan dalam kurun waktu yang cukup. Dengan demikian besaran parameter yang dipakai tidak selalu menggunakan “angka tengah” sebagai kompromi besaran yang diterapkan.

Tabel 2.9 *Standard Normal Deviaton (Z_R)*

R(%)	Z _R	R(%)	Z _R
50	-0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

(Sumber: AASHTO 1993 halaman I-62)

Standard deviation untuk *Rigid Pavement* : $S_o = 0,30 - 0,40$

2.3.2 *Serviceability*

Untuk mencari nilai *Terminal Serviceability* maka ditentukan melalui *Percent of people stating Uacceptable*:

Tabel 2.10 Terminal Serviceability Index (p)

Percent of people stating unacceptable	P _t
12	3,0
55	2,5
85	2,0

(Sumber: AASHTO 1993 hal II-10)

Pendekatan parameter serviceability:

- Initial serviceability : $p_0 = 4,5$
- Terminal serviceability index jalur utama (major highways): $p_t = 2,5$
- Terminal serviceability index jalur lalu-lintas rendah: $p_t = 2,0$
- Total loss serviceability: $\Delta PSI = p_0 - p_t$

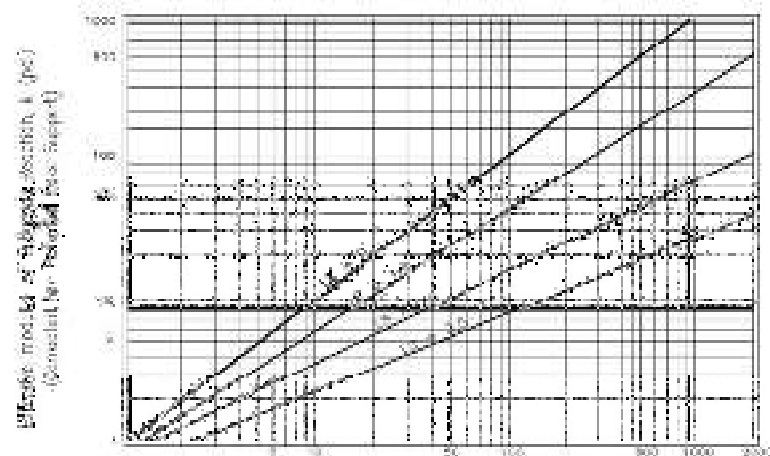
2.3.3 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus of subgrade reaction (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasarkan ketentuan CBR tanah dasar. Dapat dilihat Pers. (2.3) dan (2.4)

$$M_R = 1500 \times CBR \quad (2.3)$$

$$k = \frac{M_R}{10,4} \quad (2.4)$$

M_R Resilient Modulus



Gambar 2.2 Effective Modulus of Subgrade Reaction

(Sumber: AASHTO 1993 halaman II-42)

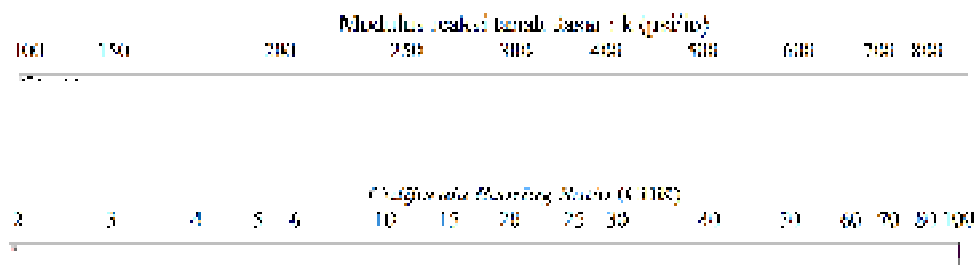
Tabel 2.11 Faktor *Loss of Support* (LS)

type material	LS
Cement Treated Granular Base (E = 1.000.000 - 2.000.000 psi)	0-1
Cement Aggregate Mixtures (E = 500.000 - 1.000.000 psi)	0-1
Asphalt Treated Base (E = 350.000 - 1.000.000 psi)	0-1
Bituminous Stabilized Mixtures (E = 10.000 - 300.000 psi)	0-1
Lime Stabilized (E = 20.000 - 70.000 psi)	1-3
Unbound Granular Materials (E = 15.000 - 45.000 psi)	1-3
Fine grained : Natural subgrade materials (E = 3.000 - 10.000 psi)	2-3

(Sumber: AASHTO 1993 halaman II-27)

Pendekatan nilai modulus reaksi tanah dasar dari referensi / literatur :

Pendekatan nilai Modulus Reaksi Tanah Dasar (k) dapat menggunakan hubungan nilai CBR dengan k seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Hubungan antara (k) dan (CBR)

(Sumber: Literatur *Highway Engineering* (Teknik Jalan Raya). *Clarkson JJ Oglesby, R Gary Hicks, Stanford University & Oregon State University, 1996*)

2.3.4 Modulus Elastisitas Beton

Menentukan Modulus Elastisitas Beton gunakan Pers. (2.5)

$$E_c = 57000 \sqrt{f_c'} \quad (2.5)$$

Dimana:

E_c = Modulus Elastisitas beton (psi)

F_c' = Kuat tekan beton, Silinder (psi)

Kuat tekan beton f_c' ditetapkan sesuai pada Spesifikasi pekerjaan (jika ada dalam spesifikasi).

Di Indonesia saat ini umumnya digunakan: $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$

2.3.5 Flexural Strength

Flexural Strength (modulus of reapture) ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan yaitu: $S_c' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$

2.3.6 Drainage Coefficient

Variabel faktor drainase

AASHTO memberikan 2 Variabel untuk menentukan nilai koefisien drainase.

- Variabel pertama : mutu drainase, dengan variasi *excellent, good, fair, poor, very poor*. Mutu ini ditentukan oleh berapa lama air dapat dibebaskan dari pondasi perkerasan.
- Variabel kedua : persentasi struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai tingkat mendekati jenuh air (*saturated*), dengan variasi <1%, 1–5 %, 5–25%, >25%

Penetapan variable mutu drainase

Penetapan variable pertama mengacu pada Tabel 2.12, dan dengan pendekatan sebagai berikut :

- a. Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk kedalam pondasi jalan, relatif kecil berdasar hidrologi yaitu berkisar 70 – 95 % air yang jatuh di atas jalan aspal / beton akan masuk ke sistem. Kondisi ini dapat dilihat acuan koefisien pengaliran pada Tabel 2.13 dan 2.14
- b. Air dari samping jalan yang kemungkinan akan masuk ke pondasi jalan, inipun relatif kecil terjadi, karena adanya road side ditch, cross drain, juga muka air tertinggi di-desain terletak di bawah subgrade.

c. Pendekatan dengan lama dan frekuensi hujan, yang rata-rata terjadi hujan selama 3 jam per hari dan jarang sekali terjadi hujan terus menerus selama 1 minggu.

Maka waktu pematasan 3 jam (bahkan kurang bila memperhatikan butir b.) dapat diambil sebagai pendekatan dalam penentuan kualitas drainase, sehingga pemilihan mutu drainase adalah berkisar *Good*, dengan pertimbangan air yang mungkin masih akan masuk, *quality of drainage* diambil kategori *Fair*.

Untuk kondisi khusus, misalnya sistem drainase sangat buruk, muka air tanah terletak cukup tinggi mencapai lapisan tanah dasar, dan sebagainya, dapat dilakukan kajian tersendiri.

Tabel 2.12 *Quality of drainage.*

<i>Quality of drainage</i>	<i>Water removed within</i>
<i>Excellent</i>	2 jam
<i>Good</i>	1 hari
<i>Fair</i>	1 minggu
<i>Poor</i>	1 bulan
<i>Very poor</i>	Air tidak terbebaskan

(Sumber: AASHTO 1993 halaman II-22)

Tabel 2.13 Koefisien pengaliran

No	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70-0,95
2	Bahu jalan:	
	-Tanah berbutir halus	0,40-0,66
	- Tanah berbutir kasar	0,10-0,20
	- Batuan masif keras	0,70-0,85
	- Batuan masif lunak	0,60-0,75

(Sumber : Petunjuk desain drainase permukaan jalan No. 008/T/BNKT/1990, Binkot, Bina Marga, Dep. PU, 1990)

Tabel 2.14 Koefisien Pengaliran

Type daerah aliran		C
Jalan	Beraspal	0,70-0,95
	Beton	0,80-0,95
	Batu	0,70-0,85

(Sumber: Hidrologi, Imam Subarkah)

Penetapan variable prosen perkerasan terkena air

Penetapan variable kedua yaitu persentasi struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air sampai tingkat *saturated*, relatif sulit, belum ada data rekaman pembanding dari jalan lain, namun dengan pendekatan-pendekatan, pengamatan dan perkiraan berikut ini, nilai dari faktor variabel kedua tersebut dapat didekati.

Prosen struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air dapat dilakukan pendekatan dengan asumsi sebagai berikut :

$$P_{heff} = \frac{W_L \cdot T_{jam} \cdot T_{hari}}{365} \quad (2.6)$$

Dimana :

P_{heff} = Proses hari effective hujan dalam setahun yang akan berpengaruh terkena perkerasan (%) .

T_{jam} = Rata-rata hujan perhari (jam)

T_{hari} = Rata-rata jumlah hari hujan per tahun (hari)

W_L = Faktor air hujan yang akan masuk kepondasi jalan (%)

Tabel 2.15 *drainage coefficient (Cd)*

<i>Percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation</i>				
<i>Quality of drainage</i>	<1%	1-5%	5-25%	>25%
<i>Excellent</i>	1,25-1,20	1,20-1,15	1,15-1,10	1,10
<i>Good</i>	1,20-1,15	1,15-1,10	1,10-1,00	1,00
<i>Fair</i>	1,15-1,10	1,10-1,00	1,00-0,90	0,90
<i>Foor</i>	1,10-1,00	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80
<i>Very poor</i>	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80-0,70	0,70

(Sumber: AASHTO 1993 halaman 26)

Penetapan parameter drainage coefficient :

- a. Berdasarkan kualitas drainase
- b. Kondisi *Time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation* dalam setahun.

2.3.7 Load Transfer

Tabel 2.16 Load transfer coefficient (J)

Shoulder	Asphalt		Tied POC	
	Yes	No	Yes	No
Load Transfer devices	Yes	No	Yes	No
<i>Pavement Type</i>				
<i>Plain joint dan jointed reinforced</i>	3,2	3,8-4,4	2,5-3,1	3,6-4,2
<i>CRCP</i>	2,9-3,2	N/A	2,3-2,9	N/A

(Sumber: AASTHO 1993 halaman II-26 dan halaman III-32)

Pendekatan penetapan parameter load transfer :

- a. *Joint dengan dowel* : J = 2,5-3,1
- b. Untun *overlay design* J = 2,2-2,6

2.4 Perhitungan Tebal Pelat

2.4.1 Persamaan Penentuan Tebal Pelat (D)

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \log_{10}(D+1) - 0,06 + \boxed{} + (4,22 - 0,32 p_t) \times \log_{10} \boxed{215,63 x J x D^{0,75}} \quad (2.7)$$

Dimana:

W_{18} = Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL).

Z_R = Standar normal deviasi.

S_0 = Standar Deviasi.

D	= Tebal pelat beton (inches).
Δ PSI	= <i>Serviceability</i> .
p^o	= <i>Initial serviceability index</i> .
P_t	= <i>Terminal serviceability index</i> .
S_c	= <i>Modulus of rupture</i> sesuai spesifikasi pekerjaan (psi).
C_d	= <i>Drainage coefficient</i> .
J	= <i>Load transfer coefficient</i> .
E_c	= Modulus elastisitas (psi)
k	= Modulus reaksi tanah dasar

2.5 Sambungan

Perencanaan sambungan pada perkerasan kaku, merupakan bagian yang harus dilakukan, baik jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan, maupun pada jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan.

2.5.1 Jenis sambungan

Sambungan dibuat atau ditempatkan pada perkerasan beton dimaksudkan untuk menyiapkan tempat muai dan susut beton akibat terjadinya tegangan yang disebabkan : perubahan lingkungan (suhu dan kelembaban), gesekan dan keperluan konstruksi (pelaksanaan). Sambungan pada perkerasan beton umumnya terdiri dari 3 jenis, yang fungsinya sebagai berikut :

- Sambungan susut Atau sambungan pada bidang yang diperlemah (*dummy*) dibuat untuk mengalihkan tegangan tarik akibat : suhu, kelembaban, gesekan sehingga akan mencegah retak. Jika sambungan susut tidak dipasang, maka akan terjadi retak acak pada permukaan beton.
- Sambungan muai Fungsi utamanya untuk menyiapkan ruang muai pada perkerasan, sehingga mencegah terjadinya tegangan tekan yang akan menyebabkan perkerasan tertekuk.
- Sambungan konstruksi (pelaksanaan) diperlukan untuk kebutuhan konstruksi (berhenti dan mulai pengecoran). Jarak antara sambungan

memanjang disesuaikan dengan lebar alat atau mesin penghampar(*paving machine*) dan oleh tebal perkerasan.

Selain 3 jenis sambungan tersebut, jika pelat perkerasan cukup lebar (> 7 m) maka diperlukan sambungan ke arah memanjang yang berfungsi sebagai penahan gaya lenting (*warping*) yang berupa sambungan engsel, dengan diperkuat batang pengikat(*tie bar*).

2.5.2 Geometrik sambungan

Geometrik sambungan adalah tata letak secara umum dan jarak antara sambungan.

a. Jarak sambungan

Pada umumnya jarak sambungan konstruksi memanjang dan melintang tergantung keadaan bahan dan lingkungan setempat, dimana sambungan muai dan susut sangat tergantung pada kemampuan konstruksi dan tata letaknya.

Untuk sambungan muai, jarak untuk mencegah retak sedang akan mengecil jika koefisien panas, perubahan suhu atau gaya gesek tanah dasar bertambah bila tegangan tarik beton bertambah. Jarak berhubungan dengan tebal pelat dan kemampuan daya ikat sambungan.

Untuk menentukan jarak sambungan yang akan mencegah retak, yang terbaik dilakukan dengan mengacu petunjuk dari catatan kemampuan pelayanan setempat. Pengalaman setempat penting diketahui karena perubahan jenis agregat kasar akan memberi dampak yang nyata pada koefisien panas beton dengan konsekuensi jarak sambungan yang dapat diterima.

Sebagai petunjuk awal, jarak sambungan untuk beton biasa lebih kecil sama dengan $2h$ (dua kali tebal pelat beton dalam satuan berbeda, misalkan tebal pelat $h = 8$ inci, maka jarak sambungan = 16 feet, jadi kalau dengan SI unit jarak sambungan = 24 – 25 kali tebal pelat, misalkan tebal pelat 200 mm, maka jarak sambungan = 4.800 mm) dan secara umum perbandingan antara lebar pelat dibagi panjang pelat lebih kecil sama dengan 1,25.

Penggunaan sambungan muai biasanya diminimalkan pada proyek dengan pertimbangan masalah biaya, kompleksitas dan penampilannya.



Sambungan digunakan pada struktur dimana jenis perkerasan berubah (misalnya : dari jenis menerus ke jenis bersambung) pada persimpangan.

Jarak antara sambungan konstruksi, biasanya diatur pada penempatan di lapangan dan kemampuan peralatan. Sambungan konstruksi memanjang harus ditempatkan pada tepi lajur untuk memaksimalkan kerataan perkerasan dan meminimalkan persoalan pengalihan beban. Sambungan konstruksi melintang terjadi pada akhir pekerjaan atau pada saat penghentian pengecoran.

b. Tata letak sambungan

Sambungan menyerong atau acak (*random*), akan meminimalkan dampak kekasaran sambungan, sehingga dapat memperbaiki mutu pengendalian. Sambungan melintang serong akan meningkatkan penampilan dan menambah usia perkerasan kaku, yaitu biasa atau bertulang, dengan atau tanpa ruji. Sambungan harus serong sedemikian agar beban roda dari masing-masing sumbu dapat melalui sambungan pada saat yang tidak bersamaan.

Sudut tumpul pada sisi luar perkerasan harus dibagian depan sambungan pada arah lalu-lintas, karena sudut akan menerima dampak beban roda terbesar secara tiba-tiba. Keuntungan dari sambungan serong sebagai berikut :

-  Mengurangi lendutan dan tegangan pada sambungan, sehingga menambah daya dukung beban pelat dan memperpanjang usia.
-  Mengurangi dampak reaksi kendaraan pada saat melintasi sambungan dan memberikan kenyamanan yang lebih.

Untuk lebih meningkatkan penampilan perkerasan biasa adalah dengan menggunakan sambungan serong pada jarak acak atau tidak teratur. Pola jarak acak mencegah irama atau resonansi pada kendaraan yang bergerak dalam kecepatan normal. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pola jarak pelat 2,50 m harus dihindarkan.

2.5.3 Dimensi sambungan

Lebar sambungan, ditentukan oleh alur yang akan diuraikan pada bagian bawah. Kedalaman takikan sambungan susut harus cukup memadai

untuk memastikan akan terjadi retak pada tempat yang dikehendaki dan tidak pada sembarang tempat. Biasanya kedalaman takikan sambungan susut melintang $\frac{1}{4}$ tebal pelat dan sambungan memanjang $\frac{1}{3}$ ketebalan.

Sambungan tersebut dibuat dengan pemotongan, penyelipan atau pembentukan. Waktu pemotongan sangat kritis untuk mencegah retak acak sehingga sambungan harus dipotong dengan hati-hati untuk memastikan semuanya bekerja bersamaan. Jarak waktu untuk pengecoran dengan pemotongan akan berubah dengan perubahan suhu pelat, keadaan pengeringan dan proporsi campuran.

a. Dimensi bahan penutup sambungan

Sambungan susut

Pergerakan sambungan dan kemampuan bahan penutup alur harus dioptimalkan. Pada umumnya mutu bahan penutup sambungan harus ditingkatkan jika pergerakan sambungan diperkirakan akan bertambah. Bertambahnya pergerakan sambungan dapat diakibatkan oleh perpanjangan pelat, perubahan suhu yang besar dan atau koefisien panas beton yang tinggi. Pergerakan sambungan pada perkerasan dipengaruhi faktor-faktor seperti perubahan sifat volume panjang beton dan gesekan antara pelat dan pondasi bawah (tanah dasar).

Dalam hal untuk menjaga bentuk penutup-lapangan yang efektif, lubang alur (takikan) yang akan diisi bahan penutup harus mempunyai faktor bentuk (lebar dan dalam) yang benar. Dalam batasan praktis, kedalaman sambungan minimum lubang harus mendekati segiempat dan berada dibawah permukaan minimum 3 mm ($\frac{1}{8}$ inci). Dengan demikian berarti takikan biasanya dibentuk dengan menambah lebar dan mengurangi kedalaman bagian atas sambungan untuk mengikat bahan penutup. Untuk sambungan yang sempit dengan jarak sambungan yang dekat, lubang dapat dibentuk dengan menyisipkan tali atau bahan lain sampai kedalaman yang telah ditentukan. Metoda ini mengurangi kebutuhan bahan penutup. Pada umumnya dalam berbanding lebar berkisar 1 – 1,5 dengan kedalaman minimum 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ inci) untuk

sambungan memanjang dan 12,5 mm (1/2 inci) untuk sambungan melintang.

Lebar sambungan didefinisikan sebagai nilai maximum yang terjadi pada suhu minimum. Jadi nilai maximum meliputi pergerakan horisontal yang diantisipasi ditambah dengan lebar sisa disebabkan sifat bahan penutup. Pergerakan horisontal dapat dihitung dengan memperkirakan bukaan sambungan yang disebabkan siklus temperatur ditambah dengan penyusutan beton. Besarnya bukaan dan sebaliknya tergantung pada :

- perubahan temperatur dan kelembaban
- jarak antara sambungan kerja (pelaksanaan) atau retak
- gesekan antara lapis pondasi dan pelat
- kondisi dari rencana pemberian beban sambungan, dan sebagainya.

Untuk keperluan perencanaan bukaan sambungan melintang rata-rata pada selang waktu dapat dihitung dengan pendekatan. Lebar sambungan harus memperhitungkan pergerakan ditambah dengan tegangan sisa yang diijinkan pada penutup sambungan.

- Menurut AASHTO : disyaratkan lebar bukaan lebih kecil sama dengan 0,04 inci untuk sambungan tanpa *ruji (dowel)*.
- Menurut Yoder & Witczak : lebar bukaan lebih kecil sama dengan 0,04 inci untuk sambungan tanpa *dowel*, lebar bukaan lebih kecil sama dengan 0,25 inci untuk sambungan dengan *dowel*.
- Menurut SKBI 1988 : lebar bukaan retakan minimum (mm) = 0,45 x Panjang Pelat (m), umumnya lebar retakan yang diijinkan berkisar antara 1 – 3 mm, tetapi untuk kemudahan pengisian bahan penutup, lebar bukaan pada bagian atas diperlebar maximum 6–10 mm dengan
- kedalaman tidak lebih dari 20 mm dan semua sambungan susut melintang harus dipasang *ruji*.

Sambungan muai

Pergerakan pada sambungan muai didasarkan pada pengalaman agen pembuat. Dimensi alur takikan akan optimal didasarkan pada

pergerakan dan kemampuan bahan pengisi. Pada umumnya, dimensi akan lebih besar dari pada untuk sambungan susut.

Sambungan pelaksanaan

Menurut AASHTO, tipikal sambungan susut melintang juga dapat digunakan untuk sambungan pelaksanaan dan sambungan memanjang lainnya.

2.6 Dowel (*ruji*)

Dowel berupa batang baja tulangan polos (maupun profil), yang digunakan sebagai sarana penyambung / pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan.

Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan, yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser.

2.7 Batang pengikat(*Tie bar*)

Tie bar adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah-alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horisontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang,

2.8 Penelitian sebelumnya tentang perkerasan kaku dengan metode AASHTO

2.8.1 Komputerisasi penentuan tebal perkerasan kaku dengan metode AASTHO 1993

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kebutuhan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan tol dengan menggunakan metode AASHTO 1993. Nilai Faktor yang digunakan dalam perhitungan, diperoleh dari proyek jalan Tol Cikopo-Palimanan dan kekurangannya diasumsikan sesuai dengan aturan AASHTO 1993. Hasil analisis penentuan tebal perkerasan kaku diperoleh tebal

sebesar 39cm untuk jalan Tol Cipali. Model untuk penentuan tebal perkerasan W18 nominal adalah $\log_{10}(2541530993,12)$

Dalam proses penelitian terdapat beberapa parameter menentukan tebal perkerasan kaku, antara lain:

- tanah dasar
- lapisan pondasi bawah
- material beton semen
- lalu lintas
- indeks permukaan
- nilai reliabilitas
- faktor kehilangan daya dukung
- koefisien pelimpahan beban
- koefisien drainase

Menentukan tebal pelat beton rencana (D) untuk menentukan kesesuaian antara tebal pelat beton yang dianalisis menggunakan metode AASHTO 1993 dengan hasil berupa data sekunder di lapangan. Asumsi tebal pelat beton sebesar 39cm.

Untuk laju pertumbuhan sebesar 5% dan umur rencana perkerasan 30 tahun dengan asumsi tebal pelat beton sebesar 30cm.

Sehingga tebal pelat beton untuk umur rencana perkerasan hasil analisis dengan laju pertumbuhan sebesar 15,8% diperoleh hasil sebesar 39cm, sedangkan dengan laju pertumbuhan sebesar 5% sesuai dengan perkiraan pertumbuhan lalu lintas pada Bina Marga, 2012 diperoleh tebal pelat beton sebesar 30cm.

2.8.2 Evaluasi Struktural Perkerasan Kaku Menggunakan Metoda AASHTO 1993 dan Metoda AUSTRROADS 2011 Studi Kasus : Jalan Cakung-Cilincing

Ruas jalan Cakung-Cilincing Jakarta merupakan salah satu Jalan Nasional yang mempunyai volume lalu lintas yang sangat tinggi dengan tipe perkerasan kaku. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tebal lapis tambah

dan Metoda mana yang baik digunakan untuk penanganan di lapangan. Metoda yang digunakan adalah Metoda AASHTO 1993 dan Metoda AUSTRoadS 2011 dengan berdasarkan data lendutan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD).

Langkah-langkah tersebut menurut Metoda AUSTRoadS 2011 adalah sebagai berikut :

- a. Pilih jenis perkerasan kaku, dengan dowel atau undowel.
- b. Bahu perkerasan kaku, dengan adanya bahu pada perkerasan kaku, hal ini akan meningkatkan kinerja dari perkerasan dan memungkinkan ketebalan yang dibutuhkan lebih tipis.
- c. Menghitung desain lalu lintas (NDT) yang dalam hal ini dinyatakan dalam *Heavy Vehicle Axle Groups* (HVAG). Dari nilai HVAG, maka selanjutnya tentukan jenis subbase yang digunakan berdasarkan nilai HVAG tersebut.
- d. Kekuatan efektif tanah dasar, nilai tersebut berdasarkan nilai CBR

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Modulus Elastisitas Beton mempunyai nilai dibawah 3 juta psi maka perkerasan beton tersebut telah mengalami kerusakan yang cukup parah. Berdasarkan hasil analisis Metoda AASHTO 1993 dibutuhkan 11 cm dan untuk beton rata-rata dibutuhkan 12 cm dengan umur sisa 59% pada lajur 1 dan 53% untuk lajur 2 pada ruas jalan tersebut. Kemudian, pada Metoda AUSTRoadS 2011 hanya menggunakan data lendutan dari alat FWD saja, sedangkan untuk perhitungan tebal lapisan tambah pada beton sama seperti perhitungan desain baru perkerasan kaku. Tebal lapis tambah pada aspal didapatkan 24 cm sedangkan tebal lapis tambah pada beton didapatkan 18.50 cm. Perbandingan hasil kedua metoda tersebut menunjukkan bahwa tebal lapis tambah yang dibutuhkan dalam Metoda AASHTO 1993 lebih kecil dibandingkan menggunakan Metoda AUSTRoadS 2011.

2.8.3 Perbandingan perencanaan perkerasan kaku dengan menggunakan metode Pd-T-14-2003 dan AASHTO 93 pada Jalan Kartini Depok

Perencanaan perkerasan kaku di Indonesia dikenal dengan Metode AASHTO 1993 dan Pd T-14-2003. Peneliti ingin membandingkan kedua

metode diatas dengan obyek penelitian di ruas Jalan Raya Kartini kecamatan Pancoran Mas Depok. Permasalahan yang dikemukakan adalah berapa tebal perkerasan kaku yang sesuai dengan kondisi eksisting tersebut dan parameter parameter apa saja yang berpengaruh terhadap disain tebal perkerasan kaku. Metode yang digunakan adalah menghitung tebal perkerasan kaku dengan kedua metode *diatas* yang diawali dengan pengumpulan data primer (LHR) dan data sekunder (CBR, tebal perkerasan eksisting = 20 cm dan LHR tahun sebelumnya). Hasil analisa traffic ruas jalan Kartini pada perencanaan 20 tahun sebesar 14.386.583 ESAL.

Dalam melakukan perencanaan perkerasan beton semen untuk jalan yang melayani lalu lintas rencana lebih dari satu juta sumbu kendaraan niaga harus didasarkan pada Pd T-14-2003[5] :

- Perkiraan lalu lintas dan komposisinya selama umur rencana.
- Kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dengan CBR (%).
- Kekuatan beton yang digunakan.
- Jenis bahu jalan.
- Jenis perkerasan.
- Jenis penyaluran beban

Tebal perkerasan yang didapat dari metode AASHTO 1993 sebesar 22,5 cm, sedangkan tebal perkerasan yang didapat dari metode Pd T-14-2003 sebesar 18,8 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tebal eksisting tersebut aman digunakan selama umur rencananya (20 tahun), dikarenakan tebal eksisting tersebut lebih tebal dari salah satu metode yang digunakan. Meskipun ada beberapa parameter yang berbeda, hal ini dikarenakan parameter-parameter tersebut disesuaikan masing – masing negara dimana metode tersebut diciptakan. Tetapi kedua metode ini sama-sama didasarkan pada kemampuan beton dalam menahan beban lentur.

Intinya adalah untuk mendapatkan ketebalan perkerasan kaku yang sesuai dengan faktor beban lalu–lintas yang dihitung dan juga faktor lain yang berpengaruh terhadap konstruksi beton itu sendiri. Meskipun ada beberapa parameter yang berbeda, hal ini dikarenakan parameter-parameter tersebut

disesuaikan masing – masing negara dimana metode tersebut diciptakan. Tetapi kedua metode ini sama-sama didasarkan pada kemampuan beton dalam menahan beban lentur.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Studi

Kasus obyek studi kasus untuk penulisan Tugas Akhir ini adalah Perencanaan Jalan Sisingamangaraja, Medan yang berada pada Provinsi Sumatera. Penelitian ini menitikberatkan pada desain teknis perkerasan jalan dengan menggunakan Metode AASHTO. Didalam penelitian ini dilakukan analisa secara bertahap, yaitu terdiri dari :

1. Persiapan (pengumpulan referensi dan identifikasi masalah)
2. Pengumpulan data
3. Perhitungan tebal perkerasan
4. Evaluasi
5. Pembuatan Tugas Akhir

3.2 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Adapun dalam tahapan persiapan meliputi :

1. Studi Pustaka terhadap materi tugas akhir untuk menentukan garis besar permasalahan
2. Menentukan kebutuhan data yang akan digunakan
3. Menggali informasi melalui instansi terkait yang dapat dijadikan sebagai narasumber
4. Survey ke lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan
5. Pembuatan proposal Tugas Akhir

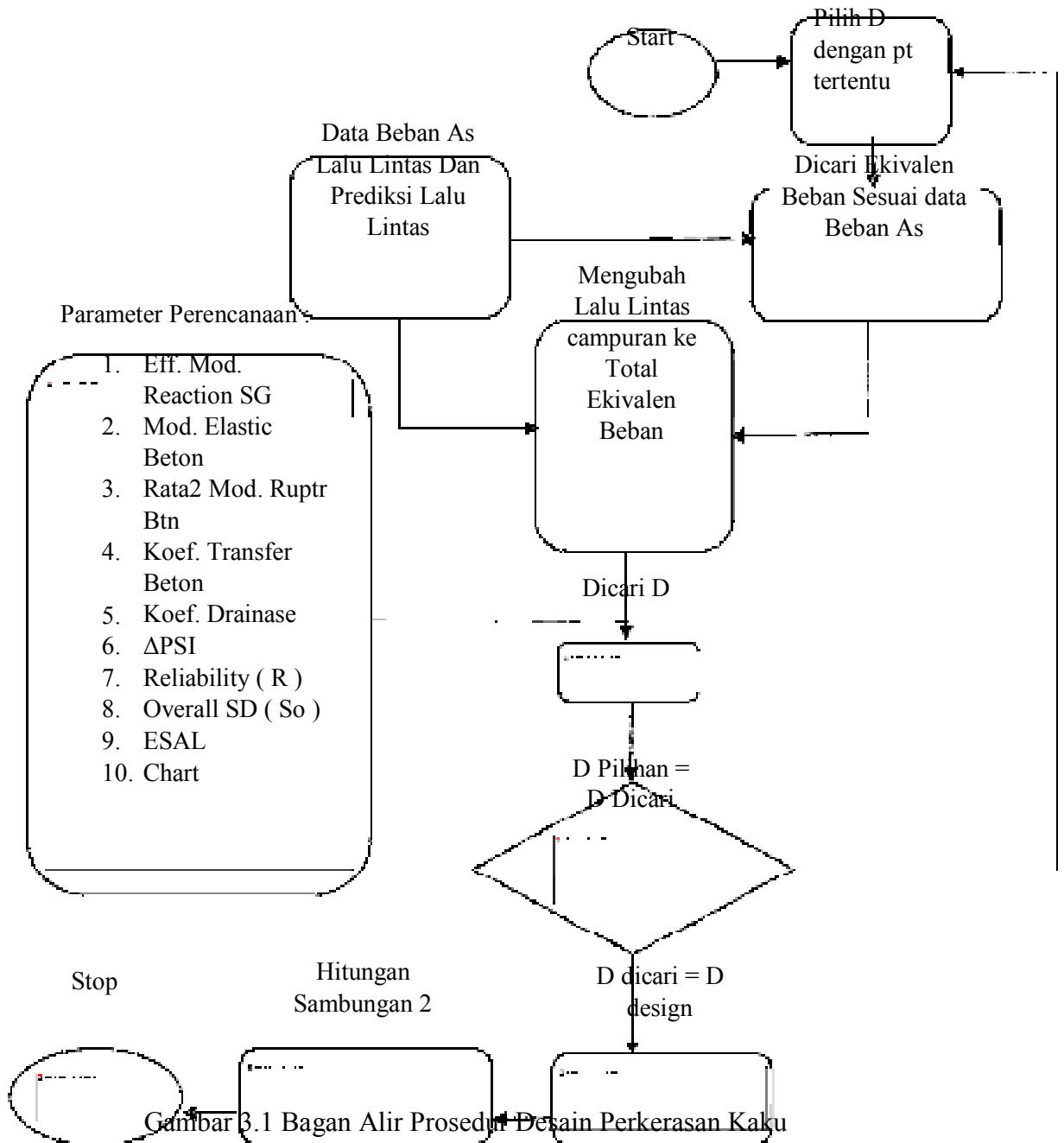
Persiapan di atas harus dilakukan dengan cermat untuk menghindari adanya bagian-bagian yang terlupakan ataupun pekerjaan berulang. Sehingga pekerjaan pada tahap pengumpulan data yang tidak maksimal.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data-data yang mendukung penyusunan Tugas Akhir ini secara keseluruhan didapat dari proyek pembangunan Jalan Sisingamangaraja sebagai data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui pengumpulan data yang sudah ada hasil penelitian atau survey konsultan. Adapun data sekunder yang dikumpulkan meliputi sebagai berikut:

1. Analisis lalu-lintas : mencakup umur rencana, lalu-lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, *vehicle damage factor*, *equivalent single axle load*
2. *Terminal serviceability index*
3. *Initial serviceability*
4. *Serviceability loss*
5. *Reliability*
6. *Standar normal deviasi*
7. *Standar deviasi*
8. CBR dan Modulus reaksi tanah dasar
9. Modulus elastisitas beton, fungsi dari kuat tekan beton
10. *Flexural strength*
11. *Drainage coefficient*
12. *Load transfer coefficient*
13. Peta Lokasi dan gambar trase jalan
14. Data Topografi, untuk mengetahui kondisi lokasi
15. Peraturan – peraturan tentang perancangan perkerasan jalan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara Metode Literatur yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metoda kerja yang digunakan. Data tertulis bisa juga dari instansi. Data – data yang diperoleh dari metode literatur ini pada umumnya didapat dari instansi terkait, antara lain:
 - Peta lokasi, yaitu peta umum tentang wilayah trase jalan berupa peta geologi kondisi tanah
 - Gambar trase jalan, serta potongan memanjang melintang

- Data lalu lintas harian rata – rata
- Peraturan – peraturan, grafik, serta tabel yang berhubungan dengan studi kasus



Gambar 3.1 Bagan Alir Prosedur Desain Perkerasan Kaku

3.4 Perhitungan Struktur Perkerasan Jalan

Setelah dilakukan analisa terhadap data yang ada, selanjutnya dilakukan perhitungan tebal berkerasan jalan dengan menggunakan metode AASHTO. Perkerasan yang direncanakan dalam tugas akhir ini adalah perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).