

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan sangat penting dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobilitas penduduk dan barang dalam mengadakan hubungan perekonomian dan kegiatan sosial lainnya. Infrastruktur jalan harus direncanakan, dikembangkan dengan baik untuk menjamin tidak adanya hambatan dalam pengangkutan barang dan orang yang pada akhirnya mengarah pada pertumbuhan ekonomi bagi masyarakat. Pertumbuhan prasarana transportasi yang ada pada umumnya tidak dapat mengikuti laju pertumbuhan kendaraan sehingga mengakibatkan volume lalu lintas bertambah.

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.

Di Indonesia konstruksi perkerasan jalan pada umumnya menggunakan perkerasan jalan lentur dan perkerasan jalan kaku (rigid pavement). **Ruas Jalan Tol Amplas– Kualanamu** dibangun dengan konstruksi jalan kaku. Ruas jalan ini merupakan salah satu akses jalan menuju Kualanamu yang sering dilewati kendaraan seperti, mobil kecil hingga Truck. Lokasi Penelitian yang diambil peneliti pada Tol Amplas – Kualanamu adalah berada di daerah Parbarakan, Kec. Pagar Merbau dengan titik kordinat pada (3.543096 , 98.854607) seperti yang ditunjukkan pada *gambar 1.1*. Jalan ini cukup vital guna menunjang kelancaran lalu lintas dari Amplas menuju Kualanamu



<http://medan.tribunnews.com>



Gambar 1.1.Lokasi Penelitian Jalan Tol Amplas - Kualanamu

1.2 Rumusan Penelitian

Dalam Tugas Akhir ini, masalah yang akan dilihat terkait dengan studi komparasi perencanaan tebal perkerasan kaku jalan tol menggunakan metode Bina Marga adalah sebagai berikut.

Rumusan penelitian adalah sebagai berikut :

Berapa tebal perkerasan yang dibutuhkan pada *rigid pavement* (perkerasan jalan kaku), dan apakah sudah sesuai dengan umur rencana dan standar Bina Marga.

1.3 Tujuan Penelitian

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

Mengetahui tebal perkerasan kaku pada tol Amplas - Kualanamu (daerah Parbarakan) dengan metode Bina Marga.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut ini :

1. Dapat digunakan sebagai referensi tugas akhir kepada rekan-rekan sipil yang berencana mengambil tugas akhir tentang struktur perkerasan kaku

2. Sebagai tinjauan pemakaian rigid pavement dengan metode Bina Marga
3. Menambah pengetahuan dan wawasan saya 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 tol Amplas – Kualanmu yang ditinjau hanya pada ruas tol yang di daerah Parbarakan.
2. Metode yang digunakan desain perkerasan kaku dengan metode Bina Marga
3. Data yang digunakan didapat melalui survei visual berupa data sekunder seperti mengamati kondisi jalan dan data sekunder, yang meliputi: kondisi perkerasan, data tanah dasar, analisis tanah dasar, data LHR.
4. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB)

BAB II DASAR TEORI

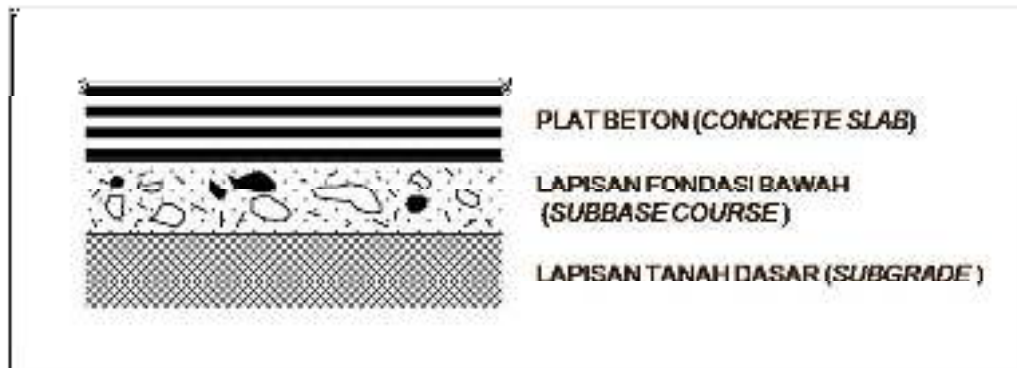
2.1. Uraian Umum

Perkerasan direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara amandan nyaman serta selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut, perkerasan beton semen harus :

1. Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (akibat beban lalu – lintas) sampai batas – batas yang masih mampu dipikul tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan / lendutan yang dapat merusak perkerasan.
2. Mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan.

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak

di atas lapis pondasi bawah atau tanahdasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen

Pada perkerasan beton semen, 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 pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen 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.
- Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
- Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.
- Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

2.2 Kriteria Perencanaan

Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) Tol Amplas – Kualanamu ini harus memiliki beberapa kriteria perencanaan yang harus dipenuhi, sehingga konstruksi bangunan sesuai dengan yang diharapkan.

Dampak lingkungan dan tata guna lahan di sepanjang jalan juga menjadi pertimbangan dalam perencanaan. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah – masalah yang timbul baik masalah sosial maupun masalah teknis.

Desain Perkerasan Jalan Metode Bina Marga (Metode Analisa Komponen) menetapkan Daya Dukung Tanah Dasar (DDT), Lintas Ekivalen Rencana (LER), Indeks Permukaan Awal (IPO), Indeks Permukaan Akhir (IPT), dan Faktor Regional untuk menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP) yang direncanakan.

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) Indeks Tebal Perkerasan (ITP) adalah suatu indeks yang menentukan tebal perkerasan dan ditulis dengan rumus umum sebagai berikut:

$$ITP = \sum a_i \cdot D_i = \quad (2.1)$$

dengan:

a_1 = Koefisien kekuatan relatif lapisan permukaan

a_2 = Kekuatan kekuatan relatif lapisan pondasi atas perkerasan beraspal

a_3 = Kekuatan kekuatan relatif lapisan pondasi atas perkerasan berbutir

a_4 = Kekuatan kekuatan relatif lapisan pondasi bawah

D_1 = Tebal lapisan permukaan

D_2 = Tebal lapisan pondasi atas perkerasan beraspal

D_3 = Tebal lapisan pondasi atas perkerasan berbutir

D_4 = Tebal lapisan pondasi bawah.

Berikut ini adalah kriteria – kriteria perencanaan yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan pembangunan jalan.

2.2.1 Klasifikasi Jalan

2.2.1.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan:

1. Jalan Arteri
2. Jalan Kolektor
3. Jalan Lokal

Jalan Arteri: Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

Jalan Kolektor: Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

Jalan Lokal: Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.2.1.2 Klasifikasi menurut kelas jalan :

1. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.
2. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan kasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1.Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (Ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	II A	8
	III B	

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga,2013, Manual desain perkerasan jalan

2.2.1.3 Klasifikasi menurut medan jalan

1. Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.
2. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3-25
3.	Pegunungan	G	>25

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 2013, Manual desain perkerasan jalan

3. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan – perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

2.2.1.4 Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

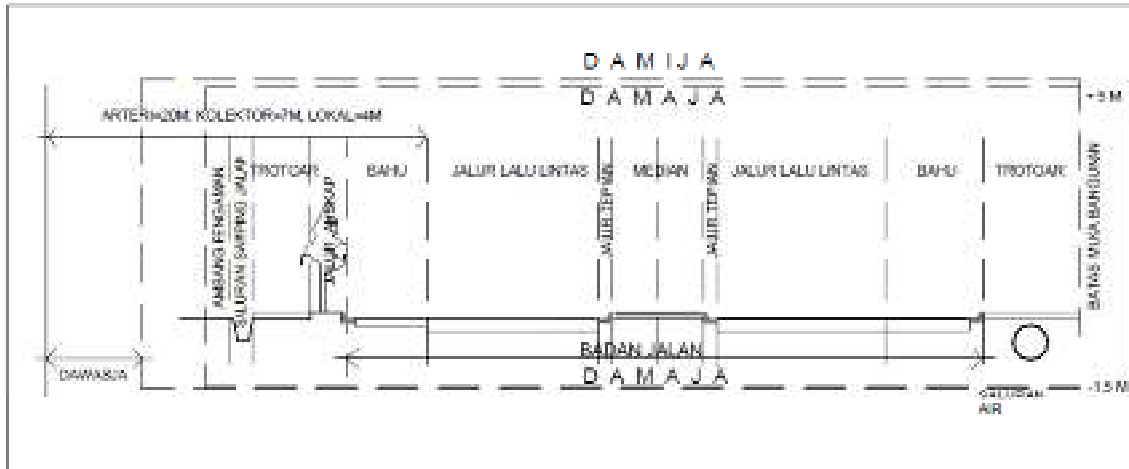
Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.26/1985 adalah jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

2.2.2 Bagian – bagian Jalan

2.2.2.1 Daerah Manfaat Jalan

Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA) dibatasi oleh (lihat Gambar 2.2.):

- a) Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan
- b) Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan
- c) Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.



<http://repositori.kemdikbud.go.id>

Gambar 2.2. Damaja, Damija, Dawasja

2.2.2.2 Daerah Milik Jalan

Ruang Daerah Milik Jalan (Damija) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter

2.2.2.3 Daerah Pengawasan Jalan

1. Ruang Daerah Pengawasan Jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut
 - a) Jalan Arteri minimum 20 meter,
 - b) Jalan Kolektor minimum 15 meter,
 - c) Jalan Lokal minimum 10 meter.
2. Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

2.2.3 Karakteristik Lalu – Lintas

Data lalu – lintas adalah data utama yang diperlukan untuk perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu – lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

Besarnya volume atau arus lalu – lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar lajur pada satu jalur jalan dalam penentuan karakteristik geometri, sedangkan jenis kendaraan

akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan.

Unsur lalu – lintas adalah benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas, sedangkan unsur lalu – lintas di atas roda disebut kendaraan dengan unit (kendaraan).

2.2.4 Kondisi Lingkungan

Emisi gas buangan kendaraan dan kebisingan berhubungan erat dengan volume lalu – lintas dan kecepatan. Pada volume lalu – lintas yang tetap, emisi ini berkurang dengan berkurangnya kecepatan sepanjang jalan tersebut tidak macet.

Saat volume lalu – lintas mendekati kapasitas (derajat kejenuhan $>0,8$), kondisi arus tersendat “berhenti dan berjalan” yang disebabkan oleh kemacetan menyebabkan bertambahnya emisi gas buangan dan kebisingan jika dibandingkan dengan kinerja lalu – lintas yang stabil.

2.2.5 Pertimbangan Ekonomi

Dalam setiap pembangunan, analisis perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk setiap proyek harus mencapai persyaratan ekonomis, terlebih lagi untuk proyek peningkatan jalan yang diperoleh berbagai anggapan dalam perhitungan biaya yang digunakan, antara lain adalah umur rencana, laju pertumbuhan lalu lintas dan tujuan dari pembina jalan. Semua biaya yang menyangkut aspek tersebut digunakan dalam analisis perhitungan biaya sesuai dengan fungsi dan tipe pekerjaan jalan.

Selain kriteria – kriteria perencanaan juga harus diperhatikan adanya azas – azas perencanaan yaitu antara lain :

1. Pengendalian biaya

Pengendalian biaya dalam suatu pekerjaan konstruksi dimaksudkan untuk mencegah adanya pengeluaran yang berlebihan sehingga sesuai dengan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang telah ditetapkan. Biaya pelaksanaan harus dapat ditekan sekecil mungkin

tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas pekerjaan. Dalam hal ini erat kaitannya dengan pemenuhan persyaratan ekonomis.

2. Pengendalian mutu

Pengendalian mutu dimaksudkan agar pekerjaan yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan dalam RKS. Kegiatan pengendalian mutu tersebut dimulai dari pengawasan pengukuran lahan, pengujian tanah serta uji tekan beton. Mutu bahan-bahan pekerjaan yang digunakan dalam pembangunan sudah dikendalikan oleh pabrik pembuatnya. Selain itu juga diperlukan pengawasan pada saat konstruksi tersebut sudah mulai digunakan, apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

3. Pengendalian waktu

Pengendalian waktu pelaksanaan pekerjaan dalam suatu proyek bertujuan agar proyek tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan timeschedule yang telah ditetapkan. Untuk itu dalam perencanaan pekerjaan harus dilakukan penjadualan pekerjaan dengan teliti agar tidak terjadi keterlambatan waktu penyelesaian proyek.

4. Pengendalian tenaga kerja

Pengendalian tenaga kerja sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang baik sesuai jadwal. Pengendalian dilakukan oleh Pengawas (mandor) secara terus menerus maupun berkala. Dari pengawasan tersebut dapat diketahui kemajuan dan keterlambatan pekerjaan yang diakibatkan kurangnya tenaga kerja maupun menurunnya efisiensi kerja yang berlebihan. Jumlah tenaga kerja juga harus dikendalikan untuk menghindari terjadinya penumpukan pekerjaan yang menyebabkan tidak efisiensinya pekerjaan tersebut serta dapat menyebabkan terjadinya pemborosan materil dan biaya.

2.3 sJENIS – JENIS PERKERASAN

2.3.1 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat (slab) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi

karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.

2.3.2 Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*)

Perkerasan lentur (flexibel pavement) merupakan perkerasan yang terdiri atas beberapa lapis perkerasan. Susunan lapisan perkerasan lentur secara ideal antara lain lapis tanah dasar (subgrade), lapisan pondasi bawah (subbase course), lapisan pondasi atas (base course), dan lapisan permukaan (surface course). Lapis permukaan yang bisa digunakan untuk perkerasan lentur antara lain LASTON, LASBUTAG, HRA, LAPEN, dan lapis pelindung (BURAS/BURTU/BURDA).

2.3.3 Gabungan Rigid dan Flexible Pavement (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) dan lapisan perkerasan lentur (flexible pavement) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.

2.4 Dasar-dasar Perencanaan

2.4.1 Lalu Lintas

2.4.1.1 Beban As dan Faktor Kerusakan Kendaraan




Untuk Beban As dan faktor kerusakan kendaraan telah diperoleh hasilnya dengan menggunakan alat jembatan timbang di tiga lokasi, yaitu : (I) Tanjung Morawa (II) Kebun Limapuluh, dan (III) Seumadam milik Dinas Perhubungan Provinsi yang dilakukan pada bulan Juni dan Juli 2009 oleh Dinas Perhubungan Provinsi (atas permintaan konsultan untuk tujuan perencanaan), dan diperoleh karakteristik beban As untuk masing-masing kendaraan untuk muatan barang melewati jembatan timbang tersebut. Hasil pengujian jembatan timbang dibuat sama dengan penggolongan kendaraan pada jalan tol yaitu Golongan I, Golongan II, Golongan III, Golongan IV, Golongan V. Angka ekivalen beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8.16 Ton.

$$\text{Sumbu Tunggal} = [\text{beban sumbu tunggal (kg)} / 8160]^4$$


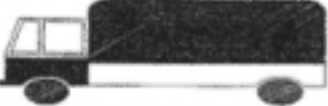

$$\text{Sumbu Ganda} = 0.086 [\text{beban sumbu ganda (kg)} / 8160]^4$$


Hasil perhitungan konfigurasi beban as kendaraan seperti ditunjukkan dalam distribusi beban as kendaraan, maka hasil perhitungan beban as masing-masing kendaraan yang akan digunakan sebagai parameter perencanaan ditunjukkan dalam tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3. Beban As Masing-masing Kendaraan



Pickup (Gol I)	 Sedan, Jeep, Station Wagon,	
Beban Kendaraan (Ton)	3,75	
Distribusi Beban As	0,50	0,50
Beban As (Ton)	1,875	1,875
Bus Ringan (Gol I)	 Bus Ringan (BR 1.2)	
Beban Kendaraan (Ton)	6,16	
Distribusi Beban As	0,34	0,66
Beban As (Ton)	2,094	4,066
Bus Besar (Gol I)	 Bus Besar (BB 1.2)	
Beban Kendaraan (Ton)	9,23	
Distribusi Beban As	0,34	0,66
Beban As (Ton)	3,138	6,094


Tabel 2.3 (Lanjutan) Beban As Masing-masing Kendaraan

Truk Ringan (Gol II)	 Truk Ringan (TR 1.2)		
Beban Kendaraan (Ton)	9,4		
Distribusi Beban As	0,34	0,66	
Beban As (Ton)	3,196	6,204	
Truk Berat (Gol II)	 Truk Berat (TB 1.2)		
Beban Kendaraan (Ton)	11,47		
Distribusi Beban As	0,34	0,66	
Beban As (Ton)	3,899	7,570	
T 1.22 (Gol III)	 T 1.22		
Beban Kendaraan (Ton)	15,53		
Distribusi Beban As	0,25	0,375	0,375

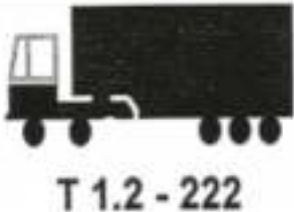
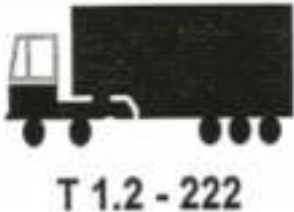
Beban As (Ton)	3,883	5,824	5,824
BB 1.22 (Gol III)	 <p>Bus Besar (BB 1.22)</p>		
Beban Kendaraan (Ton)	12,8		
Distribusi Beban As	0,25	0,375	0,375



Tabel 2.3 (Lanjutan) Beban As Masing-masing Kendaraan

Beban As (Ton)	3,200	4,800	4,800
T 1.2-2.2 (Gol IV)	 <p>T 1.2 - 2.2</p>		
Beban Kendaraan (Ton)	29,29		
Distribusi Beban As	0,18	0,24	0,24
Beban As (Ton)	5,272	7,0296	7,0296
T 1.2-22 (Gol IV)	 <p>T 1.2 - 22</p>		
Beban Kendaraan (Ton)	31,09		

Distribusi Beban As	0,15	0,25	0,30	0,30
Beban As (Ton)	4,664	7,773	9,327	9,327
				
T 1.22-2 (Gol IV)				
Beban Kendaraan (Ton)	30,50			
Distribusi Beban As	0,15	0,30	0,30	0,25
Beban As (Ton)	4,575	9,150	9,150	7,625

Tabel 2.3 (Lanjutan) Beban As Masing-masing Kendaraan

					
T 1.2-222 (Gol V)					
Beban Kendaraan (Ton)	37,74				
					
Distribusi Beban As	0,11	0,215	0,225	0,225	0,225
Beban As (Ton)	4,151	8,114	8,4915	8,4915	8,4915

T 1.22-22 (Gol V)	 T 1.22 - 22					
Beban Kendaraan (Ton)	40,30					
Distribusi Beban As	0,11	0,22	0,225	0,22	0,225	
Beban As (Ton)	4,433	8,666	9,068	8,666	9,068	
T 1.22-222 (Gol V)	 T 1.22 - 222					
Beban Kendaraan (Ton)	45,50					
Distribusi Beban As	0,09	0,17	0,17	0,19	0,19	0,19
Beban As (Ton)	4,095	7,735	7,735	8,645	8,645	8,645

Sumber :DepartemenPekerjaan Umum

Dalam perhitungan perencanaan ulang perkerasan kaku (*Rigid pavement*) ini mengacu pada standar yang sudah biasa digunakan untuk perencanaan – perencanaan perkerasan beton semen di Indonesia. Standar tersebut antara lain :

Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semenini, mencakup dasar-dasar ketentuan perencanaan perkerasan jalan, yaitu :

- Analisis kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi.
- Perhitungan beban dan komposisi lalu-lintas.
- Analisis kekuatan beton semen untuk perkerasan

Pedoman Perkerasan Beton semen ini menguraikan Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan dan contoh Perhitungan.Perkerasan beton semen pra-tegang tidak termasuk di dalam

buku ini. Prosedur ini tidak direkomendasikan untuk perencanaan tebal perkerasan di daerah permukiman dan kawasan industri.

2.4.1.2 Penentuan LHR

Untuk mendapatkan hasil jumlah Lintas Harian Rata – Rata (LHR) sesuai golongan kendaraan pada umur rencana 20 tahun, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{LHR Ke- } n = ((1 + i) ^ n) \times \text{LHR} \quad (2.2)$$

i = Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dalam persen (%)

n = Umur rencana

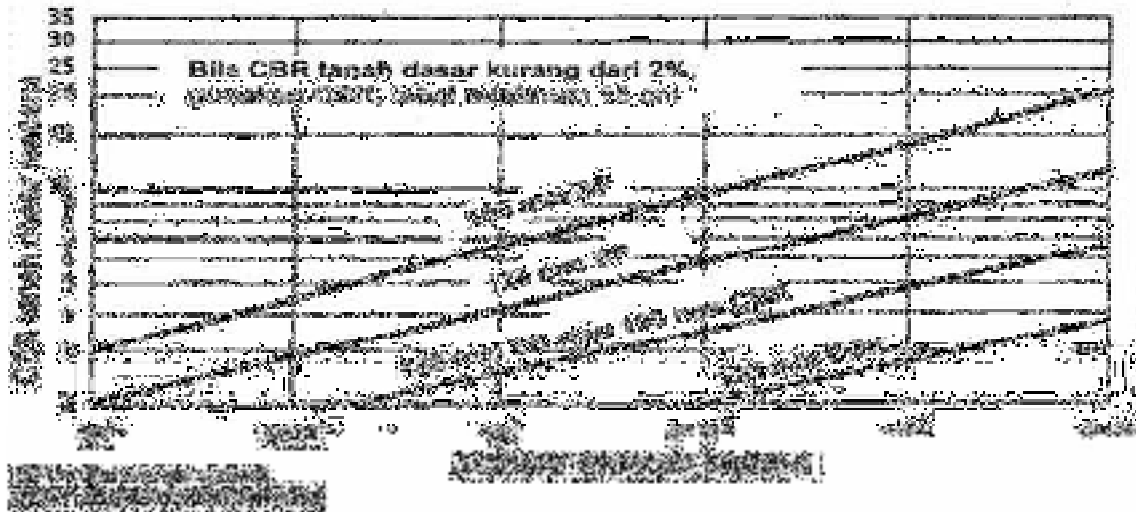
2.4.2 Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar di tentukan dengan pengujian CBR atau CBR laboratorium, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2%, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (Lean-Mix concrete) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5% pondasi bawah dapat berupa:

- Bahan berbutir
- Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (Lean Rolled Concrete)
- Campuran beton kurus (Lean Mix Concrete)

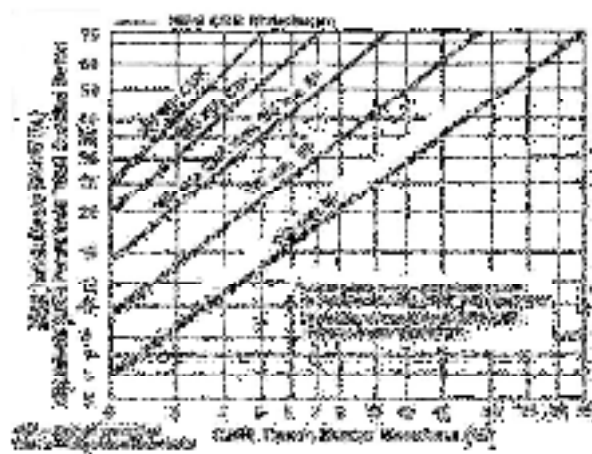
Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul.

Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ketepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif. Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton bersambung tanpa uji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK).



Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003

Gambar 2.3. Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen



Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003

Gambar 2.4. CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambungan tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan CBR tanah dasar efektif di dapat dari Gambar 2.4.

Sebelum Pekerjaan dimulai, bahan daripada pondasi harus diuji gradasinya dan wajib memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah dengan penyimpangan ijin 3%-5%. Untuk tebal minimum lapis pondasi dengan data CBR tanah 5 % adalah 15 cm, sedangkan derajat kepadatan lapis pondasi bawah adalah 100%.

2.4.3 Lalu Lintas

Penentuan bahan lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (Commercial Vehicle), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

2.4.3.1 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur Rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai Tabel 2.4

Tabel 2.4 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lebar Perkerasan (LP)	Jumlah Lajur (n _l)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
LP < 5,50m	1 Lajur	1	1
5,50 ≤ LP < 8,25m	2 Lajur	0,70	0,50
8,25 ≤ LP < 11,25m	3 Lajur	0,50	0,475
11,25 ≤ LP < 15,00m	4 Lajur	-	0,45

$15,00 \leq LP < 18,75m$	5 Lajur	-	0,425
$18,75 \leq LP < 22,00m$	6 Lajur	-	0,40

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 2013, Manual desain perkerasan jalan

2.4.4 Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (Flexural Strength) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 MPa (30-50 Kg/cm²) kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5-5,5 MPa (50-55 Kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 Mpa (2,5 Kg/cm²) terdekat.

Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut:

$$f_{cf} = K(f'c)^{0.50} \text{ MPa}$$

$$f_{cf} = 3.13K(f'c)^{0.50} \text{ Kg/cm}^2$$

Dengan Pengertian:

$f'c$: kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)

f_{cf} : kuat tekan lentur beton 28 hari (kg/cm²)

K : Konstanta 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat pecah

Kuat tarik lentur dapat juga ditentukan dari hasil uji kuat tarik leleh beton yang dilakukan menurut SNI 03-2491-1991.

f_{cf} : 1,37 f_{cs} , dalam MPa atau

f_{cf} : 13,44 f_{cs} , dalam kg/cm²

Dengan pengertian

F_{cs} : kuat tarik belah beton 28 hari

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (Steel-Fibre) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton, untuk jalan plaza tol, putaran dan pemberhentian bus.

Panjang serat baja anatar 15 mm dan 55 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal serat dengan panjang antara 15 dan 55 mm dapat ditambahkan kedalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75

dan 45 kg/m³. Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

2.4.4.1. Perencanaan tebal plat beton

- Menghitung JKNH (Jumlah Kendaraan Niaga Harian) pada tahun pembukaan
- Menghitung JKN (Jumlah Kendaraan Niaga) selama umur rencana

$$JKN = 365 \times JKNH \times R \quad (2.3)$$

R = Faktor pertumbuhan

$$= \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad (2.4)$$

Dimana :

i = Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dalam persen (%)

UR = Umur Rencana

- Menghitung persentase masing-masing beban sumbu dan jumlah repetisi yang akan terjadi selama umur rencana

$$\text{Persentase beban sumbu} = \frac{\text{jumlah sumbu yang ditinjau}}{JSKNH} \quad (2.5)$$

$$\text{Repetisi yang akan terjadi} = \text{JKN} \times \text{persentase jumlah sumbu} \times \text{koefisien distribusi jalur} \quad (2.6)$$

penentuan koefisien distribusi jalur dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Koefisien distribusi jalur

Jumlah Jalur	Kendaraan Niaga	
	1 Arah	2 Arah
1 Lajur	1	1
2 Lajur	0.70	0.50
3 Lajur	0.50	0.475
4 Lajur	-	0.45
5 Lajur	-	0.425

6 Lajur	-	0.40
---------	---	------

Sumber : *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (2003)*

- Besarnya beban sumbu rencana dihitung dengan cara mengalikan beban sumbu yang ditinjau dengan faktor keamanan (FK) yang ditunjukkan dalam tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor Keamanan

Peranan Jalan	FK (Faktor Keamanan)
Jalan Tol	1.2
Jalan Arteri	1.1
Jalan Kolektor	1.0
Jalan Lokal	-

Sumber : *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (2003)*

- Dengan besaran-besaran beban sumbu, k dan tebal pelat yang sudah diketahui (ditaksir), besarnya tegangan yang terjadi bisa didapat dari nomogram yang bersangkutan.
- Perbandingan antara tegangan yang terjadi dengan MR
- Berdasarkan perbandingan tegangan tersebut, kemudian dari tabel 2.7 dapat diketahui jumlah pengulangan (repetisi) tegangan yang diizinkan.

Tabel 2.7 Perbandingan Tegangan dan Jumlah Repetisi yang diizinkan

Perbandingan Tegangan	Jumlah Pengulangan Beban yang Diizinkan	Perbandingan Tegangan *	Jumlah Pengulangan Beban yang Diizinkan
0.51 +	400000	0.69	2500
0.52	300000	0.70	2000

0.53	240000	0.71	1500
0.54	180000	0.72	1100
0.55	130000	0.73	850
0.56	100000	0.74	650
0.57	75000	0.75	490
0.58	57000	0.76	360
0.59	42000	0.77	270
0.60	32000	0.78	210
0.61	24000	0.79	160
0.62	18000	0.80	120
0.63	24000	0.81	90
0.64	22000	0.82	70
0.65	8000	0.83	50
0.66	6000	0.84	40
0.67	4000	0.85	30
0.68	3500	-	-

Sumber :Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (2003)

+) Tegangan sama dengan atau lebih kecil dari 0.50, maka pengulangan beban tak terhingga

*) Tegangan akibat beban dibagi dengan *Modulud of Rapture (MR)*

- Persentase lelah (*fatigue*) untuk setiap konfigurasi beban sumbu dapat dihitung dengan

$$\text{cara} = \frac{\text{membagi repetisi yang akan terjadi}}{\text{repetisi yang diizinkan}} \quad (2.7)$$

- Total *fatigue* dihitung dengan cara menjumlahkan besarnya persentase *fatigue* dari seluruh konfigurasi beban sumbu.
- Langkah-langkah yang sama diulang untuk tebal pelat beton lainnya yang dipilih/ditaksir
- Tebal pelat beton yang dipilih / dtaksir dinyatakan sudah benar / cocok apabila total *fatigue* yang didapat besarnya lebih kecil atau sama dengan 100 %

2.5 Penulangan

2.5.1 Menentukan Segmen Pelat Beton

Ukuran Segmen pelat beton yang disarankan Bina Marga adalah bahwa perbandingannya tidak melebihi 1.25, dimana digunakan juga pelat beton rencana sebesar 3,6 meter untuk mengetahui apakah ukuran segmen pelat memenuhi syarat Bina Marga. Untuk itu dilakukan perhitungan sebagai berikut.

2.5.2 Sambungan Memanjang (Tier Bar)

Fungsi dari Tier bar adalah untuk memegang antar Slab sehingga tetap teguh, tidak bergeser dan juga direncanakan untuk menahan gaya tarik namun tidak untuk memindahkan beban.

- Steel working stress (f_s) grade 40 = 30.000 psi
- BJTU (Baja Tulangan Ulir) 24 diameter 18 mm jarak Tier Bar melalui persamaan berikut :

$$L = (38,3 \times \emptyset) + 75 \quad (2.8)$$

Dimana pengertian :

L = Panjang batang pengikat

\emptyset = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm)

Perhitungan penulangan yang digunakan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

Tebal Pelat

Yaitu : Struktur yang dibuat dari beton dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada struktur tersebut.

Jumlah lajur tiap arah

Yaitu : Jumlah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana

Panjang Pelat

Yaitu :Panjang dari struktur per segmen pada perencanaan

Lebar Pelat

Yaitu : Lebar dari struktur per segmen pada perencanaan

Mutu baja tulangan, yang direncanakan adalah untuk Bina Marga adalah :

- a. BJTP 24 (fy : tegangan leleh = 28300 psi)
- b. BJTD 40 (fy : tegangan leleh = 47500 psi)

2.5.3 Sambungan Melintang (Dowel)

Direncanakan sebagai alat pemindah beban pada setiap segmen slab perkerasan beton dengan menggunakan besi baja polos. Untuk melintang yang tidak direncanakan harus menggunakan batang pengikat berulir (pada waktu pelaksanaan). Penggunaan Besi Dowel dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Penggunaan Besi Dowel

Tebal pelat		Diameter		Panjang		Jarak	
Inchi	Mm	Inchi	mm	inchi	mm	Inchi	Mm
6	150	1	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1,2	32	18	450	12	300
10	250	1,25	32	18	450	12	300
11	275	1,4	32	18	450	12	300
12	300	1,5	38	18	450	12	300
13	320	1,65	42	18	450	12	300
14	340	1,75	45	18	450	12	300

Sumber :Jalan Raya 2 (2003)

Atau dengan persamaan

$$d = D/8 \quad (2.10)$$

Dimana:

d = diameter dowel (inchi)

D = Tebal pelat beton (inchi)

2.6 Tinjauan Pustaka Dari Penelitian Sebelumnya

Sulistyo, Kusumaningrum (2013). Analisis Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku Dengan Menggunakan Metode Bina Marga Dan Metode AASHTO Serta Merencanakan Saluran Permukaan Pada Ruas Jalan Abdul Wahab, Sawangan. Untuk perkerasan kaku di jalan Abdul Wahab dengan menggunakan metode Bina Marga adalah 20 cm, sedangkan perancangan metode AASHTO tebal lapis permukaan adalah sebesar 21 cm atau berbeda 10 mm. Lebar pelat perkerasan diambil dengan lebar jalur lalu lintas yaitu 3,5 m x 2. Perencanaan perkerasan metode AASHTO didapati bahwa tebal pelat perkerasan akan bertambah sesuai dengan pertumbuhan lalu lintas ekivalen selama umur rencana, sebaliknya tebal pelat akan berkurang dengan pengurangan volume lalu lintas ekivalen. Dimensi saluran tepi yang optimal untuk menampung debit air berdasarkan intensitas curah hujan maksimum adalah saluran segi empat dengan dimensi 0,5 m x 0,5 m.

Wahid Ahmad, (2009). Perencanaan Pelapisan Tambah Pada Perkerasan Kaku Berdasarkan Metode Bina Marga dan Aashto (Study Literatur). Hasil pelapisan tambah langsung (*bonded concrete*) untuk kondisi perkerasan yang mengalami retak awal dengan menggunakan Metode Bina Marga 2002 diperoleh sebesar 7 cm, sedangkan Metode AASHTO 1993 diperoleh sebesar 5 cm. Tebal lapis tambah yang diperoleh dengan menggunakan metode Bina Marga 2002 untuk desain overlay pada pelapisan tambah langsung (*bonded concrete*) lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan Metode AASHTO 1993, Sedangkan tebal lapis tambah yang diperoleh dengan menggunakan metode Bina Marga 2002 untuk desain overlay pada pelapisan tambah dengan pemisah (*unbonded concrete*) lebih kecil jika dibandingkan dengan menggunakan Metode AASHTO 1993.

Richrisna Helena Waas, 2012. Perbandingan Nilai Tingkat Kerusakan Jalan Secara Visual Dengan Metode Dirgolaksono Mochtar dan metode Bina Marga (Studi Kasus : Ruas Jalan Hunitetu Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat). Solusi perbaikan terhadap ruas jalan Hunitetu yang memiliki tingkat kerusakan sedang yaitu dengan pekerjaan perbaikan overlay berdasarkan volume kerusakan berdasarkan metode Dirgolaksono dan Mochtar karena lebih sesuai dengan kondisi di lapangan, dimana kerusakan dengan tingkat keparahan yang dapat dijangkau oleh metode Dirgolaksono dan Mochtar belum dapat dijangkau oleh metode yang lain sehingga belum tentu dengan prioritas perbaikan berdasarkan metode yang lain dapat di perbaiki secara baik.

BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Pengumpulan Data Lapangan

3.1.1 Survei Inventori Jalan

Survei inventori jalan dilakukan untuk mengetahui kondisi *existing* dan situasi lokasi perencanaan. Kegiatan yang dilakukan pada inventori jalan adalah :

- a) Menentukan awal dan akhir pengukuran serta pemasangan patok beton *Bench Mark* di awal dan akhir pelaksanaan.
- b) Mengamati kondisi jalan.

- c) Menyarankan posisi patok *Bench Mark* pada lokasi yang akan dijadikan referensi.

3.1.2 Survei Tanah

Survei penyelidikan tanah, untuk mengetahui kondisi tanah dasar di lokasi perencanaan sebagai dasar acuan penentuan bangunan bawah dari struktur yang direncanakan.

Kegiatan yang dilakukan pada survei pendahuluan tanah adalah :

- a. Mengamati secara visual kondisi lapangan yang berkaitan dengan karakteristik tanah dan batuan.
- b. Mengamati perkiraan lokasi sumber material (*quarry*) sepanjang lokasi pekerjaan.
- c. Melakukan pemotretan atau pengambilan gambar pada lokasi-lokasi khusus (rawan longsor, dll).
- d. Melakukan tes untuk mengetahui CBR tanah dasar.
- e. Membuat rencana kerja untuk tim survei detail.

3.1.3 Survei Lalu Lintas

Survei lalu lintas, untuk mengetahui beban lalu lintas kendaraan dan jumlah total volume lalu – lintas di sekitar lokasi perencanaan sebagai dasar untuk memperkirakan dan merencanakan beban yang akan melalui jalan tersebut.

Kegiatan yang dilakukan pada survei lalu lintas adalah ;

- a. Mengumpulkan data kendaraan yang lewat, termasuk jumlah dan jenis kendaraan lalu – lintas.
- b. Menganalisa kapasitas jalan.

3.1.4 Survei Lingkungan

Kegiatan yang dilakukan pada survei dampak lingkungan adalah :

- a. Inventarisasi terhadap zona lingkungan awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi komponen lingkungan yang sensitif.
- b. Aspek fisik, kimia dan biologi.
- c. Aspek sosial ekonomi dan budaya masyarakat.
- d. Pencatatan lokasi bangunan bersejarah, kuburan, fasilitas umum dsb.
- e. Pengambilan contoh air.
- f. Pengamatan kondisi.

- g. Foto dokumentasi yang diperlukan sehubungan dengan analisa.
- h. Membuat rencana kerja untuk survei detail.

3.2. Pengumpulan Data Penunjang

3.2.1 Peta Jaringan Jalan

Peta ini menunjukkan jaringan jalan yang sudah ada dalam satu wilayah propinsi, lengkap dengan batas – batas kabupaten. Peta ini diterbitkan oleh Departemen P.U. tetapi tidak dipublikasikan.

3.2.2 Data dan Informasi

a) Data Curah Hujan

Data curah hujan dapat diperoleh dari kantor BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika). Apabila data tidak tersedia, maka dapat juga digunakan peta hujan sebagai pendekatan. Data curah hujan juga dapat diperoleh dari Dinas Pertanian di daerah – daerah.

b) Informasi

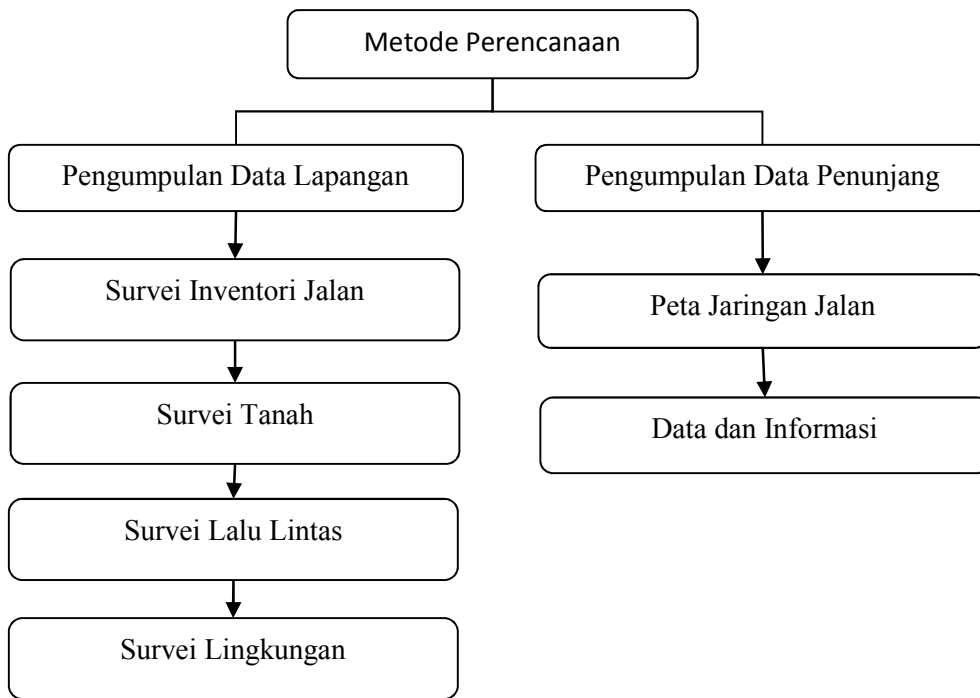
Informasi tentang :

- Sarana transportasi untuk mencapai lokasi.
- Biaya hidup dilokasi survei.
- Cuaca dan suhu dilokasi, dll.

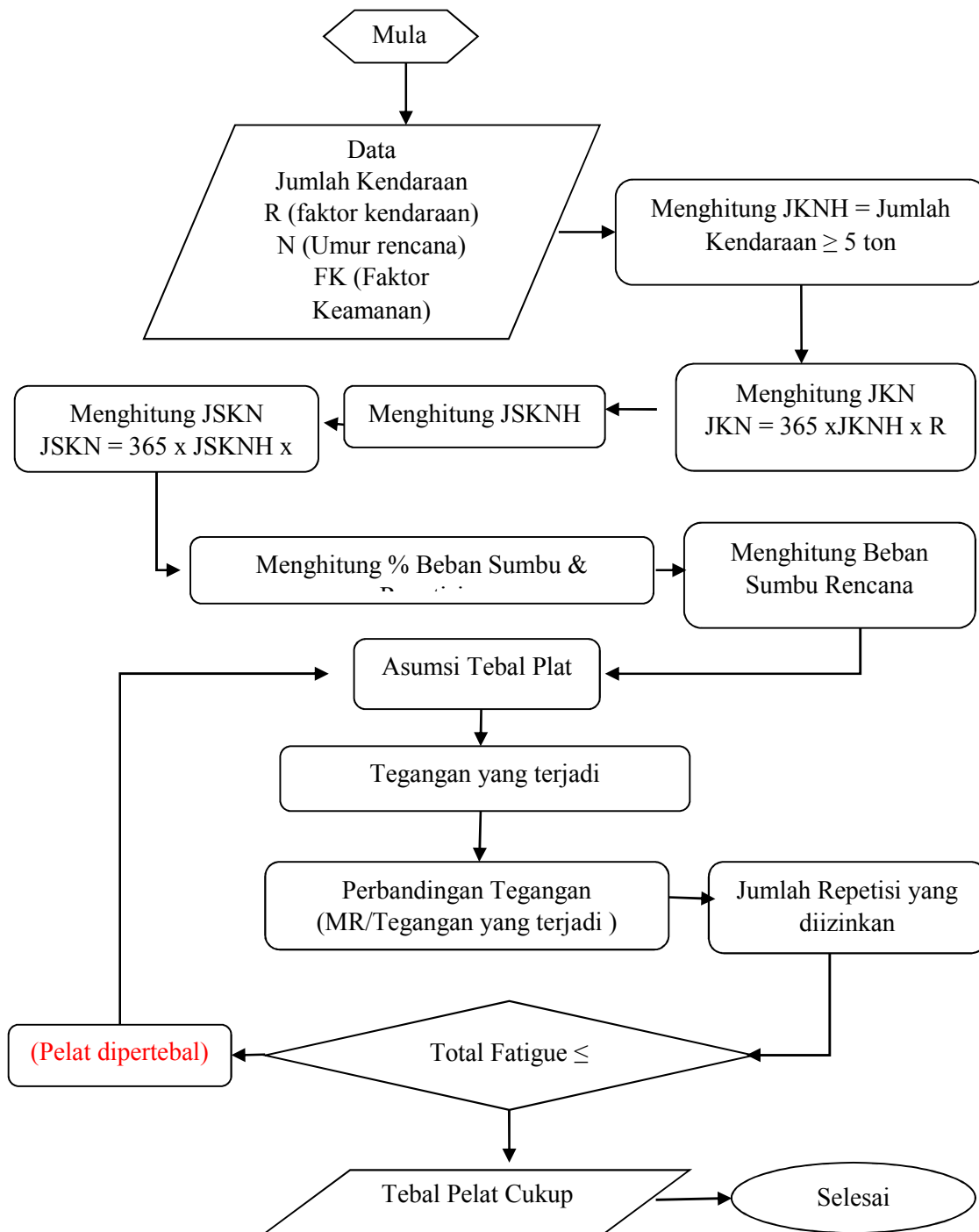
3.3. Bagan Perencanaan

Penulis menyusun alur metode perencanaan, seperti yang tertera pada bagan perencanaan

1. Untuk selanjutnya, penulis menyusun alur perhitungan tebal pelat beton, seperti yang tertera pada bagan 2



Bagan 1 : Metode Perencanaan



Bagan 2 : Alur perhitungan tebal pelat beton