

**STUDI ANALISA TEBAL PERKERASAN KAKU
PADA RUAS JALAN KAMPUNG DATAH BILANG - LUTAN DI KABUPATEN MAHAKAM
ULU**

**Murad¹⁾
Yuswal Subhy²⁾
Suratmi³⁾**

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 2945

ABSTRACK

Roads are one of the land transportation infrastructure that has an important role for human life. In addition to geometric road planning, road pavement is part of road planning that must be planned effectively and efficiently, because the road service level requirements are higher. Kampung Datah Bilang – Lutan Road Section is one part of the collector's road that connects the sub-district and Trans-Province Roads, which until now are very much expected to be developed. The construction of this road using rigid pavement, so that the pavement is resistant until its service life, it needs the right design method in its planning. There are many methods for designing the thickness of this concrete plate, including using the Bina Marga 2013 method and AASHTO 1993. In this thesis, the aim is to analyze the alternative thick design of pavement to examine the planning parameters of both methods, plan the thickness of the concrete slab, and analyze the comparative results of the two methods.

This method begins with the collection of secondary data in the form of traffic data, land data and hydrological data, then calculating the thickness of the hardness using both methods. In planning the calculation of plate thickness, the input parameters for each method are needed.

The input parameters for pavement thickness planning for the Bina Marga 2013 method are traffic parameters, subgrade, sub base course, sub base course of grained material, and concrete strength. The input parameters for pavement thickness planning for the 1993 AASHTO method are traffic parameters, subgrade modulus, pavement construction material, realibility, and drainage coefficient. For the case study of Kampung Datah Bilang – Lutan Road Section the concrete slab thicker based on the Bina Marga 2013 method calculation was 28,5 cm, while based on the 1993 AASHTO method was 17 cm. The difference obtained is quite large, namely 11,5 cm. This is due to differences in the input parameters of each method.

Key words : *AASHTO 1993, Bina Marga 2013, rigid, pavement*

¹⁾ Karya Siswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945

³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945

PENDAHULUAN

Salah satu sektor dalam usaha untuk mengembangkan suatu daerah adalah pembangunan sarana dan prasarana transportasi. Sebagaimana diketahui, di Indonesia ada berbagai jenis transportasi darat, transportasi laut dan transportasi udara. Dari berbagai jenis transportasi darat, salah satu sarana utama adalah jaringan jalan. Jalan raya berfungsi sebagai penghubungan antara satu daerah dengan daerah lain.

Selain itu jalan raya juga berfungsi sebagai sarana aktivitas penduduk untuk mengembangkan potensi ekonomi rakyat, sosial budaya, serta sebagai sarana dan prasarana dalam pembangunan wilayah secara merata.

Sesuai dengan hirarki transportasi, perencanaan jalan dibuat untuk menghubungkan antar negara / wilayah / kota / desa yang satu dengan yang lain yang yang belum terhubung. Dengan jalan masyarakat bisa melakukan interaksi dan aktivitas secara cepat sehingga perkembangan baik ekonomi maupun penduduk bisa merata dan menyebar di setiap daerah serta dapat menghubungkan antar perkampungan.

Kondisi jalan di Kampung Datah Bilang - Kampung Lutan Yang Ada di Kabupaten Mahakam Ulu khususnya kecamatan Long Hubung bisa dikatakan sudah terbuka badan dengan perkerasan berbutir dan geometrik dan peningkatan perkerasan badan jalan perlu dikaji ulang menyesuaikan kriteria perencanaan agar memudahkan akses darat antara kampung ke kampung.

Dengan adanya pekerjaan jalan diharapkan tingkat pelayanan jalan dan akses menuju kampung data bilang - kampung lutan dapat terjangkau oleh kendaraan berat maupun ringan. Sesuai dengan program pemerintah propinsi Kalimantan timur dan untuk meningkatkan kemampuan pelayanan jalan guna menampung arus lalu lintas.

Maka dari itu sebelum dilaksanakan pembangunan jalan tersebut dilakukan perencanaan Pembangunan Jalan Kampung Datah Bilang – Lutan dengan tahapan perencanaan tebal perkerasan kaku karena lebih tahan lama terhadap beban kendaraan berat.

Adapun maksud dan tujuan dari Perencanaan tebal perkerasan yang penulis lakukan adalah :

1. Dapat merencanakan menghitung tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga 2013 dan AASHTO 1993
2. Dapat merencanakan tebal perkerasan kaku dengan metode AASHTO (1993) pada Pembangunan Ruas Jalan Kampung Datah Bilang – Lutan.
3. Dapat membandingkan tingkat efisiensi dimensi dengan 2 metode (Bina Marga 2013 dan AASHTO 1993 pada Pembangunan Ruas Jalan Kampung Datah Bilang – Lutan.

METODE PENELITIAN

Penanganan tebal perkerasan ini direncanakan menggunakan material beton, adapun teknik pengambilan data yang akan dilakukan untuk analisa konstruksi ini adalah data :

1. Data primer
 - a. Data Topografi

Data Topografi adalah data kondisi kontur tanah di lokasi penelitian yang di dapat dengan cara terjun langsung ke lapangan bersama konsultant perencana yang menangani kegiatan tersebut.

b. Data Tanah

Data Tanah tersebut diambil dari hasil DCP yang diambil langsung dilapangan secara acak pada kegiatan tersebut.

c. Data Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR).

Data LHR diperoleh berdasarkan standar klasifikasi jalan yang ada meyesuaikan dengan daerah di sekitar lokasi

2. Data Sekunder :

a. Data Visual Lokasi Penelitian

b. Data visual lokasi penelitian adalah data dokumentasi dari kondisi awal lokasi penelitian yang didapat dengan cara terjun langsung ke lapangan.

3. Data Literatur

Data Literatur adalah data tinjauan pustaka yang berhubungan dengan teori perkerasan kaku didapat dari buku-buku penunjang.

METODE ANALISA DATA

Adapun metode untuk menganalisa data tersebut mengenai tebal perkerasan pada ruas jalan Kampung Datarh Bilang - Lutan diolah dengan melakukan perhitungan menggunakan perkerasan kaku metode Bina marga 2013 dan AASTHO 1993.

PEMBAHASAN

Nilai CBR

Data CBR (California Bearing Ratio) pada perkerasan ruas jalan ruas jalan kampung Data bilang - Lutan, yang dipergunakan untuk mengetahui nilai kekuatan tanah dasar (Daya Dukung Tanah). Berdasarkan data CBR yang diperoleh, hasil pengujian tanah secara acak diperoleh nilai CBR.

Tabel 1 Nilai CBR mewakili

No.	Station	Nilai CBR	Keterangan
1	0 + 200	6.22	Badan Jalan
2	0 + 750	7.56	Badan Jalan
3	3 + 000	4.92	Bahu Jalan
4	3 + 250	3.42	Badan Jalan
5	3 + 300	3.48	Badan Jalan

6	3	+	500	3.86	Badan Jalan
7	4	+	000	3.48	Bahu Jalan
8	5	+	000	3.83	Bahu Jalan
9	5	+	000	7.79	Badan Jalan
10	5	+	300	5.06	Badan Jalan
11	6	+	000	3.86	Bahu Jalan
12	6	+	000	8.89	Badan Jalan
13	7	+	000	5.06	Bahu Jalan
14	7	+	000	7.74	Badan Jalan
$\Sigma =$				75	

- Menentukan Nilai CBR Design dengan cara analitis

$$\begin{aligned} \text{CBR Rata-rata} &= 75 / 14 \\ &= 5,37 \% \end{aligned}$$

$$\text{CBR Max} = 8,89$$

$$\text{CBR Min} = 3,42$$

$$\text{Nilai R} = 3,18$$

$$\begin{aligned} \text{CBR Segmen} &= \text{CBR rata-rata} - (\text{CBR Max} - \text{CBR Min}) / R \\ &= 5,37 - (8,89 - 3,42) / 3,18 \\ &= 3,65 \% \end{aligned}$$

Hasil analisis data tanah dengan cara analitis didapatkan CBR yang mewakili adalah 3,65 %.

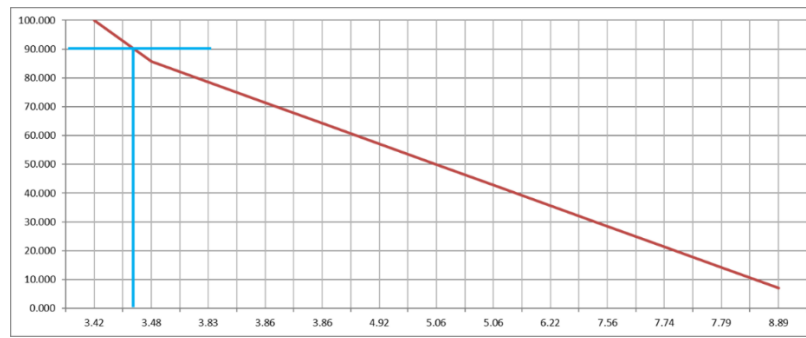
- Menentukan Nilai CBR Design dengan cara grafis

Tabel. 2. Persentase nilai CBR

CBR %	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
3.42	14	100
3.48	12	86
3.83	11	79
3.86	10	71
3.86	9	64
4.92	8	57
5.06	7	50

5.06	6	43
6.22	5	36
7.56	4	29
7.74	3	21
7.79	2	14
8.89	1	7

Selanjutnya dari hasil tabel tersebut dibuatkan grafik hubungan antara CBR dan jumlah persentase tadi. Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari angka persentase 90%, sehingga nilai CBR yang mewakili dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 1 Grafik Hubungan antara CBR dan Persentase yang mewakili

Hasil analisis data tanah dengan cara grafis didapatkan nilai CBR yang mewakili adalah 3,46 %.

Setelah menghitung nilai CBR Segmen dengan menggunakan cara analitis dan grafis, maka nilai yang diambil adalah nilai terkecil, yaitu 3,46 %.

Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Metode Binamarga (Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2013)

Data Untuk Menghitung Tebal Perkerasan Kaku

- CBR Tanah Dasar = 3,46 %
- Kuat Tarik Lentur (f_{cf}) = 4.4 Mpa (FS = 45 kg/cm²)
- Bahan Pondasi Bawah = Stabilisasi
- Mutu Baja Tulangan =

BJTU	=	39	f_y	=	3900	kg/cm ²
BMDT	=	24	f_y	=	2400	kg/cm ²
- Koefisien Gesek antara pelat beton dan pondasi (μ) = 1,3
- Bahu Jalan = tidak ada

- Ruji (dowel) = ya
- Data Lalu lintas harian rata-rata
 - Mobil Penumpang = 2000 buah/hari
 - Bus = 250 buah/hari
 - Truk 2 As kecil = 250 buah/hari
 - Truk 2 As Besar = 350 buah/hari
 - Truk 3 As = 250 buah/hari
 - Truk Gandengan = 0 buah/hari
- Pertumbuhan Lalu-lintas (i) = 10 % pertahun
- Umur Rencana (UR) = 20 Tahun

Analisis lalu lintas

Tabel 3 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (Ton)				Jml.	Jml.Sumbu	Jml.	STRT		STRG		STdRG	
					Kend.	/kend.	Sumbu	BS	JS	BS	JS	BS	JS
	RD	RB	RGD	RGB	(Bh)	(Bh)		(Ton)	(bh)	(Ton)	(bh)	(Ton)	(bh)
1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
MP	1	1	-	-	2,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3	5	-	-	250	2	500	3	250	5	250	-	-
Truk 2 as kecil	2	4	-	-	250	2	500	2	250	-	-	-	-
								4	250	-	-	-	-
Truk 2 as besar	5	8	-	-	350	2	700	5	350	8	350	-	-
Truk 3 as Td	6	14	-	-	250	2	500	6	250	-	-	14	250
Truk Gd	6	14	5	5	0	4	0	6	0	-	-	-	-
								5	0	-	-	-	-
								5	0	-	-	14	0
JUMLAH							2,200		1,350		600		250

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN)

Koefisien distribusi (Cd) = 0.45

Faktor Keamanan = 1,0

Dengan nilai R

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

$$R = 60,09$$

Jumlah Sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 Tahun

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\ &= 365 \times 2,200 \times 60,09 \\ &= 46011900 \\ &= 4.60 \times 10^7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN rencana} &= 0.5 \times 4.60 \times 10^7 \\ &= 2.41 \times 10^7 \end{aligned}$$

Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Tabel 4 Perhitungan repetisi sumbu rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-Lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
STRT	6	250.00	0.19	0.61	2,41 x 10 ⁷	0,27 x 10 ⁷
	5	350.00	0.26	0.61	2,41 x 10 ⁷	0,38 x 10 ⁷
	4	250.00	0.19	0.61	2,41 x 10 ⁷	0,27 x 10 ⁷
	3	250.00	0.19	0.61	2,41 x 10 ⁷	0,27 x 10 ⁷
	2	250.00	0.19	0.61	2,41 x 10 ⁷	0,27 x 10 ⁷
Total		1350.00	1.00			
STRG	8	350	0.58	0.27	2,41 x 10 ⁷	0,38 x 10 ⁷
	5	250	0.42	0.27	2,41 x 10 ⁷	0,27 x 10 ⁷
Total		600	1.00			
STdRG	14	250	1.00	0.11	2,41 x 10 ⁷	0,27 x 10 ⁷

Total		250	1.00			
Kumulatif						2,41 x 10 ⁷

Perhitungan Tebal pelat beton

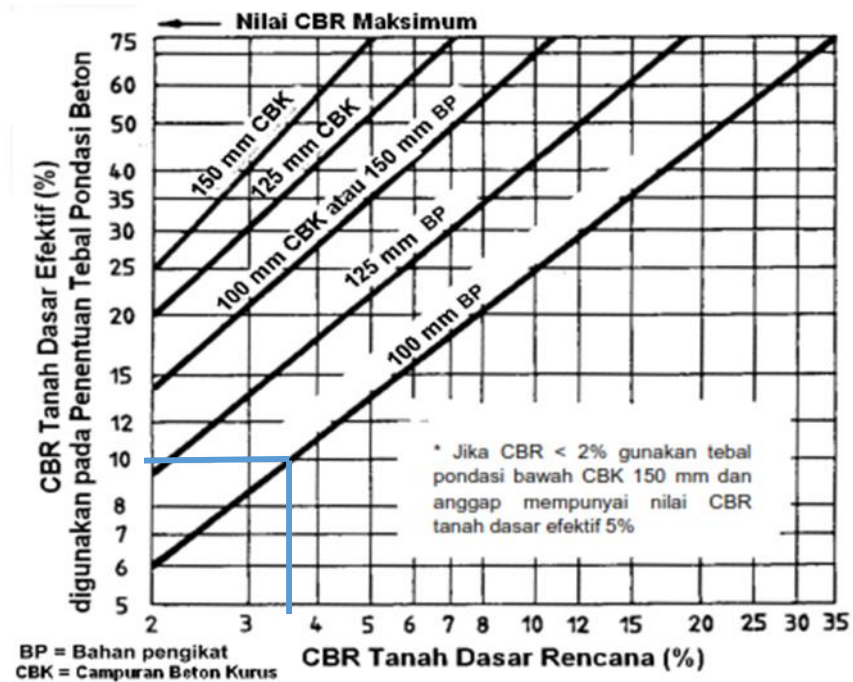
Sumber data beban	=	Hasil Survey
Jenis perkerasan	=	BBTT dengan Ruji
Jenis bahu	=	Beton
Umur rencana	=	20 Tahun
JSK	=	2.41 x 10 ⁷
Faktor keamanan beban	=	1,0 (Tabel 4.6)

Tabel 4.5 Faktor keamanan beban (F_{KB})

No.	Penggunaan	Nilai F _{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Kuat tarik lentur beton (f' cf) umur 28 hari	=	4,4	Mpa
Jenis dan tebal lapis pondasi :	=	100	mm (BP)
CBR tanah dasar :	=	3,46	%
CBR efektif :	=	10	%

Menentukan CBR efektif dan tebal pondasi berdasarkan gambar grafik hubungan CBR tanah dasar rencana dengan jenis pondasi.



Gambar 2 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Jenis dan tebal lapis pondasi : = 100 mm (BP)
 CBR tanah dasar : = 3,46 %
 CBR efektif : = 10 %

Berdasarkan Bagan Desain 4 Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat (Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013)

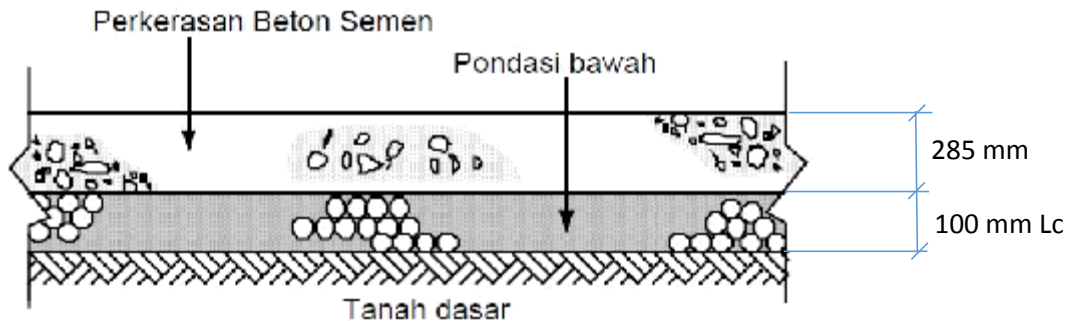
Tabel 6 Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) ¹¹	<4.3x10 ⁶	<8.6 x 10 ⁶	< 25.8 x 10 ⁶	<43 x 10 ⁶	<86 x 10 ⁶
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Pondasi LMC	150				
Lapis Pondasi Agregat Kelas A ¹²	150				

Tabel 7 Analisa Fatik dan erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu kN	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi		
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	
A(1)	B(2)	C = (B x Fkb)/2 (3)	D(4)	E(5)	F = Grafik (6)	G = D x 100/F (7)	H = Grafik	I = D x 100/H	
STRT	60	30,00	2.741.606	TE	0,62	TT	-	TT	-
	50	25,00	3.838.249	FRT	0,15	TT	-	TT	-
	40	20,00	2.741.606	FE	1,79	TT	-	TT	-
	30	15,00	2.741.606			TT	-	TT	-
	20	10,00	2.741.606			TT	-	TT	-
A		C	D	E	F	G	H	I	
STRG	80	20,00	3.838.249	TE	1,06	TT	-	TT	-
	50	12,50	2.741.606	FRT	0,25	TT	-	TT	-
				FE	2,39				
A		C	D	E	F	G	H	I	
STRJRG	140	17,50	2.741.606	TE	0,99	TT	-	TT	-
				FRT	0,24				
				FE	2,58				
TOTAL						0,0 < 100 %		0,00 < 100 %	

Dari perhitungan diatas didapatkan 0 % rusak fatik lebih kecil dari 100% (tebal pelat aman), maka tebal pelat beton yang dipakai adalah 285 mm.



Gambar 3 Hasil tebal perkerasan

Perhitungan Penulangan

Pekerasan beton bersambung tanpa tulangan.

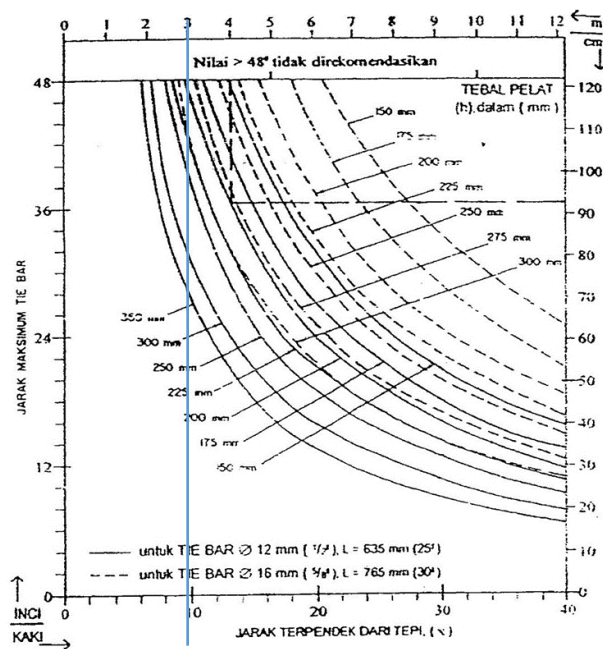
Pemasangan sambungan memanjang ditunjukkan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang.

- Tebal Pelat : 285 mm (28,5 cm)
- Lebar Pelat : 2 x 3 m
- Panjang pelat : 5 m
- Sambungan susut dipasang setiap 5 m.

- Ruji digunakan dengan diameter \varnothing 25 mm, panjang 450 mm dengan jarak 300 mm.

Tie Bar

- Tie bar dirancang untuk memegang plat sehingga teguh, dan dirancang untuk menahan gaya-gaya tarik maksimum. Tie bar tidak dirancang untuk memindah beban.
- 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 sambungan memanjang
- Untuk menentukan dimensi batang pengikat, menurut AASHTO, 1986, dapat digunakan grafik di bawah ini:



Gambar 4.5 Grafik jarak maksimum *Tie Bar*

Dari pembacaan grafik diatas, maka pada rancana lebar 5 m dan tebal plat 0.18 cm tidak memerlukan *Tiebar*

- Dowel

Alat pemindah beban yang biasa dipakai adalah dowel baja bulat polos. Syarat perancangan minimum dapat mengacu pada tabel 4.9 :

Dimana :

$$d = \text{Diameter dowel (inches)}$$

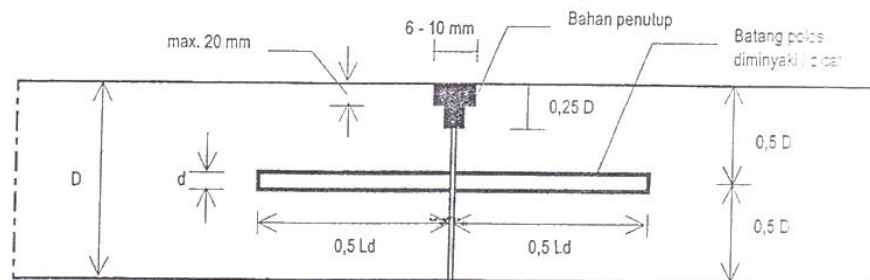
D = Tebal pelat beton (inches)

Tabel 8 Ukuran dan Jarak batang Dowel yang disarankan

(sumber *Principles of Pavement Design By Yoder & Witzcak, 1975*)

TEBAL PELAT		DIAMETER		PANJANG		JARAK	
INCH	MM	INCH	MM	INCH	MM	INCH	MM
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
10	250	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
11	275	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
12	300	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	2	300
13	325	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
14	350	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300

Ruji digunakan dengan diameter \varnothing 25 mm, panjang 450 mm dengan jarak 300 mm.



Gambar 4.6 sambungan susut melintang dengan dowel

Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993

Perencanaan mangacu pada AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) guide for design of pavement structures 1993 (selanjutnya disebut AASHTO 1993). Langkah-langkah / tahapan, prosedur dan parameter-parameter perencanaan secara praktis diberikan sebagai berikut di bawah ini.

Parameter perencanaan terdiri :

- Analisis lalu-lintas : mencakup umur rencana, lalu-lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, vehicle damage factor, equivalent single axle load
- Terminal serviceability

- Serviceability loss
- Reliability
- Standar normal deviasi
- Standar deviasi
- CBR dan modulus reaksi tanah dasar
- Modulus elastisitas beton, fungsi dari kuat daya tekan beton
- Flexural strength
- Drainage coefficient
- Load transfer coefficient

Vehicle Damage Factor (VDF) rata-rata dan VDF desain

Data nilai-nilai Vehicle Damage Factor (VDF) akan dirangkum pada Tabel 3 Vehicle Damage Factor desain

- Jika dilakukan survei primer beban gandar kendaraan, maka digunakan nilai VDF dari hasil survei tersebut.
- Jika tidak dilaksanakan survei primer beban gandar kendaraan (untuk kondisi dan proyek-proyek tertentu tidak dilaksanakan survei primer ini), maka perlu dilakukan kajian VDF dengan mengambil data sekunder / referensi / literatur berbagai sumber yang bias mewakili untuk analisis ruas jalan yang akan di rencanakan.

Bila diketahui :

- Kendaraan Ringan (1:1) = 2.000 kendaraan
- Bus 8 T (3:5) = 250 kendaraan
- Truk 2 As 10 T (4:6) = 600 kendaraan
- Truk 3 As 20 T (8:12) = 250 kendaraan
- Truk 5 As 30 T (8:12:5:5) = 0 kendaraan
- Umur Rencana = 20 tahun
- Pertumbuhan lalu lintas = 10 %
- Jalan kolektor 1 lajur 2 arah

Traffic design

Data dan parameter lalu – lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal pekerasan meliputi :

- Jenis kendaraan.
- Volume lalu – lintas harian rata – rata.
- Pertumbuhan lalu – lintas tahunan.
- Damage factor.
- Umur rencana.
- Factor distribusi arah.
- Factor distribusi lajur
- Equivalent single axle load, ESAL selama umur rencana (traffic design)
- Menghitung Lalu Lintas (LHRT)

$$LHR = \sum_{j=1}^n LHR \times (1 + a)^n$$

Kendaraan Ringan (1:1)	= 2.000 x (1 + 0,1) ¹⁰	= 13.455,00	kendaraan
Bus 8 T (3:5)	= 250 x (1 + 0,1) ¹⁰	= 1.681,87	kendaraan
Truk 2 As 10 T (4:6)	= 600 x (1 + 0,1) ¹⁰	= 4.036,50	kendaraan
Truk 3 As 20 T (8:12)	= 250 x (1 + 0,1) ¹⁰	= 1.681,87	kendaraan
Truk 5 As 30 T (8:12:5:5)	= 0 x (1 + 0,1) ¹⁰	= 0,00	
		20.855,25	kendaraan +

- Menghitung Angka Ekuivalen

$$\text{Kendaraan Ringan} = \frac{1000^4}{8160} + \frac{1000^4}{8160} = 0,0002 + 0,0002 = 0,0005$$

$$\text{Bus 8 T (3:5)} = \frac{3000^4}{8160} + \frac{5000^4}{8160} = 0,0138 + 0,1410 = 0,1592$$

$$\text{Truk 2 As 10 T (4:6)} = \frac{4000^4}{8160} + \frac{6000^4}{8160} = 0,0577 + 0,2923 = 0,3501$$

$$\text{Truk 3 As 20 T (8:12)} = \frac{8000^4}{8160} + \frac{12000^4}{8160} \times 0,086 = 0,9238 + 0,4022 = 1,3261$$

$$\text{Truk 5 as 30 T (8:12:5:5)} = \frac{8000^4}{8160} + \frac{12000^4}{8160} \times 0,086 + \frac{5000^4}{8160} + \frac{5000^4}{8160} \times 0,086 = 0,9238 + 0,4022 + 0,0242 = 1,3503$$

- Penentuan W_{total}

$$W_{total} = \sum LHRT \times VDF$$

Kendaraan Ringan	= 13.455,00 x 0,0005	=	6,07
Bus 8 T	= 1.681,87 x 0,1592	=	267,82
Truk 2 As 10 T	= 4.036,50 x 0,3501	=	1.412,98
Truk 3 As 20 T	= 1.681,87 x 1,3261	=	2.230,27
Truk 5 As 30 T	= - x 1,3503	=	-
			3.917,14

Tabel 9 Faktor distribusi Arah

Jumlah lajur pada masing-masing arah	Persen 18 kip ESAL pada jalur rencana (D_L) (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Factor distribusi arah : $DD = 0,3 - 0,7$ dan umurnya diambil 0,5 (AASHTO 1993 hal. II-9).

Factor distribusi lajur (DL), mengacu pada Tabel 4.10 (AASHTO 1993 halaman II-9).

Ditentukan $DL = 100$

Rumus umum desain traffic ($ESAL = \text{Equivalent Single Axle Load}$):

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= W_{total} \times DD \times DL \times 365 \\
 &= 3.917,14 \times DD \times DL \times 365 \\
 &= 714.878,88 \text{ Kips ESAL}
 \end{aligned}$$

Dimana :

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

DD = faktor distribusi arah.

DL = factor distribusi lajur

California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR), dalam perencanaan perkerasan kaku di gunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (modulus of subgrade reaction : k).

Material Kontruksi Perkerasan

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

Pelat beton

- Flexural strength (S_c') = 45 kg/cm²
- Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : $f_c' = 350$ kg/cm²

Wet lean concrete

- Kuat tekan (banda uji silinder 15 x 30 cm) : $f_c' = 150$ kg/cm²

S_c' digunakan untuk penentuan parameter flexural strength, dan F_c' digunakan untuk penentuan parameter modulus elastisitas beton (E_c).

Reliabilty

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 mengatasi kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain. Besaran – besaran desain yang terkait dengan ini antara lain :

- Peramal kinerja perkerasan
- Peramalan lalu – lintas
- Perkiraan tekanan gandar.
- Pelaksanaan kontruksi.

Kinerja perkerasan diramalkan pada angka diselain Terminal Serviceability $P_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $P_t = 2,0$ (untuk jalan lalu – lintas rendah), dan initial serviceability $P_o = 4,5$ (angka ini bergerak dari 0-5).

Peramalan lalu – lintas dilakukan dengan study tersendiri, bukan didasarkan rumus empiric. Tingkat kehandalan jauh lebih baik dibandingkan bila dilakukan secara empiris, linier, atau data sekunder.

Perkiraan tekanan gandar yang diperoleh secara primer dari WIW survey, tingkat kehandalan jauh lebih baik dibandingkan menggunakan data skunder. 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.

Mengkaji keempat factor di atas, penetapan besaran dalam desain sebetulnya sudah menekan sekecil mungkin penyimpangan yang akan terjadi. Tetapi tidak ada satu jaminan – pun berapa besar dari keempat factor tersebut menyimpang.

Reliability (R) mengacu pada tabel 10 (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-9).

Tabel 10 Reliability (R) disarankan

Klasifikasi jalan	Reliability : R(%)	
	Urban	Rural
jalan tol	85 - 99.9	80 - 99.9
arteri	80 - 99	75 - 95
kolektor	80 - 95	75 - 95
lokal	50 -80	50 -80

Standard normal deviate (Z_R) mengacu pada Tabel 11 (diambil dari AASHTO 1993 halaman I-62)

Tabel 11 *Standard Normal Deviate*(Z_R)

R (%)	Z _R
50	0,000
60	-0,253

70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,750
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Standard deviation untuk rigid pavement : $S_o = 0,30 - 0,40$ (diambil dari AASHTO 1993 halaman I-62)

Serviceability

Terminal serviceability index (Pt) mengacu pada Tabel 2.18. (diambil dari AASHTO 1993 hal II-10) Initial serviceability untuk rigid pavement : $P_o = 4,5$ (diambil dari AASHTO 1993 hal. II-10) Total loss of serviceability : $\Delta PSI = P_o - P_t$

Penetapan parameter serviceability :

Initial serviceability : $P_o = 4,5$

Terminal serviceability index jalur utama (major highways) : $P_t = 2,5$

Terminal serviceability index jalan lalu – lintas rendah : $P_t = 2,0$

Maka digunakan $P_t = 2,0$

Sehingga

Total loss of serviceability

$$\begin{aligned}\Delta\text{PSI} &= P_o - P_t \\ &= 4,5 - 2,0 = 2,5\end{aligned}$$

Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus of subgrade reaction (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar.

$$\begin{aligned}M_R &= 1500 \times \text{CBR} \\ M_R &= 1500 \times 0,036 = 54,7374 \\ k &= \frac{M_R}{19,4} = \frac{54,7374}{19,4} = 2,815\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas Beton

$$E_c = 57.000 \sqrt{f_c}$$

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 : $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$

Flexural Strength

Flexural Strength (modulus of rupture) di tetapkan sesuai pada spesifikasi perkerjaan. Flexural Strength saat ini umumnya digunakan : $sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$

Koefisien Drainase

Diketahui data hidrologi :

Rata-Rata hujan perhari (Tjam) = 2 jam

Rata-rata jumlah hari hujan pertahun (Thari) = 123 hari

Faktor air hujan yang akan masuk ke dalam pondasi jalan (WL, %) = 10 (untuk jalan beton dan aspal WL = 5 - 30 %)

Tabel 12 *Quality of Drainage*

Quality of Drainage	Water removed within
Excellent	2 jam
good	1 hari
fair	1 minggu
poor	1 bulan
very poor	air tidak terbebaskan

Penetapan variable prosen perkerasan terkena air

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

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

$$\begin{aligned}
 P_{\text{heff}} &= \frac{T_{\text{jam}}}{24} \times \frac{T_{\text{hari}}}{365} \times WL \times 100 \\
 &= \frac{2}{24} \times \frac{123}{365} \times 0,1 \times 100 \\
 &= 0,040 \\
 &= 4,011 \%
 \end{aligned}$$

Dimana:

P_{heff} = prosen hari effective hujan dalam setahun yang akan berpengaruh terkenanya perkerasan (dalam %)

T_{jam} = Rata – rata hujan per hari (jam)

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

WL = Faktor air hujan yang akan masuk ke pondasi jalan (%)

Selanjutnya drainage coefficient (Cd) mengacu pada tabel 13 (AASHTO 1993 halaman II – 2.6).

Tabel 13 *Drainage coefficient (Cd)*

Percent of time pavement structure is exposed to moisture level approaching saturation				
Quality of Drainage	< 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25 %
Excellent	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1,10
good	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1,00
fair	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0,90
poor	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0,80
very poor	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0,70

Berdasarkan kondisi drainase maka Quality of drainage = *fair* sehingga nilai Drainage Coefficient (Cd) = 1,10

Load Transfer

Load transfer coefficient (J) mengacu pada tabel 4.16 (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-26), dan AASHTO halaman III-32

Tabel 14 *Parameter Load transfer*

PAVEMENT TYPE	NILAI J	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
PLAIN JOINTED & JOINTED REINFORCE	2,5-3,1										
OVERLAY DESIGN	2,5-3,1										
INTERVAL J TERPILIH J YANG MEWAKILI	2,80										

Pendekatan penetapan parameter load transfer :

Join dengan dowel

J = 2.5 – 3.1 (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-26)

Untuk overlay design

J = 2.2 – 2.6 (diambil dari AASHTO 1993 halaman III-132)

Diambil nilai J = 3,1

Persamaan Penentuan Tebal Plat (D)

Parameter Desain Dan Data Perencanaan Rigid Pavement

Parameter desain dan data perencanaan untuk kemudahan dalam menentukan tebal pelat beton rigid pavement, disajikan seperti Tabel Parameter Desain Tebal Beton

Tabel 15 *Parameter Load transfer*

No	Parameter	AASHTO	Desain
1	Umur rencana	-	20 Tahun
2	Lalu lintas,ESAL	-	714.878,28
3	Terminal serviceability (pt)	2,0 -3,0	2,0
4	Initial serviceability (po)	4,5	4,5
5	Serviceability loss (Δ PSI)	Pt - po	2,5
6	Reliability (R)	75 – 99,9	85 %
7	Standard normai deviation (ZR)	-0,674 s/d -1,645	-1,037
8	Standard deviation (So)	0,30 – 0,40	0,3
9	Modulus reaksi tanah dasar (K)	Berdasar CBR = 3,46	2,821
10	Modulus elastisitas beton (EC)	Berdasar : $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$	350 kg/cm^2
11	Flexural strength ($S'c$)	Berdasar : $S'c = 45 \text{ kg/cm}^2$	45 kg/cm^2
12	Drainage coefficient (Cd)	1,10 – 1,20	1,1
13	Load transfer coefficient (J)	2,50 – 2,60	3,1

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \log_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,642 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_t) \times \log_{10} \frac{S'_c C_d x [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J x \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}} \right]}$$

$$\log_{10} W_{18}$$

$$= -1,037 \times 0,3 + 7,35 \log_{10}(6,61 + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2,5}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,642 \times 10^7}{(6,61 + 1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 \times 2) \times \log_{10} \frac{640 \times 1,1 \times [6,61^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times 3,1 \times \left[6,61^{0,75} - \frac{18,42}{(4.021.541,961 : 2,822)^{0,25}} \right]}$$

$$\log_{10} 714.878,28 = 5,854$$

$$5,854 = 5,854$$

Dengan cara coba-coba diperoleh nilai $D = 6,61 \text{ inch} = 16,79 \text{ cm}$
 $= 17 \text{ cm}$ (dibulatkan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan

Dalam perhitungan tebal perkerasan kaku pada Ruas Jalan Kampung Datah Bilang – Lutan di Kabupaten Mahakam Ulu, diperoleh hasil tebal lapis perkerasan sebagai berikut :

1. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Metode Binamarga (02/M/BM/2013)
 - a. CBR tanah yang mewakili = 3,46 %
 - b. Lapisan Beton = Beton FS 45 kg/cm²
 - c. Tebal Pelat Beton = 28,5 cm
 - d. Lapis Pondasi = 100 mm Lean Concrete
2. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993
 - a. CBR tanah yang mewakili = 3,46 %
 - b. Lapisan Beton = Beton FS 45 kg/cm²
 - c. Tebal Pelat Beton = 17 cm
 - d. Lapis Pondasi = 20 cm Agregat Klas A

Perbandingan Tebal Perkerasan

Berdasarkan hasil Perhitungan Tebal Perkerasan diperoleh perbandingan tebal Perkerasan Kaku Sebagai Berikut:

Tabel 16 Perbandingan Nilai Tebal Perkerasan

Metode Pehitungan	Tebal Perkerasan Kaku	Nilai Perbandingan
Binamarga 2013	28,5 cm	1,00
AASHTO 1993	17 cm	0,60

Dalam perencanaan tebal Kampung Datah Bilang – Lutan di Kabupaten Mahakam Ulu terdapat saran-saran yang muncul guna menunjang perencanaan jalan menjadi baik dan mengatasi masalah-masalah yang timbul selama perhitungan perencanaan jalan tersebut. Adapun saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan konstruksi yang dapat bertahan dan mencapai umur rencana yang diharapkan, hendaknya dilakukan kegiatan perawatan secara berkala sehingga jalan dapat

berfungsi sesuai dengan umur rencana sehingga bisa meminimalkan terjadinya kerusakan konstruksi jalan.

2. Pada pelaksanaan di lapangan sebaiknya tetap berpedoman pada spesifikasi teknis yang ada dan dapat mengikuti hasil dari perencanaan sehingga resiko terjadinya kesalahan pada pelaksanaan lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, 1993. American Association of State Highway and Transportation Officials, Guide for Design of Pavement Structure. AASHTO

Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI2826:2008 - Cara uji modulus elastisitas batu dengan tekanan sumbu tunggal. Jakarta: BSN.

Dinas Pekerjaan Umum. 2003. Perencanaan Perkerasan Beton Semen. Dirjen Bina Marga

Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013. Manual Desain Perkerasan Jalan . Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga., 2006. Pekerjaan Tanah Dasar. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.

Hardiyatmo, H., 2011. Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Jalan. Yogyakarta: UGM Press.

Hendarsin, Shirley L. 2000. Perencanaan Teknik Jalan Raya. Bandung: Politeknik Negeri Bandung UU No. 38 Tahun 2004

Yayasan Badan Penerbit PU. 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU