



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa

Analisa perencanaan tebal perkerasan yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan ketebalan serta anggaran biaya. Adapun lokasi penelitiannya terdapat pada Ruas Jalan Sungai Ara – Harapan Tani Kecamatan Kempas Kabupaten Indragiri Hilir.

Analisis perencanaan tebal perkerasan pada Ruas Jalan Sungai Ara – Harapan Tani dilakukan dalam dua tahap, yaitu:

1. Analisa Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dengan metode Bina Marga 2024 dan AASHTO 1993.
2. Analisa Anggaran Biaya.

Data hasil survei lalu lintas pada Ruas Jalan Sungai Ara – Harapan Tani. Survei lalu lintas ini dilakukan selama 3 (tiga) hari pada jam puncaknya atau *Peak Hour Factor Method* (PHF). Survei hari pertama tanggal 29 Mei 2024, hari kedua tanggal 30 Mei 2024, dan hari ketiga tanggal 31 Mei 2024.

Tabel 4. 1 Data Hasil Survei Hari Pertama (Pagi)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Pertama 29-05-2024				JUMLAH
		Pagi				KENDARAAN
	WAKTU	07.15 s.d 07.30	07.30 s.d 07.45	07.45 s.d 08.00	08.00 s.d 08.15	
1	SEPEDA MOTOR	59	54	60	53	226
2	MOBIL	3	4	6	5	18
3	TRUK	1	2	2	0	5
4	SEPEDA	11	3	0	1	15
						264
TOTAL		74	63	68	59	

(Sumber: Data analisis (2024))

Tabel 4. 2 Data Hasil Survei Hari Pertama (Siang)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Pertama 29-05-2024				JUMLAH
		Siang				KENDARAAN
	WAKTU	11.45 s.d 12.00	12.00 s.d 12.15	12.15 s.d 12.30	12.30 s.d 12.45	
1	SEPEDA MOTOR	49	68	55	47	219
2	MOBIL	5	7	3	5	20
3	TRUK	4	0	1	2	7
4	SEPEDA	3	10	1	0	14
						260
TOTAL		61	85	60	54	

(Sumber: Data analisis (2024))



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tabel 4. 3 Data Hasil Survei Hari Pertama (Sore)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Pertama 29-05-2024				JUMLAH KENDARAAN
		Sore				
	WAKTU	15.00 s.d 15.15	15.15 s.d 15.30	15.30 s.d 15.45	15.45 s.d 16.00	
1	SEPEDA MOTOR	47	50	55	75	227
2	MOBIL	6	8	6	4	24
3	TRUK	5	2	2	0	9
4	SEPEDA	5	0	6	2	13
						273
TOTAL		63	60	69	81	

(Sumber: Data analisis (2024))

Tabel 4. 4 Data Hasil Survei Hari Kedua (Pagi)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Kedua 30-05-2024				JUMLAH KENDARAAN
		Pagi				
	WAKTU	07.15 s.d 07.30	07.30 s.d 07.45	07.45 s.d 08.00	08.00 s.d 08.15	
1	SEPEDA MOTOR	58	60	75	71	264
2	MOBIL	7	6	4	3	20
3	TRUK	3	1	1	0	5
4	SEPEDA	11	3	0	0	14
						303
TOTAL		79	70	80	74	

(Sumber: Data analisis (2024))

Tabel 4. 5 Data Hasil Survei Hari Kedua (Siang)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Kedua 30-05-2024				JUMLAH KENDARAAN
		Siang				
	WAKTU	11.45 s.d 12.00	12.00 s.d 12.15	12.15 s.d 12.30	12.30 s.d 12.45	
1	SEPEDA MOTOR	75	63	74	50	262
2	MOBIL	3	6	5	6	20
3	TRUK	1	2	0	3	6
4	SEPEDA	10	2	1	0	13
						301
TOTAL		89	73	80	59	

(Sumber: Data analisis (2024))

Tabel 4. 6 Data Hasil Survei Hari Kedua (Sore)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Kedua 30-05-2024				JUMLAH KENDARAAN
		Sore				
	WAKTU	15.00 s.d 15.15	15.15 s.d 15.30	15.30 s.d 15.45	15.45 s.d 16.00	
1	SEPEDA MOTOR	55	50	65	61	231
2	MOBIL	6	3	5	3	17
3	TRUK	3	3	1	3	10
4	SEPEDA	4	0	1	3	8
						266
TOTAL		68	56	72	70	

(Sumber: Data analisis (2024))



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Madura

Tabel 4. 7 Data Hasil Survei Hari Ketiga (Pagi)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Ketiga 31-05-2024				JUMLAH KENDARAAN
		Pagi				
	WAKTU	07.15 s.d 07.30	07.30 s.d 07.45	07.45 s.d 08.00	08.00 s.d 08.15	
1	SEPEDA MOTOR	62	59	56	46	223
2	MOBIL	4	4	3	6	17
3	TRUK	2	0	1	3	6
4	SEPEDA	10	3	5	0	18
						264
TOTAL		78	66	65	55	

(Sumber: Data analisis (2024))

Tabel 4. 8 Data Hasil Survei Hari Ketiga (Siang)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Ketiga 31-05-2024				JUMLAH KENDARAAN
		Siang				
	WAKTU	11.45 s.d 12.00	12.00 s.d 12.15	12.15 s.d 12.30	12.30 s.d 12.45	
1	SEPEDA MOTOR	65	46	25	77	213
2	MOBIL	8	5	1	8	22
3	TRUK	2	0	2	3	7
4	SEPEDA	4	1	2	6	13
						255
TOTAL		79	52	30	94	

(Sumber: Data analisis (2024))

Tabel 4. 9 Data Hasil Survei Hari Ketiga (Sore)

no	JENIS KENDARAAN	Hari Ketiga 31-05-2024				JUMLAH KENDARAAN
		Sore				
	WAKTU	15.00 s.d 15.15	15.15 s.d 15.30	15.30 s.d 15.45	15.45 s.d 16.00	
1	SEPEDA MOTOR	50	64	57	65	236
2	MOBIL	5	3	3	6	17
3	TRUK	1	3	0	3	7
4	SEPEDA	3	1	0	3	7
						267
TOTAL		59	71	60	77	

(Sumber: Data analisis (2024))

Untuk mengklarifikasi arus lalu lintas, arus tersebut dinyatakan dalam Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) per jam, bukan dalam jumlah kendaraan per jam, dengan menggunakan angka Ekuivalensi Mobil Penumpang. Hal ini sesuai dengan tabel dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023).

Tabel 4. 10 Nilai Emp Luar Kota

No.	Jenis Kendaraan	Ekuivalensi Mobil Penumpang EMP
1	Sepeda motor (SM)	0,8
2	Mobil Penumpang (MP)	1
2	Kendaraan Sedang (KS)	1,2



3	Bus Besar (BB)	1,2
4	Truk Besar (TB)	1,8
5	Kendaraan tidak Bermotor (UM)	0,2

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023))

LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) dihitung dari jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan di ruas jalan. Hasil perhitungan ini dapat memperlihatkan kecenderungan perubahan volume lalu lintas pada waktu tertentu, khususnya ketika arus lalu lintas sedang sibuk. Metode yang digunakan faktor K biasa disebut Metode Faktor Jam Puncak (*Peak Hour Factor Method*) yaitu metode perkiraan lalu lintas berdasarkan faktor K. Metode ini sering digunakan untuk proyeksi volume lalu lintas di masa depan dengan mempertimbangkan pertumbuhan lalu lintas dan kepadatan penduduk. data survey lapangan dapat dilihat pada Tabel 4. 1 sampai dengan tabel 4.9 diatas per jam. Sehingga didapat total lalu lintas harian 2024 pada Tabel 4. 12.

Tabel 4. 11 Nilai normal faktor K

Lingkungan jalan	Nilai faktor K sesuai ukuran kota	
	> 1 juta jiwa	≤ 1 juta jiwa
Jalan di wilayah komersial & jalan arteri	7 - 8 %	8 – 10 %
Jalan di wilayah permukiman	8 – 9 %	9 – 12 %

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023))

Tabel 4. 12 Perhitungan Lalu lintas Harian Rata-Rata 2024

No	Jenis Kendaraan	Volume	1/k	Jumlah
1	SEPEDA MOTOR	233	12.5	2918.06
2	MOBIL	19	12.5	243.06
3	TRUK	7	12.5	86.11
4	SEPEDA	13	12.5	159.72
		273		3406.94

(Sumber: Hasil analisa (2024))

Dari hasil perhitungan LHR tahun 2024, diperoleh estimasi kenaikan perkembangan lalu lintas (I %) selama jangka waktu perencanaan 40 tahun, dengan nilai pertumbuhan diperkirakan mencapai 8%.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Indragiri

Tabel 4. 13 Perhitungan SMP Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Jumlah	Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)	Jumlah EMP
1	SM	2918,06	0,80	2334,44
2	MP	243,06	1,00	243,06
3	KS	86,11	1,20	103,33
4	UM	159,72	0,20	31,94
		3406,94		2712,78

(Sumber: Hasil analisa (2024))

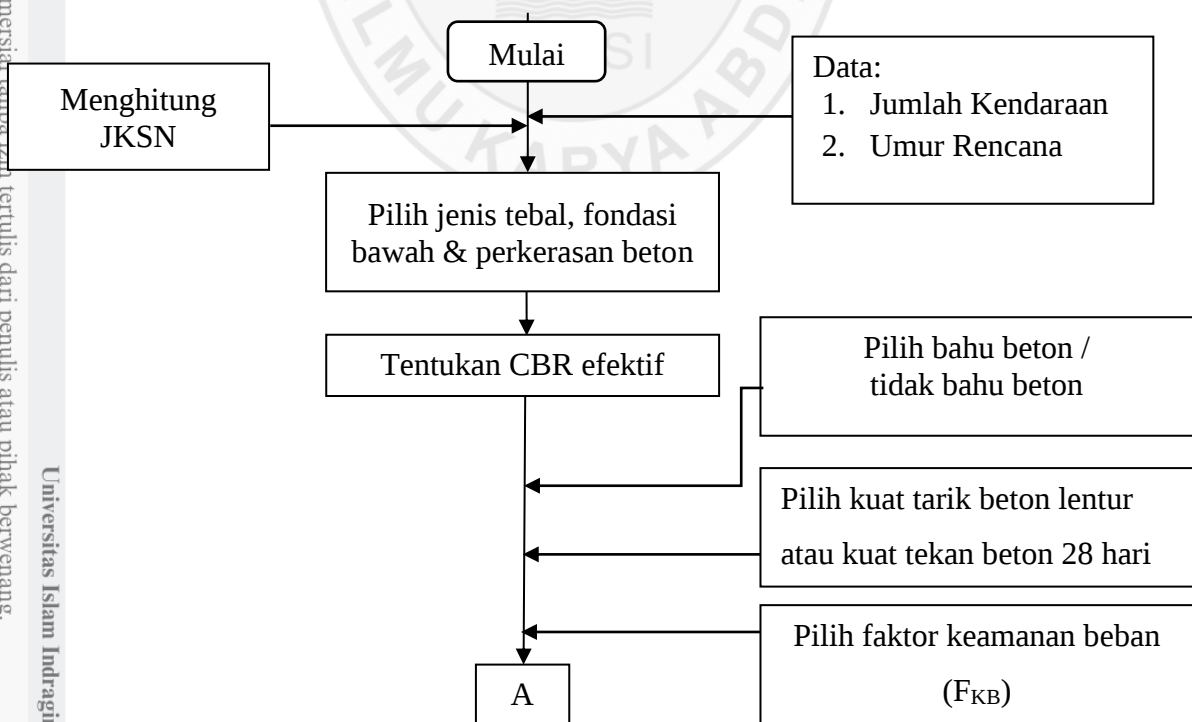
Tabel 4. 14 Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata – Rata 2024

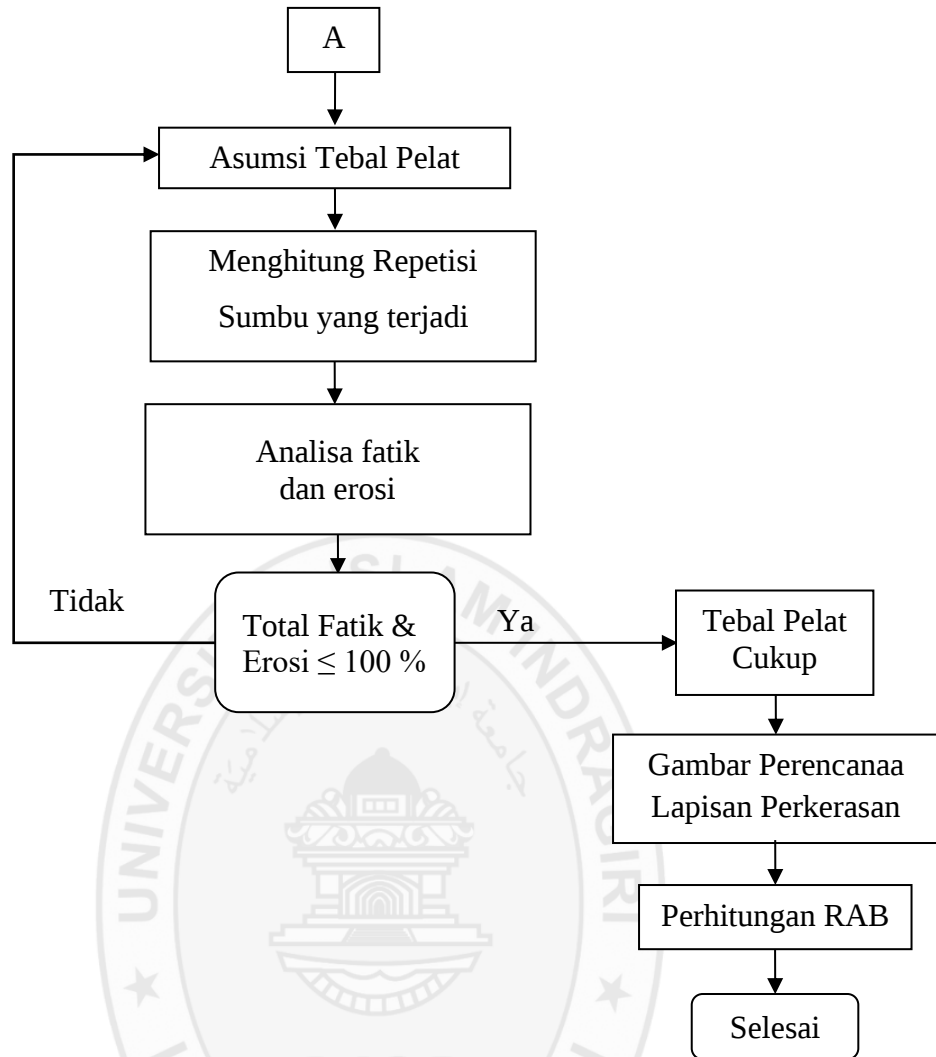
No	Jenis Kendaraan	Jumlah	1/K	LHR 2064
1	SEPEDA MOTOR	2918.06	12.5	36475.69
2	MOBIL	243.06	12.5	3038.19
3	TRUK	86.11	12.5	1076.39
4	SEPEDA	159.72	12.5	1996.53
JUMLAH				42586.81

(Sumber: Hasil analisa (2024))

4.2 Analisa Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode Bina Marga

Analisa perencanaan tebal perkerasan kaku tergambar dalam bentuk bagan alir (flow chart) seperti dibawah ini:





Gambar 4. 1 Flow Chart Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku.
(Sumber: Data analisis (2024))

4.2.1 Teknis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Data teknis dalam perencanaan tebal perkerasan kaku ini adalah sebagai berikut:

1. Umur rencana : 40 Tahun (Tabel 2.3)
2. Faktor distribusi lajur (DL) : 80% (Tabel 2.4)
3. Faktor distribusi arah : 0,50
4. Pertumbuhan lalu-lintas : 8 % Per tahun
5. Peranan jalan : Jalan Kabupaten
6. Tipe jalan : 2 lajur 2 arah
7. Badan jalan / Bahu jalan : Beton
8. Kelas jalan : Kelas 3
9. Faktor Keamanan beban (F_{KB}) : 1,0 (Tabel 2.11)



4.2.2 Umur Rencana

Umur rencana pada perencanaan Perkerasan kaku ini, penulis merencanakan selama 40 tahun (Tabel 2.3) sesuai dengan Pedoman bina marga.

4.2.3 Beban Lalu Lintas Rencana

Untuk menghitung Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) yang didapat dari kendaraan yang melintasi jalur ruas jalan Sungai Ara – Harapan Tani dengan jumlah kendaraan dan jenis kendaraan terlihat pada Lampiran 1 tabel 1 atau tabel 4.15.

Tabel 4. 15 konfigurasi sumbu kendaraan Bina Marga MDP 2024

Golongan kendaraan	Uraian	Konfigurasi sumbu	Kelompok sumbu	LHR (2 Arah)	JSKN
1	Sepeda motor & kend. Roda 3	-	-	2918	-
4	Kend. Ringan, pick up, sedan	1.1	2	137	274
5B	bus besar	1.2	2	102	204
6B	truk 2 sumbu	1.2	2	84	168
7A2	truk 3 sumbu	1.22	2	6	12
Jumlah					658

(Sumber: Data analisis (2024))

Untuk Menghitung Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Selama Umur Rencana 40 Tahun adalah sebagai berikut:

$$JSKN = (LHR \times JSKN) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

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

$$R = \frac{(1+0,08)^{40}-1}{0,08} = 259,057$$

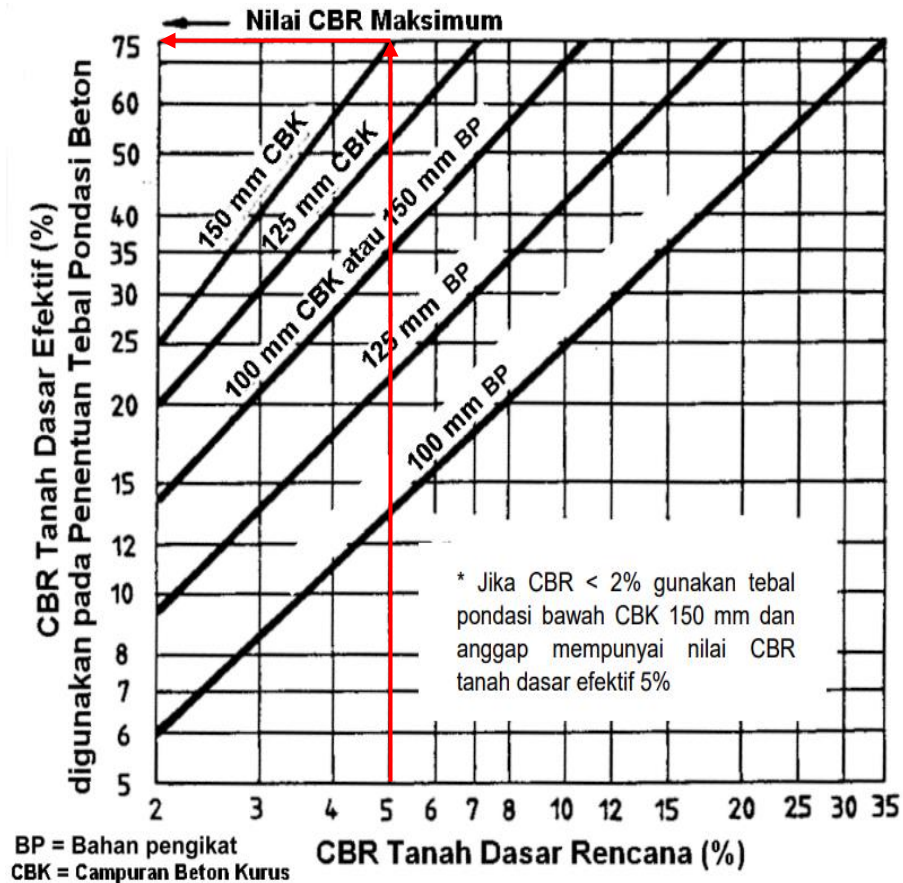
Untuk jumlah sumbu kendarannya yaitu 658 buah, Sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} JSKN &= 658 \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 259,057 \\ &= 24.887.041,64 (2,48 \times 10^7) \end{aligned}$$

4.2.4 Kekuatan Tanah Dasar

Pada perencanaan perkerasan kaku Ruas Jalan Sungai Ara – Harapan Tani ini dilakukan di tepi jalan karena kalau dilakukan di area permukaan jalan yang beraspal keras mengalangi pengujian DCP. Akan tetapi pastikan titik pengambilan CBR masih berdekatan dengan jalan utama, dengan nilai CBR yang didapatkan mewakili karakteristik tanah dasar di sekitar area jalan tersebut.

Pengukuran DCP ini dilakukan secara berulang di beberapa titik untuk mendapatkan data yang lebih akurat. penulis mendapatkan data CBR = 0.71 %, 0.57%, 1%, 0.67%, 1.20%, Apabila CBR < 2% akan di pasang fondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) minimum 15 cm. dengan nilai CBR tanah dasar rencana yaitu 5 % seperti pada gambar 4.2. Untuk nilai CBR efektif didapatkan 75%.



Gambar 4. 2 CBR tanah dasar efektif dan tebal fondasi bawah
(Sumber: Pd T-14-2003)

4.2.5 Struktur Fondasi Jalan

Pada Bagan Desain Fondasi Jalan Minimum bina marga maka didapat:

1. CBR 5% dengan Kelas Kekuatan Tanah Dasar SG 5.
2. Pada tanah dasar dilakukan Perbaikan tanah dengan material timbunan pilihan ($\text{CBR} \geq 10\%$) setebal 200 mm.
3. Geotekstil Stabilisator Kelas 1 sebagai pemisah harus dipasang di antara timbunan dan tanah asli. Material timbunan yang terletak langsung di atas geotekstil harus material berbutir. Penulis menggunakan *Geotextile Woven GTW 200 Gr*.



4.2.6 Struktur Lapisan Perkerasan

Ada beberapa lapisan dalam perencanaan perkerasan kaku sebagai berikut:

1. Timbunan pilihan tebal 200 mm.
2. lapisan drainase perkerasan untuk menjaga air supaya tidak mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan. Setebal 200 mm menggunakan agregat kelas A didapat dari bagan desain perkerasan kaku.
3. Untuk fondasi bawah didapat hasil perhitungan (JSKN) $2,48 \times 10^7$, maka jenis lapis fondasi yaitu Beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 150 mm.
4. Bahu jalan berdasarkan bagan desain perkerasan kaku, Dalam bentuk satu kesatuan dengan pelat beton lajur lalu lintas (monolit) dengan lebar minimum 600 mm. maka penulis memilih merencanakan dengan lebar 600 mm.

4.2.7 Mutu Beton Rencana

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Perkerasan Kaku, nilai kuat tarik lentur beton yang disarankan adalah 40 Kg/cm². Dalam kondisi tertentu dapat digunakan nilai kuat tarik lentur antara 30–50 Kg/cm². Dengan menggunakan persamaan hubungan antara kuat tarik lentur dan kuat tekan beton, maka pada perencanaan tebal perkerasan ini penulis menetapkan mutu beton dengan kuat tekan 28 hari sebesar 350 Kg/cm² (K-350)

$$f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0,50} \text{ dalam } kg/cm^2$$

Dimana:

$$K = 0,75$$

$$f_c' = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{cf} = 3,13 \times 0,75 (350)^{0,50} = 43,917 \text{ kg/cm}^2 \text{ (kuat tarik lentur beton 28 hari)}$$

Untuk fondasi bawah menggunakan Campuran Beton Kurus (CBK) *Lean-Mix Concrete* harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 pada rentang 8 – 11 MPa. Penulis merencanakan mutu beton K-125.

4.2.8 Tebal Pelat Beton

Tebal pelat beton Sebagai langkah awal direncanakan seperti Gambar 4.3 dengan tebal pelat beton 183 mm ~ 190 mm, setelah dilakukan analisis, hasil menunjukkan bahwa meskipun tebal ini cukup menahan beban kendaraan, penulis memilih meningkatkan tebal pelat menjadi 200 mm untuk memberikan faktor keamanan tambahan.



pada Lampiran 1 Tabel 3 dalam perhitungan direncanakan ketebalan pelat beton 20 cm setelah dianalisa seperti terlihat pada Lampiran Tabel 3 didapatkan jumlah Fatik yang terjadi yaitu analisa fatik $0\% < 100\%$ dan analisa erosi $9,7\% < 100$ maka perhitungan sudah cukup dan tebal plat 20 cm dapat digunakan. Lapis fondasi bawah minimum 15 cm menggunakan CBK (Campuran Beton Kuras).

4.2.9 Perhitungan tulangan

Dalam perencanaan tulangan penulis menggunakan Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT), dari data lalu lintas rencana yaitu $2,48 \times 10^7$ dengan ketebalan pelat beton 200 mm maka jenis perkerasan menggunakan *Jointed Plain Concrete Pavement* (JPCP). *Dowel* menggunakan BJTP 280 dan *tie bar* menggunakan BJTS 420A, berikut perhitungannya:

1. Tebal pelat = 20 cm
2. Lebar pelat = $2 \times 3 = 6$ m
3. Panjang pelat = 5 m
4. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m
5. Ruji (*Dowel*) digunakan BJTP diameter 32 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm seperti terlihat tabel 2.13.
6. Batang pengikat (*Tie Bars*) disarankan menggunakan BJTS Ø16, jarak 75 cm.

Perhitungan sebagai berikut:

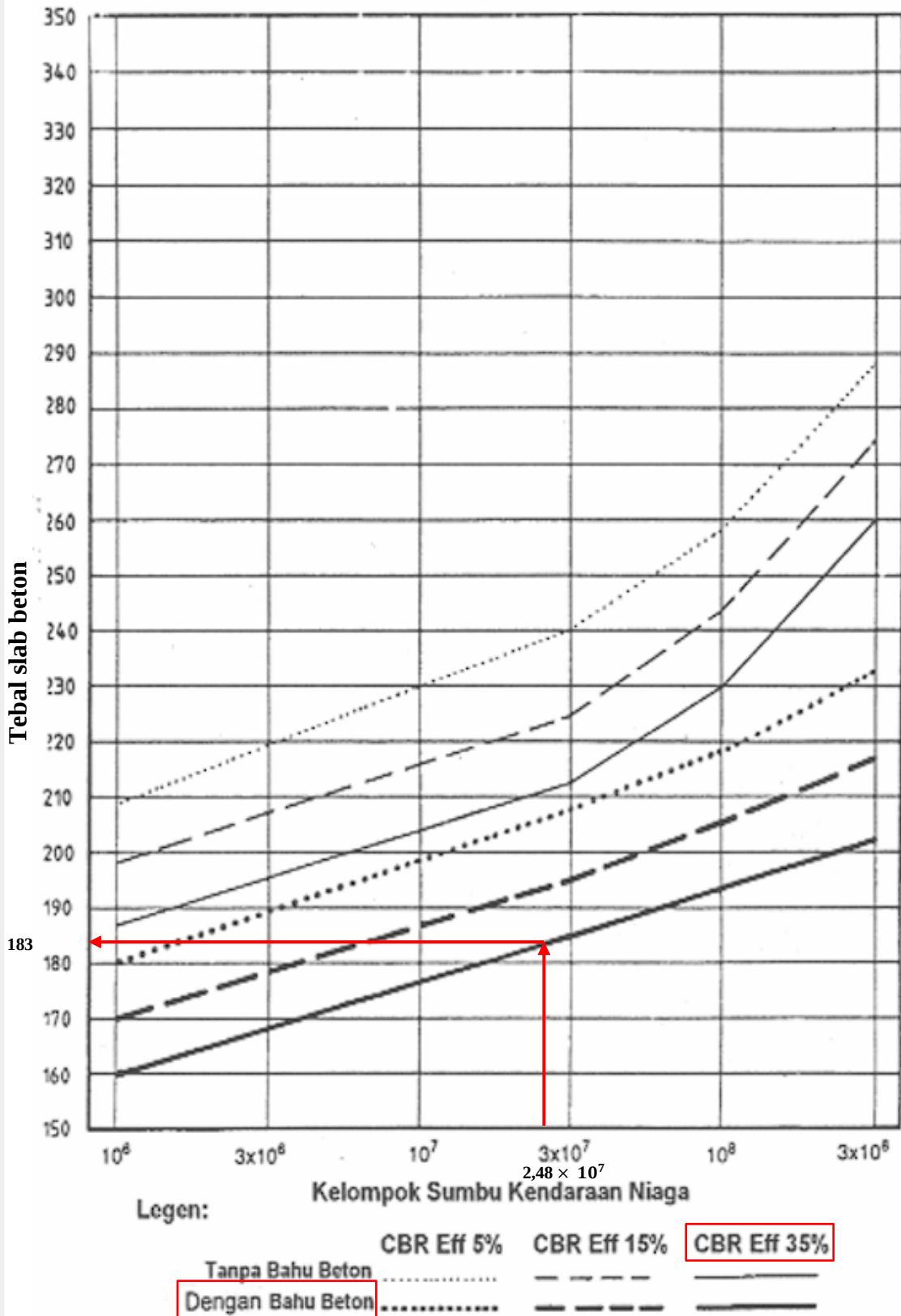
$$I = (38,3 \times 16) + 75 = 687,8 \text{ mm} \sim 700 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut didapat (I) panjang batang pengikat adalah 70 cm.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Tebal slab beton



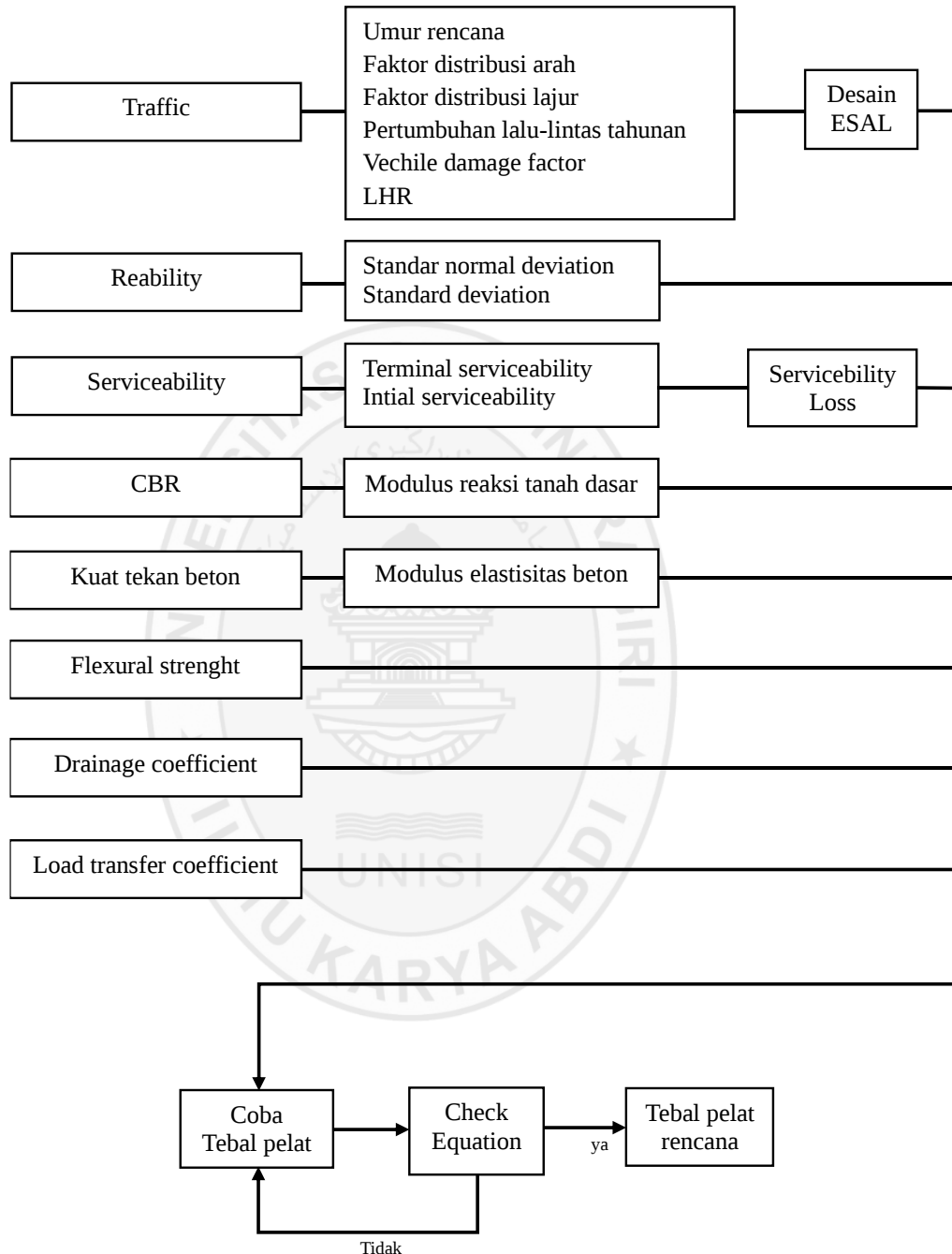
Gambar 4. 3 Grafik Perencanaan, $F_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-Lintas Luar Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1
(Sumber: Pd T-14-2003)



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
- Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

4.3 Analisa Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO

Analisa perencanaan tebal perkerasan kaku tergambar dalam bentuk bagan alir (flow chart) seperti dibawah ini.



Gambar 4. 4 Flow Chart Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku
(Sumber: Data analisis (2024))



4.3.1 Traffic Design

Data teknis yang dipergunakan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis kendaraan
2. *Equivalent Single Axle Load*, ESAL selama umur rencana (*Traffic design*)
3. *Vehicle Damage Factor*
4. Umur rencana : 40 Tahun
5. Pertumbuhan lalu-lintas: 8 % Per tahun
6. Peranan jalan : Jalan Kabupaten
7. Kelas Jalan : Kelas 3
8. Badan jalan : Beton
9. Bahu jalan : Beton
10. Tipe jalan : 2 lajur 2 arah
11. Faktor distribusi Arah : 0,5
12. Faktor distribusi lajur : 90% (Tabel 2.18)

Pada bagian ini mencari VDF diambil berdasar Bina Marga MST-10, dengan nilai VDF sebagai berikut:

Tabel 4. 16 *Vehicle damage factor* berdasar Bina Marga MST-10 ton

No.	Type kendraan	Golongan kendraan	Kelompok sumbu	Nilai VDF
1	Kendaraan ringan, pick up	3	1.2	0,2174
2	Bus besar	5b	1.2	0,3006
3	Truck 2 as (L)	4	1.2L	0,2174
4	Truck 2 as (H)	6	1.2H	2,4159
5	Truck 3 as	7a	1.2.2	2,7416

(Sumber: Data analisis (2024))

Pertumbuhan Lalu – Lintas

$$\begin{aligned} \text{Traffic Growth} &= \frac{(1+g)^n - 1}{g} \\ &= \frac{(1+0,08)^{40} - 1}{0,08} = 259,057 \end{aligned}$$

dengan, n (umur rencana) = 40 tahun, dan g (faktor pertumbuhan) = 8 %.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Tabel 4. 17 Desain ESAL

No.	Jenis kendaraan	Jmlh Kend/hr	VDF	DD	DL	W18'	Traffic growth	18ESAL
		a	b	c	d	$a \times b \times c \times d \times 365$	e	$W18' \times e$
1	sepeda motor	-	-	-	-	-	-	-
2	Kend Ringan	137	0,2174	0,5	90%	4891,98915	259,057	1267301,679
3	Bus	102	0,3006	0,5	90%	5036,1021	259,057	1304635,078
4	Truk 1.2L	50	0,2174	0,5	90%	1785,3975	259,057	462518,8609
5	Truk 1.2H	34	2,4159	0,5	90%	13491,59355	259,057	3495085,257
6	Truk 1.22	6	2,7416	0,5	90%	2701,8468	259,057	699931,0261
Total 18ESAL								7229471,901
LOG(10)18ESAL								6,859106574

(Sumber: Hasil analisa (2024))

Untuk total hasil *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) 7.229.471,90.

4.3.2 Reliability

Keandalan atau *Reliability* (R) untuk jalan lokal pedesaan (R) diambil 70%, *Standart normal deviation* (ZR) -0.524, dan *standart deviation* (So) untuk *rigid pavement* digunakan 0,35.

4.3.3 Serviceability

Tingkat pelayanan Pada perkerasan kaku (*Rigid pavement*) dengan tingkat lalu lintas sedang *Terminal serviceability* (Pt) = 2,5 dan untuk *Initial serviceability* (Po) = 4,5.

Total loss of serviceability:

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

$$= 4,5 - 2,5 = 2$$

4.3.4 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Dalam perencanaan perkerasan kaku ini digunakan CBR sebesar 5%, maka nilai CBR akan dikonversikan ke nilai *Modulus Resilien* (MR) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MR = 1.500 \times CBR$$

$$K = \frac{MR}{19,4}$$

Dimana:

MR = Modulus ketahanan

CBR = nilai *California Bearing Ratio* = 5 %



K = Modulus reaksi tanah dasar

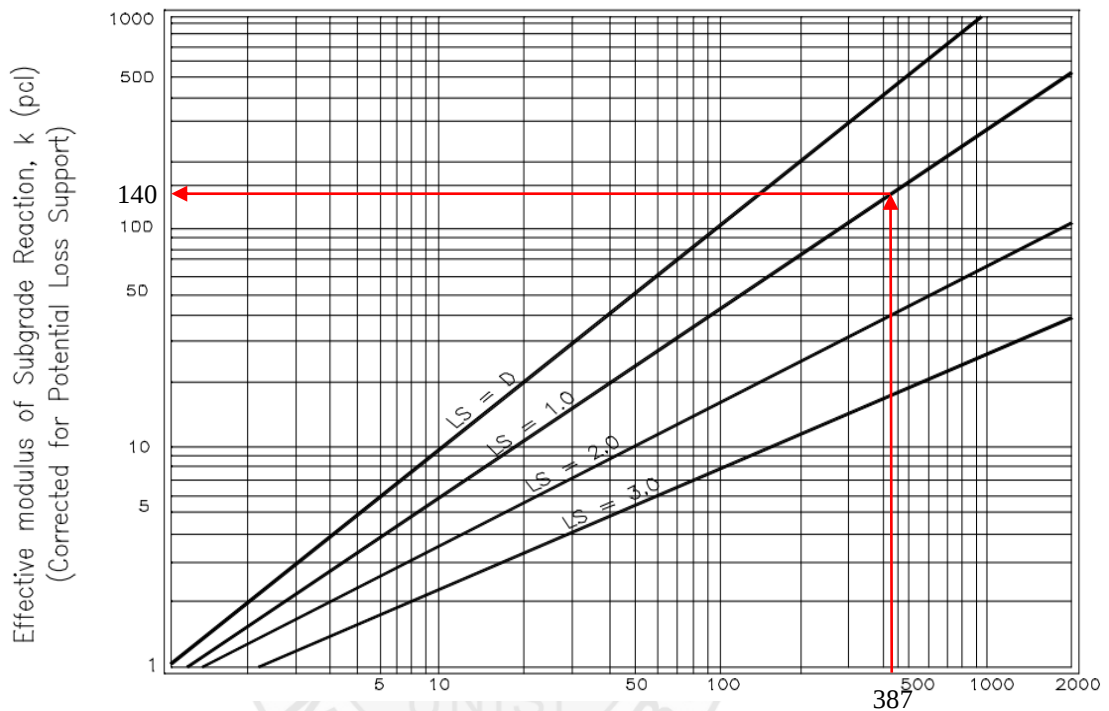
$$MR = 1500 \times 5 = 7500$$

$$K = \frac{7500}{19,4} = 386,597 \text{ pci}$$

Rigid pavement menggunakan *Wet lean concrete* dibawah pelat beton tebal 15 cm.

1. *Loss of Support Factors (LS)* = 1 (tabel 2.22)
2. Lapis subbase = *Cement aggregate mixture*

Koreksi effective modulus of sub grade reaction, k = 140 pci



Gambar 4. 5 Effective Modulus of Subgrade Reaction, k (pci)
(Sumber: Suryawan, Ari. (2023). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland*)

4.3.5 Modulus Elastisitas Beton

Kuat tekan beton f'_c disarankan yang umum digunakan di indonesia: $f'_c = 350$ kg/cm². Atau dikonversi $f'_c = 29,4$ MPa setara dengan K-350.

$$E_c = 57.000\sqrt{f'_c}$$

$$f'_c = 350 \times 14,22 = 4977 \text{ psi}$$

$$E_c = 57.000\sqrt{4977} = 4,021,227 \text{ psi}$$

4.3.6 Flexural Strength

Kuat tarik lentur beton (*Flextural Strength*) Spesifikasi yang disarankan (Sc') = 45 kg/cm² = 640 psi.



$$Sc' = 45 \times 14,22 = 640 \text{ psi}$$

$$\text{Flexural Strength: } Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 45 \times 0,084 = 3,78 \text{ Mpa} = f_r$$

$$f_r = 0,70\sqrt{f_c'}$$

$$3,78 = 0,70\sqrt{f_c'}$$

Jika ditinjau dengan menggunakan: $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$

$$f_c' = 350 \times 0,084 = 29,4 \text{ MPa}$$

$$f_r = 0,70\sqrt{29,4} = 3,795 \text{ MPa}$$

$$= 3,79 : 0,084 = 45,178 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Untuk pelat beton)}$$

Jika ditinjau dengan menggunakan: $f_c' = 105 \text{ kg/cm}^2$

$$f_c' = 105 \times 0,084 = 8,82 \text{ MPa}$$

$$f_r = 0,70\sqrt{8,82} = 2,078 \text{ MPa}$$

$$= 2,078 : 0,084 = 24,738 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Untuk fondasi bawah wet lean concrete)}$$

Dari perhitungan di atas, maka didapatkan hubungan kuat tekan beton dengan *Flexural Strength* (Sc') = 45 kg/cm² dengan kuat tekan beton $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$ atau mutu beton $Fc' 30 \text{ Mpa}$ (K-350) dan untuk fondasi bawah mutu beton $FC' 10 \text{ MPa}$ (K-125). Dapat dilihat Tabel 2. 23 Korelasi kuat tekan - *Flexural Strength* menurut SNI 1991(untuk pelat beton). Dari hasil tersebut maka sesuai dengan yang disarankan AASTHO 1993.

4.3.7 Drainage Coefficient

1. Variabel mutu drainase

Kualitas drainase baik, air tersingkir dalam waktu 1 hari (Tabel 2. 24 Kualitas Drainase). Untuk Koefisien pengaliran (C) 0,875 (Tabel 2. 25 Koefisien pengaliran C (Hidrologi, Iman Subarkah)).

2. Variabel prosen perkerasan terkena air

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

$$P_{heff} = \frac{T_{jam}}{24} \times \frac{T_{hari}}{365} \times W_L \times 100$$

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)

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

Tabel 4. 18 Jumlah Hari Hujan Per Tahun

No.	Tahun	Hari hujan
1	2014	128
2	2015	98
3	2016	174
4	2017	134
5	2018	157
6	2019	120
7	2020	166
8	2021	161
9	2022	188
10	2023	178
Rata - rata		150

(Sumber: dinas pangan, Tanaman pangan, Holtikultura dan peternakan)

Diketahui:

$$T_{jam} = 3 \text{ jam per hari}$$

$$T_{hari} = 150 \text{ hari hujan dalam setahun}$$

$$C = 0,875 = 87,5 \%$$

$$W_L = 100 - C = 12.5\% = 0,125$$

$$P_{heff} = \frac{3}{24} \times \frac{150}{365} \times 0,125 \times 100 = 0,644 < 1\%$$

Proses struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air sampai tingkat *saturated* < 1%. Mutu drainase: *good - Fair*

Dari hasil pendekatan 2 Variabel tersebut, dan dari Tabel 2. 26 Koefisien drainase (Cd) didapat *drainage coefficient*: $C_d = 1.15$

4.3.8 Load Transfer Coefficient

Koefisien Transfer Beban (J) disarankan untuk perkerasan kaku menggunakan Perkerasan beton tak bertulang bersambung (JPCP) & perkerasan beton bertulang bersambung (JRCP) dengan nilai transfer beban sebesar 2,5 – 3,1.

Tabel 4. 19 Interval Nilai Koefisien Load Transfer

Pavement type	Nilai J
Plain jointed & Jointed reinforced	2.5 - 3.1
J yang mewakili	2.8

(Sumber: Hasil analisa (2024))



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Indragiri

4.3.9 Persamaan Penentuan Tebal Plat (D)

Dalam perencanaan tebal perkerasan ini penulis menggunakan rumus formulasi AASHTO 1993, berikut perhitungannya:

Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Parameter Metode AASTHO

No.	Diketahui	Hasil	Satuan
1	W ₁₈	7.229.471	
2	Z _R	-0,524	
3	S _O	0,35	
4	ΔPSI	2,5	
5	P _o	4,5	
6	P _t	2,0	
7	S _c '	640	pci
8	C _d	1,15	
9	J	2,8	
10	E _c	4.021.228	psi
11	K	140	pci
12	D	8,2 (asumsi)	inches

(Sumber : Hasil analisa (2024))

$$\begin{aligned}
 \log_{10} \cdot 7.229.47 &= -0.524 \times 0,35 + 7,35 \log_{10}(8,2 + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2,5}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(8,2 + 1)^{8,46}}} \\
 &+ (4,22 - 0,32 \times 2,5) \times \log_{10} \frac{640 \times 1,15 \times [8,2^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times 2,8 \times \left[8,2^{0,75} - \frac{18,42}{(4.021.228 : 140)^{0,25}} \right]} \\
 6,86 &= 7,20 \text{ (ok)}
 \end{aligned}$$

Setelah memasukkan parameter input desain perkerasan kaku didapat nilai tebal pelat 8,2 inches (asumsi) = 7,20 ≥ W_{18 traffic} yaitu 6,86 maka asumsi tebal pelat dapat digunakan sehingga didapat tebal pelat beton adalah 8,2 inches = 20,83 cm ~ 21 cm dengan nilai W₁₈ desain ≥ W_{18 traffic}. Lapis fondasi bawah setebal 15 cm menggunakan *Wet lean concrete*.

4.3.10 Perhitungan Tulangan

Dalam perencanaan tulangan penulis menggunakan Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan atau *Jointed Plain Concrete Pavement* (JPCP). *Dowel* menggunakan BJTP 280 dan *tie bar* menggunakan BJTS 420A, berikut perhitungannya:

1. Tebal pelat = 21 cm
2. Lebar pelat = $2 \times 3 = 6$ m
3. Panjang pelat = 5 m
4. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m
5. Ruji (*Dowel*) digunakan BJTP diameter 32 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm seperti terlihat tabel 2.13.
6. Batang pengikat (*Tie Bars*) disarankan menggunakan BJTS Ø16, jarak 75 cm.

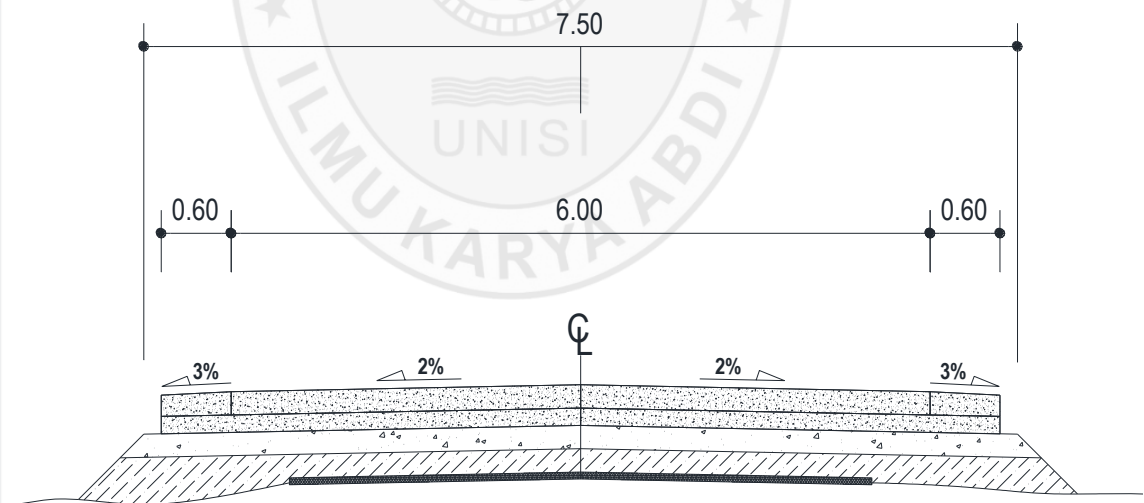
Perhitungan sebagai berikut:

$$I = (38,3 \times 16) + 75 = 687,8 \text{ mm} \sim 700 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut didapat (I) panjang batang pengikat adalah 70 cm.

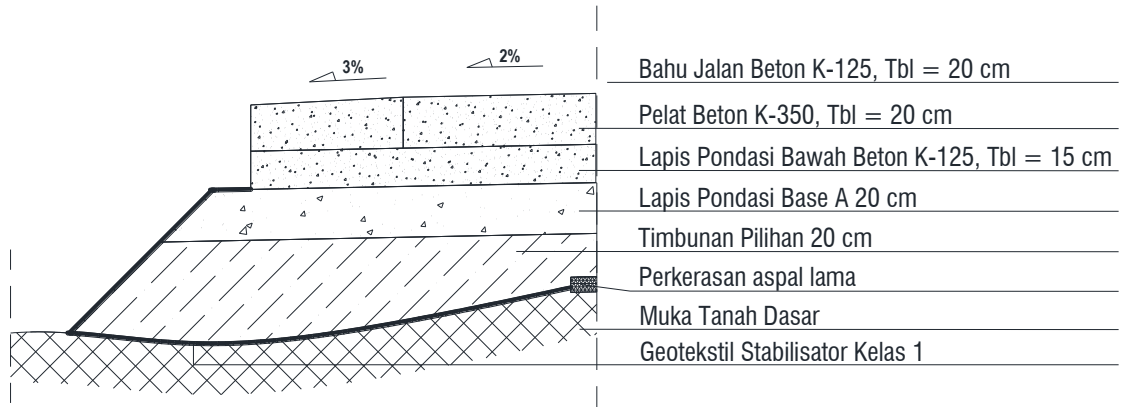
4.4 Gambar Tebal Perkerasan kaku

Hasil dari perhitungan tebal perkerasan kaku Metode Bina Marga dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 4.6 dan gambar 4.7.



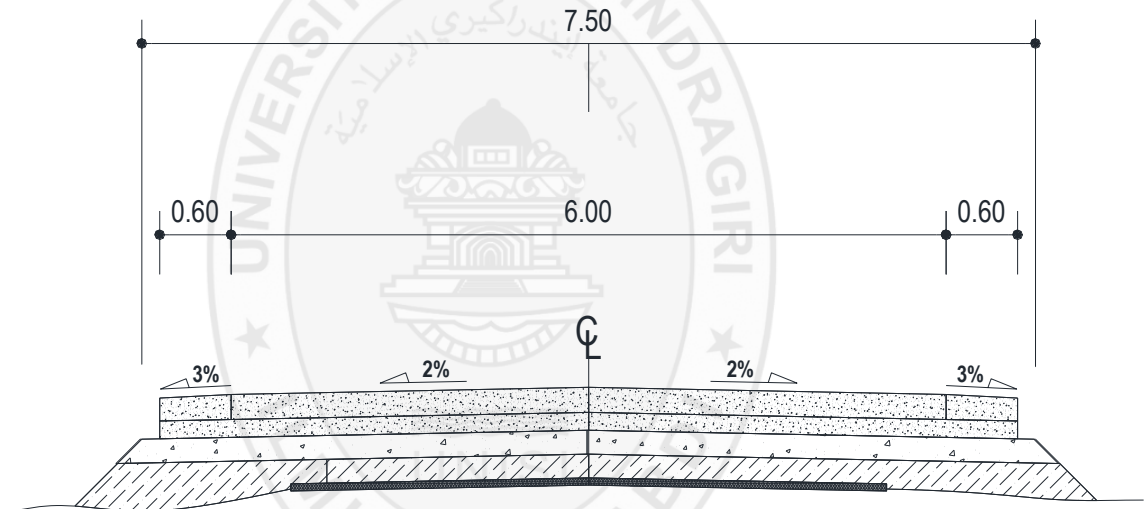
Gambar 4. 6 Typical Potongan Melintang
(Sumber: Hasil analisa (2024))

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
- Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

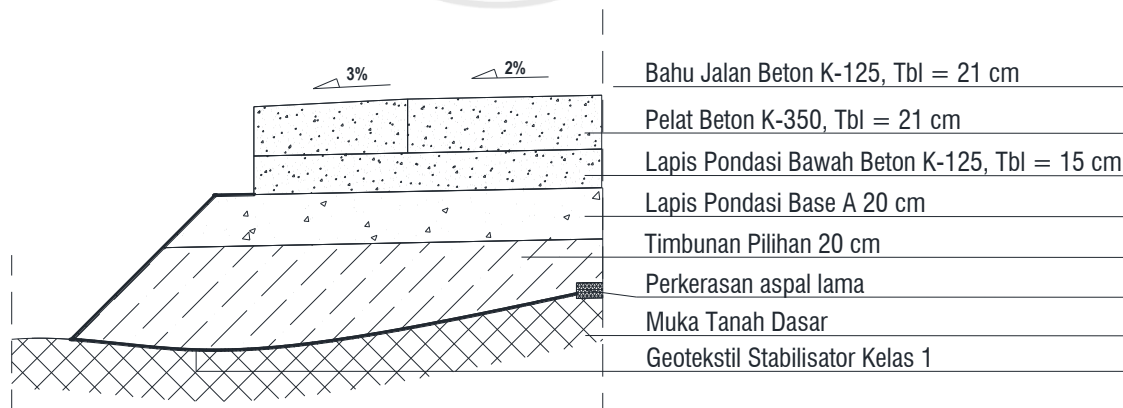


Gambar 4. 7 Potongan A-A
(Sumber: Hasil analisa (2024))

Hasil dari perhitungan tebal perkerasan kaku Metode AASHTO 1993 dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 4.8 dan gambar 4.9.



Gambar 4. 8 Typical Potongan Melintang
(Sumber: Hasil analisa (2024))



Gambar 4. 9 Potongan A-A
(Sumber: Hasil analisa (2024))



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

4.5 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya pada tebal perkerasan terbagi menjadi dua (2) bagian, yaitu biaya konstruksi dan biaya perawatan. Pada perencanaan tebal perkerasan ini, penulis hanya menghitung biaya konstruksi. Biaya konstruksi adalah biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu proyek mulai dari tahap awal pelaksanaan sampai dengan selesainya masa pembangunan. Hasil dari perhitungan rencana anggaran biaya ditampilkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 RAB Pekerjaan Perkersan Kaku

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)						
PEKERJAAN : PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN (PERKERASAN KAKU)						
LOKASI : RUAS JALAN SUNGAI ARA - HARAPAN TANI KEC. KEMPAS						
NO.	URAIAN PEKERJAAN	ANALISA	SAT.	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1.	2.		3.	4.	5.	6.
I PEKERJAAN PENDAHULUAN						
1	Pek. Mobilisasi / Demobilisasi	-	Ls	1,00	119.560.864,83	119.560.864,83
2	Sosialisasi, promosi dan pelatihan					
a	Spanduk (Banner)	SKh-1.1.22.(2g)	Bh	1,00	250.000,00	250.000,00
b	Papan Informasi Keselamatan Konstruksi	SKh-1.1.22.(2i)	Bh	1,00	250.000,00	250.000,00
3	Alat Pelindung Diri					
a	Topi pelindung (Safety Helmet)	SKh-1.1.22.(3b1)	Buah	6,00	104.400,00	626.400,00
b	Pelindung pernafasan dan mulut (masker, masker respirator)	SKh-1.1.22.(3b6)	Box	3,00	50.000,00	150.000,00
c	Sarung tangan (Safety Gloves)	SKh-1.1.22.(3b7)	Pasang	6,00	89.700,00	538.200,00
d	Sepatu keselamatan (Safety Shoes, rubber safety shoes and toe cap)	SKh-1.1.22.(3b8)	Pasang	6,00	606.900,00	3.641.400,00
e	Rompi keselamatan (Safety Vest)	SKh-1.1.22.(3b11)	Buah	6,00	186.900,00	1.121.400,00
4	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat kesehatan					
a	Peralatan P3K	SKh-1.1.22.(6a)	Set	2,00	500.000,00	1.000.000,00
5	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan					
	Rambu petunjuk	SKh-1.1.22.(7a)	Buah	2,00	250.000,00	500.000,00
	Rambu larangan	SKh-1.1.22.(7b)	Buah	2,00	250.000,00	500.000,00
	Rambu peringatan	SKh-1.1.22.(7c)	Buah	2,00	250.000,00	500.000,00
	Lampu Darurat (Emergency Lamp)	SKh-1.1.22.(7n)	Buah	2,00	450.000,00	900.000,00
	Jumlah					129.538.264,83
II PEKERJAAN STRUKTUR JALAN						
1	Pek. Geotekstile stabilisator Kelas 1	Analisa EI-353	M ²	12.480,000	124.654,35	1.555.686.283,06
2	Pek. Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	Analisa EI-322a	M ³	7.200,000	148.572,37	1.069.721.084,26
3	Pek. Timbunan Base A Tebal 20 cm	Analisa EI-511	M ³	3.600,000	1.343.078,84	4.835.083.817,80
4	Pek. Pondasi Bawah Beton K-125, Tbl 15 cm	Analisa EI-7110	M ³	2.592,000	2.610.968,52	6.767.630.411,68
5	Pek. Lapisan Plat Beton K-350, Tbl 20 cm	Analisa EI-715a	M ³	2.880,000	2.984.597,86	8.595.641.826,64
6	Pembesian	Analisa EI-733	Kg	26.142,720	33.352,55	871.926.251,13
7	Pek. Bahu Jalan Beton K-125 Tbl 20 cm	Analisa EI-7110	M ³	576,000	2.610.968,52	1.503.917.869,26
	Jumlah					25.199.607.543,84

(Sumber: Hasil analisa (2024))



4.5.1 Rekapitulasi Biaya Tebal Perkerasan Kaku

Jumlah Rencana Anggaran Biaya dalam bentuk rekapitulasi pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Perkerasan Kaku

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	PEKERJAAN PENDAHULUAN	129.538.264,83
II	PEKERJAAN STRUKTUR JALAN	25.199.607.543,84
	JUMLAH	25.329.145.808,67
	PPN 11 %	2.786.206.038,95
	JUMLAH	28.115.351.847,62
	DIBULATKAN	28.115.300.000,00
TERBILANG	: dua puluh delapan milyar seratus lima belas juta tiga ratus ribu rupiah	

(Sumber: Hasil analisa (2024))

4.6 Pembahasan

Perencanaan tebal perkerasan kaku berdasarkan metode Bina Marga dan AASHTO 1993. Untuk Bina marga, dimana fondasi bawah (*Lean Concrete*) beton K-125 tebal 15 cm, tebal plat beton K-350 tebal 20 cm, dan untuk AASHTO, dimana fondasi bawah (*Wet Lean Concrete*) beton K-125 tebal 15 cm, tebal plat beton K-350 tebal 21 cm dengan panjang jalan yang di rencanakan 2,4 km serta anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan Ruas Jalan Sungai Ara – Harapan Tani sebesar Rp. 28.115.300.000,00. (*Dua Puluh Delapan Milyar Seratus Lima Belas Juta Tiga Ratus Ribu Rupiah*).