

# PERANCANGAN PERKERASAN JALAN KOMPOSIT PADA RUAS JALAN KANITI DESA PENFUI TIMUR KABUPATEN KUPANG

Atrianus Lourdes<sup>1</sup>, Krisantus Satrio Wibowo Pedo<sup>2\*</sup>, Krisantos Ria Bela<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira, Jl. San Juan No.1 Penfui, Kupang, NTT, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira, Jl. San Juan No.1 Penfui, Kupang, NTT, Indonesia  
email:krisantuspedo@unwira.ac.id

**Abstrak:** Keadaan Infrastruktur Jalan pada Desa Penfui Timur kurang memadai pada beberapa segmen jalan, karena peningkatan jalan tidak sebanding dengan pertumbuhan desa. Salah satu perencanaan perbaikan infrastruktur desa adalah Perbaikan pada ruas Jalan Kaniti (Jembatan Kaniti). Perencanaan perkerasan komposit jalan pada ruas ini perlu dilakukan sebagai salah satu alternatif dalam pemilihan tipe perkerasan yang tepat. Metode penelitian ini menggunakan metode perhitungan berdasarkan pedoman perencanaan tebal lapis perkerasan kaku Pd-T-14-2003 dan perhitungan tebal lapis perkerasan lentur metode analisa komponen. Hasil desain berupa Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) umur rencana 20 tahun tanpa bahu beton dengan tebal pelat beton 22 cm, lebar pelat 5,5 m, panjang sambungan pelat 5 m, memiliki sambungan susut dan menggunakan ruji serta tulangan melintang dan memanjang beton. Tebal pelat 22 cm serta memenuhi syarat pada hasil analisa fatik dan erosi. Hasil perencanaan tebal lapis perkerasan komposit dengan umur rencana 20 tahun adalah terdiri dari tanah dasar, pondasi bawah berupa agregat A setebal 10 cm, CBK (Campuran Beton Kurus) setebal 15 cm, lapis permukaan berupa pelat beton setebal 22 cm dan aspal tipe HRS (*Hot Rolled Sheet*) setebal 5 cm.

**Kata Kunci:** perkerasan jalan, perkerasan jalan komposit, desa Penfui timur

**Abstract:** The condition of road infrastructure in East Penfui Village is inadequate on several road segments because road improvements are not commensurate with village growth. One of the village infrastructure improvement plans is improvements to the Kaniti Road section (Kaniti Bridge). Composite pavement planning on this section needs to be done as an alternative to selecting the right type of pavement. This research method uses a calculation method based on the rigid pavement layer thickness planning guidelines Pd-T-14-2003 and calculates flexible pavement layer thickness using component analysis methods. The design results are Jointed Reinforced Concrete Pavement with a design age of 20 years without concrete shoulders, a concrete slab thickness of 22 cm, a slab width of 5.5 m, a slab connection length of 5 m, shrinkage joints, and spokes and concrete transverse and longitudinal reinforcement. The plate thickness is 22 cm and meets the requirements of the fatigue and erosion analysis results. The results of designing the thickness of the composite pavement layer with a design life of 20 years consist of subgrade, sub-base in the form of aggregate A 10 cm thick, LMC (Lean Mix-Concrete) 15 cm thick, a surface layer in the form of a concrete slab 22 cm thick, and HRS (*Hot Rolled Sheet*) asphalt is 5 cm thick..

**Keywords:** road pavement, composite pavement, East Penfui village

## 1. PENDAHULUAN

Desa Penfui Timur merupakan salah satu desa pada Kabupaten Kupang yang memiliki pertumbuhan daerah yang cukup pesat. Terletak pada perbatasan Kota Kupang dan Kabupaten Kupang dan dikelilingi oleh berbagai macam pusat kegiatan seperti perkuliahan, perkantoran dan perumahan, menjadi penyebab utama tumbuh pesatnya perkembangan desa. Peningkatan kegiatan masal di Desa Penfui Timur tidak berbanding lurus dengan peningkatan infrastruktur Jalan. Keadaan Infrastruktur Jalan pada Desa Penfui Timur

dapat dikatakan kurang memadai pada beberapa segmen Jalan, sehingga dapat mengganggu aktivitas transportasi desa [1]. Permasalahan ini menjadi fokus utama pada rencana pengembangan infrastruktur desa kedepan agar umur rencana jalan dapat tercapai dengan baik.

Salah satu perencanaan perbaikan infrastruktur desa adalah Perbaikan pada ruas Jalan Kaniti (Jembatan Kaniti). Ruas Jalan Kaniti sendiri memiliki panjang kurang lebih 990 m dan memiliki 1 jembatan yakni Jembatan Kaniti. Permasalahan yang ada adalah ruas Jalan ini memiliki medan curam pada kedua sisi

Jalan saat masuk dan keluar dari Jembatan Kaniti. Selain itu keadaan jembatan dan kondisi jalan yang sudah mulai rusak menjadi faktor utama ketidnyamanan warga saat melintasi ruas jalan ini. Material Perkerasan eksisting ruas Jalan adalah perkerasan lentur dengan kerusakan yang dominan terjadi adalah lubang, retak dan penurunan tanah dasar. Kerusakan yang terjadi akan berpotensi menjadi lebih buruk lagi jika tidak segera diberikan penanganan apalagi kerusakan pada perkerasan jembatan dapat terjadi akibat berbagai faktor dan dapat menyebabkan penurunan integritas struktural, pengurangan keamanan, serta peningkatan biaya pemeliharaan [2]. Selain itu beban truk dan kendaraan besar lainnya, dapat memberikan tekanan signifikan pada perkerasan Jembatan yang dapat menyebabkan retakan, alur, dan kegagalan akibat kelelahan seiring waktu [3]. Kondisi cuaca yang keras, seperti suhu ekstrem dan curah hujan yang tinggi dapat berkontribusi pada penurunan kualitas perkerasan [4]. Infiltrasi air dapat menyebabkan pelebaran dan penyusutan bahan perkerasan, yang menyebabkan retakan dan lubang [5]. Permasalahan ini yang menjadi dasar mengapa perbaikan menggunakan perkerasan jalan komposit pada ruas jalan dan pembangunan jembatan baru perlu dilakukan.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Kaniti, Desa Penfui Timur, Kabutan Kupang dengan panjang segmen jalan adalah 990 m. Gambar 1 menunjukkan segmen ruas jalan Kaniti, dengan lokasi Jembatan Kaniti yang berada pada bagian tengah segmen.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan awal adalah dengan pengumpulan data primer dilokasi yakni pengumpulan data lalu lintas harian (LHR) dan kondisi geometrik ruas jalan. Pada tahapan pengumpulan data ini dilaksanakan selama 4 hari yakni pada hari Rabu, 26 Juli 2023, Kamis, 27 Juli 2023, Jumat, 28 Juli 2023 dan Senin, 31 Juli 2023 dari pukul 08.00 WITA hingga pukul 16.00 WITA. Kemudian tahapan berikutnya adalah perhitungan tebal lapis perkerasan komposit. Pada tahapan ini data primer dan sekunder digunakan sebagai data dalam menganalisis kebutuhan tebal lapis perkerasan komposit sesuai Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd-T-14-2003 dan Perencanaan

Tebal Lapis Perkerasan Metode Analisa Komponen.



Gambar 1. Lokasi Survei  
(Sumber: Google Earth)

### 2.1. Perkerasan Jalan Komposit

Perkerasan jalan komposit adalah kombinasi antara lapis perkerasan kaku dengan lapis permukaan berupa perkerasan lentur [4]. Perkerasan komposit terdiri atas susunan tebal lapis tanah dasar, lapis pondasi bawah, lapis pondasi, lapis permukaan beton dan lapis permukaan aspal. Proses perancangan pekerjaan jalan komposit dapat dilakukan dengan menggunakan gabungan analisis perhitungan antara perhitungan tebal lapis permukaan kaku dan perhitungan tebal lapis permukaan lentur sesuai prosedur perencanaan Pd T-14-2002 dan SNI 1792-1987-F.

### 2.2. Prosedur Pehitungan Perkerasan Kaku

#### 2.1. Perhitungan Jumlah Kendaraan Sumbu Niaga (JSKN)

Menurut Bina Marga konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu yakni Sumbu tunggal roda tunggal (STRT), Sumbu tunggal roda ganda (STRG), Sumbu tandem roda ganda (STdRG), Sumbu tridem roda ganda (STrRG). Masing-masing kelompok sumbu akan dihitung beban lalu lintasnya dan akan dikalikan dengan faktor pertumbuhan lalu lintas, atau dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \times C \dots\dots(1)$$

Dimana :

- JSKNH = Jumlah sumbu niaga kendaraan
- R = faktor pertumbuhan lalu lintas
- C = faktor lebar lalu lintas

Dengan

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \dots\dots\dots(2)$$

## 2.2. Perhitungan Repetisi Izin dan Tebal Pelat

Perhitungan repetisi izin dilakukan dengan menghitung beban lalu lintas masing-masing kategori beban sumbu dengan mengalikan proporsi beban, proporsi sumbu dengan JSKN. Setelah mendapatkan total repetisi yang terjadi, maka dapat menentukan tebal pelat sesuai grafik pada dokumen Pd-T-14-2003. Tebal minimum dan spesifikasi tebal lapis perkerasan ditentukan berdasarkan ketentuan Manual Desain Perkerasan Jalan Raya (Bina Marga, 2017) untuk daerah pedesaan dengan lalu lintas rendah.

Tabel 1. Standar Teknik Perkerasan Kaku Lalu Lintas Rendah

	Tanah dasar			
	Tanah Lunak dengan Lapis Penopang		Dipadatkan normal	
Bahu pelat beton ( <i>tied shoulder</i> )	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton (mm)			
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung fondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)	125 mm			
Jarak sambungan melintang	4 m			

(sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

## 2.3. Analisa Fatik dan Erosi

Setelah mendapatkan tebal lapis beton maka perlu adanya pemeriksaan terhadap ketahanan fatik dan erosi dengan menghitung persentase repetisi fatik dan erosi dengan syarat < 100%.

## 2.4. Perhitungan Tulangan

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_s = \frac{\mu . L . M g . h}{2 F_s} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

- As : luas penampang tulangan baja (mm<sup>2</sup>/m lebar pelat)
- fs : kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.
- g : gravitasi (m/detik<sup>2</sup>).
- h : tebal pelat beton (m)

L : jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)

M : berat per satuan volume pelat (kg/m<sup>3</sup>)

μ : koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

## 2.3. Prosedur Perhitungan Perkerasan Lentur

### 2.3.1. Perhitungan Beban Lalu Lintas

Setelah mendapatkan tebal perkerasan pondasi bawah dan pondasi atas berupa pelat beton, maka selanjutnya dilakukan perhitungan beban lalu lintas untuk menghitung tebal lapis perkerasan lentur. Perhitungan beban lalu lintas didasarkan pada perhitungan lali lintas sesuai umur rencana pada persamaan (1) kemudian masing-masing kendaraan akan dihitung nilai ekuivalen beban sumbu berdasarkan tabel Bina Marga (1987). Lintas Ekuivalen Rencana diperoleh berdasarkan persamaan:

$$LER = \left( \frac{LEP+LEA}{2} \right) \times FP \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

LER = Lintas Ekuivalen Rencana

LEP = Lintas Ekuivalen Permulaan,

LEA = Lintas Ekuivalen Awal,

FP = Faktor Penyesuaian Untuk Umur Rencana (UR/10)

Dengan:

$$LEP = \sum_{i=1}^{i-n} LHR_i \times E_i \times C_i \dots\dots\dots(5)$$

$$LEA = LEP (1 + i)^{UR} \dots\dots\dots(6)$$

### 2.3.2. Penentuan DDT dan ITP

Perhitungan Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) diperoleh berdasarkan hasil CBR desain dengan persamaan:

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7 \dots\dots\dots(7)$$

Kemudian berdasarkan nilai DDT akan ditentukan nilai ITP (Indeks Tebal Pekerasan) rencana dengan menggunakan grafik nomogram sesuai kondisi lingkungan (FR) dan Indeks Permukaan Jalan (IPO, dan IPT) berdasarkan Tabel 2, 3, dan 4 [6].

### 2.3.3. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan

Perhitungan tebal perkerasan lapis dapat ditentukan dengan menetapkan nilai tebal

minimal ( $D_n$ ) dan nilai koefisien perkerasan ( $a_n$ ) pada Tabel 5. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\overline{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \dots \dots \dots (8)$$

Tabel 2. Faktor Regional (FR)

Curah hujan	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklm I < 900 mm/thn	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklm II ≥ 900 mm/thn	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Catatan: pada bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m), FR ditambah dengan 0,5.  
Pada daerah rawa, FR ditambah dengan 1,0

(SNI 1792-1987-F)

Tabel 3. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER lss/hari/lajur rencana	Fungsi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(SNI 1792-1987-F)

Tabel 4. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IP0)

Jenis Lapis Permukaan	IP <sub>0</sub>	Roughness* (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
Burda	3,9 – 3,5	< 2000
Burtu	3,4 – 3,0	< 2000
Lapen	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
Latasbum	2,9 – 2,5	
Buras	2,9 – 2,5	
Latasir	2,9 – 2,5	
Jalan tanah	≤ 2,4	
Jalan kerikil	≤ 2,4	

\* Alat roughometer yang digunakan adalah roughometer NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 Station Wagen, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km/jam

(SNI 1792-1987-F)

Tabel 5. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan bahan			Jenis perkerasan
a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	MS (kg)	Kt (kg/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	
0,40			744			Laston
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			Lasbutag
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA
0,26			340			Penetrasi makadam
0,25						Lapen (mekanis)
0,20						Lapen (manual)
0,28			590			Laston atas
0,26			454			
0,24			340			
0,23						Lapen (mekanis)
0,19						Lapen (manual)
0,15				22		Stabilisasi dengan semen
0,13				18		Stabilisasi dengan kapur
0,15				22		
0,13				18		Batu pecah (kelas A)
0,14				100		
0,13				80		Batu pecah (kelas B)
0,12				60		Batu pecah (kelas C)
	0,13			70		Sirtu/pitrun (kelas A)
	0,12			50		Sirtu/pitrun (kelas B)
	0,11			30		Sirtu/pitrun (kelas C)
	0,10			20		Tanah/lempung kepasiran

Catatan: Kuat tekan stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7.  
Kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21.

(SNI 1792-1987-F)

## 2.4. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Komposit

Perhitungan tebal lapis perkerasan komposit dapat ditentukan oleh persamaan 8 dengan variabel bahan tebal lapis yang disesuaikan dengan hasil perencanaan tebal lapis perkerasan kaku pada perhitungan sebelumnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data LHR

Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) merupakan ukuran jumlah rata-rata kendaraan yang melewati suatu titik atau jalan dalam satu hari. Berdasarkan Tabel 6, Hasil perhitungan LHR menunjukkan volume rata-rata kendaraan Gol. 1 sebanyak 1164 bh, Gol 2 sebanyak 60 bh, Gol. 3 sebanyak 8 bh, Gol. 4 sebanyak 56 bh, Gol. 5a dan 5b sebanyak 1 bh, Gol. 6a sebanyak 3 bh, Gol. 6b sebanyak 52 bh, Gol. 7a sebanyak 9 bh, Gol. 7b dan 7c sebanyak 0 bh dan Gol. 8 sebanyak 4 bh.

Tabel 6. Volume Lalu Lintas Harian Rerata

Gol.	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
Waktu	Sepeda Motor, Sekuter dan Kendaraan Roda 3	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Opelet, Pick-up-opelet, Suburban, Combi, Mini Bus	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 Sumbu 4 Roda	Truk 2 Sumbu 6 Roda	Truk 3 Sumbu	Truk Gandengan	Truk Semi Trailer	Kendaraan Tidak Bermotor
Hari 1	1168	62	10	68	0	2	2	66	16	0	0	5
Hari 2	1187	67	16	53	0	0	2	40	2	0	0	4
Hari 3	1193	68	3	52	0	0	2	39	7	0	0	5
Hari 4	1108	41	2	52	0	0	6	63	12	0	0	3
Total	4656	238	31	225	0	2	12	208	37	0	0	17
Rerata	1164	60	8	56	0	1	3	52	9	0	0	4

(sumber: hasil suvei)

### 3.2 Perhitungan JSKN

Perhitungan Jumlah Kendaraan Sumbu Niaga (JKSN) pada perkerasan jalan melibatkan beberapa faktor yakni kendaraan, berat sumbu, jumlah sumbu, dan frekuensi lalu lintas. Untuk perhitungan JKSN pada Jembatan Kaniti sesuai dengan hasil survey adalah sebagai berikut.

Berdasarkan perhitungan data lalu lintas pada Tabel 7, diperoleh nilai Jumlah Kendaraan Sumbu Niaga Harian (JKSNH) adalah 130 buah.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Prov. NTT pertumbuhan kendaraan di Kabupaten Kupang seperti terlihat pada Tabel 8 dengan rerata pertumbuhan kendaraan sebesar 5% per tahun. Perhitungan JSKN rencana dapat diperoleh sebagai berikut:

UR = 20 tahun,

$$\text{maka } R = \frac{(1+0,01 \times 1)^{20}-1}{0,01 \times 1} = 53,04$$

$$\text{JKSN} = 365 \times \text{JKSNH} \times R \times C$$

$$\text{JKSN} = 365 \times 130 \times 53,04 \times 0,5 = 1,26 \times 10^6$$

Tabel 7. Perhitungan Lalu Lintas

Jenis kendaraan	konfigurasi		Jumlah Kend.	Jumlah h	Jumlah Total	SIRT		STRG		STdRG	
	RD	RB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
MP (1.1)	1	1	124	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus (1.2)	3	5	1	2	2	3	1	5	1	-	-
Truck 2 as kcl (1.1)	2	4	3	2	6	2	3	-	-	-	-
Truck 2 as bsr (1.2)	5	8	52	2	104	5	52	8	52	-	-
Truck 3 as (1.22)	6	14	9	2	18	6	9	-	-	14	9
TOTAL					130	68	53	9			

(sumber: hasil analisis)

Tabel 8. Data Pertumbuhan Kendaraan Kabupaten Kupang

Tahun	Motor	Mobil	Bus	Truk	Jumlah	i (%)
2015	33.076	1.499	41	2.451	37.067	-

2016	33.147	1.373	45	2.331	36.896	0%
2017	36.962	1.467	45	2.615	41.089	11%
2018	41.002	1.551	47	2.927	45.527	11%
2019	45.486	1.667	47	3.191	50.391	11%
2020	36.962	1.467	45	2.615	41.089	-18%
2021	41.002	1.551	47	2.927	45.527	11%
2022	45.486	1.667	47	3.191	50.391	11%
					Rerata	5%

(sumber: hasil analisis)

### 3.3. Perhitungan Repetisi Ijin

Perhitungan repetisi ijin dilakukan pada masing-masing konfigurasi sumbu dan varian beban sumbunya. Hasil perhitungan repetisi ijin dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Repetisi Ijin

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	JSKN	Repetisi Yang Terjadi
STRT	6	9	0,13	0,52	1,26E+06	87.118
	5	52	0,76	0,52	1,26E+06	503.346
	4	3	0,04	0,52	1,26E+06	29.039
	3	1	0,01	0,52	1,26E+06	9.680
	2	3	0,04	0,52	1,26E+06	29.039
Total		68				
STRG	8	52	0,98	0,41	1,26E+06	503.346
	5	1	0,02	0,41	1,26E+06	9.680
Total		53				
STdRG	14	9	1,00	0,07	1,26E+06	87.118
Total		9				
Komulatif						1,26E+06

(sumber: hasil analisis)

### 3.4. Penentuan Tebal Pelat Beton

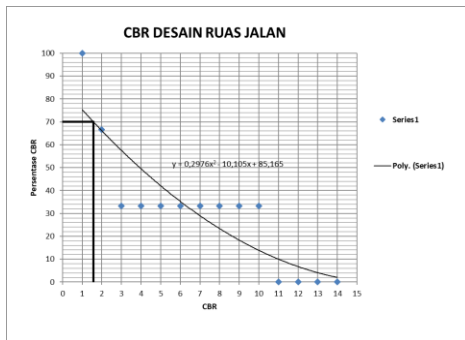
Perhitungan tebal pelat beton didasarkan pada penentuan daya dukung tanah dasar, dan beban lalu lintas. Penentuan tebal plat diperoleh berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dari Bina Marga (lihat Tabel 1), untuk jenis tanah lempung berpasir ditentukan jenis beton bersambung tanpa dowel dan tanpa bahu pelat beton dengan tebal pelat beton pada lalu lintas pedesaan adalah sebesar 200 mm, tebal lapisan pondasi kelas A setebal 125 mm [7].

Tebal pelat beton ditentukan oleh CBR tanah dasar dan JSKN rencana. Hasil data sekunder DCP dapat dilihat pada Tabel 10. Nilai CBR desain pada ruas sekitar lokasi pada Gambar 1 menunjukkan nilai CBR desain sebesar 1,3%.

Tabel 10. Hasil CBR Lapangan

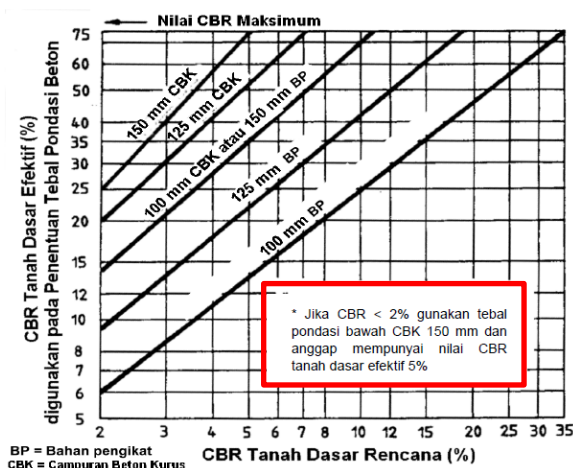
No	KM	CBR Lap
		(%)
1	0+000	14,88
2	0+200	0,57
3	0+400	0,93
4	0+600	0,51
5	0+800	1,15
6	1+000	0,75
7	1+200	2,04
8	1+400	3,40
9	1+600	0,67
10	1+800	0,68
11	2+000	0,53
12	2+200	0,48
13	2+400	0,64
14	2+500	0,36

(sumber: hasil analisis)



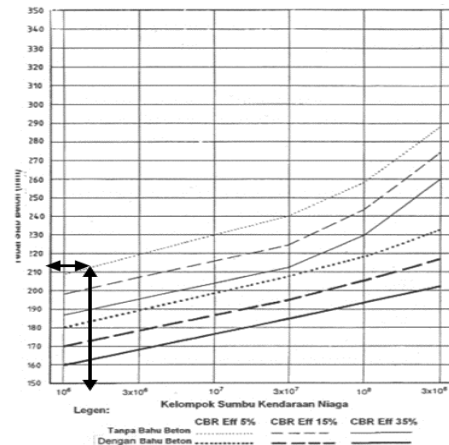
Gambar 1. Grafik CBR Segmen

Ketentuan dari pedoman adalah jika nilai CBR < 2% maka harus dipasang pondasi bawah berupa beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm dan dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5% [8].



Gambar 2. Penentuan Nilai CBR Tanah Dasar Efektif

Berdasarkan Gambar 3, maka taksiran tebal pelat beton diperoleh sebesar 214 mm atau bulatkan menjadi 220 mm.



Gambar 3. Penentuan Tebal Pelat Beton

### 3.5 Analisa Fatik dan Erosi

Berdasarkan nilai CBR tanah dasar efektif yakni 5% dan tebal rencana pelat beton sebesar 220 mm, ditentukan nilai tegangan ekuivalen dan faktor erosi untuk perkerasan tanpa bahu beton.

Tabel 11. Perhitungan Nilai Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi

h (mm)	CBR e	TE			FE		
		STRT	STRG	STdRG	STRT	STRG	STdRG
220	5%	0,94	1,58	1,42	2,11	2,71	2,87

(sumber: hasil analisis)

Nilai tegangan dan faktor erosi yang telah ditentukan sesuai dengan tebal dan CBR efektif yang ada, kemudian akan digunakan sebagai perhitungan analisa fatik dan erosi pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Perhitungan Faktor Tegangan dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Renc. /Roda (kN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi
STRT	60	30	8,71E+04	TE = 0,94 FRT = 0,235 FE = 2,11
	50	25	5,03E+05	
	40	20	2,90E+04	
	30	15	9,68E+03	
STRG	80	20	5,03E+05	TE = 1,58 FRT = 0,40 FE = 2,71
	50	12,5	9,68E+03	

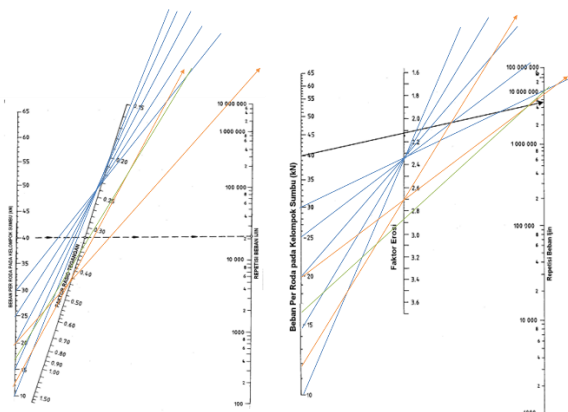
STdRG	140	17,5	8,71E+04	TE = 1,42
				FRT = 0,36
				FE = 2,87
Total				

(sumber: hasil analisis)

Tabel 13. Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Analisis Fatik		Analisis Erosi	
	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
STRT	TT	0%	TT	0%
	TT	0%	TT	0%
	TT	0%	TT	0%
	TT	0%	TT	0%
	TT	0%	TT	0%
STRG	TT	0%	8E+06	6%
	TT	0%	TT	0%
STdRG	TT	0%	1E+07	1%
	TT			
Total	100% >	0%	100% >	7,2%

(sumber: hasil analisis)



Gambar 4. Grafik Analisa Fatik dan Erosi

Berdasarkan hasil analisa fatik dan erosi, tebal pelat 220 mm tanpa bahu beton dengan ruji dapat memenuhi syarat analisa fatik dan analisa erosi dengan total masing-masing persen rusak < 100%.

### 3.6. Perhitungan Tulangan

Pelat beton digunakan tipe Beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT). Lebar perkerasan adalah 5,5 m, dengan kuat tarik baja tipe BJTS 420 sebesar 525 MPa. Digunakan diameter tulangan 12 mm dengan jarak 300 mm, berat isi beton 2400 Kg/m<sup>3</sup>, gravitasi 9,81 m/det<sup>2</sup>, panjang pelat beton 10 m dan lebar pelat beton total 2x2,25 m. Menggunakan persamaan 3 maka perhitungan tulangan melintang dan memanjang diperoleh sebagai berikut.

- a. As perlu tulangan memanjang

$$As = \frac{2x5x2400x9,81x0,22}{2x240} = 89,69 \text{ m}^2/\text{m}'$$

As tulangan terpasang

$$Ast = \frac{1000}{jarak} x \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1000}{300} x \frac{1}{4} \pi 12^2$$

$$Ast = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

- b. As perlu tulangan melintang

$$As = \frac{2x5,5x2400x9,81x0,22}{2x240} = 54,26 \text{ m}^2/\text{m}'$$

As tulangan terpasang

$$Ast = \frac{1000}{jarak} x \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1000}{300} x \frac{1}{4} \pi 12^2$$

$$Ast = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Tulangan diameter 12 mm dengan jarak 300 mm dapat digunakan karena As tulangan terpasang > As tulangan perlu baik di tulangan memanjang maupun tulangan melintang.

Hasil perencanaan perkerasan kaku adalah dengan menggunakan Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) umur rencana 20 tahun tanpa bahu beton dengan tebal pelat beton 22 cm, lebar pelat 5,5 m, panjang pelat 5 m, sambungan susut dipasang setiap 5 m dan menggunakan ruji dengan diameter 36 mm dengan panjang 45 cm dan jarak antar ruji 30 cm. Batang pengikat menggunakan baja ukur diameter 16 mm panjang 70 cm dan jarak 75 cm [8].

### 3.7. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur

#### 3.7.1. Perhitungan Beban Lalu Lintas

Perhitungan lalu lintas diperkirakan akan dibuka setelah jalan dibangun yakni pada tahun 2025 dengan umur rencana (UR) perkerasan lentur yakni 20 tahun, dengan pertumbuhan lalu lintas adalah sebesar 5%. Beban lalu lintas dihitung berdasarkan jenis kendaraan yang lewat dengan nilai beban ekuivalen menurut ketentuan Bina Marga. Nilai volume dan beban ekuivalen lalu lintas pada awal UR dan akhir UR dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Volume Lalu Lintas Awal dan Akhir Umur Rencana (UR)

Jenis kendaraan	LHR Perkiraan (SMP)			Nilai Ekuivalen (E)
	Survei	Awal	Akhir UR	
	2023	2025	2045	
Kendaraan Ringan 2 ton	124	136,864	367,241	0,004
Bus 8 Ton ( As depan 3 ton + as belakang 5 ton )	1	1,104	2,962	0,1593
Truk 2 as Ringan 8 ton (a depan 2 ton + as belakang tunggal 6 ton)	3	3,311	8,885	0,0613
Truk 2 as Berat 13 ton (as depan 5 ton + 2 as belakang (ganda) 8 ton)	52	57,394	154,004	0,2204
Truk 3 as 20 ton (as depan 6 ton + 2 as belakang (ganda) 14 ton)	9	9,934	26,655	1,0375

(sumber: hasil analisis)

### 3.7.2. Perhitungan Lintas Ekuivalen

Perhitungan nilai Lintas Ekuivalen diperoleh dari persamaan 4,5 dan 6. Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Jenis kendaraan		Lintas Ekuivalen		
		LEP	LEA	LER
LV	Kendaraan Ringan	0,2737	0,7345	1,0082
HV	Bus	0,0879	0,2359	0,3238
	Truk 2 as ringan	0,1015	0,2723	0,3738
	Truk 2 as berat	6,3249	16,9713	23,2961
	Truk 3 as	5,1531	13,8271	18,9802
Total		11,9411	32,0410	43,9821

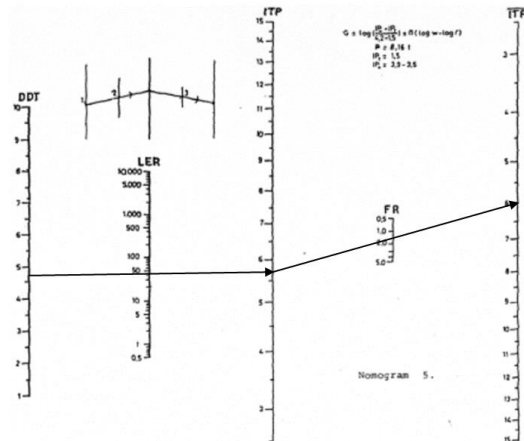
(sumber: hasil analisis)

### 3.7.3. Perhitungan ITP

Menentukan nilai ITP diperoleh dari grafik nomogram berdasarkan nilai daya dukung tanah dasar (DDT), nilai indeks perkerasan (IP dan IPo), nilai faktor regional (FR) dan nilai LER. Nilai DDT diperoleh berdasarkan persamaan 7 dengan hasil sebagai berikut.

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7 = 4,3 \log 5 + 1,7 = 4,7$$

Dengan menggunakan bahan HRS (*Hot Roler Sheet*) maka nilai IPo diperoleh sebesar 3,9-3,5 dan untuk jalan lokal dengan rentang LER 10-100 diperoleh nilai IPT sebesar 1,5 [9]. Sehingga digunakan Nomogram 5 dalam penentuan nilai ITP. Gambar 5 menunjukkan hasil pembacaan nomogram diperoleh nilai ITP sebesar 6.



Gambar 5. Hasil Pembacaan Nomogram ITP

### 3.7.3. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan

Berdasarkan hasil ITP sebesar 6 maka dapat dihitung keperluan tebal perkerasan lentur, sesuai dengan koefisien bahan yang digunakan. Koefisien HRS sebesar 0,30, koefisien pelat beton didasarkan pada koefisien dari Pedoman Perencanaan Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B [10]. Dengan karakteristik kuat tekan beton < 28 Kg/cm<sup>2</sup> maka nilai koefisien lapis pondasi berbahan semen adalah sebesar 0,15 dan koefisien agregat A sebesar 0,13 [4].

$$a_1 = 0,30 \text{ (HRS)}$$

$$a_2 = 0,15 \text{ (pelat beton)}$$

$$a_3 = 0,13 \text{ (Agregat)}$$

$$D_2 = 22 \text{ cm (dari perhitungan tebal pelat perkerasan kaku)}$$

$$D_3 = 10 \text{ cm (Agregat)}$$

$$ITP = 6$$

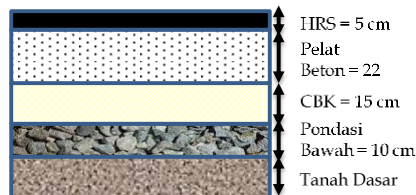
Maka,

$$D_1 = \frac{(ITP - (a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3))}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{(6 - (0,15 \times 22 + 0,13 \times 10))}{0,30} = 5 \text{ cm}$$

### 3.8. Desain Tebal Perkerasan Komposit

Berdasarkan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan beton dan aspal maka desain tebal perkerasan komposit dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain Perkerasan Jalan Komposit

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

- Perkuatan lapis tanah dasar direncanakan menggunakan campuran beton korus (CBK) dikarenakan nilai CBR tanah dasar < 2%, dan dianggap memiliki nilai CBR tanah efektif sebesar 5%.
- Hasil perencanaan perkerasan kaku untuk UR 20 tahun adalah dengan menggunakan tipe Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) tanpa bahu beton dengan tebal pelat beton 22 cm, lebar pelat 5,5 m, panjang sambungan pelat 5 m, sambungan susut dipasang setiap 5 m dan menggunakan ruji dengan diameter 36 mm dengan panjang 45 cm dan jarak antar ruji 30 cm. Batang pengikat menggunakan baja ukur diameter 16 mm panjang 70 cm dan jarak 75 cm. Tulangan memanjang dan melintang menggunakan tulangan ulir diameter 12 dengan jarak 300 mm
- Hasil perencanaan tebal lapis permukaan lentur pada UR 20 tahun adalah menggunakan lapis perkerasan lentur HRS dengan tebal 5 cm
- Tebal lapis perkerasan komposit direncanakan tersusun dari lapisan tanah dasar, pondasi bawah berupa agregat A setebal 10 cm, CBK setebal 15 cm, pelat beton setebal 22 cm dan aspal HRS setebal 5 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Nahak and K. S. W. Pedo, "The Road Infrastructure Damage Assessment in East Penfui Village , Kupang District," *TLJES-Timor Leste J. Eng. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [2] R. Darmawan and L. Lizar, "Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode Bm - 2017," *J. TeKLA*, vol. 2, no. 2, p. 97, 2020, doi: 10.35314/tekla.v2i2.1823.
- [3] T. Budiawan, M. Lutfi, and R. Rulhendri, "Studi Pengembangan Jalan Rigid Pavement, pada Ruas Jalan Arzimar, Kota Bogor," *J. Komposit*, vol. 5, no. 1, p. 39, 2022, doi: 10.32832/komposit.v5i1.4754.
- [4] S. Sukirman, *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: NOVA, 2010.
- [5] K. Putra, B. Suprpto, and A. Rachmawati, "Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Jatirejo-Mojokerto (STA 0+100-10+100)," *J. Rekayasa Sipil*, 2020, [Online]. Available: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/arti cle/viewFile/7317/5881>
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI - 2.3.26.1987*. Jakarta, 1987.
- [7] Direktorat Jendral Bina Marga, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta, 2017.
- [8] Departemen Pemukiman dan Perumahan Wilayah, *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003*. Jakarta, 2003.
- [9] Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta, 1987.
- [10] Departemen Pemukiman dan Perumahan Wilayah, *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pd T-01-2002-B*. Jakarta, 2002.