

STUDI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN PERKERASAN JALAN MAHKOTA IRIGASI KOTA TIMIKA

Benny Passambuna^{1*}, Guni²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Amamapare

(Corresponding Author*: pasambunabenny@gmail.com)

ABSTRACT

Road infrastructure has a very important role to support economic growth and open potential accesses for community business development. In planning a road construction, one of the things needed is the pavement itself. Pavement allows the road surface to be more durable and resistant to weather changes compared to roads without pavement. Of all that, the right and safe pavement layer is needed according to the quality and standards that have been determined. This study aims to determine the index value of the thickness of the pavement surface layer on the road body based on the Bina Marga method. The location of this research is located on the Mahkota Irrigation Timika Road section with the length of the research location, STA 0 + 290.88. This research collects secondary and primary data so that it is processed or analyzed into calculations and nomogram graphs with the Bina Marga method. The results of the flexural Pavement Thickness Index (ITP) value required in the Mahkota road planning, Timika city based on the Bina Marga method are obtained at 3.4 from nomogram 5, then entered into the calculation, the surface layer thickness value is 9 cm.

Keywords: Pavement Thickness Index (ITP), Surface Layer Thickness Value, Bina Marga Method.

ABSTRAK

Sarana infrastruktur jalan mempunyai peran yang sangat penting untuk menunjang pertumbuhan ekonomi dan membuka akses-akses yang berpotensi untuk pengembangan usaha masyarakat. Dalam merencanakan suatu konstruksi jalan, salah satu yang diperlukan yaitu perkerasan jalan itu sendiri. Perkerasan jalan memungkinkan permukaan jalan lebih awet dan tahan terhadap perubahan cuaca di bandingkan jalan tanpa perkerasan. Dari semua itu, diperlukan lapisan perkerasan yang tepat dan aman sesuai mutu dan standar yang sudah ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai indeks tebal lapisan permukaan perkerasan pada badan jalan berdasarkan metode bina marga. Lokasi penelitian ini bertempat di ruas Jalan Mahkota Irigasi Timika dengan panjang lokasi penelitian yaitu STA 0 + 290,88. Penelitian ini mengumpulkan data sekunder dan primer sehingga diolah atau dianalisis kedalam perhitungan dan grafik nomogram dengan metode Bina Marga. Hasil Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) lentur yang dibutuhkan pada perencanaan jalan Mahkota, kota Timika berdasarkan metode Bina Marga didapatkan sebesar 3,4 dari nomogram 5, kemudian dimasukkan kedalam perhitungan maka nilai tebal lapisan permukaannya yaitu 9 cm.

Kata Kunci: Indeks Tebal Perkerasan(ITP), Nilai Tebal Lapisan Permukaan, Metode Bina Marga

PENDAHULUAN

Pentingnya infrastruktur jalan dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan

akses masyarakat di wilayah permukiman baru, khususnya di jalan Mahkota Irigasi kota Timika. Wilayah ini masih dalam proses pembangunan, dan penyusunan

perencanaan perkerasan yang baik diperlukan untuk memastikan konstruksi jalan mampu menangani arus lalu lintas sesuai dengan umur rencana. Dalam perencanaan perkerasan perlu diketahui tebal lapisan perkerasan. Faktor-faktor seperti fungsi jalan, umur rencana, lalu lintas, sifat tanah dasar, kondisi lingkungan, dan material lapisan perkerasan perlu dipertimbangkan. Wilayah penelitian ini belum ada drainase, curah hujan yang tinggi, dan kondisi material atau mutu lapisan perkerasan yang sudah ada tidak sesuai saat pelaksanaannya, permasalahan ini mendasari untuk merencanakan tebal lapis perkerasan permukaan guna menghindari kerusakan pada perkerasan yang sudah ada. Perkerasan jalan memungkinkan permukaan jalan lebih awet dan tahan terhadap perubahan cuaca di bandingkan jalan tanpa perkerasan. Maka dari itu, dalam penelitian studi perencanaan perkerasan yang dilaksanakan berdasarkan metode Bina Marga yang mengacu pada ketentuan-ketentuan dan langkah dalam merencanakan tebal perkerasan. Dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: bagaimana menentukan indeks tebal lapisan permukaan perkerasan dengan metode bina marga? Dengan tujuan penulisan untuk menentukan nilai indeks

tebal lapisan permukaan perkerasan pada badan jalan berdasarkan metode bina marga.

TINJAUAN PUSTAKA

PERENCANAAN TEBAL LAPISAN PERKERASAN DENGAN METODE BINA MARGA

1. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Nilai ITP ditentukan dengan nomogram ITP yang dikorelasikan dengan nilai daya dukung tanah, lintas ekivalen rencana, faktor regional dan indek permukaan. Persamaan nilai ITP adalah sebagai berikut:

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

Dimana :

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan.

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1,2,3, masing-masing lapis permukaan, lapisan pondasi dan lapisan pondasi bawah. Koefisien Kekuatan Relatif (a) dan Tebal Minimum Lapis Perkerasan (D). Nilai koefisien kekuatan relatif (a) dan tebal minimum lapis perkerasan (D) dapat dihitung setelah nilai ITP diketahui dari grafik nomogram. Tebal minimum lapis pondasi bawah untuk setiap nilai ITP ditentukan sebesar 10 cm (Bina Marga, 1987).

2. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif ditentukan berdasarkan, nilai hasil uji Marshall(kg) untuk bahan aspal, kuat tekan (kg/cm^2) untuk bahan pondasi atau pondasi bawah, jika alat marshall tidak tersedia maka kekuatan bahan beraspal bisa diukur dengan cara lain seperti hveem test. Nilai koefisien relatif untuk masing-masing bahan Indonesia telah ditetapkan oleh Bina Marga pada Metode Analisa Komponen, 1987.

Tabel 1. Koefisien Kekuatan Relatif(a)

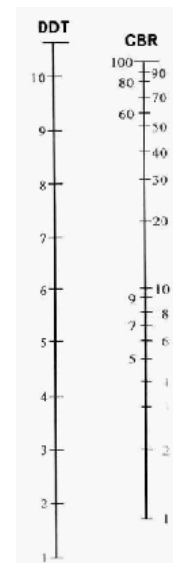
Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm^2)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
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	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	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

3. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah pada lapisan tanah dasar sangat mempengaruhi daya dukung dan ketahanan struktur pada perkerasan jalan. Pengetahuan daya dukung tanah dasar meliputi beberapa permasalahan utama yang berkaitan dengan lapisan tanahnya. Pertama, daya dukung tanah menentukan perubahan bentuk tetap dan

kerusakan struktur perkerasan jalan. Kedua, tanah memiliki sifat plastisitas tinggi sehingga dapat mengambang dan menyusut dan menyebabkan kerusakan jalan akibat perubahan bentuk atau retak. Ketiga, perbedaan jenis tanah juga memberikan perbedaan pada daya dukung tanah. Daya dukung tanah yang tidak merata dapat diatasi dengan penelitian akan sifat dan jenis tanah.

Daya dukung tanah dapat diperoleh dari korelasi antara nilai CBR tanah dasar dengan nilai DDT itu sendiri. Nilai CBR dapat diperoleh dengan uji CBR tanah.



Gambar 1. Grafik korelasi DDT dan CBR

4. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Lintas Ekuivalen Rencana merupakan besarnya nilai lintas ekuivalen yang akan terjadi atau yang direncanakan pada awal

umur rencana hingga akhir umur rencana jalan.

LER dihitung dengan rumus:

$$LER = LET \times FP$$

Lintas ekivalen adalah repetisi beban yang dinyatakan dalam lintas sumbu standar yang diterima oleh konstruksi jalan terhadap jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR).

Tabel 2. Faktor distribusi kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1,000	-	1,000	-
2 lajur	0,600	0,500	0,700	0,500
3 lajur	0,400	0,400	0,500	0,475
4 lajur	-	0,300	-	0,450
5 lajur	-	0,250	-	0,425
6 lajur	-	0,200	-	0,400

Lintas ekivalen terdiri dari :

- Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) : besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka atau pada awal umur rencana. Persamaan LEP :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

- Lintas Ekivalen Akhir (LEA) : besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan (akhir umur rencana). Persamaan LEA :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

- Lintas Ekivalen Tengah (LET), dihitung dengan persamaan :

$$LET = \frac{1}{2} [LEP + LEA]$$

- Lintas Ekivalen Rencana (LER)
 Persamaan LER :

$$LER = LET \times FP$$

Dimana :

FP = Faktor Penyesuaian

$$FP = UR/10$$

5. Faktor Regional (FR)

Faktor regional/faktor lingkungan adalah faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan setempat dimana tiap-tiap negara adalah berbeda-beda. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai FR adalah air tanah dan hujan, perubahan temperatur (iklim) dan kemiringan medan.

Tabel 3. Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Kend. berat		% Kend. berat		% Kend. berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

Sumber : SKBI -2.3.26.1987 (Bina Marga, 1987)

6. Indeks Permukaan

Nilai indeks permukaan dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Indeks Permukaan Awal (IPo)

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo), perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada

awal umur rencana, menurut tabel dibawah ini:

Tabel 4. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	IPo	Roughness ^(*) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	> 1000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
BURDA	3,4 – 3,0	> 2000
BURTU	3,9 – 3,5	≤ 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	> 2000
LATASBUM	3,9 – 3,5	< 2000
BURAS	3,4 – 3,0	< 2000
LATASIR	3,4 – 3,0	≤ 3000
JALAN TANAH	2,9 – 2,5	> 3000
JALAN KERIKIL	≤ 2,4	

2) Indeks Permukaan Akhir (IPT)

Beberapa nilai IPT dan artinya adalah sebagai berikut:

IP = 1,0 : menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan yang lewat.

IP = 1,5 : tingkat pelayanan yang rendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil yang baik.

Tabel 5. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekuivalen Rencana ^(*)	Klasifikasi Jalan			
	Local	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

Sumber : Bina Marga, 1987

Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan.

Tabel 6. Tebal minimum lapisan perkerasan

1. Lapis Permukaan:

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

2. Lapis Pondasi:

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20 ^(*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
7,50 – 9,99	10 20	Laston Atas Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 – 12,14	15 20	Laston Atas Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas

METODE PENELITIAN

A. SUMBER DATA

Sumber data ada dua jenis yaitu primer dan sekunder.

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil survei secara langsung dilapangan sehingga tidak ada perubahan data selama waktu pelaksanaan. Berikut data primer yang digunakan:

a) Survei Kondisi Existing Jalan

Bertujuan untuk memperbaharui serta mengetahui kondisi dan jenis-jenis serta tipe perkerasan pada ruas jalan.

b) Survei Lalu Lintas

Bertujuan untuk mendapatkan data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap golongan kendaraan.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan dengan cara mengumpulkan data dari instansi-instansi terkait, berikut data sekunder yang diperlukan.

a) Pemetaan Topografi

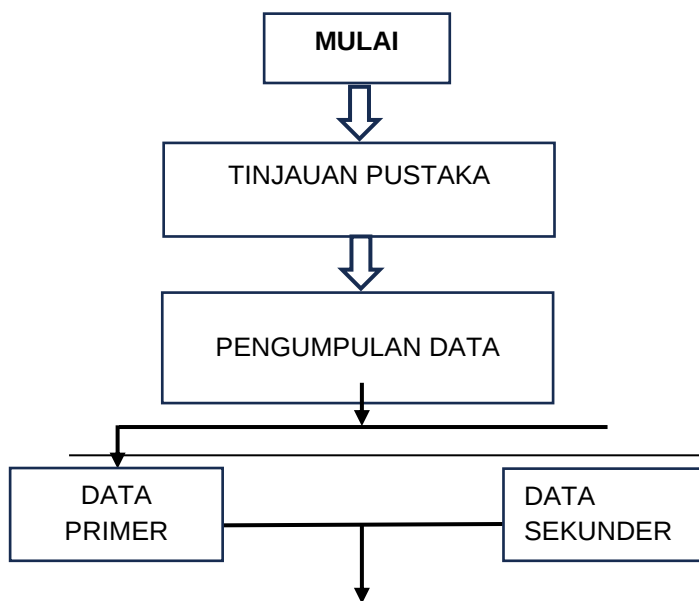
b) Data dari berbagai Artikel atau Buku

B. TEKNIK PENGOLAHAN DATA

1) Pengolahan Data Topografi

2) Pengolahan Data dengan Metode Bina Marga

Agar lebih mudah untuk dipahami tahap-tahap dalam penelitian ini, dengan menampilkan bagan alir sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. DATA PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN

1. Status Jalan : Lingkungan
2. Fungsi Jalan : lokal
3. Panjang Jalan : STA 0 + 000 – 0 + 555.88 (STA 0 + 265 – STA 0 + 555.88)
4. Tipe Jalan : 2 lajur, 2 arah
5. Tebal perkerasan lama : 20 cm
6. Lebar Pakerasan Lama : 4 meter
7. Lebar perkerasan rencana : 4 meter
8. Lebar bahu luar : 0,5 meter
9. Jenis Medan : Datar
10. Lebar Rumija : 5 meter

11. Umur Rencana Jalan : 25 tahun
12. Rencana Jenis Perkerasan : Laston
(lapisan aspal beton)
13. Rencana Pelaksanaan : (waktu
Pelaksanaan)
14. Nilai CBR : 5%
15. Pertumbuhan kendaraan : 2%

$$\begin{aligned} \text{LEP}_{\text{pick up}} &= 8 \times 0,5 \times 0,0004 = 0,0016 \\ \text{LEP}_{\text{bus}} &= 4 \times 0,5 \times 0,1593 = 0,3186 \\ \text{LEP}_{\text{truk 10 ton}} &= 4 \times 0,5 \times 0,3500 = 0,7 \\ \text{LEP} &= 1,0406 \text{ Kend} \end{aligned}$$

B. ANALISA INDEKS TEBAL PERMUKAAN

1. Faktor distribusi kendaraan (C)
 Pada penelitian ini jalan tersebut terdiri dari 2 jalur dan 2 arah, berdasarkan tabel sebelumnya, besarnya faktor distribusi kendaraan (C) diambil sebesar 0,5.
2. Analisis Lintas Ekuivalen

Tabel 7. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

NO	Jenis kendaraan	Beban sumbu (ton)		LHR (kend/hari)
		depan	belakang	
1	sepeda motor/roda 3	-	-	90
2	mobil penumpang	1	1	12
3	pick up	1	1	8
4	bus	3	5	4
5	truk 10 ton	4	6	4

Sumber hasil perhitungan

- a. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= \sum_{nj=1} \text{LHR}_j \times C_j \times E_j \\ \text{LEP}_{\text{sepeda motor}} &= 90 \times 0,5 \times 0,0004 = 0,018 \\ \text{LEP}_{\text{mobil penumpang}} &= 12 \times 0,5 \times 0,0004 = 0,0024 \end{aligned}$$

- b. Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \sum \text{LHR}_j (1 + i)^{\text{UR}} \times C_j \times E_j \\ \text{LEA} &= 1,0406 (1 + 0,02)^{25} \\ \text{LEA} &= 1,7071 \text{ kend} \end{aligned}$$

- c. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{1}{2} (\text{LEP} + \text{LEA}) \\ \text{LET} &= \frac{1}{2} (1,0406 + 1,7071) \\ \text{LET} &= 1,3739 \text{ kend} \end{aligned}$$

- d. Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} \\ \text{FP} &= \text{UR}/10 = 25/10 = 2,5 \\ \text{LER} &= 1,3739 \times 2,5 \\ \text{LER} &= 3,4347 \end{aligned}$$

1. Daya Dukung Tanah (DDT)

Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) untuk tebal lapisan perkerasan dihitung menggunakan nomogram kolerasi CBR, diasumsikan nilai CBR adalah :

a) CBR = 5,0% dari nomogram CBR dan DDT, diperoleh DDT = 4,7

b) Jalan Mahkota termasuk jalan lokal, berdasarkan hasil Lintas Ekuivalen Rencana (LER) diperoleh $IP_0 = 3,9 - 3,5$ dan $I_{pt} = 1,5$ (tabel 2.5 dan 2.6).

2. Faktor Regional (FR)

Nilai Faktor Regional (FR) pada perhitungan berdasarkan pada tabel 2.3 diambil sebesar 0,5.

3. Indeks Tebal Permukaan

Indeks Tebal Permukaan

LER = 3,4347

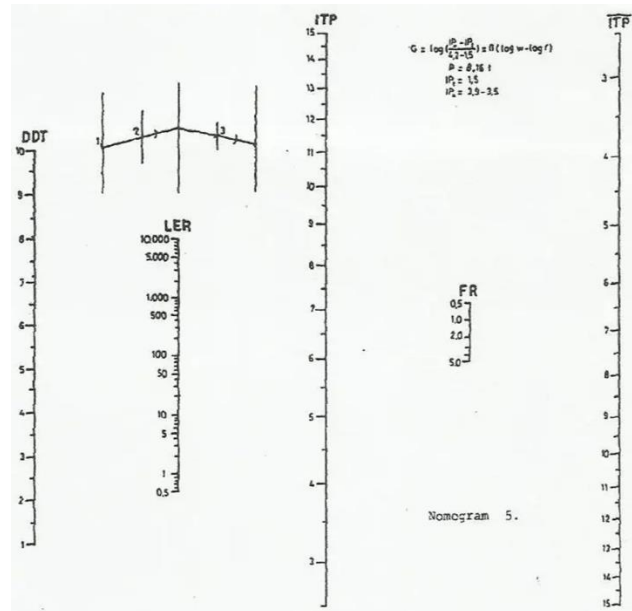
FR = 0,5

DDT = 4,7

$IP_0 = 3,9 - 3,5$

$IP_t = 1,5$

Nilai diatas dimasukkan kedalam grafik nomogram dibawah ini untuk menentukan nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).



Gambar 3. Grafik nomogram 5.

Nilai ITP yang didapatkan berdasarkan nomogram diatas yaitu 3,4. Nilai ITP tersebut dimasukkan kedalam rumus ITP untuk menghitung lapis perkerasan dengan nilai :

$$a1 = 0,40$$

$$a2 = 0,26$$

$$a3 = 0,12$$

$$D2 = 20 \text{ cm}$$

$$D3 = 20 \text{ cm}$$

Maka,

$$ITP = a1.D1 + a2.D3 + a3.D3$$

$$3,4 = (0,40)(D1) + (0,26)(20) + (0,12)(20)$$

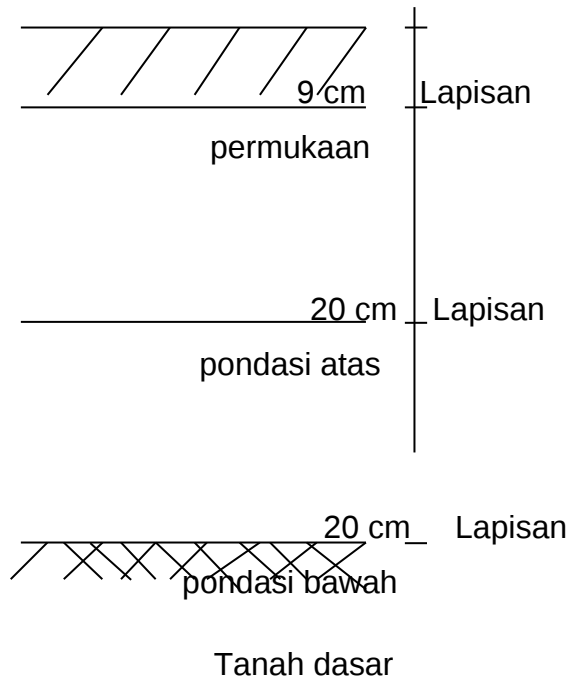
$$3,4 = (0,40)(D1) + 5,2 + 2,4$$

$$0,40D1 = 7,6 - 3,4 = 3,6$$

$$D1 = 3,6/0,40$$

$$D1 = 9 \text{ CM (tebal lapis permukaan)}$$

Susunan lapis perkerasan seperti gambar berikut:



Gambar 4. Contoh susunan lapis perkerasan

Berikut tabel batas-batas minimum tebal lapis perkerasan disesuaikan dengan hasil diatas.

Tabel 8. Tebal minimum lapisan perkerasan

1. Lapis Permukaan:		
ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

2. Lapis Pondasi:		
ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston Atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas

PENUTUP

Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) tidak sesuai dengan standar karena dipengaruhi oleh nilai Lintas Ekvivalen Rencana (LER) yang minim. Minimnya nilai Lintas Ekvivalen Rencana (LER) dipengaruhi oleh faktor Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan status jalan. Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) lentur yang didapatkan pada penelitian studi perencanaan jalan Mahkota, kota Timika berdasarkan metode Bina Marga didapatkan sebesar 3,4 dari nomogram 5 kemudian dimasukkan kedalam perhitungan maka nilai tebal lapisan permukaannya yaitu 9 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, G., Dardak, A. H., & Andreas, A. (2022). Analisis Nilai Kerusakan Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga. *Jurnal Artesis*, 2(2), 162-167.
- Birasungi, C. F., Waani, J. E., & Manoppo, M. R. (2019). Evaluasi Struktur Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2013 (Studi Kasus: Ruas Jalan Yos Sudarso Manado). *Jurnal sipil statik*, 7(1), 137-146.

- Indriani, M. N. (2018). Metode-metode perhitungan perencanaan tebal perkerasan lentur jalan. CV. Social Politic Genius (SIGn). Nagrak Kabupaten Bogor." Jurnal Kajian Teknik Sipil 3.1 (2018): 22-31.
- Khalifah, N. F. (2023). ANALISIS FAKTOR PENGHAMBAT YANG BERPENGARUH TERHADAP KINERJA WAKTU PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG PERPUSTAKAAN DAERAH KAB. LUWU UTARA.
- Nuryati, S. (2015). Analisis Tebal Lapis Perkerasan Dengan Metode Bina Marga 1987 dan AASHTO 1986. Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil, 3(1), 32-49.
- Risman, R. (2018). Analisis Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur Pada Jalan Kawasan Industri Di Bandung. Konstruksia, 9(1), 77-88.
- Umum, D. P. (2002). Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Wulansari, Dwi Novi. "Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen Dan Metode AASHTO Pada Ruas Jalan