

STUDI PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KONSTRUKSI JALAN RAYA (MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA) PADA RUAS JALAN UMASUKAER DI KABUPATEN MALAKA

Philipus Resato Nahak, Yosef Cahyo SP.STMT.M.Eng, Drs. Sigit Winarto, ST. MT

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Kadiri Kediri
Email : Philipus.rn@gmail.com, Yosef.cs@unik-kadiri.ac.id, Sigit.winarto.@unik-kadiri.ac.id

Abstract

The increase in traffic volume will lead to a decrease in service due to a decrease in road capacity due to the increase in side deposits as well as the increase in the weight of the traffic itself which will ultimately cause the level of road saturation to increase. The situation occurred in the Umasukaer road section of Malaka Regency, therefore it is necessary to improve the quality of the road so that it meets the feasibility aspect of transportation facilities by taking into account the existing technical requirements. The results of planning were obtained through the LHR data survey in 2015 with predictions of increasing traffic by 6% per year, then obtained by LHR with a plan age of 7 years = 2540.7 vehicles / hour / department and LHR plans for the age of 20 years = 5419.1 ked / hour / majors . The results of a phased development planning plan can be concluded a planning model that has been designed effectively in tightening road construction in accordance with existing technical requirements and is efficient in terms of financing. Asbuton thickness (MS 744) = 8 cm, Asbuton (MS 744) = 13 cm, broken stone (CBR 100) = 20 cm, Sirtu (CBR 50) = 10 cm and CBR subgrade 5%.

Keywords: Pavement Thickness, Highway, Highways

1. LATAR BELAKANG

(Affandi & Hepiyanto, 2018) “Perkerasan jalan adalah merupakan salah satu unsur konstruksi jalan raya sangat penting dalam rangka kelancaran transportasi darat sehingga memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengugannya, sehingga perlu direncanakan dengan baik berdasarkan standart dan kriterial perencanaan yang berlaku di indonesia.” [1] “Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk melakukan mobilitas keseharian dibandingkan dengan transportasi air dan udara, sehingga volume kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut harus mampu di dukung oleh perkerasan jalan pada ruas jalan yang dilewatinya.” [2]

Seperti yang diketahui bahwa sekarang ini pada jalan – jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi atau yang melayani kendaraan berat, penurunan umumnya di tandai dengan terjadinya kerusakan strucural seperti terjadinya penyempitan jalan, penurunan alur roda, kriting (corrugation) jembul. Dan jenis kerusakan lainnya. Sedangkan pada jalan – jalan volume lalu lintas rendah di tandai dengan kerusakan – kerusakan yang umumnya di akibatkan oleh suhu maupun lingkungan. [3]

Selain itu dengan berkembangnya suatu kawasan, hal ini akan mempunyai pengaruh terhadap tingkat layanan jalan tersebut. Pertambahan volume lalu lintas akan menyebabkan penurunan layanan karena diakibatkan oleh menurunnya kapasitas jalan karena adanya peningkatan hambatan samping maupun karena beratambahnya volume lalu lintas itu sendiri yang pada akhirnya akan menyebabkan tingkat kejenuhan jalan meningkat. Kondisi itu terjadi pada ruas jalan masuk (kabupaten malaka)

2. RUMUSAN MASALAH

Dalam merencanakan tebal perkerasan konstruksi jalan ini ada beberapa tahap yang harus diperhitungkan antara lain :

1. Berapa besar lalu-lintas harian rata – rata (LHR) saat ini untuk diprediksikan dalam analisa LHR pada tahun perencanaan?
2. Berapa besar tebal perkerasan yang dibutuhkan agar layak dilewati oleh kendaraan selama tahun perencanaan?
3. Bagaimana perhitungan geometrik jalan?

3. BATASAN MASALAH

Dalam merencanakan tebal perkerasan konstruksi jalan raya, perencanaannya mengacu pada “Buku Pedoman Tebal Penuntun Tebal Perkerasan Lentur Jalan No.01/PD/BM/1983 (Metode Bina Marga) dan perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (*Quality Controle*)” dari Dirjen Perkerjaan Umum dengan lingkup batasan masalah, antara lain :

1. Perhitungan dan Analisa LHR pada tahun perencanaan
2. Penentuan Tebal Perkerasan

4. TUJUAN

Maksud yang akan dicapai dari penulisan ini adalah untuk memberikan alternatif perencanaan secara cepat dan tepat dalam sekali perencanaan untuk kurun waktu tertentu, sehingga terjadi efisien dalam penyediaan dana perencanaan. Adapun tujuannya :

1. Mengetahui besar LHR rata – rata untuk mendapatkan analisa LHR pada tahun perencanaan.
2. Mengetahui besar tebal perkerasan yang dibutuhkan kendaraan selama tahun perencanaan.
3. Mengetahui geometrik jalan.

5. KAJIAN PUSTAKA

Jalan Raya

“Jalan raya adalah jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat.” [1] Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometris harus diatur sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan layanan optimal untuk lalu lintas sesuai dengan fungsinya, karena tujuan akhir dari rencana geometrik ini adalah untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, layanan arus lalu lintas

yang efisien dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan biaya dan juga memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

Tipe Konstruksi Perkerasan Jalan

Ditinjau dari bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan dapat dibedakan menjadi:

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah perkerasan dengan menggunakan bahan berupa aspal sebagai bahan pengikat untuk menahan lapisan perkerasan serta menyebarkan beban kendaraan.
- b. Konstruksi perkerasan lentur, adalah perkerasan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat untuk menahan lapisan perkerasan dan menyebarkan beban kendaraan.
- c. Konstruksi perkerasan kaku (*regid pavement*), adalah perkerasan dengan menggunakan bahan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat. Sebuah plat beton dengan ataupun tanpa tulang ditempatkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Sebagian besar beban lalu lintas ditanggung oleh pelat beton.
- d. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*), adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan perkerasan lentur yang dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku ataupun sebaliknya perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Tabel 1. Perbedaan Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku.

		Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Pengikat	Aspal	Semen
2	Repetise beban	Timbul rutting (Lendupan jalur roda)	Timbul retak pada permukaan.
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti kontur dasar).	Bersifat sebagai balok
4	Perubahan Temperatur	Modulus kehalusan berubah timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah timbul tegangan dalam yang besar .

Sumber data : Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya [2]

Metode Bina Marga

Metode Bina Marga adalah versi modifikasi metode AASHTO 1972 yang telah direvisi tahun 1983. Modifikasi tersebut dilakukan sebagai bentuk penyesuaian dengan kondisi alam, lingkungan, sifat tanah dasar dan jenis lapisan perkerasan yang umum dan cocok untuk digunakan di Indonesia.

- a. Bidang Bina Marga mempunyai tugas salah satunya melaksanakan sebagian tugas kepala dinas pekerjaan umum di Bidang Marga.
- b. Dalam melaksanakan tugas yang dimaksud ayat (1), Bidang Bina Marga memiliki fungsi:
 - 1) Menyusun rencana teknis, program pembinaan dan bimbingan teknis dibidang Bina Marga:
 - 2) Pengawasan, pengendalian dan pelaksanaan pekerjaan Bina Marga.
 - 3) Perijinan dan pengawasan dari pemanfaatan jalan berserta kegunaannya.
 - 4) Penanggulangan jalan dan jembatan akibat bencana alam.
 - 5) Pengumpulan data Bidang Bina Marga.
 - 6) Pelaksanaan tugas lain yang telah diberikan kepala dinas.”

6. METODE PENELITIAN

Lokasi studi kasus

Lokasi yang menjadi obyek studi kasus yang dipilih pada penulisan tugas akhir ini adalah perencanaan tebal perkerasan jalan Umasukaer (DI KABUPATEN MALAKA NUSA TENGGARA TIMUR).

Tahapan persiapan

Tahap persiapan adalah rangkaian kegiatan sebelum melaksanakan proses pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap awal ini disusunlah hal-hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan meningkatkan efektifitas waktu dan kerja. Tahap persiapan meliputi:

- a. Studi pustaka terkait materi tugas akhir dengan tujuan menentukan garis besar permasalahan.
- b. Menentukan kebutuhan data yang digunakan.
- c. Mencari informasi melalui instansi terkait yang dapat dijadikan bahan pelengkap..
- d. Survei pada lokasi penelitian untuk mendapat gambaran umum kondisi proyek
- e. Perencanaan kondisi pembuatan desain.

Metode pengumpulan data

Data yang digunakan untuk mendukung penyusunan tugas akhir ini diperoleh dari proyek pembangunan Jalan Umasukaer (Kabupaten Malaka Nusa Tenggara Timur). Sebagai data sekunder antara lain :

- a. Data lapangan
- b. Peta lokasi dan trase jalan.
- c. Rata-rata jumlah lalu-lintas harian, yaitu berkaitan dengan jenis dan volume kendaraan yang melewati jalan tersebut.
- d. Peraturan tentang perancangan perkerasan jalan.

Analisa dan pengolahan data

Analisa dan pengolahan data dilakukan berdasarkan data data yang dibutuhkan, selanjutnya dikelompokkan sesuai identifikasih permasalahan, sehingga di peroleh penganalisaan pemecahan yang efektif dan tearah. Data yang di peroleh kemudian akan digunakan untuk perencanaan perkerasan jalan, adapun analisa data tersebut adalah sebagi berikut: Analisa lalulintas, Analisa kondisi jalan, Perencana tebal perkerasan dan Analisa geometrik jalan.

7. PERENCANAAN PERKERASAN JALAN

Data Survey Rencana Jalan

Pada dasarnya survey yang dilakukan pada perencanaan ini adalah berupa survey kelayakan stiuktural konstruksi perkerasan secara non konstruktif, yaitu suatu cara pemeriksaan dengan menggunakan alat (Benkelman Beam) yang diltakkan dialas permukaan jalan sehingga tidak berakibat rusaknya konstruksi perkerasan jalan. Data-data tersebut antara lain:

- a. Data lalu lintas diperlukan untuk perencanaan tehal perkerasan jalan dari geometrik jalan. Dalam hal ini data lalu lintas yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Timur.

- b. Data lalu lintas (2 jalur) yang diamati pada bulan Desember 2015 dengan curah hujan < 900 mm/tahun, membagi jenis kendaraan menjadi sebelas golongan. Hasil *Core Drill* dilapangan dilakukan pengamatan secara visual, maka direncanakan perkerasan konstruksi bertahap dengan rencana jalan dibuka pada tahun 2019 dan selama pelaksanaan perkembangan Lalu lintas (i) = 6% per tahun.

Tabel 2. Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) 2015

No	Jenis Kendaraan	LHR
1	Sepeda motor, kendaraan roda tiga	3253
2	Sedan, jeep dan station wagon	2561
3	Oplct. combi dan minibus	1000
4	Pick-up, mikro truck	934
5	Bus kecil	32
6	Bus besar	300
7	Truck 2 sumbu	50
8	Truck 3 sumbu	30
9	Track gandengan	10
10	Track semi trailer	6
11	Kendaraan tak bermotor	1289

Sumber: Dinas PU Bina Marga Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Timur

Untuk memperoleh data volume lalu lintas yang dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP), nilainya menunjukkan jumlah lalu lintas harian rata-rata untuk kedua jurusan, maka digunakanlah koefisien dibawah ini yang dikalikan jenis kendaraan yang bersangkutan.

Tabel 3. Data Volume lalu lintas (VLL)

No	LHR	Koefisien	VLL
1	4523	1	3253
2	3631	1	2561
3	1000	2	2000
4	1232	2	1868
5	25	3	96
6	300	3	900
7	50	3	150
8	30	3	90
9	10	3	30
10	4	3	18
11	1532	7	9023

Sumber: Dinas PU Bina Marga Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Timur

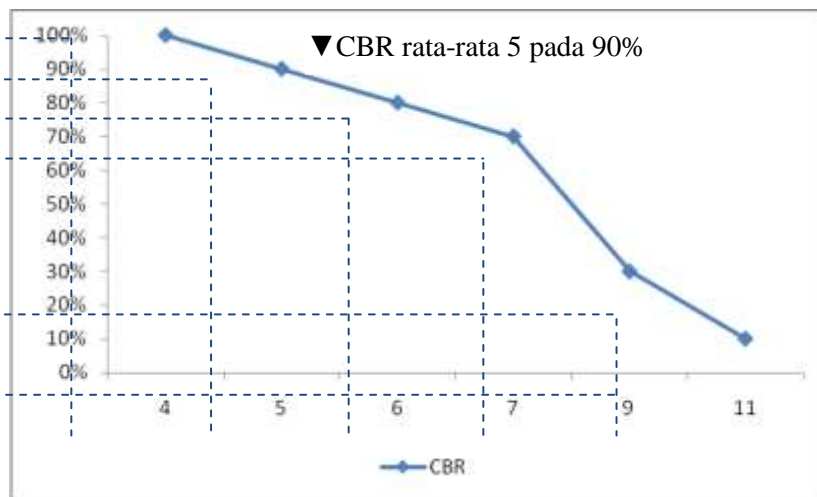
Perhitungan Tebal Perkerasan Konstruksi Bertahap

a. Perhitungan Nilai CBR

Tabel 4. Nilai Rencana CBR Rencana

No	CBR	Jumlah	Prosentase (%) yang sama
1	4	10	$10/10 \times 100\% = 100\%$
2	5	9	$9/10 \times 100\% = 90\%$
3	6	8	$8/10 \times 100\% = 80\%$
4	7	7	$7/10 \times 100\% = 70\%$
5	7	-	-
6	7	-	-
7	7	-	-
8	9	3	$3/10 \times 100\% = 30\%$
9	9	-	-
10	11	1	$1/10 \times 100\% = 10\%$

Sumber: Dinas PU Bina Marga Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Timur



Grafik 1. Penentuan Harga CBR Rata-Rata

b. Perhitungan LHR Pada Akhir Umur Rencana

1) Bahan-bahan perkerasan yang digunakan

- Asbuton (MS 744) $\rightarrow a_1 = 0,35$
- Batu Pecah (CBR 100%) $\rightarrow a_2 = 0,14$
- Pasir dan batu (CBR 50%) $\rightarrow a_3 = 0,12$

2) LHR tahun 2013 (awal umur rencana), rumus $(1+i)^n$

- Kendaraan ringan 2 ton (1 +1) = 1215,5 kendaraan
- Bus 8 ton (3+4) = 364,7 kendaraan
- Truck 2 as 13 ton (5+8) = 60,8 kendaraan
- Truck 3 as 20 ton (6+7,7) = 36,5 kendaraan
- Truck 5 as 30 ton (6+7,7+5+5) = 12,2 kendaraan

3) LHR pada tahun ke 7 dan 13 (akhir pentahapan), dengan rumus $(1+i)^n$

	7 Tahun	20 Tahun
- Kendaraan ringan 2 ton	= 1827,7 kendaraan	3898,3 kendaraan
- Bus 8 ton	= 548,4 kendaraan	1169,6 kendaraan
- Truck 2 as berat 13 ton	= 91,4 kendaraan	195,0 kendaraan
- Truck 3 as berat 20 ton	= 54,9 kendaraan	117,1 kendaraan
- Truck 5 as berat 30 ton	= 18,3 kendaraan	39,1 kendaraan
	LHR₇ = 2540,7	; LHR₂₀ = 5419,1

4) Ekuivalen (E) tiap kendaraan

- Kendaraan ringan 2 ton (1+1)	= 0,00002 + 0,00002 = 0,00004
- Bus 8 ton (3+5)	= 0,0183 + 0,1410 = 0,1593
- Truck 2 as berat 13 ton (5+8)	= 0,1410 + 0,9238
- Truck 3 as berat 20 ton (6+7,7)	= 0,2923 + 0,7452
- Truck 5 as berat 30 ton (6.7,7+5+5)	= 1,0375 + 2(0,1410) = 1,3195
Total	= 3,57527 kendaraan

Perhitungan LEP:

- Kendaraan ringan berat 2 ton	= 0,50 x 1215,5 x 0,0004 = 0,243
- Bus 8 berat ton	= 0,50 x 364,7 x 0,1593 = 29,046
- Truck 2 as berat 13 ton	= 0,50 x 60,8 x 1,0648 = 32,370
- Truck 3 as berat 20 ton	= 0,50 x 36,5 x 1,0375 = 18,934
- Truck 5 as berat 30 ton	= 0,50 x 12,2 x 1,3195 = 8,048
Total	= 88,643 kendaraan

Perhitungan LEA:

7 Tahun

- Kendaraan ringan berat 2 ton	= 0,50 x 1827,7 x 0,0004 = 0,366
- Bus berat 8 ton	= 0,50 x 548,4 x 0,1593 = 43,680
- Truck 2 as berat 13 ton	= 0,50 x 91,4 x 1,0648 = 48,661
- Truck 3 as berat 20 ton	= 0,50 x 54,9 x 1,0375 = 28,479
- Truck 5 as berat 30 ton	= 0,50 x 18,3 x 1,3195 = 12,073

Total = 133,258 kendaraan

20 Tahun

- Kendaraan ringan berat 2 ton	= 0,50 x 3898,3 x 0,0004 = 0,780
- Bus berat 8 ton	= 0,50 x 488,0 x 0,1593 = 93,159
- Truck 2 as berat 13 ton	= 0,50 x 81,4 x 1,0648 = 103,818
- Truck 3 as berat 20 ton	= 0,50 x 48,8 x 1,0375 = 60,746
- Truck 5 as berat 30 ton	= 0,50 x 16,3 x 1,3195 = 25,794

LEA = 248,297 kendaraan

5) Perhitungan \overline{ITP}

Dengan nilai CBR 5% diperoleh DDT = 4,6 dan IP = 2,0 dengan FR = 1,0
 $1,67 \text{ LER}_7 = 129$ $\overline{ITP}_7 = 6,8$ (Ipo = 3,9 - 3,5)

$$1,67 \text{ LER}_{13} = 620 \quad \overline{\text{ITP}}_{13} = 8,4 \quad (\text{Ipo} = 3,9 - 3,5)$$

6) Perhitungan Tebal Perkerasan: UR (7+13) tahun

$$\text{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$8.4 = 0,35 D_1 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times 10$$

$$8.4 = 0,35 D_1 + 2,8 + 1,2$$

$$8.4 = 0,35 D_1 + 4$$

$$D_1 = 12,57 \approx 13 \text{ cm}$$

$$\text{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$6.8 = 0,35 D_1 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times 10$$

$$6.8 = 0,35 D_1 + 2.8 + 1,2$$

$$6.8 = 0,35 D_1 + 4$$

$$D_1 = 8 \text{ cm.}$$

7) Rencana Perkerasan

Asbuton (MS 744) = 8 cm

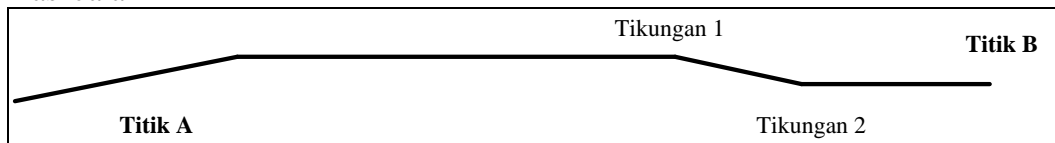
Asbuton (MS 744) = 13 cm

Batu Pecah (CBR 100) = 20 cm

Pasir dan batu (CBR 50) = 10 cm.

Perhitungan Geometri Jalan

Klasifikasi Jalan



Gambar 1. Trase Rencana Jalan

Maka di dapatkan nilai koordinat, jarak, azimuth, dan sudut tikungan seperti yang dijabarkan pada tabel dibawah ini:

Koordinat	X	Y	dC-1	d1-2	d2-H	X Azimuth	Y Azimuth	TAN ⁻¹ (-1)	AZIMUTH	D (DELTA)
			(m)	(m)	(m)			(°)	(°)	(°)
Titik C	9966,250	9878,750	171,291			-166,250	-41,250	76,060	13,940	
Titik 1	10132,500	9920,000		345,778			-342,500	47,500	-82,100	7,900
Titik 2	10475,000	9872,500			251,486	-213,750	-132,500	58,210	31,790	39,690
Titik H	10688,750	10005,000								

Klasifikasi medan jalan diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 5. Klasifikasi Medan Jalan

Titik	Ketinggian			Elevasi Kanan	Elevasi Kiri	Kemiringan (%)
	(m)					
	Kanan	Kiri	As			
B	95.63	95.72	95,68	95,65	95,73	0,2
1	95.25	95.40	95,34	95,27	95,45	0,45
2	95.20	95.10	95,15	95,22	95,13	0,225
H	93.40	93.40	93,40	93,40	93,40	0
Rata – Rata						0,35

Didapatkan nilai rata-rata kemiringan pada lokasi direncanakannya jalan adalah 0,35%, menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum tahun 1997 bila kemiringan < 3% maka disimpulkan medan pada lokasi perencanaan geometrik jalan ini adalah **datar**.

Pembahasan dan Hasil

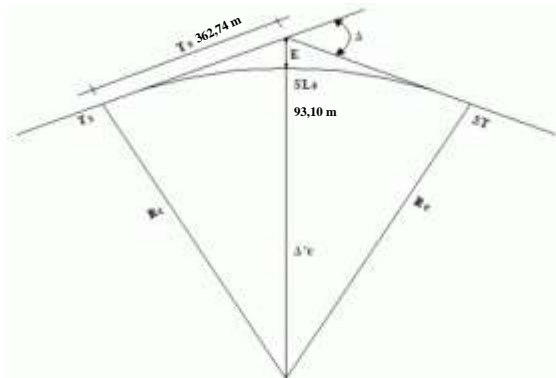
Sesuai dengan perhitungan yang penulis rencanakan maka, tebal lapisan perkerasan. Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Konstruksi Jalan Raya (Menggunakan Metode Bina Marga) Pada Ruas Jalan Umasuaker di Kabupaten Malaka.

	MS 744 = 8 cm
	MS 744 = 13 cm
Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	CBR 100% = 20 cm
Lapis Pondasi Bawah (<i>Sub Base Course</i>)	CBR 50% = 10 cm
	CBR Tanah Dasar 5%

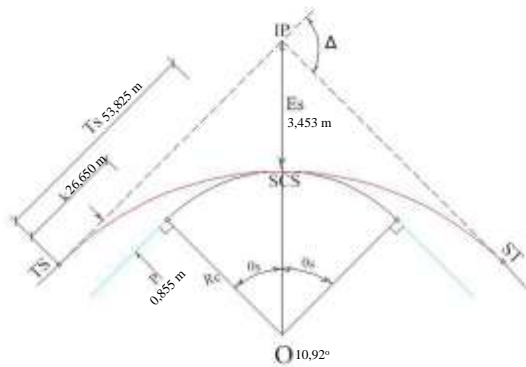
Gambar 4.3 Perencanaan Tebal Perkerasan

Penentuan tebal perkerasan sebagaimana diatas diharapkan dapat meningkatkan kualitas konstruksi pada ruas jalan Umasukaer Kabupaten Malaka, tidak hanya dari segi kuantitasnya akan tetapi juga dari segi kualitasnya. Dengan ketersediaan dana yang terbatas, rencana perencanaan yang baik dan matang sebelum proyek konstruksi dimulai akan memberikan penghematan baik dari segi anggaran biaya lama maupun waktu pelaksanaan.

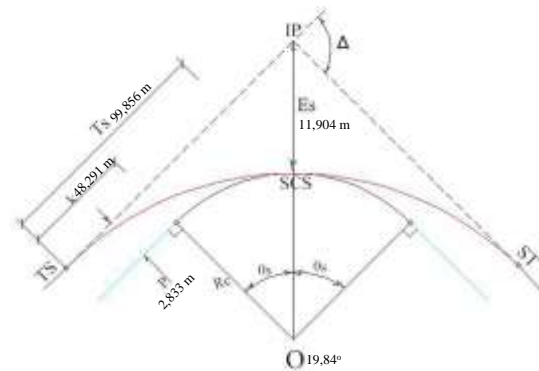
Diagram Superelevasi



Gambar 2. Diagram Superelevasi Vertikal



Gambar 3. Diagram Superelevasi Horizontal Tikungan 1



Gambar 4. Diagram Superelevasi Horizontal Tikungan 2

8. KESIMPULAN

1. Dari data Survey LHR 2009 dengan prediksi pertumbuhan Lalu-lintas 6% pertahun, maka didapatkan LHR umur rencana 7 tahun = 2540,7 kncnd/hr/2jurusan dan LHR umur rencana 20 tahun = 5419,1 kend/hr/jurusan.
2. Dari hasil Studi Pencanaan Perkerasan Konstruksi Bertahap dapat diambil kesimpulan, bahwa Model Perencanaan seperti ini sangat efisien dan efektif karena hanya dengan sekali merencanakan. maka pelaksanaannya dapat dilakukan secara bertahap sehingga dapat disesuaikan dengan biaya yang ada.

9. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1987. “*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya* Direktorat Jendral Bina Marga”, Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970.
2. Arthur Wignall dkk. 2000. “*Proyek Jalan Teori dan Praktek*”. Jakarta: Penerbit Erlangga
3. Affandi, N. A., & Hepiyanto, R. (2018). Studi Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Dradah – Kedungpring Menggunakan Metode Bina Marga 2002. *UKaRsT*, 2(2), 7. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v2i2.265>
4. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003. “*Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (Pd T-14-2003)*”. Jakarta, 2003.
5. [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1998 SNI. 03-1724-1989: Pedoman dan Perencanaan Hidrologi dan Hidrolik untuk Bangunan Sungai
6. [BSN] Badan Standardisasi Nasional 1994. SNI. 03-3424-1994: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.

7. [BSN] Badan Standardisasi Nasional 1991. SNI. 03-2406-1991: Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan
8. Anggrahini, Ir., Hidrolika Saluran Terbuka. Citra Media, Surabaya : 2007. Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang. Analisa Harga Satuan. Kediri : 2018. Halim Hasmar HA., Ir., MT., Drainase Perkotaan. UII Press, Yogyakarta : 2004. SNI 03-3424-1994. Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan. Soemarto CD., Ir., B.I.E.Dipl. H., Hidrologi Teknik. Usaha Nasional, Surabaya : 2007 Sofyan M. Noerbambang. Perancangan & Pemeliharaan Sistem Plumbing.
9. Suripin, Dr., Ir., M.Eng. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi, Yogyakarta : 2004