

ANALISIS PEMILIHAN JENIS STRUKTUR LAPISAN PERKERASAN LENTUR BERDASARKAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017

(Studi Kasus : Pada Akses Jalan Lingkar Luar Barat (JLLB) ke Gelora Bung Tomo (GBT) Surabaya)

Rutha Agustifilia Wardana

S1 Teknik Sipil , Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

ruthaagustifilia@gmail.com

Ari Widayanti

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

ariwidayanti@unesa.ac.id

Abstrak

Pemerintah Kota Surabaya mengalokasikan dana APBD tahun 2020 untuk perencanaan pembangunan jalan akses antara JLLB ke Gelora Bung Tomo. Proyek jalan ini merupakan salah satu proyek sebagai penunjang mobilitas ke Stadion Gelora Bung Tomo. Gelora Bung Tomo termasuk dalam daftar 10 Stadion pilihan yang akan menjadi tuan rumah kegiatan Piala Dunia U-20 mendatang. Perencanaan konstruksi jalan harus memperhitungkan kemampuan layanan beban lalu lintas rencana. Perencanaan konstruksi perkerasan lentur terdiri dari berbagai aspek salah satunya perencanaan tebal masing-masing lapisan. Jenis struktur perkerasan jalan harus disesuaikan dengan kondisi masing-masing daerah, terutama material yang digunakan. Material diupayakan tersedia di sekitar rute jalan yang akan dibangun sehingga biaya pembangunan dapat dikurangi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh beberapa alternatif jenis pemilihan struktur lapisan perkerasan lentur berdasarkan metode MDP 2017 dan analisis biayanya. Analisis biaya dilakukan untuk mendapatkan harga yang paling ekonomis dengan kemampuan beban lalu lintas yang dilayani. Hasil yang diperoleh adalah Desain 3A total tebal 440 mm dan biaya sebesar Rp6.273.596,- per meter pekerjaan, Bagan Desain 3B total tebal 470 mm dan biaya sebesar Rp9.416.451,- per meter pekerjaan, Bagan Desain 5 total tebal 500 mm dan biaya sebesar Rp4.484.108,- per meter pekerjaan, Bagan Desain 6 total tebal 550 mm dengan biaya sebesar Rp6.414.150,- per meter pekerjaan serta berdasarkan Bina Marga 1987 total tebal 420 mm dengan biaya sebesar Rp6.460.886,- per meter pekerjaan. Perbedaan hasil total tebal lapisan perkerasan lentur berdasarkan nilai LHR mendapatkan hasil lebih besar 8cm dibandingkan berdasarkan Beban Gandar diakibatkan perbedaan kriteria dan prosedur penyelesaiannya.

Kata Kunci: jalan, struktur, perkerasan lentur, MDP 2017.

Abstract

The Surabaya City Government has budgeted the 2020 APBD funds for planning the construction of an access road between JLLB to Gelora Bung Tomo. This road project is one of the projects to support mobility to the Gelora Bung Tomo Stadium. Gelora Bung Tomo is included in the list of 10 selected stadiums that will host the upcoming U-20 World Cup activities. Road construction planning must take into account the traffic load service capability of the plan. Planning of flexible pavement construction consists of various aspects, one of which is planning the thickness of each layer. The type of road pavement structure must be adapted to the conditions of each area, especially the material used. Materials are sought to be available around the road route to be built so that construction costs can be reduced. This study aims to obtain several alternative types of flexible pavement structure selection based on the 2017 MDP method and cost analysis. Cost analysis is carried out to obtain the most economical price with the ability of the traffic load to be served. The results obtained are Design 3A with a total thickness of 440 mm and a cost of IDR 6,273,596 per meter of work, Design Chart 3B with a total thickness of 470 mm and a cost of IDR 9,416,451 per meter of work, Design Chart 5 with a total thickness of 500 mm and costs amounting to Rp4,484,108,- per meter of work, Design Chart 6 sheets with a thickness of 550 mm at a cost of Rp.6.414,150,- per meter of work and based on the 1987 Highways a total thickness of 420 mm at a cost of Rp.6.460,886,- per meter of work. The difference in the results of the total thickness of the flexible pavement layer based on the LHR value is 8cm greater than that based on the Axle Load due to differences in the criteria and settlement procedures.

Keywords: road, structure, flexible pavement, 2017 MDP.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan satu di antara beberapa aset infrastruktur yang amat penting dalam memperlancar arus distribusi barang dan pergerakan masyarakat (Widayanti dkk, 2017). Berdasarkan Undang-Undang No. 38 tahun 2004 Pasal 5 ayat 1 tentang “Jalan yang menjadi bagian dari prasarana transportasi memegang peranan yang penting pada bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan, politik, pertahanan dan keamanan negara guna sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.” Sedangkan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No19/PRT/M/2011 Pasal 56 ayat 1 berbunyi kontruksi jalan harus diperhitungkan untuk mampu melayani beban lalu lintas rencana. Jenis konstruksi struktur perkerasan jalan harus disesuaikan dengan kondisi masing-masing tempat atau daerah pada jalan yang akan dibangun, terutama dari segi material yang digunakan, diupayakan tersedia di sekitar rute jalan yang akan dibangun sehingga biaya pembangunan dapat dikurangi (Usman dkk, 2016).

Perhelatan Piala Dunia U-20 berdasarkan keputusan Federasi Sepak Bola Internasional (FIFA) pada Council Meeting 24 Oktober 2019 di Shanghai menunjuk Indonesia sebagai tuan rumah. Gelora Bung Tomo menjadi salah satu dari sepuluh stadion yang direkomendasikan sebagai tempat penyelenggaraan Piala dunia U-20. Gubernur Jawa Timur menyadari bahwa stadion ini belum sepenuhnya sesuai dengan standar FIFA sehingga perlu pembangunan penunjang dalam berbagai aspek agar Gelora Bung Tomo terpilih menjadi Stadion Piala Dunia U-20. Dari berbagai aspek pembangunan GBT salah satunya yakni pembangunan jalan akses baru sebagai fasilitas penghubung transportasi. Lokasi proyek Pembangunan jalan akses *flexible pavement* dari Jalan Lingkar Luar Barat (JLLB) ke Gelora Bung Tomo (GBT) berdampingan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Benowo. Proyek ini terbagi menjadi beberapa segmen salah satunya tembusan dari samping Polsek Benowo menuju Gelora Bung Tomo. Anggaran yang digunakan ialah Dana APBD Kota Surabaya Tahun Anggaran 2020.

Berdasarkan bahan pengikatnya, perkerasan lentur dikategorikan menjadi tiga macam ialah perkerasan lentur/ aspal, perkerasan kaku/beton serta perkerasan komposit (Sukirman, 1999). Sebagian besar jalan di Indonesia didominasi menggunakan perkerasan lentur yakni sebesar 319.870 km dari total 548.366 km di tahun 2020 (BPS, 2022). Perancangan perkerasan lentur sederhana sehingga bisa digunakan pada semua tingkat volume lalu lintas. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) merupakan jenis perkerasan yang menggunakan bahan pengikat berupa aspal. Perencanaan serta pelaksanaan kontruksi perkerasan lentur jalan harus melibatkan banyak aspek, salah satunya perencanaan stuktur tebal

masing masing lapisan perkerasan. Stuktur lapisan perkerasan lentur bisa dihitung menggunakan beberapa metode yang berbeda dari berbagai negara, yaitu Metode AASHTO (Amerika Serikat), Metode NAASRA (Australia) dan Metode Road Note 31 (Inggris). Sedangkan di Indonesia sendiri awalnya mengacu pada metode Analisis Komponen, namun untuk saat ini mengacu pada Metode Bina Marga.

Perkerasan lentur di Indonesia sering mengalami kerusakan dalam pengaplikasiannya, maka proyek pembangunan jalan akses ini membutuhkan perencanaan struktur perkerasan agar dapat digunakan sesuai umur yang direncanakan. Struktur perkerasan sendiri bersentuhan langsung dengan roda kendaraan yang memiliki beban, sehingga diperlukan perencanaan dalam membangun jalan baru. Dari berbagai metode perkerasan lentur yang telah disampaikan diatas, peneliti memilih memakai Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017. Metode ini merupakan revisi dari metode Bina Marga pada edisi sebelumnya. Perencanaan struktur perkerasan meliputi kondisi panjang jalan 2,2 km dan lebar rata-rata jalan 8-15 m.



Gambar 1. Lokasi Akses Jalan JALANLB- GBT

Kondisi sekitar lokasi jalan akses ini sudah dilakukan pembangunan hingga tahap perbaikan pondasi tanah dasar, dengan menggunakan urugan tanah limestone nilai CBR bahan 20 % dan Sirtu nilai CBR 30 % serta Geotextile UW 250. Nilai CBR Tanah dasar setelah distabilisasi sebesar 3,2 %. Rencana drainase baru menggunakan *U-Ditch* 200.200.120 mutu $fc' = 30$ Mpa dan *Cover* pelat injak 100.20.120 mutu $fc' = 30$ Mpa, sehingga tahapan selanjutnya berupa pekerjaan perkerasan lentur.

Penelitian terkait dengan lokasi studi kasus yang sama yaitu analisis pembangunan dan perawatan perkerasan pada JLLB ke GBT Surabaya sudah pernah dilakukan dengan membandingkan perkerasan jalan lentur dan kaku dalam aspek tebal perkerasan dan rancangan anggaran biaya. Perkerasan lentur menggunakan metode SKBI 1987 dan perkerasan kaku

menggunakan metode Bina Marga 2002. Hasil yang diperoleh 49,9 % lebih hemat perkerasan kaku dibandingkan menggunakan perkerasan lentur berdasarkan total biaya pembangunan dan perawatan (Wuryanta, 2021).

Dari permasalahan yang dijelaskan diatas maka penelitian ini akan berfokus menganalisis Pemilihan Jenis Struktur Lapisan Perkerasan Lentur Berdasarkan Manual Desain Perkerasan 2017 dalam studi kasus Jalan Akses Jalan Lingkar Luar Barat ke Gelora Bung Tomo. Metode ini menggunakan beberapa variasi pemilihan struktur perkerasan lentur berdasarkan nilai ESA pangkat 4. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh perbedaan biaya dari beberapa alternatif pilihan jenis struktur perkerasan lentur dan desain struktur yang paling ekonomis.

Batasan masalah dalam penelitian ini yakni: (1) Penelitian didasarkan pada data yang diperoleh dari Konsultan Perencana, Dinas Perhubungan dan Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya pada ruas Jalan Lingkar Luar Barat – Gelora Bung Tomo Kota Surabaya. (2) Aspek yang diamati yakni perbedaan hasil perhitungan tebal perkerasan lentur pada badan jalan dan pengaruhnya terhadap estimasi anggaran biaya konstruksi. (3) Perhitungan tebal struktur perkerasan lentur menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 (MDP 2017). (4) Acuan yang dipakai pada perhitungan Analisis Harga Satuan Pekerjaan tertuang pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 66 Tahun 2021 tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur 2022.

Manual Desain Perkerasan 2017

Analisis struktur perkerasan memiliki parameter penting yang perlu diperhatikan yakni data lalu lintas. Data lalu lintas ini akan menghasilkan nilai beban sumbu kualitatif rencana yang diaplikasikan berdasarkan lamanya umur rencana perkerasan jalan. Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan penjumlahan secara kumulatif nilai ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana seperti rumus di bawah ini:

$$ESA = (\sum LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (1)$$

Keterangan:

- ESA : Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standar axle*) pada tahun pertama.
- LHR : Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari).
- VDF : Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga.

- DD : Faktor distribusi arah.
- DL : Faktor distribusi lajur.
- R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Penentuan Umur Rencana

Umur rencana perkerasan merupakan jumlah tahun sejak jalan dibuka guna lalu lintas kendaraan hingga perbaikan struktural diperlukan (Sukirman, 1999). Guna melakukan penentuan pada umur rencana perkerasan bisa diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal serta lapisan berbutir.	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tak memiliki kemungkinan pelapisan ulang (lapis permukaan), misalnya: jalan perkotaan, <i>under pass</i> , terowongan, jembatan, CTB (<i>Cement Treated Based</i>)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, serta fondasi jalan.	Minimal 10
Jalan tanpa penutup	Seluruh elemen (meliputi pondasi jalan)	

Sumber: MDP No.02/M/BM/2017)

Analisis Lalu Lintas

Analisis Lalu Lintas terdiri dari parameter - parameter meliputi Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata, Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas, Lajur Rencana dan Faktor Ekuivalen beban (VDF).

Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (R)

Faktor pertumbuhan lalu lintas berpengaruh pada faktor pertumbuhan yang berlaku. Apabila data tersebut tidak tersedia ada, maka bisa diasumsikan pada angka di Tabel 2.

Tabel 2 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)%

	Jawa	Sumatra	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri beserta perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: MDP, 2017

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

Ket.:

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i : Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR : Umur rencana (tahun)

Laju Rencana

Dalam merencanakan nilai laju rencana lalu lintas dalam lajur rencana, terdapat dua faktor yang perlu diperhatikan yakni pertama faktor Distribusi Arah (DD) serta Faktor Distribusi Lajur (DL). Apabila dalam 1 lajur terdapat 2 arah nilai faktor distribusi arah (DD) dilakukan pengambilan sebanyak 50% selain di lokasi-lokasi yang total kendaraan niaga dominan lebih tinggi pada satu arah tertentu (MDP, 2017). Sedangkan untuk Faktor Distribusi Lajur (DL) jalan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel. 3 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: MDP, 2017

Faktor Ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*)

Faktor Beban Ekuivalen (*Vehicle Damage Factor*) digunakan sebagai konversi beban standar (ESA) ketika mendesain perkerasan. Perhitungan VDF menggunakan beban standar yang diperoleh berdasarkan masing-masing kendaraan yang tersedia pada Manual Desain perkerasan Jalan (Revisi 2017) Nomor 02/M/BM/23017.

Pemilihan jenis perkerasan

Desain Struktur perkerasan bisa berbeda menurut volume lalu lintas, umur rencana serta kondisi fondasi

jalan (MDP, 2017). Desain Pemilihan Jenis Perkerasan bisa dipresentasikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (Juta) dalam 20 tahun (Pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0-0,5	0,1-4	>4-10	>10-30	>30-200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan CBR $\geq$ 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq$ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan Asli	5	3	3	-	-	-
Lapisan Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan Tanpa Penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Catatan:

Tingkat Kesulitan:

1 - Kontraktor kecil - medium,

2 - Kontraktor besar dengan sumberdaya yang memadai,

3 - Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus.

Sumber: MDP, 2017

Persyaratan Teknis Umum

Menurut Konsultan Perencana (2020) dalam Buku Rencana Kerja dan Syarat-syarat menyatakan bahwa bahan yang digunakan untuk urugan adalah *Limestone* yang terhindar dari lumpur, oli, air, dan bahan organik maupun anorganis dengan CBR bahan lapangan didesain min 20%. Sedangkan syarat untuk perencanaan struktur

perkerasan lentur yaitu bahan agregat yang digunakan dalam perkerasan aspal memiliki CBR min 90% Agregat Kelas A pada Lapisan Fondasi Atas (LFA) dan 60% untuk Agregat kelas B.

Beton Aspal AC (*Asphalt Concrete*)

Beton Aspal atau Laston ialah dasar permukaan jalan yang mengandung campuran seimbang antara aspal dan agregatnya, dengan ataupun tanpa bahan tambahan penyusun lainnya. Bahan pembentuk beton aspal diaduk dalam alat khusus pencampur dengan temperatur yang sudah ditentukan, selanjutnya dikirim ke lokasi, dihamparkan, serta digilas hingga padat. Beton Aspal dikategorikan menurut jenisnya yaitu AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC-BC) serta AC Lapis Pondasi (AC-Base) (Sukirman, 2016). Selain beton aspal terdapat lapisan tipis beton aspal/Lataston ataupun *Hot Rolled Sheet* (HRS). Lataston ialah lapis perkerasan yang mencakup campuran aspal keras, agregat gradasi timpang serta bahan pengisi (*filler*), dihamparkan kemudian dijadikan padat dengan menggunakan temperatur tertentu dengan ketebalan 3 cm. Konstruksi HRS digolongkan menjadi 2 macam lapisan, yakni HRS bagi lapis aus (HRS-WC) serta HRS bagi Lapis Pondasi (HRS-BC) (Fitthra, 2019).

Rencana Anggaran Biaya

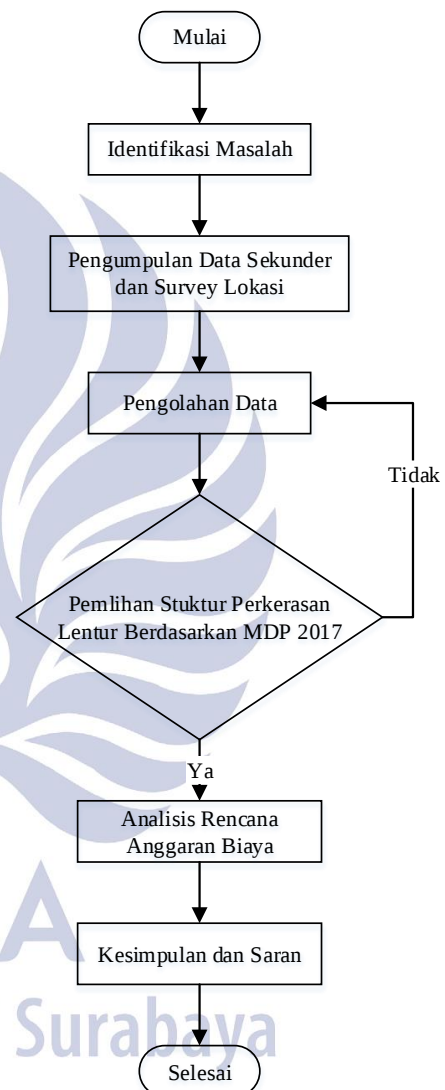
Rencana Anggaran Biaya (RAB) ialah rancangan harga bahan serta upah dan juga beberapa biaya lainnya yang memiliki keterkaitan bersama penyelenggaraan dari suatu proyek pembangunan (Firmansyah, 2015). Komponen RAB yang harus ada dalam mengestimasi mencakup daftar uraian pekerjaan, volume pekerjaan, dan harga satuan. Harga satuan merupakan penjumlahan dari harga bahan, alat serta upah tenaga kerja yang sudah dikalikan dengan koefisien yang dikenakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi menurut analisis dan hitungan. Harga ini dapat diperoleh dari harga standar yang umum di pasaran atau dari HSPK maupun peraturan wilayah pekerjaan.

Dalam analisis harga satuan, setiap satuan ukuran bertumpu pada metode kerja yang diterapkan, sehingga memperoleh harga semestinya sesuai rumus analisis yang digunakan (Situmeang, 2015).

METODE

Pada dasarnya penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif. Menurut Sandu Siyoto dan Muhammad Ali Sodik (Eka, 2019), menjelaskan penelitian kuantitatif adalah penelitian yang memerlukan pemakaian angka, dimulai dengan dikumpulkannya data, interpretasi data sampai hasil muncul. Data yang dipakai untuk penelitian perencanaan berikut merupakan data dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya, Dinas PU Bina Marga Kota Surabaya, Konsultan Perencana serta observasi dan wawancara langsung di lokasi penelitian.

Data yang telah didapatkan selanjutnya dianalisis menggunakan program Microsoft Office Word dan Microsoft Excel dengan acuan Buku MDP 2017 untuk mendapatkan jenis struktur perkerasan lentur. Berdasarkan ketentuan-ketentuan untuk memperoleh jenis perkerasan lentur, maka akan mendapatkan beberapa alternatif stuktur tebal perkerasan. Tahap selanjutnya adalah analisis untuk mendapatkan Anggaran Biaya yang paling ekonomis.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan observasi pada lokasi eksisting serta wawancara yang sudah dilakukan, selanjutnya dilakukan perhitungan perencanaan perkerasan lentur dengan metode MDP 2017. Hasil yang diperoleh antara lain sebagai berikut.

Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan baru jalan JALANLB-GBT segmen 1 selama 20 Tahun (2020-2040) sesuai standart minimal yang tercantum pada Tabel 1.

Data Lalu Lintas

Data Lalu Lintas yang dimaksud berupa jumlah kendaraan yang melintasi daerah JALANLB-GBT dalam kurun waktu satu hari. Data Lalu Lintas pada penelitian ini diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya yang dipresentasikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data LHR Tahun 2020

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR (Kend/hari)
1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, dan roda 3	6215
2,3,4	Mobil Pribadi / Angkot / Pickup / Station Wagon	638
5A	Bus Kecil	0
5B	Bus Besar	0
6A	Truk 2 Sumbu Ringan	10
6B	Truk 2 Sumbu Berat	39

(Sumber: Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2021)

Faktor pertumbuhan Lalu Lintas

Dalam penelitian ini menggunakan nilai faktor laju pertumbuhan lalu lintas tahunan berdasarkan dari Tabel 2 yakni 4,80% untuk Pulau Jawa Jalan Perkotaan, maka didapat nilai Faktor Pertumbuhan lalu Lintas berikut ini

$$R = \frac{(1+0,01(4,80))^{20}-1}{0,01(4,80)} = 32,376$$

Nilai faktor laju lalu lintas 4,88%, didapatkan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas sebesar 32,376. *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Nilai VDF pada panduan MDP 2017 dipresentasikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Nilai VDF Berdasarkan MDP 2017

Golongan	Jenis Kendaraan	VDF 4	VDF 5
1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, dan roda 3	0	0
2,3,4	Mobil Pribadi / Angkot / Pickup / Station Wagon	0	0
5A	Bus Kecil	0,3	0,5
5B	Bus Besar	1,0	1,0
6A	Truk 2 Sumbu Ringan	0,8	0,8
6B	Truk 2 Sumbu Berat	7,3	11,2

(Sumber: MDP, 2017)

Nilai ESA 4 serta ESA 5

Penentuan jenis perkerasan harus didahului dengan langkah sebelumnya yaitu memperoleh nilai ESA 4 dan ESA 5 dengan umur rencana 20 tahun yang dipresentasikan pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Perhitungan Jumlah Kumulatif ESA 4 dan ESA 5

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR 2020 (Smp/hari)	ESA4	ESA5
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, dan roda 3	3177	0	0
2,3,4	Mobil Pribadi / Angkot / Pickup / Station Wagon	849	0	0
5A	Bus Kecil	0	0	0
5B	Bus Besar	0	0	0
6A	Truk 2 Sumbu Ringan	10	49537	49537
6B	Truk 2 Sumbu Berat	39	1672501	2566029
CESA			1.722.038	2.615.566

(Sumber: Perhitungan 2022)

$$(4) = (3) \times VDF 4 \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$(5) = (3) \times VDF 5 \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Berdasarkan tabel diatas diperoleh besaran CESAL 4 yaitu $1,7 \times 10^6$ dan CESAL 5 yaitu $2,6 \times 10^6$, sehingga pemilihan jenis perkerasan mengacu pada Tabel 4. Berdasarkan acuan nilai CESAL 4 didapat beberapa desain yang dapat digunakan berdasarkan MDP 2017 antara lain: (1) Bagan Desain 3A. (2) Bagan Desain 3B. (3) Bagan Desain 5. (4) Bagan Desain 6. Adapun rincian struktur perencanaan tebal lapis perkerasan lentur sebagai berikut.

Bagan Desain 3A

HRS WC	30	mm
HRS Base	35	mm
LFA Kelas A	250	mm
LFA Kelas B	125	mm

Bagan Desain 3B

AC-WC	40	mm
AC-BC	60	mm
AC-Base	70	mm
LFA Kelas A	300	mm

Bagan Desain 5

BURDA	20	mm
LFA Kelas A	320	mm
LFA Kelas B	160	mm

Bagan Desain 6

AC-WC	50	mm
LFA Kelas A	300	mm
LFA Kelas B	200	mm

Keempat alternatif tebal perkerasan lentur yang dihasilkan, selanjutnya akan dilakukan analisis biaya pada masing-masing desain. Maksud dari analisis biaya ialah untuk memperoleh anggaran yang paling minimum dengan beban lalu lintas yang sesuai pada ruas Jalan Akses JLLB ke GBT.

Sebelum tahap analisis biaya dilanjutkan, maka harus dilakukan tahapan perhitungan volume pekerjaan, meliputi panjang jalan dikalikan dengan lebar jalan, total panjang jalan yang diteliti sebesar 2.225 m dan total dari panjang jalan dikalikan lebar sebesar 28.239 m². dari perhitungan luas total ini nantinya akan dikalikan tebal tiap lapisan dan dikalikan koefisien apabila untuk penyamaan satuan dalam daftar harga satuan. Seperti contoh penjabaran dibawah ini

Lapisan perekat = luas x m
 Lapisan Resap Pengikat = luas x n
 Lapisan permukaan = luas x tebal lapisan x i
 LFA Kelas A/B = luas x tebal

Keterangan:

- m= koefisien < 0,5 l/m² dipilih 0,25.
- n = koefisien 0,5- 1 l/m² dipilih 0,6.
- i = koefisien 2,3 ton/m³.

Berikut ini salah satu contoh perhitungan volume berdasarkan Bagan Desain 3A.

- Lapisan perekat = 28.239 x 0,25= 7060, l m³
- Lapisan Resap Pengikat = 28.239 x 0,6 = 16944, l m³
- Lapisan permukaan HRS WC= 28.239 x 0,03 x 2,3 = 1.949 Ton
- Lapisan permukaan HRS Base= 28.239 x 0,035 x 2,3 = 2273 Ton
- LFA Kelas A = 28.239 x 0,25= 7060 m³
- LFA Kelas B = 28.239 x 0,125= 3530 m³

Sselanjutya dilakukan analisis biaya yang dijabarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Biaya Perkerasan Lentur Bagan Desain 3A

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
	Lapisan Perkerasan			
	Lapis Perekat	7060	Rp 29.260	Rp 206.570.370
	Lapis Resap Pengikat	16944	Rp 24.860	Rp 421.217.175

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
	HRS WC	1949	Rp 1.575.080	Rp 3.069.830.920
	HRS Base	2273	Rp 1.414.433	Rp 3.215.006.209
	LFA Kelas A	7060	Rp 551.100	Rp 3.890.766.000
	LFA Kelas B	3530	Rp 502.000	Rp 1.772.060.000
Jumlah				Rp 12.575.450.674
PPN (11%)				Rp 1.383.299.574
Jumlah Keseluruhan				Rp 13.958.750.248

(Sumber: Perhitungan 2022)

Analisis Biaya berdasarkan Bagan Desain 3A diperoleh jumlah keseluruhan untuk pekerjaan perkerasan lentur sebesar Rp13.958.750.248,-

Tabel 9. Biaya Perkerasan Lentur Bagan Desain 3B

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
2	Lapisan Perkerasan			
	Lapis Perekat	7060	Rp 29.260	Rp 206.570.370
	Lapis Resap Pengikat	16944	Rp 24.860	Rp 421.217.175
	AC-WC	2598	Rp 1.454.800	Rp 3.779.570.400
	AC-BC	3897	Rp 1.395.716	Rp 5.439.105.252
	AC - Base	4547	Rp 958.860	Rp 4.359.936.420
	LFA Kelas A	8472	Rp 551.100	Rp 4.668.919.200
Jumlah				Rp 18.875.318.817
PPN (11%)				Rp 2.076.285.069
Jumlah Keseluruhan				Rp 20.951.603.069

(Sumber: Perhitungan 2022)

Analisis Biaya berdasarkan Bagan Desain 3B diperoleh jumlah keseluruhan untuk pekerjaan perkerasan lentur sebesar Rp20.951.603.069,- .

Tabel 10. Biaya Perkerasan Lentur Bagan Desain 5

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
3	Lapisan Perkerasan			
	BURDA	28239	Rp 61.620	Rp 1.740.087.180
	LFA Kelas A	9037	Rp 551.100	Rp 4.980.290.700
	LFA Kelas B	4518	Rp 502.000	Rp 2.268.036.000
Jumlah				Rp 8.988.413.880
PPN (11%)				Rp 988.725.527
Jumlah Keseluruhan				Rp 9.977.139.407

(Sumber: Perhitungan 2022)

Analisis Biaya berdasarkan Bagan Desain 5 diperoleh jumlah keseluruhan untuk pekerjaan perkerasan lentur sebesar Rp9.977.139.407,-

Tabel 11. Biaya Perkerasan Lentur Bagan Desain 6

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
4	Lapisan Perkerasan			
	Lapis Perekat	7060	Rp 29.260	Rp 206.570.370
	Lapis Resap Pengikat	16944	Rp 24.860	Rp 421.217.175
	AC WC	3248	Rp1.454.800	Rp 4.725.190.400
	LFA Kelas A	8472	Rp 551.100	Rp 4.668.919.200
	LFA Kelas B	5648	Rp 502.000	Rp 2.835.296.000
Jumlah				Rp 12.857.193.145
PPN (11%)				Rp 1.414.291.246
Jumlah Keseluruhan				Rp 14.271.484.391

(Sumber: Perhitungan 2022)

Analisis Biaya berdasarkan Bagan Desain 6 diperoleh jumlah keseluruhan untuk pekerjaan perkerasan lentur sebesar Rp14.271.484.391,-

Berdasarkan analisis biaya yang sudah dihitung dan disajikan pada Tabel 8 – Tabel 11 maka diperoleh rekapitulasi biaya perkerasan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi Biaya Perkerasan

No	Desain	Harga Total	Satuan
1	Desain 3A	Rp 6.273.596	meter pekerjaan
2	Desain 3B	Rp 9.416.451	meter pekerjaan
3	Desain 5	Rp 4.484.108	meter pekerjaan
4	Desain 6	Rp 6.414.150	meter pekerjaan

(Sumber: Perhitungan 2022)

Dari tabel 12 didapatkan jumlah biaya total lapis perkerasan per- meter pekerjaan berdasarkan dari yang termahal ke termahal dapat diurutkan sebagai berikut. Bagan Desain 5 sebesar Rp4.484.108, Bagan Desain 3A yaitu Rp6.273.596, Bagan Desain 6 sebesar Rp6.414.150 dan Bagan Desain 3B sebesar Rp9.416.451. Berdasarkan hasil perhitungan keempat jenis biaya konstruksi struktur perkerasan tersebut, diperoleh biaya yang paling ekonomis yaitu dengan Bagan Desain 5.

Perhitungan Tebal Lapisan Perkerasan berdasarkan Beban Gandar (Bina Marga 1987)

Perencanaan Struktur Lapisan Perkerasan Lentur menggunakan metode Bina Marga 1987 meliputi, CBR Tanah Dasar 3,2%, Faktor Regional 1, Tipe Jalan Kolektor dengan Kelandaian rata-rata 1% serta LHR pada tahun 2040 pada tabel berikut ini.

Tabel 13. LHR Tahun 2040

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR (smp/hari)
1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, dan roda 3 (MC)	7867
2,3,4	Mobil Pribadi / Ang kot / Pickup / Station Wagon (LV)	1616
6A	Truk 2 Sumbu Ringan (HV)	27
6B	Truk 2 Sumbu Berat (HV)	99

(Sumber: Perhitungan 2022)

Berdasarkan Tabel 13 diatas diperoleh LHR pada tahun 2022.

- MC = 7867 smp/hari
- LV(1.1) = 1616 smp/hari
- HV(1.2H)= 126 smp/hari

Menentukan Angka Ekvivalen (E)

- MC = 0,002
- LV (1.1) = 0,002+ 0,002 = 0,004
- HV(1.2H)= 0,2923+0,4022=0,6945

Menghitung Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP)

- MC = 3,43
- LV (1.1) = 1,41
- HV (1.2H)= 18,89

Total LEP = 23,73

Menghitung Lintas Ekvivalen Akhir (LEP)

$$\begin{aligned} LEA &= LEP \times (1+i)^{UR} \\ &= 23,73 \times (1+3,5\%)^{20} \\ &= 47,23 \end{aligned}$$

Menghitung Lintas Ekvivalen Tengah (LET)

$$\begin{aligned} LET &= (LEP+LEA)/2 \\ &= (23,74+47,23)/2 \\ &= 35,48 \end{aligned}$$

Menghitung Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} LER &= LET \times FP \\ &= 35,48 \times 2 \\ &= 70,96 \end{aligned}$$

Menentukan Daya Dukung Tanah (DDT)

Dari CV. Mitra Hijau Berkarya Konsultan CBR diketahui sebesar 3,2 %

$$\begin{aligned} DDT &= 4,3 \log CBR + 1,7 \\ &= 4,3 \log 3,2\% + 1,7 \\ &= 3,89 \end{aligned}$$

Menentukan Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan akhir (IP_i) = 2,0

Indeks permukaan awal (IP_o) = 4,0 (LASTON)

Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indeks Tebal Perkerasan diperoleh dari grafik nomogram dengan ketentuan nilai IP_t 2,0 dan IP_0 4,0 pada nomogram 3 didapatkan nilai ITP sebesar 7,02.

Menentukan Koefisien Kekuatan Relatif (a)

- Koefisien Lapis permukaan (a_1) = 0,35 (Laston)
- Koefisien Lapis pondasi atas (a_2) = 0,14 (Batu pecah kelas A)
- Koefisien Lapis pondasi bawah (a_3) = 0,12 (Sirtu/pitrun kelas B)

Setelah ITP dan Koefisien Kekuatan Relatif (a) diperoleh maka ketebalan perkerasan dapat dihitung dengan rumus:

$$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3 \quad (4)$$

$$7,02 = 0,35 \times 7,5 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times D_3$$

$$D_3 = 13,95 \text{ cm} \sim 15 \text{ cm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

Lapis Permukaan (AC-WC) = 75 mm

Lapis Fondasi Atas (LFA Kelas A) = 200 mm

Lapis Fondasi Bawah (LFA Kelas B) = 150 mm

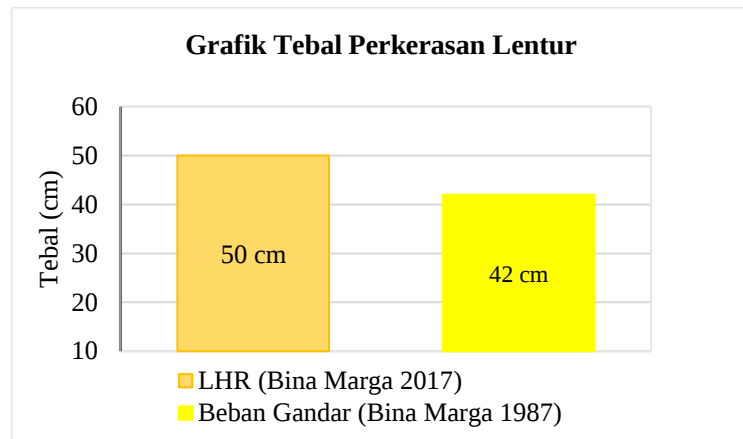
Selanjutnya perhitungan Biaya Kontruksi Berdasarkan perhitungan akibat Beban Gandar (Bina Marga 1987) pada Tabel berikut ini.

Tabel 13. LHR Tahun 2040

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
5	Lapisan Perkerasan			
	Lapis Perekat	7060	Rp 29.260	Rp 206.570.370
	Lapis Resap Pengikat	16944	Rp 24.860	Rp 421.217.175
	AC WC	4871	Rp 1.454.800	Rp 7.086.330.800
	LFA Kelas A	5648	Rp 551.100	Rp 3.112.612.800
	LFA Kelas B	4236	Rp 502.000	Rp 2.126.472.000
Jumlah				Rp 12.953.203.145
PPN (11%)				Rp 1.424.825.346
Jumlah Keseluruhan				Rp 14.378.055.491

(Sumber: Perhitungan 2022)

Analisis Biaya berdasarkan Bagan Desain 6 diperoleh jumlah keseluruhan untuk pekerjaan perkerasan lentur sebesar Rp14.378.055.491,- dengan biaya kontruksi per meter pekerjaan sebesar Rp6.460.886,-.



Gambar 3. Grafik Porsentase Tebal Perkerasan Lentur

Berdasarkan Gambar 3 didapatkan tebal lapisan perkerasan lentur berdasarkan nilai LHR (Bina Marga 2017) sebesar 50 cm dan berdasarkan nilai Beban Gandar (Bina Marga 1987) sebesar 42 cm. Maka akibat perbedaan parameter antara LHR dengan Beban Gandar menghasilkan perbedaan sebesar 8 cm.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Desain perkerasan berdasarkan nilai LHR (Bina Marga 2017) yang sesuai dan paling ekonomis adalah struktur perkerasan lentur menggunakan Desain Struktur 5 dengan umur rencana 20 tahun. Rincian tebal perkerasan yaitu lapisan BURDA 4 cm, LFA Kelas A 32 cm dan LFA Kelas B 16 cm dengan total biaya kontruksi struktur perkerasan sebesar Rp 4.484.108 per meter pekerjaan.
2. Desain perkerasan berdasarkan Beban Gandar (Bina Marga 1987) dengan rincian tebal perkerasan yaitu lapisan AC-WC 7,5 cm, LFA Kelas A 20 cm dan LFA Kelas B 15 cm dengan total biaya kontruksi struktur perkerasan sebesar Rp6.460.886,- per meter pekerjaan.
3. Perbedaan hasil total tebal lapisan perkerasan lentur berdasarkan nilai LHR mendapatkan hasil lebih besar 8 cm dibandingkan berdasarkan nilai Beban Gandar diakibatkan perbedaan kriteria dan prosedur penyelesaiannya.

Saran

Penelitian perhitungan tebal perkerasan ini menitikberatkan pada metode MDP 2017 dalam susunan tebal perkerasan lentur, sehingga selanjutnya penulis menyarankan agar digunakan metode-metode lain seperti metode AASHTO, Bina Marga 2013 dan lain-lain, untuk menghasilkan tebal perkerasan dan dapat dianalisis hasil analisis anggaran biaya dari beberapa metode tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bumbungan, M. (2021). Alternatif Perencanaan Perkerasan Jalan Ruas Maros- Ujung Lamuru dengan Metode Bina Marga 2013. *Jurnal Teknik Sipil UKI-Paulus Makassar*. Vol 3 No.2
- Firmansyah, A.Y, Widodo A.P, Sukmaji A. (2015). Rancang Bangun Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Dalam Pembangunan Rumah. *Jurnal Sistem Informasi VOL. 11, NO. 2. STIKOM: Surabaya*.
- Fithra, H. (2019). Studi Karakteristik Penggunaan Serbuk Ban Bekas (Perkerasan AC dan HRS). Lhokseumawe: Unimal Press.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). Peraturan Mentri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 1 Tahun 2022. Jakarta
- Mantiri, C.C., Sendow, T.K., Manoppo, M.R.E. (2019). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode AASHTO 1993. *Jurnal Sipil Statik* 7, no. 10.
- Marissa, P., & Maer, B. W. (2020). Stadion Sepak Bola di Suabaya. *JURNAL eDIMENSI ARSITEKTUR Vol.VIII, No.1, 113-120*.
- MDP. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017. Jakarta.
- Megarani, F. (2019). Analisis Pemilihan Jenis Perkerasan Jalan untuk Menangani Kerusakan Jalan pada Ruas Jalan Desa Batuputih Daya, Kabupaten Sumenep. *Jurnal Teknik ITS Vol. 8 No.2*.
- Pemerintah Indonesia. (2004). Undang-undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan. Indonesia.
- Pemerintah Indonesia. (2011). Peraturan Mentri Pekerjaan Umum Nomor: 19/PRT/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan. Indonesia.
- Pemerintah Indonesia. (2021). Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 78 Tahun 2020 tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur 2021.Surabaya.
- Pattipeilohy, J. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu. *Jurnal Manumata Vol. 5, No. 2*.
- Situmeang, H. T. (2015). Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Peningkatan Jalan Seksi II Rancabuaya KM.BD.111+450-114+840. *Jurnal Teknik Sipil Itenas*, 20-28.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Usmany, A. P., & Ing, T. L. (2016). Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* dan Metode *Present Serviceability Index*. *The 19 International Symposium of FSTPT*.
- Widayanti, A., Soemitro, R. A.A, Ekaputri, J. J., Suprayitno, H. (2017). Karakteristik Material Pembentuk *Reclaimed Asphalt* dari Jalan Nasional di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Manajemen Aset Insfratraktur & Fasilitas*. Vol.1, No. 1,11-22.
- Wuryanta, S. (2021). Analisa Pembangunan dan Perawatan Perkerasan Jalan Lentur dengan Kaku (Studi Kasus : Jalan. JALANLB Ke GBT Surabaya). *Seminar Keinsinyuran 2021*,323-330.