

ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN KAKU DENGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN LENTUR TERHADAP EFISIENSI BIAYA (STUDI KASUS : JALAN PAMPANG MUARA PADA STA 4+000 S/D STA 6+215)

Prameswari Widya Ningtyas¹⁾ Heri Sutanto²⁾ Triana Sharly P. Arifin³⁾

¹⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119
e-mail: prameswariwidya403@gmail.com

²⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119
e-mail: hery_soetanto@yahoo.com

³⁾Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119
e-mail: triana.sharly@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Pampang Muara yang berada di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, direncanakan akan menjadi jalan alternatif menuju Bandara APT Pranoto. Pembangunan jalan alternatif diperlukan sehubungan dengan meningkatnya volume lalu lintas yang menyebabkan terjadinya penurunan kinerja dan pelayanan jalan, serta pada lokasi tertentu sering terjadi banjir pada kondisi cuaca tertentu yang menyebabkan kemacetan bahkan tidak dapat diakses.

Jalan Pampang Muara yang akan digunakan sebagai jalan alternatif menuju bandara APT Pranoto Samarinda saat ini masih dalam tahap perencanaan. Sehingga menentukan tipe perkerasan jalan yang sesuai sangat penting agar diperoleh infrastruktur jalan yang selalu dalam kondisi mantap dan prima. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tebal lapis perkerasan kaku dan lentur sehingga dapat diketahui tipe perkerasan yang lebih efisien dari segi biaya pada Jalan Pampang Muara. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode observasi di lapangan dan analisis data primer berupa data LHR, data sekunder berupa data topografi, data DCP dan data CBR. Kemudian dilakukan analisis data menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2017.

Hasil dari analisis yang telah dilakukan didapatkan desain perkerasan kaku pada penelitian ini sebesar 60,5 cm, sedangkan pada perkerasan lentur sebesar 44 cm. Penggunaan perkerasan lentur lebih efisien dari segi biaya daripada menggunakan tipe perkerasan kaku pada Jalan Pampang Muara. Dilihat dari selisih harga dari kedua perkerasan tersebut sebesar Rp 2.059.950.000,00

Kata kunci: perkerasan kaku, perkerasan lentur, biaya, MDP 02/M/BM/2017

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE THICKNESS OF RIGID PAVEMENT WITH THE FLEXIBLE PAVEMENT THICKNESS TO COST EFFICIENCY (CASE STUDY : PAMPANG MUARA ROAD STA 4+000 to STA 6+215)

ABSTRACT

Pampang Muara Road, which is located in Samarinda City, East Kalimantan Province, is planned to be an alternative road to APT Pranoto Airport. The construction of alternative roads is necessary in connection with the increasing volume of traffic that leads to a decrease in road performance and service, as well as in certain locations there are frequent floods in certain weather conditions that cause congestion and even inaccessible.

Pampang Muara Road, which will be used as an alternative road to APT Pranoto Samarinda airport, is currently still in the planning stage. So that determining the appropriate type of road pavement is very important in order to obtain road infrastructure that is always in stable and prime condition. The purpose of this study is to determine the thickness of the layers of rigid and flexible pavement so that it can be known which type of pavement is more efficient in terms of cost on Pampang Muara Road. The methods used in this study are observation methods in the field and primary data analysis in the form of LHR data, secondary data in the form of topographic data, DCP data and CBR data. Then data analysis was carried out using the Road Pavement Design Manual 02 / M / BM / 2017.

The results of the analysis that has been carried out obtained the design of rigid pavement in this study was 60.5 cm, while in flexible pavement it was 44 cm. The use of flexible pavement is more efficient in terms of cost than using a rigid pavement type on Pampang Muara Road. Judging from the price difference between the two railways, it is IDR 2,059,950,000.00

Keywords : rigid pavement, flexible pavement, cost, MDP 02/M/BM/2017

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pembangunan jalan alternatif diperlukan sehubungan dengan meningkatnya volume lalu lintas yang menyebabkan terjadinya penurunan kinerja dan pelayanan jalan, serta pada lokasi tertentu sering terjadi banjir pada kondisi cuaca tertentu yang menyebabkan kemacetan bahkan tidak dapat diakses sehingga menghambat pengguna jasa penerbangan.

Dalam rangka pembangunan jalan lingkungan dan sekaligus meningkatkan hubungan jalan dalam kota Samarinda pemerintah Kota Samarinda melalui APBD P Kota Samarinda Tahun Anggaran 2020 mengadakan pekerjaan Perencanaan Teknis Jalan Pampang Muara. Pembangunan jalan tersebut menunjang pertumbuhan masyarakat akan transportasi yang sangat diperlukan untuk kelancaran arus perekonomian barang maupun jasa ke wilayah antar kota serta dalam upaya pemecahan daerah terpencil atau terisolasi seiring dengan gema otonomi daerah. Hal ini harus diantisipasi secara tepat dengan cara meningkatkan kemampuan pelayanan prasarana jalan yang memadai. Tujuan Pembangunan jalan Pampang Muara ini adalah untuk jalan alternatif menghubungkan antara Kelurahan Sungai Pinang (Gunung Lingai) dan sekitarnya menuju Desa Pampang dan Bandara APT Pranoto dan dimana kondisi jalan sebagian sudah di rigid dengan sisanya masih berupa jalan tanah. Desa yang berada di kawasan Pampang ini memiliki budaya yang sangat kental dan masih terjaga adat istiadatnya. Setiap tahun di desa ini diadakan peringatan adat yang menarik bagi wisatawan yang berkunjung ke kota Samarinda. Untuk itu pembangunan Jalan Pampang Muara diharapkan dapat menjadi salah satu perkembangan wilayah di sekitarnya.

Oleh karena itu, hal-hal di atas yang mendorong peneliti untuk melakukan penelitian dengan judul "Analisis Perbandingan Tebal Lapis Perkerasan Kaku dengan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Terhadap Efisiensi Biaya (Studi Kasus : Jalan Pampang Muara pada STA 4+000 s/d STA 6+215).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung desain tebal lapis perkerasan kaku dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2017

2. Menghitung desain tebal lapis perkerasan lentur dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2017
3. Menghitung rencana anggaran biaya dan membandingkan efisiensi kedua desain lapis perkerasan

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Definisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas menurut UU Nomor 38 Tahun 2004.

2.2 Perkerasan Jalan

Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis fondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan pekerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.3 Perkerasan Jalan Lentur

Perkerasan lentur adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat agregatnya sehingga memiliki sifat melentur bila terkena beban lalu lintas dan dapat meredam getaran akibat kendaraan.

2.4 Perkerasan Jalan Kaku

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus

dengan tulangan, terletak di atas lapis fondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal.

2.5 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No 02/M/BM/2017

Manual Desain Perkerasan 2017 merupakan metode perencanaan perkerasan yang digunakan oleh Bina Marga. Metode MDP ini menggunakan metode mekanistik empiris yang sudah umum digunakan di berbagai negara berkembang.

2.6 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah.

Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana 20 tahun sampai 40 tahun. Dalam ketentuan manual desain perkerasan jalan revisi 2017 disebutkan bahwa menentukan umur rencana perkerasan baru harus berdasarkan ketentuan yang berlaku. Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

2.7 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada Tabel 2 tidak mutlak, perencanaan harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted life-cycle cost* terendah.

Pada kolom ESA (juta) dalam 20 tahun, angka 1,2,3 menunjukkan tingkat kesulitan dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan. Angka 1 untuk kontraktor kecil sampai medium. Angka 2 untuk kontraktor besar dengan sumber daya memadai. Angka 3

membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus untuk kontraktor spesialis Burtu/Burda.

Tabel 2. Pemilihan jenis perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun				
		0 - 0.5	0.1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas 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 ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1.2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir	3A	-	1.2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan Asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi <i>Soil Cement</i>	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

2.8 Lalu Lintas

Pada perencanaan perkerasan jalan, hal penting selanjutnya ialah lalu lintas di jalan yang akan direncanakan. Lalu lintas pada suatu jalan sangat berpengaruh dalam menentukan perkerasan jalan seperti apa yang sangat ideal digunakan pada jalan tersebut.

2.8.1 Volume Lalu Lintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakan "Volume". Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit).

Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas

Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k.

2.8.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Menurut Sukirman, faktor pertumbuhan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang memakai jalan dari tahun ke tahun yang dipengaruhi oleh perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan yang dinyatakan dalam persen / tahun. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Fungsi Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan 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 02/M/BM/2017)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (Cumulative Growth Factor):

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

Dengan:

R : faktor pengali perkembangan lalu lintas

i : perkembangan lalu lintas tahunan (%)

UR : umur rencana (tahunan)

2.8.3 Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Faktor distribusi lajur (DL) digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan dua lajur atau lebih, sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian yang lain akan menggunakan lajur – lajur dalam. Faktor distribusi lajur (DL) dapat dilihat pada Tabel 4 seperti di bawah ini.

Tabel 4. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

2.8.4 Jenis Kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan dinyatakan dalam Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (PdT-19-2004-B).

2.8.5 Faktor Ekivalen Beban

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Tabel 5. Pengumpulan data beban gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

Apabila survei beban gandar tidak memungkinkan dan tidak ada data terdahulu, maka gunakan nilai VDF pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan nilai VDF regional Kalimantan pada masing – masing jenis kendaraan niaga yang diolah dari data studi WIM yang dilakukan Ditjen Bina Marga pada tahun 2012 – 2013. Data tersebut diperbaharui sekarang – kurangnya 5 tahun.

Tabel 6. Nilai VDF masing-masing kendaraan

Jenis Kendaraan	Regional Kalimantan			
	Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,8	8,5	3,4	4,7
7A1	9,9	18,3	4,1	5,3
7A2	9,6	17,7	4,2	5,4
7B1	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-
7C1	11,7	20,4	7,0	10,2
7C2A	8,2	14,7	4,0	5,2
7C2B	-	-	-	-
7C3	13,5	22,9	9,8	15

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

2.8.6 Beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle* (CESA) adalah beban kumulatif lalu lintas selama umur rencana jalan, dengan persamaan berikut :

Digunakan nilai VDF kendaraan

$$ESA^{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Dengan

ESA^{TH-1} : kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama.

LHR_{JK} : lintasan harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (*satuan kendaraan per hari*).

VDFJK : Faktor Ekvivalen Beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga

DD : Faktor distribusi arah.

DL : Faktor distribusi lajur

CESAL : Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

2.8.7 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Faktor keamanan beban

NO	Penggunaan	Nilai FKB
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasannya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan rute alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan alteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

2.9 Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 03- 1731- 1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03- 1744- 1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2%, maka harus dipasang fondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

3. Metodologi Penelitian

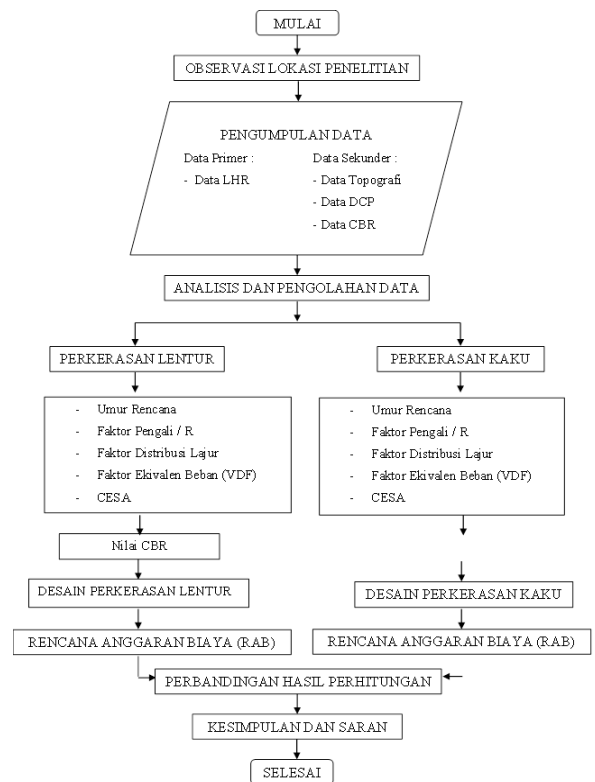
3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di lakukan pada Jalan Pampang Muara yang berlokasi di Tanah Merah, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur pada STA 4+000 s/d STA 6+215. Berikut Gambar 1 menunjukkan gambaran lokasi penelitian ini.



Gambar 1. Lokasi penelitian

3.2 Bagan Alur Penelitian



Gambar 2. Bagan alur penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Gambaran Umum Lokasi Studi

Ruas jalan Pampang Muara yang berlokasi di Tanah Merah Kecamatan Samarinda Utara merupakan jalan dengan tipe jalan 1 jalur, 2 lajur, 2 arah. Lebar rencana badan jalan 6,00 m sesuai dengan persyaratan teknis jalan untuk ruas jalan dalam sistem jaringan jalan sekunder. Kondisi ruas jalan yang direncanakan merupakan jalan Kota yang terhubung dengan jalan Provinsi.

Berdasarkan fungsinya, jalan Pampang Muara ini merupakan jalan kolektor yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi. Untuk keadaan topografinya, ruas jalan Pampang Muara merupakan kawasan perkebunan dan kawasan wisata budaya

setempat dengan faktor beban kendaraan yang cukup meningkat karena jalan tersebut akan menjadi akses alternatif dalam aktivitas lalu lintas menuju Desa Budaya Pampang dan Bandara Aji Tumenggung Pangeran Pranoto Samarinda dari arah Kelurahan Sungai Pinang (Gunung Lingai).

4.2 Analisis Data

Data perencanaan:

- a. Status jalan : Kota
- b. Fungsi Jalan : Jalan Kolektor
- c. Jenis jalan : Jalan kelas II
- d. Perencanaan konstruksi jalan : 2020
- e. Jalan dibuka pada tahun : Masih dalam tahap pembebasan lahan
- f. Masa pelaksanaan : 1 tahun
- g. Panjang jalan : 2,215 Km
- h. Lebar jalan : 6,00 meter
- i. Tipe jalur : 2 lajur, 2 arah
- j. Umur rencana jalan : 20 tahun
- k. Pertumbuhan lalu lintas : 3,50

4.2.1 Data Lalu Lintas

Data LHR yang diperoleh peneliti menggunakan data lalu lintas harian rata-rata pada Jalan Pampang Muara yang diambil pada bulan Februari 2022.

Tabel 8. Lalu lintas harian rata – rata

Jenis kendaraan	Golongan			LHR (Kend / hari / 2 arah)
Kendaraan Ringan 2 Ton	2	50%	50%	376
Truk 2 as 8 Ton	6a	34%	66%	13
Truk 2 as 10 Ton	6b	34%	66%	19

(Sumber : Hasil survey, 2022)

4.3 Perencanaan dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017

4.3.1 Menentukan Umur Rencana

Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel 9.

Tabel 9. Lalu lintas harian rata – rata

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
	Cement Treated Based (CTB)	

Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

4.3.2 Menghitung Faktor Pengali

Berdasarkan Tabel 3 laju pertumbuhan lalu lintas (*i*) untuk wilayah Kalimantan yaitu sebesar 3,5 % dan dengan umur rencana, $UR = 20$ tahun. Sehingga faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

$$R (1 \text{ tahun}) = \frac{(1+0,035)^{1-1}}{0,035} = 1,000 \text{ (Dari 2020-2021)}$$

$$R (19 \text{ tahun}) = \frac{(1+0,035)^{19-1}}{0,035} = 26,357 \text{ (Dari 2021-2040)}$$

4.3.3 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Untuk jalan dengan dua arah, seperti pada Jalan Kolektor Pampang Muara Kecamatan Tanah Merah Samarinda KM 4+000 – 6+215, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50. Sedangkan, untuk jalan ini dengan dua lajur, faktor distribusi lajur (DL) diambil 1,00 dapat dilihat pada Tabel 4.

4.3.4 Faktor Ekuivalen Beban

Nilai *VDF* 4 dan *VDF* 5 masing-masing jenis kendaraan diperoleh seperti Tabel 10 dibawah ini:

Tabel 9. Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	Golongan	VDF 4	VDF 5
		Normal	Normal
Truk 2 as 8 ton	6a	0,55	0,5
Truk 2 as 10 ton	6b	3,4	4,7

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

4.3.5 Menentukan Nilai ESA4 dan ESA5

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan oleh peneliti, nilai ESA4 (20 tahun) diperoleh sebesar 685,072.03 seperti ditunjukkan pada Tabel 11.. Nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan tipe struktur yang akan digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan.

Tabel 11. Perhitungan ESA 4 (20 tahun)

Jenis Kendaraan	LHR 2022	LHR 2023	LHR 2042	VDF4	ESA 4 (2022 - 2023)	ESA 4 (2022-2042)
	A	B	C		D	E
Kendaraan Ringan 2 Ton	376	390	723	0	0	0
Truk 2 as 8 Ton	13	14	25	0,55	1.405,25	66.139,5969
Truk 2 as 10 Ton	19	20	37	3,4	12.410,00	605.117,1850

ESA 4 (20 Tahun)	13.815,25	671.256,781
	685.072,03	

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan oleh peneliti, nilai ESA5 (20 tahun) diperoleh sebesar 915.044,93 seperti pada Tabel 12.. Nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan tebal perkerasan yang akan digunakan dalam masing-masing perkerasan dalam perencanaan perkerasan jalan.

Tabel 12. Perhitungan ESA 5 (20 tahun)

Jenis Kendaraan	LHR 2022	LHR 2023	LHR 2042	VDF 5	ESA 5 (2022 - 2023)	ESA 5 (2022-2042)
	A	B	C	D	E	F
Kendaraan Ringan 2 Ton	376	390	723	0	0	0
Truk 2 as 8 Ton	13	14	25	0,5	1.277, 5	60.126,90625
Truk 2 as 10 Ton	19	20	37	4,7	17.155	836.485,5198
ESA 5 (20 Tahun)					18.423,5	896.612,426
					915.044,93	

4.3.6 Menentukan Tipe Perkerasan

Dalam analisis perbandingan tebal perkerasan kaku dengan tebal perkerasan lentur, setelah mendapatkan nilai ESA 4 maka digunakan tipe perkerasan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh tipe perkerasan sesuai rentang nilai ESA 4 yaitu perkerasan kaku menggunakan tipe perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan), sedangkan pada perkerasan lentur menggunakan tipe perkerasan AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir.

4.3.7 Menentukan Segmen Tanah Dasar dengan Daya Dukung yang Seragam

Data CBR dapat dilihat pada Tabel 13.

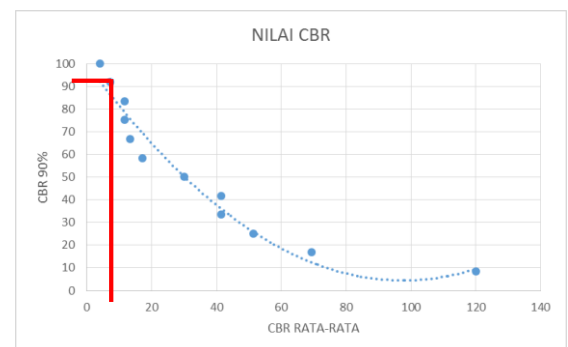
Tabel 13. Data CBR

Titik	Titik Pengujian STA	CBR Rata-rata (%)	CBR Rata-rata	Persen %
1	4+000	120.21	4.11	100
2	4+150	7.38	7.38	91.666667
3	4+300	69.52	11.7	83.333333
4	4+500	11.7	11.88	75
5	4+550	17.38	13.46	66.666667
6	5+000	13.46	17.38	58.333333
7	5+150	30.12	30.12	50
8	5+225	41.5	41.5	41.666667
9	5+250	4.11	41.63	33.333333

10	5+750	11.88	51.47	25
11	5+900	41.63	69.52	16.666667
12	6+000	51.47	120.21	8.3333333

(Sumber : CV Rima Cipta Consultant, 2020)

Berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui nilai CBR persentil sebesar 7,812 yang selanjutnya dari data tersebut akan dibuat grafik penentuan CBR, antara CBR tanah dasar dengan persen yang sama atau lebih besar. Sehingga akan didapatkan nilai CBRnya. Yaitu nilai CBR 90%. Nilai CBR 90% dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 3. Grafik CBR desain (CV. Rima Cipta Consultant, 2020)

Melihat grafik pada Gambar 3 di atas didapat CBR 7,38 %. Sehingga nilai CBR pada penelitian ini sebesar 7,38%. Nilai CBR yang telah diperoleh akan digunakan dalam menentukan struktur fondasi

4.3.8 Menentukan Struktur Fondasi Perkerasan

Berdasarkan nilai CBR pada tanah dasar di lokasi Jalan Pampang Muara > 6, yaitu sebesar 7,38%, maka masuk kategori SG6 untuk desain < 2 juta ESA. Pada perkerasan lentur tidak diperlukan perbaikan tanah dasar sedangkan untuk perkerasan kaku memerlukan 300 mm stabilisasi.

4.3.9 Menentukan Struktur Perkerasan

a. Bagan Desain – 3 Perkerasan Lentur

Berdasarkan nilai ESA 5 sebesar 915.044,93 maka kumulatif beban sumbu yang digunakan yaitu masuk rentang 0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0. Bagan desain 3A dapat dilihat seperti pada Tabel 14.

Tabel 14. Desain perkerasan lentur dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA5)	FF1 < 0,5	0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0
	HRS atau Penetrasi	HRS
Jenis permukaan	Tebal labisan (mm)	
Struktur perkerasan		
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250

LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10% ³	150	125
---	-----	-----

(Sumber : CV Rima Cipta *Consultant*, 2020)

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas diperoleh desain perkerasan lentur menggunakan HRS WC sebesar 30 mm, HRS *Base* sebesar 35 mm LFA kelas A sebesar 375 mm.

b. Bagan Desain – 4 Perkerasan Kaku

Pada perkerasan kaku, menentukan tipe perkerasan berdasarkan jumlah kelompok sumbu 20 tahun yang akan datang sesuai umur rencana yang dijabarkan dalam Tabel 15 berikut ini :

Tabel 15. Jumlah kelompok sumbu 20 tahun

Jenis Kendaraan	Jumlah Kelompok Sumbu	LH R 2022	Kelompok Sumbu	Jumlah Kelompok Sumbu (2022 - 2042)
Kendaraan Ringan 2 Ton	2	376	0	0
Truk 2 as 8 Ton	2	13	26	125.063,965
Truk 2 as 10 Ton	2	19	38	182.785,795
Kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat 2022-2042				307.849,76

Pada perkerasan kaku mengacu pada tabel untuk menentukan tipe struktur perkerasan jalan, maka menggunakan bagan desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah seperti ditunjukkan pada Tabel 4.16 di bawah ini.

Tabel 16. Bagan desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban 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	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung fondasi tidak seragam	
<i>Dowel</i>	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)	125 mm			

Jarak sambungan melintang	4 m
---------------------------	-----

(Sumber : MDP 02/M/BM/2017)

4.4 Analisis Ekonomi pada Perkerasan Jalan Lentur

Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan jalan lentur, diperoleh tebal perkerasan masing-masing lapisan seperti ditunjukkan pada Tabel 14. Data panjang jalan dan lebar jalan sudah tersedia sehingga volume dan biaya pekerjaan pada perkerasan lentur dapat dilihat pada Tabel 17 di bawah ini.

Tabel 17. Rencana anggaran biaya perkerasan lentur

No	Jenis Kegiatan	Unit/M	Volume	Harga Satuan(Rp)	Jumlah (Rp)
1	HRS-WC	M ³	398,7	1.820.000	725.634.000
2	HRS <i>Base</i>	M ³	465,15	1.500.000	697.725.000
3	LFA Kelas A	M ³	4.983,75	550.000	2.741.062.500
TOTAL					4.164.421.500

4.5 Analisis Ekonomi pada Perkerasan Jalan Kaku

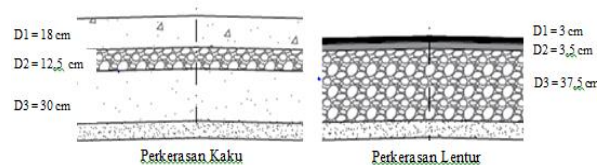
Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan jalan kaku, diperoleh tebal perkerasan masing-masing lapisan seperti ditunjukkan pada Tabel 16. Data panjang jalan dan lebar jalan sudah tersedia sehingga volume dan biaya pekerjaan pada perkerasan lentur dapat dilihat pada Tabel 18 di bawah ini.

Tabel 18. Rencana anggaran biaya perkerasan lentur

No	Jenis Kegiatan	Unit /M	Volume	Harga Satuan(Rp)	Jumlah (Rp)
1	Beton f'c 35 Mpa	M ³	2392,2	1.670.000	3.994.974.000
2	Lapis Fondasi Atas	M ³	1661,25	550.000	913.687.500
3	Stabilisasi Tanah	M ³	1993,5	330.000	1.315.710.000
TOTAL					6.224.371.500

4.6 Hasil Pembahasan

Masing-masing perkerasan memiliki 3 lapisan dengan tebal lapis perkerasan yang berbeda, gambar perbandingan masing-masing lapisan perkerasan dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini



Gambar 4. Perbandingan lapisan masing – masing perkerasan

Dari hasil selisih biaya pada perkerasan kaku sebesar Rp 2.059.950.000,00 (dua milyar lima puluh sembilan juta sembilan ratus lima puluh ribu rupiah) dapat dihitung persen perbandingannya sebagai berikut :

Persen perbandingan selisih harga

$$= \frac{2.059.950.000}{6.224.371.500} \times 100 = 33,095\%$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan pada perencanaan ruas Jalan Pampang Muara sebesar 60,5 cm dengan rincian sebagai berikut:
 - a. Tebal plat beton = 18 cm
 - b. Lapis fondasi atas kelas A = 12,5 cm
 - c. Lapis stabilisasi semen = 30 cm
2. Tebal lapis perkerasan lentur yang dibutuhkan pada perencanaan ruas Jalan Pampang Muara sebesar 44 cm dengan rincian sebagai berikut:
 - a. Lapisan permukaan (Surface course) D1 = HRS – WC dengan tebal 3 cm
 - b. Lapisan fondasi atas (Base course) D2 = HRS – Base dengan tebal 3,5 cm
 - c. Lapisan fondasi bawah (Subbase course) D3 = LFA Kelas A dengan tebal 37,5 cm.
3. Berdasarkan hasil analisis biaya yang diperlukan pada pekerjaan perkerasan lentur sebesar Rp. 4.164.421.500,00. Sedangkan biaya yang diperlukan pada pekerjaan perkerasan kaku, yaitu sebesar Rp. 6.224.371.500,00. Sehingga selisih biaya antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur sebesar Rp 2.059.950.000, jadi menggunakan perkerasan lentur lebih efisien 33,095% daripada menggunakan perkerasan kaku dari segi biaya.

Daftar Acuan

Jurnal:

- [2] Astuti, H.T.H., Putera, I G.A., & Suparsa, I G.P., 2014, Kajian Ekonomi Konstruksi Perkerasan Lentur dan Konstruksi Perkerasan Kaku (Studi Kasus Jalan Raya PKT.EBL-02 Tohpati - Kusamba), Jurnal Spektran Vol.2. No. 1, Januari 2014.
- [3] Duani, A.F., Yosomulyono, S., & Azwansyah, H., 2015, Perbandingan Biaya Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Pada Jalan Karya Bakti di Kecamatan Meliau Kabupaten Sanggau, Teknik Sipil FT.UNTAN.
- [8] Harison, J.A., 1986, Correlation of CBR and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils. Australian Road Research 16(2), June 1986.
- [9] Hidayat, A.R., 2015, Evaluasi Perbandingan Biaya dan Metode Pelaksanaan Kontruksi Pada Pekerjaan Peningkatan Jalan Perkerasan Kaku Dengan Perkerasan Lentur, Publikasi Ilmiah, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [10] Ketema, Y., Quezon, E.T., & Kebede, G., 2016, Cost and Benefit Analysis of Rigid and Flexible Pavement: A Case Study at Chancho – Derba-Becho Road Project”.International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 7, Issue 10, October-2016, 181 issn 2229-5518.
- [12] Maharani, A., & Wasono, S.B., 2018, Kajian Perbandingan Biaya Siklus Hidup Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur, Ge Stram: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil ISSN 2615-7195 (E) Vol. 01, Nomor 02, September 2018
- [14] Mohod, M.V., & Kadam, K.N., 2016, A Comparative Study on Rigid and Flexible Pavement: A Review, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN:2278-1684,p-ISSN:2320-334X,Volume 13, Issue 3 Ver. VII(May-Jun.2016),PP 84-88.
- [16] Nurjamilah, Lailla, L., & Wardi, N., 2015, Studi Kelayakan Jalan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur, Jurnal J-Ensitem. Vol 02 No.01,November 2015.
- [17] Rachmayati, D., 2014, Kajian Perbandingan Biaya Siklus Hidup Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VI, Makassar.
- [18] Sahrianto, L.A., 2016, Analisa Perbandingan Konstruksi Jalan Perkerasan Lentur Dengan Perkerasan Kaku Ditinjau Dari Metode Pelaksanaan Dan Biaya Studi Kasus: Pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi, Publikasi Ilmiah, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [22] Suprpto, Y.H., 2008, Korelasi Nilai CBR dan DCP pada Tanah Gambut Yang Dipadatkan, Skripsi, Depok.
- [23] Suryaman, D., 2016, Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Menurut Metode AASHTO Pada Jalan Teuku Iskandar Daod Area Kampus Utu Kabupaten Aceh Barat, Fakultas Teknik Teuku Umar, Aceh.
- [24] Suryawan, A., 2009, Perkerasan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)-Perencanaan Metode AASHTO 1993, Spesifikasi, Parameter Desain, Beta Offset Yogyakarta.

Buku:

- [1] Anonim, 2006, Peraturan Pemerintah No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan, Jakarta.
- [4] Departemen Pekerjaan umum, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Fondasi Atas (Laston Atas), Direktorat Jenderal Bina Marga.

- [5] Departemen Pekerjaan Umum, 2007, Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan. Divisi 6 Perkerasan Aspal, Pusjatan-Puslitbang Pekerjaan Umum.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, 2010, Spesifikasi Umum Perkerasan Kaku dan Lentur, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta.
- [7] Hardiyatmo, H.C., 2015, Perancangan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah. Cetakan Ke-2, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [11] Lesayuti, D., 2011, Korelasi Nilai California Bearing Ratio (CBR) dan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Pada Tanah Ekspansif yang Distabilisasi dengan Pasir, Semen, dan Kapur, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [13] Menteri Pekerjaan Umum, 2017, Manual Desain Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017) Nomor 02/M/BM/2017, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- [15] Mulyono, T., 2007, Perkerasan Jalan Beton Semen, Erlangga, Jakarta.
- [19] Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
- [20] Sukirman, S., 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.
- [21] Sukirman, S., 2010, Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur, Nova, Bandung.
- [25] Tim Penyusun, 2014, Panduan Tugas Akhir, Skripsi, dan Praktik Kerja Lapangan, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Samarinda.
- [26] Undang-undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, Presiden Republik Indonesia.