

TUGAS AKHIR

STUDY PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN JALAN

KONSTRUKSI RIGID DENGAN JALAN KONSTRUKSI

FLEKSIBEL



DISUSUN OLEH :

MUHAMMAD NUR

45 12 041 207

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

2019

TUGAS AKHIR

STUDY PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN JALAN

KONSTRUKSI RIGID DENGAN JALAN KONSTRUKSI

FLEKSIBEL



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh Gelar

Sarjana Teknik pada Universitas Bosowa Makassar

OLEH:

MUHAMMAD NUR

45 12 041 207

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

2019



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No: 987/FT/UNIBOS/VIII/2019, tanggal Dua Puluh Dua bulan Agustus Tahun Dua Ribu Sembilan Belas, Perihal Pembentukan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka:

Pada hari/tanggal : Senin 01 November 2021

Tugas Akhir Mahasiswa:

Nama Mahasiswa : **MUHAMMAD NUR**

No. Stambuk : **45 12 041 207**

Judul Skripsi : "STUDY PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN JALAN KONSTRUKSI RIGID DENGAN JALAN KONSTRUKSI FLEKSIBEL"

Dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian Sarjana Strata satu (S1), untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dengan susunan sebagai berikut:

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : Prof. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si (.....)

Sekretaris (Ex. Officio) : Hj. Savitri Prasandi M, ST. MT (.....)

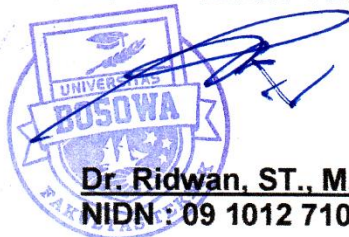
Anggota : 1. Nurhadijah Yuniarti, ST., MT (.....)

2. Fauzy Lebang, ST., MT (.....)

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ridwan, ST., M.Si
NIDN : 09 1012 7101

Nurhadijah Yuniarti, ST., MT
NIDN : 09 1606 8201



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

**" STUDY PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN JALAN
KONSTRUKSI RIGID DENGAN JALAN KONSTRUKSI FLEKSIBEL "**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **MUHAMMAD NUR**

No. Stambuk : **45 14 041 207**

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil/Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas
Bosowa Makassar.

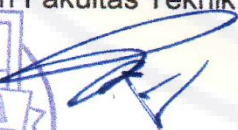
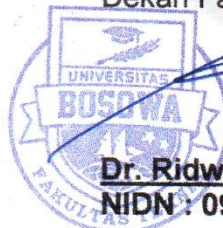
Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si (.....)


Pembimbing II : Hj. Savitri Prasandi M, ST., MT. (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ridwan, ST., M.Si
NIDN : 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Nurhadijah Yuniarti, ST., MT
NIDN : 09 1606 8201

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dalam rangka menyelesaikan studi di Universitas Bosowa Makassar.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekeliruan sehingga masih memerlukan perbaikan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis, karenanya berbagai saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan agar dapat memperbaiki tugas akhir ini.

Penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa terselesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang tak pernah lelah dalam memberikan kasih sayang, perhatian, dan pengertian serta dorongan moril maupun materi.
2. Bapak Prof. Dr. M. Saleh Pallu, M. Eng sebagai rektor Universitas Bosowa Makassar.
3. Ibu Nurhadijah Yunianti, ST. MT sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.

4. Bapak Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si sebagai pembimbing I (pertama) dan Ibu Savitri Prasandi Mulyani, ST. MT sebagai pembimbing II (kedua).
5. Bapak – bapak dan Ibu – ibu serta staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
6. Buat saudara – saudari penulis, terima kasih atas kasih sayangnya dan dorongannya.
7. Teman – teman seperjuangan di Universitas Bosowa Makassar, terima kasih atas bantuan dan dukungan yang diberikan selama ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Makassar, Agustus 2019

Penulis

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Nur
Nomor Stambuk : 45 12 041 207
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Study Perbandingan Biaya Pemeliharaan Jalan
Kontruksi Rigid dengan Jalan Konstruksi Fleksibel

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

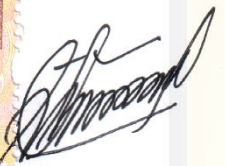
1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan/mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak jurusan sipil fakultas teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Maka ssar, Agustus 2019

Yang menyatakan




(Muhammad Nur)

UNIVERSITAS

BOSOWA



ABSTRAK

“STUDY PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN JALAN KONSTRUKSI RIGID DENGAN JALAN KONSTRUKSI FLEKSIBEL)”

Muhammad Nur¹

Dr. Ir. M. Natsir Abduh M.Si² , Hj. Savitri Pransandi Mulyani, ST., MT³

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan kaku, perkerasan lentur dan untuk mengetahui perbandingan biaya antara konstruksi perkerasan kaku dengan perkerasan lentur. Perencanaan tebal perkerasan menggunakan analisis komponen dari Metode Bina Marga untuk lapis pondasi agregat dan metode yang dikembangkan oleh NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) untuk pondasi beton. Data yang diperlukan adalah rincian volume pekerjaan, daftar harga satuan, analisa harga satuan, analisa alat berat dan gambar pekerjaan. Dari hasil analisis biaya menunjukkan bahwa perkerasan kaku membutuhkan biaya sebesar Rp. 6.548.785.00 dan perkerasan lentur membutuhkan biaya sebesar Rp. 4.187.789.000 dengan persentase penghematan biaya sebesar 36,05 % terhadap biaya perkerasan kaku.

Kata Kunci : Biaya konstruksi, perkerasan kaku, perkerasan lentur, volume, harga satuan.

ABSTRACT

The objectives of this research are to know how much cost needed for rigid pavement, flexible pavement and to know cost comparison between rigid pavement and flexible pavement. The pavement depth planning uses component analysis from Bina Marga Method for aggregate base course and method developed by NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) for concrete base course. Data needed for the analysis consist of work volume details, unit cost list, unit cost analysis, equipment replacement analysis and construction drawing. Cost analysis result shows that rigid pavement need Rp . 6.548.785.00, and flexible pavement need Rp 4.187.789.000, with cost saving percentage 36,05 % for rigid pavement cost.

Keywords : Construction cost, rigid pavement, flexible pavement, volume, unit cost

-
- 1) Mahasiswa Universitas “45” Makassar
 - 2) Pembimbing I
 - 3) Pembimbing II

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGAJUAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-3
1.3. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	I-3
1.3.1. Tujuan	I-3
1.3.2. Manfaat Penelitian	I-4
1.4. Pokok Pembahasan dan Batasan Masalah	I-4
1.4.1. Pokok Pembahasan	I-4

1.4.2. Batasan Masalah	I-4
------------------------------	-----

1.5. Sistematika Penulisan	I-5
----------------------------------	-----

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Jalan	II-1
-----------------------------	------

2.1.1. Pengertian Komponen-komponen Jalan	II-1
---	------

2.2. Klasifikasi Jalan	II-3
------------------------------	------

2.2.1. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan	II-3
---	------

2.3. Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan	II-4
--	------

2.3.1. Konstruksi Jalan Aspal (Flexible Pavement)	II-6
---	------

2.3.2. Konstruksi Jalan Beton (Rigid Pavement)	II-8
--	------

2.4. Performansi Jalan	II-9
------------------------------	------

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian	III-1
----------------------------------	-------

3.2. Lokasi Pengambilan Data	III-2
------------------------------------	-------

3.3. Jenis dan Sumber Data	III-4
----------------------------------	-------

3.5. Analisis Data	III-5
--------------------------	-------

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Volume Pekerjaan	IV-1
---------------------------	------

1. Lebar Jalan	IV-1
----------------------	------

2. Panjang Jalan	IV-1
3. Volume Pekerjaan	IV-2
B. Analisa Harga Satuan	IV-3
C. Analisa Biaya Konstruksi	IV-5
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. kesimpulan	V-I
B. Saran	V-I

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BOSOWA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur yang menghubungkan satu daerah dengan daerah yang lain yang sangat penting dalam sistem pelayanan masyarakat. (Wirahadikusumah, 2007). Lapis perkerasan jalan berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapis dibawahnya kemudian diteruskan ke tanah dasar. Berdasarkan bahan pengikatnya, lapis perkerasan jalan dibagi menjadi dua kategori yaitu lapis perkerasan lentur dan lapis perkerasan kaku Perkerasan lentur (flexible pavement) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.(Sukirman, S, 1992). Perkerasan kaku (rigid pavement) adalah perkerasan yang menggunakan semen (Portland cement) sebagai bahan pengikat. (Sukirman, S, 1992). Kombinasi antara dua jenis perkerasan diatas disebut perkerasan komposit (composite pavement) dimana sebagai lapis bawah digunakan struktur beton sedangkan sebagai lapis permukaan digunakan aspal. Pada ruas jalan Dr. Leimena yang mengalami kerusakan dengan kondisi jalan lama menggunakan perkerasan lentur kemudian diperbaiki memakai perkerasan kaku untuk kontruksinya, aktivitas pelaksanaan proyek jalan di Dr. Leimena meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan drainase, pekerjaan tanah, pekerjaan pelebaran dan bahu jalan, pekerjaan perkerasan berbutir, pekerjaan non aspal, pekerjaan struktur. Perkerasan kaku mempunyai beberapa keuntungan antara

lain, cocok untuk lalu lintas berat, lebih tahan terhadap cuaca panas, tidak terjadi deformasi dan tahan terhadap pengaruh air. Kelemahan pada perkerasan kaku antara lain pada masa pelaksanaan, karena setelah pengecoran diperlukan waktu sekitar 30 hari untuk mencapai kekuatan rencana sebelum dibuka untuk lalu lintas. Hal ini dapat mengganggu kelancaran lalu lintas terutama pada jalan dengan lalu lintas padat. (Dachlan, 2009) Seperti kita ketahui bersama bahwa untuk membangun suatu sarana transportasi memerlukan dana yang tidak sedikit dan metode pelaksanaan yang tepat. Oleh sebab itu, diperlukan perencanaan konstruksi jalan dan perencanaan pekerjaan jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu lintas sehingga pembangunan konstruksi tersebut dapat berguna maksimal bagi perkembangan daerah sekitarnya. Dari latar belakang di atas maka dibutuhkan suatu perencanaan biaya dan metode pelaksanaan yang optimal agar dapat menghemat biaya konstruksi. Oleh karena itu diperlukan analisa perbandingan biaya Pemeliharaan untuk mengetahui biaya yang ekonomis antara konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) dengan perkerasan lentur (flexible pavement). Dengan alasan itu penulis mengadakan Tugas Akhir dengan judul "Study Perbandingan Biaya Pemeliharaan Jalan Konstruksi Rigid dengan jalan Konstruksi Fleksibel"

Biaya konstruksi pekerjaan jalan rigid lebih mahal dibandingkan dengan jalan fleksibel hampir 2 kali lipat.

Konstruksi fleksibel (konstruksi fleksibel pavement) memerlukan biaya pemeliharaan pertahun dan setelah lima tahun maka perlu dilakukan pekerjaan konstruksi. Sedangkan perkerasan kaku tidak memerlukan biaya pemeliharaan setiap tahun karena tahan terhadap genangan air dan lalu lintas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dibuat suatu rumusan masalah, yaitu:

- a. Berapa biaya konstruksi perkerasan *flexible pavement* ?
- b. Berapa biaya konstruksi perkerasan *rigid pavement* ?
- c. Berapakah perbandingan biaya antara konstruksi *flexible pavement* dan konstruksi *rigid pavement* ?

1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan

- a. Mengetahui biaya konstruksi perkerasan *flexible pavement*.
- b. Mengetahui biaya konstruksi perkerasan *rigid pavement*.
- c. Mengetahui perbandingan biaya antara konstruksi *flexible pavement* dan konstruksi *rigid pavement*.

1.3.2 Manfaat Penelitian

- a. Mengadakan penilaian terhadap alternative peningkatan jalan, sehingga dapat diketahui dan dipilih alternatif proyek yang paling bermanfaat.
- b. Untuk memberikan saran dan rekomendasi kepada pemerintah setempat dalam menentukan pilihan atas konstruksi jalan yang akan dibangun berdasarkan factor teknis dan *non* teknis.

1.4 Pokok Pembahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Pembahasan

Perbandingan biaya pemeliharaan antara jalan konstruksi Rigid dengan jalan konstruksi fleksibel di Jl. Dr. Leimena

Agar lebih terarah, maka studi ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

- a. Penilaian kelayakan konstruksi jalan secara teknis didasarkan hanya pada kondisi eksisting dan pendapat pengguna jalan.
- b. Jalan yang dianalisis adalah jalan DR. Leimena sebagai perwakilan jalan perkotaan yang ada di Kota Makassar.

1.4.2 Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan agar pelaksanaan penelitian dapat lebih terarah dan terfokus, sesuai dengan rencana yg dibuat dan pada akhirnya dapat memberikan hasil yang maksimal sesuai dengan tujuan penelitian. Batasan yang dilakukan adalah:

- a. Penelitian dibatasi pada kinerja metode pelaksanaan dan biaya pada pekerjaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku menghitung biaya perawatan (pemeliharaan).

- b. Jalan yang dianalisis adalah jalan DR. Leimena sebagai perwakilan jalan perkotaan yang ada di Kota Makassar.

1.5 Sistematika penulisan

Bab I : Pendahuluan

Pendahuluan terdiri dari latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup dan batasan masalah serta metode penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka memuat uraian sistematis tentang teori, pemikiran dan hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Bab III : Metode Penelitian

Bagian ini memuat secara rinci dan sedapat mungkin secara kronologis penjelasan tentang prosedur penulisan yang dimulai dengan kerangka pikir/bagan alir penulisan/ penelitian.

Bab IV : Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bagian ini memuat hasil penelitian dan pembahasan yang dapat dipisahkan atau dipadukan. Penyajian hasil penelitian memuat uraian tentang data dan temuan yang diperoleh.

Bab V : Penutup

Berisi kesimpulan dan saran yang dinyatakan secara terpisah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Menurut Undang-undang Jalan Raya No.38 Tahun 2004 dan PP Jalan No. 34 Tahun 2006: jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

2.1.1 Pengertian Komponen – Komponen Jalan

a. **Badan Jalan**

Adalah jalur lalu lintas, dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan, termasuk jalur pejalan kaki.

b. **Jalan Umum**

Adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

- c. Jalan tol
Adalah jalan umum yang merupakan bagian system jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunanya diwajibkan membayar tol.
- d. Daerah Manfaat Jalan (damaja)
Adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman.
- e. Tol
Adalah sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol.
- f. Penyelenggaraan jalan
Adalah kegiatan yang meliputi pengaturan, pembinaan, pembangunan, dan pengawasan jalan.
- g. Pengaturan jalan
Adalah suatu kegiatan perumusan kebijakan perencanaan, penyusunan perencanaan umum, dan penyusunan peraturan perundang-undangan jalan.
- h. Pembinaan jalan
Adalah kegiatan penyusunan pedoman dan standar teknis, pelayanan, pemberdayaan sumber daya manusia, serta penelitian dan pengembangan jalan.
- i. Pembangunan jalan
Adalah kegiatan pemrograman dan penganggaran, perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, serta pengoperasian dan pemeliharaan jalan.
- j. Pengawasan jalan

Adalah kegiatan yang dilakukan untuk mewujudkan tertib pengaturan, pembinaan, dan pembangunan jalan.

k. Penyelenggara jalan

Adalah pihak yang melakukan pengaturan, pembinaan, pembangunan, dan pengawasan jalan sesuai dengan kewenangannya.

l. Jalan bebas hambatan

Adalah jalan umum untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh dan tanpa adanya persimpangan sebidang serta dilengkapi dengan pagar ruang milik jalan.

m. Badan pengatur jalan tol

Adalah badan yang dibentuk oleh Menteri, berada di bawah, dan bertanggung jawab kepada Menteri.

n. Badan usaha di bidang jalan tol

Adalah Badan Usaha adalah badan hukum yang bergerak di bidang pengusahaan jalan tol.

o. Sistem jaringan jalan

Adalah satu kesatuan ruas jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarkis.

p. Orang

Adalah orang perseorangan atau badan usaha, baik yang berbadan hukum maupun yang tidak berbadan hukum.

2.2 Klasifikasi Jalan

2.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Menurut fungsinya jalan terbagi atas :

1. Jalan Arteri

Adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

2. Jalan Kolektor

Adalah Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.3 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan tambahan yang diletakkan di atas jalur jalan tanah, dimana lapisan tambahan tersebut terdiri dari lapisan agregat yang dipadatkan dengan atau tanpa lapisan pengikat di atas lapisan tanah pada suatu jalur jalan. Apabila konstruksi perkerasan direncanakan menggunakan lapisan pengikat, maka lapisan pengikat yang umum digunakan adalah lapisan aspal atau semen.

Adapun konsep perkerasan jalan sebagai berikut:

- a. Mempunyai total tebal perkerasan yang cukup.
- b. Mampu mencegah masuknya air, baik dari luar maupun dari dalam dari konstruksi perkerasan.
- c. Mempunyai permukaan yang rata, tidak licin, awet terhadap distorsi oleh lalu lintas dan cuaca.

Silvia sukirman (1999) menyatakan bahwa berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), adalah lapis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat antar material. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan meneruskan serta menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), adalah lapis perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat antar materialnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas dilimpahkan ke pelat beton.



Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Gambar.2.1. Jenis Konstruksi Perkerasan

Sumber :*Jurnal International Conference on Infrastructure Development, UMS Surakarta, 1 – 3 Nov 2013*

Berikut ini adalah perbandingan dari kedua jenis konstruksi perkerasan tersebut seperti pada Tabel 2.1.

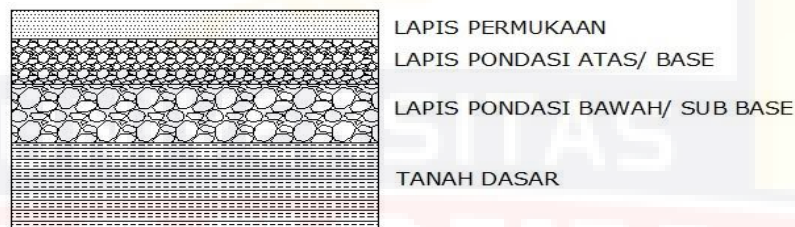
Tabel 2.1Perbandingan Konstruksi *Flexible Pavement* dan *Rigid Pavement*

No	<i>Flexibel Pavement</i>	<i>Rigid Pavement</i>
1	Bila dibebani melentur, beban hilang, lenturan kembali.	Bila dibebani praktis tidak melentur (lenturan kecil).
2	Fungsi perkerasan sebagai penyebar tegangan dari roda kendaraan langsung ke tanah dasar.	Fungsi perkerasan disamping untuk menyebar tegangan roda ke tanah dasar juga ikut mendukung sebagian besar beban roda
3	Biaya perkerasan relatif murah	Biaya perkerasan relatif mahal
4	Perawatan yang teratur dan kontinu menyebabkan biaya relatif mahal.	Perawatan lebih jarang menyebabkan biaya relatif murah.

2.3.1 Konstruksi Jalan Aspal (*flexible pavement*)

Sumber :ITS-Undergraduate-16950-3107100078-Paper

Secara umum konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan pada tanah dasar. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari empat lapisan seperti yang terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Lapisan-lapisan konstruksi perkerasan lentur

Sumber: <https://dwikusumadpu.wordpress.com/>

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak pada lapisan paling atas dan berfungsi sebagai :

- a. lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan ini mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya.
- c. lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapisan perkerasa yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapispermukaan dinamakan lapis pondasi atas yang fungsinya antara lain sebagai :

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah, yang berfungsi sebagai :

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ketanah dasar
- b. Effisiensi penggunaan material.
- c. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
- d. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- e. Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar.
- f. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50-100 cm diatas mana akan diletakkan lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar.Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar dibedakan atas :

- a. Lapisan tanah dasar, tanah galian
- b. Lapisan tanah dasar, tanah timbunan
- c. Lapisan tanah dasar, tanah asli
- d. Perkerasan lentur memiliki karakteristik:

- e. Bersifat elastis jika menerima beban, sehingga dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan.
- f. Pada umumnya menggunakan bahan pengikat aspal.
- g. Seluruh lapisan ikut menanggung beban.
- h. Penyebaran tegangan ke lapisan tanah dasar sedemikian sehingga tidak merusak lapisan tanah dasar (subgrade).
- i. Usia rencana maksimum 20 tahun.
- j. Selama usia rencana diperlukan pemeliharaan secara berkala.

2.3.2 Konstruksi Jalan Beton (*rigid pavement*)

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku terdiri atas plat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.

Plat beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar yang melingkupi daerah yang cukup luas. Dengan demikian, bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan; dimana masing-masing lapisan memberikan kontribusinya.

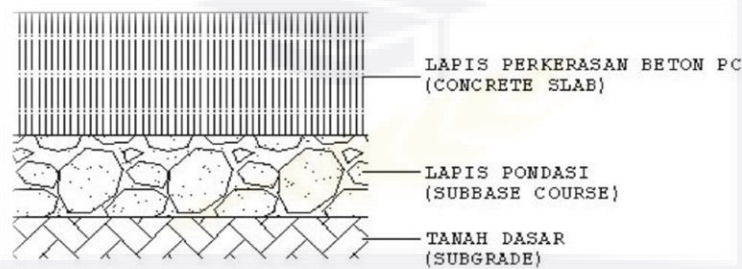
Yang sangat menentukan kekuatan struktur perkerasan dalam memikul beban lalu lintas adalah kekuatan beton itu sendiri. Sedangkan kekuatan dari tanah dasar hanya berpengaruh kecil terhadap kekuatan daya dukung struktural perkerasan kaku.

Lapis pondasi bawah, jika digunakan di bawah plat beton, dimaksudkan untuk sebagai lantai kerja, dan untuk drainase dalam menghindari terjadinya "*pumping*".

Pumping adalah peristiwa keluarnya air disertai butiran-butiran tanah dasar melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir

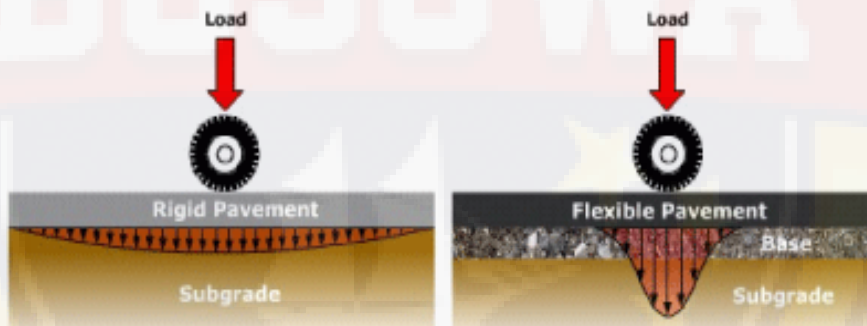
perkerasan, akibat gerakan lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas yang terakumulasi di bawah plat beton. Pumping dapat mengakibatkan terjadinya rongga di bawah plat beton sehingga menyebabkan rusak/retaknya plat beton.

Pada umumnya susunan lapisan perkerasan kaku seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3.Lapisan-lapisan konstruksi perkerasan kaku

Sumber :<http://slideplayer.info/slide/12345854/>



Gambar 2.4.Distribusi pembebanan roda kendaraan pada tiap jenis perkerasan

Sumber :<http://engineeringfeed.com/pavement-types>

2.4 Performansi Jalan

Sesuai dengan fungsi jalan sebagai prasarana pergerakan lalu lintas, maka jalan dapat dinilai dari segi kualitas kinerjanya atau performansi. Diantara hal-hal yang berkaitan dengan performansi misalnya daya tahan, nilai ekonomis, umur rencana, kenyamanan,

fleksibilitas, aplikabilitas, dsb. Setiap komponen performansi turut mempengaruhi dalam kualitas pelayanan jalan terhadap lalu lintas.

a. Daya Tahan

Daya tahan suatu konstruksi jalan merupakan ukuran yang menunjukkan suatu kemampuan jalan dalam menjaga kondisinya dari kerusakan dan keausan akibat adanya pengaruh dari faktor luar seperti cuaca, air, pergerakan tanah, perubahan lalu lintas, dsb.

b. Nilai Ekonomis

Nilai ekonomis menunjukkan suatu perbandingan antara biaya dan manfaat. Biaya dapat mencakup biaya pengadaan atau pembangunan, perawatan, penggantian, dsb. Sementara manfaat berkaitan dengan kapasitas pelayanan, jangka waktu pelayanan, dsb.

c. Umur Rencana

Umur rencana adalah umur perkiraan dari masa hidup pelayanan suatu jalan selama masa penggunaan. Semakin kecil umur rencana menunjukkan semakin kecil kualitas pelayanan jalan dan semakin besar umur rencana menunjukkan semakin besar kualitas pelayanan jalan.

d. Kenyamanan

Kenyamanan adalah ukuran performansi yang dirasakan langsung oleh pengguna lalu lintas selama menggunakan jalan bersangkutan. Kenyamanan umumnya berkaitan dengan kualitas permukaan, karena kendaraan bersentuhan langsung dengan permukaan jalan. Semakin baik dan halus/rata permukaan, umumnya akan memberikan tingkat kenyamanan berkendara yang tinggi.

e. Fleksibilitas

Fleksibilitas berkaitan dengan kemudahan penggantian saat terjadi kerusakan atau kemudahan melakukan perubahan konstruksi saat dibutuhkan. Konstruksi jalan dikatakan fleksibel jika mudah dalam memperbaikinya atau menggantinya tanpa melakukan perubahan

secara mendasar konstruksi yang sudah ada. Sebaliknya jalan dikatakan kurang fleksibel jika sedikit perbaikan atau penggantian harus diikuti dengan perubahan mendasar terhadap konstruksi dasarnya.

f. Aplikabilitas

Aplikabilitas adalah mudah tidaknya penerapan konstruksi jalan pada suatu tempat. Suatu konstruksi dikatakan memiliki tingkat aplikabilitas tinggi jika konstruksi bersangkutan dapat diterapkan dengan mudah di suatu lokasi. Kemudahan ini berkaitan dengan kemudahan pelaksanaan, ketersediaan sumber daya manusia, sumber dana, dan kecocokan terhadap lingkungan sekitarnya.

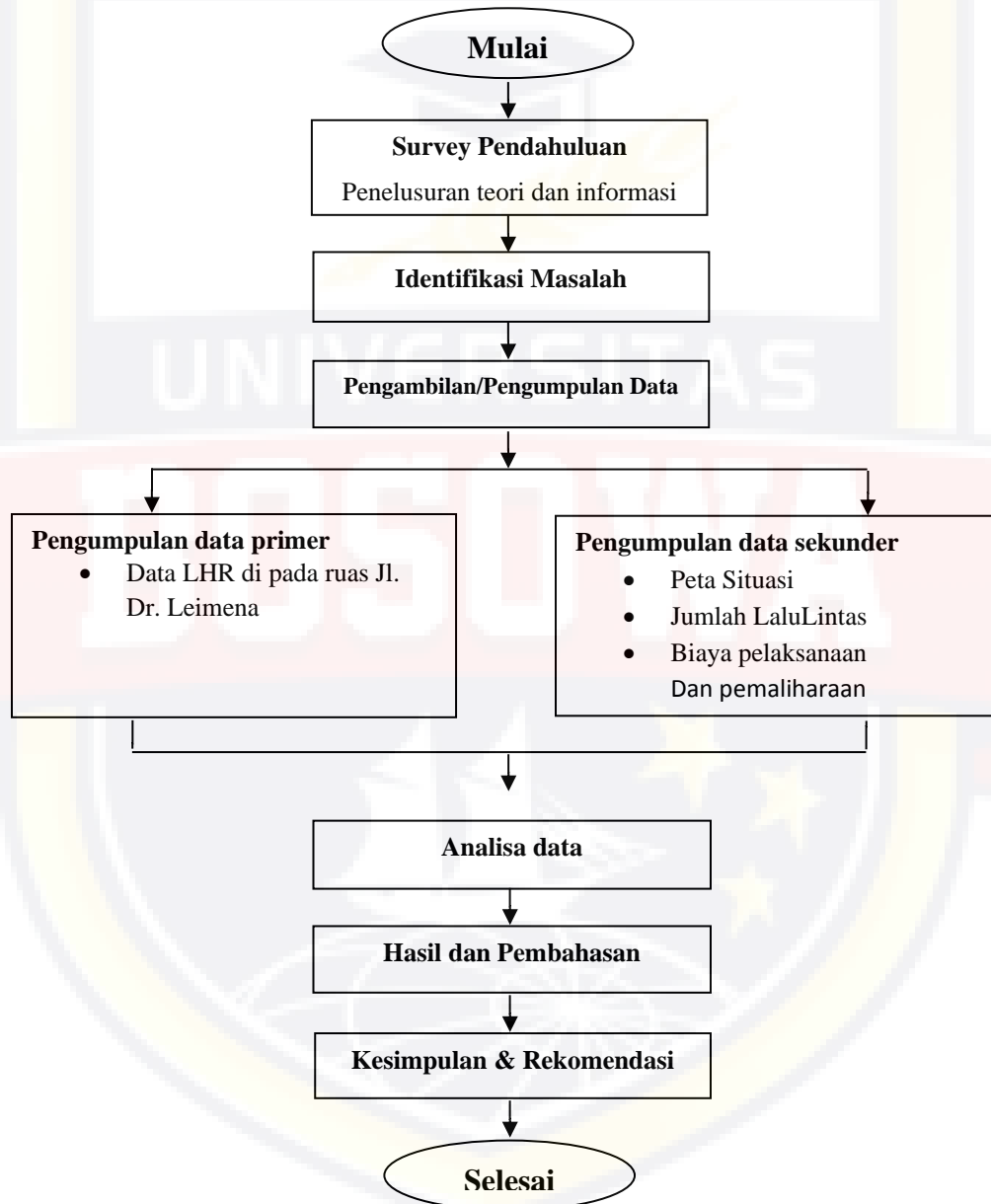
UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

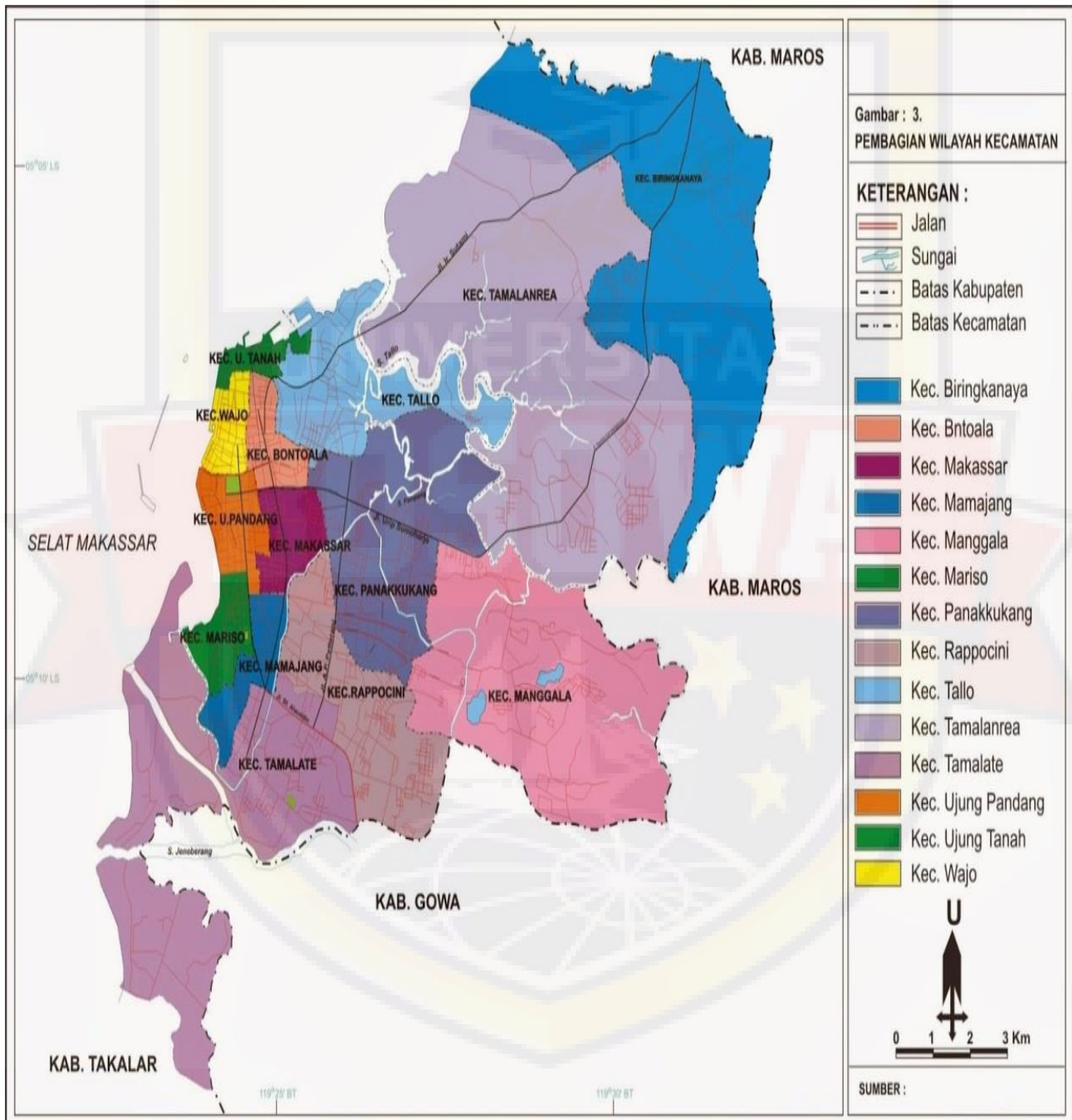
Secara garis besar tahapan pelaksanaan metode dan proses penelitian yang digunakan dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Pengambilan Data

Lokasi pengambilan data ini dilakukan pada ruas jalan DR. Leimena KM 0+000 – KM 1+000.



Gambar 3.2. Peta Kota Makassar



Gambar 3.3. Peta Lokasi Penelitian

3.3 Jenis dan Sumber Data

Ada dua jenis sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

a. Data primer

Meliputi data tentang kualitas teknis dan karakteristik pelayanan dan pembangunan jalan beton dan aspal. Data tersebut meliputi daya tahan terhadap cuaca, daya tahan terhadap pergerakan tanah, daya tahan terhadap perubahan lalu lintas, umur ekonomis, periode perawatan, kenyamanan permukaan, fleksibilitas penggantian, kemudahan pelaksanaan, dan ketersediaan sumber dana.

Data primer didapat dari *survey* di lapangan dengan wawancara langsung responden atau masyarakat umum.

b. Data sekunder

Data sekunder meliputi data tentang, peta situasi biaya perawatan per tahun dan jumlah lalu lintas.

3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

a. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan adalah :

1. Komputer
2. *Printer*
3. Motor
4. *Handphone*
5. Kamera

b. Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan adalah :

1. Data Jalan
2. *Microsoft Office* dan *google earth*

3.5 Analisis Data

Data teknis dan *non* teknis yang telah diperoleh kemudian disusun dan dibuat menjadi data yang siap dipakai untuk pemilihan konstruksi jalan yang layak, meliputi :

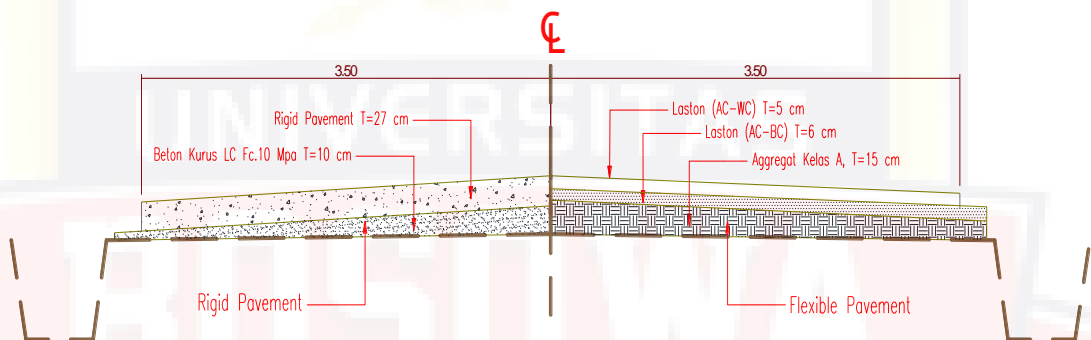
1. Data teknis :
 - a. Data daya tahan terhadap cuaca
 - b. Data daya tahan terhadap tanah
 - c. Data daya tahan terhadap pergerakan lalu lintas
2. Data *non* teknis :
 - a. Kenyamanan permukaan
 - b. Kemudahan perawatan
 - c. Kemudahan pelaksanaan
 - d. Ketersediaan sumber daya
3. Biaya pemeliharaan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Volume Pekerjaan

Dalam melakukan perhitungan volume pekerjaan harus ada dasar, yaitu gambar rencana. Berdasarkan gambar rencana dapat dihitung volume dan biaya total pembangunan yang diwujudkan dalam rencana anggaran biaya (RAB).



Gambar 4.1. *Typical Cross*

Sumber : Perencanaan peningkatan jalan ruas : DR. Leimena, Kota

1. Lebar Jalan

Data yang telah di kumpulkan dari Dinas Bina Marga setempat didapatkan lebar rata – rata jalan Dr. Leimena yaitu 3.50 m tiap lajunya.

2. Panjang Jalan

Pembangunan jalan Dr. Leimena dikerjakan pada sta.0+000 s/d sta. 1+000 sehingga panjang efektif pekerjaan jalan tersebut ditetapkan 1.000 m.

3. Volume Pekerjaan

Pengukuran kuantitas/volume pekerjaan konstruksi merupakan suatu proses pengukuran/perhitungan terhadap kuantitas item-item pekerjaan berdasarkan pada gambar atau aktualisasi pekerjaan di lapangan. Dalam menghitung volume pekerjaan, terlebih dahulu harus diketahui panjang, lebar dan tebal masing – masing perkerasan. Diketahui data yang ada sebagai berikut :

1. Panjang : 1000 m
2. Lebar : 3.50 m (tiap lajur)
3. Tebal lapisan dapat dilihat pada gambar potongan melintang jalan 4.1 dan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. *Tebal masing – masing*

<i>No</i>	<i>Jenis Pekerjaan</i>	<i>Tebal Rencana</i>
1	Pekerjaan Tanah - Timbunan Pilihan	0.15 m
2	Perkerasan Berbutir - Perkerasan Beton Semen - Lapis Pondasi Bawah Beton Korus	0.27 m 0.10 m
3	Perkerasan Aspal - Lapis Perekat - Aspal Cair - Laston Lapis Aus Perata (AC-WC) - Laston Lapis Aus Perata (AC-BC)	0.05 m 0.05 m 0.06 m

Sumber : *Perencanaan peningkatan jalan ruas : DR. Leimena, Kota*

B. Analisa Harga Satuan

Harga satuan pekerjaan yang telah di kumpulkan dari Dinas Bina Marga Prov. Sul-Sel TA. 2016, dapat dilihat pada tabel 4.2 untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) 2016, tabel 4.3 untuk perkerasan lentur (*flexible pavement*) 2016 dan tabel 4.4 untuk analisa harga perkerasan

Tabel 4.2. Analisis Harga Satuan Konstruksi Rigid Pavement (2016)

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan	Keterangan
			(Rupiah)	
1.2	Mobilisasi	LS	Rp 64,325,000.00	
1.8	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	Rp 10,490,000.00	
1.17	Pengamanan Lingkungan Hidup	LS	Rp 8,520,000.00	
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	Rp 38,955.01	
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	Rp 634,267.15	
3.1.(1a)	Galian Biasa Badan Jalan dan Bahu	M ³	Rp 38,955.01	
3.1.(3)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M ³	Rp 12,164.08	
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M ³	Rp 188,934.17	
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ³	Rp 1,436.39	
4.2.(2c)	Urugan Pilihan	M ³	Rp 188,934.17	
5.3.(1)	Perkerasan Beton Semen	M ³	Rp 1,900,151.86	
5.3.(3)	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus	M ³	Rp 1,203,144.06	
7.1 (6)	Beton mutu sedang fc'25 Mpa	M ³	Rp 1,426,814.26	
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa	M ³	Rp 1,402,157.34	
7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	Rp 14,997.28	
7.3 (2)	Baja Tulangan U 32 Polos	Kg	Rp 14,613.68	
7.9.(1)	Pasangan Batu	M ³	Rp 641,072.94	
8.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A utk Pekerjaan Minor	M ³	Rp 646,932.30	
8.1 (5)	Campuran Aspal Panas untuk Pekerjaan Minor	M ³	Rp 3,192,316.94	
8.4.(10a)	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M ¹	Rp 149,024.15	

Sumber : Analisis Data

Tabel 4.3. Analisis Harga Satuan Konstruksi flexible pavement (2016)

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan		Keterangan
			(Rupiah)		
1.2	Mobilisasi	LS	Rp	64,325,000.00	
1.8	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	Rp	10,490,000.00	
1.17	Pengamanan Lingkungan Hidup	LS	Rp	8,520,000.00	
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	Rp	38,955.01	
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	Rp	634,267.15	
3.1.(1a)	Galian Biasa Badan Jalan dan Bahu	M ³	Rp	38,955.01	
3.1.(3)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M ³	Rp	12,164.08	
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M ³	Rp	188,934.17	
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ³	Rp	1,436.39	
4.2.(2c)	Urugan Pilihan	M ³	Rp	188,934.17	
6.1 (2)(a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	Rp	12,315.36	
6.3(5c)	Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	Ton	Rp	1,320,437.06	
6.3(6c)	Laston Lapis Antara Perata (AC-BC(L))	Ton	Rp	1,278,967.33	
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa	M ³	Rp	1,402,157.34	
7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	Rp	14,997.28	
7.9.(1)	Pasangan Batu	M ³	Rp	641,072.94	
8.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A utk Pekerjaan Minor	M ³	Rp	646,932.30	
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	Rp	200,280.66	

Sumber : Analisis

Tabel 4.4. Analisis Harga Satuan Konstruksi Flexible Pavement (2018)

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rupiah)	Keterangan
1.2	Mobilisasi	LS	Rp 64,325,000.00	
1.8	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	Rp 10,490,000.00	
1.17	Pengamanan Lingkungan Hidup	LS	Rp 8,520,000.00	
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	Rp 38,955.01	
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	Rp 765,766.70	
3.1.(1a)	Galian Biasa Badan Jalan dan Bahu	M ³	Rp 38,955.01	
3.1.(3)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M ³	Rp 12,164.08	
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M ³	Rp 188,934.17	
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ³	Rp 1,436.39	
4.2.(2c)	Urugan Pilihan	M ³	Rp 188,934.17	
6.1 (2)(a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	Rp 17,571.70	
6.3(5c)	Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	Ton	Rp 1,688,769.78	
6.3(6c)	Laston Lapis Antara Perata (AC-BC(L))	Ton	Rp 1,618,483.04	
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa	M ³	Rp 1,526,559.61	
7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	Rp 19,584.05	
7.9.(1)	Pasangan Batu	M ³	Rp 769,396.96	
8.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A utk Pekerjaan Minor	M ³	Rp 712,794.20	
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	Rp 217,151.16	

Sumber : Analisis

C. Analisa Biaya Konstruksi

Untuk analisis perbandingan biaya konstruksi dilakukan perhitungan biaya perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan biaya perkerasan lentur (*flexible pavement*) berdasarkan data perencanaan jalan dari Dinas Bina Marga setempat, yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.5. Analisis Biaya Konstruksi Rigid Pavement Tahun 2016

DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA					
Nama Paket : Peningkatan Jalan Dr. Leimena					
Kab / Kodya : Kota Makassar					
No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
DIVISI 1. UMUM					
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	64,325,000	64,325,000.00
1.8	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.00	10,490,000	10,490,000.00
1.17	Pengamanan Lingkungan Hidup	LS	1.00	8,520,000	8,520,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					83,335,000.00
DIVISI 2. DRAINASE					
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	584.64	38,955.01	22,774,657.05
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	571.42	634,267.15	362,429,764.54
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					385,204,421.59
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
3.1.(1a)	Galian Biasa Badan Jalan dan Bahu	M ³	399.38	38,955.01	15,557,851.89
3.1.(3)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M ³	24.75	12,164.08	301,060.98
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M ³	249.38	188,934.17	47,116,403.31
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	7,000.00	1,436.39	10,054,698.25
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					73,030,014.44
DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					
4.2.(2c)	Urugan Pilihan	M ³	466.65	188,934.17	88,166,130.43
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					88,166,130.43

DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR					
5.3.(1)	Perkerasan Beton Semen	M ³	1,866.70	1,900,151.86	3,547,013,484.38
5.3.(3)	Lapis Pondasi bawah Beton Kuru	M ³	718.98	1,203,144.06	865,036,512.70
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					4,412,049,997.08
DIVISI 7. STRUKTUR					
7.1 (6)	Beton mutu sedang fc'25 Mpa	M ³	23.01	1,426,814.26	32,830,996.07
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa	M ³	144.69	1,402,157.34	202,878,145.22
7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	13,412.95	14,997.28	201,157,661.98
7.3 (2)	Baja Tulangan U 32 Polos	Kg	3,729.60	14,613.68	54,503,104.79
7.9.(1)	Pasangan Batu	M3	135.24	641,072.94	86,698,704.19
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					578,068,612.26
DIVISI 8. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR					
8.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A utk Pekerjaan Minor	M ³	21.00	646,932.30	13,585,578.22
8.1 (5)	Campuran Aspal Panas untuk Pekerjaan Minor	M ³	19.32	3,192,316.94	61,675,563.38
8.4.(10a)	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M ¹	1,733.45	149,024.15	258,325,921.42
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					333,587,063.02

Sumber : Hasil Analisis Data

Tabel 4.6. Rekapitulasi Harga Konstruksi Rigid Pavement Tahun 2016

REKAPITULASI		
Nama Paket : Peningkatan Jalan Dr. Leimena		
Prop / Kab / Kodya : Kota Makassar		
No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	83,335,000.00
2	Drainase	385,204,421.59
3	Pekerjaan Tanah	73,030,014.44
4	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan	88,166,130.43

5	Pekerasan Berbutir	4,412,049,997.08
7	Struktur	578,068,612.26
8	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	333,587,063.02
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		5,953,441,238.81
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		595,344,123.88
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		6,548,785,000.00
Terbilang : Enam Milyar Lima ratus Empat Puluh Delapan Juta Tujuh ratus Delapan Puluh Lima Ribu Rupiah		

Sumber : Hasil Analisis Data

Tabel 4.7. Analisis Biaya Konstruksi Flexible Pavement Tahun 2016

DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA					
Nama Paket : Peningkatan Jalan Dr. Leimena Kab / Kodya : Kota Makassar					
No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
DIVISI 1. UMUM					
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	64,325,000	64,325,000.00
1.8	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.00	10,490,000	10,490,000.00
1.17	Pengamanan Lingkungan Hidup	LS	1.00	8,520,000	8,520,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					83,335,000.00
DIVISI 2. DRAINASE					
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	584.64	38,955.01	22,774,657.05
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	571.42	634,267.15	362,429,764.54
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					385,204,421.59
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
3.1.(1a)	Galian Biasa Badan Jalan dan Bahu	M ³	399.38	38,955.01	15,557,851.89
3.1.(3)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M ³	24.75	12,164.08	301,060.98
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M ³	210.00	188,934.17	39,676,175.70
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	7,000.00	1,436.39	10,054,698.25
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					65,589,786.82

DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					
4.2.(2c)	Urugan Pilihan	M ³	175.00	188,934.17	33,063,479.75
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					33,063,479.75
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL					
6.1 (2)(a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	1,750.00	12,315.36	21,551,880.00
6.3(5c)	Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	Ton	805.00	1,320,437.06	1,062,951,836.22
6.3(6c)	Laston Lapis Antara Perata (AC-BC(L))	Ton	966.00	1,278,967.33	1,235,482,440.78
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 6 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					2,319,986,157.00
DIVISI 7. STRUKTUR					
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa	M ³	144.69	1,402,157.34	202,878,145.22
7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	13,412.95	14,997.28	201,157,661.98
7.9.(1)	Pasangan Batu	M3	135.24	641,072.94	86,698,704.19
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					490,734,511.39
DIVISI 8. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR					
8.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A utk Pekerjaan Minor	M ³	21.00	646,932.30	13,585,578.22
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	2,075.00	200,280.66	415,582,365.44
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					429,167,943.66

Sumber : Hasil Analisis Data

Tabel 4.8. Rekapitulasi Harga Konstruksi Flexible Pavement Tahun 2016

REKAPITULASI		
Nama Paket : Peningkatan Jalan Dr. Leimena		
Prop / Kab / Kodya : Kota Makassar		
No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	83,335,000.00
2	Drainase	385,204,421.59
3	Pekerjaan Tanah	65,589,786.82
4	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan	33,063,479.75

6	Perkerasan Aspal	2,319,986,157
7	Struktur	490,734,511.39
8	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	429,167,943.66
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		3,807,081,300.22
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		380,708,130.02
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		4,187,789,000.00
Terbilang : Empat Milyar Seratus Delapan Puluh Tujuh Juta Tujuh ratus Delapan Puluh Sembilan Ribu Rupiah		

Sumber : Hasil Analisis Data

Tabel 4.9. Analisis Biaya Konstruksi Flexible Pavement Tahun 2018

DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA					
Nama Paket : Peningkatan Jalan Dr. Leimena Kab / Kodya : Kota Makassar					
No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
DIVISI 1. UMUM					
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	64,325,000	64,325,000.00
1.8	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.00	10,490,000	10,490,000.00
1.17	Pengamanan Lingkungan Hidup	LS	1.00	8,520,000	8,520,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					83,335,000.00
DIVISI 2. DRAINASE					
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	584.64	38,955.01	22,774,657.05
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	571.42	765,766.70	437,570,581.45
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					460,345,238.49

	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH				
3.1.(1a)	Galian Biasa Badan Jalan dan Bahu	M ³	399.38	38,955.01	15,557,851.89
3.1.(3)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M ³	24.75	12,164.08	301,060.98
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M ³	210.00	188,934.17	39,676,175.70
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	7,000.00	1,436.39	10,054,698.25
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					65,589,786.82
	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN				
4.2.(2c)	Urugan Pilihan	M ³	175.00	188,934.17	33,063,479.75
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					33,063,479.75
	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL				
6.1 (2)(a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	1,750.00	17,571.70	30,750,475.00
6.3(5c)	Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	Ton	805.00	1,688,769.78	1,359,459,670.91
6.3(6c)	Laston Lapis Antara Perata (AC-BC(L))	Ton	966.00	1,618,483.04	1,563,454,616.64
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 6 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					2,953,664,762.55
	DIVISI 7. STRUKTUR				
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa	M ³	144.69	1,526,559.61	220,877,910.58
7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	13,412.95	19,584.05	262,679,822.79
7.9.(1)	Pasangan Batu	M3	135.24	769,396.96	104,053,244.52
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					587,610,977.88
	DIVISI 8. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR				
8.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A utk Pekerjaan Minor	M ³	21.00	712,794.20	14,968,678.30
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	2,075.00	217,151.16	450,588,652.94
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					465,557,331.23

Sumber : Hasil Analisis Data

Tabel 4.10. Rekapitulasi Harga Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) 2018

REKAPITULASI		
Nama Paket : Peningkatan Jalan Dr. Leimena		
Prop / Kab / Kodya : Kota Makassar		
No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	83,335,000.00
2	Drainase	460,345,238.49
3	Pekerjaan Tanah	65,589,786.82
4	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan	33,063,479.75
6	Perkerasan Aspal	2,953,664,763
7	Struktur	587,610,977.88
8	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	465,557,331.23
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		4,649,166,576.73
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		464,916,657.67
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		5,114,083,000.00
Terbilang : Lima Milyar Seratus Empat Belas Juta Delapan Puluh Tiga Ribu Rupiah		

Sumber : Hasil Analisis Data

D. Analisa Perbandingan Biaya Konstruksi

Dari hasil analisis biaya masing – masing konstruksi di atas untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexible pavement*) ditinjau dari panjang konstruksi yang dilaksanakan yaitu 1000 m atau 1 km maka diperoleh biaya dan presentase yang terlihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Perbandingan Biaya Konstruksi Rigid Pavement dan Flexible

No.	Jenis Perkerasan Jalan	Umur Rencana (Tahun)	Biaya Konstruksi (Rp)	Persentase Biaya (%)
Biaya konstruksi tahun 2016				
1	Perkerasan Kaku (<i>rigid pavement</i>)	10 Tahun	Rp 6,548,785,000.00	100%
2	Perkerasan Lentur (<i>flexible pavement</i>)	2 Tahun	Rp 4,187,789,000.00	63.95%
	Selisih Biaya		Rp 2,360,996,000.00	36.05%

Sumber : Hasil Analisa Data

Tabel 4.12. Peningkatan Biaya Overlay Flexible Pavement

No.	Jenis Perkerasan Jalan	Masa Pemeliharaan (Tahun)	Biaya Konstruksi (Rp)	Persentase Biaya (%)
Biaya konstruksi tahun 2018				
1	Perkerasan Lentur (<i>flexible pavement</i>)	2 Tahun	Rp 5,114,083,000.00	1.221%
Biaya konstruksi tahun 2020				
2	Perkerasan Lentur (<i>flexible pavement</i>)	2 Tahun	Rp 6,040,377,000.00	1.221%
Biaya konstruksi tahun 2022				
3	Perkerasan Lentur (<i>flexible pavement</i>)	2 Tahun	Rp 6,966,671,000.00	1.221%
Biaya konstruksi tahun 2024				
4	Perkerasan Lentur (<i>flexible pavement</i>)	2 Tahun	Rp 7,892,965,000.00	1.221%
Biaya konstruksi tahun 2026				
5	Perkerasan Lentur (<i>flexible pavement</i>)	2 Tahun	Rp 8,819,259,000.00	1.221%
	Total Biaya Overlay		Rp 34,833,355,000.00	6.11%

Sumber : Hasil Analisa Data

Dengan memperhatikan biaya konstruksi antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur dalam sekali *overlay* maka perkerasan lentur

lebih hemat Rp2,360,996,000.00 dengan presentase 36,05 % terhadap biaya konstruksi perkerasan kaku.

Setelah dilakukan analisa berdasarkan tabel 4.12, perkerasan lentur membutuhkan biaya yang lebih besar untuk memenuhi umur rencana 10 tahun yaitu Rp 34.833.355.000.-, dengan peningkatan harga bahan dan upah sebesar 1,221 % setiap 2 (dua) tahun.

Keuntungan biaya Menggunakan Perkerasan Kaku

1. Life-cycle-cost lebih murah dari pada perkerasan aspal.
2. Tidak terlalu peka terhadap kelalaian pemeliharaan, Bahan beton perkerasan tidak begitu terpengaruh oleh adanya genangan air (banjir) .
3. Tidak terlalu peka terhadap kelalaian pemanfaatan (overloading).
4. Semen adalah material produksi dalam negeri sehingga tidak tergantung dari import.
5. Keseluruhan tebal perkerasan jauh lebih kecil dari pada perkerasan aspal sehingga dari segi lingkungan / environment lebih menguntungkan.

E. Jenis Penanganan Kerusakan Jalan

1. Metode Perbaikan Standar

Penanganan kerusakan jalan padalapisan lentur menggunakan metode perbaikan standar Direktorat Jendral Bina Marga 1995. Jenis-jenis metode penanganan tiap-tiap kerusakan adalah :

1.1. Metode Perbaikan P1 (Penebaran Pasir) Jenis kerusakan yang ditangani : Lokasi-lokasi kegemukan aspal terutama pada tikungan dan tanjakan.

a) Langkah penanganannya:

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Memberikan tanda pada jalan yang akan diperbaiki.
- Membersihkan daerah dengan air compressor.
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus (tebal > 10mm) di atas permukaan yang terpengaruh kerusakan.
- Melakukan pemadatan dengan pemadat ringan (1 -2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

1.2. Metode Perbaikan P2 (Pelaburan Aspal Setempat)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

- Kerusakan tepi bahu jalan beraspal
- Retak buaya < 2mm
- Retak garis lebar < 2mm
- Terkelupas

b) Langkah penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan air compressor, permukaan jalan harus bersih dan kering.

- Menyemprotkan dengan aspal keras sebanyak 1,5 kg/m² dan untuk cut back 1 liter/m².
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus 5 mm hingga rata.
- Melakukan pemadatan mesin pneumaticsampai diperoleh permukaanyang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

1.3. Metode Perbaikan P3 (Pelapisan Retakan)

- a. Jenis kerusakan yang ditangani :Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan < 2mm
- b. Langkah penanganannya :
 - Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
 - Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan air compressor,sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
 - Menyemprotkan tack coat (0,2 liter/m²di daerah yang akan di perbaiki).
 - Menebar dan meratakan campuran aspal beton pada seluruh daerah yang telah diberi tanda.
 - Melakukan pemadatan ringan (1 –2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan optimum (kepadatan 95%).

1.4. Metode Perbaikan P4 (Pengisian Retak)

- a) Jenis kerusakan yang ditangani :
Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan > 2 mm
- b) Langkah penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan air compressor, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
- Mengisi retakan dengan aspal cut back 2 liter/m² menggunakan aspal sprayer atau dengan tenaga manusia.
- Menebarkan pasir kasar pada retakan yang telah diisi aspal (tebal 10 mm)
- Memadatkan minimal 3 lintasan dengan baby roller.

1.5. Metode Perbaikan P5 (Penambalan Lubang)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

- Lubang kedalaman > 50 mm
- Keriting kedalaman > 30 mm
- Alur kedalaman > 30 mm
- Ambles kedalaman > 50 mm
- Jembul kedalaman > 50 mm
- Kerusakan tepi perkerasan jalan, dan
- Retak buaya lebar > 2mm

b) Langkah penanganannya :

- Menggali material sampai mencapai lapisan dibawahnya.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Menyemprotkan lapis resap pengikat prime coat dengan takaran 0.5 liter/m².

- Menebarkan dan memadatkan campuran aspal beton sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan baby roller(minimum 5 lintasan).

1.6. Metode Perbaikan P6 (Perataan)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

- Lokasi keriting dengan kedalaman < 30 mm
- Lokasi lubang dengan kedalaman < 50 mm
- Lokasi alur dengan kedalaman < 30 mm
- Lokasi terjadinya penurunan dengan kedalaman < 50 mm
- Lokasi jembul dengan kedalaman < 50 mm

b) Langkah penanganannya :

- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Melaburkan tack coat 0,5 liter/m².
- Menaburkan campuran aspal beton kemudian memadatkannya sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan baby roller(minimum 5 lintasan).

2. Perbaikan Jalan dengan Overlay

Konstruksi jalan yang telah habis masa pelayanannya, telah mencapai indeks permukaan akhir yang perlu diberi lapis tambahan untuk dapat kembali mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kekedapan terhadap air dan tingkat kecepatan air mengalir. Langkah-langkah untuk merencanakan perbaikan jalan dengan overlay adalah sebagai berikut:

2.1. Lalu-Lintas Harian Rata-Rata(LHR)

Menghitung lalu-lintas harian rata-rata (LHR) diperoleh dengan survey secara langsung dilapangan, masing-masing kendaraan dikelompokkan menurut jenis dan beban kendaraan dengan satuan kendaraan/hari/2 lajur.

2.2. Koefisien Kekuatan Relatif

(a) dari Tiap Jenis Lapisan Kekuatan struktur perkerasan jalan lama (existing pavement) diukur menggunakan alat FWD

2.3. Tebal Lapisan Jalan Lama

Struktur perkerasan lentur umumnya terdiri dari: lapis pondasi bawah (subbase course), lapis pondasi (base course), dan lapis permukaan (surface course). Untuk mengetahui tebal lapisan jalan lama dapat diperoleh dari Departemen Pekerjaan Umum setempat.

2.4. Indeks Tebal Perkerasan Ada (ITP_{ada})

Indeks tebal perkerasan ada (ITP_{ada}) diperoleh dari mengalikan masing-masing tebal lapisan jalan (subbase course, base course, dan surface course) dengan koefisien kekuatan relative (a).

2.5. Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban gandar sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut tabel pada Lampiran D Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur 2002. Tabel ini hanya berlaku untuk roda ganda. Untuk roda tunggal karakteristik beban yang berlaku agar berbeda dengan roda ganda.

2.6. Lalu-Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (W18) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar.

2.7. Modulus Resilien

Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan. Modulus resilien (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index.

dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (fine-grained soil) dengan nilai CBR terendah 10 atau lebih kecil. $MR \text{ (psi)} = 1.500 \times CBR \dots\dots\dots(2.4)$

2.8. Reliabilitas

Konsep reliabilitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (degree of certainty) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternative perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Faktor perencanaan reliabilitas memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas (w18) dan perkiraan kinerja (W18), dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas (R) dimana seksi perkerasan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan. Pada umumnya, dengan meningkatnya volume lalu-lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu-lintas, resiko tidak memperlihatkan kinerja yang diharapkan harus ditekan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tabel 3

memperlihatkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu-lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50 % menunjukkan jalan lokal.

2.9. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun beberapa ini IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini: IP = 2,5: menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik. IP = 2,0: menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap. IP = 1,5: menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus). IP = 1,0: menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu-lintas kendaraan.

3. Perbaikan Jalan dengan Rigid Pavement

Perkerasan kaku (Rigid Pavement) adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal.

Perkerasan kaku dibedakan dalam 4 jenis :

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan

d. Perkerasan beton semen pra-tegang

Pada perkerasan kaku, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetandan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadarair pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen adalah bukan merupakan bagian utamayang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut :

- Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat.
- Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
- Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan dibawahnya. Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm.

3.1. Lalu-Lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu

jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban.

3.2. Repetisi Sumbu Yang Terjadi

Langkah-langkah perhitungan repetisi sumbu yang terjadi adalah sebagai berikut:

- a) Menentukan beban sumbu, jumlah sumbu, proporsi beban, dan sumbu,
- b) Menentukan repetisi yang terjadi = proporsi beban x proporsi sumbu x lalu lintas rencana,
- c) Menentukan jumlah kumulatif repetisi yang terjadi.

3.3. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB).

3.4. CBR Efektif

3.5. Tebal Taksiran Pelat Beton

Tebal taksiran pelat beton adalah tebal pelat yang direncanakan dalam penentuan tebal perkerasan kaku. Untuk menentukan tebal pelat beton dapat dilihat di lampiran.

Analisa Fatik Dan Erosi Analisa fatik dan erosi digunakan untuk mengontrol apakah tebal taksiran pelat beton aman atau tidak. Untuk menentukan faktor tegangan dan erosi dapat dilihat di lampiran.

3.6. Perencanaan Tulangan

Tujuan utama penulangan adalah untuk:

- Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
- Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
- Mengurangi biaya pemeliharaan

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedang dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut. perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan. Penerapan tulangan umumnya dilaksanakan pada :

- Pelat dengan bentuk tak lazim (odd-shaped slabs), Pelat disebut tidak lazim bila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25, atau bila pola sambungan pada pelat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang. -Pelat dengan sambungan tidak sejalur (mismatched joints). -Pelat berlubang (pits or structures).

4. Perbaikan Jalan dengan CTRB (Cement Treated Recycling Base)

Fungsi lapis pondasi antara lain adalah sebagai perletakan atau lantai kerjaterhadap lapis permukaan dan lapisan perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban rodadan menyebarkan beban ke lapisan

di bawahnya. Jenis-jenis lapispondasi adalah Lapis Pondasi Agregat Kelas A, Lapis pondasi Agregat Kelas B dan kelas C, Asphlat Treated Base (ATB), Cement Treated Base (CTB), CementTreated Recycling Base (CTRB).

Daur ulang konstruksi jalan dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

4.1. Daur Ulang Campuran Dingin (cold mix recycling) Metode daur ulang dingin yang umum dipakai dalam konstruksi jalan bila ditinjau dari penggunaan peralatan ada 2 macam, yaitu

a) Teknik Daur Ulang ditempat In-situ recycling

Pada teknik ini digunakan in place recycling machine. Pemanasan lapisperkerasan, pembongkaran, penggemburan lapis lama, penambahan bahanbaru (agregat, aspal dan bahan peremaja) pencampuran, serta perataandilakukan oleh satu unit peralatan yang terdiri dari pemanas lapispermukaan perkerasan (road preheater), alat bongkar lapis perkerasan (hot milling), alat pencampur bahan lama dengan bahan baru (pugmill mixer), alat penghampar (paver/finisher), alat perata dan pemadat (compacting screed).

b) Teknik daur ulang in plant recycling

Pada teknik ini material bongkaran jalan lama hasil penggarukan dengan menggunakan alat penggaruk (milling) diangkut ke unit pencampur aspal(AMP) tipe batch atau continuous yang telah dimodifikasi. Didalam unitpencampur ini material bongkaran tersebut dicampur dengan material baruyaitu agregat, aspal dan bahan peremaja bila diperlukan. Campuran

tersebut kemudian diangkut ke lokasi penghamparan dan dihampar dengan menggunakan alat penghampar kemudian dipadatkan. Peralatan yang diperlukan untuk pelaksanaan daur ulang plantmix antara lain alat penggaruk, AMP, dump truck, alat penghampar, alat pemadat. Cold recycling ini bisa dengan menambah semen yang digunakan sebagai Cement Treated Recycling Base (CTRB) dan Cement Treated Recycling Sub Base (CTRSB) dan pengikat aspal emulsi atau pengikat foam bitumen biasa disebut CMFRB (cold mix recycling by foam bitumen) Base.

4.2. Daur Ulang Campuran Panas (hot mix recycling)

Daur ulang bahan garukan yang dipanaskan kembali di AMP. Pada umumnya ada 3 jenis bahan yang dapat digunakan pada daur ulang yaitu bahan lama (reclaimed), bahan baru (agregat dan aspal keras) dan bahan stabilisasi (semen, aspal emulsi dan foam bitumen) (Wirtgen, 2004).

Bahan-bahan pada pekerjaan Cement Treated Recycling Base adalah bahan garukan perkerasan jalan lama, agregat baru, semen portland dan air. Dari campuran semen dan material pondasi jalan ini setelah dipadatkan akan menghasilkan bahan menyerupai beton (soil concrete) dan material tersebut diharapkan akan memberikan stabilitas yang lebih baik pada pondasi jalan.

4.2.1. Bahan Garukan

Bahan garukan yang digunakan dalam pekerjaan CTRB yaitu pondasi jalan lama yang terdiri dari agregat dan aspal. Lapisan perkerasan yang telah mengalami kerusakan digaruk dengan hot milling,

cold milling dan grader. Lapisan perkerasan yang akan digaruk tergantung dari penyebaran kerusakan yang terjadi. Jika kerusakan terjadi pada lapisan permukaan hingga lapisan base dan sub base maka penggarukan dapat dilakukan hingga ke lapisan bawah tersebut.

4.2.2. Agregat Baru

Dalam kegiatan daur ulang lapis perkerasan digunakan agregat baru jika diperlukan dengan tujuan untuk menambah ketebalan hamparan (meningkatkan nilai struktur perkerasan) dan memperbaiki gradasi campuran bahan garukan (puslitbang, 2002). Agregat tersebut dapat berupa material granular seperti pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku pembakaran besi yang digunakan bersama-sama dengan suatu media pengikat membentuk adukan. Sifat-sifat fisik agregat yang mempengaruhi campuran agregat yang perlu diperhatikan antara lain adalah berat jenis, kekerasan agregat, gradasi agregat, durabilitas, bentuk butir dan tekstur permukaan, kebersihan agregat dan kadar air (DPU, 2005).

4.2.3. Semen Portland

Semen berfungsi sebagai pengikat campuran bahan garukan. Pembentukan sementasi material selama proses hidrasi tergantung pada susunan kimia semen dan tipe semen yang digunakan. Semen yang digunakan sebagai bahan tambah adalah semen Portland tipe I sesuai SII-13-1977.

4.2.4. Air

Air digunakan untuk reaksi dengan semen Portland menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang dan dipadatkan). Air yang digunakan tergantung pada faktor-faktor antara lain adalah ukuran agregat maksimum, bentuk butir, gradasi agregat, kotoran dalam agregat dan jumlah agregat halus.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data, dapat diambil beberapa kesimpulan berikut ini :

1. Biaya konstruksi perkerasan *rigid pavement* Rp
6,548,785,000.00
2. Biaya konstruksi perkerasan *flexible pavement* Rp
4,187,789,000.00
3. Dengan memperhatikan biaya konstruksi antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur dalam sekali *overlay* maka perkerasan lentur lebih hemat Rp2,360,996,000.00 dengan presentase 36,05 % terhadap biaya konstruksi perkerasan kaku.

B. SARAN

1. Dari hasil perbandingan yang ada, di rekomendasikan konstruksi *rigid pavement* pada ruas Jl. Dr. Leimena.
2. Dalam melakukan perhitungan anggaran biaya dapat ditambah faktor-faktor berpengaruh lainnya sebagai masukan yang lebih beragam.
3. Penelitian ini telah memberikan gambaran tentang perbandingan perencanaan konstruksi perkerasan *rigid pavement* dan *flexible pavement*, namun penelitian yang lebih lanjut sangat di butuhkan untuk membahas lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyanto, Agus. 2008. *Perbandingan Kelayakan Jalan Beton Dan Aspal Dengan Metode Analytc Hierarchy Process (AHP)*. Program Doktor Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro Semarang.

Dinariana, Dwi. 2013. *Analysis Feasibility Asphalt Pavement and Concrete Pavement with Analitical Hierarchy Process (AHP)Method*,

Hidayah, Suryatin. 2010. *Studi Kelayakan Peningkatan Jalan Konstruksi Flexible Pavement Menjadi Konstruksi Rigid Pavement Pada Jalan Mangkuraja Tenggarong Kutai Kartanegara*. Skripsi Fakultas Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Oktaria. 2013. *Pengertian jalan dan komponen jalan*,

Risman. 2017. *Analisis Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Pada Jalan Kawasan Industri Di Bandung*. Jurnal Konstruksi PT. Bukaka Teknik Utama

Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Jalan Lentur*.

Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*.

Waluyo, Rudi. 2008. *Studi Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur*. Program Doktor Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro Semarang.

Wikipedia.com, 2017, *Google Earth*,

(http://id.wikipedia.org/wiki/Google_Earth).

<https://dwikusumadpu.wordpress.com/>

<http://slideplayer.info/slide/12345854>

<http://engineeringfeed.com/pavement-types>

<http://digilib.unila.ac.id/8780/16/BAB%20II.pdf>

[http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/7178/6.%20%20B
AB%20II.pdf?sequence=6&isAllowed=y](http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/7178/6.%20%20B
AB%20II.pdf?sequence=6&isAllowed=y)

http://eprints.undip.ac.id/34342/6/2175_CHAPTER_II.pdf



BOSOWA