



TUGAS AKHIR - RC141501

**ANALISA *LIFE CYCLE COST* PERKERASAN
KAKU DAN LENTUR JALAN NASIONAL
(STUDI KASUS: JALAN BATAS KOTA BOJONEGORO-
PADANGAN)**

FENDY NUR BETAMAL
NRP 3112 106 001

Dosen Pembimbing
Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T, M.T
Prof. Indrasurya B. Mochtar, Ir., M.Sc, Ph.D.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - RC141501

**ANALYSIS *LIFE CYCLE COST* OF RIGID
PAVEMENT AND FLEXIBLE PAVEMENT OF
NATIONAL ROAD
(CASE STUDY: STREET BOUNDARY OF
BOJONEGORO-PADANGAN)**

FENDY NUR BETAMAL
NRP 3112 106 001

Academic Supervisor

Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T, M.T

Prof. Indrasurya B. Mochtar, Ir., M.Sc, Ph.D.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**ANALISA LIFE CYCLE COST PERKERASAN KAKU DAN
LENTUR JALAN NASIONAL
(STUDI KASUS: JALAN BATAS KOTA BOJONEGORO-
PADANGAN)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Manajemen Konstruksi
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FENDY NUR BETAMAL

NRP. 3112 106 001

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Cahyono Bintang N., ST, MT
NIP. 198207312008121002

2. Prof. Indrasurya B.M, Ir., M.Sc, Ph.D
NIP. 194504301974121001

(Pembimbing I)

(Pembimbing II)



**SURABAYA
JANUARI, 2015**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat dan Anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Analisa *Life Cycle Cost* Perkerasan Kaku Dan Lentur Jalan Nasional (Studi Kasus: Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan)". Tugas Akhir ini disusun penulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.

Laporan tugas akhir ini berisikan perencanaan serta perhitungan biaya siklus umur hidup perkerasan kaku dan lentur jalan nasional. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan penulis agar dimasa yang akan datang menjadi lebih baik.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga terkasih yang selalu memberikan dukungan baik moril dan materil, dan menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Cahyono Bintang Nurcahyo, ST, MT, dan bapak Prof. Indrasurya B. Mochtar Ir., M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing yang bersedia meluangkan waktu dan perhatiannya untuk membimbing penulis dalam memberikan masukan dan arahan serta memberikan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Madia Gunawan dari BBPJJN IV, bapak Dwi Bagus, bapak Vincent, dan bapak Eka dari BBPJJN V beserta seluruh staff yang telah membantu memberikan informasi dan data yang dibutuhkan untuk tugas akhir ini.

4. Bapak Tri Joko Wahyuadi, ST. MT. Ph.D dan bapak Christiono Utomo, ST. MT, Ph. D selaku tim penguji pada ujian lisan tugas akhir.
5. Bapak Budi Suswanto ST, MT, Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil ITS dan juga dosen wali. Bapak Edijatno Ir. Dr. DEA selaku koordinator program Lintas Jalur, dan Ibu Hera Widyastuti Ir. MT, Ph.D selaku ketua komisi tugas akhir
6. Teman-teman PNJ yang telah memberikan semangat motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Lintas Jalur angkatan 2012 yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh Staf administrasi pengajaran Lintas Jalur Teknik Sipil ITS yang selalu membantu menyelesaikan proses persyaratan tugas akhir.

Penulis berharap laporan ini nantinya dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan Tugas Akhir ini, besar harapan adanya koreksi maupun masukan dari semua pihak untuk kesempurnaan Tugas akhir ini.

Surabaya, 20 Januari 2015

Penulis

ANALISA *LIFE CYCLE COST* PERKERASAN KAKU DAN LENTUR JALAN NASIONAL (STUDI KASUS: JALAN BATAS KOTA BOJONEGORO-PADANGAN)

Nama Mahasiswa : Fendy Nur Betamal
NRP : 3112106001
Jurusan : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Cahyono Bintang Nurcahyo., ST.MT.
Prof.Indrasurya B. Mochtar. Ir., M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Pada umumnya, jalan direncanakan memiliki umur rencana pelayanan tertentu sesuai kebutuhan dan kondisi lalu lintas yang ada, misalnya 10 sampai dengan 20 tahun, dengan harapan bahwa jalan masih tetap dapat melayani lalu lintas dengan tingkat pelayanan pada kondisi yang baik. Untuk mencapai pelayanan pada kondisi yang baik selama umur rencana tersebut, diperlukan adanya upaya pemeliharaan jalan.

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan (2013), salah satu kriteria yang harus dipenuhi dalam mendesain perkerasan jalan merupakan *life cycle cost* yang minimum.

Pada penelitian ini akan dibahas analisa biaya siklus hidup Jalan Nasional Batas Kota Bojonegoro-Padangan menggunakan parameter-parameter antara lain, biaya konstruksi (*initial cost*), biaya operasional dan pemeliharaan (*operational & maintenance cost*), dan biaya penggantian (*replacement cost*), serta nilai sisa (*residual value*).

Berdasarkan hasil perencanaan perkerasan lentur terhadap prediksi kenaikan volume lalu lintas selama 20 tahun, dihasilkan biaya awal konstruksi sebesar Rp.42,981,443,898,-, biaya pemeliharaan berkala pada tahun ke-10 sebesar

Rp.32,980,356,355,- pada tahun ke-10, dan pemeliharaan rutin setiap 2 tahun sekali.

Sesuai dengan kontrak berbasis kinerja (*Performance Based Contract*) yang berlaku pada Proyek Peningkatan Struktur jalan tersebut, biaya awal konstruksi yang diperlukan sebesar Rp.95,313,606,511.- dan biaya layanan pemeliharaan sebesar Rp.15,135,257,674.-.

Total biaya yang dihasilkan menggunakan Metode Nilai Sekarang (*Present Worth Method*) untuk perkerasan lentur sebesar Rp.75,967,309,324,- dan perkerasan kaku sebesar Rp.110,448,864,185,- .

Kata kunci: life cycle cost, rigid pavement, flexible pavement, performance based contract, present worth method.

**ANALYSIS LIFE CYCLE COST OF RIGID
PAVEMNET AND FLEXIBLE PAVEMENT OF
NATIONAL ROAD
(CASE STUDY: STREET BOUNDARY OF
BOJONEGORO-PADANGAN)**

Name of Student : Fendy Nur Betamal
NRP : 3112106001
Major : Civil Engineering
Academic Supervisor: Cahyono Bintang Nurcahyo., ST.MT.
Prof. Indrasurya B. M. Ir., M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

In generally, road was planned have plan age service appropriate needed and traffic conditions, example 10 till 20 years, in hope road was used with good condition. To get good service condition for planning ages, we need maintenance effort.

According to Pavement Design Manual (2013), one of criteria that should be completed when designed pavement is minimum life cycle cost.

This research will discuss the life cycle cost analysis of the National Boundary Road Bojonegoro-Padangan using parameters, among others, initial cost, operational & maintenance costs, replacement cost, and residual value.

Based on the results of flexible pavement planning to increase forecast traffic volume for 20 years, generated the initial cost of construction of Rp.42,981,443,898,-, periodic maintenance costs in the 10th year as well as the replacement cost of Rp.32,980,356,355,-, and some maintenances every 2 years.

In accordance with the performance-based contract (Performance Based Contract) which applies to the Project for Improvement of the road structure, the initial

cost of construction required for Rp.95,313,606,511.- and the cost of maintenance services for Rp.15,135,257,674.-.

The total cost generated using the present value method (Present Worth Method) for flexible pavements for Rp.75,967,309,324,- and rigid pavement for Rp.110,448,864,185,-.

Keywords: life cycle cost, rigid pavement, flexible pavement, performance based contract, present worth method.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi <i>Life Cycle Cost</i>	5
2.2 Konsep dan Dasar Teori <i>Life Cycle Cost</i>	5
2.2.1 Penggolongan Biaya pada <i>Life Cycle Cost</i>	5
2.2.2 Umur Siklus Hidup	7
2.2.2.1 Usia Jalan	7
2.2.2.2 Usia Komponen	8
2.2.3 <i>Time Value of Money</i>	8
2.2.3.1 Suku Bunga	8
2.2.3.2 Inflasi	9
2.2.3.3 Rumus-rumus Ekivalensi	9
2.2.4 Metode Nilai Sekarang (<i>Present Worth Method</i>)	12
2.2.5 <i>Cost Breakdown Structure</i>	12
2.3 Kontrak Berbasis Kinerja (<i>Performance Based Contract</i>)	12

2.4 Lalu Lintas.....	13
2.4.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi.....	13
2.4.2 Volume Lalu Lintas	14
2.4.3 Traffic Counting	15
2.4.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	15
2.4.5 Faktor Ekuivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	16
2.5 Perkerasan Lentur.....	16
2.5.1 Lapis Pondasi Bawah	17
2.5.2 Lapis Pondasi.....	18
2.5.3 Lapis Permukaan	18
2.5.4 Biaya Perkerasan Lentur.....	19
2.6 Perkerasan Kaku	19
2.6.1 Biaya Perkerasan Kaku.....	20
2.7 Biaya Perkerasan	20
2.8 Umur Rencana	21
2.9 Lapis Tambah (Overlay).....	22
2.10 Perbandingan Antara Perkerasan Kaku & Lentur	22
2.11 Penelitian Terdahulu.....	24
BAB III METODOLOGI	
3.1 Jenis & Konsep Penelitian.....	27
3.2 Variabel Penelitian	28
3.3 Data Penelitian.....	29
3.3.1 Jenis Data.....	29
3.3.2 Sumber Data	29
3.3.3 Metode Pengumpulan Data	30
3.4 Analisa Data	30
BAB IV GAMBARAN LOKASI STUDI	
4.1 Jalan Eksisting.....	31
4.2 Jalan Rencana	31
4.3 Volume Lalu Lintas	32
4.4 Pekerjaan Konstruksi Jalan.....	33
4.5 Pekerjaan Layanan Pemeliharaan Jalan.....	33
4.6 Rekapitulasi Daftar Keluaran & Harga	34

BAB V ANALISA DATA

5.1 Perencanaan Pakerasan Lentur	37
5.1.1 Peramalan Lalu Lintas	37
5.1.2 Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)	45
5.1.3 Beban Sumbu Standar Kumulatif	45
5.1.4 <i>Traffic Multiplier</i> (TM)-Lapisan Aspal	47
5.1.5 Pemilihan Jenis Perkerasan Lentur	48
5.1.6 Struktur Perkerasan	48
5.2 Perencanaan Lapisan Tambah (<i>Overlay</i>)	49

BAB VI ANALISA EKONOMI

6.1 Perkerasan Lentur	51
6.1.1 Biaya Awal Konstruksi	51
6.1.2 Biaya Pemeliharaan Rutin	64
6.1.3 Biaya Pemeliharaan Berkala	67
6.2 Perkerasan Kaku	68
6.2.1 Biaya Awal Konstruksi	70
6.2.2 Biaya Pemeliharaan	70
6.3 Nilai Sisa	70
6.4 Sistem Pembayaran	71
6.4.1 Syarat-syarat Khusus Kontrak (SSKK)	71
6.5 Metode Nilai Sekarang	73

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	75
7.2 Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS



(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kelas dan Fungsi Jalan	14
Tabel 2.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum Untuk Desain	15
Tabel 2.3	Umur Rencana	21
Tabel 2.4	Perbandingan Antara Perkerasan Kaku dan Lentur	22
Tabel 3.1	Variabel Penelitian	28
Tabel 4.1	LHR Bojonegoro-Padangan Tahun 2011	32
Tabel 4.2	Rekapitulasi Daftar Keluaran dan Harga	35
Tabel 5.1	Rencana Kenaikan LHR Bojonegoro-Padangan	37
Tabel 5.2	Pertumbuhan Bus Kecil	38
Tabel 5.3	Pertumbuhan Bus Besar	39
Tabel 5.4	Pertumbuhan Truk Ringan	40
Tabel 5.5	Pertumbuhan Truk 2As	41
Tabel 5.6	Pertumbuhan Truk 3As	42
Tabel 5.7	Pertumbuhan Trailer	43
Tabel 5.8	Pertumbuhan Semitrailer	44
Tabel 5.9	LHR Bojonegoro-Padangan Hingga Umur Rencana	45
Tabel 5.10	<i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i> Bina Marga MST-10 Ton	45
Tabel 5.11	<i>Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)</i>	47
Tabel 5.12	Data Pemeliharaan Rutin PPK 11 Metro I	49
Tabel 5.13	Data Pemeliharaan Rutin PPK 12 Metro I	49
Tabel 5.13	Asumsi Kerusakan Perkerasan Lentur	50
Tabel 6.1	AHSP Laston Lapis Aus (AC WC)	52
Tabel 6.2	AHSP Laston Lapis Antara (AC BC)	56
Tabel 6.3	AHSP Lapis Pondasi Agregat Kelas A	60
Tabel 6.4	Perhitungan RAB Perkerasan Lentur	64
Tabel 6.5	Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin	

	Perkerasan Lentur	64
Tabel 6.6	Tingkat Nilai Inflasi Indonesia 2012-2014	65
Tabel 6.7	Perhitungan Future Perkerasan Lentur	65
Tabel 6.8	Suku Bunga rata-rata Bank Indonesia 2012-2014.....	66
Tabel 6.9	Perhitungan Present Perkerasan Lentur	66
Tabel 6.10	Alokasi Kebutuhan Dana Per Tahun.....	71
Tabel 6.11	Pembayaran Pekerjaan Desain dan Konstruksi....	72

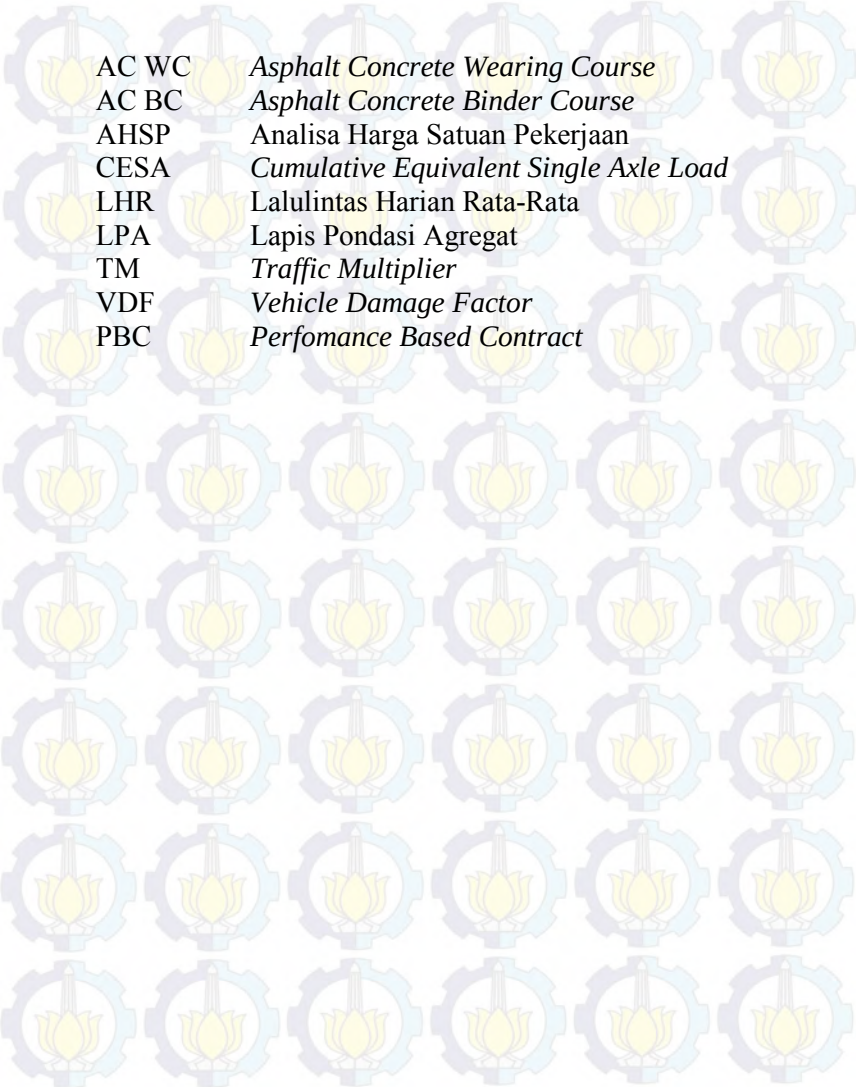
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Permukaan Tanah Asli (<i>At Grade</i>)	19
Gambar 2.2	Struktur Perkerasan Kaku pada Permukaan Tanah Asli (<i>At Grade</i>)	20
Gambar 3.1	Proses Penelitian	27
Gambar 4.1	Layout rencana jalan Bojonegoro – Padangan ..	32
Gambar 4.2	Skema Lingkup Kontrak PBC.....	34
Gambar 5.1	Grafik Pertumbuhan Bus Kecil	38
Gambar 5.2	Grafik Pertumbuhan Bus Besar.....	39
Gambar 5.3	Grafik Pertumbuhan Truk Ringan.....	40
Gambar 5.4	Grafik Pertumbuhan Truk 2As	41
Gambar 5.5	Grafik Pertumbuhan Truk 3As	42
Gambar 5.6	Grafik Pertumbuhan Trailer	43
Gambar 5.7	Grafik Pertumbuhan Semitrailer	44
Gambar 5.8	Ketebalan Lapis Perkerasan Lentur.....	48
Gambar 6.1	Arus Kas Perencanaan Perkerasan Lentur.....	73
Gambar 6.2	Arus Kas Perencanaan Perkerasan Kaku.....	73



(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR SINGKATAN



AC WC	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
AC BC	<i>Asphalt Concrete Binder Course</i>
AHSP	<i>Analisa Harga Satuan Pekerjaan</i>
CESA	<i>Cumulative Equivalent Single Axle Load</i>
LHR	<i>Lalulintas Harian Rata-Rata</i>
LPA	<i>Lapis Pondasi Agregat</i>
TM	<i>Traffic Multiplier</i>
VDF	<i>Vehicle Damage Factor</i>
PBC	<i>Performance Based Contract</i>

DAFTAR RUMUS

1	Jumlah Majemuk Pembayaran Tunggal	9
2	Nilai Sekarang Pembayaran Tunggal	10
3	Jumlah Majemuk Seri Pembayaran Sama	10
4	Penyimpanan Dana Seri Pembayaran	10
5	Pengembalian Modal Seri Pembayaran Sama	10
6	Nilai Sekarang Seri Pembayaran Sama	10
7	Gradien Seragam	11
8	Gradien Geometrik	11
9	Lalulintas Harian Rata-rata	15
10	Faktor Pengali Pertumbuhan Lalulintas	16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Jalan raya adalah salah satu prasarana yang akan mempercepat pertumbuhan dan pengembangan suatu daerah serta akan membuka hubungan sosial, ekonomi dan budaya antar daerah. Di dalam undang-undang Republik Indonesia No. 38 tahun 2004 tentang prasarana jalan, disebutkan bahwa jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting dalam mewujudkan perkembangan kehidupan bangsa. Maka jalan darat ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat di dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari.

Seiring dengan berjalannya waktu, lapisan perkerasan jalan akan mengalami penurunan tingkat pelayanan. Menurunnya tingkat pelayanan jalan ditandai dengan adanya kerusakan pada lapisan perkerasan jalan, kerusakan yang terjadi juga bervariasi pada setiap segmen di sepanjang ruas jalan dan apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama, maka akan dapat memperburuk kondisi lapisan perkerasan sehingga dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan, dan kelancaran dalam berlalu lintas.

Kerusakan Jalan Nasional akhir-akhir ini seringkali menjadi topik utama di berbagai media massa nasional. Beberapa contoh kejadian kerusakan jalan yang mengemuka, antara lain: Kerusakan infrastruktur jalan nasional di batas kota Bojonegoro-Padangan.

Pada umumnya, jalan direncanakan memiliki umur rencana pelayanan tertentu sesuai kebutuhan dan kondisi lalu lintas yang ada, misalnya 10 sampai dengan 20 tahun, dengan harapan bahwa jalan masih tetap dapat melayani lalu lintas dengan tingkat pelayanan pada kondisi yang baik. Untuk mencapai pelayanan pada kondisi yang baik selama umur rencana tersebut, diperlukan adanya upaya pemeliharaan jalan.

Pemeliharaan dan rehabilitasi kerusakan jalan ini juga memerlukan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu diperlukan

evaluasi kondisi kerusakan jalan untuk menentukan jenis pemeliharaan dan penanganan apa yang tepat untuk dilaksanakan.

Ada 2 jenis perkerasan, yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perkerasan lentur berupa elemen perkerasan dengan lapisan aspal dan lapisan berbutir pondasi jalan atau semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan. Sedangkan perkerasan kaku merupakan elemen perkerasan berupa lapis pondasi, lapis pondasi bawah, lapis beton semen.

Menurut Manual Desain Pakerasan Jalan (2013), salah satu kriteria yang harus dipenuhi dalam mendesain perkerasan jalan merupakan *life cycle cost* yang minimum ,apakah menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) atau perkerasan lentur (*flexible pavement*) dalam setiap tipe lalu lintas seperti, berat. Analisa biaya siklus hidup menggunakan parameter-parameter antara lain biaya konstruksi (*initial cost*), biaya operasional dan pemeliharaan (*operational & maintenance cost*), serta biaya penggantian (*replacement cost*). Biaya-biaya tersebut akan dianalisa secara ekonomi menggunakan metode *Net Present Value* (NPV) untuk menentukan desain yang minimum.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Menurut uraian latar belakang diatas telah dijelaskan bahwa permasalahan yang perlu dikaji yaitu :

1. Mengetahui nilai *life cycle cost* pada dua tipe perkerasan jalan untuk tipe lalu lintas berat?

1.3 BATASAN MASALAH

1. Biaya awal konstruksi, biaya operasional dan perawatan, serta biaya penggantian, mengacu pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan Jawa Timur.
2. Umur rencana jalan selama 20 tahun.
3. Data tanah dianggap sama untuk setiap perkerasan jalan.

4. Metode yang digunakan dalam perencanaan perkerasan lentur adalah Manual Desain Perkerasan tahun 2013.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui nilai *life cycle cost* pada dua tipe perkerasan jalan untuk tipe lalu lintas berat.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai referensi dalam menentukan tipe perkerasan jalan dengan *life cycle cost* minimum sesuai dengan tipe volume lalu lintas yang ditinjau.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Secara garis besar, penelitian ini akan disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah yang berisi pokok pikiran yang melatar belakangi pokok masalah dalam penelitian ini. Kemudian dilanjutkan dengan perumusan masalah yang diangkat berdasarkan uraian latar belakang. Berikutnya akan dikemukakan tujuan penelitian serta batasan masalah penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang landasan teori yang akan digunakan dalam penelitian ini. Berbagai referensi yang dapat mendukung tercapainya tujuan penulisan penelitian ini terdapat dalam bab ini, meliputi konsep dan dasar teori *life cycle cost*, kontrak berbasis kinerja, serta perencanaan perkerasan kaku dan lentur.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penyelesaian penelitian tentang analisa *life cycle cost* antara perkerasan kaku dan lentur yang meliputi rencana penelitian, data dan pengumpulannya, analisa data, serta dilengkapi dengan bagan alir.

BAB IV GAMBARAN LOKASI STUDI

Bab ini memberikan informasi tentang lokasi studi jalan eksisting, rincian desain dan biaya jalan rencana, serta volume lalu lintas yang melewati jalan eksisting.

BAB V ANALISA DATA

Pada awal bab ini akan dijelaskan peramalan lalu lintas sesuai umur rencana dengan menggunakan data volume lalu lintas pada BAB IV. Selanjutnya dijelaskan mengenai perencanaan perkerasan lentur dengan prediksi kenaikan volume lalu lintas tersebut beserta dengan perencanaan lapisan tambah (*overlay*).

BAB VI ANALISA EKONOMI

Bab ini menjabarkan rincian biaya awal konstruksi dan biaya pemeliharaan baik perkerasan kaku maupun lentur. Diuraikan pula sistem pembayaran dan masa berlakunya kontrak berbasis kinerja pada lokasi studi.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memberikan kesimpulan yang menjawab permasalahan dan tujuan yang telah dirumuskan sebelumnya. Kesimpulan yang dimaksud adalah hasil analisa yang berupa nilai *life cycle cost* pada kedua objek penelitian. Selain itu terdapat saran untuk studi lebih lanjut mengenai *life cycle cost* perkerasan jalan nasional berdasarkan hasil analisa penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi *Life Cycle Cost*

Menurut Kelly and Male (1993), *Life Cycle Cost* adalah teknik evaluasi ekonomi yang memperhitungkan semua biaya yang berkaitan selama jangka waktu investasi dengan penyesuaian pada *time value of money*.

Menurut Pujawan (2008), *Life Cycle Cost* dari suatu item adalah jumlah semua pengeluaran yang berkaitan dengan item tersebut sejak dirancang sampai tidak terpakai lagi.

Dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (2013), *Life Cycle Cost* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk membangun dan memelihara perkerasan selama umur rencana, dimulai dari kegiatan pembangunan, pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, dan kegiatan rehabilitasi.

2.2 Konsep dan Dasar Teori *Life Cycle Cost*

2.2.1 Penggolongan Biaya pada *Life Cycle Cost*

Menurut Kelly (1993), biaya yang terdapat dalam perhitungan *Life Cycle Cost* antara lain sebagai berikut:

a. ***Initial Cost* (Biaya Investasi)**

Disebut juga biaya awal dimana biaya ini meliputi biaya konstruksi, biaya desain, biaya perijinan, dan biaya pengembangan.

Menurut Kirk (1995), biaya awal merupakan penggabungan dari pengembangan awal fasilitas, pendukung proyek dan biaya konstruksi. Biaya item-item penggabungan ketiganya terdiri dari biaya desain, konsultan, perijinan, upah tenaga ahli, biaya konstruksi, semua perlengkapan dan peralatan, biaya tanah, dll.

Metode yang digunakan untuk mengestimasi biaya awal adalah dengan mengestimasi dari parameter biaya yang sudah ada sebelumnya. Data dapat diperoleh dari biaya actual arsip kontraktor, konsultan, manajer

konstruksi atau bisa juga dari biaya standar yang ditetapkan oleh pemerintah.

Dalam penulisan tugas akhir ini, biaya awal konstruksi mencakup biaya material, alat dan tenaga kerja.

b. *Non-Energy Operational and Maintenance Costs* (Biaya Operasi Non-Energi dan Perawatan)

Biaya perawatan berkala yang mungkin terjadi setiap tahun ataupun dalam periode waktu tertentu. Biaya perawatan mempunyai kecenderungan meningkat sejalan dengan bertambahnya usia jalan. Biaya ini meliputi biaya pekerjaan lapis tambah (*overlay*), biaya *scrapping* dan biaya *filling*.

c. *Replacement Cost* (Biaya Penggantian)

Merupakan biaya yang timbul karena usaha untuk mempertahankan fungsi asli dari suatu jalan. Biaya-biaya yang termasuk di dalamnya yaitu biaya komponen fasilitas desain ulang, penghancuran, perubahan ketebalan, biaya buruh, material, peralatan dan overhead. Menurut Degarmo (1997) terdapat empat alasan utama penyebab adanya penggantian. Alasan tersebut adalah:

1. Kerusakan fisik.

Ini adalah perubahan yang terjadi pada kondisi fisik asset. Biasanya, penggunaan berlanjut (penuaan) akan menyebabkan pengoperasian sebuah asset menjadi kurang efisien.

2. Keperluan perubahan

Ini untuk memenuhi keinginan manusia.

3. Teknologi

Dampak perubahan teknologi terhadap berbagai jenis asset akan berbeda-beda. Hal ini menyebabkan seringkali dilakukan penggantian asset yang ada saat ini dengan asset baru dan lebih baik.

4. Pendanaan

Faktor keuangan melibatkan perubahan peluang ekonomi terhadap operasi fisik atau penggunaan asset.

d. *Residual or Terminal Value* (Nilai Sisa)

Nilai sisa merupakan biaya yang bernilai negatif. Nilai ini ditentukan oleh nilai bangunan dan nilai suatu lahan. Namun nilai tersebut biasanya tidak dapat diketahui dengan pasti sehingga besarnya selalu diestimasi.

2.2.2 Umur Siklus Hidup

Pada pembiayaan siklus hidup terbagi menjadi dua bagian, usia jalan dan usia komponen (Ashwort, 1994).

2.2.2.1 Usia Jalan

Dalam bukunya Ashwort (1994), memandang bahwa suatu jalan memiliki tiga macam usia yang berbeda, yaitu:

1. Usia Fisik

Usia fisik adalah periode antara perolehan awal sampai dengan akhir sebuah asset selama rangkaian kepemilikan.

2. Usia Fungsional

Fungsi semula bangunan dapat berubah karena adanya perkembangan teknis maupun social. Pada keadaan tertentu mungkin cukup dengan menyesuaikan bangunan terhadap perubahan tadi atau bahkan perlu mengganti fungsi semula secara menyeluruh.

3. Usia Ekonomi

Usia ekonomis atau usia optimum adalah periode waktu (tahun) yang diperkirakan sampai bangunan tersebut dianggap tidak lagi dapat melakukan atau menyelenggarakan fungsinya dan menghasilkan ekuivalen biaya tahunan seragam (equivalen uniform

annual cost) minimum dari kepemilikan dan pengoperasian sebuah asset.

2.2.2.2 Usia Komponen

Usia dari masing-masing komponen yang berada dalam suatu bangunan perlu diperkirakan secara cermat. Lamanya usia komponen ini tergantung pada beberapa faktor seperti pemilihan, pembuatan, pekerjaan, pemeliharaan, perbaikan umum, dan penggunaan yang tepat (Asworth, 1994).

2.2.3 Time Value of Money

Uang dapat memberi hasil pada tingkat suku bunga tertentu melalui investasinya pada suatu periode waktu, satu dolar yang diterima suatu waktu nilainya tidak sebesar satu dolar ditangan saat ini. Hubungan antara bunga dan waktu menghasilkan konsep nilai-waktu uang (*time value of money*). Uang memiliki nilai waktu karena uang mempunyai daya laba (*earning power*) dan daya beli (*purchasing power*) (Fabrycky, 1991).

Menurut Pujawan (2003), nilai uang senantiasa berubah dengan berjalannya waktu. Untuk melakukan suatu ekivalensi nilai uang, kita perlu mengetahui 3 hal, yaitu:

- a) Jumlah yang dipinjam atau diinvestasikan
- b) Periode waktu peminjaman atau investasi
- c) Tingkat bunga yang dikenakan

2.2.3.1 Suku Bunga

Suku bunga adalah pembayaran bunga tahunan dari suatu pinjaman, dalam bentuk persentase dari pinjaman yang diperoleh dari jumlah bunga yang diterima tiap tahun dibagi dengan jumlah pinjaman (Karl dan Fair, 2001).

Menurut Pujawan (2008), ada 2 jenis bunga yang biasa dipakai untuk melakukan perhitungan nilai uang dari waktu, yaitu bunga sederhana (*simple interest*) dan bunga majemuk (*compound interest*).

Bunga sederhana dihitung hanya dari induk tanpa memperhitungkan bunga yang telah diakumulasikan pada periode sebelumnya. Pada bunga majemuk, besarnya bunga yang telah terakumulasi pada periode sebelumnya. Bunga majemuk biasa juga disebut dengan bunga berbunga. Kedua jenis bunga akan menghasilkan nilai nominasi uang yang berbeda bila perhitungan dilakukan lebih dari satu periode.

2.2.3.2 Inflasi

Menurut Pujawan (2003), inflasi pada dasarnya didefinisikan sebagai waktu terjadinya kenaikan harga-harga barang dan jasa, atau faktor-faktor produksi secara umum. Dengan adanya inflasi maka daya beli uang akan semakin rendah dari waktu ke waktu.

Pengaruh yang disebabkan oleh pergerakan inflasi pada sebuah proyek adalah pergerakan naiknya harga material bangunan dan jasa. Inflasi bisa mempengaruhi secara merata terhadap semua desain tapi biasanya akan lebih terasa pada desain yang mempunyai rasio antara biaya masa depan dengan biaya awal yang terbesar.

2.2.3.3 Rumus-rumus Ekivalensi

Menurut Fabricky (1991), rumus-rumus bunga dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Pembayaran Tunggal (Single Payment)

a. Rumus jumlah majemuk pembayaran tunggal

Jika sejumlah P ditanamkan pada suatu titik waktu dan $i\%$ merupakan tingkat bunga per periode, jumlahnya akan meningkat pada suatu jumlah di saat mendatang. Rumusnya yaitu:

$$F = P (1+i)^n \dots\dots\dots (2.1)$$

b. Rumus nilai sekarang pembayaran tunggal

Rumus nilai sekarang pembayaran tunggal ini mencari nilai P dan digambarkan sebagai berikut:

$$P = F \quad P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right) \dots\dots\dots (2.2)$$

2. Pembayaran Seragam

a. Rumus jumlah majemuk seri pembayaran sama

Dalam beberapa kasus, jumlah pengeluaran terjadi sama di akhir tiap tahun. Rumusnya yaitu:

$$F = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right) \dots\dots\dots (2.3)$$

b. Rumus penyimpanan dana seri pembayaran

Yang dicari pada rumus penyimpanan dana seri pembayaran sama adalah nilai A, dan dituliskan sebagai:

$$A = F \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right) \dots\dots\dots (2.4)$$

c. Rumus pengembalian modal seri pembayaran sama

Dituliskan sebagai:

$$A = P \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) \dots\dots\dots (2.5)$$

d. Rumus nilai sekarang seri pembayaran sama

Yang dicari pada rumus ini adalah nilai P yang dituliskan sebagai:

$$P = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Pembayaran Gradien

Ada dua cara untuk mengevaluasi pengaruh dari perubahan pembayaran, yaitu dengan dua persamaan gradient:

- a. Gradien seragam, dimana merupakan perubahan jumlah gradient yang konstan. Jumlah awal tahunan A tidak diikuti tetapi dihitung terpisah. Rumusnya dituliskan sebagai berikut:

$$A = G \left(\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right) \dots\dots\dots (2.7)$$

- b. Gradien geometrik, merupakan perubahan persentase yang konstan, jumlah awal tahunan A diikuti sehingga besarnya angka perubahan bervariasi (Collier, 1982).

Dengan c = pembayaran awal; r = tingkat pertumbuhan penurunan; w = tingkat pertumbuhan bebas, rumus gradient geometric terdiri dari:

Bentuk 1. Jika $r > i$

$$P = \frac{c}{1+i} \left(\frac{(1+w)^n - 1}{w} \right)$$

dimana $w = \frac{1+r}{1+i} - 1 \dots\dots\dots (2.8)$

Bentuk 2. Jika $r < i$

$$P = \frac{c}{1+r} \left(\frac{(1+w)^n - 1}{w(1+w)^n} \right)$$

dimana $w = \frac{1+r}{1+i} - 1 \dots\dots\dots (2.9)$

Bentuk 3. Jika $r = i$

$$P = \frac{cn}{1+i} \dots\dots\dots (2.10)$$

2.2.4 Metode Nilai Sekarang (Present Worth Method)

Menurut Pujawan (2003), pada metode ini semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga P yang diperoleh mencerminkan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan.

2.2.5 Cost Breakdown Structure

Cost Breakdown Structure adalah salah satu cara untuk mengklasifikasikan biaya. Kategori biaya-biaya yang ada diuraikan ke dalam biaya-biaya yang lebih spesifik, disesuaikan dengan data-data yang tersedia. Tiap kategori biaya diberi kode supaya mudah untuk melacak keberadaan dari biaya tersebut (Fabricky, 1991).

2.3 Kontrak Berbasis Kinerja (*Performance Based Contract*)

Prinsip utama pada kontrak berbasis kinerja adalah kewajiban kontraktor untuk menyelesaikan segala kegiatan jasa dan pekerjaan fisik untuk pemeliharaan segala asset jalan, pada periode tertentu, untuk menentukan kriteria kinerja pada harga lump sum, dengan kontraktor menanggung segala resiko kecuali hal-hal yang tidak termasuk dalam kontrak.

Indikator kinerja perkerasan beton semen mencakup ketidakrataan, kerusakan dan kelicinan. Segala ketidak sesuaian semenjak selesainya pekerjaan hingga selama umur pemeliharaan yang diwajibkan terhadap kontraktor dan tertulis dalam kontrak harus segera diperbaiki sesuai dengan jangka waktu yang ditentukan oleh kedua belah pihak.

Prediksi penurunan kondisi dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana kerusakan jalan terjadi setelah melayani lalu lintas dalam kurun waktu tertentu. Pada laporan ini disertakan prediksi penurunan kondisi jalan atau besarnya kenaikan presentasi kerusakan untuk jalan beraspal berdasarkan

pengamatan langsung di lapangan pada lokasi dengan ketebalan perkerasan, lingkungan dan jumlah beban kendaraan tertentu.

2.4 Lalu Lintas

2.4.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Menurut tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota yang dikeluarkan oleh Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, jalan dikelompokkan menjadi 4 berdasarkan fungsinya yaitu:

1. Jalan arteri: merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi berdaya guna.
2. Jalan kolektor: merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal: merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan: merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Tabel 2.1 Kelas dan Fungsi Jalan

No	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan (maksimum)			MST, ton
			Lebar, mm	Panjang, mm	Tinggi, mm	
1	I	Arteri & Kolektor	2.500	18.000	4.200	$\leq 10,0$
2	II	Arteri, Kolektor & Lokal	2.500	12.000	4.200	$\leq 8,0$
3	III	Arteri, Kolektor, Lokal dan Lingkungan	2.100	9.000	3.500	$\leq 8,0$

Sumber: (PP no.79-2013, pasal 17)

Dalam penelitian ini, yang dimaksud dengan tipe lalu lintas berat merupakan Kelas Jalan I, tipe lalu lintas sedang Kelas Jalan II dan tipe lalu lintas ringan termasuk dalam Kelas Jalan IIIA, IIIB, IIIC.

2.4.2 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada suatu jalur gerak per satuan waktu (kend/hari atau kend/jam). Volume dihitung berdasarkan hasil pencatatan lalu lintas (*traffic counting*). Satuan volume lalu lintas yang dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalan adalah:

- Lalu lintas harian rata-rata
- Volume jam perencanaannya
- Kapasitas

LHR adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{jml. lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lama pengamatan}} \dots\dots (2.11)$$

2.4.3 *Traffic counting*

Traffic counting adalah suatu kegiatan menghitung volume lalu lintas pada ruas jalan. Pengelompokan didasarkan pada jenis kendaraan dan waktu pengamatan. Jenis kendaraan dikelompokkan menjadi 6, yaitu:

1. Kelompok 1 : kendaraan ringan (LV).
2. Kelompok 2 : kendaraan berat menengah (MHV).
3. Kelompok 3 : bus besar (LB).
4. Kelompok 4 : truk besar dan truk kombinasi (LT).
5. Kelompok 5 :sepeda motor (MC).
6. Kelompok 6 : kendaraan tak bermotor (UM).

Cara pengambilan data volume lalu lintas yang umum dilakukan adalah dengan pencatatan manual.pencatatan manual dikelompokkan berdasarkan waktu, lokasi dan arah pergerakan. Cara ini melibatkan beberapa orang surveyor dan waktu survey.

2.4.4 **Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas**

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka pada Tabel 2.2 digunakan sebagai nilai minimum.

Tabel 2.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum untuk desain

	2011 - 2020	>2021 - 2030
Arteri dan perkotaan (%)	5	4
Kolektor rural (%)	3.5	2.5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber: Manual Desain Perkerasan (2013)

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+0.01i)^{UR}-1}{0.01i} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
 i = tingkat pertumbuhan tahunan (%)
 UR = umur rencana (tahun)

2.4.5 Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Perhitungan beban lalu lintas yang akurat sangatlah penting. Beban lalu lintas tersebut diperoleh dari :

1. Studi jembatan timbang/timbangan statis lainnya khusus untuk ruas jalan yang didesain;
2. Studi jembatan timbang yang telah pernah dilakukan sebelumnya dan dianggap cukup representatif untuk ruas jalan yang didesain;
3. Tabel 2.3;
4. Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Teknik.

Jika survey beban lalu lintas menggunakan sistem timbangan portabel, sistem harus mempunyai kapasitas beban satu pasangan roda minimum 18 ton atau kapasitas beban satu sumbu minimum 35 ton. Data yang diperoleh dari sistem *Weigh in Motion* hanya bisa digunakan bila alat timbang tersebut telah dikalibrasi secara menyeluruh terhadap data jembatan timbang. Tabel klasifikasi kendaraan dan nilai VDF standar setiap golongan kendaraan dapat dilihat pada halaman lampiran.

2.5 Perkerasan Lentur

Lapisan perkerasan lentur adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang menggunakan campuran beraspal sebagai lapisan permukaan dan agregat berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Bahan pengikatnya berupa aspal sehingga bersifat melentur bila

terkena beban lalu lintas dan dapat meredam getaran akibat roda kendaraan.

Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Sedangkan susunan lapis perkerasan adalah seperti diperlihatkan pada gambar 2.1.

2.5.1 Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak, atau lapisan tanah yang distabilisasi.

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.

Lapis pondasi bawah diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat (terutama pada saat pelaksanaan konstruksi) atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Bermacam-macam jenis tanah setempat ($\text{CBR} > 20\%$, $\text{PI} < 10\%$) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.

Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland, dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar diperoleh bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

2.5.2 Lapis Pondasi

Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

Bermacam-macam bahan alam/setempat ($\text{CBR} > 50\%$, $\text{PI} < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain: batu pecah, kerikil pecah yang distabilisasi dengan semen, aspal, pozzolan, atau kapur.

2.5.3 Lapis Permukaan

Lapis permukaan struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi.

Fungsi lapis permukaan antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (wearing course).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya sama dengan bahan untuk lapis pondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda.

Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Permukaan Tanah Asli (*At Grade*)

2.5.4 Biaya Perkerasan Lentur

Biaya konstruksi perkerasan lentur dihitung dalam bentuk Rencana Anggaran Biaya dengan terlebih dahulu mencari volume total pekerjaan. Sedangkan untuk perawatan selama usia rencana jalan, perkerasan ini diperhitungkan biaya perawatan rutin dan berkala.

2.6 Perkerasan Kaku

Lapisan perkerasan kaku adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terdiri dari pelat beton yang tersambung atau dengan tulangan di atas lapisan pondasi bawah (menumpu pada tanah dasar), tanpa atau dengan aspal sebagai lapisan. Bahan pengikat berupa semen atau lapisan pengikat aspal dengan ketebalan besar. Keuntungan penggunaan lapisan perkerasan kaku adalah:

1. Bila dibebani, lenturan yang terjadi relatif kecil.
2. Bahan beton perkerasan tidak begitu terpengaruh oleh adanya genangan air.
3. Biaya pemeliharaan relatif murah.

Kerugian penggunaan lapisan perkerasan kaku adalah:

1. Biaya perkerasan relatif mahal.

2. Lapisan perkerasan tidak dapat menerima perbedaan penurunan tanah dasar.



Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Kaku pada Permukaan Tanah Asli (*At Grade*)

2.6.1 Biaya Perkerasan Kaku

Biaya perkerasan kaku dihitung dengan cara yang sama dengan perkerasan lentur, yaitu dalam bentuk Rencana Anggaran Biaya. Sedangkan untuk perawatan selama usia rencana jalan, perkerasan ini diasumsikan hanya dilakukan perawatan rutin (setiap tahun) tanpa dilakukan perawatan berkala.

2.7 Desain Perkerasan

Sebelum melakukan pekerjaan konstruksi jalan, dibutuhkan desain perkerasan jalan yang baik dan benar. Menurut Manual Desain Perkerasan (2013), desain yang baik harus memenuhi kriteria - kriteria sebagai berikut:

1. menjamin tercapainya tingkat layanan jalan sepanjang umur pelayanan jalan;
2. merupakan *life cycle cost* yang minimum;
3. mempertimbangkan kemudahan saat pelaksanaan dan pemeliharaan;
4. menggunakan material yang efisien dan memanfaatkan material lokal semaksimal mungkin;
5. mempertimbangkan faktor keselamatan pengguna jalan;
6. mempertimbangkan kelestarian lingkungan.

2.8 Umur Rencana

Umur rencana jalan merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru. Umur rencana perkerasan baru seperti yang ditulis di dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	lapisan jalan dan lapisan berbutir dan CTB	20
	pondasi jalan	40
	semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
Perkerasan Kaku	<i>Cement Treated Based</i>	40
	lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	Minimum 10

Sumber: Manual Desain Perkerasan (2013)

Catatan :

1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted whole of life cost*, dimana ditunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted whole of life cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/>.
2. Umur rencana tidak boleh diambil melampaui kapasitas jalan pada saat umur rencana.

2.9 Lapis Tambah (*Overlay*)

Pekerjaan lapis tambah (*overlay*) dibutuhkan untuk memperbaiki perkerasan eksisting yang mengalami *distress* atau kerusakan struktural.

Penanganan semacam ini seringkali dimaksudkan untuk memperbaiki fungsi jalan misalnya penanganan bentuk permukaan, kenyamanan dan kepentingan lain pada permukaan jalan.

2.10 Perbandingan Antara Perkerasan Kaku dan Lentur

Tabel 2.4 Perbandingan Antara Perkerasan Kaku dan Lentur

No	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Perancangan sederhana dan dapat digunakan untuk semua tingkat volume lalu lintas dan semua jenis jalan berdasarkan klasifikasi fungsi jalan.	Desain sederhana namun pada bagian sambungan perlu perhitungan lebih teliti. Kebanyakan digunakan hanya pada jalan-jalan dengan volume lalu lintas tinggi.
2	Kendali kualitas job mix agak rumit karena harus diteliti baik di laboratorium sebelum dihampar, maupun setelah di hampar di lapangan.	Rancangan job mix lebih mudah untuk dikendalikan kualitasnya. Modulus elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda.
3	Rongga udara dapat mengurangi tegangan yang timbul akibat perubahan volume campuran aspal. Sulit untuk bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.	Rongga udara di dalam beton tidak dapat mengurangi tegangan akibat perubahan temperatur. Dapat lebih bertahan terhadap kondisi yang buruk.
4	Indeks pelayanan yang terbaik hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekuensi beban lalu lintasnya.	Indeks pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana, terutama jika sambungan melintang (<i>transversal joint</i>) dikerjakan dan dipelihara dengan baik.

No	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
5	Pada umumnya biaya awal konstruksi rendah, terutama untuk jalan lokal dengan volume lalu lintas rendah.	Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi.
6	Pelaksanaan cukup rumit disebabkan kendali kualitas harus diperhatikan pada sejumlah parameter, termasuk kendali terhadap temperatur.	Pelaksanaan relatif sederhana kecuali pada sambungan-sambungan.
7	Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan, mencapai lebih kurang dua kali lebih besar daripada perkerasan kaku.	Sangat penting untuk melaksanakan pemeliharaan terhadap sambungan-sambungan secara rutin.
8	Pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan. Lebih mudah menentukan perkiraan saat pelapisan ulang harus dilakukan.	Agak sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan ulang. Apabila lapisan permukaan akan dilapis ulang, maka untuk mencegah terjadinya retak refleksi biasanya dibuat tebal > 10cm.
9	Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh kemampuan penyebaran tegangan setiap lapisan dan ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan kekuatan tanah dasar yang dipadatkan.	Kekuatan konstruksi perkerasan kaku ditentukan oleh kekuatan lapisan beton sendiri (tanah dasar tidak begitu menentukan)
10	Yang dimaksud dengan tebal tebal konstruksi perkerasan lentur adalah tebal seluruh	Yang dimaksud dengan tebal tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal lapisan beton tidak termasuk pondasi.

Sumber: Puspita (2009).

2.11 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Latar Belakang	Konsep dan Teori	Hasil
Oktodelina Nurahmi (2012)	Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung	Jalan Raya Mojoagung sebagai pintu masuk Jombang dari arah Surabaya saat ini tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas yang terus meningkat.	A. Peramalan Jumlah Penduduk B. Peramalan Jumlah Kendaraan C. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Analisis CBR D. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku E. Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan Perkerasan Lentur Biaya Konstruksi F. Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan Perkerasan Kaku Biaya Konstruksi G. Perhitungan User Cost Dan Evaluasi Ekonomi	Dipilih Alternatif perkerasan kaku untuk Jalan Lingkar Mojoagung dengan alasan lebih menguntungkan dari segi ekonomi jalan raya.
Trixy Firsani (2012)	Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia	Seberapa besar total biaya yang dikeluarkan oleh suatu bangunan yang berkonsep green building, mulai dari tahap desain sampai dengan usia yang ditetapkan.	A. Cost Breakdown Structure B. Biaya Awal (Initial Cost) C. Biaya Energi (Energy Cost) D. Biaya Penggantian (Replacement Cost) E. Biaya Operasional dan Pemeliharaan F. Analisa Life Cycle Cost G. LCC Modelling	Dengan menggunakan Present Worth Method pada tingkat suku bunga (i) = 6% dan periode analisa (n) = 10 tahun, total biaya hidup (Life Cycle Cost) dari Proyek Diamond Building Malaysia adalah sebesar RM 235.096.883 atau sebesar Rp.759.290.649.000.

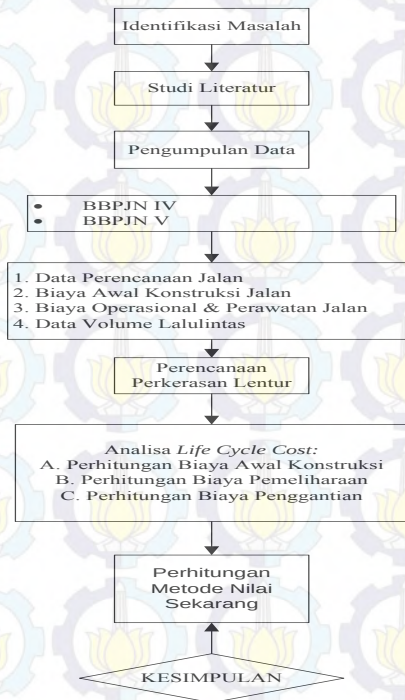
Peneliti	Judul	Latar Belakang	Konsep dan Teori	Hasil
Barkah Wahyu W Harmein Rahman Ade Sjafruddin Titi Liani Soedirdjo	Kajian Life Cycle Cost Terhadap Perkerasan Jalan Campuran Lapis Aus (Ac-Wc) Yang Menggunakan Bna Blend 75/25 (Study Kasus: Jalan Alternatif Nagreg)	Penggunaan inovasi aspal modifikasi Indonesia, yaitu BNA Blend 75/25 di jalan alternatif Nagreg, Jawa Barat, Indonesia pada campuran lapis aus (AC-WC) akan mempengaruhi performance perkerasan jalan dan biaya pemeliharaan selama life cycle.	A. BNA Blend 75/25 B. Life Cycle C. Life Cycle Cost D. Modulus Resilien E. Metoda Bina Marga	Pekerasan jalan yang menggunakan BNA Blend 75/25 memiliki biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan aspal Shell 60/70. Hal ini dikarenakan perbedaan biaya harga satuan dari kedua aspal tersebut.



BAB III METODOLOGI

3.1 Jenis dan Konsep Penelitian

Tugas Akhir dengan judul “Analisa *Life Cycle Cost* Perkerasan Kaku dan Lentur Jalan Nasional (Studi Kasus: Jalan Batas Kota Bojonegoro - Padangan)” ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan total biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*) pada perkerasan jalan kaku dan lentur. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut, ialah Metode Nilai Sekarang atau *Present Worth Method*. Proses penelitian dalam Tugas Akhir ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Proses Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, adapun variabel-variabel yang akan diukur untuk mengetahui biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*) pada perkerasan kaku dan lentur. Variabel-variabel tersebut antara lain sebagai berikut:

- a. *Initial Cost* (Biaya awal)
- b. *Operational Maintenance Cost* (Biaya Operasional dan Perawatan)
- c. *Replacement Cost* (Biaya Penggantian)
- d. *Residual Cost* (Nilai Sisa)
- e. Umur Siklus

Keseluruhan variable penelitian tersebut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Data Yang Diperlukan
Biaya Awal	a. Biaya Perencanaan b. Biaya Konstruksi c. Biaya Administrasi d. Biaya Lain-lain	- Gambar desain perkerasan. - Data Tanah lapisan perkerasan
Biaya Operasional & Perawatan	a. Biaya Operasional Jalan b. Perawatan Jalan dan Prasarana c. Biaya Pemeliharaan Rutin Jalan	- Data Pengelolaan Jalan (kerusakan, drainase, pelapisan kembali jalan)
Biaya Penggantian	a. Biaya Penggantian Komponen Jalan	- Data mengenai jenis komponen/material yang digunakan beserta harganya
Nilai Sisa	a. Nilai Sisa Jalan	- Usia Ekonomis - Usia Manfaat
Umur Siklus	a. Usia Jalan b. Usia Manfaat	- Informasi mengenai jenis jalan.

3.3 Data Penelitian

3.3.1 Jenis Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Data pendukung estimasi

Data ini digunakan untuk mengidentifikasi biaya-biaya yang terdapat dalam objek penelitian dan digunakan untuk mengestimasi biaya yang akan dikeluarkan oleh objek tersebut. Data yang diperoleh ialah data sekunder berupa kebutuhan desain untuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

b. Data pendukung analisa

Data ini digunakan untuk memperoleh hasil akhir dari metode yang akan digunakan. Data ini berupa data mutu beton atau aspal yang digunakan, data tebal perkerasan jalan

3.3.2 Sumber Data

Sumber data pada Tugas Akhir ini terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Pustaka

Data pustaka ini meliputi hal yang berkaitan dengan subjek penelitian, yaitu *Life Cycle Cost*, objek penelitian, manual desain perkerasan jalan, pakar ataupun dari hasil penelitian sebelumnya serta pustaka-pustaka pendukung lainnya. Pustaka ini digunakan untuk membentuk pemahaman dan menghasilkan pemikiran dasar tentang konsep-konsep yang ada.

b. Instansi Pemerintah dan perusahaan yang terkait

Data ini bersumber dari instansi pemerintah maupun perusahaan terkait untuk mengetahui penerapan konsep-konsep pada perkerasan jalan nasional.

3.3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data sekunder. Data sekunder didapat dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) IV, dan BBPJN V. Jenis data yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini beserta fungsinya adalah sebagai berikut:

- a. Data Perencanaan Jalan, untuk mengetahui detail bahan dan tebal perkerasan jalan.
- b. Biaya Awal Konstruksi Jalan, untuk mengetahui biaya konstruksi perkerasan,.
- c. Data Operasional dan Perawatan Jalan, untuk mengetahui berapa panjang jalan yang rusak dan besarnya biaya yang dikeluarkan setiap tahunnya.
- d. Data Volume Lalulintas, untuk menghitung pembebanan pada perkerasan jalan.

3.4 Analisa Data

Dalam penelitian ini, analisa data meliputi:

- a. Menganalisa volume lalulintas total selama usia rencana dengan cara mengalikan volume lalu lintas hasil *traffic counting* dengan faktor pertumbuhan rencana setiap tahunnya.
- b. Menganalisa data kerusakan jalan dan perawatan jalan, berapa lama jalan yang telah dibangun menjadi rusak akibat volume lalu lintas dan bagaimana perawatan jalan tersebut selama periode umur rencana jalan.
- c. Analisa *Life Cycle Cost* tipe lalulintas berat guna mendapatkan biaya siklus hidup paling minimum yang terdiri atas:
 - Biaya awal konstruksi
 - Biaya operasional dan perawatan
 - Biaya penggantian
 - Nilai sisa
 - Umur Siklus

BAB IV

GAMBARAN LOKASI STUDI

4.1 Jalan Eksisting

Jalan raya Bojonegoro – Padangan sebagai jalan eksisting merupakan jalan nasional dibawah wewenang Balai Besar Pelaksana Jalan Nasional (BBPJN) V Provinsi Jawa Timur. Tipe jalan ini 4 lajur 2 arah tak terbagi dengan panjang efektif 11 km dan lebar perkerasan 6 m.

4.2 Jalan Rencana

Paket Peningkatan Struktur Jalan Batas Kota Bojonegoro - Padangan merupakan salah satu proyek dibawah otoritas Departemen Pekerjaan Umum, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Metropolitan II Surabaya dengan target penanganan sepanjang ruas Bojonegoro – Padangan KM. 113+100 s/d KM. 124+600, dan lebar efektif 11 m. Sedangkan Kontraktor yang di percaya untuk melaksanakan paket ini adalah PT. PP (Persero) Tbk Kerja Sama Operasi dengan PT. Basuki Rahmanta Putera (PP-BRP,KSO) berdasarkan mekanisme pemilihan pelelangan terbuka dengan tipe kontrak lumpsum berbasis kinerja (KBK)/ *Performance Base Contract* (PBC), dimana desain dan pelaksanaan terintegrasi dalam satu kontrak.

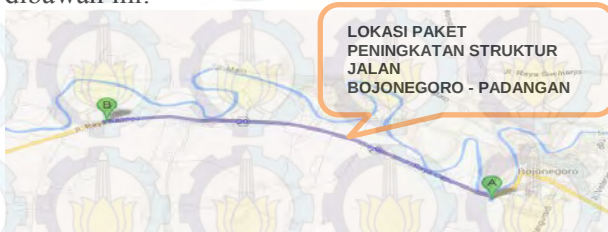
Data teknis jalan:

1. Nama Paket : Peningkatan Struktur Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan (Kontrak Berbasis Kinerja)
2. Lokasi : Kabupaten Bojonegoro
3. Panjang jalan : 11,5 km.
4. Lebar jalan : 11 m.
5. Lebar bahu : Variasi sesuai kondisi lahan yang ada.
6. Nilai Kontrak : Rp. 151.127.400.000,00 (INC. PPN)
7. Jenis Konstruksi : Perkerasan Kaku
8. Sumber dana : APBN Tahun Anggaran 2012-2019
9. Tanggal SPMK : 6 Nopember 2012

10. Waktu Pelaksanaan & Pemeliharaan

- Waktu Pelaksanaan : 840 Hari Kalender
- Masa Layanan Pemeliharaan : 1643 Hari Kalender
- Masa Pemeliharaan : 180 Hari Sejak PHO

Rencana jalan Bojonegoro – Padangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.1 Layout rencana jalan Bojonegoro – Padangan

4.3 Volume Lalulintas

Data volume lalulintas yang digunakan berasal dari hasil *counting* LHR oleh BBPJN V dari tahun 2011. Data LHR tahun 2011 yang telah ditotal dapat dilihat pada table 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 LHR Bojonegoro-Padangan tahun 2011

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2011
1	1	Sepeda Motor	2109
2	2	Jeep, Sedan, ST. Wagon	5564
3	3	Angkutan Kota, MPU	6748
4	4	Mobil Box, Pick up	4552
5	5A	Bus Kecil	396
6	5B	Bus Besar	6
7	6A	Truk Ringan	1684
8	6B	Truk 2As	374
9	7A	Truk 3As	158
10	7B	Trailer	8
11	7C	Semitrailer	55

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

4.4 Pekerjaan Konstruksi Jalan

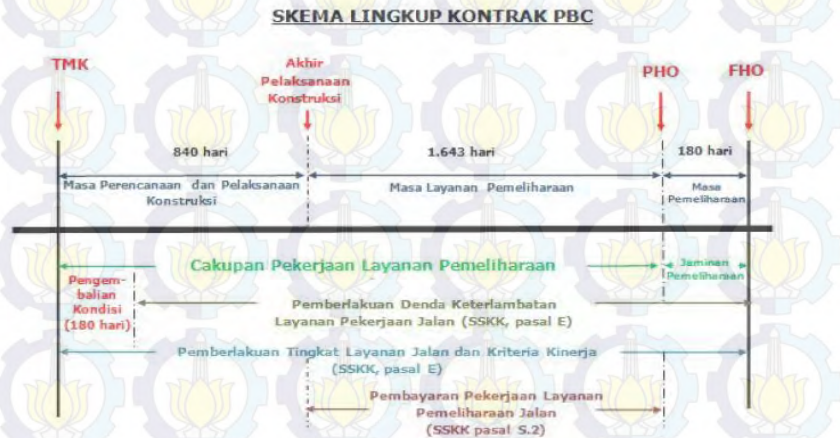
Pekerjaan konstruksi penanganan jalan pada ruas jalan Bojonegoro - Padangan Km. Sby 113+100 s/d Km. Sby 124+600 yang meliputi :

1. Penanganan Perkerasan Jalan dengan memperhitungkan kondisi struktur perkerasan lama dan kondisi tanah dasar berdasarkan kriteria desain yang ditetapkan.
2. Pekerjaan Bahu Jalan dengan lebar minimal 2x2 meter (kecuali pada lokasi yang tidak memungkinkan karena lahan yang tersedia) harus memenuhi standar kinerja bahu jalan sebagaimana yang ditetapkan dalam spesifikasi kinerja dan Keluaran.
3. Penanganan Drainase/Saluran Air berdasarkan kriteria desain.
4. Pekerjaan Bangunan Pelengkap Jalan sesuai kriteria desain.
5. Pekerjaan Perlengkapan jalan sesuai kriteria desain.
6. Penyediaan, pemasangan dan pembangunan prasarana peralatan Sistem Pengukuran Berat Kendaraan Berjalan tipe Weight In Motion (WIM) dengan spesifikasi teknis sebagaimana tercantum dalam Lampiran Spesifikasi Kinerja dan Keluaran. Pengoperasian dan pemeliharaan peralatan Sistem Pengukuran Berat Kendaraan Berjalan harus dilaksanakan setelah berakhirnya pekerjaan konstruksi hingga serah terima akhir pekerjaan. Pengukuran dilakukan pada kedua arah jalur lalu lintas.
7. Daftar keluaran dengan harga pekerjaan konstruksi sub pekerjaan lain-lain.

4.5 Pekerjaan Layanan Pemeliharaan Jalan

1. Layanan Pemeliharaan Perkerasan Jalan;
2. Layanan Pemeliharaan Bahu Jalan;
3. Layanan Pemeliharaan Drainase;
4. Layanan Pemeliharaan Bangunan Pelengkap Jalan;
5. Layanan Pemeliharaan Perlengkapan Jalan;
6. Layanan Pengendalian Tumbuh-Tumbuhan.

Pemenuhan tingkat layanan jalan diberlakukan sebagaimana ditentukan dalam syarat-syarat khusus dan spesifikasi kinerja dan keluaran (SSKK, pasal E. Tingkat Layanan).



Gambar 4.2 Skema Lingkup Kontrak PBC

Sifat Kontrak pada proyek jalan Bojonegoro – Padangan adalah Kontrak Lumpsum Berbasis Kinerja, yang mana pekerjaan yang berhubungan dengan pelaksanaan konstruksi bangunan atau pembuatan wujud fisik lainnya untuk mencapai atau mempertahankan suatu kinerja tertentu yang ditetapkan dalam periode waktu tertentu, meliputi pekerjaan desain, konstruksi, dan layanan pemeliharaan yang dilaksanakan secara terintegrasi untuk menjamin pencapaian kinerja sebagaimana yang ditetapkan di dalam spesifikasi kinerja dan keluaran.

Kesulitan dalam Kontrak Lumpsum Berbasis Kinerja adalah pada saat terjadi perubahan desain yang berkaitan dengan biaya, tidak akan ada perubahan nilai Rupiah.

4.6 Rekapitulasi Daftar Keluaran dan Harga

Nilai Kontrak termasuk Pajak Pertambahan Nilai (PPN) yang diperoleh berdasarkan total harga penawaran terkoreksi

untuk seluruh pekerjaan perencanaan teknis, pekerjaan konstruksi dan pekerjaan layanan pemeliharaan jalan sebagaimana tercantum dalam tabel 4.2 adalah sebesar **Rp. 151,127,400,000.00 (Seratus lima puluh milyar seratus dua puluh tujuh juta empat ratus ribu rupiah).**

Tabel 4.2 Rekapitulasi Daftar Keluaran dan Harga

NO. KELUARAN	URAIAN KELUARAN PEKERJAAN	BOBOT (%)	JUMLAH HARGA
A	Pekerjaan Perencanaan Konstruksi		
A.1	Perencanaan Perkerasan Jalan	2.099	Rp 2,883,229,984.29
A.2	Perencanaan Bahu Jalan	-	-
A.3	Perencanaan Drainase	0.233	Rp 320,614,500.00
A.4	Perencanaan Bangunan Pelengkap Jalan	0.134	Rp 184,015,540.00
A.5	Perencanaan Perlengkapan Jalan	0.021	Rp 28,771,976.16
B	Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan		
B.1	Pekerjaan Perkerasan Jalan	69.375	Rp 95,313,606,511.52
B.2	Pekerjaan Bahu Jalan	-	-
B.3	Pekerjaan Drainase	7.690	Rp 10,565,234,109.76
B.4	Pekerjaan Bangunan Pelengkap Jalan	4.374	Rp 6,009,459,210.00
B.5	Pekerjaan Perlengkapan Jalan	0.637	Rp 875,098,821.00
B.6	Pekerjaan Lain-Lain	0.218	Rp 299,076,100.00
C	Pekerjaan Layanan Pemeliharaan		
C.1	Layanan Pemeliharaan Perkerasan Jalan	11.016	Rp 15,135,257,674.30
C.2	Layanan Pemeliharaan Bahu Jalan	-	-
C.3	Layanan Pemeliharaan Drainase Jalan	2.537	Rp 3,485,747,759.00
C.4	Layanan Pemeliharaan Bangunan Pelengkap Jalan	1.585	Rp 2,177,836,259.24
C.5	Layanan Pemeliharaan Perlengkapan Jalan	0.069	Rp 94,919,850.00
C.6	Layanan Pengendalian Tumbuh-tumbuhan	0.011	Rp 15,680,250.00
I	Jumlah Harga Pekerjaan	100.000	Rp 137,388,548,545.27
II	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x I		Rp 13,738,854,854.53
III	Total Harga Pekerjaan = I + II		Rp 151,127,403,399.80
IV	Dibulatkan :		Rp 151,127,400,000.00
Terbilang : Seratus lima puluh milyar Seratus dua puluh tujuh juta empat ratus ribu rupiah			



(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

ANALISIS DATA

5.1 Perencanaan Tebal Perkerasan

5.1.1 Peramalan Lalulintas

Dalam perencanaan perkerasan jalan batas kota Bojonegoro – Padangan ini digunakan perencanaan perkerasan lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2013. Adapun beberapa ketentuan dalam perencanaan tebal perkerasan lentur disini adalah sebagai berikut:

- Fungsi Jalan : Jalan Arteri
- Tipe Jalan : 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 UD)
- Umur Rencana : 20 tahun
- Jalan direncanakan dibuka pada tahun 2014

Data lalulintas dibutuhkan untuk memperkirakan tebal perkerasan dan untuk mencari pertumbuhan kendaraan pertahun hingga mencapai umur rencana. Data jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2011 dan persentase pertumbuhan yang direncanakan dapat digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalulintas untuk masing-masing jenis kendaraan.

Data total LHR tahun 2011 dan i_{rencana} dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini:

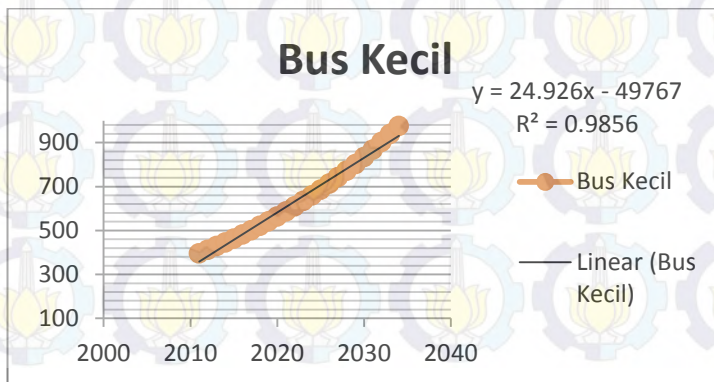
Tabel 5.1 Rencana Kenaikan LHR Bojonegoro-Padangan

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2011	i pertahun
1	5A	Bus Kecil	396	4%
2	5B	Bus Besar	6	4%
3	6A	Truk Ringan	1684	3%
4	6B	Truk 2As	374	3%
5	7A	Truk 3As	158	2%
6	7B	Trailer	8	2%
7	7C	Semitrailer	55	2%

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

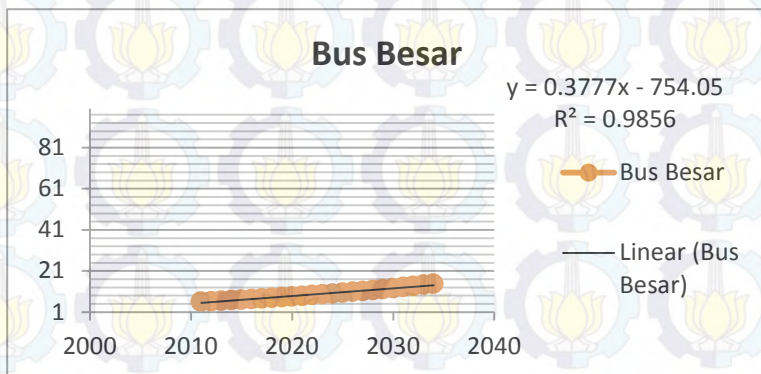
Tabel 5.2 Pertumbuhan Bus Kecil

Tahun	Bus Kecil	I rencana	Prediksi Bus Kecil
2011	396	4%	396
2012			412
2013			428
2014			445
2015			463
2016			482
2017			501
2018			521
2019			542
2020			564
2021			586
2022			610
2023			634
2024			659
2025			686
2026			713
2027			742
2028			771
2029			802
2030			834
2031			868
2032			902
2033			938
2034			976

**Gambar 5.1** Grafik Pertumbuhan Bus Kecil

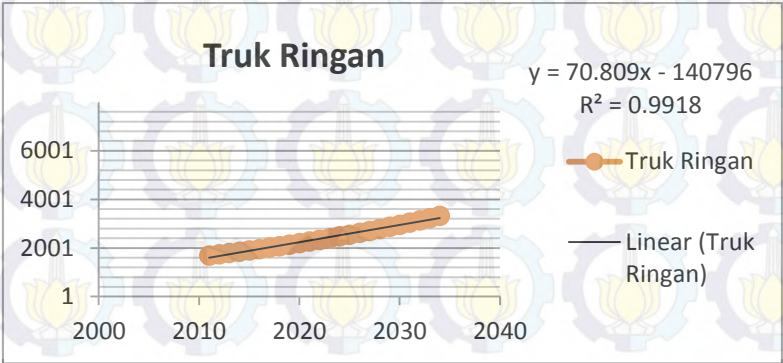
Tabel 5.3 Pertumbuhan Bus Besar

Tahun	Bus Besar	I rencana	Prediksi Bus Besar
2011	6	4%	6
2012			6
2013			6
2014			7
2015			7
2016			7
2017			8
2018			8
2019			8
2020			9
2021			9
2022			9
2023			10
2024			10
2025			10
2026			11
2027			11
2028			12
2029			12
2030			13
2031			13
2032			14
2033			14
2034			15

**Gambar 5.2** Grafik Pertumbuhan Bus Besar

Tabel 5.4 Pertumbuhan Truk Ringan

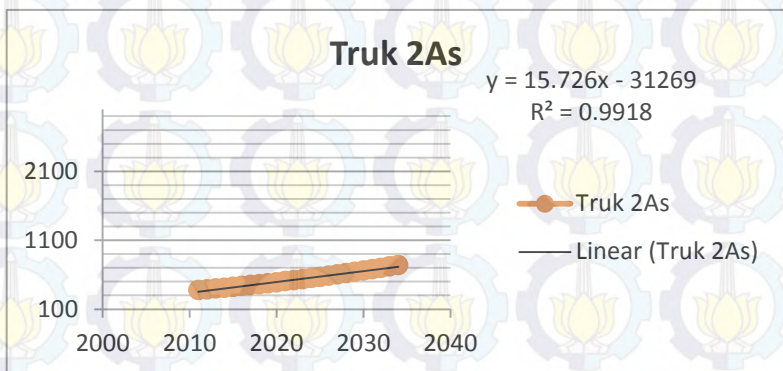
Tahun	Truk Ringan	I rencana	Prediksi Truk Ringan
2011	1684	3%	1684
2012			1735
2013			1787
2014			1840
2015			1895
2016			1952
2017			2011
2018			2071
2019			2133
2020			2197
2021			2263
2022			2331
2023			2401
2024			2473
2025			2547
2026			2624
2027			2702
2028			2783
2029			2867
2030			2953
2031			3041
2032			3133
2033			3227
2034			3324



Gambar 5.3 Grafik Pertumbuhan Truk Ringan

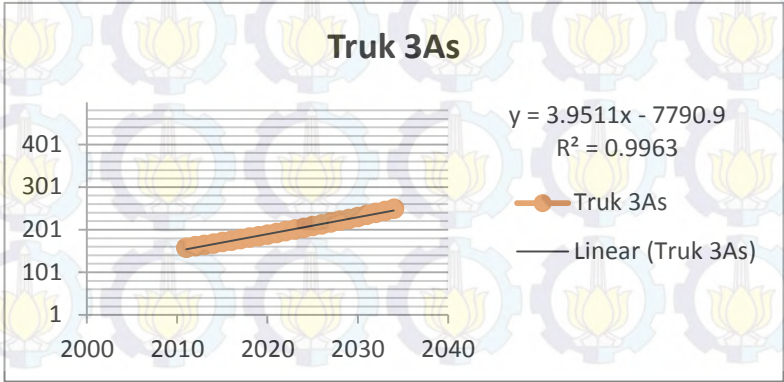
Tabel 5.5 Pertumbuhan Truk 2As

Tahun	Truk 2As	I rencana	Prediksi Truk 2As
2011	374	3%	374
2012			385
2013			397
2014			409
2015			421
2016			434
2017			447
2018			460
2019			474
2020			488
2021			503
2022			518
2023			533
2024			549
2025			566
2026			583
2027			600
2028			618
2029			637
2030			656
2031			675
2032			696
2033			717
2034			738

**Gambar 5.4** Grafik Pertumbuhan Truk 2As

Tabel 5.6 Pertumbuhan Truk 3As

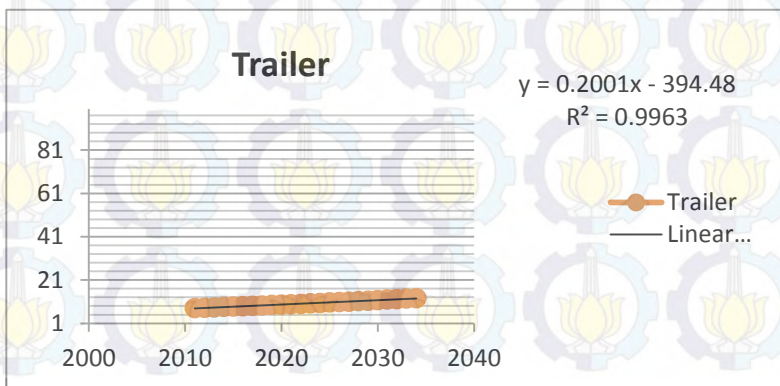
Tahun	Truk 3As	I rencana	Prediksi Truk 3As
2011	158	2%	158
2012			161
2013			164
2014			168
2015			171
2016			174
2017			178
2018			181
2019			185
2020			189
2021			193
2022			196
2023			200
2024			204
2025			208
2026			213
2027			217
2028			221
2029			226
2030			230
2031			235
2032			239
2033			244
2034			249



Gambar 5.5 Grafik Pertumbuhan Truk 3As

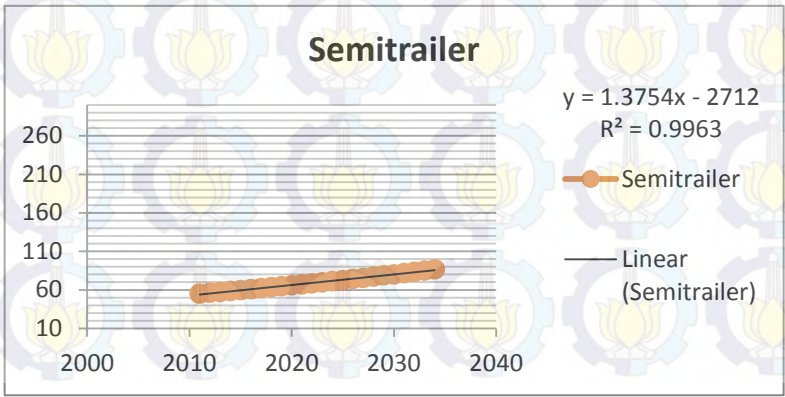
Tabel 5.7 Pertumbuhan Trailer

Tahun	Trailer	I rencana	Prediksi Trailer
2011	8	2%	8
2012			8
2013			8
2014			8
2015			9
2016			9
2017			9
2018			9
2019			9
2020			10
2021			10
2022			10
2023			10
2024			10
2025			11
2026			11
2027			11
2028			11
2029			11
2030			12
2031			12
2032			12
2033			12
2034			13

**Gambar 5.6** Grafik Pertumbuhan Trailer

Tabel 5.8 Pertumbuhan Semitrailer

Tahun	Semitrailer	I rencana	Prediksi Semitrailer
2011	55	2%	55
2012			56
2013			57
2014			58
2015			60
2016			61
2017			62
2018			63
2019			64
2020			66
2021			67
2022			68
2023			70
2024			71
2025			73
2026			74
2027			76
2028			77
2029			79
2030			80
2031			82
2032			83
2033			85
2034			87



Gambar 5.7 Grafik Pertumbuhan Semitrailer

Tabel 5.9 LHR Bojonegoro-Padangan hingga Umur Rencana

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2011	2014	2034	Berat (ton)
1	2	Jeep, Sedan, ST. Wagon	5564	6441	17090	2
2	3	Angkutan Kota, MPU	6748	7812	20727	2
3	4	Mobil Box, Pick up	4552	5270	13982	2
4	5A	Bus Kecil	396	445	976	6
5	5B	Bus Besar	6	7	15	9
6	6A	Truk Ringan	1684	1840	3324	8.3
7	6B	Truk 2As	374	409	738	18.2
8	7A	Truk 3As	158	168	249	25
9	7B	Trailer	8	8	13	31.4
10	7C	Semitrailer	55	58	87	42
TOTAL			19545	28453	64279	

Sumber: BBPJJN V

5.1.2 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) berikut ini berdasar pada Bina Marga MST-10 ton, untuk jenis kendaraan yang mewakili sama, dapat digunakan untuk parameter nilai VDF dalam perencanaan tebal perkerasan, yang disesuaikan dengan ketentuan dalam perencanaan.

Tabel 5.10 : *Vehicle damage factor* Bina Marga MST-10ton

No.	Type kendaraan & golongan				Nilai VDF
1	Bus kecil	5a	Gol-2	1.2	0,3
2	Bus besar	5b	Gol-9	1.2	1,0
3	Truck 2 as (H)	6	Gol-3	1.2H	7,3
4	Truck 3 as	7a	Gol-4	1.2.2	28,9
5	Trailer 4 as, truck gandengan	7b	Gol-6	1.2+2.2	36,9
6	Truck s. trailer 5 as	7c	Gol-8	1.2.2+2.2	41,6

Sumber: Manual Desain Perkerasan (2013)

5.1.3 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah

kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai :

$$ESA = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

$$R = \frac{(1+0.01i)^{UR}-1}{0.01i}$$

Dimana ESA : lintasan sumbu standar ekivalen (equivalent standard axle) untuk 1 (satu) hari

LHRT : lintas harian rata – rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu

CESA : Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i : tingkat pertumbuhan tahunan (%)

UR : umur rencana (tahun)

$$\begin{aligned} ESA_{\text{bus kecil}} &= 445 \times 0.3 \\ &= 133.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1+0.01*4)^{20}-1}{0.01*4} \\ &= 29.778 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CESA_{\text{bus kecil}} &= 133.63 \times 365 \times 29.7781 \\ &= 1452466.065 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan CESA lainnya dapat dilihat pada tabel 5.11 berikut ini:

Tabel 5.11 : Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2014	VDF	ESA	i	R	CESA
1	2	Jeep, Sedan, ST. Wagon	6441	-	-	6%	36.7856	-
2	3	Angkutan Kota, MPU	7812	-	-	5%	33.066	-
3	4	Mobil Box, Pick up	5270	-	-	5%	33.066	-
4	5A	Bus Kecil	445	0.3	133.63	4%	29.7781	1452466.065
5	5B	Bus Besar	7	1	6.75	4%	29.7781	73356.87199
6	6A	Truk Ringan	1840	0.8	1472.12	3%	26.8704	14438109.52
7	6B	Truk 2As	409	7.3	2983.36	3%	26.8704	29259892.09
8	7A	Truk 3As	168	28.9	4845.69	2%	24.2974	42974177.47
9	7B	Trailer	8	36.9	313.27	2%	24.2974	2778235.117
10	7C	Semitrailer	58	41.6	2428.04	2%	24.2974	21533204.43
TOTAL			22458	-	12183			112509441.6

5.1.4 Traffic Multiplier (TM) – Lapisan Aspal

Nilai TM kelelahan lapisan aspal (TM lapisan aspal) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8 - 2. Nilai yang akurat berbeda-beda tergantung dari beban berlebih pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk.

Maka, ditentukan $TM = 2$.

Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk desain perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai TM untuk mendapatkan nilai $CESA_5$, $CESA_5 = (TM \times CESA_4)$.

$$\begin{aligned}
 CESA_5 &= 2 \times CESA_4 \\
 &= 2 \times 112509441.6 \\
 &= 225018883.1
 \end{aligned}$$

5.1.5 Pemilihan Jenis Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Desain ini memilih jenis perkerasan AC dengan Aspal Modifikasi.

Aspal modifikasi direkomendasikan digunakan untuk lapis aus (wearing course) untuk jalan dengan repetisi lalu lintas selama 20 tahun melebihi 10 juta ESA. Tujuan dari penggunaan bahan pengikat aspal modifikasi adalah untuk memperpanjang umur pelayanan dan umur fatigue dan ketahanan deformasi lapis permukaan akibat lalu lintas berat.

Aspal modifikasi hanya boleh digunakan jika sumber daya untuk pencampuran dan penyimpanan tersedia.

5.1.6 Struktur Perkerasan

Solusi perkerasan yang banyak dipilih berdasarkan pada pembebanan dan pertimbangan biaya terkecil diberikan dalam **Bagan Desain 3** Perkerasan Lentur terdapat pada lampiran. Solusi lain dapat diadopsi untuk menyesuaikan dengan kondisi setempat tetapi disarankan untuk tetap menggunakan bagan sebagai langkah awal untuk semua desain.

Maka struktur perkerasan termasuk dalam (F8) dengan pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain 200-500 (10^6 CESA₅) dengan ketebalan AC WC 50 mm, AC BC 280 mm, dan LPA Kelas A 300 mm.

50 mm (AC WC)
280 mm (AC BC)
300 mm (LPA Kelas A)

Gambar 5.8 Ketebalan Lapis Perkerasan Lentur

5.2 Perencanaan Pelapisan Tambah (Overlay)

Konstruksi perkerasan jalan akan habis masa layannya, sehingga jalan tersebut sudah tidak nyaman untuk dilewati. Untuk itu, jalan tersebut memerlukan lapis tambah agar kembali menjadi baik tingkat pelayanannya baik itu dari segi kekuatan, kenyamanan, dan keamanan. Berikut adalah data pemeliharaan rutin Pelaksanaan Jalan Nasional Metropolitan I Jakarta PPK 11 dan PPK 12:

Tabel 5.12 : Data Pemeliharaan Rutin PPK 11 Metro I

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (Km)	2012				2013			
			Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan
	Rutin Jalan Sudirman (Bekasi)-Jln. Akses Marunda-Jln. Laks. Yos Sudarso-Jln. Halim Perdana Kusuma (PPK 11)									
1	Rutin Jalan Halim Perdana Kusumah	2.39	1.725	Rp 388,851	Rp 225,421	72%	0	Rp -	-	0%
2	Rutin Jalan DI. Panjaitan	3.54	2.175	Rp 661,598	Rp 304,183	61%	2.1	Rp 294,000	Rp 140,000	59%
3	Rutin Jalan Jend. A. Yani	5.700	2.825	Rp 1,189,581	Rp 421,091	50%	5.7	Rp 798,000	Rp 140,000	100%
4	Rutin Jalan Perintis Kemerdekaan	4.100	2.4	Rp 944,886	Rp 393,703	59%	3.3	Rp 495,000	Rp 150,000	80%
5	Jln. Bekasi Raya	7.038	1.225	Rp 1,625,083	Rp 1,326,598	17%	7	Rp 1,050,000	Rp 150,000	99%
6	Rutin Jalan Laks. Yos sudarso	6.726	2.53	Rp 1,162,045	Rp 459,306	38%	5.13	Rp 666,900	Rp 130,000	76%
7	Rutin Jalan Cakung Cilincing (Jakarta)	9.030	1.675	Rp 1,186,998	Rp 708,656	19%	3.12	Rp 405,600	Rp 130,000	35%
8	Rutin Jalan Akses Marunda	3.620	1.675	Rp 593,739	Rp 354,471	46%	6.3	Rp 819,000	Rp 130,000	174%
9	Jln. Sultan Agung (Bekasi)	3.541	2.18	Rp 459,138	Rp 210,614	62%	3.54	Rp 460,200	Rp 130,000	100%
10	Jln. Sudirman (Bekasi)	2.522	2	Rp 217,797	Rp 108,899	79%	2.5	Rp 325,000	Rp 130,000	99%
	TOTAL	48.207	20.41	Rp 8,429,716	Rp 413,019	42%	38.69	Rp 5,313,700	Rp 137,340	80%

Sumber: BBPJJN IV

Tabel 5.13 : Data Pemeliharaan Rutin PPK 12 Metro I

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (Km)	2012				2013			
			Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan
	Rutin Jalan TB. Simatupang-Mayjen Sutoyo-Trans Yogi (Depok) (PPK 12)									
1	Rutin Jalan TB. Simatupang (Jakarta)	12.86	5.25	Rp 1,637,948	Rp 311,990	41%	10.13	Rp 1,317,000	Rp 130,010	79%
2	Rutin Jalan Bogor Raya	11.3	4.952	Rp 1,464,119	Rp 295,662	44%	7.8	Rp 1,014,000	Rp 130,000	69%
3	Rutin Jalan Mayjen Sutoyo	2.094	2.063	Rp 184,702	Rp 89,531	99%	-	-	-	-
4	Rutin Jalan Trans Yogi (depok)	9.26	1.85	Rp 2,019,925	Rp 1,091,851	20%	3.89	Rp 506,000	Rp 130,077	42%
	TOTAL	35.514	14.115	Rp 5,306,694	Rp 375,961	40%	22	Rp 2,837,000	Rp 130,018	61%

Sumber: BBPJJN IV

Berdasarkan data lapangan tersebut, maka diasumsikan perkerasan mengalami kerusakan sepanjang 20% dari panjang jalan setiap 2 tahun. Untuk kondisi lapisan permukaan yang berbahan laston, pada umur rencana diasumsikan lapisan perkerasan laston mengalami retak sedang, deformasi, dan lubang sehingga direncanakan tebal pelapisan tambah sebagai berikut:

Tabel 5.14 : Asumsi Kerusakan Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)
1	Tahun ke-2	20	2.3
2	Tahun ke-4	40	4.6
3	Tahun ke-6	60	6.9
4	Tahun ke-8	80	9.2
5	Tahun ke-10	100	11.5
6	Tahun ke-12	20	2.3
7	Tahun ke-14	40	4.6
8	Tahun ke-16	60	6.9
9	Tahun ke-18	80	9.2

BAB VI

ANALISA EKONOMI

6.1 Perkerasan Lentur

Dari hasil perhitungan perencanaan tebal perkerasan lentur pada bab V yang didapatkan:

- a. *Asphalt Concrete Wearing Course (AC WC)* = 50 mm
- b. *Asphalt Concrete Binder Course (AC BC)* = 280 mm
- c. LPA kelas A = 300 mm

Setelah diketahui tebal perkerasan diatas, maka selanjutnya menghitung semua volume untuk pekerjaan konstruksi perkerasan lentur.

1. Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC WC)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang jalan} \times \text{lebar jalan} \times \text{tebal perkerasan} \\ &= 11500 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \\ &= 6325 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Pekerjaan Laston Lapis Antara (AC BC)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang jalan} \times \text{lebar jalan} \times \text{tebal perkerasan} \\ &= 11500 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 0.28 \text{ m} \\ &= 35420 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang jalan} \times \text{lebar jalan} \times \text{tebal perkerasan} \\ &= 11500 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 0.30 \text{ m} \\ &= 37950 \text{ m}^3\end{aligned}$$

6.1.1 Perhitungan Biaya Awal Konstruksi

Kegiatan pekerjaan fisik di Direktorat Jenderal Bina Marga, atau dinas-dinas daerah terkait dengan pekerjaan Bina Marga pada umumnya mengikuti spesifikasi teknik. Spesifikasi tersebut sebagai dasar untuk menyusun analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) dan pada penelitian ini digunakan AHSP 2013.

Tabel 6.1 AHSP Laston Lapis Aus (AC WC)

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
I.	ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)				
2	Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan				
3	Kondisi existing jalan : sedang				
4	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L	7.88	KM	
5	Tebal Lapis (AC-WC L) padat	t	0.05	M	
6	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7.00	Jam	
7	Faktor kehilangan material : - Agregat - Aspal	Fh1 Fh2	1.05 1.03	-	
8	Berat isi Agregat (padat)	Bip	1.81	ton/m3	
9	Berat Isi Agregat (lepas)	Bil	1.51	ton/m3	
10	Komposisi campuran AC-WC : - Agr Pch Mesin 5 - 10 & 10 - 15 mm - Agregat Pecah Mesin 0 - 5 mm - Semen - Asphalt - Anti Stripping Agent	5-10&10-1 0-5 FF As Asa	44.70 48.00 1.90 5.40 0.30	% % % % %As	Gradasi harus - memenuhi - Spesifikasi
11	Berat isi bahan : - AC-WC - Agr Pch Mesin 5 - 10 & 10 - 15 mm - Agr Pch Mesin 0 - 5 mm	D1 D2 D3	2.32 1.42 1.57	ton / M3 ton / M3 ton / M3	
12	Jarak Stock pile ke Cold Bin	I	0.05	km	
II.	URUTAN KERJA				
1	Wheel Loader memuat Agregat ke dalam Cold Bin AMP.				
2	Agregat dan aspal dicampur dan dipanaskan dengan AMP untuk dimuat langsung kedalam Dump Truck dan diangkut ke lokasi pekerjaan.				
3	Campuran panas AC dihampar dengan Finisher dan dipadatkan dengan Tandem & Pneumatic Tire Roller.				
4	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dengan menggunakan Alat Bantu.				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1.	BAHAN				
1.a.	Agr 5-10 & 10-15 = ("5-10&10-15" x Fh1) : D2	(M92)	0.3305	M3	
1.b.	Agr 0-5 = ("0-5" x Fh1) : D3	(M91)	0.3210	M3	
2.	ALAT				
2.a.	<u>WHEEL LOADER</u> Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor efisiensi alat Waktu Siklus T1 + T2 + T3 - Kecepatan maju rata rata - Kecepatan kembali rata rata - Muat ke Bin = (1 x 60) / Vf - Kembali ke Stock pile = (1 x 60) / Vr - Lain - lain (waktu pasti)	(E15) V Fb Fa Ts1 Vf Vr T1 T2 T3 Ts1	1.50 0.85 0.83 - 15.00 20.00 0.20 0.15 0.75 1.10	M3 - - - km/jam km/jam menit menit menit menit	panduan panduan panduan
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60 \times Bip}{Ts1}$	Q1	104.48	ton	
	Koefisien Alat/ton = 1 : Q1	(E15)	0.0096	Jam	

Berlanjut ke hal. berikut.

Tabel 6.1 AHSP Laston Lapis Aus (AC WC) (lanjutan)

Lanjutan

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
2.b.	<u>ASPHALT MIXING PLANT (AMP)</u> Kapasitas produksi Faktor Efisiensi alat Kap.Prod. / jam = $V \times Fa$ Koefisien Alat/ton = 1 : Q2	(E01) V Fa Q2 (E01)	60.00 0.83 49.80 0.0201	ton / Jam - ton Jam	
2.c.	<u>GENERATORSET (GENSET)</u> Kap.Prod. / Jam = SAMA DENGAN AMP Koefisien Alat/ton = 1 : Q3	(E12) Q3 (E12)	49.80 50.00 0.0201	ton Jam Jam	
2.d.	<u>DUMP TRUCK (DT)</u> Kapasitas bak Faktor Efisiensi alat Kecepatan rata-rata bermuatan Kecepatan rata-rata kosong Kapasitas AMP / batch Waktu menyiapkan 1 batch AC-BC Waktu Siklus - Mengisi Bak = $(V : Q2b) \times Tb$ - Angkut = $(L : v1) \times 60$ menit - Tunggu + dump + Putar - Kembali = $(L : v2) \times 60$ menit Kap.Prod. / jam = $\frac{V \times Fa \times 60}{Ts2}$ Koefisien Alat/ton = 1 : Q4	(E08) V Fa v1 v2 Q2b Tb Ts2 T1 T2 T3 T4 Ts2 Q4 (E08)	3.50 0.80 40.00 50.00 1.00 1.00 3.50 11.82 15.00 9.46 39.78 4.22 0.2368	Ton - KM / Jam KM / Jam ton menit menit menit menit menit menit ton Jam	
2.e.	<u>ASPHALT FINISHER</u> Kecepatan menghampar Faktor efisiensi alat Lebar hamparan Kap.Prod. / jam = $b \times 60 \times Fa \times t \times D1$ Koefisien Alat/ton = 1 : Q5	(E02) V Fa b Q5 (E02)	5.00 0.83 3.15 90.98 0.0110	m/menit - meter ton Jam	
2.f.	<u>TANDEM ROLLER</u> Kecepatan rata-rata alat Lebar efektif pemadatan Jumlah lintasan Lajur lintasan Faktor Efisiensi alat Lebar Overlap Apabila $N \leq 1$ Kap. Prod. / jam = $\frac{1000 \times b \times t \times Fa \times D1}{n}$ Apabila $N > 1$ Kap. Prod. / jam = $\frac{(N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times D1}{n}$ Koefisien Alat/ton = 1 : Q6	(E17) v b n N Fa bo Q6 (E17)	1.50 1.48 6.00 3.00 0.83 0.30 0.0000 92.43 0.0108	Km / Jam M lintasan lintasan - M ton ton Jam	2 Awal & 4 Akhir
2.g.	<u>PNEUMATIC TIRE ROLLER</u> Kecepatan rata-rata Lebar efektif pemadatan Jumlah lintasan Lajur lintasan Lebar Overlap Faktor Efisiensi alat Kap.Prod./jam = $\frac{(N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times D1}{n}$ Koefisien Alat/ton = 1 : Q7	(E18) v b n N bo Fa Q7 (E18)	2.50 1.99 6.00 3.00 0.30 0.83 215.43 0.0046	KM / jam M lintasan lintasan M - ton Jam	

Berlanjut ke hal. berikut.

Tabel 6.1 AHSP Laston Lapis Aus (AC WC) (lanjutan)

Lanjutan

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
2.h.	ALAT BANTU - Rambu = 2 buah - Kereta dorong = 2 buah - Sekop = 3 buah - Garpu = 2 buah - Tongkat Kontrol ketebalan hampan				Lamp Sum
3.	TENAGA Produksi menentukan : A M P Produksi AC-WC / hari = Tk x Q2 Kebutuhan tenaga : - Pekerja - Mandor Koefisien Tenaga / ton : - Pekerja = (Tk x P) / Qt - Mandor = (Tk x M) / Qt	Q2 Qt P M (L01) (L03)	49.80 348.60 10.00 1.00 0.2008 0.0201	M2 / Jam M2 orang orang Jam Jam	
4.	HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT Lihat lampiran.				
5.	ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN. Didapat Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 454,620.94 / ton				
6.	WAKTU PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN Masa Pelaksanaan : bulan				
7.	VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN Volume pekerjaan : 1.00 ton				

Tabel 6.1 AHSP Laston Lapis Aus (AC WC) (lanjutan)

NO.	KOMPONEN		SATUAN	PERKIRAAN KUANITITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>					
1.	Pekerja	(L01)	Jam	0.2008	6,958.15	1,397.22
2.	Mandor	(L03)	Jam	0.0201	10,705.64	214.97
JUMLAH HARGA TENAGA						1,612.19
B.	<u>BAHAN</u>					
1.	Agr 5-10 & 10-20	(M92)	M3	0.3305	214,032.00	70,743.61
2.	Agr 0-5	(M91)	M3	0.3210	219,128.00	70,344.28
JUMLAH HARGA BAHAN						141,087.88
C.	<u>PERALATAN</u>					
1.	Wheel Loader	E15	Jam	0.0096	223,689.24	2,141.01
2.	AMP	E01	Jam	0.0201	7,219,062.30	144,961.09
3.	Genset	E12	Jam	0.0201	490,902.24	9,857.47
4.	Dump Truck	E08	Jam	0.2368	299,092.05	70,815.69
5.	Asp. Finisher	E02	Jam	0.0110	1,482,063.05	16,289.16
6.	Tandem Roller	E17	Jam	0.0108	555,443.81	6,009.42
7	P. Tyre Roller	E18	Jam	0.0046	549,041.33	2,548.62
8	Alat Bantu		Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						252,622.49
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					395,322.56
E.	OVERHEAD & PROFIT 15.0 % x D					59,298.38
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					454,620.94

Tabel 6.2 AHSP Laston Lapis Antara (AC BC)

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
I.	ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)				
2	Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan				
3	Kondisi existing jalan : rusak				
4	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L	7.88	KM	
5	Tebal Lapis (AC) padat	t	0.28	M	
6	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7.00	Jam	
7	Faktor kehilangan material : - Agregat - Aspal	Fh1 Fh2 Bip Bil	1.05 1.03 1.81 1.51	- - ton/m3 ton/m3	
8	Berat isi Agregat (padat)				
9	Berat Isi Agregat (lepas)				
10	Komposisi campuran AC-BC : - Agr Pch Mesin 5 - 10 & 10 - 20 mm - Agregat Pecah Mesin 0 - 5 mm - Semen - Asphalt - Anti Stripping Agent	5-10&10-2 0-5 FF As Asa	52.20 40.80 1.90 5.10 0.30	% % % % %As	Gradasi harus - memenuhi - Spesifikasi
11	Berat Isi bahan : - AC-BC - Agr Pch Mesin 5 - 10 & 10 - 20 mm - Agr Pch Mesin 0 - 5 mm	D1 D2 D3	2.32 1.41 1.57	ton / M3 ton / M3 ton / M3	
12	Jarak Stock file ke cold bin	I	0.05	km	
II.	URUTAN KERJA / METODE PELAKSANAAN				
1	Wheel Loader memuat Agregat dan Asphalt ke dalam Cold Bin AMP				
2	Agregat dan aspal dicampur dan dipanaskan dengan dengan AMP untuk dimuat langsung ke dalam Dump Truck dan diangkut ke lokasi pekerjaan				
3	Campuran panas AC dihamper dengan Finisher dan dipadatkan dengan Tandem & Pneumatic Tire Roller				
4	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dengan menggunakan Alat Bantu				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1.	BAHAN				
1.a.	Agr 5-10 & 10-20 = ("5-10&10-20" x Fh1) : D2	(M92)	0.3887	M3	
1.b.	Agr 0-5 = ("0-5" x Fh1) : D3	(M91)	0.2729	M3	
2.	ALAT				
2.a.	WHEEL LOADER	(E15)			
	Kapasitas bucket	V	1.50	M3	
	Faktor bucket	Fb	0.85	-	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Waktu Siklus T1 + T2 + T3	Ts1	1.10	menit	
	- Kecepatan maju rata rata	Vf	15.00	km/jam	panduan
	- Kecepatan kembali rata rata	Vr	20.00	km/jam	panduan
	- Muat ke Bin = (1 x 60) / Vf	T1	0.20	menit	
	- Kembali ke Stock pile = (1 x 60) / Vr	T2	0.15	menit	
	- Lain - lain (waktu pasti)	T3	0.75	menit	
		Ts1	1.10	menit	
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60 \times Bip}{Ts1}$	Q1	104.48	ton	
	Koefisien Alat/ton = 1 : Q1	(E15)	0.0096	Jam	

Berlanjut ke hal. berikut.

Tabel 6.2 AHSP Laston Lapis Antara (AC BC) (lanjutan)

Lanjutan

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
2.b.	<u>ASPHALT MIXING PLANT (AMP)</u> Kapasitas produksi Faktor Efisiensi alat Kap.Prod. / jam = $V \times Fa$ Koefisien Alat / ton = 1 : Q2	(E01) V Fa Q2 (E01)	60.00 0.83 49.80 0.0201	ton / Jam - ton Jam	
2.c.	<u>GENERATORSET (GENSET)</u> Kap.Prod. / Jam = SAMA DENGAN AMP Koefisien Alat / ton = 1 : Q3	(E12) Q3 (E12)	 49.80 0.0201	 ton Jam	
2.d.	<u>DUMP TRUCK (DT)</u> Kapasitas bak Faktor Efisiensi alat Kecepatan rata-rata bermuatan Kecepatan rata-rata kosong Kapasitas AMP / batch Waktu menyiapkan 1 batch AC-BC Waktu Siklus - Mengisi Bak = $(V : Q2b) \times Tb$ - Angkut = $(L : v1) \times 60$ menit - Tunggu + dump + Putar - Kembali = $(L : v2) \times 60$ menit Kap.Prod. / jam = $\frac{V \times Fa \times 60}{Ts2}$ Koefisien Alat / ton = 1 : Q4	(E08) V Fa v1 v2 Q2b Tb Ts2 T1 T2 T3 T4 Ts2 Q4 (E08)	 3.50 0.80 40.00 50.00 1.00 1.00 3.50 11.82 15.00 9.46 39.78 4.22 0.2368	 ton - Km / Jam Km / Jam ton menit menit menit menit menit menit ton Jam	
2.e.	<u>ASPHALT FINISHER</u> Kecepatan menghampar Faktor efisiensi alat Lebar hamparan Kap.Prod. / jam = $V \times b \times 60 \times Fa \times t \times D1$ Koefisien Alat / ton = 1 : Q5	(E02) V Fa b Q5 (E02)	 5.00 0.83 3.15 509.51 0.0020	m/menit - meter ton Jam	Normal
2.f.	<u>TANDEM ROLLER</u> Kecepatan rata-rata alat Lebar efektif pemadatan Jumlah lintasan Jumlah lajur lintasan Lebar overlap Faktor Efisiensi alat Kap. Prod./jam = $\frac{(v \times 1000) \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times D1}{n}$ Koefisien Alat / ton = 1 : Q6	(E17) v b n N bo Fa Q6 (E17)	 1.50 1.48 6.00 3.00 0.30 0.83 517.60 0.0019	Km / Jam M lintasan M m - ton Jam	2 awal & 4 Akhir Normal
2.g.	<u>PNEUMATIC TIRE ROLLER</u> Kecepatan rata-rata Lebar efektif pemadatan Jumlah lintasan Lajur lintasan Lebar Overlap Faktor Efisiensi alat Kap.Prod. / jam = $\frac{(v \times 1000) \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times D1}{n}$ Koefisien Alat / ton = 1 : Q7	(E18) v b n N bo Fa Q7 (E18)	 2.50 1.99 6.00 3.00 0.30 0.83 1,206.39 0.0008	KM / Jam M lintasan M M - ton Jam	

Berlanjut ke hal. berikut.

Tabel 6.2 AHSP Laston Lapis Antara (AC BC) (lanjutan)

Lanjutan

No.	U R A I A N	KODE	KOE.F.	SATUAN	KETERANGAN
2.h.	<u>ALAT BANTU</u> diperlukan : - Kereta dorong = 2 buah - Sekop = 3 buah - Garpu = 2 buah - Tongkat Kontrol ketebalan hanparan				Lump Sum
3.	TENAGA Produksi menentukan : AMP Produksi AC-BC / hari = Tk x Q5 Kebutuhan tenaga : - Pekerja - Mandor	Q2 Qt P M	49.80 348.60 10.00 1.00	ton ton orang orang	
	Koefisien Tenaga / ton : - Pekerja = (Tk x P) / Qt - Mandor = (Tk x M) / Qt	(L01) (L03)	0.2008 0.0201	Jam Jam	
4.	HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT Lihat lampiran.				
5.	ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN. Didapat Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 433,338.80 / TON				
6.	WAKTU PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN Masa Pelaksanaan : bulan				
7.	VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN Volume pekerjaan : 1.00 ton				

Tabel 6.2 AHSP Laston Lapis Antara (AC BC) (lanjutan)

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.2008	6,958.15	1,397.22
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0201	10,705.64	214.97
JUMLAH HARGA TENAGA					1,612.19
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Agr 5-10 & 10-20 (M92)	M3	0.3887	214,032.00	83,199.25
2.	Agr 0-5 (M91)	M3	0.2729	219,128.00	59,792.63
JUMLAH HARGA BAHAN					142,991.88
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Wheel Loader E15	Jam	0.0096	223,689.24	2,141.01
2.	AMP E01	Jam	0.0201	7,219,062.30	144,961.09
3.	Genset E12	Jam	0.0201	490,902.24	9,857.47
4.	Dump Truck E08	Jam	0.2368	299,092.05	70,815.69
5.	Asphalt Finisher E02	Jam	0.0020	1,482,063.05	2,908.78
6.	Tandem Roller E17	Jam	0.0019	555,443.81	1,073.11
7.	P. Tyre Roller E18	Jam	0.0008	549,041.33	455.11
8.	Alat Bantu	Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					232,212.28
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				376,816.35
E.	OVERHEAD & PROFIT 15.0 % x D				56,522.45
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				433,338.80

Tabel 6.3 AHSP Lapis Pondasi Agregat Kelas A

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
I.	ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)				
2	Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan				
3	Kondisi existing jalan : sedang				
4	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L	7.88	KM	
5	Tebal lapis agregat padat	t	0.30	M	
6	Berat isi padat	Bip	1.81	-	
7	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7.00	jam	
8	Proporsi Campuran : - Agregat Pecah Mesin 20 - 30 mm	20-30	28.00	%	Gradasi harus memenuhi Spec.
	- Agregat Pecah Mesin 5 - 10 & 10 - 20 mm	5-10&10-20	42.00	%	
	- Pasir Urug	PU	30.00	%	
9	Berat Isi Agregat (lepas)	Bil	1.51	ton/m3	
	Faktor kehilangan - Agregat A	Fh1	1.05		
II.	URUTAN KERJA				
1	Wheel Loader memuat Agregat campuran ke dalam Dump Truck di Base Camp				
2	Dump Truck mengangkut Agregat kelas A ke lokasi pekerjaan dan dihampar dengan Motor Grader				
3	Hamparan Agregat dibasahi dengan Water Tank Truck sebelum dipadatkan dengan Tandem Roller				
4	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan menggunakan Alat Bantu				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1.	BAHAN				
	- Agregat A = 1 M3 x (Bip/Bil) x Fh	(M26)	1.258609272	M3	
2.	ALAT				
2.a	<u>WHEEL LOADER</u>	(E15)			
	Kapasitas bucket	V	1.50	M3	(lepas)
	Faktor bucket	Fb	0.85	-	kondisi sedang
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Waktu Siklus :				
	- Memuat dan lain-lain	Ts1	0.45	menit	panduan
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1 \times Bip/Bil}$	Q1	117.71	M3	
	Koefisien Alat / M3 = 1 : Q1	(E15)	0.0085	jam	
2.b	<u>DUMP TRUCK</u>	(E08)			
	Kapasitas bak	V	3.50	ton	
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.80	-	
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	40.00	KM/jam	
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	50.00	KM/jam	
	Waktu Siklus :				
	- Waktu memuat = $V \times 60 / Q1 \times Bil$	T1	1.18	menit	
	- Waktu tempuh isi = $(L : v1) \times 60$ menit	T2	11.82	menit	
	- Waktu tempuh kosong = $(L : v2) \times 60$ menit	T3	9.46	menit	
	- lain-lain	T4	2.00	menit	
		Ts2	24.46	menit	
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V \times Fa \times 60}{Ts2 \times Bip}$	Q2	3.79	M3	
	Koefisien Alat / M3 = 1 : Q2	(E08)	0.2635	jam	

Berlanjut ke hal. berikut

Tabel 6.3 AHSP Lapis Pondasi Agregat Kelas A (lanjutan)

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
2.c.	MOTOR GRADER Panjang hamparan Lebar efektif kerja blade Faktor Efisiensi alat Kecepatan rata-rata alat Jumlah lintasan Lajur lintasan Lebar Overlap Waktu Siklus : - Perataan 1 lintasan = $Lh : (v \times 1000) \times 60$ - Lain-lain	(E13) Lh b Fa v n N bo Ts3 T1 T2	50.00 2.40 0.83 4.00 6.00 3.00 0.30 0.75 1.00	M M - KM/jam lintasan M menit menit	1 x pp
	$\text{Kap. Prod. / jam} = \frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts3}$	Q3	469.54	M3	
	Koefisien Alat / M3 = 1 : Q3	(E13)	0.0021	jam	
2.d.	TANDEM ROLLER Kecepatan rata-rata alat Lebar efektif pemadatan Jumlah lintasan Jumlah lajur lintasan Lebar overlap Faktor Efisiensi alat	(E17) v b n N bo Fa	1.50 1.20 6.00 3.00 0.30 0.83	KM/jam M lintasan m -	
	$\text{Kap. Prod. / jam} = \frac{(v \times 1000) \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa}{n}$	Q4	149.40	M3	
	Koefisien Alat / M3 = 1 : Q4	(E19)	0.0067	jam	
2.e.	WATER TANK TRUCK Volume tanki air Kebutuhan air / M3 agregat padat Kapasitas pompa air Faktor Efisiensi alat	(E23) V Wc pa Fa	4.00 0.07 100.00 0.83	M3 M3 liter/menit -	
	$\text{Kap. Prod. / jam} = \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc}$	Q5	71.14	M3	
	Koefisien Alat / M3 = 1 : Q5	(E23)	0.0141	jam	
2.g.	ALAT BANTU Diperlukan : - Kereta dorong = 2 buah. - Sekop = 3 buah. - Garpu = 2 buah.				Lump Sum
3.	TENAGA Produksi menentukan : WHEEL LOADER Produksi agregat / hari = Tk x Q1 Kebutuhan tenaga : - Pekerja - Mandor	Q1 Qt P M	117.71 823.99 7.00 1.00	M3/jam M3 orang orang	
	Koefisien tenaga / M3 : - Pekerja = (Tk x P) : Qt - Mandor = (Tk x M) : Qt	(L01) (L03)	0.0595 0.0085	jam jam	
4.	HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT Lihat lampiran.				

Berlanjut ke hal. berikut

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
5.	ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASIING-MASIING HARGA SATUAN. Didapat Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 391,104.85 / M3.				
6.	WAKTU PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN Masa Pelaksanaan : bulan				
7.	VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN Volume pekerjaan : 1.00 M3				

Tabel 6.3 AHSP Lapis Pondasi Agregat Kelas A (lanjutan)

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	0.0595	6,958.15	413.78
2.	Mandor (L03)	jam	0.0085	10,705.64	90.95
JUMLAH HARGA TENAGA					504.72
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Agregat A M26	M3	1.2586	198,744.00	250,141.04
JUMLAH HARGA BAHAN					250,141.04
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Wheel Loader (E15)	jam	0.0085	223,689.24	1,900.29
2.	Dump Truck (E08)	jam	0.2635	299,092.05	78,814.53
3.	Motor Grader (E13)	jam	0.0021	779,235.49	1,659.56
4.	Tandem Roller (E17)	jam	0.0067	555,443.81	3,717.83
5.	Water Tanker (E23)	jam	0.0141	238,556.31	3,353.20
6.	Alat Bantu	Ls	1.0000	0.00	0.00
7.					
UMLAH HARGA PERALATAN					89,445.41
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				340,091.17
E.	OVERHEAD & PROFIT 15.0 % x D				51,013.68
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				391,104.85

Menurut perhitungan lab, kisaran nilai GMM (bulk density) aspal

$$\approx 2,4 \text{ g/cm}^3$$

$$\approx 2,4 \text{ ton/m}^3$$

1 ton asphalt hotmix

$$= 1 \text{ ton}/(2,4 \text{ ton/m}^3)$$

$$= 0,4167 \text{ m}^3$$

$$\approx 0,42 \text{ m}^3$$

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pekerjaan konstruksi perkerasan lentur terdapat pada tabel 6.4.

Tabel 6.4 Perhitungan RAB Perkerasan Lentur

No.	Uraian Pekerjaan	Vol. (m3)	Vol. (Ton)	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Laston Lapis Aus (AC-WC)	6325	15059.524	Rp 454,621	Rp 6,846,374,912
2	Laston Lapis Antara (AC-BC)	27830	66261.905	Rp 433,339	Rp 28,713,854,480
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18975	-	Rp 391,105	Rp 7,421,214,506
	Jumlah				Rp 42,981,443,898

Jadi, total biaya konstruksi dari perkerasan lentur sebesar Rp. 42,981,443,898.

6.1.2 Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin

Untuk pemeliharaan berkala pada jalan Bojonegoro-Padangan direncanakan untuk dilakukan *overlay* selama 2 tahun sekali dengan panjang jalan yang telah direncanakan pada bab sebelumnya, maka selanjutnya dihitung biaya pemeliharaan rutin senilai Rp.130,000,000.-/Km.

Tabel 6.5 Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)	Biaya/Km (x1000)	Anggaran (x1000)
1	Tahun ke-2	20	2.3	Rp 130,000	Rp 299,000
2	Tahun ke-4	40	4.6	Rp 130,000	Rp 598,000
3	Tahun ke-6	60	6.9	Rp 130,000	Rp 897,000
4	Tahun ke-8	80	9.2	Rp 130,000	Rp 1,196,000
6	Tahun ke-12	20	2.3	Rp 130,000	Rp 299,000
7	Tahun ke-14	40	4.6	Rp 130,000	Rp 598,000
8	Tahun ke-16	60	6.9	Rp 130,000	Rp 897,000
9	Tahun ke-18	80	9.2	Rp 130,000	Rp 1,196,000

Dari biaya pekerjaan tersebut, dicari nilai future pada tahun-tahun berikutnya.

Tingkat nilai inflasi rata-rata sejak Januari 2012 - Nopember 2014 sebesar 5.82% (www.bi.go.id). Berikut penjabaran data inflasi dari Bank Indonesia pada tabel 6.6:

Tabel 6.6 Tingkat Nilai Inflasi Indonesia 2012-2014

Tahun 2012												
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Des	Rata-rata
3.65%	3.56%	3.97%	4.50%	4.45%	4.53%	4.56%	4.58%	4.31%	4.61%	4.32%	4.30%	4.28%
Tahun 2013												
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Des	Rata-rata
4.57%	5.31%	5.90%	5.57%	5.47%	5.90%	8.61%	8.79%	8.40%	8.32%	8.37%	8.38%	6.97%
Tahun 2014												Rata-rata 2012-2014
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Rata-rata	
8.22%	7.75%	7.32%	7.25%	7.32%	6.70%	4.53%	3.99%	4.53%	4.83%	6.23%	6.24%	5.829%

P tahun ke-2= Rp 299,000,000

Perhitungan Future dihitung dengan rumus:

$$F = P (1+i)^n$$

$$F = \text{Rp } 299,000,000 \times (1+0.0582)^5$$

$$= \text{Rp } 334,816,000$$

Perhitungan future lainnya dapat dilihat pada tabel 6.7.

Tabel 6.7 Perhitungan Future Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	Present (x1000)	Future (x1000)
1	Tahun ke-2	Rp 299,000	Rp 334,816
2	Tahun ke-4	Rp 598,000	Rp 749,846
3	Tahun ke-6	Rp 897,000	Rp 1,259,502
4	Tahun ke-8	Rp 1,196,000	Rp 1,880,500
6	Tahun ke-12	Rp 299,000	Rp 589,501
7	Tahun ke-14	Rp 598,000	Rp 1,320,231
8	Tahun ke-16	Rp 897,000	Rp 2,217,566
9	Tahun ke-18	Rp 1,196,000	Rp 3,310,936

Dari nilai perhitungan future diatas, kemudian dipresent kembali hingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini. Nilai I yang digunakan adalah dari BI Rate atau suku bunga rata-rata

yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia sejak tanggal 12 Januari 2012 hingga 11 Desember 2014 sebesar 6.60%. (www.bi.go.id).

Berikut penjabaran data suku bunga dari Bank Indonesia pada tabel 6.8:

Tabel 6.8 Suku Bunga rata-rata Bank Indonesia 2012-2014

Tahun 2014												
9 Jan	13 Feb	13 Mar	8 Apr	8 Mei	12 Jun	10 Jul	14 Agu	11 Sep	7 Okt	13 Nov	18 Nov	11 Des
7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.75%	7.75%
Tahun 2013												
4 Jan	12 Feb	7 Mar	11 Apr	14 Mei	13 Jun	11 Jul	15 Agu	29 Agu	12 Sep	8 Okt	12 Nov	12 Des
5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	6.00%	6.50%	6.50%	7.00%	7.25%	7.25%	7.50%	7.50%
Tahun 2012												
12 Jan	9 Feb	8 Mar	4 Apr	10 Mei	12 Jun	12 Jul	9 Agu	4 Sep	11 Okt	8 Nov	11 Des	Rata-rata 2012-2014
6.00%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	6.62%

Perhitungan Present dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 P &= F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \\
 &= \text{Rp } 334,816,000 \left[\frac{1}{(1+0.0662)^5} \right] \\
 &= \text{Rp } 294,530,000
 \end{aligned}$$

Perhitungan Present lainnya dapat dilihat pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Perhitungan Present Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	Future (x1000)	Present (x1000)
1	Tahun ke-2	Rp 334,816	Rp 294,530
2	Tahun ke-4	Rp 749,846	Rp 580,253
3	Tahun ke-6	Rp 1,259,502	Rp 857,367
4	Tahun ke-8	Rp 1,880,500	Rp 1,126,066
6	Tahun ke-12	Rp 589,501	Rp 273,162
7	Tahun ke-14	Rp 1,320,231	Rp 538,156
8	Tahun ke-16	Rp 2,217,566	Rp 795,166
9	Tahun ke-18	Rp 3,310,936	Rp 1,044,371

6.1.3 Perhitungan Biaya Pemeliharaan Berkala

Menurut Hikmat Iskandar (2014), beban berlebih atau *overloading* perlu didefinisikan secara jelas. Ada beberapa yang dapat diidentifikasi sebagai beban berlebih yaitu:

1. Berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST= muatan sumbu terberat).
2. Jumlah lintasan rencana tercapai oleh lalu lintas yang operasional sebelum usia rencana tercapai, hal ini sering diungkapkan sebagai “kerusakan dini”.

Kasus *overloading*, jalan-jalan yang rusak dewasa ini sering dituduh sebagai akibat dari *overloading* kendaraan-kendaraan pengangkut barang (Truk). Hal-hal tersebut dipicu oleh fakta adanya jembatan runtuh di Jalur Pantura, Jawa Barat, yaitu jembatan CH Cipunegara pada tahun 2003, yang dituduh penyebabnya oleh muatan berlebih.

Problem kerusakan jalan dalam bidang lalu lintas dapat disebabkan oleh beban lalu lintas rencana yang terlampaui lebih awal. *Overloading* secara legal, sulit diidentifikasi kecuali ada data yang *up to date*. Dalam perencanaan perkerasan, jika direncanakan berdasarkan beban lalu lintas yang ada (jelas berdasarkan data yang terkini) maka tidak ada *overloading* kecuali kerusakan dini.

Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Seksi Program dan Data BBPJN IV, Madia Gunawan, ST, MM., bahwa umur rencana perkerasan lentur pada umumnya akan rusak pada umur 10 tahun dan umur rencana 20 tahun pada Manual Desain Perkerasan 2013 belum diaplikasikan pada tahun 2014. Maka dari itu, diasumsikan pada tahun ke-10 dilakukan pelapisan ulang tambah struktur laston secara keseluruhan.

- Biaya pekerjaan = jumlah harga AC-WC + AC-BC
 = Rp 6,846,374,912 + Rp 28,713,854,480
 = Rp 35,560,229,392

Dari biaya pekerjaan tersebut, dihitung nilai future pada tahun ke-10.

P tahun ke-10= Rp 35,560,229,392

Perhitungan Future dihitung dengan rumus:

$$F = P (1+i)^n$$

$$F = \text{Rp } 35,560,229,392 (1+0.0582)^5$$

$$= \text{Rp } 62,609,772,512$$

Dari nilai perhitungan future diatas, kemudian dipresent kembali hingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini.

Perhitungan Present dihitung dengan rumus:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

$$= \text{Rp } 62,609,772,512 \left[\frac{1}{(1+0.0662)^5} \right]$$

$$= \text{Rp } 32,980,356,355$$

6.2 Perkerasan Kaku

Pada BAB IV telah dijelaskan secara umum terkait Paket Peningkatan Struktur Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan. Berikut adalah tahapan-tahapan pelaksanaan konstruksi jalan meliputi:

a) Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A:

- ✓ Hauling material base.A dengan *dump truck*
- ✓ Penghamparan dengan bulldozer dan pemadatan dengan *vibratory roller*
- ✓ Ketebalan layer 20 cm

b) Pekerjaan Persiapan Perkerasan Rigid:

- ✓ Penentuan elevasi (kerataan/kemiringan subgrade)
- ✓ Pemasangan bekisting *Lean Concrete* dari besi hollow 4/6
- ✓ Pembasahan tanah dasar

c) Pelaksanaan *Lean Concrete*:

- ✓ Penghamparan Beton LC dengan cara manual
- ✓ Diratakan dengan hati-hati agar tidak merusak permukaan beton
- d) Persiapan Pengecoran *Rigid Pavement*:
 - ✓ Persiapan *Concrete Ready Mix*
 - ✓ Persiapan bekisting
 - ✓ Pemasangan plastik
- e) Pemasangan Dowel:
 - ✓ Besi polos Ø 32 (dijaga kelurusan) dicat anti karat, diberi grease dan dibungkus plastik pada sisi bebas, dipasang melintang tiap 5 m.
 - ✓ Besi tie bar besi ulir D13.
- f) Pengecoran:
 - ✓ Plastik sudah terpasang untuk menjaga lean concrete dan *rigid* tidak menyatu.
 - ✓ Dowel dan besi *Tie Bar* telah disiapkan pada posisinya.
 - ✓ *Test slump* lapangan dengan nilai slump tidak lebih dari 6 ± 2 cm.
 - ✓ Pengecoran dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan suhu beton dengan suhu lingkungan (menghindari retak non struktural).
- g) *Grooving*:
 - ✓ Dilakukan setelah 1 jam penghamparan (beton agak kesat).
 - ✓ Kedalaman *grooving* 2mm, jarak 2 cm.
 - ✓ Alat *grooving* terbuat dari plastik lentur yang dibuat sedemikian rupa
- h) Perlindungan dan perawatan beton:
 - ✓ *Curing compound*

- ✓ *Curing* selama 7 hari menggunakan Geotex Non Woven basah

- ✓ Penyiraman rutin selama 14 hari (2 kali sehari)

i) Pemotongan celah dan pengisian *joint sealant*:

- ✓ Pembuatan celah dengan *saw cutter* sedalam 4 cm untuk mencegah *crack* pada beton.

- ✓ *Saw cutter* dilakukan di atas dowel bar.

- ✓ Aplikasi *joint sealant*.

6.2.1 Biaya Awal Konstruksi

Total biaya awal konstruksi pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan sebesar Rp. 95,313,606,511.52,-. Masa perencanaan dan pelaksanaan konstruksi selama 840 hari.

6.2.2 Biaya Pemeliharaan

Total biaya Layanan Pemeliharaan Perkerasan Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan sebesar Rp. 15,135,257,674.30,-. Masa layanan dan pemeliharaan selama 1643 hari dan masa pemeliharaan 180 hari setelah PHO, sehingga total menjadi 1823 hari. Biaya pemeliharaan ini sesuai dengan C.1 Kontrak Berbasis Kinerja diasumsikan dikeluarkan pada tahun ke-2 tanpa memperhitungkan ketersediaan PAGU TA. BBPJN V, karena sistem pembayaran mengikuti prestasi keluaran hasil pekerjaan pelaksana.

Selain itu, biaya pemeliharaan ini hanya berlaku pada tahun ke-2 hingga tahun ke-7, setelah itu menjadi tanggung jawab dari PPK dengan asumsi pengeluaran biaya pemeliharaan rutin hanya pekerjaan *sealant* yang dianggap ringan.

6.3 Nilai Sisa

Berdasarkan pada penelitian Hikmat Iskandar (2014), dan hasil wawancara dengan Madia Gunawan, maka pada kedua tipe

perkerasan ini tidak memiliki Nilai Sisa (*Terminal Value*) disebabkan jalan mengalami rusak parah sebelum umur rencana.

6.4 Sistem Pembayaran

Sehubungan dengan surat Menteri Pekerjaan Umum Nomor KU.03.01-Mn/40 tanggal 27 Januari 2012 dan surat Dirjen Bina Marga Nomor KU 07.02-Db/176 tanggal 30 April 2012, Kementerian Keuangan menyampaikan bahwa permohonan izin kontrak tahun jamak (*Multi Years Contract*) pada Satker Pelaksanaan Jalan Nasional Metropolitan II Surabaya, dapat ditetapkan dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 6.10 Alokasi Kebutuhan Dana Per Tahun

Total	Alokasi Kebutuhan Dana Per Tahun (dalam ribu Rp)							
Kebutuhan	TA. 2012	TA. 2013	TA. 2014	TA. 2015	TA. 2016	TA. 2017	TA. 2018	TA. 2019
159,500,500	35,978,495	55,000,000	61,646,505	1,375,000	1,375,000	1,375,000	1,375,000	1,375,000

6.4.1 Syarat-Syarat Khusus Kontrak (SSKK)

- Pembayaran uang muka dapat diberikan:
 - a. 20% dari kontrak tahun pertama; atau
 - b. 15% dari nilai kontrak
- Pembayaran Prestasi Pekerjaan
 Pembayaran prestasi pekerjaan dilakukan dengan cara Termijn/Angsuran dan pembayaran setiap tahunnya tidak melebihi pagu dana indikatif yang tersedia dengan ketentuan sebagai berikut:
 1. Pembayaran Pekerjaan Desain dan Konstruksi
 Pembayaran prestasi pekerjaan desain dan konstruksi diukur berdasarkan keluaran hasil pekerjaan yang telah memenuhi standar kinerja, yang tercakup dalam daftar kuantitas keluaran dan harga. Pembayaran akan dilakukan apabila penyedia jasa telah mengajukan

tagihan dan mengirimkan laporan kemajuan keluaran hasil pekerjaan yang telah mendaot surat pernyataan tidak keberatan (NOL) dari PPK dan/atau direksi teknis. Angsuran pembayaran dilakukan jika besarnya bobot (prosentase) prestasi keluaran hasil pekerjaan dengan ketentuan pada Tabel 6.11.

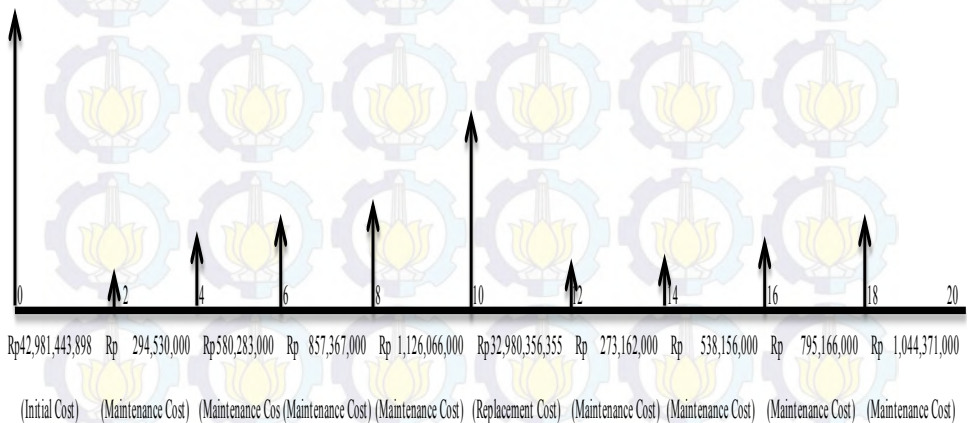
Tabel 6.11 Pembayaran Pekerjaan Desain dan Konstruksi

Angsuran Ke	Ambang Bawah Kumulatif Prestasi Keluaran (%)	Kumulatif Pembayaran Sebelum Potongan (%)
1	15	10
2	20	15
3	30	25
4	40	35
5	50	45
6	60	55
7	70	65
8	80	75
9	90	85
10	100	95

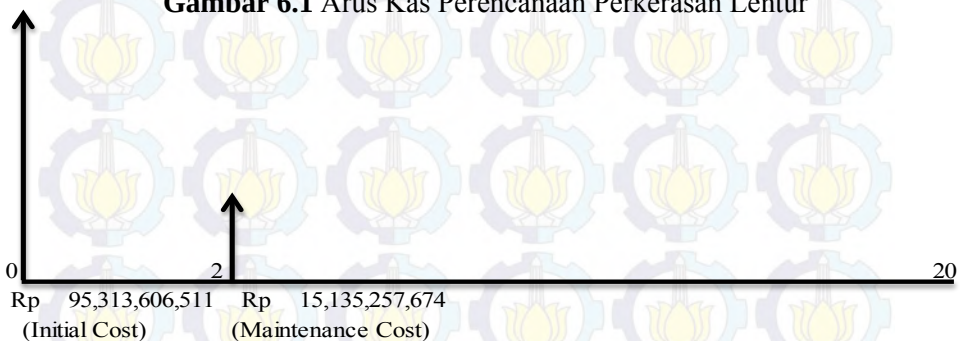
Setiap pembayaran dikurangi pengembalian uang muka secara proporsional. Retensi sebesar 5% dan denda (jika ada).

6.5 Metode Nilai Sekarang

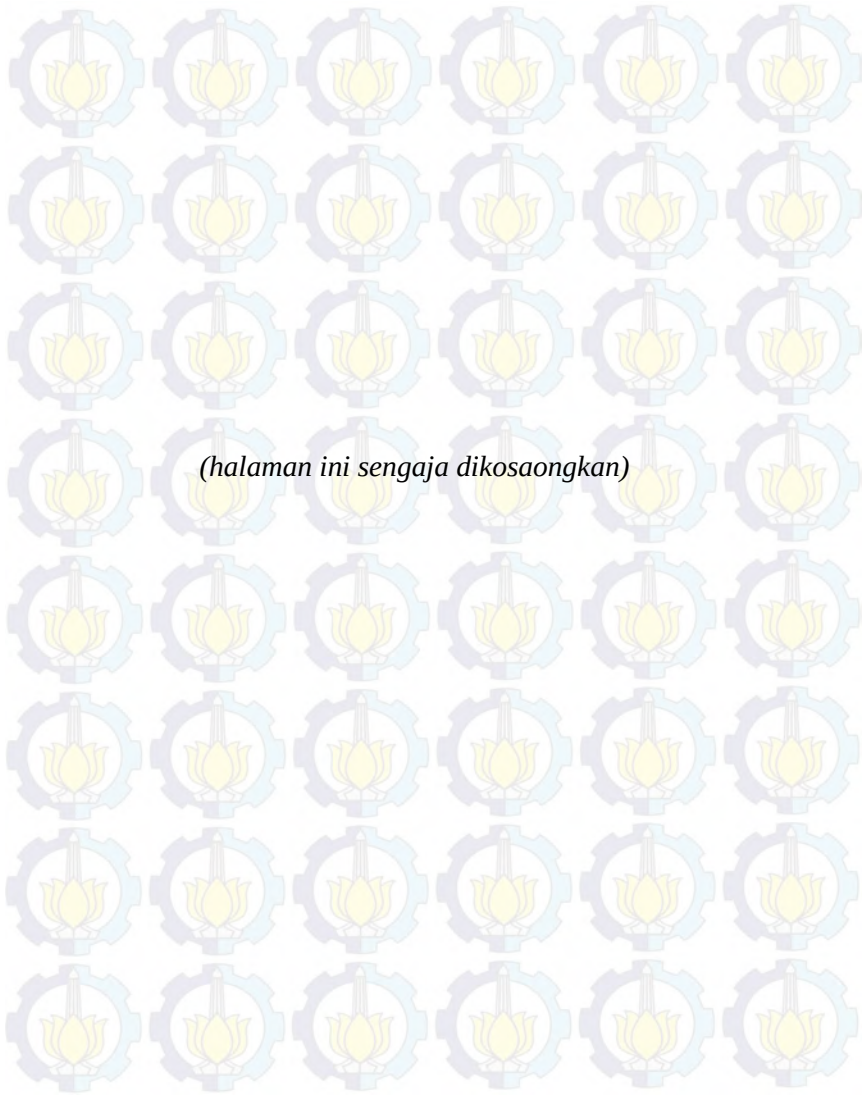
Pada metode ini semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga (P) yang diperoleh mencerminkan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan. Arus kas dengan perencanaan perkerasan lentur seperti pada gambar 6.1 dengan total biaya Rp.75,967,309,324 dan umur rencana 20 tahun. Sedangkan arus kas dengan perencanaan perkerasan kaku seperti pada gambar 6.2 dengan total biaya Rp.110,448,864,185,- dengan umur rencana 20 tahun.



Gambar 6.1 Arus Kas Perencanaan Perkerasan Lentur



Gambar 6.2 Arus Kas Perencanaan Perkerasan Kaku



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Hasil akhir dari penelitian ini yaitu mengetahui nilai *life cycle cost* dari kedua perencanaan perkerasan pada Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan, antara lain:

1. Berdasarkan hasil perencanaan perkerasan lentur terhadap prediksi kenaikan laulintas selama 20 tahun, diperlukan biaya sebesar Rp.75,967,309,324,- menggunakan perkerasan lentur.
2. Sesuai dengan kontrak berbasis kinerja yang berlaku pada Proyek Peningkatan Struktur jalan tersebut, maka diperlukan biaya sebesar Rp.110,448,864,185,- dengan perkerasan kaku. Nilai ini lebih mahal pada biaya pemeliharaan dikarenakan resiko ditanggung oleh pihak kontraktor pada kontrak berbasis kinerja.

7.2 SARAN

Adapun beberapa saran yang diharapkan dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal adalah sebagai berikut:

1. Memperbanyak data mengenai biaya konstruksi dan biaya perawatan jalan nasional.
2. Membahas hingga mendapatkan *Net Present Value*.
3. Menggunakan *traffic counting* terbaru dalam prediksi kenaikan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

Agung. 2007. *Analisa Life Cycle Cost pada Proyek Pembangunan Gedung Gedung Karipka di Mojokerto*. Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.

Ashworth, Allan. 1994. *Perencanaan Bahan Bangunan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Balitbang, Katalog Pengembangan Model Implementasi Performance Based Contract (PBC) Untuk Pemeliharaan Jalan di Indonesia.

Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU (1987) 10-11

Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-1744-1989. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU (1989).

Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Desain Perkerasan*. Jakarta: (2013)

Direktorat Jenderal Bina Marga, *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B)*. Jakarta: (2012)

Fabricky, W. J., and Benjamin S. Blanchard. 1991. *Life Cycle Cost and Economic Analysis*, Prentice Hall, Inc., Wnglewood Cliffs.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Juwana, J. 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi Untuk Arsitek dan Bangunan*. Jakarta : Erlangga.

Kelly, J., and Steven Male. 1993. *Value Management in Design and Construction : The Economic Management of Projects*, E & FN. Spon, London.

Kirk, S. J., and Alphonse J. 1995. *Life Cycle Costing for Design Professionals*, edisi kedua. Mc Graw-Hill, Inc., New York.

Pujawan, IN. 2003. **Ekonomi Teknik**. Guna Widya. Surabaya

Puspita N., 2009. *Jenis-jenis Perkerasan Jalan*. Tugas Akhir S1. Sriwijaya: Unsri.

Oktodelina N., 2012. *Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Konstruksi Perkerasan Kaku beserta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung*, Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.

Trixy F., 2012. *Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Malaysia*, Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 29 Februari 1992, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDI Al-Falaah lulus pada tahun 2003, kemudian SMP Negeri 2 Ciputat lulus pada 2006 dan melanjutkan ke MAN 4 Jakarta. Setelah lulus SMA pada tahun 2009, Penulis melanjutkan ke perguruan tinggi jenjang D3 di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik

Sipil program studi Konstruksi Bangunan Gedung dan lulus pada tahun 2012. Setelah menempuh pendidikan jenjang D3 penulis melanjutkan pendidikan jenjang S1 di perguruan tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil dan terdaftar dengan NRP 3112106001. Di jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Manajemen Konstruksi. Bagi para pembaca yang ingin menghubungi Penulis, dapat menghubungi alamat fbetamal@gmail.com.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Bagan Desain Konstruksi Perkerasan Lentur
- Lampiran 2 Berat Isi Agregat
- Lampiran 3 Berat Isi Campuran

LAMPIRAN

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan* yang diangkat	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF ₄ Pangkat ⁴	VDF ₅ Pangkat ⁵
1	1	USP5511710007	1.1		2	100,0			
2, 3, 4	2, 3, 4	USP5511710007 / Angkot / pickup station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
5A	5A	BUS kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
5B	5B	BUS besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
6A.1	6.1	Truk 2 sumbu - tangkapan	1.1	muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
6A.2	6.2	Truk 2 sumbu - ringan	1.2	tanah, pasir, batu, semen	2			0,8	0,8
6B.1.1	7.1	Truk 2 sumbu - cargo sedang	1.2	muatan umum	2			0,7	0,7
6B.1.2	7.2	Truk 2 sumbu - sedang	1.2	tanah, pasir, batu, semen	2			1,8	1,7
6C.1	8.1	Truk 3 sumbu - berat	1.2	muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6C.2	8.2	Truk 3 sumbu - berat	1.2	tanah, pasir, batu, semen	2			1,3	1,2
7A.1	9.1	Truk 3 sumbu - ringan	1.2.2	muatan umum	3	3,9	5,60	1,6	1,2
7A.2	9.2	Truk 3 sumbu - sedang	1.2.2	tanah, pasir, batu, semen	3			28,1	64,4
7A.3	9.3	Truk 3 sumbu - berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
7B	10	Truk 4 sumbu - trailer penarik 2 sumbu	1.2.2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7C.1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2 - 2.2		4	0,3	0,50	13,6	24,0
7C.2.1	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2.2 - 2.2		5	0,7	1,00	15,0	33,2
7C.2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2 - 2.2.2		5			20,3	69,7
7C.3	14	Truk 5 sumbu - trailer	1.2.2 - 2.2.2		6	0,3	0,50	41,6	93,7

KENDARAAN NIAGA

Catatan :Data didasarkan pada survey beban lalu lintas Arteri Pulau Jawa – 2011. Lihat hasil survey WIM 2011 untuk informasi lebih lanjut

Tabel A-2- d berat isi campuran

No.	Nama Bahan	Berat Isi Padat (T/m ³)		Kadar Aspal (%)	
		Min	Maks	Min	Maks
1	AC Base	2,300	2,320	5,0	5,90
2	ACBC	2,300	2,340	5,30	6,30
3	ACWC	2,270	2,350	5,40	6,60
4	SMA	2,240	2,310	5,50	6,40
5	HRS-Base	2,170	2,290	5,36	6,59
6	HRS-WC	2,170	2,290	5,96	6,52
7	Lasbutag dan Latasbusir	2,140	2,340	5,30	6,20
8	Latasir A	2,160	2,250	6,60	7,30
9	Latasir B	2,160	2,220	6,10	6,84
10	Campuran dingin (OGEM, DGEM)	2,150	2,220	5,60	6,30
11	Lapen (bahan Agregat saja)	2,150	2,220		
12	WBMA/DBMA	1,740	1,920		
13	LPMA	2,120	2,330	5,30	6,30
14	CTB, CTSB, Soil Semen, RCC	2,140	2,310		
15	Cement Treated Recycled Base (CTRB)	2,065	2,112		
16	Cold Mix Recycled Foam Bitumen (CMRFB)	2,081	2,153	4,95	5,30

Tabel A-2- e Berat isi semen, kapur curah dan lateks

No.	Nama Bahan	Berat isi padat (T/m ³)		Berat Jenis
		Min	Maks	
1	Semen	1,040	1,230	3,140 – 3,150
2	Kapur	1,073	1,075	2,600 – 2,650
3	Abu terbang (Fly ash)	1,370	1,750	2,200 – 2,800
4	Additive aspal	0,960	1,030	0,860 – 1,020
5	Superplasticizer untuk beton semen			1,180 – 1,200

Tabel A-2- f Berat jenis cat, oli dan minyak

No.	Nama Bahan	Berat Jenis
1	Cat termoplastik (variasi)	1,300 – 1,304
2	Minyak tanah	0,800 – 0,805
3	Minyak: Bensin, Premium	0,729 – 0,732
4	Minyak: Bunker Oil (BO), MFO, FO	0,860 – 0,902
5	Minyak: Oli mesin SAE 40-50	0,862 – 0,874
6	Minyak: Solar	0,835 – 0, 840
7	Minyak: Thinner	0,628 – 0,680

Tabel A-2- g Berat isi campuran beton semen

No.	Nama Bahan	Minimum (T/m ³)	Maksimum (T/m ³)	Keterangan
1	Beton semen > K125 dst	2,240	2,420	
2	Beton Karet	2,240	2,380	s/d 9% berat
3	Beton serat (fiber)	2,240	2,389	s/d 0,4% berat
4	Beton ringan	1,440	1,840	www.NRMCA.org
5	Lean concrete < K125	2,200	2,360	



PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil lt.1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5996879, Fax.031-5947284

Form TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Prof. Indrasurya B. M. Ir. MSc. PhD.
NAMA MAHASISWA	: Fendy Nur Betamal.
NRP	: 3112106001
JUDUL TUGAS AKHIR	: Analisa Life Cycle Cost Perkerasan kaku dan lentur Jalan Nasional. (Studi Kasus: Jalan Batas Kota Bojonegoro - Padangan).
TANGGAL PROPOSAL	: 20 Juni 2014.
NO. SP-MMTA	: 065159/IT2.3.1.1/PP.05.02.00/2014.

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	15 Sep '14	1. LHR Jalan Nasional Jawa Timur.	1. LHR Jalan Nasional DKI Jakarta.	Slm
2.	5 Okt '14	1. Biaya Pemeliharaan Jalan Nasional DKI Jakarta.	1. DEO Jalan Nasional 2. Biaya awal konstruksi.	Slm
3.	2 Nov '14	1. Penentuan Konsep, Studi kasus: Jalan Bojonegoro - Padangan.	Perencanaan perkerasan lentur.	Slm
4.	26 Nov '14	1. Umur rencana 40 tahun. 2. Semua jenis kendaraan bermotor.	1. Umur rencana 20 th. 2. Hanya kendaraan berat (>5 ton).	Slm
5.	8 Des '14	1. Perhitungan tebal perkerasan lentur. 2. Biaya awal konstruksi perkerasan lentur.	1. Revisi nilai R. 2. Revisi harga AC-BE. 3. Tanpa CTB -> LPA kelas A.	Slm
6.	10 Des '14	1. Biaya pemeliharaan rutin 2. Biaya pemeliharaan berkala 3. Tebal perkerasan.	1. Biaya pemeliharaan berkala 2. Harga dari AMPL Baidasari 3. Tidak pakai harga indeks.	Slm



PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5996879, Fax.031-5947284

Form TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Cahyana Binrang N. ST, MT.
NAMA MAHASISWA	: Fendy Nur Betamel
NRP	: 312106001
JUDUL TUGAS AKHIR	: Analisa Life Cycle Cost Perkerasan Kaku dan Lentur Jalan Nasional. (Studi Kasus: Jalan Batas Kota Bojonegoro - Padangan).
TANGGAL PROPOSAL	: 20 Juni 2014
NO. SP-MMTA	: 065159/IT2.3.1.1/PP.05.02.00/2014

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	18 Sep '14	1. Biaya Maintenance Jalan Nasional Jawa Timur	1. Biaya Maintenance Jalan Nasional DKI Jakarta	Cahyana
2.	29 Sep '14	1. Biaya awal konstruksi 2. Nilai sisa	1. Perkerasan kaku 2. Perkerasan lentur	
3.	2 Nov '14	1. Penentuan konsep, studi kasus Jalan Bojonegoro - Padangan	1. Perencanaan ulang perkerasan lentur	
4.	17 Nov '14	1. Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987	1. Manual Desain Perkerasan 2013	
5.	4 Des '14	1. Biaya Awal Konstruksi Lentur 2. Biaya Pemeliharaan Lentur	1. Indeks Harga Surabaya - Bojonegoro	
6.	12 Des '14	1. Revisi Biaya Awal Konstruksi Lentur 2. Revisi Biaya Pemeliharaan "	1. HPPB 2. Sistem pembayaran kontrak 3. NPV	