

SKRIPSI

**PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (*OVERLAY*) PERKERASAN
JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI *REPUBLICA
DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE* SAMPAI BUNDARAN COMORO (Sta 0+000
Sampai Sta 3+000)**



Disusun oleh:

Nazario de Jesus Freitas

Nim : 1021910

Jurusan Teknik Sipil S- 1

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUTE TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

LEMBARAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (OVERLAY) PERKERASAN
JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI REPUBLICA
DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE SAMPAI BUNDARAN COMORO (Sta 0+000
Sampai Sta 3+000)**

Disusun Dan Ajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Sipil S – 1

Institusi Teknologi Nasional Malang

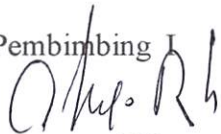
Di susun oleh:

Nazario de Jesus Freitas

Nim; 10 21 910

Menyetujui:

Pembimbing I


(Drs.Kamidjo Rh.,ST.MT)

Pembimbing II


(Ir. Agus Prajitno.,MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S – 1


(Ir. H. Hirijanto., MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUTE TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

LEMBARAN PENGESAHAN

PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (*OVERLAY*) PERKERASAN JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI *REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE* SAMPAI BUNDARAN COMORO (Sta 0+000 Sampai Sta 3+000)

SKRIPSI

Di pertahankan dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang

Strata satu (S-1)

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 2 Agustus 2012

Dan Di Terima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Sarjana Teknik

Di susun oleh:

Nazario de Jesus Freitas (1021910)

Disahkan oleh:



Sekretaris

(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT)

Anggota Penguji

Penguji I
(Ir. Nusa Sebayang, MT)

Penguji II
(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nazario de Jesus Freitas

Nim : 10 21 910

Program Studi : Teknik Sipil S – 1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perancangan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul:

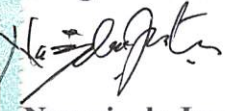
“PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (*OVERLAY*) PERKERASAN JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI *REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE* SAMPAI BUNDARAN COMORO” (Sta 0+000 Sampai Sta 3+000)

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain, kecuali yang disebut dari sumber asli dan tercantum dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2012



Yang membuat Pernyataan


Nazario de Jesus Freitas

“PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (*OVERLAY*) PERKERASAN JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI *REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE* SAMPAI BUNDARAN COMORO”

Oleh Nazario de Jesus Freitas, 2012 Dosen Pembimbing I : Drs.Kamidjo Rh.,ST.MT, dan Dosen pembimbing II Ir. Agus Prajitno,MT.

ABSTRAKSI

Perencanaan lapisan tambahan pada permukaan jalan merupakan masalah yang perlu di tangani secara serius masuknya pada ruas – ruas strategis. Perencanaan lapisan tambahan khususnya dilakukan di pada daerah depan kantor *Perdana Mentri Republica Democrasia de Timor Leste* sampai bundaran Comoro. Karena daerah tersebut adalah jalan utama yang berada di pusat kota yang menghubungkan ibu kota Negara ke kota-kota sekitarnya dan juga merupakan akses menuju bandara *Internacional Presidente Nicolau Lobato* sehingga perlu dilakukan perencanaan lapisan tambahan pada permukaan jalan tersebut.

Data yang dibutuhkan untuk merencanakan lapisan tambahan adalah data primer yang merupakan hasil survey lalu lintas kendaraan harian rata – rata yang dilakukan pada tanggal 25 Juni – 27 Juni - 29 Juni 2012. Survey lalu lintas dilakukan pada tiga (3) lokasi yang berbeda; pada Km 0 + 0.50, Km 2 + 500 dan Km 3 + 450. Data lendutan balik aspal diperoleh dari hasil pengujian dengan alat *Benkelman Beam* memakai kendaraan standart truck roda ganda berat 8,2 ton muatan sumbu terberat pada tanggal 24 Juni – 25 Juni 2012 mulai dari titik awal Km 0 + 000 sampai titik akhir Km 3 + 900 dengan umur rencana 5 tahun dan 10 tahun. Tujuan perencanaan pengukuran lendutan balik aspal untuk mengetahui lendutan balik rata-rata, survey dilakukan pada beberapa segmen yaitu setiap segmen 50 meter dapat mewakili satu titik. Jadi dengan jarak panjang jalan raya 3900 meter dan lebar jalan 18 meter bahu jalan 1 meter median 1 meter dan dilakukan pada 86 titik pengukuran lendutan balik aspal. Perhitungan pengukuran lendutan balik aspal dan berdasarkan Metode Rancangan Standarisasi Nasional3 (RSNI3) 2461:2008 dan perencanaan tebal lapisan tambahan, Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat *Benkelman Beam* No. 01/MN/B/1983 Departemen Pekerjaan Umum.

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang diperoleh dari pengukuran lendutan balik pada sepanjang jalan di kantor *Perdana Mentri Republica Democrasia de Timor Leste* sampai bundaran Comoro didapatkan lendutan balik rata – rata pada segmen I sebesar 0.156 mm tebal overlay 5,0 cm rencana 5 tahun, 9.65 cm rencana 10 tahun, segmen II=0.254 mm tebal overlay 5,6 cm rencana 5 tahun, 10,23 rencana 10 tahun, segmen III= 0.220 tebal *overlay* 5,5 cm rencana 5 tahun dan 10,16 cm rencana 10 tahun, segmen IV=0,235 mm tebal overlay = 5,5 cm rencana 5 tahun, tebal 10,16 cm rencana 10 tahun, segmen V = 0,206 mm tebal 5,3 cm rencana 5 tahun , tebal 9,98 cm rencana 10 tahun. Biaya segmen I sebesar \$ 49,119.261, segmen II=\$ 27,521.611, segmen III=\$ 26,539.900, segmen IV=\$ 70,266.055 dan segmen V=\$31,252.114. Rencana anggaran untuk lapis tambah (*overlay*) LASTON AC – BC total biaya sebesar \$ 204,698.941.

Kata kunci: Pengukuran lendutan balik aspal, tebal lapis lapisan perkerasan tambahan.

“PLAN ADDITIONAL COATING (OVERLAY) OF PAVEMENT MAIN ROAD FROM OFFICE OF PRIME MINISTER DE REPUBLIC DEMOCRACY OF EAST TIMOR COMORO CIRCLE”.

By Nazario de Jesus Freitas, 2012, Tutors Lecturer I: Drs.Kamidjo Rh., ST.MT, and tutors lecturers II Eng. Agus Prajitno, MT.

ABSTRACTION |

Planning an additional layer on the surface of the road is a problem that needs to be seriously dealt with the inclusion of the segment - a strategic segment. Performed an additional layer of planning, especially in the front area of the office of Prime Minister Republic Democracy of East Timor to the Comoro circle. Because the area is located on the main road linking the city center to capital city to surrounding towns and also the access to the airport International President Nicolau Lobato thus necessary to plan an additional layer on the surface of the road.

The data needed to plan an additional layer is the primary data are survey average daily vehicle traffic - average made on 25 June - 27 June to 29 June 2012. Traffic survey conducted in three (3) different locations; at Km 0 + 0.50, Km 2 + 500 and Km 3 + 450. Data behind the pavement deflection of the test results obtained by means of a vehicle using a standard Benkelman Beam truck twin wheel 8.2 ton payload weight of the toughest axel on June 24 - June 25, 2012 starting from the initial point Km 0 + 000 to end point Km 3 + 900 with a design life of 5 years and 10 years. Object deflection measurement study of asphalt behind the average, the survey conducted in several segments that each segment can represent a point 50m. So with a distance of 3900 meter length of highway and road width of 18 meters frontage road 1 meter frontage center 1 meter and performed at 86 points behind the pavement deflection measurements. Calculations based on the asphalt behind the deflection measurement method Nasional3 Design Standards (RSNI3) 2461:2008 and planning additional layers thick, Manual Inspection tool Benkelman Beam Street with the Public Works Department No. 01/MN/B/1983.

Based on the analysis and working through of the results obtained from measurements of the deflection along the road behind the Prime Minister Republic Democracy of East Timor until the Comoro circle behind the deflection obtained average - average segment I= 0,156 mm with a thickness of 5.0 cm overlay plan for the design life of 5 years and 9,65 cm, segment II=0,254 mm thick 5,6 cm design life 5 year and 10,23 cm design life 10 year, segment III= 0,220 mm thick 5,4 cm design life 5 year and 10,04 cm 10 year, segment IV= 0,235 mm thick 5,5 cm thick 5,5 cm design life 5 year and 10, 16 cm 10 year, segment V=0,206 mm thick 5,3 design life 5 year and 9,98 cm 10 years. Budget plan for segment I = \$ 49,119.261, segment II = \$ 27,521.611, segment III = \$ 26,539.900, segment IV = \$ 70,266.055 and segment V = \$ 31,252.114 the added layer (overlay) LASTON AC - BC total amount \$ 204,698.941.

Key words: Measurement of deflection behind the bitumen, thick layer pavement additional.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan berkat, rahmat serta petunjuknya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi . yang berjudul **“PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (*OVERLAY*) PERKERASAN JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI *REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE* SAMPAI BUNDARAN COMORO (Sta 0+000 Sampai Sta 3+000)”**.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis akan menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini, diantaranya;

1. Bapak Ir. Agus Santoso, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
2. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
3. Bapak Drs. Kamidjo Rh., ST, MT. selaku dosen Pembimbing I Skripsi saya
4. Bapak Ir. Agus Prajitno, MT. selaku dosen Pembimbing II Skripsi saya
5. Bapak Ir. Nusa Sebayang, MT. selaku dosen Penguji I ujian Skripsi
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku dosen Penguji II ujian Skripsi
7. Kepada teman – teman di sekitar saya yang selalu memberikan arahan – arahan kepada saya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang bersifat membangun untuk memperbaiki demi kesempurnaannya Skripsi ini. Dan akhirnya penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Malang Juli 2012

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

1

- ♥ Kepada TUHAN YANG KUASA | hanya engkau lah yang berkuasa atas kehidupan kepada aku dan memberikan ijin aku tetap hidup sampai detik ini.
- ♥ Kepada Mentri Infra-Struktura Bapak Pedro Lay yang memberikan ijin kepada saya untuk dapat melanjutkan pendidikan.
- ♥ Kepada Sekretaris Negara Urusan Pekerjaan Umum Bapak Domingos Caeiro yang memberikan motivasi kepada saya agar dapat melanjutkan pendidikan, yang aku tak lupa memberikan dan balas budi kepada beliau akan tetapi aku selalu berkenang yang paling dalam di hati sanubarku.
- ♥ Kepada Direktur Nasional Badan Penelitian dan Pengembangan Bapak Saturnino Gomes Brito Caldas yang memberikan semangat kepada saya selama masa pendidikan.
- ♥ Kepada Orang – orang yang memberikan dorongan yang berupa moral kepada saya selama dalam masa pendidikan.
- ♥ Kepada segenap keluarga Bapak – Ibu - adik – adik dan Mertua adik – adik/ipar yang selalu memberikan semangat kepada saya selama dalam masa pendidikan.
- ♥ Kepada Istriku tercinta ALBERTINHA BETHY GUTERRES, LAP,M.Si dan kedua anakku MERCHYO BENARIO RATU DE JESUS GUTERRES, MERCIANO BENARIO DE JESUS GUTERRES yang aku ditinggalkan mereka demi mencapai cita – cita untuk melanjutkan pendidikan demi masa depan mereka karena tuntutan untuk masa depan, maka aku bersusah payah untuk berjuang. Sebab hari esok akan lebih baik dan lebih cerah dari hari ini disebabkan karena bergulirnya dari waktu ke waktu dan peradaban manusia semagking meningkat TUNTUTAN, HARAPAN dan TUJUAN. (DEMAND EXPECTATION and GOAL).

Dari yang engkau selalu kagumi dan berkenang

DAFTAR ISI

Lembara Judul

Lembaran Persetujuan

Lembaran Pengesahan

Kata Pengantari

Daftar isiii

Daftar Tabeliv

Daftar Gambarvii

Daftar singkatan viii

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1.Latar Belakang.....1

1.2. Lokasi Study2

1.2 Identifikasi Masalah3

1.3 Rumusan Masalah3

1.4 Batasan Penelitian..... 3

1.5 Tujuan Penelitian.....3

1.6 Maanfat Penelitian4

BAB II LANDASAN TEORI.....5

2.1. Umum5

2.2. Ketentuan Lapisan Tambahan6

2.3. Lapisan Tambahan dengan Metode Alat Benkelman Beam6

2.4. Pengaruh Suhu di Lapangan8

2.5. Keseragaman Lendutan11

2.6. Lendutan mewakili12

2.7.	Lendutan Balik yang mewaliki	12
2.8.	Faktor koreksi tebal lapis tambah	13
2.9.	Faktor jenis lapis tambah	14
2.10.	Prosedur lapisan tambahan	15
2.11.	Lendutan rencana	21
2.12.	Faktor distribusi arah lalu lintas harian rata – rata setiap segmen	21
2.13.	Faktor besarnya beban kendaraan	23
2.14.	Faktor umur rencana	26
2.15.	Cara menara alat Benkelman Beam	28
2.16.	Rencana anggaran biaya pada konstruksi lapisan tambahan	40
BAB III METODOLOGI STUDI		42
3.1.	Lokasi Studi	42
3.2.	Diagram Alir	42
3.3.	Metode Pengumpulan data	43
3.4.	Metode survey lalu lintas rata – rata (LHR)	44
3.5.	Metode pengolahan data untuk lalu lintas	49
3.6.	Metode menentukan umur rencana	50
3.7.	Metode pengukuran lendutan balik	50
3.8.	Metode lendutan balik aspal sebagai berikut	50
3.9.	Cara pengolahan data untuk Benkelman Beam	55
3.10.	Cara mengelolah data dan menghitung tebal lapis tambah	57
3.11.	Cara Menimbang Muatan sumbu terberat	57
BAB IV. Data dan Perencanaan Lapisan Tambahan		58
4.	Data perencanaan	58

4.1. Menentukan faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas 5 tahun 5 % dan 10 tahun 8 %	59
4.2. Data temperature perkerasan rata – rata tahunan di kota Dili - Timor Leste ...	80
BAB V. Rencana anggaran biaya dan Analisa hagra Satuan	83
BAB VI. Kesimpulan dan Saran	96
6.1. Kesimpulan	96
6.2. Saran.....	96
Daftar Pustaka	98



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pengukuran suhu udara rata – rata dan suhu lapis permukaan selama 5 hari berturut – tur.....	9
Tabel 2.2. Faktor koreksi lendutan terhadap temperature standat (Ft).....	10
Tabel 2.3. Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}).....	15
Tabel 2.4. Persentase kendaraan yang lewat pada jalur rencana	22
Tabel 2.5. Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan.....	22
Tabel 2.6. Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E)	23
Tabel 2.7. Faktor hubungan antara Umur rencana dengan perkembangn lalu lintas.....	26
Tabel 2.8. Formulir untuk perghitungan Accumulative Equivalent 18 Kip Single Axel Load.	27
Tabel 2.9. Formulir untuk data pengujian Lendutan balik aspal dengan alat Benkelmen Beam	36
Tabel 2.10. Formulir Tebal Lapisan Tambahan	37
Tabel 3.1. Formulir Survey Lalu Lintas Harian Rata – rata pada jesin kendaraan	48
Formulir 3.2. Formulir untuk pengelolaha data Benkelman Beam sebagai berikut	55
Tabel 3.3. Formulir Lendutan balik yang mewakili D	56
Tabel 4.1. Jumlah Lalu lintas Haria Rata – rata dan Prediksi Lalu lintas untuk 5 tahun dan 10 tahun kedepan.....	58
Tabel 4.2. Perhitungan Accumulative Equipalent 18 kip Single Axel Load umur 5 tahun.....	59

Tabel 4.3. Perhitungan Accumulatif Equipalent 18 kip Single Axel Load umur 10 tahun.....60

Tabebl 4.4. Data Survey Lalu lintas61

Tabel 4.5 . Rekapitulasi Survey Data Lalu Lintas Pada Hari I Tanggal 25 Juni 2012.....63

Tabel 4.6. Data survey lalu lintas64

Tabel 4.7.Rekapitulasi Data Survey Lalu Lintas Pada Hari II Tanggal 27 Juni 201266

Tabel 4.8. Data survey lalu lintas67

Tabel 4.9. Data Survey Lalu Lintas Pada Hari III Tanggal 29 Juni 201269

Tabel 4.10. Rekapitulasi Jumlah Lalu Lintas Kendaraan Harian Rata – rata Survey selama 3 x
16 jam 70

Tabel 4.11. Data lendutan balik hasil pengujian dengan alat Benkelman Beam.....71

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Lendutan Balik dengan Alat Benkelman Beam.....74

Tabel 4.13. Tebal overlay pada tiap – tiap segmen I79

Tabel 4.14. Temperatur udara rata – rata di kota dili tahun 2011 80

Tabel 4.15. Tingkat Pertumbuhan lalu lintas mulai dari tahun 2007 – 201281

Tabel 4.16. Prediksi Volume Lalu lintas untuk 10 tahun kedepan mulai 2013 – 2022.....81

Tabel 4.17. Tingkat Pertumbuhan Lalu lintas 10 tahun kedepan dari tahun 2013 – 2022.....82

Tabel 5.1. Uraian analisa harga satuan84

Tabel 5.2 Uraian analisa harga satuan86

Tabel 5.3 Uraian analisa harga satuan88

Tabel. 5.4. Rekaman analisa masing – masing harga satuan90

Tabel. 5.5. Rencana anggaran biaya92

Tabel 5.6. Durasi waktu dan jumlah pekerja tiap item pekerjaan93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Faktor koreksi lendutan terhadap temperature standart	8
Gambar 2.2. Faktor koreksi tebal lapia tambah/overlay (Fo)	14
Gambar 2.3. Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK _{TBL}).....	15
Gambar 2.4. Grafik faktor penyesuaian untuk koreksi lendutan terhadap temperature standar.....	18
Gambar 2.5. Grafik kurva runtuh	19
Gambar 2.6. Grafik sebelum lapis tambahan	20
Gambar 2.7. Hubungan antar lendutan rencana dan lalu lintas	21
Gambar 2.8. Ekvivalen Kendaraan Komposisi Roda dan Unit Ekvivalen 8.16 ton Beban AS Tunggal.....	25
Gambar 2.9. Formulir pengujian Pemeriksaan dengan Benkelman.....	35
Gambar 2.10. Pemeriksaan Perkerasan Jalan.....	39
Gambar 3.1: Diagram Alir Tahapan Studi.....	43
Gambar 3.2. Alat Pengukur Lendutan Balik Aspal dengan Benkelmen Beam.....	52
Gambar 3.3. Alat Pengukur Suhu (Temperatur).....	52
Gambar 3.4. Truck untuk pengujian Lendutan Balik.....	53
Gambar 3.5. Formulir pemeriksaan struktur perkerasan jalan.....	54
Gambar 4.1. Grafik Lendutan Benkelman Beam Rata – rata terkoreksi	75
Gambar 4.2. Temperatur perkerasan rata- rata terhadap Faktor Koreksi <i>Overlay</i>	77
Gambar 4.3. Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK _{TBL})	78
Gambar 5. 1. Grafik Kurva S	95

DAFTAR SINGKATAN

d_B	=	lendutan balik (mm)
d_1	=	lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran
d_3	=	lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran
F_t	=	faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar
T_L	=	temperatur lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung
T_p	=	temperatur permukaan lapis beraspal
T_t	=	temperatur tengah lapis beraspal
T_b	=	temperatur bawah lapis beraspal
Ca	=	Faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)
FK_{B-BB}	=	faktor koreksi beban uji <i>Benkelman Beam (BB)</i>
FK	=	faktor keseragaman
FK ijin	=	faktor keseragaman yang diijinkan
d_R	=	lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan
Fo	=	faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay
FK_{TBL}	=	faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian
M_R	=	Modulus Resilien (MPa)
Drencana	=	lendutan rencana, dalam satuan milimeter.
ESA	=	akumulasi ekivalen beban sumbu standar, dalam satuan
CESA	=	Cumulative Ekivalen Single Axel
Ho	=	tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.
D_{sblv}	=	lendutan sebelum lapis tambah/Dwakil, dalam satuan milimeter.
D_{stlv}	=	lendutan setelah lapis tambah atau lendutan rencana, dalam satuan milimeter.
BB	=	Benkelman Beam
FWD	=	Felling weight Deflectometer
LHR	=	lalu lintas harian rata – rata
n	=	umur rencana
r	=	pertumbuhan lalu lintas
AE18 KSAL	=	Accumulative Equivalent 18 Kips Single Axel Load

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan sarana transportasi yang berfungsi memberikan pelayanan yang optimal pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke tempat tujuan. Jalan raya berperan sebagai sarana penting yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat sehari – hari. Jalan raya dapat menghubungkan jasa angkutan transportasi darat dalam pengangkutan manusia dan barang dari suatu tempat ke tempat tujuan. Jalan raya digunakan untuk lalu lintas kendaraan yang berjalan secara lancar dan aman, sehingga pengangkutan berjalan dengan lancar, cepat, tepat, aman, efektif, efisien dan ekonomis bagi jasa pengguna jalan. Untuk itu jalan raya harus memenuhi persyaratan – persyaratan sesuai dengan teknik dan ekonomis menurut fungsi jalan (Tamin,2000:5).

Kemacetan lalu lintas merupakan masalah yang patut di perhatikan dan menangani dengan serius oleh pihak instansi yang berkompetensi karena pengaruhnya sangat besar terhadap tingkat pelayanan jasa lalu lintas. Kemacetan lalu lintas menyebabkan penundaan waktu, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menempuh perjalanan menjadi lebih panjang. Jika kemacetan yang terjadi bisa di sebabkan karena;

1. Volume kendaraan yang semakin meningkat.
2. Pengaruh karena kondisi permukaan jalan yang tidak layak sehingga kemacetan itu terjadi.

Syarat – syarat jalan yang bisa di lapiasi tambahan (*Overlay*) adalah (Sukirman,1995:163);

1. Sudah mencapai umur pelayanan (sudah mencapai umur rencana)
2. Lapisan permukaan aspal mengalami retak-retak
3. Pelepasan butiran pada permukaan aspal

4. Bleeding pada permukaan aspal
5. Pengeluapan lapisan permukaan aspal

Tujuan untuk dilapisi tambahan (*Overlay*) adalah: untuk peningkatan kembali lapisan permukaan jalan agar dapat memikul beban kendaraan. Hasil pengamatan penulis bahwa lapisan atas perkerasan banyak terjadi kerusakan retak – retak sehingga penyusutan air dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan pekerasan dan lapisan pondasi. Lagipula pengaruh akibat gaya – gaya gesekan ban yang merusak pada permukaan jalan karena kelebihan beban kendaraan atau faktor lain seperti;

1. Sistem saluran yang kurang baik.
2. Mutu bahan yang tidak memenuhi syarat, dan
3. Tebal lapisan permukaan dan lapisan pondasi atau tanah dasar yang tidak memenuhi persyaratan perencanaan.



Jalan pada jalur Sta 0 + 000 sampai Sta 3 + 900 (Kantor Perdana Menteri *Republica Democrasia de Timor Leste* sampai Bundaran Comoro) merupakan jalan Nasional. Karena jalur tersebut terletak di pusat kota Dili dan pusat ibu kota Negara Timor Leste yang cukup padat dan ramai karena jalur tersebut menghubungkan dari bandara udara Internasional dan dari luar kota ke Ibu kota Negara. Ruas jalan tersebut mempunyai tipe jalan empat lajur empat arah terbagi (4/4). Jalan tersebut terbagi dengan mempunyai lebar masing – masing 18 meter, media 1 meter dan bahu jalan 2 meter dan lebar trotoar 1 meter jalan tersebut dengan tipe tanpa media sepanjang 2.85 kilometer dan dengan median dan trotoar 1.05 kilometer. Pengaruh situasi di kilometer 3.1 jalan tersebut dekat dengan pusat perdagangan tradisional (yang disebut *Mercado Comoro*).

1.2 Lokasi Study

Lokasi study berada di Timor leste dari jalan raya utama depan kantor Perdana Menteri Republik Demokrasi Timor Leste sampai di bundaran Comoro dengan jarak stasion 0 + 000

sampai stasion 3 + 900 dengan masing – masing lebar 18 meter dan dengan bahu jalan 2 meter dan median 1mter serta trotoar 1 meter. karena jalan tersebut merupakan jalan raya utama maka banyak kendaraan yang melewati pada jalur tersebut.

1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Menghitung lendutan balik rencana pada jalan tersebut.
2. Menghitung tebal lapisan tambahan (*overlay*) perkerasan jalan pada ruas tersebut dari 0 + 000 samapai Sta 3 + 900.
3. Menghitung biaya yang akan dibutuhkan untuk lapisan tambahan (*overlay*) pada jalan tersebut.

1.4 Rumusan Masalah

Dari identifikasai masalah tersebut maka rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Berapa lendutan balik pada perkerasan jalan tersebut.
2. Berapa tebal lapisan tambahan (*overlay*) perkersan pada jalan tersebut dari Sta 0 + 000 samapai Sta 3 + 900.
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk lapisan tambahaan pada jalan tersebut?

1.5 Batasan Masalah

Penulis membatasi penelitian dalam masalah ini antara lain:

1. Untuk mengetahui lendutan balik aspal pada jalan tersebut
2. Untuk merencanakan lapisan tambahan (*overlay*) pada jalan tersebut dari Sta 0 + 000 samapai Sta 3 + 900.
3. Menghitung biaya yang akan dibutuhkan lapisan tambahan (*overlay*) pada jalan tesebut.

1.6 Tujuan Perencanaan

Berdasarkan uraian – uraian di atas, maka yang menjadi tujuan utama dalam penelitian penulis adalah:

1. Untuk menganalisa dan merencanakan lendutan balik pada Aspal.
2. Untuk menghitung tebal lapisan tambahan pada jalan tersebut dari Sta 0 + 000 samapai Sta 3 + 900.
3. Untuk menghitung biaya yang akan dibutuhkan lapisan tambahan (overlay) pada jalan tersebut.

1.7 Maanfat Perencanaan

Berdasarkan tujuan perencanaan, bahwa penulis mengharapkan hasil perencanaan ini dapat memberikan masukan dan maanfat bagi Direktorat Nasional Jalan Raya, Jembatan dan Pengedalian Bangir Timor Leste (*Direcção Nacional Estradas, Pontes e Cheias de Timor Leste*) sebagai:

1. Hasil perencanaan ini dapat dijadikan sebagai sala satu konsep konstribusi akademis dalam mengembangkan sumber daya manusia kepada jasa pengelolah konstruksi jalan raya di Direktorat Nasional Jalan Raya, Jembatan dan Pengedalian Bangir Timor Leste (*Direcção Nacional Estradas, Pontes e Cheias de Timor Leste*).
2. Hasil perencanaan ini juga dapat memberikan masukan yang bermaanfat guna mewujudkan sebagai proses perencanaan pembangunan jalan raya.
3. Sebagai wacana untuk membuka pikiran di Department Direktorat Nasional Jalan Raya, Jembatan dan Pengedalian Bangir Timor Leste (*Direcção Nacional Estradas, Pontes e Cheias de Timor Leste*) tersebut supaya dapat mengetahui lebih dalam tentang ilmu - ilmu konstruksi perkerasan jalan raya yang berkaitan dengan teori – teori perencanaan konstruksi perkerasan jalan raya serta palaksananya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Umum

Tujuan dari pekerjaan *overlay* adalah untuk perkuatan kembali dari lapisan perkerasan lentur dengan memberikan lapisan tambahan pada permukaan perkerasan. Hal ini berbeda dengan pekerjaan rekonstruksi dimana diperlukan penggantian beberapa lapisan guna menggantikan struktur perkerasan yang sudah rusak. Pelapisan ulang (*overlay*) merupakan pekerjaan perbaikan yang mencakup suatu areal permukaan perkerasan jalan yang luas.

Pelaksanaan pelapisan ulang untuk campuran beraspal panas dan campuran beraspal dingin pada prinsipnya adalah sama. Namun yang membedakan adalah antara lain: Penggunaan peralatan penghampar, dimana pada pelapisan ulang campuran panas harus menggunakan peralatan penghampar campuran aspal (asphalt finisher), sedangkan untuk campuran dingin dapat dilakukan dengan cara manual (tanpa asphalt finisher). Perbedaan lainnya adalah temperatur campuran beraspal pada waktu penghamparan dan pemadatan, dimana pada campuran dingin harus dilaksanakan pada kondisi temperatur yang tinggi sesuai dengan persyaratan karena pada campuran dingin ini relatif tidak tergantung pada temperature yang tinggi. Hal ini berbeda dengan campuran beraspal panas, dimana salah satu yang harus diperhatikan adalah temperatur campuran beraspal baik pada penghamparan dan pemadatannya (Sukirman,1995:164 dan Saodang,2004:224).

Jika lapisan permukaan kerusakannya berat maka perlu menambah lapisan tersebut dengan metode yang dipakai antara lain; menambah perkerasan dengan test alat Benkeman Beam. Apabila dipakai metode ini karena metode ini sangat teliti dalam pemeriksaan permukaan perkerasan dan mengetahui bahwa lendutan perkerasan bisa dapat dilapisi permukaan untuk umur rencana tertentu yang akan direncana. Maksudnya untuk

permukaan untuk umur rencana tertentu yang akan direncana. Maksudnya untuk pemeriksaan dengan alat Benkelman Beam ini untuk mengukur gerakan vertical pada permukaan lapisan yang diakibatkan oleh beban roda tersebut. Tujuannya adalah untuk memperoleh data lapangan yang akurat dan dapat menghitung sisa umur perkerasan.

2.2. Ketentuan Lapisan Tambahan

Untuk lapisan tambahan ada beberapa jenis metode yang dipakai untuk lapisan tambahan antara lain;

- ♣ Metode Analisa Komponen
- ♣ Metode Benkelman Beam, dan
- ♣ Metode Falling Weight Deflectometer

Parameter untuk lapisan tambahan pada Analisa Komponen berbeda dengan metode Benkelman Beam dan Falling Weight Deflectometer.

2.3.Lapisan tambahan dengan metode alat Benkelman Beam

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperature. Serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 8,16 ton). Lendutan balik dapat di tentukan dengn rumus sebagai berikut;

$$d_b = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \dots\dots\dots(1)$$

Sumber. *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

dengan pengertian :

- d_b = lendutan balik (mm)
- d_1 = lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran
- d_3 = lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran
- Ft = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35⁰C, untuk tebal lapis beraspal (HL) lebih kecil < 10 cm maka dengan rumus;

$$= 4,184 \times T_L^{-0,4025}, \text{ untuk } H_L < 10 \text{ cm} \dots\dots\dots (2)$$

$$= 14,785 \times T_L^{-0,7573}, \text{ untuk } H_L \geq 10 \text{ cm} \dots\dots\dots (3)$$

T_L = temperatur lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung
dilapangan atau dapat diprediksi dari temperatur udara, yaitu:

$$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b) \dots\dots\dots (4)$$

Sumber. *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

Dimana;

T_p = temperatur permukaan lapis beraspal

T_t = temperatur tengah lapis beraspal

T_b = temperatur bawah lapis beraspal

Ca = Faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

= 1,2 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah.

= 0,9 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi.

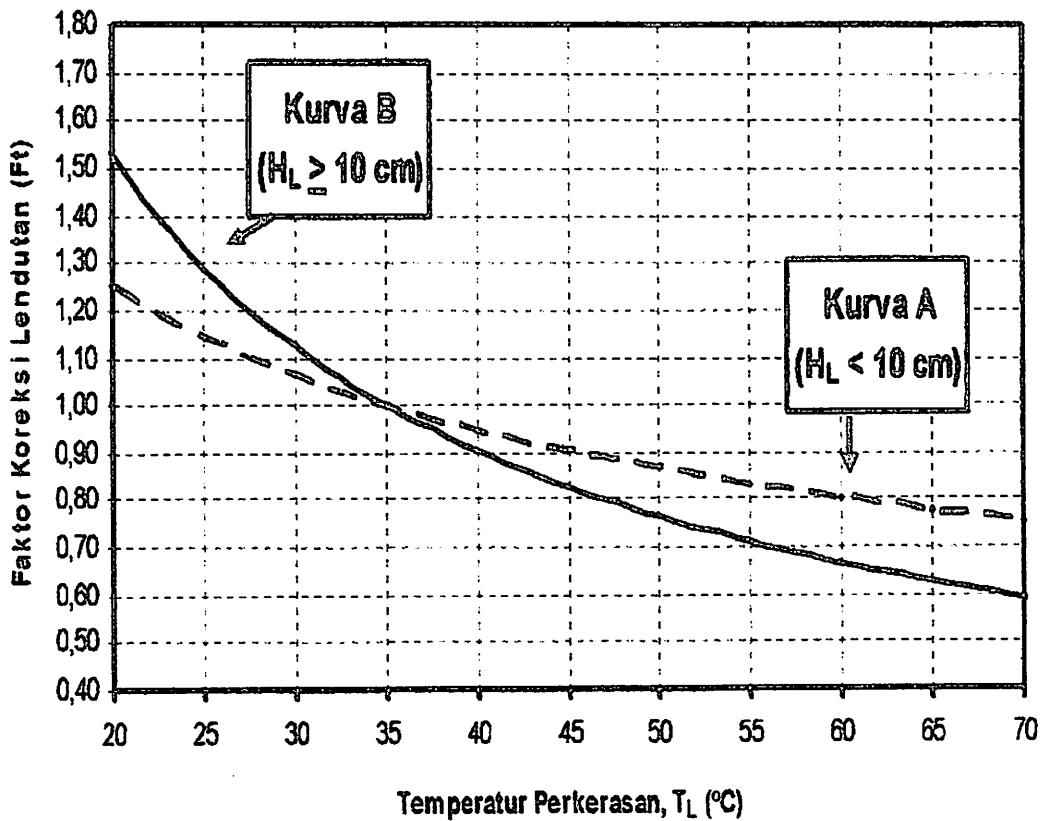
FK_{B-BB} = faktor koreksi beban uji *Benkelman Beam (BB)*

$$= 77,343 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-2,0715)} \dots\dots\dots (5)$$

Sumber. *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

Cara - Cara pengukuran lendutan balik mengacu pada RSNI3 2416 : 2008, ICS 93.080.10(Metoda Cara Ujian Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat Benkelman Beam).





Sumber : Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.

Gambar 2.1. Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft)

2.4. Pengukuran Suhu Dilapangan

Untuk mengukur lendutan balik aspal pada alat Benkelmen Beam maka perlu dicek suhu lokasi antara lain:

1. Mengukur Suhu Dilapangan

- Thermometer udara : $50^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$ dengan pembagian skala 10°C dengan pembagian skala 10.
- Thermometer permukaan : $50^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$ dengan pembagian skala 10°C . thermometer dilengkapi kerangka pelindung dan dapat berdiri di atas permukaan jalan.
- Alat-alat sederhana : pahat dan palu.
- Payung atau alat pelindung lainnya terhadap sinar matahari.

2. Mengukur Suhu Udara (tu)

3. Mengukur Suhu Permukaan (tp)

d. Pembacaan dilakukan setelah pengukuran berjalan sekitar 5 menit. Suhu yang dibaca dicatat dalam formulir yang tersedia.

4. Pengukuran Suhu Tengah (tt)

5. Mengukur Suhu Bawah (tb)

Tabel 2.1. Pengukuran Suhu Udara Rata-Rata dan Suhu Lapis Permukaan Selama

5 Hari Berturut-Turut;

Tem. (tu+tp)	Temperatur pada kedalaman					
	2,5 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	27	26	24	22	21	20
46	28	26	25	22	21	21
47	28	27	25	23	22	21
48	29	27	25	23	22	21
49	29	28	26	24	23	22
50	30	28	26	24	23	22
51	30	29	26	25	24	23
52	31	29	27	25	24	23
53	32	30	27	26	24	24
54	32	31	27	26	25	24
55	32	31	27	27	25	25
56	33	32	28	27	26	25
57	34	32	28	28	26	26
58	35	33	28	28	27	26
59	35	33	29	29	27	26
60	36	34	29	29	28	27
61	36	35	29	30	28	27
62	37	35	30	30	29	28
63	37	36	30	31	29	28
64	38	36	30	31	30	29
65	38	37	31	31	30	29
66	39	37	31	32	30	30
67	40	38	31	32	31	30
68	41	38	32	33	31	31
69	41	39	32	33	32	31
70	42	39	32	34	32	31
71	42	40	33	34	33	32
72	43	41	33	35	33	32
73	43	41	33	35	34	33
74	44	42	34	36	34	33

Lanjutan dari tabel 2.1 di atas

75	45	42	34	36	35	34
76	45	43	34	37	35	34
77	46	43	35	37	36	35
78	47	44	35	38	36	35
79	47	45	35	38	36	35
80	48	45	36	39	37	36
81	48	46	36	39	37	36
82	49	46	36	39	38	37
83	49	47	37	40	38	37
84	50	47	37	40	39	38
85	51	48	37	41	39	38

Sumber: *Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga.1983

Tabel 2.2. Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft)

TL (°C)	Kurva A (HL <10cm)	Kurva A (HL >10cm)	TL (°C)	Kurva A (HL <10cm)	Kurva A (HL >10cm)
20	L	1,53	46	0,90	0,81
22	1,21	1,42	48	0,88	0,79
24	1,16	1,33	50	0,87	0,76
26	1,13	1,25	52	0,85	0,74
28	1,09	1,19	54	0,84	0,72
30	1,06	1,13	56	0,83	0,70
32	1,04	1,07	58	0,82	0,68
34	1,01	1,02	60	0,81	0,67
36	0,99	0,98	62	0,79	0,65
38	0,97	0,94	64	0,78	0,63
40	0,95	0,90	66	0,77	0,62
42	0,93	0,87	68	0,77	0,61
44	0,91	0,84	70	0,76	0,59

Sumber. *Badan Litbang Pekerjaan Umum – Departement Pekerjaan dan Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

Catatan : - Kurva A adalah faktor koreksi (Ft) untuk tebal lapis beraspal (H_L) kurang dari 10 cm.

- Kurva B adalah faktor koreksi (Ft) untuk tebal lapis beraspal (H_L) minimum 10 cm.

2.5. Keseragaman lendutan

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Apabila berdasarkan panjang seksi maka cara menentukan panjang seksi jalan harus dipertimbangkan terhadap keseragaman lendutan. Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut: $FK = \frac{S}{d} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$

Sumber: *Manual pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, 1983 dan *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSN13 2416 – 2008*.

dengan pengertian :

- FK = faktor keseragaman
- FK ijin = faktor keseragaman yang diijinkan
 - = 0 % - 10%; keseragaman sangat baik
 - = 11% - 20%; keseragaman baik
 - = 21% - 30%; keseragaman cukup baik
- d_R = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan



$= \sum_{\frac{1}{ns}}^{ns} d \dots\dots\dots(7)$

S = standar deviasi = simpang baku

$= \sqrt{\frac{ns \left(\sum_1^{ns} d^2 \right) - \left(\sum_1^{ns} d \right)^2}{ns(ns-1)}} \dots\dots\dots(8)$

Sumber: *Manual pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, 1983 dan *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSN13 2416 – 2008*.

d = nilai lendutan balik (d_B) atau lendutan langsung (d_L) tiap titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

ns = jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

2.6. Lendutan mewakili

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu sub ruas/seksi jalan, digunakan Rumus 18, 19 dan 20 yang disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan, yaitu:

- $D_{\text{wakil}} = d_R + 2 s$; untuk jalan arteri / tol (tingkat kepercayaan 98%)(9)

- $D_{\text{wakil}} = d_R + 1,64 s$; untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%)(10)

- $D_{\text{wakil}} = d_R + 1,28 s$; untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 90%)(11)

Sumber: *Manual pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, 1983 dan *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSN113 2416 – 2008*.

dengan pengertian :

D_{wakil} = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

d_R = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan sesuai Rumus 7

s = deviasi standar sesuai Rumus

2.7. Lendutan Balik yang Mewakili

Besarnya lendutan balik yang mewakili satu ruas jalan dihitung dengan rumus :

a. Jalan arteri dan jalan tol

$D = \bar{d} + 2s$ (12)

b. Jalan kolektor

$D = \bar{d} + 1.64s$ (13)

c. Jalan local

$D = \bar{d} + 1.28s$ (14)

$d = \frac{\sum d}{n}$ pada rumus 7 diatas(15)

$$s = \sqrt{\frac{n \cdot (\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \text{ pada rumus 8 diatas.....(16)}$$

Sumber: *Manual pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum,1983 dan *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSN113 2416 – 2008*.

Keterangan :

$\overline{d}$ = lendutan balik rata-rata pada ruas jalan, mm

n = jumlah titik pengukuran pada ruas jalan.

s = standard deviasi

d = lendutan balik (mm)

d₁ = pembacaan awal (mm)

d₂ = pembacaan antara (mm)

d₃ = pembacaan akhir (mm)

C = faktor pengaruh air tanah

=1,2 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah.

= 0,9 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi.

2.8. Faktor koreksi tebal lapis tambah

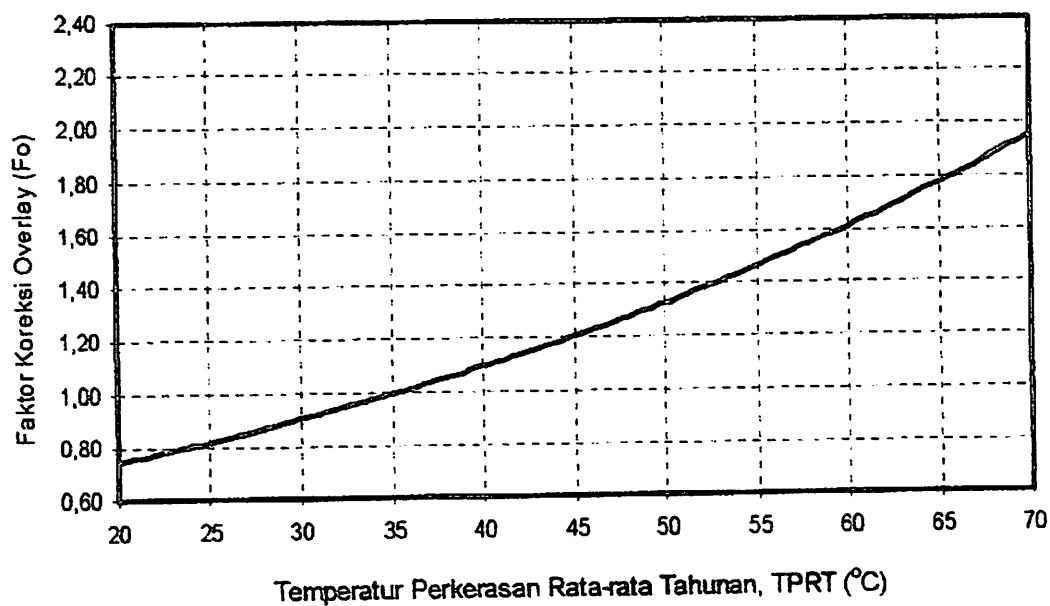
Tebal lapis tambah/overlay yang diperoleh adalah berdasarkan temperatur standar 35 C, maka untuk masing-masing daerah perlu dikoreksi karena memiliki temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) yang berbeda. Data temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk setiap daerah atau kota ditunjukkan sedangkan faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay (Fo) dapat diperoleh dengan Rumus 17 atau menggunakan Gambar 2 dibawah ini.

$$Fo = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \text{.....(17)}$$

dengan pengertian :

Fo = faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay

TPRT = temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk daerah/kota tertentu



Sumber. *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

Gambar 2.2. Faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay (Fo)

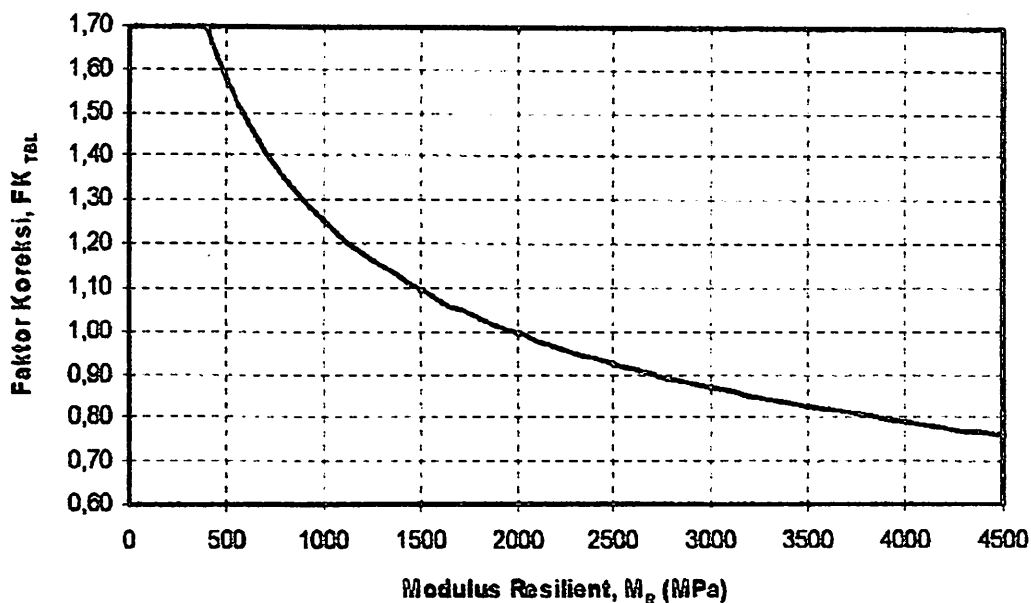
2.9. **Faktor Jenis lapis tambah**

Pedoman ini berlaku untuk lapis tambah dengan Laston, yaitu modulus resilien (M_R) sebesar 2000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum 800 kg. Nilai modulus resilien (M_R) diperoleh berdasarkan pengujian UMATTA atau alat lain dengan temperatur pengujian 25^o C. Apabila jenis campuran beraspal untuk lapis tambah menggunakan Laston Modifikasi dan Lataston atau campuran beraspal yang mempunyai sifat berbeda (termasuk untuk Laston) dapat menggunakan faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) sesuai rumus dibawah atau Gambar 3 dan Tabel 4.

$$FK_{TBL} = 12,51 \times M_R^{-0,333} \dots\dots\dots(18)$$

dengan pengertian :

- FK_{TBL} = faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian
- M_R = Modulus Resilien (MPa)



Sumber. Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSN113 2416 – 2008.

Gambar 2.3. Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})

Tabel 2.3. Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})

Jenis Lapisan	Modulus Resilen, M_R (Mpa)	Stabilisasi Marshall (kg)	FK_{TBL}
Laston Modifikasi	3000	min.1000	0.85
Laston	2000	min. 800	1.0
Lataston	1000	min.800	1.23

Sumber. Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSN113 2416 – 2008.

2.10. Prosedur Lapisan Tambahan

Perhitungan tebal lapis tambah yang disarankan pada pedoman ini adalah berdasarkan data lendutan yang diukur dengan alat FWD atau BB. Pengukuran lendutan dengan alat FWD disarankan dilakukan pada jejak roda luar (jejak roda kiri) dan untuk alat BB pada kedua jejak roda (jejak roda kiri dan jejak roda kanan). Pengukuran lendutan pada perkerasan yang mengalami kerusakan berat dan deformasi plastis disarankan dihindari.

Perhitungan tebal lapis tambah perkerasan lentur dapat menggunakan rumus-rumus atau gambar-gambar yang terdapat pada pedoman ini. Tahapan perhitungan tebal lapis tambah adalah sebagai berikut:

- a) hitung repetisi beban lalu-lintas rencana (CESA) dalam ESA
- b) hitung lendutan hasil pengujian dengan alat FWD atau BB dan koreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim, Ca) dan faktor temperatur standar (Ft) serta faktor beban uji (FK untuk pengujian dengan FWD dan FK untuk pengujian dengan BB) bila B-FWD B-BBbeban uji tidak tepat sebesar 8,16 ton)
- c) tentukan panjang seksi yang memiliki keseragaman (FK) yang sesuai dengan tingkat keseragaman yang diinginkan
- d) hitung Lendutan wakil (D_{wakil}) untuk masing-masing seksi jalan yang tergantung dari kelas jalan
- e) hitung lendutan rencana/ijin ($D_{rencana}$) dengan menggunakan rumus 19 untuk lendutan rencana dengan alat BB;

$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{(-0,2307)} \dots\dots\dots(19)$$

Sumber. *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

dengan pengertian :

$D_{rencana}$ = lendutan rencana, dalam satuan milimeter.

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar, dalam satuan ESA atau dengan memplot data lalu-lintas rencana (CESA).

- f) hitung tebal lapis tambah/overlay (H_o) dengan menggunakan Rumus;

$$H_o = \frac{[Ln(1,0364) + Ln(D_{sblov}) - Ln(D_{stlov})]}{0,0597} \dots\dots\dots(20)$$

Sumber. *Badan Litbang Pekerjaan Umum – Departement Pekerjaan dan Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

dengan pengertian :

Ho = tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

D_{sblv} = lendutan sebelum lapis tambah/Dwakil, dalam satuan milimeter.

D_{stlv} = lendutan setelah lapis tambah atau lendutan rencana, dalam satuan milimeter.

g) hitung tebal lapis tambah/overlay terkoreksi (Ht) dengan mengkalikan Ho dengan faktor koreksi overlay (Fo), yaitu sesuai dengan Rumus;

Ht = Ho x Fo(21)

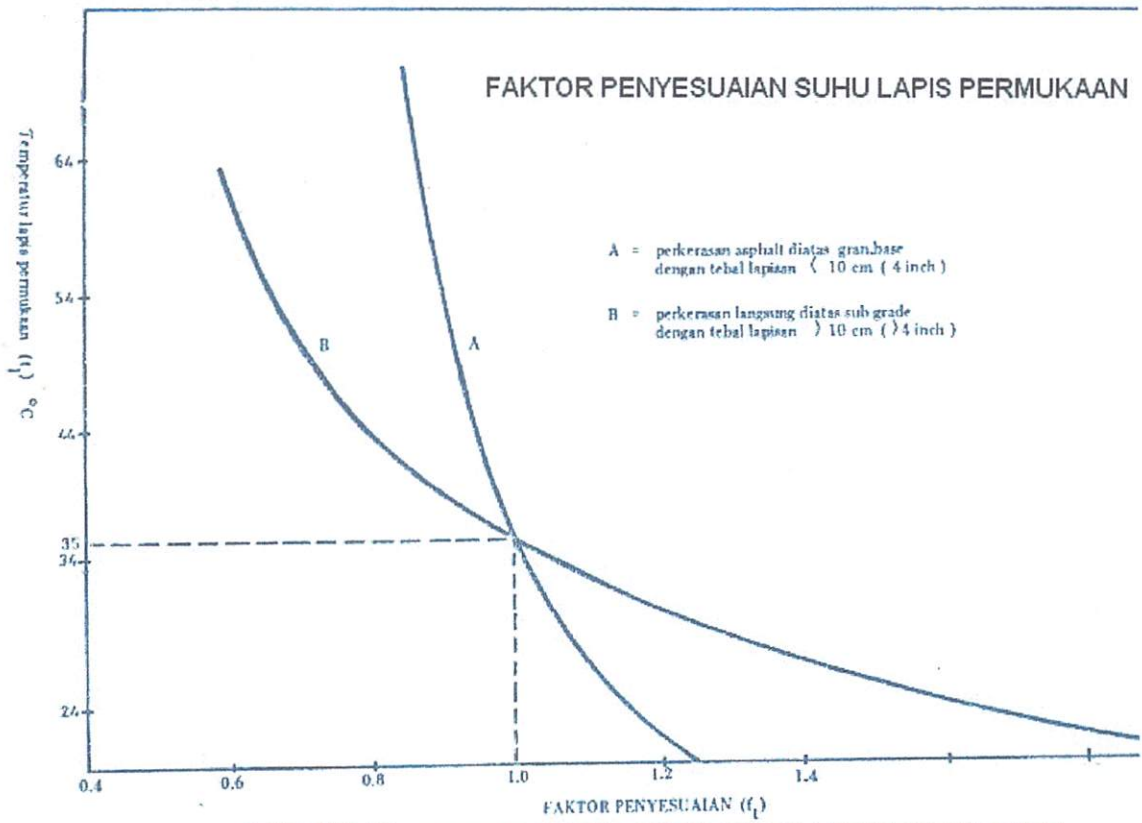
Sumber. *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.*

dengan pengertian :

Ht = tebal lapis tambah/overlay Laston setelah dikoreksi dengan temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

Ho = tebal lapis tambah Laston sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

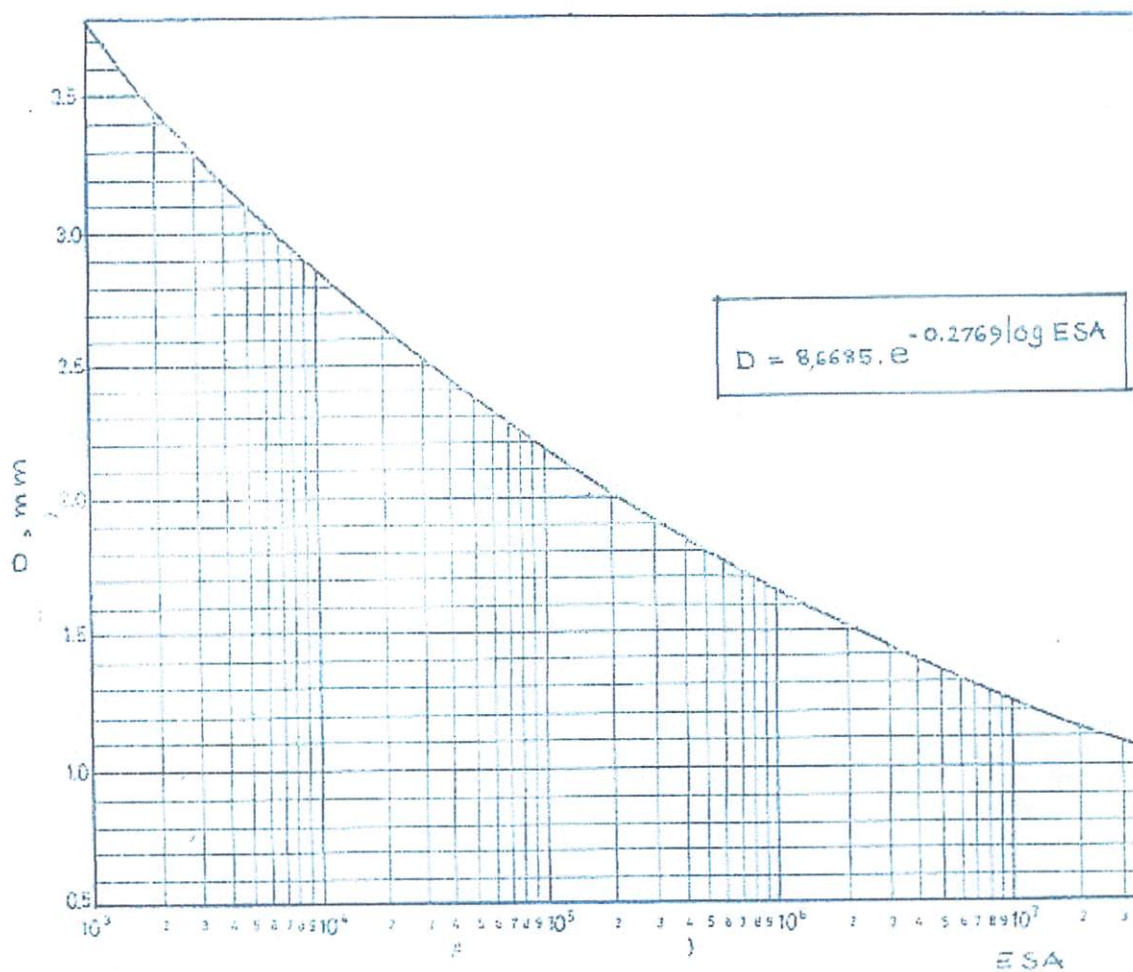
Fo = faktor koreksi tebal lapis tambah



GAMBAR 10. FAKTOR PENYESUAIAN SUHU LAPIS PERMUKAAN

Sumber: *Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga.1983

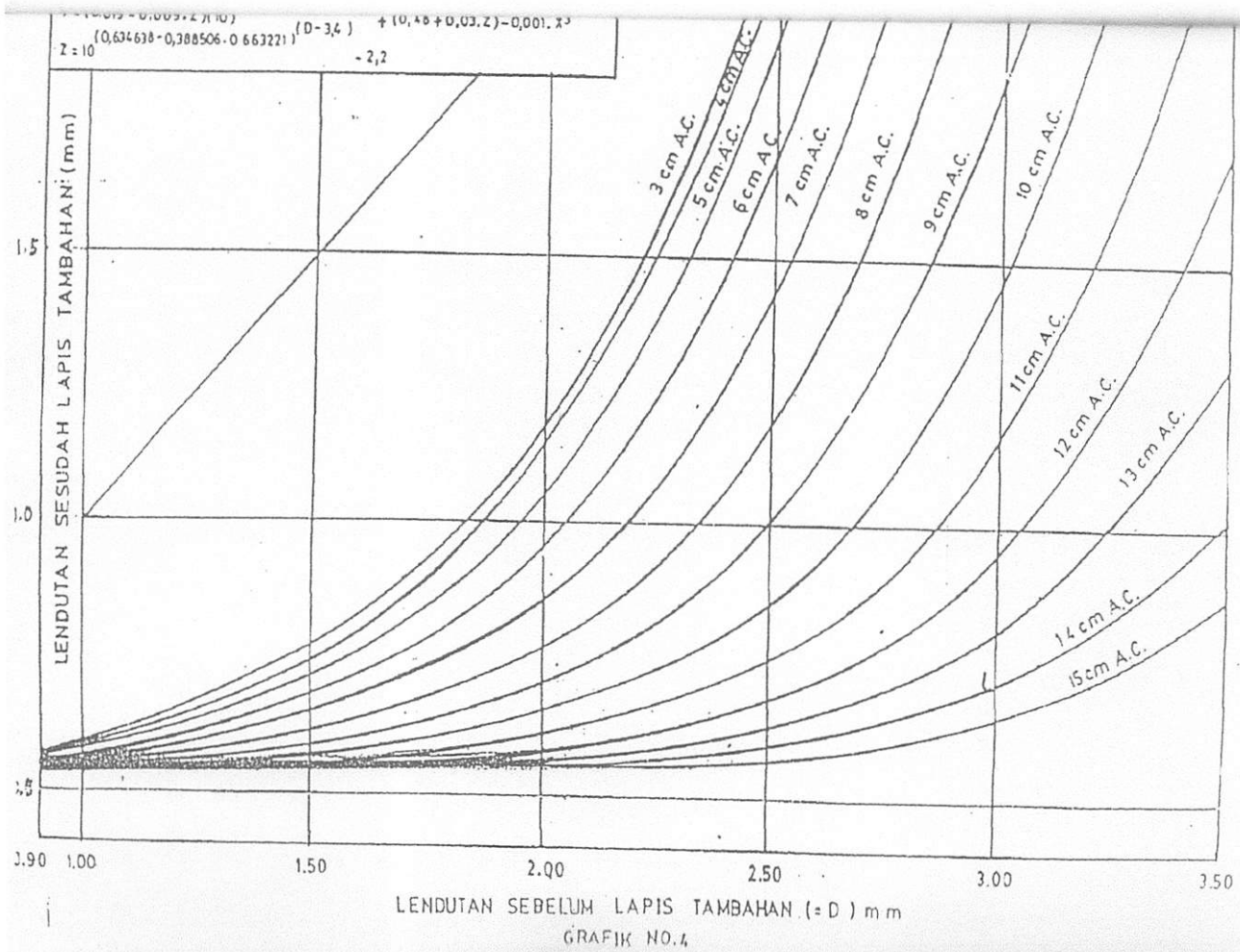
Gambar 2.4. Grafik faktor penyesuaian untuk koreksi lendutan terhadap temperature standar



GRAFIK HUBUNGAN D vs ESA

Sumber: *Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga. 1983

Gambar 2.5. Grafik kurva runtuh



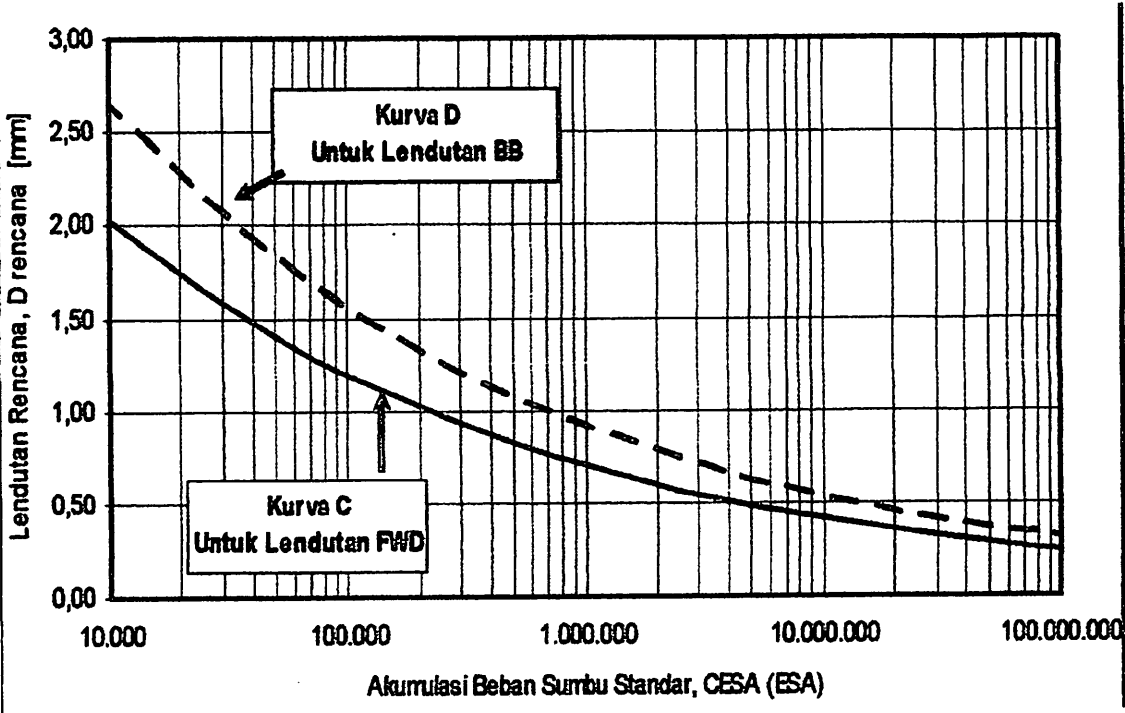
Sumber: *Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum,

Bina Marga. 1983

Gambar 2.6. Grafik sebelum lapis tambahan

2.11. Lendutan Rencana

Hitung lendutan rencana/ijin ($D_{rencana}$) dengan menggunakan lendutan rencana dengan alat alat BB pada rumus 19 diatas. CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar, dalam satuan ESA atau dengan memplot data lalu-lintas rencana (CESA) pada Gambar 3 Kurva C untuk lendutan dengan alat FWD dan Gambar dibawah Kurva D untuk lendutan balik dengan alat Benkelman Beam.



Sumber. Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.

Gambar 2.7. Hubungan antar lendutan rencana dan lalu lintas

2.12. Faktor distribusi arah Lalu Lintas harian Rata – rata setiap Segmen

Faktor distribusi araha digunakan untuk menunjukan distribusi kendaraan ke amsing – masing arah. Pada umumnya di ambil 0,50% ari factor distribusi lajur, pemilihan nilai lebih besar atau lebih kecil ditentukan oleh analisa yang dilakukan terhadap arus lalu lintas yang akan kemggunakan jalan tersebut, maka;

- a.Lalu lintas harian rata – rata (LHR) yang dihitung untuk dua arah dan dua jalur dengan median dan masing - masing arah dengan tanpa media.
- b.Jumlah lalu lintas rencana ditentukan atas dasar jumlah dan jenis kendaraan.

Tabel 2.4. Persentase kendaraan yang lewat pada jalur rencana:

Tipe Jalan	Kendaraan ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	100	100	100	100
2 Jalur	60	50	70	50
3 jalur	40	40	50	47,5
4 jalur	-	30	-	45
6 jalur	-	20	-	40

* Mobil penumpang, pick-up, mobil hantaran.

** Bus, Truck Tracktor, Trailler

Sumber: *Manual pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum,1983 dan S.Hendarsin,Perencanaan Teknik Jalan Raya:2000

Untuk jalan bebas hambatan pada tipe 1x2 (1 jalur 2 arah), dengan ketentuan lebih banyak menggunakan jalur kiri, maka persentase kendaraan yang lewat tidak diambil 50% tetapi diambil 50 – 100%. Dari LHR satu arah tergantung banyaknya kendaraan yang menggunakan jalur kiri tersebut.

Tabel 2.5. Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur
$L < 4,50\text{ m}$	1
$4,50\text{ m} \leq L < 8,00\text{ m}$	2
$8,00\text{ m} \leq L < 11,25\text{ m}$	3
$11,25\text{ m} \leq L < 15,00\text{ m}$	4
$15,00\text{ m} \leq L < 18,75\text{ m}$	5
$18,75\text{ m} \leq L < 22,50\text{ m}$	6

Sumber: *Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga.1983

2.13. **Faktor Besarnya Beban Kendaraan**

Beban lalu lintas dinyatakan dalam lintasan sumbu standar kenal juga *Equivalen Single Axle Load (ESA)*. Ekvivalen harian rata-rata dari satuan 8,16 ton (18 Kip= 18,000 lbs) beban as tunggal, dengan cara menjumlahkan hasil perkalian masing – masing jenis lalu lintas harian rata – rata, baik kosong maupun bermuatan dengan faktor ekivalen yang sesuai.

Setiap kendaraan merupakan jumlah dari Equivalen untuk setiap sumbu yang dimiliki oleh kendaraan itu. Di samping itu, equivalen di pengaruhi oleh berbagai faktor seperti kecepatan kendaraan, kelandaian jalan, berat kendaraan,jenis dan ukuran ban. Perencanaan tebal lapisan tambahan perlu diasumsikan tetap selama masa pelayanan atau umur rencana jalan.

Sesuai SNI 1732 – 1989 – F, equivalen ditentukan secara empiris yang hanya mempertimbangkan jenis konfigurasi dan beban sumbu. Rumus perhitungkan equivalen pada sumbu antara lain;

$E_{\text{sumbu Tunggal}} = \left(\frac{\text{bebansumbu tunggal, kg}}{8.160}\right)^4 \dots\dots\dots(22)$

$E_{\text{Sumbu Ganda}} = 0,086\left(\frac{\text{bebansumbu tunggal, kg}}{8.160}\right)^4 \dots\dots\dots(23)$

$E_{\text{Sumbu Triiple}} = 0,021\left(\frac{\text{bebansumbu tunggal, kg}}{8.160}\right)^4 \dots\dots\dots(24)$

Sumber: *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*, Sukirman, Silvia. Institut Teknologi Nasional. 2006

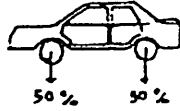
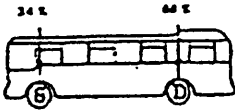
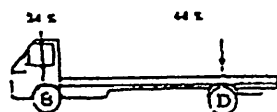
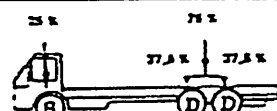
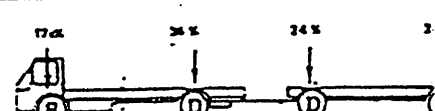
Equivalen yang diperoleh dari rumus 23 sampai dengan rumus 25 berbeda dengan angka equivalenya. Angka equivalen berdasarkan SNI 1732 – 1989 – F lebih konservatif.

Tabel 2.6. Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E)

Beban Sumbu		Angka Ekvivalen	
Kg	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda	Sumbu Triple/Triden
1000	0.0002	-	-
2000	0.0036	0.0003	0.0001
3000	0.0183	0.0016	0.0004

4000	0.0577	0.005	0.0012
5000	0.141	0.0121	0.0030
6000	0.2923	0.0251	0.0061
7000	0.5415	0.0466	0.0114
8000	0.9238	0.0794	0.0194
8160	1.0000	0.086	0.0311
9000	1.4798	0.1273	0.0474
10000	2.2555	0.194	0.0693
11000	3.30022	0.284	0.0982
12000	4.677	0.4022	0.1353
13000	6.4419	0.554	0.1820
14000	8.6647	0.7452	0.2398
15000	11.4184	0.982	0.3104
16000	14.7815	1.2712	0.3956
17000	18.838	1.6201	0.4972
18000	23.6771	2.0362	0.6173
19000	29.3937	2.5279	0.7578
20000	36.0877	3.1035	3.8366
30000		15.7117	12.1255
40000		49.6567	

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur. Sukirman, Silvia. Institut teknologi Nasional, 2006

KONFIGURASI SUMBU & TIRE	LEBAR KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	LEBAR TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAI KOSONG	UE 18 KSAI MAKSIMUM	
1.1 KF	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	 (S) RODA TUNGGU PADA UJUNG SUMBU (D) RODA GANDU UJUNG SUMBU
1.2L TRUCK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H TRUCK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 TRUCK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2.2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	4,9263	
1.2 - 2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-22 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,163	

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, Sukirna, Silvia. Institut Teknologi Nasional. 2006

Gambar 2.8. Ekvivalen Kendaraan Komposisi Roda dan Unit Ekvivalen 8.16 ton Beban As Tunggal

2.14. **Faktor Umur Rencana dan Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas**

Faktor umur rencana merupakan variabel dalam umur rencana dan faktor pertumbuhan lalu lintas. Untuk menghitung pada lapisan tambahan maka perlu diketahui pula berapa umur rencana yang akan digunakan sebagai dasar untuk menghitung tebal lapisan tambahan dan tingkat pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Untuk masa rencana lapisan tambahan pada jalan dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural pada lapisan tambahan. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis, karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi) maka umur rencana harus dipertimbangkan sebagaimana mestinya. Umur rencan di hitung dengan rumus;

$$N = 1/2 \left[1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1 + r)^{n-1} - 1}{r} \right]^4 \dots\dots\dots(25)$$

dimana;

- n = umur rencana, tahun
- r = pertumbuhan lalu lintas (%)

Nilai N untuk berbagai faktor pertumbuhan lalu lintas dan umur rencana dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 2.7. Faktor hubungan antara Umur rencana dengan perkembangn lalu lintas.

R%	2%	4%	5%	6%	8%	10%
n tahun						
1 tahun	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05
2 tahun	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3 tahun	3,09	3,18	3,23	3,30	3,38	3,48
4 tahun	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5 tahun	5,25	5,53	5,66	5,80	6,10	6,41
6 tahun	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7 tahun	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8 tahun	8,70	9,51	9,62	10,20	11,05	12,00

9 tahun	9,85	10,79	11,30	11,84	12,99	14,26
10 tahun	11,05	12,25	12,90	13,60	15,05	16,73
15 tahun	17,45	20,25	22,,15	23,90	28,30	33,36
20 tahun	24,55	30,40	33,90	37,95	47,70	60,20

Sumber: *Manual pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum,1983

Untuk menghitung lalu lintas tersebut maka rumus yang dipakai adalah:

Hitung repetisi beban lalu-lintas rencana (CESA) dalam ESA;

Perhitungan Accumulative Equivalent 18 Kips Single Axel Load adalah sebagai berikut;

$$AE_{18\text{ KSAL}} = 365 \times N \sum_i^n m x UE_{18\text{KSAL}} X P_i \dots\dots\dots(26)$$

Tabel 2.8. Formulir untuk Perghitungan Accumulatif Equivalent 18 Kips Single Axel Load.

Jenis	Vol. awal	Faktor umur	UE18 KSAL	Persentase Kend.	AE 18 KSAL
Kendaraan	rencana (m)	(N)	maximum	melintang (%)	
Sedan,Jeep	LHR	Umur rencana	Koefisien max. Kendraan	Persentase Kendaraan	Jumlah kenda./hari
Oplet,Pick Up oplet					
Pick-up, Micro truk					
Bus kecil					
Bus besar					
Truk ringan 2as					
Truk sedang 2as					
Truk 3 as					
Trailler					
Semi Trailler					
Total kendaraan AE 18 KSAL					

Sumber: *Perencanaan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) – Perencanaan Metode AASTHO 1993, Spesifikasi Parameter Desain contoh perhitungan*, Suryawan, Ari. penerbit Beta Offset Yogyakarta, 2009

2.15. Cara Menara Alat Benkelman Beam

2.15.1. Peralatan dan personil

Peralatan yang digunakan dalam cara uji ini adalah (RSNI3 2416:2008);

a) Truk dengan spesifikasi standar (Gambar 15) dengan uraian sebagai berikut:

- 1) berat kosong truk ($5 \pm 0,1$) ton;
- 2) jumlah as 2 buah, dengan roda belakang ganda;
- 3) beban masing-masing roda belakang ganda ($4,08 \pm 0,045$) ton atau beban gandar 8,16 ton;
- 4) ban dalam kondisi baik dan dari jenis kembang halus (*zig-zag*) dengan ukuran: 25,4 cm x 50,8 cm atau 10 inci x 20 inci, 12 *ply*;
- 5) tekanan angin ban ($5,5 \pm 0,07$) kg/cm² atau (80 ± 1) psi;
- 6) jarak sisi antara kedua bidang kontak ban pada permukaan jalan antara 10 cm sampai dengan 15 cm.

b) Alat timbang muatan praktis yang dapat dibawa-bawa (*portable weigh bridge*), kapasitas 10 ton, dengan ketelitian 0,001 ton;

c) Alat Benkelman Beam terdiri dari dua batang dengan panjang total ($366 \pm 0,16$) cm, yang terbagi menjadi dua bagian dengan perbandingan 1 : 2 oleh sumbu O dengan perlengkapan sebagai berikut:

- 1) arloji pengukur (*dial gauge*), berskala mm dengan ketelitian 0,025 mm atau dengan ketelitian yang lebih baik;
- 2) alat penggetar (*buzzer*);
- 3) alat pendatar (*waterpass*).

d) Alat penyetel Benkelman Beam yang terdiri dari:

- 1) pelat landasan (L) untuk landasan pelat penyetel dan tiang arloji pengukur;
- 2) pelat penyetel (T) yang dapat turun naik pada salah satu sisi (S);

- 3) engsel (E) untuk menghubungkan pelat landasan (L) dan pelat penyetel (T);
 - 4) sekrup pengatur (SP1) untuk mengatur pelat landasan (L) dalam kedudukan yang stabil;
 - 5) sekrup pengatur (SP2), untuk menggerakkan pelat penyetel (T) turun naik pada bagian sisi (S), yang dihubungkan oleh engsel (E);
 - 6) tiang (TA), untuk kedudukan arloji pengukur alat penyetel;
 - 7) arloji pengukur alat penyetel (AP1).
- e) pengukur tekanan angin yang dapat mengukur tekanan 5,5 kg/cm² dengan ketelitian 0,01 kg/cm² atau 80 psi dengan ketelitian 1 psi;
- f) peralatan pengukur temperatur yang terdiri dari:
- 1) termometer udara dan termometer permukaan: kapasitas 80°C, dengan ketelitian 1°C
 - 2) alat-alat penggali sederhana, pahat dan palu;
 - 3) payung atau alat pelindung lainnya terhadap sinar matahari.
- g) rolmeter 3 m dan 30 m;
- h) formulir-formulir lapangan dan *handboard*;
- i) minyak arloji pengukur dan alkohol murni untuk membersihkan batang arloji pengukur;
- j) perlengkapan keamanan bagi petugas dan tempat pengujian sebagai berikut :
- 1) tanda batas kecepatan lalu lintas pada saat melewati tempat pengujian ditempatkan lebih kurang 50 m di depan dan di belakang truk;
 - 2) lampu tanda peringatan;
 - 3) bendera yang selalu dipasang pada truk selama pengujian;
 - 4) tanda pengenalan pada kain yang dipasang pada truk di bagian depan dan bagian belakang;
 - 5) tanda pengamanan lalu lintas yang dipegang oleh petugas (tanda "STOP/JALAN");
 - 6) pakaian khusus petugas yang warnanya dapat dengan mudah dilihat oleh pengendara lalu lintas (misalnya pakaian berwarna orange).

k) kamera untuk foto dokumentasi.

2.15.2. Personil

Personil yang diperlukan adalah:

- a) satu orang petugas pengamanan lalu lintas;
- b) satu orang pengemudi truk;
- c) dua orang operator alat Benkelman Beam;
- d) satu orang pencatat temperatur dan tebal lapisan beraspal.

2.15.3. Cara pelaksanaan

Penyiapan truk

Penyiapan yang dilakukan adalah sebagai berikut (RSNI3 2416:2008);

- a) Truk dimuati hingga beban masing-masing roda belakang ban ganda ($4,08 \pm 0,045$) ton, penimbangan dilakukan pada masing-masing roda belakang ban ganda dan beban gandar merupakan penjumlahan dari beban masing-masing roda belakang tersebut.
- b) Ban belakang diperiksa dan tekanan angin pada ban dibuat ($5,5 \pm 0,07$) kg/cm² atau (80 ± 1) psi, dan diukur setiap 4 (empat) jam sekali.
- c) Bila tidak atau belum dilakukan pengujian dan truk berhenti lebih dari 40 (empat puluh) jam, selama masih dimuati beban, maka sebaiknya truk ditahan dengan balok-balok kayu untuk menghindari rusaknya per truk akibat beban.

2.15.4. Penyiapan alat Benkelman Beam

Alat Benkelman Beam yang digunakan untuk mengukur lendutan perkerasan jalan perlu memiliki ketelitian yang cukup tinggi, oleh karena itu diperlukan penyetelan terlebih dahulu terhadap alat tersebut sebelum dipakai. Ketelitian Benkelman Beam yang masih berada di dalam batas-batas toleransi yang ada dapat langsung digunakan, sedangkan ketelitian Benkelman Beam yang menunjukkan kelainan-kelainan di luar batas toleransi, perlu diperbaiki sampai batas toleransi tersebut dipenuhi. Penyetelan alat Benkelman

Beam dengan alat penyetel ditujukan untuk mengetahui batas toleransi ketelitian alat. Secara umum penyiapan alat Benkelman Beam sebelum penyetelan adalah sebagai berikut (RSNI3 2416:2008);

- a) pasang batang Benkelman Beam sehingga sambungan kaku;
- b) periksa arloji pengukur, bila perlu batang arloji dibersihkan dengan minyak arloji/alcohol murni guna memperkecil gesekan; untuk mengurangi terjadinya karat, hindari pemakaian air sebagai pembersih;
- c) pasang arloji pengukur pada tangkai sedemikian rupa sehingga batang arloji pengukur arahnya vertikal pada tangkai Benkelman Beam.

2.15.5. Cara mengukur ketelitian

Cara mengukur ketelitian adalah sebagai berikut (RSNI3 2416:2008);

- a) Dengan batang pengukur dalam keadaan terkunci, tempatkan Benkelman Beam pada bidang yang datar, kokoh dan rata, misalnya pada tanah;
- b) Atur kaki (K) sehingga Benkelman Beam dalam keadaan datar;
- c) Tempatkan alat penyetel dalam bidang yang sama dan atur sehingga alat penyetel berada di bawah tumit batang (TB) dari batang pengukur, kemudian atur landasan hingga datar dan mantap;
- d) Lepaskan pengunci (P) atau batang pengukur dan turunkan ujung batang perlahan-lahan hingga tumit batang terletak pada pelat penyetel (T);
- e) Atur arloji pengukur (AP2) Benkelman Beam padaudukannya hingga batang ujung arloji pengukur bersinggungan dengan bagian belakang batang pengukur, lalu dikunci dengan erat;
- f) Atur arloji pengukur alat penyetel (AP1) padaudukannya hingga ujung batang arloji pengukur bersinggungan dengan batang pengukur tepat di atas tumit batang (TB), kemudian dikunci dengan erat;

- g) Atur kedudukan batang arloji pengukur Benkelman Beam dan batang arloji alat penyetel sehingga batang arloji bisa bergerak ± 5 mm;
- h) Dalam kedudukan seperti 6.2.1.g), atur kedua jarum arloji pengukur pada angka nol;
- i) Hidupkan alat penggetar (B), kemudian turunkan pelat penyetel dengan memutar sekrup pengatur (SP2), sehingga jarum arloji pengukur alat penyetel menunjukkan penurunan batang arloji pengukur 0,25 mm, catat pembacaan kedua arloji pengukur pada formulir yang telah tersedia (lihat Lampiran D);
- j) Lakukan seperti 6.2.1.i), berturut-turut pada setiap penurunan batang arloji pengukur 0,25 mm sampai mencapai penurunan 2,50 mm, catat pembacaan kedua arloji pengukur pada formulir yang telah tersedia (lihat Lampiran D);
- k) Dalam keadaan kedudukan terakhir 6.2.1.j), naikan pelat penyetel berturut-turut pada setiap kenaikan batang arloji pengukur 0,25 mm, sampai mencapai kenaikan 2,50 mm (tumit batang kembali pada kedudukan semula);
- l) Jika hasil pembacaan arloji pengukur Benkelman Beam, berbeda dengan hasil pembacaan pada arloji pengukur alat penyetel, berarti ada kemungkinan kesalahan pada alat, seperti gesekan pada sumbu yang terlalu besar atau peluru-peluru sumbu yang terlalu longgar;
- m) Jika selisih pada 6.2.1.l), sama atau lebih kecil 0,05 mm maka alat masih dianggap baik, tetapi jika lebih besar dari 0,05 mm maka alat tersebut perlu diperiksa dan diperbaiki.

2.15.6. Pengukuran dimensi alat

Perbandingan panjang batang alat Benkelman Beam mempengaruhi hasil perhitungan lendutan, oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran dimensi alat sebagai berikut:

- a) panjang batang dari tumit batang ke sumbu O (= A);
- b) panjang batang dari sumbu O ke arloji pengukur (= B);
- c) panjang batang dari tumit batang ke kaki depan (= C);

d) panjang batang dari kaki depan ke kaki belakang (= D).

Jika A : B tidak sama dengan 2 : 1 maka alat tersebut perlu diperiksa dan diperbaiki.

2.15.7. Penentuan titik-titik pengujian

Titik pengujian ditentukan sebagai berikut (RSNI3 2416:2008);

- a) Untuk jalan tanpa median dengan tipe jalan 1 lajur, 2 lajur, 3 lajur, 4 lajur dan 6 lajur;
letak titik pengujian
- b) Untuk jalan dengan median tipe jalan 2 x 1 lajur, 2 x 2 lajur dan 2 x 3 lajur, maka jalan tersebut masing-masing dianggap sebagai jalan 1 (satu) arah dan letak titik pengujian seperti tipe jalan 1 lajur, 2 lajur, dan 3 lajur untuk masing-masing arah.

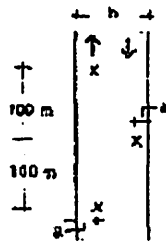
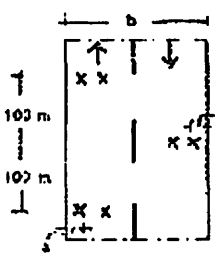
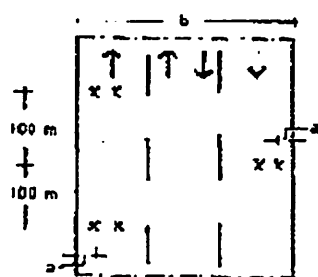
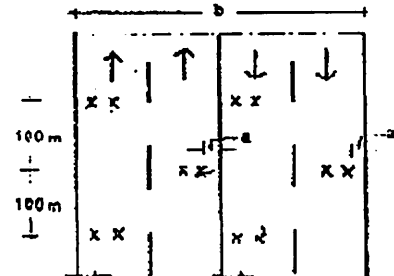
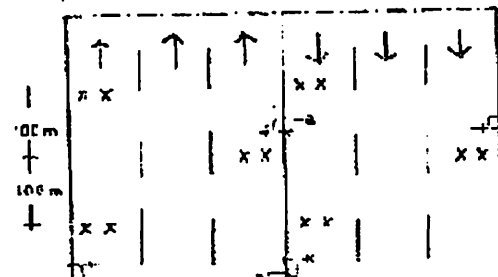
2.15.8. Pengukuran lendutan

Terdapat 3 (tiga) jenis pengukuran lendutan yang dilakukan yaitu pengukuran lendutan balik maksimum, lendutan balik titik belok dan cekung lendutan. Dalam penempatan tumit batang dan kaki-kaki Benkelman Beam, hindari titik yang telah mengalami kerusakan permukaan jalan seperti pelelehan aspal (*bleeding*) atau retak (*cracking*) dan dalam melaksanakan pengukuran lendutan, temperatur permukaan jalan harus lebih rendah atau sama dengan 40°C.

2.15.9. Pengukuran lendutan balik maksimum

- a) Tentukan titik pengujian jalan tanpa median atau dengan median atau disesuaikan dengan kebutuhan;
- b) Tentukan titik pada permukaan jalan yang akan diuji dan diberi tanda (+) dengan kapur tulis;
- c) Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang telah ditentukan tersebut; apabila yang diuji ada disebelah kiri sebuah jalur maka yang dipusatkan adalah ban ganda kiri, apabila yang akan diuji adalah kiri dan kanan pada suatu jalur maka yang dipusatkan pada titiktitik yang telah ditetapkan tersebut ialah ban ganda kiri dan ban ganda kanan;

- d) Tumit batang (*beam toe*) Benkelman Beam diselipkan di tengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat di bawah pusat muatan sumbu gandar, dan batang Benkelman Beam masih dalam keadaan terkunci;
- e) Atur ketiga kaki sehingga Benkelman Beam dalam keadaan datar (*waterpass*);
- f) Lepaskan kunci Benkelman Beam, sehingga batang Benkelman Beam dapat digerakkan turun naik;
- g) Atur batang arloji pengukur sehingga menyinggung dengan bagian atas dari batang belakang;
- h) Hidupkan penggetar (*buzzer*) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur;
- i) Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol, sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal
- j) Jalankan truk perlahan-lahan maju ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 m; setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, catat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir;
- k) Catat temperatur permukaan jalan (tp) dan temperatur udara (tu) pada tiap titik pengujian; temperatur tengah (tt) dan temperatur bawah (tb) bila perlu dicatat setiap 2 (dua) jam
- l) Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 (empat) jam dan dibuat selalu $(5,5 \pm 0,07)$ kg/cm² atau (80 ± 1) psi
- m) Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan;
- n) Periksa dan catat tebal lapis permukaan, serta data lain yang diperlukan.

JUMLAH JALUR	KONFIGURASI TITIK PENGUKURAN	JUMLAH TITIK														
1	 <table><thead><tr><th>b</th><th>a</th></tr></thead><tbody><tr><td>< 3.00</td><td>3.50</td></tr><tr><td>3.50</td><td>0.80</td></tr><tr><td>4.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>4.50</td><td>1.25</td></tr><tr><td>5.00</td><td>1.50</td></tr><tr><td>≥ 5.50</td><td>type jalan 2 jalur</td></tr></tbody></table> keterangan: a: jarak titik pemeriksaan ketopi perkerasan jalan b: lebar perkerasan jalan	b	a	< 3.00	3.50	3.50	0.80	4.00	1.00	4.50	1.25	5.00	1.50	≥ 5.50	type jalan 2 jalur	1
b	a															
< 3.00	3.50															
3.50	0.80															
4.00	1.00															
4.50	1.25															
5.00	1.50															
≥ 5.50	type jalan 2 jalur															
2	 <table><thead><tr><th>b</th><th>a</th></tr></thead><tbody><tr><td>≤ 5.00</td><td>type jalan 1 jalur</td></tr><tr><td>5.50</td><td>0.80</td></tr><tr><td>7.00</td><td>0.80</td></tr><tr><td>8.00</td><td>0.80</td></tr><tr><td>≥ 8.25</td><td>type jalan 4 jalur</td></tr></tbody></table>	b	a	≤ 5.00	type jalan 1 jalur	5.50	0.80	7.00	0.80	8.00	0.80	≥ 8.25	type jalan 4 jalur	2		
b	a															
≤ 5.00	type jalan 1 jalur															
5.50	0.80															
7.00	0.80															
8.00	0.80															
≥ 8.25	type jalan 4 jalur															
3	 <table><thead><tr><th>b (m)</th><th>a (m)</th></tr></thead><tbody><tr><td>≤ 8.00</td><td>type jalan 2 jalur</td></tr><tr><td>8.25</td><td>0.80</td></tr><tr><td>10.00</td><td>0.80</td></tr><tr><td>11.00</td><td>0.80</td></tr><tr><td>≥ 11.25</td><td>type jalan 4 jalur</td></tr></tbody></table>	b (m)	a (m)	≤ 8.00	type jalan 2 jalur	8.25	0.80	10.00	0.80	11.00	0.80	≥ 11.25	type jalan 4 jalur	2		
b (m)	a (m)															
≤ 8.00	type jalan 2 jalur															
8.25	0.80															
10.00	0.80															
11.00	0.80															
≥ 11.25	type jalan 4 jalur															
4	 <table><thead><tr><th>b (m)</th><th>a (m)</th></tr></thead><tbody><tr><td>≤ 11.00</td><td>type jalan 3 jalur</td></tr><tr><td>11.25</td><td>0.80</td></tr><tr><td>13.00</td><td>0.80</td></tr><tr><td>15.00</td><td>0.80</td></tr><tr><td>≥ 15.75</td><td>type jalan 6 jalur</td></tr></tbody></table>	b (m)	a (m)	≤ 11.00	type jalan 3 jalur	11.25	0.80	13.00	0.80	15.00	0.80	≥ 15.75	type jalan 6 jalur	2 x 2		
b (m)	a (m)															
≤ 11.00	type jalan 3 jalur															
11.25	0.80															
13.00	0.80															
15.00	0.80															
≥ 15.75	type jalan 6 jalur															
6	 <table><thead><tr><th>b (m)</th><th>a (m)</th></tr></thead><tbody><tr><td>≤ 15.00</td><td>type jalan 4 jalur</td></tr><tr><td>≥ 15.75</td><td>0.80</td></tr></tbody></table>	b (m)	a (m)	≤ 15.00	type jalan 4 jalur	≥ 15.75	0.80	2 x 2								
b (m)	a (m)															
≤ 15.00	type jalan 4 jalur															
≥ 15.75	0.80															

Sumber: Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga 1983

Gambar 2.9. Formulir pengujian Pemeriksaan dengan Benkelman

Tabel 2.9. Formulir untuk data pengujian Lendutan balik aspal dengan alat Benkelmen Beam.

Propinsi	Sekala	Ruas	Dari – ke	Km – Km	Km. 0	Jumlah Lembar	Lebar Jalan

PENGUJIAN PERKERASAN DENGAN ALAT BENKELMAN BEAM
 PENGUKURAN LENDUTAN

KM														
Pembacaan	AWAL				ANTARA				AKHIR				JK	TU
Arloji														
Pengukur	(0.00 m)		d1		0.3/0.4m		d2		6.00m		d3		LP	TP
Ban Ganda Kiri													C	tt
Ban Ganda Kanan													tad	Kr
KM														
Pembacaan	AWAL				ANTARA				AKHIR				JK	TU
Arloji														
Pengukur	(0.00 m)		d1		0.3/0.4m		d2		6.00m		d3		LP	TP
Ban Ganda Kiri													C	tt
Ban Ganda Kanan													tad	Kr
KM														
Pembacaan	AWAL				ANTARA				AKHIR				JK	TU
Arloji														
Pengukur	(0.00 m)		d1		0.3/0.4m		d2		6.00m		d3		LP	TP
Ban Ganda Kiri													C	tt
Ban Ganda Kanan													tad	Kr

CATATAN:	Jarak antara
	0.3m untuk Penetrasi, Butas, Pelaburan
BENKELMEAN BEAM NO	0.4 untuk Aspal Beton
ARLOJI PENUNJUK SKALA	JK=Jenis Konstruksi LP=Lebar Perkerasan (m) C=Faktor Lingkungan tad=tidak ada data
FAKTOR (fa)	TU= Temperatur Udara °c TP=Temperatur Permukaan tt= factor koreksi suhu Kr = Jenis kerusakan

Tabel 2.10. Formulir Tebal Lapisan Tambahan

Propinsi	Sekala	Ruas	Dari – ke	Km – Km	Km. 0	Jumlah Lembar	Lebar Jalan

Skala	Km-Km	Umur rencana (tahun)	AE 18 KSAL (operasional)	Km-Km	Tebal diizinkan (mm)	Tebal tambahan (mm)	D Setelah lapisan Tambahan							Ket.
							3	4	5	6	7	8	9	

Sumber: Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga.1983

2.15.20. Survey Kondisi Permukaan

Survey ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kenyamanan permukaan jalan saat ini. Survey dapat dilakukan secara visual ataupun dengan bantuan alat mekanis yang meliputi;

1. Penilaian kondisi dari lapisan permukaan, baik, kritis atautkah rusak.
2. Penilaian kenyamanan kendaraan dengan mempergunakan mobil Toyota Canvas berkecepatan 40 km/jam. Penilaian dikelompokkan menjadi nyaman, kurang nyaman, dan tidak nyaman.
3. Penilaian berat kerusakan yang terjadi, baik kualitas maupun kuantitasnya. Penilaian dilakukan terhadap retak – retak (cracking), lubang (pot hole) ruting (alur), pelepasan butiran (ravelling), pengelupaan lapisan permukaan (stripping), keriting (corrugation), amblas (depression), bleeding, sungkur (shoving) dan jembul (upheaval) (Sukirman,1995:163)

Survey bantuan alat yaitu dengan mempergunakan alat roughometer yang ditempelkan pada sumbu belakang roda kendaraan penguji. Prinsip dasar dari alat ini ialah mengukur jumlah gerakan vertikal sumbu belakang pada kecepatan tertentu. Survey dilakukan pada perkerasan jalan lama di lokasi tersebut agar dapat mengetahui kondisi jalan yang sebenarnya. Disyaratkan bahwa harus mengetahui kondisi jalan lama untuk lapisan tambahan baik untuk;

1. Metode lapisan tambahan dengan Analisa komponen
2. Metode lapisan tambahan dengan Benkelman Beam, atau
3. Dengan metode Falling Weight Deflectometer

Dalam survey permukaan jalan harus mengetahui penampang melintang jalan, type jalan, bahu jalan, median jalan, trotoar dan penampang saluran.

Formulir Pemeriksaan Perkerasan Jalan

DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT PENYELIDIKAN MASALAH TANAH DAN JALAN

Formulir 1b

Pekerjaan

Nama

...

Dikerjakan

Diperiksa

...

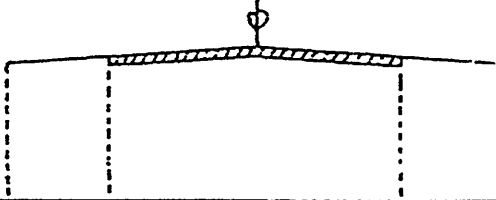
Propinsi	Seksi	Ruas	Dari - Ke	Km - Km	Km 0	Jlh. lbr.	Lbr. ke

FEMERIKSAAN PERKERASAN JALAN

Km

...

PENAMPANG LOKASI TITIK PEMERIKSAAN



daerah samping	drainase	bahu	perkerasan	bahu	drainase	daerah samping

CATATAN :

Jenis lapis permukaan : Kerusakan :

Aspal beton

Penetrasi

Batas

Peralihan

Kondisi Cuaca

Pada as

Mendung

Gerimis

Relak-relak

Geombang

Ambles

Lobang

Lepas-lepas

Belahan

Alur alur

Tambahan

Drainase, bahu :

Kondisi	berlungsi	kurang	tidak	terurus	kurang	tidak
	kl	ka	ki	ka	kl	ka
Drainase						
Bahu						

*) kl = kiri

ka = kanan

Suhu udara

Suhu permukaan

Suhu tengah

Suhu bawah

Tebal perkerasan beraspal

Lantai jalan

Mtali C

Jenis tanah

C/F

F

putul

putul

putul

putul

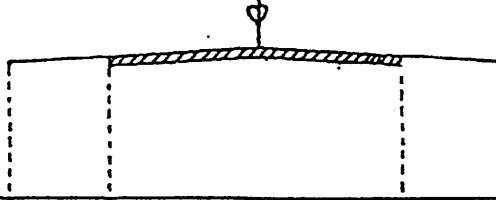
cm

%

KM

...

PENAMPANG LOKASI TITIK PEMERIKSAAN



daerah samping	drainase	bahu	perkerasan	bahu	drainase	daerah samping

CATATAN :

Jenis lapis permukaan : Kerusakan :

Aspal beton

Penetrasi

Batas

Peralihan

Kondisi Cuaca

Pada as

Mendung

Gerimis

Relak-relak

Geombang

Ambles

Lobang

Lepas-lepas

Belahan

Alur alur

Tambahan

Drainase, bahu :

Kondisi	berlungsi	kurang	tidak	terurus	kurang	tidak
	kl	ka	ki	ka	kl	ka
Drainase						
Bahu						

*) kl = kiri

ka = kanan

Suhu udara

Suhu permukaan

Suhu tengah

Suhu bawah

Tebal perkerasan beraspal

Lantai jalan

Mtali C

Jenis tanah

C/F

F

putul

putul

putul

putul

cm

%

Sumber: Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga 1983

Gambar 2.10. Pemeriksaan Perkerasan Jalan

2.16. Perencanaan Anggaran Biaya pada Konstruksi Lapisan Tambahaan

Harga satuan volume pekerjaan berdasarkan sesuai dengan ketentuan yang dikeluarkan oleh Direktorat Nasional Jalan Raya, Jembatan, dan Pengedalian Banjir Timor Leste (*Direcção Nacional Estradas, Pontes e Cheias de Timor Leste*). Analisa harga satuan diambil dari Harga Satuan Dasar Upah dan Bahan Serta Biaya Operasi. Dari hasil analisis perhitungan waktu pelaksanaan, analisis harga satuan pekerjaan dan perhitungan bobot pekerjaan, maka dapat dibuat Rencana Anggaran Biaya, Time Schedule pelaksanaan proyek dalam bentuk Bar Chard dan rencana Anggaran Biaya dan Kurva S.

Untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya pada awalnya harus mengetahui jenis dan uraian pekerjaan yang ada pada setiap pekerjaan maka seorang estimator akan menyusun susunan anggaran biaya sesuai dengan alur pada perhitungan sebagai berikut;

1. Susunan volume pekerjaan terdiri dari;

1.1.Uraian dan jenis pekerjaan

1.2.Besarnya volume pada suatu pekerjaan

1.3.Satuan pada masing – masing jenis pekerjaan, dan

1.4. Alat – alat berupa mesin dan sejenisnya yang akan dipakai

2. Analisa Harga Satuan terdiri dari;

2.1.Susunan Volume pekerjaan

2.2. Harga koefisien yang berlaku pada masing – masing daerah, dan dikalikan,
dengan

2.3. Harga satuan pada masing – masing pekerjaan

Harga koefisien x harga satuan tiap jenis pekerjaan

3. Rencana Anggaran biaya terdiri dari;

- 3.1. Kuantitas dan volume pekerjaan yang ada di susunan volume pekerjaan dikalikan, dengan
- 3.2. Total dari masing – masing harga satuan yang ada pada dari Analisa harga satuan

Kuanlitas pekerjaan x harga satuan, dan Total biaya x % pajak lalu

dijumlahkan.

4. Durasi waktu pekerjaan terdiri dari;

- 4.1. Uraian dan jenis pekerjaan
- 4.2. Volume pada masing – masing tiap pekerjaan
- 4.3. Produktifitas kerja
- 4.4. Jumlah pekerja
- 4.5. Perkiraan waktu kerja dari volume pekerjaan dibagi produktifitas kali pekerja maka akan mendapatkan jumlah hari pada tiap pekerjaan sampai jumlah total hari kerja

untuk medapatkan waktu kerja, $waktu = \frac{Volumepekerjaan}{(Produktivitas \times pekerja)}$

5. Batang Chart dan Kuvra S terdiri dari;

- 5.1. Jumlah hari bekerja pada masing – masing pekerjaan
- 5.2. Bobot pada masing – masing pekerjaan
- 5.3. Total waktu kerja
- 5.4. Total persentasi perminggu
- 5.5. Total persentasi kumulatif perminggu, dan
- 5.6. Kurva S, untuk menghubungkan tingkat persentasi kerja mulai dari awal pekerjaan dimulai sampai dengan ahkir pekerjaan

$$Bobothari = \frac{bobotpekerja / hari}{bobottotal hari}$$

BAB III

METODELOGI STUDI

3.1. Lokasi Studi

Lokasi study berada di Timor leste dari jalan raya utama depan kantor Perdana Mentri Republik Demokrasi Timor Leste sampai di bundaran Comoro. Panjang keseluruhan jalan 3 Kilometer. mulai dari stasion 0 + 000 km sampai stasion 3 + 900 km dengan lebar 18 meter dengan bahu jalan 2 meter dan median 1meter dan trotoar 1meter. Karena jalan tersebut merupakan jalan raya utama maka banyak kendaraan yang melewati pada jalur tersebut.

Lokasi tersebut dapat mengakses masyarakat dari Sub - Distrito Comoro. Dengan demikian pula bahwa lokasi itu dapat menghubungkan dari dan ke bandara udara Internasional Nicolau Lobatu. Jalan tersebut menghubungkan dari sektor barat ke ibu kota Negara. Gambar Peta lokasi study, sketsa ruas jalan dan sketsa lokasi survey lalu lintas terlampir.

3.2. Diagram Alir Tahapan Studi

Diagram Alir Tahapan Studi berdasarkan proses permulaannya pekerjaan yang di mulai dari rencananya dan kajian masalah yang di kerjakan seteleh mempelajari dari hasil tahapan pekerjaan maka akan dilaksanakan proses pengujian Benkelman Beam dan survey lalu lintas dan prediksi umur 10 tahun kedepan dan pengumpulan data, pengolahan data, hitung tebal lapisan tambah dengan lendutan balik, rencanakan anggaran biaya, dan mengambil kesimpulan dari hasil pembahasan tersebut.



5. Suhu rata – rata setempat
6. Rencana biaya yang akan dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi jalan raya pada lapisan tambahan (*Overlay*)

3.4. Metode Suvey Lalu Lintas Harian Rata - rata (LHR)

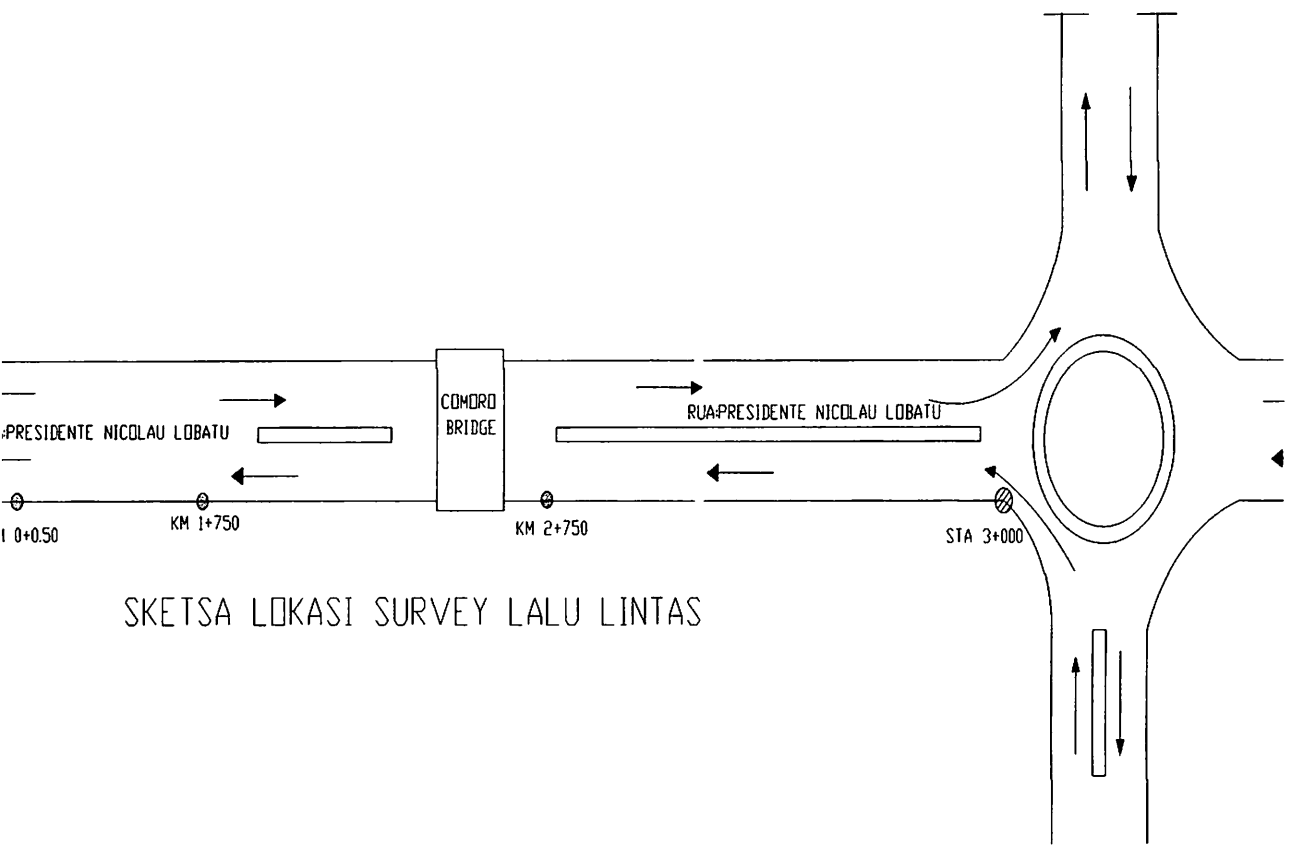
Data volume lalu lintas dapat diperoleh dari dinas lalu lintas transportasi Timor Leste di (*Direcção Nacional Terestre de Timor Leste*). Jika tidak terdapat di dinas lalu lintas transportasi Timor Leste maka perhitungan volume lalu lintas dapat dilakukan dengan survey ulang pada lokasi tersebut. Perhitungan dapat dilakukan sebaiknya tidak kurang dari 3 x 16 jam (sumber: *Perencanaan Tabal Perkerasan Lentur* Silvia Sukirman, Penerbit Institut Teknologi Nasional.2006:94). Dengan memperhatikan faktor hari, bulan, musim dimana perhitungan dilakukan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang mewakili untuk merencanakan. Untuk survey Lalu lintas akan dilakukan setelah pengujian Benkelman Beam yang akan dilaksanakan pada pertengahan bulan Mei tahun 2012, dan yang melibatkan dalam survey lalu lintas (lima orang) 5 orang selama masa survy lalu lintas, waktu survey mulai jam 06.00-21.00. Dari volume lalu lintas tersebut untuk kebutuhan perencanaan tebal lapisan perkerasan dapat diperoleh data-data sebagai berikut:

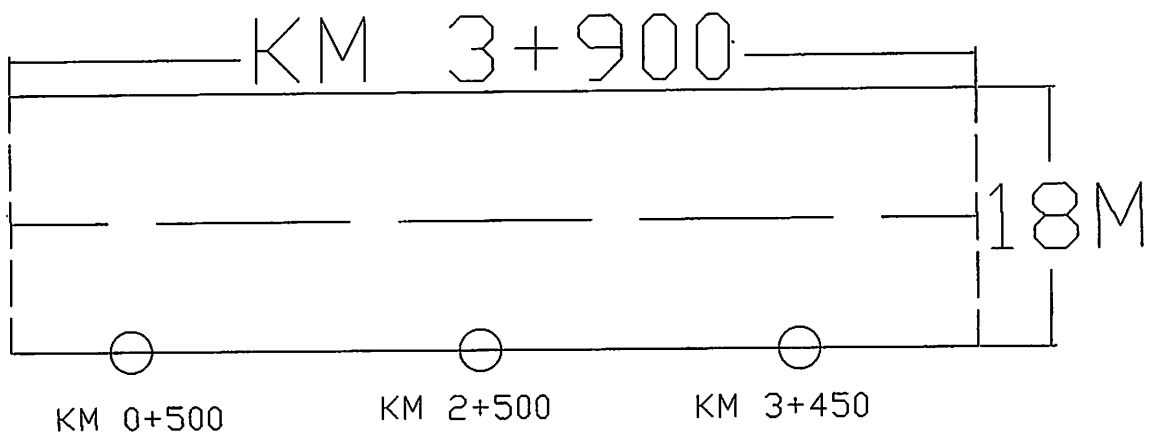
1. Komposisi arus lalu lintas terhadap berbagai jenis kendaraan.
2. Distribusi arah untuk jalan 2 jalur tanpa median.
3. Pada lokasi jalan direncanakan tersebut belum terhadap pos-pos rutin atau jika dibutuhkan tambahan data, maka pos perhitungan volume lalu lintas hendaknya dipilih sedemikian rupa sehingga.
4. Arus lalu lintas pada lokasi perhitungan tersebut tidak terganggu oleh lalu lintas di sekitar lokal.

Mengelompokkan jenis kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Mobil penumpang, termasuk didalamnya semua jenis kendaraan berat 2 ton
2. Bus
3. Truck 2 As
4. Truck 3 As
5. Truck 5 As
6. Trailer

Untuk peta lokasi survey pada lalu lintas dimulai dari KM 0+0,50 dan KM 3+000, sketsa lokasi survey seperti gambar dibawah ini.





LOKASI SKETSA SURVEY LALU LINTAS

Peta lokasi studi



Tabel3.1. Survey Lalu Lintas Harian Rata – rata pada jesin kendaraan (Suryawan,2009:14)

Interval waktu	Sedan,	Oplet	Pick-up,	Bus kecil	Bus besar	Truk ringan 2AS	Truk sedang 2AS	Truk 3 AS	Trailler	Jumlah/kend./hari
	Jeep, dan Station	,Pick Up oplet	Micro truk,dan							
	wagon	,Sub-urbon,	Mobil hantaran/							
		Combi,	Pick box							
		Minibus								
Golongan	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	
06.00-0615										
06.15-06.30										
06.30-06.45										
06.45-07.00										
07.00-07.15										
07.15-07.30										
07.30-07.45										
07.45-08.00										
08.00-0815										
08.15-0830										
08.30-0845										
08.45-09.00										
09.00-09.15										
09.15-09.30										
09.30-09.45										
09.45-10.00										
10.00-10.15										
10.15-10.30										
10.30-10.45										
10.45-11.00										
11.00-11.15										
11.15-11.30										
11.30-11.45										
11.45-12.00										
12.00-12.15										
12.15-12.30										
12.30-12.45										
12.45-13.00										
13.00-13.15										
13.15-13.30										
13.30-13.45										
13.45-14.00										
14.00-14.15										
14.15-14.30										

Lanjutan dari tabel 3.1. Survey Lalu Lintas Harian Rata – rata pada jesin kendaraan

14.30-14.45										
14.45-15.00										
15.00-15.15										
15.15-15.30										
15.30-15.45										
15.45-16.00										
16.00-16.15										
16.15-16.30										
1630.-1645										
16.45-17.00										
17.00-17.15										
17.15-17.30										
17.30-17.45										
17.45-18.00										
18.00-18.15										
18.15-18.30										
18.30-18.45										
18.45-19.00										
19.00-19.15										
19.15-19.30										
19.30-19.45										
19.45-20.00										
20.00-20.15										
20.15-20.30										
20.30.20.45										
20.45-21.00										
JUMLAH KENDARAAN PERJENIS										
TOTAL JUMLAH KENDARAAN/HARI										

3.5. Metode Pengelolaan data untuk lalu lintas

Untuk mengelolah data lalu lintas maka setiap jenis kendaraan di jumlahkan. untuk satu hari selama tiga hari berturut turut dan di jumlahkan dengan rata – rata pada ketiga hari dan dikalikan dengan faktor umur rencana sebagaimana yang tercantum dalam table 4 diatas. Faktor umur rencana berdasarkan pada fluktuasi arus lalu lintas pada tiap tahun yang meningkat dan di prediksi pada umur 10 tahun kedepan.

3.6. Metode Menentukan Umur Rencana (UR)

Umur rencana pada pelapisan tambahan perkerasan jalan ialah 5 tahun dan 10 tahun. Menentukan umur rencana 5 tahun - 10 tahun kedepan berdasarkan hasil prediksi perhitungan data survey lalu lintas yang ada. Atau pertumbuhan lalu lintas dikarenakan ekonomi masyarakat yang semakin meningkat pada tahun – tahun berikutnya. Umur rencana perkerasan jalan saat jalan tersebut di lapis tambahan pada permukaan jalan.

3.7. Metode Pengukuran Lendutan balik

Untuk melakukan survey pada jalan tersebut dengan metode Benkelman Beam yang rujukan pada Rancangan Standar Nasional Indonesia – RSNI13 2416 – 2008 dan tata Cara Uji Lendutan perkerasan Lentur dengan Alat Benkelman Beam denga metode dan rujukan yang sama. Dengan demikian untuk pembagian survey pada Benkelman Beam terdiri dari setia 50m sehingga total yang akan di survey berjumlah 61 titk. Karena lebar jalan pada masing – masing jalur berjarak 8m maka pengujian untuk Benkelman Beam berada pada 0,8m dari tepi jalan unutk setiap jalur. Metoda ini dimaksudkan sebagai acuan untuk melakukan pengukuran lendutan balik perkerasan jalan dengan menggunakan alat Benkelman Beam. Yang akan dijadikan dasar untuk menghitung tebal lapisan tambahan dan sisa umur perkerasan jalan. Metoda ini menyajikan ketentuan alat yang digunakan, pengukuran lendutan balik, lendutan maksimum, serta tata cara menghitung umur sisa perkerasan dan tebal lapisan tamabahan.

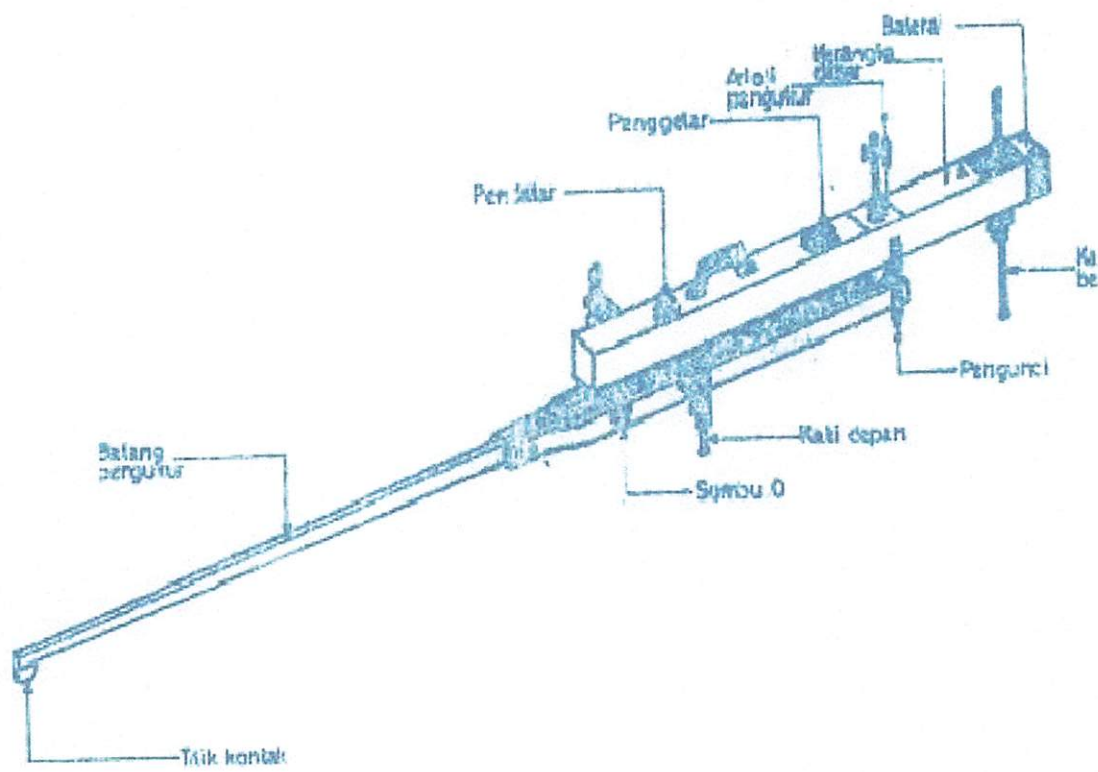
3.8. Metode Lendutan Balik Aspal sebagai berikut

- a) Tentukan titik pengujian jalan tanpa median atau dengan median atau disesuaikan dengan kebutuhan;
- b) Tentukan titik pada permukaan jalan yang akan diuji dan diberi tanda (+) dengan kapur tulis;
- c) Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang telah ditentukan tersebut; apabila yang diuji ada disebelah kiri sebuah jalur maka yang dipusatkan adalah ban ganda

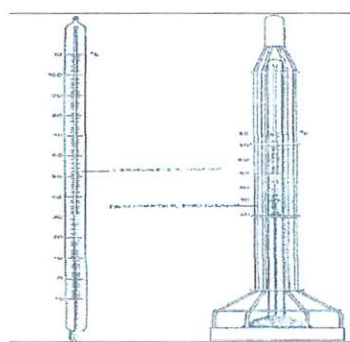
kiri, apabila yang akan diuji adalah kiri dan kanan pada suatu jalur maka yang dipusatkan pada titiktitik yang telah ditetapkan tersebut ialah ban ganda kiri dan ban ganda kanan;

- d) Tumit batang (*beam toe*) Benkelman Beam diselipkan di tengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat di bawah pusat muatan sumbu gandar, dan batang Benkelman Beam masih dalam keadaan terkunci;
- e) Atur ketiga kaki sehingga Benkelman Beam dalam keadaan datar (*waterpass*);
- f) Lepaskan kunci Benkelman Beam, sehingga batang Benkelman Beam dapat digerakkan turun naik;
- g) Atur batang arloji pengukur sehingga menyinggung dengan bagian atas dari batang belakang;
- h) Hidupkan penggetar (*buzzer*) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur;
- i) Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol, sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal
- j) Jalankan truk perlahan-lahan maju ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 m; setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, catat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir;
- k) Catat temperatur permukaan jalan (tp) dan temperatur udara (tu) pada tiap titik pengujian; temperatur tengah (tt) dan temperatur bawah (tb) bila perlu dicatat setiap 2 (dua) jam
- l) Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 (empat) jam dan dibuat selalu $(5,5 \pm 0,07)$ kg/cm² atau (80 ± 1) psi
- m) Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan;

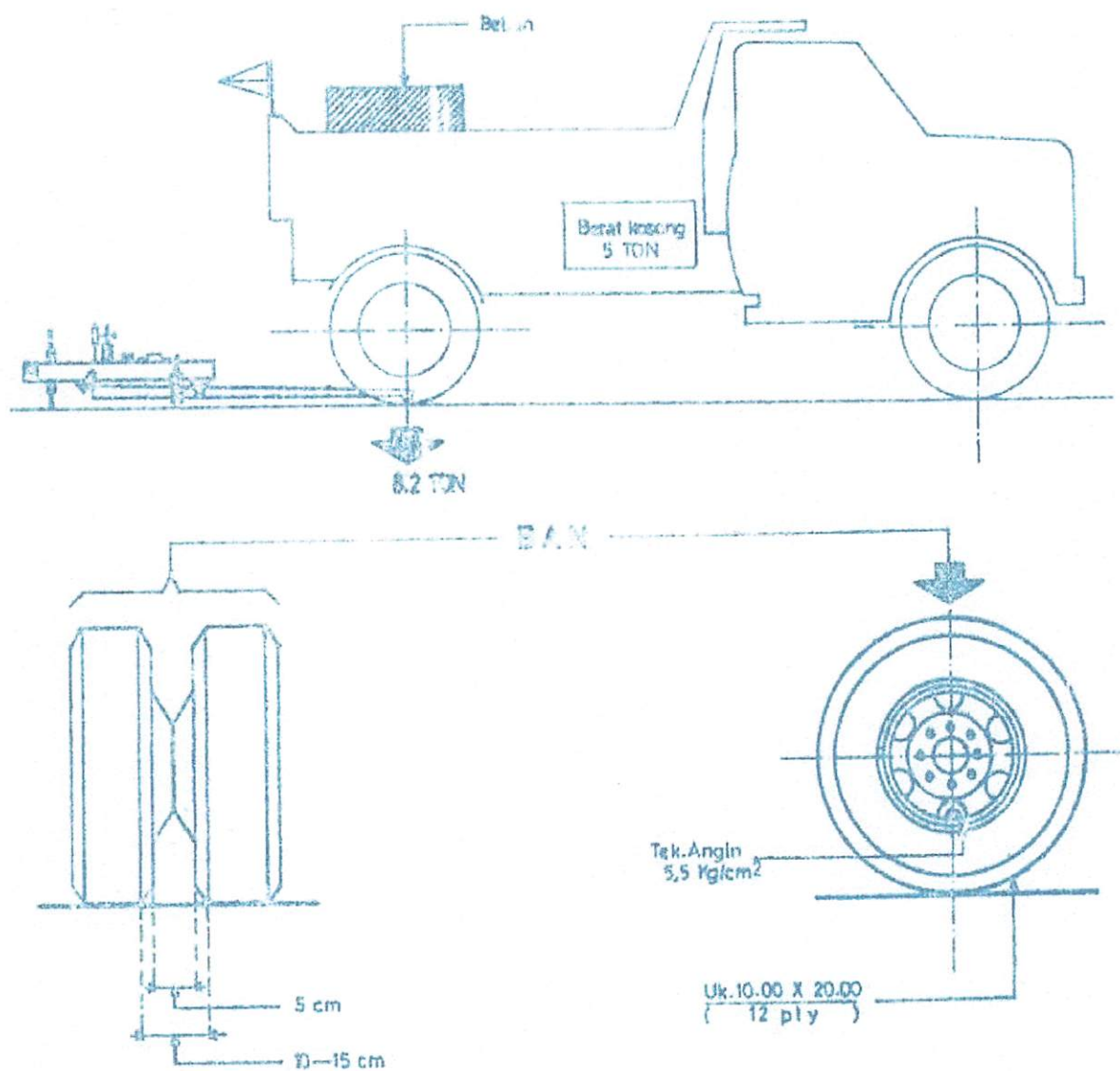
n) Periksa dan catat tebal lapis permukaan, serta data lain yang diperlukan.



Gambar 3.2. Alat Pengukur Lendutan Balik Aspal dengan Benkelmen Beam



Gambar 3.3. Alat Pengukur Suhu (Temperatur)



Sumber: *Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga.1983

Gambar 3.4. Truck untuk pengujian Lendutan Balik

Pekerjaan Nama ...
 Nomor ...

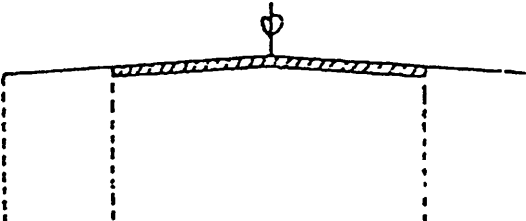
Dikerjakan
Diperiksa

Provinsi	Seksi	Hub	Dari - Ke	Km - Km	Km 0	Jlh. Lbr.	Lbr. ke

FEMERIKSAAN PERKERASAN JALAN

Km

PENAMPANG LOKASI TITIK PEMERIKSAAN



daerah samping	drainase	bahu	perkerasan	bahu	drainase	daerah samping

CATATAN :

Jenis lapis permukaan : Kerusakan :

Aspal beton ☐

Penetrasi ☐

Bulas ☐

Pelaburan ☐

Kondisi Cuaca : ☐

Panas ☐

Mendung ☐

Cerimis ☐

Retak-retak ☐

Gelombang ☐

Ambles ☐

Lobang ☐

Lepas-lepas ☐

Belahan ☐

Alur alur ☐

Tambahan ☐

Drainase, bahu :

Kondisi	berfungsi		kurang berfungsi		tidak berfungsi		terurus		kurang terurus		tidak terurus	
	ki	ka	ki	ka	ki	ka	ki	ka	ki	ka	ki	ka
Drainase												
Bahu												

*) ki = kiri ka = kanan

Suhu udara C/° F putul

Suhu permukaan C/° F putul

Suhu tengah C/° F putul

Suhu bawah C/° F putul

Tebal perkerasan beraspal cm

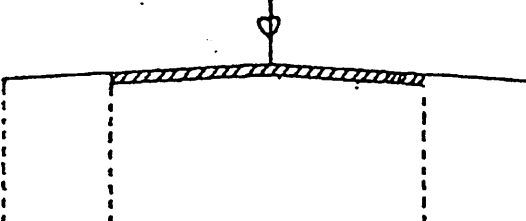
Lantai jalan %

Milai C

Jenis tanah

KM

PENAMPANG LOKASI TITIK PEMERIKSAAN



daerah samping	drainase	bahu	perkerasan	bahu	drainase	daerah samping

CATATAN :

Jenis lapis permukaan : Kerusakan :

Aspal beton ☐

Penetrasi ☐

Bulas ☐

Pelaburan ☐

Kondisi Cuaca : ☐

Panas ☐

Mendung ☐

Cerimis ☐

Retak-retak ☐

Gelombang ☐

Ambles ☐

Lobang ☐

Lepas-lepas ☐

Belahan ☐

Alur alur ☐

Tambahan ☐

Drainase, bahu :

Kondisi	berfungsi		kurang berfungsi		tidak berfungsi		terurus		kurang terurus		tidak terurus	
	ki	ka	ki	ka	ki	ka	ki	ka	ki	ka	ki	ka
Drainase												
Bahu												

*) ki = kiri ka = kanan

Suhu udara C/° F putul

Suhu permukaan C/° F putul

Suhu tengah C/° F putul

Suhu bawah C/° F putul

Tebal perkerasan beraspal cm

Lantai jalan %

Milai C

Jenis tanah

Sumber: Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam, Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga.1983

Gambar 3.5. Formulir pemeriksaan struktur perkerasan jalan

Besarnya lendutan balik yang mewakili satu ruas jalan dihitung sesuai dengan fungsi jalan antara lain;

- a. Jalan Arteri
- b. Jalan Kolektor
- c. Jalan Lokal

3.9. CARA PENGELOLAHAN DATA UNTUK BENKELMAN BEAM

Untuk menghitung lendutan balik aspal dengan metode Benkelman Beam dengan jarak ± 3km dengan lebar 8m dan lebar trotoal 1,5m maka pengukuran dapat dilaksanakan pada setiap jarak 50m pada posisi di kiri dan kanan jalan tersebut, maka pembagian padat dilakukan sebagai berikut;

➤ $3900 / 50 = 79$ titik pengambilan data

Untuk pengujian pada Benkelman Beam terdiri dari beberapa personil antara lain;

1. Satu orang petugas pengamanan lalu lintas
2. Satu orang pengemudi truk
3. Dua orang operator alat Benkelman Beam, dan
4. Satu orang pencatat yemperatur dan tebal lapisan beraspal

Tabel 3.2. Formulir untuk pengelolaha data Benkelman Beam sebagai berikut

No.	STA	Beban Uji	lendutan balik BB			Temperatur (C ^o)					Suhu Tu+Tp (C ^o)	Koreksi pada	Koreksi	Koreksi	Lendutan	d _B ²
			(mm)									Temperatur	Musim	Beban	Terkoreksi	
		(Ton)	d1	d2	d3	Tu	Tp	Tt	Tb	TL	standar (Ft)	(Ca)	FK _{B-BB}	(mm), dB 2(d3-d1)x Ft x Ca x FKB-BB		
1	0+000	8.20														
2	0+050	8.20														
3	0+100	8.20														
4	0+150	8.20														
5	0+200	8.20														

Sumber. Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.

Tabel 3.3. Formulir Lendutan balik yang mewakili D

Pekerjaan: Nama :..... Dikerjakan:.....
 Nomor:..... Diperiksa :.....

Propinsi	Seksi	No Ruas	Dari Km-Km	Jumlah lembar	No lembar

Seksi	Km-Km	n	(mm)	(mm)	(mm)	S (mm)	D (mm)	Lapis Permukaan		Keterangan
								Jenis	Tebal	

Sumber: Manual pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam, Departemen Pekerjaan Umum,1983 dan Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.

3.10. Cara mengelolah data dan menghitung Tebal Lapis Tambahan

Untuk menghitung lapisan tambahan pada perkerasan tersebut maka dapat dilihat pada rumus sebagaimana yang di cantum dalam rumus mulai dari no 1 sampai dengan rumus no 29 pada bab 2 di atas.

3.11. Cara menimbang Muatan Sumbu Terberat

Kendaraan yang dipakai untuk pengujian lendutan adalah kendaraan dengan muatan sumbu terberat 8200 kilo gram (8.2 ton). Seseuai gambar nomor 15 diatas dengan ketentuan yang ada berdasarkan aturan pada Rancangan Standarisasi Nasional Indonesia³ – RSNI3 2416 : 2008. Sebelum pengujian lendutan balik aspal terlebih dahulu di timbang beratnya kendaraan agar sumbu muatannya sesuai dengan standar. Tujuan dari memimbang berat kendaraan adalah agar mengetahui beratnya beban yang ada di dalam kendaraan di tambah berat kosong tersebut, jika muatan yang dipakai belum mencukupi dengan standar maka muatan tersebut harus ditambah supaya berat total kendaraan memenuhi standar untuk pengujian lendutan balik aspal. Atau juga sebaliknya jika muatannya melebihi standar maka muatan tersebut harus dikurangi beban yang di muat di dalam kendaraan tersebut.

BAB IV

DATA DAN PERENCANAAN LAPISAN TAMBAHAN

4. Data Perencanaan

Menghitung lalu lintas dan prediksi lalu lintas untuk umur 5 tahun dan 10 tahun kedepan data lalu lintas untuk prediksi 5 tahun dan 10 tahun seperti dalam dalam Tabel 24 dibawah. Menghitung Lalu – Lintas Harian Rata – rata (LHR) maka direncanakan jalan di mulai tahun 2012 (awal umur rencana) dan umur rencana pada jalan tersebut untuk 5 tahun 5% dan 10 tahun 8% dihitung dengan rumus: $LHR = (1+i)^n \cdot LHR$

Dimana : i = perkembangan lalu lintas (%)

n = jangka waktu/umur rencana (tahun)

Tabel 4.1. Jumlah Lalu lintas Haria Rata – rata dan Prediksi Lalu lintas untuk 5 tahun dan 10 tahun kedepan.

NO	Kategori Kendaraan	Averag/ days	5 th $i=5\%=(5.66)$	10 th $i=8\%=(15.05)$	5 tahun	10 tahunh
1	Sedang, Jeep, Station Wagon 1 +1 Ton	887.67	0.0566	0.1505	1168.969	3606.751
2	Sub-urban, Combi, Pajero 2+2 Ton	721.67	0.0566	0.1505	950.363	2932.263
3	Micro Truk, Pick Box, Mobil Hantaran 2 + 4 Ton	34.33	0.0566	0.1505	45.214	139.503
4	Bis Kecil 3 + 6 ton	14.00	0.0566	0.1505	18.437	56.885
5	Bis Besar 3 + 7ton	0.00	0.0566	0.1505	0.000	0.000
6	Truck Kecil 3 + 6 ton	22.00	0.0566	0.1505	28.972	89.390
7	Truck Besar 2 AS 4 + 8 ton	30.33	0.0566	0.1505	39.946	123.250
8	Truck Besar 3 AS 4 + 8+ 8 ton	12.00	0.0566	0.1505	15.803	48.758
9	Trailler 6 + 8 + 8 + 8 ton	1.00	0.0566	0.1505	1.317	4.063

Jumlah Kendaraan Rata - rata/Hari	1723.00		2269.020	7000.862
--	----------------	--	-----------------	-----------------

4.1. Menentukan Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas 5 tahun 5% dan 10 tahun 8 %.

Berdasarkan tabel 8 diatas hitung umur rencana dan faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N). untuk menghitung Akumulasi Ekvivalen beban sumbu standar (CESA) dengan rumus:

$$AE_{18\text{ KSAL}} = \sum_i^n m_i x 365 x E_i x N$$

umur rencana 5 tahun, i = 5 % = 5.66

Tabel 4.2. Perhitungan Accumulative Equivalent 18 kips Single Axel Load umur 5 tahun

	Vol. Awal	Faktor Umur	UE 18 KSAL	Persen Kend.	
	Rencana (m)	Rencana (N)	Miximum	Melintas (%). Pi + 50%	AE 18 KSAL
Sedang, Jeep, Station Wagon (1 +1) Ton (1.1)	887.67	0.0566	0.0004	0.50	3.668
Sub-urban, Combi, Pajero (2+2) Ton (1.1)	721.67	0.0566	0.2174	0.50	1620.599
Micro Truk, Pick Box, Mobil Hantaran 2 + 4 Ton (12L)	34.33	0.0566	0.2174	0.50	77.100
Bis Kecil (3 + 6) ton (1.2L)	14.00	0.0566	0.2174	0.50	31.439
Bis Besar (3 + 7) ton (1.2L)	0.00	0.0566	0.3006	0.50	0.000
Truck Kecil (3 + 6) ton (1.2H)	22.00	0.0566	0.2174	0.50	49.404
Truck Besar 2 AS (4 + 8) ton (1.22)	30.33	0.0566	2.7416	0.50	859.021

Truck Besar 3 AS (4 + 8+ 8) ton (1.2+2.2)	12.00	0.0566	2.7416	0.50	339.832
Trailer (6 + 8 + 8 + 8) ton (1.2+2.2)	1.00	0.0566	4.9283	0.50	50.907
					3031.969
					3.03 x 10 ^6

Umur rencana 10 tahun i= 8 % = 15.05

Tabel 4.3. Perhitungan Accumulatif Equipalent 18 kip Single Axel Load umur 10 tahun

	Vol. Awal	Faktor Umur	UE 18 KSAL	Persen Kend.	
	Rencana (m)	Rencana (N)	Miximum	Melintas (%). Pi+ 50%	AE 18 KSAL
Sedang,Jeep,Station Wagon (1 +1)Ton (1.1)	887.67	0.1505	0.0004	0.50	9.752
Sub-urbon,Combi,Pajero 2+2 Ton (1.1)	721.67	0.1505	0.2174	0.50	4309.189
Micro Truk, Pick Box, Mobil Hantaran (2 + 4) Ton (12L)	34.33	0.1505	0.2174	0.50	205.010
Bis Kecil (3 + 6) ton (1.2L)	14.00	0.1505	0.2174	0.50	83.596
Bis Besar (3 + 7)ton (1.2L)	0.00	0.1505	0.3006	0.50	0.000
Truck Kecil (3 + 6) ton (1.2H)	22.00	0.1505	0.2174	0.50	131.366
Truck Besar 2 AS (4 + 8) ton (1.22)	30.33	0.1505	2.7416	0.50	2284.145
Truck Besar 3 AS (4 + 8+ 8) ton (1.2+2.2)	12.00	0.1505	2.7416	0.50	903.618
Trailer (6 + 8 + 8 + 8) ton (1.2+2.2)	1.00	0.1505	4.9283	0.50	135.362
					8062.037
					8.10x10^6

Perhitungan Accumulatif Equipalent 18 kip Single Axel Load menggunakan rumus nomor 26.

$$AE18\text{ KSAL}=365\times N\sum_{i=1}^n m_iUE18KSALXP_i$$

$$AE18\text{ KSAL}=365\times 0.566\times 1123.33\times 0.0004\times 0.5=4.641$$

Survey Lalu Lintas Harian Rata – rata pada jesin kendaraan, Pada Hari I Tanggal 25

Juni 2012

Tabebl 4.4. Data Survey Lalu lintas, LOKASI. STATION 0 + 500 KM 25/06/2012

Interval waktu	Sedan,Jee p, e Station wagon	Oplet,Pick Up oplet, Sub- urbon,Combi, Pajero	Micro truk, Pick box,Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truck kecil	Truc Besa 2AS	Truc k3AS	Tra ille r	Jlh/ 15 mt
06.00-0615	2	2								4
06.15-06-30	4	2								6
06.30-06.45	6	3					1			10
06.45-07.00	9	4		1		2	1			17
07.00-07.15	12	6	2			1	3			24
07.15-07.30	14	9					1			24
07.30-07.45	16	13	1	1		2	2			35
07.45-08.00	20	15	1							36
08.00-0815	23	18				2		1		44
08.15-0830	24	18	1							43
08.30-0845	22	15	1	1						39
08.45-09.00	21	13	1			1	2	1		39
09.00-09.15	19	11		2		2				34
09.15-09.30	17	9	1			1				28
09.30-09.45	15	8		1			2			26
09.45-10.00	14	8	1			1	1	1		26
10.00-10.15	11	6	1				1			19
10.15-10.30	11	6		2		1				20
10.30-10.45	10	5	1					1		17
10.45-11.00	10	5				1				16
11.00-11.15	11	6				1	1			19
11.15-11.30	12	8	2			1	1			24
11.30-11.45	14	11						1		26
11.45-12.00	16	14		1						31
12.00-12.15	20	16	2			2	4			44
12.15-12.30	23	18	2			1	2	1		47
12.30-12.45	22	16	1							39
12.45-13.00	19	13	1					1		34
13.00-13.15	17	12	1			2	1			33
13.15-13.30	15	10	2				2			29
13.30-13.45	18	13	1					1		33

Lanjutan dari Tabebl 4.4. Data Survey Lalu lintas

13.45-14.00	21	16	1	1		1				40
14.00-14.15	23	19				1	2	1		46
14.15-14.30	20	18	1							39
14.30-14.45	19	16	1			1				37
14.45-15.00	16	15				2		1		34
15.00-15.15	14	14	2	1		1		1		33
15.15-15.30	11	11								22
15.30-15.45	11	9						1		21
15.45-16.00	14	9					3			26
16.00-16.15	16	13								29
16.15-16.30	17	16		1			3			37
16.30-16.45	18	17		2			3	1		41
16.45-17.00	20	18					1			39
17.00-17.15	22	19								41
17.15-17.30	24	17								41
17.30-17.45	23	15								38
17.45-18.00	21	15								36
18.00-18.15	18	13								31
18.15-18.30	17	12								29
18.30-18.45	15	9								24
18.45-19.00	12	9								21
19.00-19.15	9	7								16
19.15-19.30	7	7								14
19.30-19.45	6	5								11
19.45-20.00	5	3								8
20.00-20.15	4	2								6
20.15-20.30	4	2								6
20.30-20.45	4	2								6
20.45-21.00	3	1								4
Jumlah/Hari/ Kendaraan	881	642	28	14		27	37	13		164 2
Jumlah Kendaraan/hari										164 2



Tabel 4.5 . Rekapitulasi Survey Data Lalu Lintas Pada Hari I Tanggal 25 Juni 2012

Jumlah Kendaraan Perhari		
NO	Kategori Kendaraan	Jumlah
1	Sedang,Jeep,Station Wagon 1ton	881
2	Sub-urbon,Combi,Pajero 2ton	642
3	Micro Truk, Pick Box, Mobil Hantaran 4 ton	28
4	Bis Kecil 6 ton	14
5	Bus Besar 8 ton	0
6	Truck Kecil 6 ton	27
7	Truck Besar 2 AS 13 ton	37
8	Truck Besar 3 AS 20 ton	13
9	Trailer 30 ton	0
Jumlah Kendaraan Perhari		1642

Survey Lalu Lintas Harian Rata – rata pada jesin kendaraan,Hari II Tanggal 27 Juni

2012

Tabel 4.6. Data survey lalu lintas, LOKASI. STATION 2 + 500 KM 27/06/2012

Interval waktu	Sedan,Jee p, e Station wagon	Oplet,Pick Up oplet, Sub- urbon,Com bi, Pajero	Micro truk, Pick box,Mobil Hantaran	Bus Kec il	Besa r	Truc k kecil	Truc k Besa r2AS	Truc k3AS	Tr aill er	Jumlah/ 15 menit
06.00-06.15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
06.15-06.30	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6
06.30-06.45	4	2	2	0	0	0	0	0	0	8
06.45-07.00	7	4	0	2	0	0	0	0	0	13
07.00-07.15	9	6	0	0	0	0	0	0	0	15
07.15-07.30	12	9	1	0	0	0	0	0	0	22
07.30-07.45	16	15	1	0	0	1	2	0	0	35
07.45-08.00	21	17	2	1	0	0	1	0	0	42
08.00-08.15	24	21	2	2	0	0	2	0	0	51
08.15-08.30	26	23	1	0	0	1	2	1	0	54
08.30-08.45	22	20	1	0	0	0	2	0	0	45
08.45-09.00	18	17	2	1	0	1	2	0	0	41
09.00-09.15	18	17	0	0	0	0	2	0	0	37
09.15-09.30	16	14	1	0	0	1	0	1	0	33
09.30-09.45	14	13	1	0	0	1	0	0	0	29
09.45-10.00	14	12	0	0	0	0	1	1	0	28
10.00-10.15	12	11	1	0	0	0	0	0	0	24
10.15-10.30	11	10	1	0	0	0	0	0	0	22
10.30-10.45	10	11	1	0	0	2	1	0	0	25
10.45-11.00	10	12	0	0	0	0	0	1	0	23
11.00-11.15	14	14	1	0	0	1	1	0	1	32
11.15-11.30	15	15	0	0	0	0	0	1	0	31
11.30-11.45	16	18	0	0	0	0	1	0	0	35
11.45-12.00	19	19	0	0	0	0	2	0	0	40
12.00-12.15	24	22	1	1	0	2	0	0	0	50
12.15-12.30	25	24	1	0	0	0	0	1	0	51
12.30-12.45	23	20	0	0	0	0	0	0	0	43
12.45-13.00	21	18	2	0	0	0	0	0	0	41
13.00-13.15	18	16	1	0	0	0	0	1	0	36
13.15-13.30	19	16	0	0	0	0	0	1	0	36
13.30-13.45	19	14	1	0	0	1	0	0	0	35
13.45-14.00	23	19	0	0	0	1	1	0	0	44
14.00-14.15	26	20	2	1	0	1	0	0	0	50

Lanjutan dari Tabel 4.6. Data survey lalu lintas

14.15-14.30	22	16	0	0	0	0	0	0	0	38
14.30-14.45	19	16	1	0	0	0	0	1	0	37
14.45-15.00	18	13	1	0	0	0	0	0	0	32
15.00-15.15	16	11	0	0	0	0	0	0	0	27
15.15-15.30	14	9	2	0	0	1	0	0	0	26
15.30-15.45	12	9	1	1	0	0	0	0	0	23
15.45-16.00	14	8	0	0	0	0	1	0	0	23
16.00-16.15	13	11	1	0	0	0	0	0	0	25
16.15-16.30	18	13	1	2	0	0	0	0	0	34
16.30-16.45	18	14	1	0	0	1	0	0	0	34
16.45-17.00	23	19	0	0	0	2	2	1	0	47
17.00-17.15	27	20	0	0	0	1	2	2	0	52
17.15-17.30	26	21	0	0	0	1	1	0	0	49
17.30-17.45	19	21	0	0	0	0	1	1	0	42
17.45-18.00	15	16	0	0	0	1	1	1	0	34
18.00-18.15	13	13	0	0	0	0	0	0	0	26
18.15-18.30	12	10	0	0	0	0	0	0	0	22
18.30-18.45	11	8	0	0	0	0	0	0	0	19
18.45-19.00	9	6	0	0	0	0	0	0	0	15
19.00-19.15	7	5	0	0	0	0	0	0	0	12
19.15-19.30	7	6	0	0	0	0	0	0	0	13
19.30-19.45	4	6	0	0	0	0	0	0	0	10
19.45-20.00	4	5	0	0	0	0	0	0	0	9
20.00-20.15	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
20.15-20.30	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
20.30-20.45	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5
20.45-21.00	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
Jumlah/Hari / Kendaraan	883	758	35	11	0	20	28	14	1	1750
Jumlah Kendaraan/hari										1750

Tabel 4.7. Rekapitulasi data Survey Lalu Lintas Pada Hari II Tanggal 27 Juni 2012

Jumlah Kendaraan Perhari		
NO	Kategori Kendaraan	Jumlah
1	Sedang,Jeep,Station Wagon 1ton	883
2	Sub-urbon,Combi,Pajero 2ton	758
3	Micro Truk, Pick Box, Mobil Hantaran 4 ton	35
4	Bis Kecil 6 ton	11
5	Bus Besar 8 ton	0
6	Truck Kecil 6 ton	20
7	Truck Besar 2 AS 13 ton	28
8	Truck Besar 3 AS 20 ton	14
9	Trailer 30 ton	1
Jumlah Kendaraan Perhari		1750

Survey Lalu Lintas Harian Rata – rata pada jesin kendaraan Hari III Tanggal 29 Juni

2012

Tabel 4.8. Data survey lalu lintas, LOKASI. STATION 3 + 450 KM 29/06/2012

Interval waktu	Sedan, Jeep, e Station Wagon	Oplet, Pick Up oplet, Sub-urban, Combi Pajero	Micro truk, Pi x Box, Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk kecil	Truck Besar 2 AS	Truck 3AS	Trailer	Jumlah/15 menit
06.00-06.15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
06.15-06.30	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6
06.30-06.45	5	2	2	0	0	0	0	0	0	9
06.45-07.00	9	4	1	0	0	0	0	0	0	14
07.00-07.15	12	6	0	0	0	0	1	0	0	19
07.15-07.30	13	10	2	0	0	0	0	0	0	25
07.30-07.45	20	15	1	0	0	1	2	0	0	39
07.45-08.00	24	19	2	2	0	0	1	0	0	48
08.00-08.15	28	21	1	2	0	1	2	0	0	55
08.15-08.30	21	22	2	1	0	1	2	1	0	50
08.30-08.45	22	18	1	0	0	0	0	0	0	41
08.45-09.00	17	16	0	1	0	1	1	0	0	36
09.00-09.15	17	15	0	0	0	0	0	0	0	32
09.15-09.30	16	13	0	1	0	1	0	1	0	32
09.30-09.45	15	12	0	0	0	0	0	0	0	27
09.45-10.00	14	11	1	0	0	0	1	0	0	27
10.00-10.15	13	11	1	0	0	0	0	0	0	25
10.15-10.30	13	12	2	1	0	1	1	0	0	30
10.30-10.45	15	12	1	0	0	1	0	1	0	30
10.45-11.00	16	13	0	0	0	1	0	1	0	31
11.00-11.15	17	14	0	0	0	0	1	0	1	33
11.15-11.30	18	15	0	0	0	0	1	0	0	34
11.30-11.45	20	18	1	0	0	0	0	0	0	39
11.45-12.00	23	21	1	0	0	0	1	1	0	47
12.00-12.15	25	23	2	1	0	1	1	0	0	53
12.15-12.30	27	25	0	0	0	1	1	1	1	56
12.30-12.45	24	22	0	0	0	0	0	0	0	46
12.45-13.00	22	21	1	0	0	0	0	0	0	44
13.00-13.15	20	16	1	0	0	0	0	2	0	39
13.15-13.30	20	16	0	0	0	0	1	0	0	37
13.30-13.45	18	14	0	0	0	1	0	0	0	33
13.45-14.00	25	18	1	0	0	0	1	0	0	45
14.00-14.15	27	18	1	1	0	2	2	0	0	51
14.15-14.30	23	18	1	0	0	0	1	0	0	43

Lanjutan dari Tabel 4.8. Data survey lalu lintas

14.30-14.45	18	15	1	0	0	0	0	0	0	34
14.45-15.00	16	13	0	1	0	0	0	0	0	30
15.00-15.15	14	11	1	0	0	0	1	0	0	27
15.15-15.30	13	9	2	0	0	1	0	0	0	25
15.30-15.45	11	9	2	0	0	1	0	0	0	23
15.45-16.00	13	8	1	0	0	0	1	0	0	23
16.00-16.15	14	11	1	0	0	0	0	0	0	26
16.15-16.30	18	13	1	0	0	0	0	1	0	33
16.30-16.45	18	14	1	2	0	1	0	0	0	36
16.45-17.00	21	23	0	2	0	1	1	0	0	48
17.00-17.15	26	18	1	2	0	1	1	0	0	49
17.15-17.30	24	22	1	0	0	1	1	0	0	49
17.30-17.45	17	21	1	0	0	0	0	0	0	39
17.45-18.00	14	15	0	0	0	0	0	0	0	29
18.00-18.15	9	13	0	0	0	0	0	0	0	22
18.15-18.30	8	10	0	0	0	0	0	0	0	18
18.30-18.45	7	8	0	0	0	0	0	0	0	15
18.45-19.00	5	6	0	0	0	0	0	0	0	11
19.00-19.15	5	5	0	0	0	0	0	0	0	10
19.15-19.30	5	6	0	0	0	0	0	0	0	11
19.30-19.45	4	6	0	0	0	0	0	0	0	10
19.45-20.00	4	5	0	0	0	0	0	0	0	9
20.00-20.15	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
20.15-20.30	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
20.30-20.45	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5
20.45-21.00	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
Jumlah/ Hari/ Kendaraan	899	765	40	17	0	19	26	9	2	1777
Jumlah Kendaraan/hari										1777

Tabel 4.9. Rekapitulasi Data Survey Lalu Lintas Pada Hari III Tanggal 29 Juni 2012

Jumlah Kendaraan Perhari		
NO	Kategori Kendaraan	Jumlah
1	Sedang,Jeep,Station Wagon 1ton	899
2	Sub-urbon,Combi,Pajero 2ton	765
3	Micro Truk, Pick Box, Mobil Hantaran 4 ton	40
4	Bis Kecil 6 ton	17
5	Bus Besar 8 ton	0
6	Truck Kecil 6 ton	19
7	Truck Besar 2 AS 13 ton	26
8	Truck Besar 3 AS 20 ton	9
9	Trailer 30 ton	2
Jumlah Kendaraan Perhari		1777

**Tabel 4.10. Rekapitulasi Jumlah Lalu Lintas Kendaraan Harian Rata – rata Survey
selama 3 x 16 jam**

NO	Kategori Kendaraan	JUMLAH I	JUMLAH II	JUMLAH III	AVERAGE/DAYS
1	Sedang, Jeep, Station Wagon 1 +1 Ton	881	883	899	887.67
2	Sub-urban, Combi, Pajero 2+2 Ton	642	758	765	721.67
3	Micro Truk, Pick Box, Mobil Hantaran 2 + 4 Ton	28	35	40	34.33
4	Bis Kecil 3 + 6 ton	14	11	17	14.00
5	Bus Besar 3 + 7ton	0	0	0	0.00
6	Truck Kecil 3 + 6 ton	27	20	19	22.00
7	Truck Besar 2 AS 4 + 8 ton	37	28	26	30.33
8	Truck Besar 3 AS 4 + 8+ 8 ton	13	14	9	12.00
9	Trailer 6 + 8 + 8 + 8 ton	0	1	2	1.00
Jumlah Kendaraan Rata - rata/Hari		1642	1750	1777	1723.00

Tabel 4.11. Data lendutan balik hasil pengujian dengan alat Benkelman Beam

TESTING REPORT										
BENKELMAN BAEM										
NILAI LENDUTAN BB TERKOREKSI (dB)										
Project : Penelitian					Referensi No : BB- 001 /SO/XI/2011					
Location : Bundaran Comoro - Palacio do Governo							Date Test :23/06/12			
Nama : Nazario de Jesus Freitas							Date Finish: 24/06/2012			
Station/Km : 0 + 000 s/d Sta 3 + 900										
No.	STA	Beban Uji (Ton)	lendutan balik BB (mm)			Temperatur (C ^o)				
			d1	d2	d3	Tu	Tp	Tt	Tb	TL
1	0+000	8.20	0.00	0.16	0.20	29	45	45	38	42.67
2	0+050	8.20	0.00	0.16	0.20	29	43	45	38	42.00
3	0+100	8.20	0.00	0.17	0.21	29	45	45	39	43.00
4	0+150	8.20	0.00	0.17	0.20	29	44	46	39	43.00
5	0+200	8.20	0.00	0.14	0.19	31	46	46	39	43.67
6	0+250	8.20	0.00	0.14	0.20	33	45	46	40	43.67
7	0+300	8.20	0.00	0.25	0.33	33	47	47	42	45.33
8	0+350	8.20	0.00	0.15	0.20	32	46	46	41	44.33
9	0+400	8.20	0.00	0.14	0.21	35	46	46	41	44.33
10	0+450	8.20	0.00	0.13	0.25	34	47	47	41	45.00
11	0+500	8.20	0.00	0.19	0.24	36	47	47	42	45.33
12	0+550	8.20	0.00	0.14	0.21	35	45	47	42	44.67
13	0+600	8.20	0.00	0.13	0.24	36	45	47	42	44.67
14	0+650	8.20	0.00	0.12	0.25	34	47	46	41	44.67
15	0+700	8.20	0.00	0.16	0.19	33	46	47	42	45.00
16	0+750	8.20	0.00	0.15	0.25	35	44	46	42	44.00
17	0+800	8.20	0.00	0.14	0.26	34	46	46	41	44.33
18	0+850	8.20	0.00	0.16	0.25	36	45	46	43	44.67
19	0+900	8.20	0.00	0.15	0.19	34	46	47	42	45.00
20	0+950	8.20	0.00	0.15	0.24	34	46	46	43	45.00
21	1+000	8.20	0.00	0.14	0.24	35	43	45	43	43.67
22	1+050	8.20	0.00	0.15	0.26	35	44	45	41	43.33
23	1+100	8.20	0.00	0.17	0.23	34	45	42	39	42.00
24	1+150	8.20	0.00	0.15	0.28	36	46	39	40	41.67
25	1+200	8.20	0.00	0.14	0.27	35	44	42	42	42.67
26	1+250	8.20	0.00	0.11	0.28	34	47	39	41	42.33
27	1+300	8.20	0.00	0.04	0.06	35	47	44	39	43.33
28	1+350	8.20	0.00	0.10	0.25	33	45	46	38	43.00
29	1+400	8.20	0.00	0.12	0.26	34	46	45	40	43.67
30	1+450	8.20	0.00	0.12	0.28	35	44	45	39	42.67
31	1+500	8.20	0.00	0.18	0.25	34	47	45	39	43.67

Lanjutan dari Tabel 4.11. Data lendutan balik hasil pengujian dengan alat Benkelman Beam

32	1+550	8.20	0.00	0.17	0.29	34	46	45	40	43.67
33	1+600	8.20	0.00	0.17	0.27	35	46	46	41	44.33
34	1+650	8.20	0.00	0.18	0.26	35	47	45	41	44.33
35	1+700	8.20	0.00	0.28	0.34	34	47	46	42	45.00
36	1+750	8.20	0.00	0.17	0.27	35	46	47	42	45.00
37	1+800	8.20	0.00	0.18	0.27	34	47	46	42	45.00
38	1+850	8.20	0.00	0.16	0.28	36	45	45	42	44.00
39	1+900	8.20	0.00	0.19	0.24	34	46	45	40	43.67
40	1+950	8.20	0.00	0.11	0.27	37	47	46	39	44.00
41	2+000	8.20	0.00	0.09	0.26	36	46	44	39	43.00
42	2+0.50	8.20	0.00	0.07	0.28	36	47	46	40	44.33
43	2+100	8.20	0.00	0.06	0.10	36	45	41	39	41.67
44	2+150	8.20	0.00	0.13	0.27	36	47	44	40	43.67
45	2+200	8.20	0.00	0.15	0.28	35	46	45	41	44.00
46	2+250	8.20	0.00	0.17	0.30	35	46	46	41	44.33
47	2+300	8.20	0.00	0.22	0.25	37	46	46	40	44.00
48	2+350	8.20	0.00	0.19	0.31	37	47	47	42	45.33
49	2+400	8.20	0.00	0.16	0.30	37	46	47	42	45.00
50	2+450	8.20	0.00	0.17	0.32	37	47	46	40	44.33
51	2+500	8.20	0.00	0.05	0.09	32	45	47	41	44.33
52	2+550	8.20	0.00	0.16	0.29	30	45	46	43	44.67
53	2+600	8.20	0.00	0.12	0.28	33	46	45	42	44.33
54	2+650	8.20	0.00	0.11	0.24	32	46	47	43	45.33
55	2+700	8.20	0.00	0.18	0.25	32	47	47	42	45.33
56	2+750	8.20	0.00	0.16	0.30	34	45	46	40	43.67
57	2+800	8.20	0.00	0.11	0.26	35	46	46	39	43.67
58	2+850	8.20	0.00	0.09	0.23	31	47	47	39	44.33
59	2+900	8.20	0.00	0.10	0.14	34	44	47	41	44.00
60	2+950	8.20	0.00	0.12	0.18	34	45	46	40	43.67
61	3+000	8.20	0.00	0.14	0.25	34	45	46	39	43.33
62	3+0.50	8.20	0.00	0.19	0.31	31	45	45	40	43.33
63	3+100	8.20	0.00	0.18	0.22	33	44	44	41	43.00
64	3+150	8.20	0.00	0.18	0.30	35	45	45	42	44.00
65	3+200	8.20	0.00	0.19	0.32	33	46	47	43	45.33
66	3+250	8.20	0.00	0.20	0.31	36	46	46	41	44.33
67	3+300	8.20	0.00	0.33	0.36	34	47	46	42	45.00
68	3+350	8.20	0.00	0.17	0.28	37	46	46	42	44.67
69	3+400	8.20	0.00	0.19	0.32	34	47	46	44	45.67
70	3+450	8.20	0.00	0.20	0.33	36	47	46	44	45.67
71	3+500	8.20	0.00	0.22	0.26	35	47	47	43	45.67
72	3+550	8.20	0.00	0.19	0.32	37	47	46	43	45.33
73	3+600	8.20	0.00	0.19	0.28	37	46	46	43	45.00

Lanjutan dari Tabel 4.11. Data lendutan balik hasil pengujian dengan alat Benkelman Beam

74	3+650	8.20	0.00	0.16	0.27	36	48	45	41	44.67
75	3+700	8.20	0.00	0.23	0.30	36	48	47	42	45.67
76	3+750	8.20	0.00	0.18	0.28	37	46	47	40	44.33
77	3+800	8.20	0.00	0.15	0.29	35	48	46	40	44.67
78	3+850	8.20	0.00	0.14	0.29	36	47	46	41	44.67
79	3+900	8.20	0.00	0.21	0.22	37	48	47	41	45.33

Dari Sta 3 + 500 ada median maka survey dengan Benkelman Beam dapat dilakukan dari Sta 3 + 500 – dengan Sta 3 + 900

Penyelesaian;

Diketahui;



- Hitung T_L = temperatur lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung dari temperatur udara, yaitu:

$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b)$ menggunakan rumus nomor 4

$$1/3 (45+45+38) = 42.667$$

- Ca = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)
= 1,2 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah.

- Hitung FK_{B-BB} = faktor koreksi beban uji *Benkelman Beam* (BB)

= $77,343 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-2,0715)}$ menggunakan rumus nomor 5

$$= 77.343 \times (8.2)^{-2,0715} = 0.99$$

➤ Perhitung Lendutan balik dapat di tentukan dengn rumus sebagai berikut;

$d_b = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB}$ menggunakan rumus nomor 1

Keterangan: d_3 = nilai dari jarak d_2 ke 6 meter = 0.20

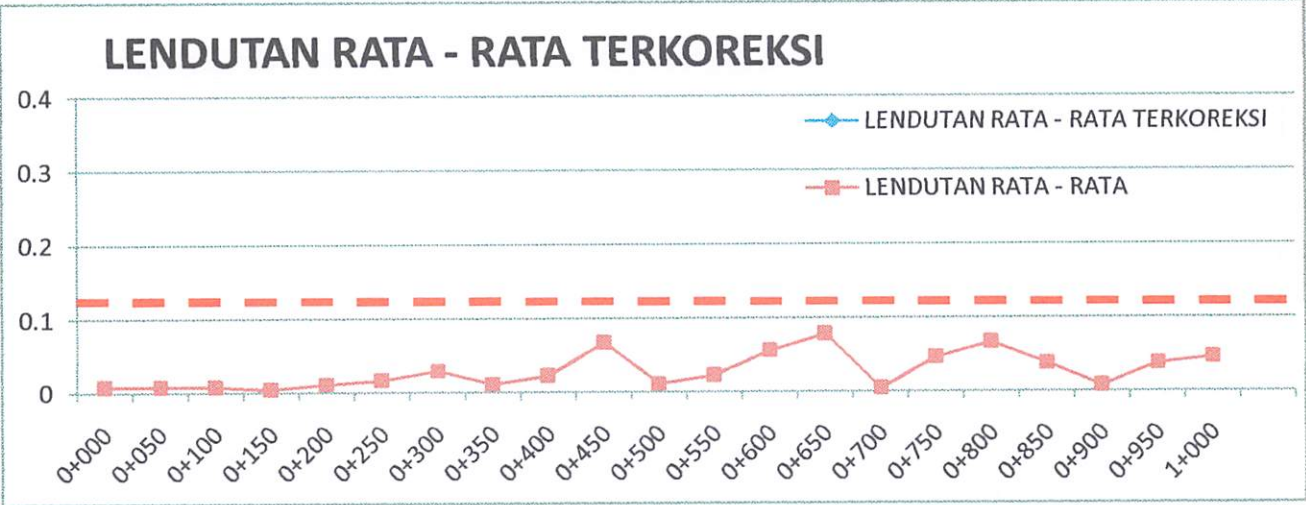
d_2 diisi oleh nilai d_1 (karena nilai $d_1 = 0$) dari jarak 30 centi meter = 0.16

$$d_b = 2 \times (0.20 - 0.16) \times 0.98 \times 1.2 \times 0.99 = 0.088 \text{ mm}$$

$$d_b^2 = 0.0088 \text{ mm}$$

14	0+650	8.2	0	0.1	0.3	34	47	46	41	45	81	0.9	1.2	0.99	0.281	0.079
15	0+700	8.2	0	0.2	0.2	33	46	47	42	45	79	0.9	1.2	0.99	0.065	0.004
16	0+750	8.2	0	0.2	0.3	35	44	46	42	44	79	0.9	1.2	0.99	0.216	0.047
17	0+800	8.2	0	0.1	0.3	34	46	46	41	44	80	0.9	1.2	0.99	0.259	0.067
18	0+850	8.2	0	0.2	0.3	36	45	46	43	45	81	0.9	1.2	0.99	0.194	0.038
19	0+900	8.2	0	0.2	0.2	34	46	47	42	45	80	0.9	1.2	0.99	0.086	0.007
20	0+950	8.2	0	0.2	0.2	34	46	46	43	45	80	0.9	1.2	0.99	0.194	0.038
21	1+000	8.2	0	0.1	0.2	35	43	45	43	44	78	0.9	1.2	0.99	0.216	0.047

Jumlah		3.270	0.606	3.270		0.606
lendutan rata-rata (d_R)		0.156	mm	0.156	mm	
Jumlah titik (n_s)		21		21		
Deviasi Standar (s)		2.030	3339	0.001	2.030	3339
Deviasi Standar (s)		0.025		0.025		
FK		15.84	BAIK	15.84		
$d_{\text{wakil}} / d_{\text{sbl ov}}$		0.196	mm	0.196		
F_o		1.21		1.21		
rencana 5 th	D rencana / $d_{\text{stl ov}}$	0.71	mm	0.57	10 tahun	
H_o		4.1	Cm	7.94		
Ht (koreksi)		5.0	Cm	9.65		
FKTBL (F_o)		1.00	Cm	1.00		
Ht (overlay)		5.0	Cm	9.65		



Gambar 4.1. Grafik Lendutan Benkelman Beam Rata – rata terkoreksi

- Perhitung Sstandar Deviasi = S , simpangan baku (SEGMENT I)

$$= \sqrt{\frac{ns \left(\sum_{1}^{ns} d^2 \right) - \left(\sum_{1}^{ns} d \right)^2}{ns(ns-1)}} \text{ di hitung dengan rumus nomor 8}$$

$$= \sqrt{\frac{21(1.327) - (5.758)^2}{21(21-1)}} = 0.025$$

- Perhitung Keseragaman Lendutan

Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FK = \frac{s}{dr} \times 100\% \text{ di hitung dengan rumus nomor 6}$$

$$FK = \frac{0.025}{0.156} \times 100\% = 15.84\% \text{ kondisi baik}$$

FK = faktor keseragaman

FK ijin = faktor keseragaman yang diijinkan
 = 0 % - 10%; keseragaman sangat baik
 = 11% - 20%; keseragaman baik
 = 21% - 30%; keseragaman cukup baik

d_R = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$$= \sum_{\frac{1}{ns}}^{ns} d \text{ di hitung dengan rumus nomor 7}$$

$$= 21 \times (21 - 1) = 420$$

- Perhitungan Lendutan mewakili

- D_{wakil} = d_R + 1,64 s ; untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%) di hitung dengan rumus nomor 10

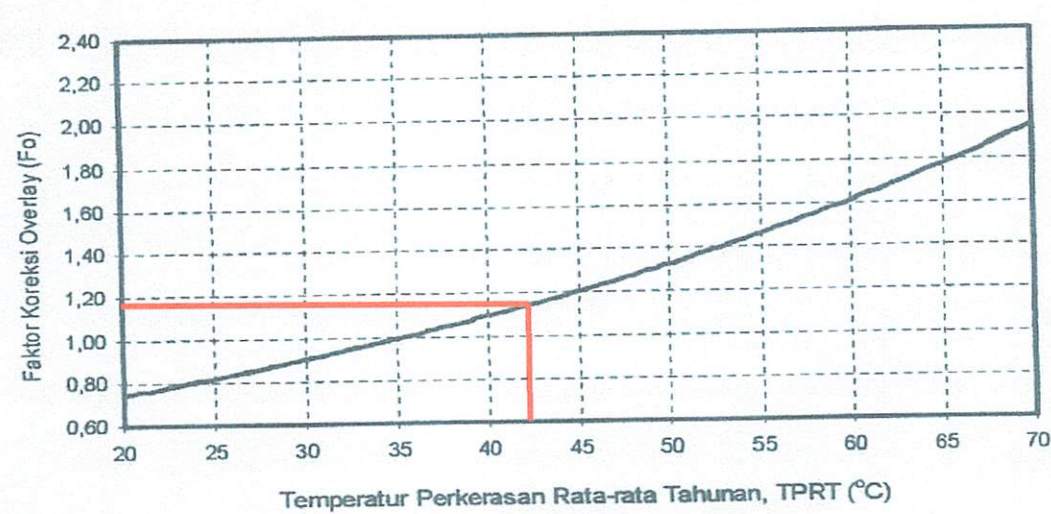
$$D_{\text{wakil}}/D_{\text{sbl ov}} = d_R + 1,64 s = 0.156 + (1.64 \times 0.025) = 0.196 \text{ mm}$$

- Perhitung Faktor koreksi tebal lapis tambah

$$Fo = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \text{ di hitung dengan rumus nomor 17}$$

$$= 0.5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 45,43)} = 1.21 \text{ mm}$$

Adapun menggunakan gambar nomor 2.1 terhadap Faktor koreksi Overlay (Fo), pada temperature perkerasana rata – rata tahuna di ibu kota dili 45.45⁰c. Fo sebesar 1.99 mm.



Sumber. Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.

Gambar 4.2. Temperatur perkerasan rata- rata terhadap Faktor Koreksi Overlay

- Hitung Lapisan Tambahan

Hitung lendutan rencana/ijin (D_{rencana}) dengan menggunakan rumus nomor 19 untuk lendutan rencana dengan alat Benkelman Beam;

$$D_{\text{rencana}}/D_{\text{stl ov}} = 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)}$$

- $D_{\text{rencana}} = 22,208 \times (3.03 \times 10^6)^{(-0,2307)}$ (lalu lintas harian rata – rata untuk 5 tahun)= 0.71 mm
- $D_{\text{rencana}} = 22,208 \times (8.10 \times 10^6)^{(-0,2307)}$ (lalu lintas harian rata – rata untuk 10 tahun)= 0.57 mm

- Hitung tebal lapis tambah/overlay (Ho)

$$H_o = \frac{[Ln(1,0364) + Ln(D_{sblow}) - Ln(D_{stlow})]}{0,0597} \quad (\text{rencana 5tahun}) \text{ di hitung dengan rumus}$$

nomor 20.

$$H_o = \frac{[Ln(1,0364) + Ln(0.280) - Ln(0.71)]}{0,0597}$$

= 4,1 cm (untuk rencana 5 tahun)

= 7,94 (untuk rencana 10 tahun)



- Hitung tebal lapis tambah/overlay terkoreksi (Ht) menggunakan rumus nomor 21.

$$H_t = H_o \times F_o$$

$$= 4,1 \times 1,21 = 5,0 \text{ cm (untuk rencana 5 tahun)}$$

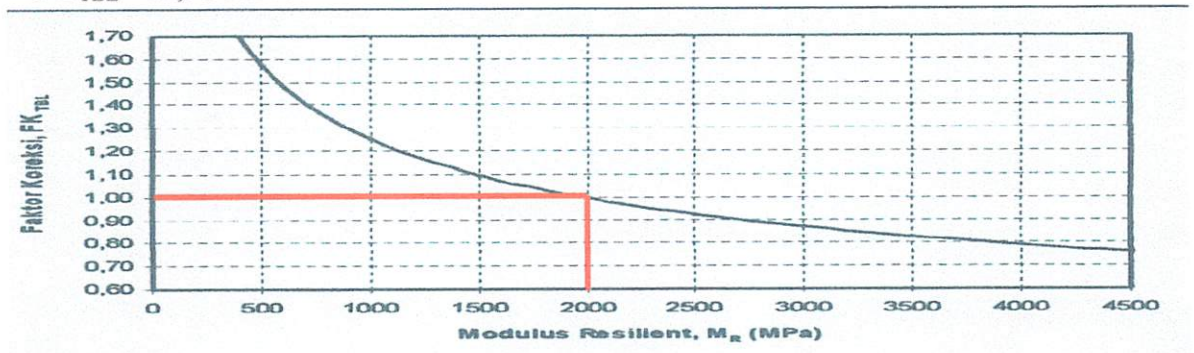
$$= 7,94 \times 1,21 = 9,65 \text{ cm (untuk rencana 10 tahun)}$$

- Hitung faktor jenis lapis tambah

Untuk menghitung faktor jenis lapis tambah dapat menggunakan faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) sesuai rumus dibawah ini atau menggunakan Gambar 2.3. Modulus Resilient terhadap faktor koreksi tebal lapisan tambah dengan menggunakan Laston, Modulus Resilient 2000 Mpa, Stabilitas Marshall 800 kg dan faktor koreksi tebal lapisan tambah 1.00 sesuai tabel 2.3. diatas.

$$FK_{TBL} = 12,51 \times M_R^{-0,333} \text{ di hitung dengan rumus nomor 18}$$

$$FK_{TBL} = 12,51 \times 2000^{-0,333} = 1.00 \text{ cm}$$



Sumber. Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI13 2416 – 2008.

Gambar 4.3. Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}).

- Hitung tebal lapis tambah/overlay (Ht) dengan Laston Modifikasi dengan Modulus Resilen 2000 Mpa dan Stabilisasi Marshall 800 Mpa dan Faktor koreksi tebal lapisan tambah FO =1.00 cm, maka:

$$\begin{aligned}
 &= H \text{ Overlay} = FK_{TBL}F_o \times H_t = 1.00 \times 5,0 = 5,0 \text{ cm (untuk rencana 5 tahun)} \\
 &= 1.00 \times 9,65 = 9,65 \text{ cm (untuk rencana 10 tahun)}
 \end{aligned}$$

Pada segmen kedua dan ketiga dengan hitungan yang sama maka tebal Overlay dngan masing – masing sebagai berikut dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.13. Tebal overlay pada tiap – tiap segmen

NO	DESCRIPTION	STA	Hasil Perhitungan		Direncanakan	
			5 Tahun	10 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
1	TEBAL OVERLAY SEGMENT I	0+000-1+000	5,0 CM	9,65 CM	5,0 CM	10,0 CM
2	TEBAL OVERLAY SEGMENT II	1+000- 1+500	5,6 CM	10,23 CM	6,0 CM	11,0 CM
3	TEBAL OVERLAY SEGMENT III	1+500-2+ 000	5,4 CM	10,04 CM	5,5 CM	11,0 CM
4	TEBAL OVERLAY SEGMENT IV	2+000- 3+300	5,5 CM	10,16 CM	6,0 CM	11,0 CM
5	TEBAL OVERLAY SEGMENT V	3+300-3+900	5,3 CM	9,98 CM	5,5 CM	10,0 CM

- Hitung faktor besarnya beban kendaraan

Menghitung sumbu standar kendaraan *Equivalen Single Axle Load (ESA)*. Ekivalen harian rata-rata dari satuan 8,16 ton (18 Kip= 18,000 lbs) beban as tunggal, Hitung Equivalen berdasarkan rumus 22 sampai dengan rumus 24 berbeda dengan angka equivalenya. Angka equivalen berdasarkan SNI 1732 – 1989 – F lebih konservatif lihat pada tabel 2.6.

Rumus perhitungkan equivalen pada sumbu antara lain;

$$\begin{aligned}
 E_{\text{sumbu Tunggal}} &= \left(\frac{\text{bebansumbu tunggal,kg}}{8.160} \right)^4 \text{ (di hitung dengan rumus nomor 22)} \\
 &= \left(\frac{10000}{8160} \right)^4 = 2.255 \\
 E_{\text{sumbu Tunggal}} &= 0.086 \left(\frac{\text{bebansumbutunggal,kg}}{8160} \right)^4 \text{ (di hitung dengan rumus nomor 23)} \\
 &= 0.086 \left(\frac{10000}{8160} \right)^4 = 0.194
 \end{aligned}$$

$$E_{\text{sumbu Tunggal}} = 0.021 \left(\frac{\text{bebansumbu tunggal, kg}}{8160} \right)^4 \text{ (di hitung dengan rumus nomor 24)}$$

$$= 0.021 \left(\frac{10000}{8.60} \right)^4 = 0.045$$

- Perhitungan Faktor Umur Rencana dan tingkat pertumbuhan lalu lintas

Umur rencan di hitung dengan nomor 25 rumus;

$$N = 1/2 \left[1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1 + r)^{n-1} - 1}{r} \right]^4$$

$$N = 1/2 \left[1 + (1 + 0.566)^5 + 2(1 + 0.566) \frac{(1 + 0.566)^{5-1} - 1}{0.566} \right]^4 = 10.37 \text{ tahun}$$

Nilai N untuk berbagai faktor pertumbuhan lalu lintas dan umur rencana dapat dilihat pada tabel 8.

4.2. Data temperature Perkerasan Rata – rata Tahunan di Kota Dili - Timor Leste

LATITUDE : 08^o 38' 00'' S LONGITUDE : 125^o 31' 00'' E

ALTITUDE : 3 M

KLIMATOLOGI DISTRIC DILI

Tabel 4.14. Temperatur Perkerasan rata – rata di kota dili tahun 2011

IBU KOTA	SUHU UDARA RATA - RATA	TEMPERATUR PERKERASAN RATA - RATA
DILI	33.57 ^o C	45.43 ^o C

Data lalulintas mulai dari tahun 2007 sampai Mei 2012

No	TAHUN I 2007	TAHUN II 2008	TAHUN III 2009	TAHUN IV 2010	TAHUN V2011	TAHUN VI 2012
1	5946	4037	4538.5	4548	4075	4044
2	3205	2733	2968	2490	2272	2016
3	2503	1812	2155	1442	1045	750

4	19716	14102	14405	12591	12908	11177
5	15773	11790	7594	10497	7563	6339
6	9374	8664	9023	8175	7940	6741
Total	56517	43138	40683.5	39743	35803	31067

Sumber: Dinas Lalu Lintas dan Transportasi Timor Leste (*Direcção Nacional Transportes e Terrestres,Mei 2012*).

$$❖ \left[\frac{LHR}{JUMLAHKEND ARAA.2007} \right] X100\% = \frac{1723}{56517} X100\% = 3.1\%$$

Tabel 4.15. Tingkat Pertumbuhan lalu lintas mulai dari tahun 2007 - 2012

TAHUN I 2007	TAHUN II 2008	TAHUN III 2009	TAHUN IV 2010	TAHUN V 2011	TAHUN VI 2012
3.1 %	3.9 %	4.1 %	4.3 %	4.8 %	5.5 %

- Prediksi 10 tahun kedepan
- Total kendaraan dari tahun 2007 – 2012 sebesar 31067 kendaraan
- Lalu lintas Harian Rata – rata sebesar 1723 kendaraan/hari pada ruas tersebut.
- Prediksi Volume lalu lintas = (1+0.055)¹ x 1723 = 1817.77 kendaraan 10 tahun kedepan.

Selanjutnya dapat ditabelkan sebagai berikut;

Tabel 4.16. Prediksi Volume Lalu lintas untuk 10 tahun kedepan mulai 2013 – 2022

Tahun I 2013	1817.77 kend./tahun	Tahun VI 2018	2375.75 kend/tahun
Tahun II 2014	1917.74 kend. /tahun	TahunVII I 2019	2506.41 kend/tahun
Tahun III 2015	2023.23 kend/tahun	Tahun VIII 2020	2644.27 kend/tahun
Tahun IV 2016	2134.50 kend/tahun	Tahun IX 2021	2789.70 kend/tahun
Tahun V 2017	2251.89 kend/tahun	Tahun X 2022	2943.13 kend/tahun

- ❖ Prediksi tingkat pertumbuhan lalulintas tahun 2013 sampai 2022)

$$\left[\frac{LHR}{JUMLAHKEND ARAA.2007} \right] X100\% = \frac{1817.77}{31067} X100\% = 5.8\% / tahun$$

Selanjutnya dapat ditabelkan sebagai berikut;

Tabel 4.17. Tingkat Pertumbuhan Lalu lintas 10 tahun kedepan dari tahun 2013 – 2022

Tahun I 2013	5.8%/tahun	Tahun VI 2018	7.6%/tahun
Tahun II 2014	6.1%/tahun	TahunVII I 2019	8.1%/tahun
Tahun III 2015	6.5%/tahun	Tahun VIII 2020	8.5%tahun
Tahun IV 2016	6.7%/tahun	Tahun IX 2021	8.8%tahun
Tahun V 2017	7.2%/tahun	Tahun X 2022	9.4%tahun

BAB V

RENCANA ANGGARAN DAN ANALISA HARGA SATUAN

6.1. Uraian Jenis Pekerjaan

Dari hasil analisis perhitungan waktu pelaksanaan, analisis harga satuan pekerjaan dan perhitungan bobot pekerjaan, maka dapat dibuat Rencana Anggaran Biaya, Time Schedule pelaksanaan proyek dalam bentuk Kurva S dan Rencana Anggaran Biaya.

Susunan anggaran biaya sesuai dengan alur pada perhitungan sebagai berikut;

6.1.1. Susunan volume pekerjaan terdiri dari;

- a) Besarnya volume pekerjaan = Panjang jalan x Lebar jalan x Tebal = $3900 \times 18 \times 0,04$
 $m = 3409,614 \text{ m}^3$
- b) Volume Agregat kasar volume $3900 \times 18 \times 0,05 \text{ m} = 3409,614 \text{ m}^3$
- c) Volume aggregate halus volume $3900 \times 18 \times 0,05 \text{ m} = 3409,614 \text{ m}^3$
- d) Material pengisis/Filler volume $3900 \times 18 \times 0,05 \text{ m} = 3409,614 \text{ m}^3$
- e) Asphalt Sprayer luas = $3900 \times 18 \times 0.0001 \text{ m} = 70,20 \text{ m}^2$
- f) Asphalt Penetration/kg
- g) Asphalt Mixing Plant/jam
- h) Finisher/jam
- i) Tanden Roller/jam
- j) Tire Roller/jam
- k) Dump Truck/jam
- l) Tools/unit

6.1.2. Hitungan uraian analisa harga satuan/ meter persegi.

Asphalt miimumun 5 %	5.70 %
- Fraksi Filler	1.00 %

- Fine Agregat

43.30 % +

Coarse Agregat

50.00 % Agregat kasar

(50/100x2,25x1,10)/(1,80) = 0.688 M3

= (FA x (D1 x 1M3) x Fh1) : D2

(43,30/100x2,25x1,10)/(1,80) = 0,595 M3

= (FF x (D1 x 1M3) x Fh1) x 1000

(1,00/100x2,25x1,05)x1000 = 24,750 Kg

= (AS x (D1 x 1M3) x Fh2) x 1000

(5,70/100x2,25x1,05)x1000 = 134,663 Kg

Selanjutnya dapat ditabelkan sebagai berikut.

ITEM

: 6.3 (6)

JENIS PEKKERJAAN : LASTON PENGIKAT (AC-BC)

SATUAN PEMBAYARAN :M3

Tabel 5.1. URAIAN ANALISA HARGA SATUAN

U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
ASUMSI Menggunakan alat berat (cara mekanik) Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan Kondisi existing jalan : sedang Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan Tebal Lapis (AC-BC) padat Jam kerja efektif per-hari Faktor kehilanganmaterial : - Agregat - Aspal	L t Tk Fh1 Fh2	6.0 0.486 7.00 1.10 1.05	KM M Jam - -	
Komposisi campuran AC-BC : - Coarse Agregat - Fine Agregat - Fraksi Filler - Asphalt minimum 5 % Berat jenis	CA FA FF As	50.00 43.30 1.00 5.70	% % % %	Gradasi harus - memenuhi - Spesifikasi

Bahan :				
. AC-BC . Coarse Agregat & Fine Agregat . Fraksi Filler . Asphalt URUTAN KERJA Wheel Loader memuat Agregat dan Asphalt ke dalam Cold Bin AMP Agregat dan aspal dicampur dan dipanaskan dengan	D1 D2 D3 D4	2.25 1.80 2.00 1.03	ton / M3 ton / M3 ton / M3 ton / M3	

dengan AMP untuk dimuat langsung ke dalam Dump Truck dan diangkut ke lokasi pekerjaan Campuran panas AC-BC dihampar dengan Finisher dan dipadatkan dengan Tandem & Pneumatic Tire Roller Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparaan dengan menggunakan Alat Bantu				
PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA BAHAN Agregat Kasar = $(CA \times (D1 \times 1M3) \times h1) : D2$ Agregat Halus = $(FA \times (D1 \times 1M3) \times Fh1) : D2$ Filler = $(FF \times (D1 \times 1M3) \times Fh1) \times 1000$ Aspal = $(AS \times (D1 \times 1M3) \times Fh2) \times 1000$	(M03) (M04) (M05) (M10)	0.688 0.595 24.750 134.663	M3 M3 Kg Kg	

ALAT WHEEL LOADER	(E15)			
Kapasitas bucket	V	1.50	M3	
Faktor bucket	Fb	0.90	-	
Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-	
Waktu Siklus	Ts1			
- Muat	T1	1.50	menit	
- Lain lain	T2	0.50	menit	
	Ts1	2.00	menit	

ITEM : 6.3 (6)
JENIS PEKERJAAN : LASTON
PENGIKAT (AC- BC)
SATUAN
PEMBAYARAN :M3
Tabel 5.2. URAIAN HARGA SATUAN

U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
Kap. Prod./jam = $\frac{D2 \times V \times Fb \times Fa \times 60}{D1 \times Ts1}$	Q1	26.89	M3	
Koefisien Alat / M3 = 1 : Q1	(E15)	0.0372	Jam	
ASPHALT MIXING PLANT (AMP)	(E01)			
Kapasitas produksi	V	50.00	ton / Jam	
Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-	
Kap.Prod./jam $\frac{V \times Fa}{D1}$	Q2	18.44	M3	
Koefisien Alat/ M3 = 1 : Q2	(E01)	0.0542	Jam	
GENERATORSET(GENSET)	(E12)			
Kap.Prod./Jam=SAMA DENGAN AMP	Q3	18.44	M2	
Koefisien = 1 : Q3	(E12)	0.0542	Jam	

Alat/ M3				
<u>DUMP</u>				
<u>TRUCK</u>				
<u>(DT)</u>				
	(E09)			
Kapasitas bak	V	8.00	ton	
Faktor				
Efisiensi alat	Fa	0.83	-	
Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	40.00	Km / Jam	
Kecepatan rata-rata kosong	v2	50.00	Km / Jam	
Kapasitas AMP / batch	Q2b	0.50	ton	
Waktu menyiapkan 1 batch AC-BC	Tb	1.00	mnt	
Waktu Siklus	Ts2			
- Mengisi Bak	T1	16.00	menit	
- Angkut	T2	9.00	menit	
- Tunggu + dump + Putar	T3	15.00	menit	
- Kembali	T4	7.20	menit	
	Ts2	47.20	menit	

Kap.Prod. / jam =	$\frac{V \times Fa \times 60}{D1 \times Ts2}$	Q3	3.75	M3	
Koefisien Alat / M3	= 1 : Q4	(E09)	0.2666	Jam	
<u>ASPHALT FINISHER</u>		(E02)			
Kapasitas produksi		V	40.00	ton/ am	
Faktor efisiensi alat		Fa	0.75	-	
Kap.Prod. / jam =	$\frac{V \times Fa}{D1}$	Q5	13.33	M3	
Koefisien Alat / M3	= 1 : Q5	(E02)	0.0750	Jam	
<u>TANDEM ROLLER</u>		(E17)			
Kecepatan rata-rata alat		v	3.50	Km/jam	
Lebar efektif pemadatan		b	1.20	M	
Jumlah lintasan		n	6.00	lintasan	
Faktor Efisiensi alat		Fa	0.83	-	

Tabel 5.3. URAIAN ANALISA HARGA SATUAN

U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
Kap. Prod./jam = $\frac{(v \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n}$	Q6	282.37	M3	
KoefisienAlat/M3 = 1 : Q6	(E17)	0.0035	Jam	
<u>PNEUMATIC TIRE ROLLER</u>	(E18)			
Kecepatan rata-ata	v	5.00	KM / Jam	
Lebar efektif	b	1.50	M	
pemadatan	n	8.00	lintasan	
Jumlah lintasan				
Faktor Efisiensi	Fa	0.83	-	
alat				
Kap.Prod. / jam = $\frac{(v \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n}$	Q7	378.17	M3	
Koefisien Alat / M3 = 1 : Q7	(E18)	0.0026	Jam	
<u>ALAT BANTU</u>				
diperlukan :				Lump Sum
- Kereta dorong				
= 2 buah				
-Sekop 3 buah				
-Garpu= 2 buah				
- Tongkat Kontrol ketebalan				
hanparan				
TENAGA				
Produksi menentukan : Asphalt				
Mixing Plant (AMP)	Q2	18.44	M3/Jam	
Produksi AC-BC / hari = Tk x				
Q2	Qt	129.11	M3	
Kebutuhan tenaga :				
- Pekerja	P	7.00	orang	
- Mandor	M	1.00	orang	

Koefisien Tenaga / M3				
- Pekerja $= (Tk \times P) / Qt$	(L01)	0.3795	Jam	
Mandor $(Tk \times) / Qt$	(L03)	0.0542	Jam	
HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT Lihat lampiran. ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKEMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN. Didapat Harga Satuan Pekerjaan : Rp :397,665.30 M³ USD : 39.766 / M³				
WAKTU PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN Masa Pelaksanaan : 36 HARI				
VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN Volume pekerjaan: 34096,14M³				

/ M3

- Pekerja $= (T_{k \times P}) / Q_t$

(L01)

0.3795

Jam

Mandor (Tkx)/Qt

(L03)

0.0542

Jam

HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT

Lihat lampiran.

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Lihat perhitungan dalam

FORMULIR STANDAR

UNTUK

PEREKEMAN ANALISA

MASING-MASING HARGA

SATUAN.

Didapat Harga Satuan Pekerjaan :

Rp :397,665.30 M³

USD : 39.766 / M³

**WAKTU PELAKSANAAN
YANG DIPERLUKAN**

Masa Pelaksanaan : 36 HARI

**VOLUME PEKERJAAN
YANG DIPERLUKAN**

Volume pekerjaan: 34096,14M³

FORMULIR STANDAR UNTUK

JENIS PEKERJAAN : LASTON VOLUME PEKERJAAN : 3409.614 M³
 SATUAN PEMBAYARAN : M³ TOTAL BIAYA KONST. :\$ 1,859,620.802
 PAJAK : 10 %

Tabel. 5.4. REKAMAN ANALISA MASING – MASING HARGA SATUAN

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.3795	1,500.00	569.28
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0542	2,500.00	135.54
JUMLAH HARGA TENAGA					704.82
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Agregat Kasar (M03)	M3	0.6875	54,825.70	37,692.67
2.	Agregat Halus (M04)	M3	0.5954	52,043.73	30,985.54
3.	Filler (M05)	Kg	24.8	450.00	11,137.50
4.	Aspal (M10)	Kg	134.7	1,800.00	242,392.50
JUMLAH HARGA BAHAN					322,208.20
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Wheel Loader (E15)	Jam	0.0372	52,295.26	1,944.64
2.	AMP (E01)	Jam	0.0542	313,964.12	17,022.15
3.	Genset (E12)	Jam	0.054	47,593.77	2,580.39
4.	Dump Truck (E09)	Jam	20.2666	41,690.10	11,113.17
5.	Asphalt Finisher E02)	Jam	0.0750	49,775.68	3,733.18
6.	Tandem Roller (E17)	Jam	0.0035	29,411.05	104.16
7.	P. Tyre Roller (E18)	Jam	0.0026	39,026.99	103.20
8.	Alat Bantu	Ls	1.0000	2,000.00	2,000.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					38,600.89

D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN ((A+ B + C)	361,513.9
E.	OVERHEAD & PROFIT 10.00 % D	36,151.39
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+ E)	397,665.3
	Calculate to USD	\$ 39.766

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, volume dan/atau ukuran berat untuk bahan-bahan.
2. Kuantitas adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis dipakai dan operator.
4. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibayar dari kontraktor).

6.1.3. Rencana Anggaran biaya terdiri dari;

➤ Hitung masing – masing harga satuan pekerjaan

Volume pekerjaan aggregate kasar = 900 x \$ 40,2960 = \$ 36,266.400

- Total Biaya konstruksi USD)
- Contractor Profit (10%) dari biaya total (USD)
- Contractor Tax (2%) (USD)
- Biaya Total (USD)

Perhitungan seterusnya dapat ditabelkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel. 5.5.

RENCANA ANGGARAN BIAYA SEGMENT I

	No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total harga
I	1	Unskilled Labor	1	Hour	\$ 0.6883	\$ 0.688	\$ 2.186
	2	Skilled Labor for Asphalt	1	Hour	\$ 0.6388	\$ 0.639	
	3	Foreman	1	Hour	\$ 0.8590	\$ 0.859	
II	1	Asphalt Penetration	1	Kg	\$ 10.500	\$ 10.500	\$ 43,836.900
	2	Crushed Aggregate (1000x18x0.05)m	900	M ³	\$ 40.2960	\$ 36,266.400	
	3	Fine Aggregate (1000x18x0.05)m	900	M ³	\$ 8.000	\$ 7,560.000	
	4	Filler (1000x18x0.05)m	900	M ³	\$ 3.965	\$ 3,568.500	
	5	Asphalt Spayer (1000x18x1mm)	18	M ²	\$ 0.345	\$ 6.206	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1	Hour	\$ 2.80	\$ 2.795	\$ 17.397
	2	Finisher	1	Hour	\$ 3.965	\$ 3.965	
	3	Tanden Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	4	Tire Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	5	Dump Truck	1	Hour	\$ 1.527	\$ 1.527	
	6	Tools	1	Ls	\$ 0.110	\$ 0.110	
Total Biaya USD							\$ 43,856.483
Contractor Profit (10%) USD							\$ 4,385.648
Contractor Tax (2%) USD							\$ 877.130
Biaya Total USD							\$ 49,119.261

6.1.4. Durasi waktu pekerjaan terdiri dari;

- Uraian dan jenis pekerjaan
- Volume pada masing – masing tiap pekerjaan
- Produktifitas kerja
- Jumlah pekerja
- Perkiraan waktu kerja dari volume pekerjaan dibagi produktifitas kali pekerja maka akan mendapatkan jumlah hari pada tiap pekerjaan sampai jumlah total hari kerja



$$waktu(M) = \frac{Volumepeker\ jaan}{(Produktivitasxpeker\ ja)} = \frac{1}{10x20} = 0,005hari\ ker\ ja$$

Selanjutnya dapat ditabelkan sebagai berikut;

Tabel 5.6. DURASI WAKTU DAN JUMLAH PEKERJA TIAP ITEM PEKERJAAN

NO	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Produktivitas (K)	Pekerja (P)	Waktu M=V/(KxP)	Total Waktu
I	LABOR -CLERING						
1	Unskilled Labor	1	Hour	10	20	0.005	0.060
2	Skilled Labor for Asphalt	1	Hour	10	20	0.005	
3	Foreman	1	Hour	1	20	0.050	
II	MATERIAL						
1	Asphalt Penetration	1	Kg	5	7	0.029	1.311
2	Crushed Aggregate (1000x18x0.05)m	900	M³	150	25	0.240	
3	Fine Aggregate (1000x18x0.05)m	900	M³	150	25	0.240	
4	Filler (1000x18x0.05)m	900	M³	150	25	0.240	
5	Asphalt Spayer (1000x18x1mm)	18	Hour	4	8	0.563	
III	EQUIPMENT						
1	Asphalt Mixing Plant	1	Hour	1	1	1.000	6.000
2	Finisher	1	Hour	1	1	1.000	
3	Tanden Roller	1	Hour	1	1	1.000	
4	Tire Roller	1	Hour	1	1	1.000	
5	Dump Truck	1	Hour	1	1	1.000	
6	Tools	1	Ls	1	1	1.000	
Total hari Kerja							7.37

6.1.5. Batang Chart dan Kuvra S terdiri dari;

- a. Jumlah hari bekerja pada masing – masing pekerjaan
- b. Bobot pada masing – masing pekerjaan
- c. Total waktu kerja
- d. Total persentasi perminggu
- e. Total persentasi kumulatif perminggu,
- f. Kurva S, untuk menghubungkan tingkat persentasi kerja mulai dari awal pekerjaan dimulai sampai dengan ahkir pekerjaan.

$$Bobothari = \frac{bobotpe\ ker\ ja\ / hari}{bobottotal\ hari} \times 100 = \frac{0.005}{8} \times 100\% = 0.063ari\ ker\ ja$$

Selanjutnya dapat ditabelkan sebagai berikut. .

KURVA S								
	No	Uraian Pekerjaan	Wkatu (hari)	Bobot (%)	JUMLAH HARI KERJA		Persentase	
					6 hari	3 hari		
I								%
	1	Unskilled Labor	0.005	0.063	0.057	0.001	100	
	2	Skilled Labor for Asphalt	0.005	0.063	0.057	0.001	95	
	3	Foreman	0.050	0.625	0.057	0.001	85	
	1	Asphalt Penetration	0.029	0.357	0.357		75	
II	2	Crushed Aggregate (1500x18x0.054)m	0.750	9.375	0.675	0.075	70	
	3	Fine Aggregate (1500x18x0.054)m	0.750	9.375	0.675	0.075	65	
	4	Filler (1500x18x0.054)m	0.750	9.375	0.675	0.075	55	
	5	Asphalt Spayer (1500x18x1mm)	1.000	12.500	1.000		50	
	1	Asphalt Mixing Plant	1.000	12.500	1.000		45	
III	2	Finisher	1.000	12.500	0.750	0.250	35	
	3	Tanden Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	25	
	4	Tire Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	15	
	5	Dump Truck	1.000	12.500	1.000		10	
	6	Tools	1.000	12.500	0.750	0.250	0	
	Total waktu Kerja			8	100			
Total Persentase Perminggu					98.77	1.23		
Total Persentase Kumulatif Perminggu					98.77	100%		

Gambar 5.1. Grafik Kurva S 5

Keterangan;

- 1. Sehingga Rencana Anggaran Biaya Pada Segemen I – V Sebesar \$ 204,698.941
- 2. Total waktu kerja pada ketiga segmen berjumlah = 40 hari efektifitas kerja.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan pada lendutan balik aspal di lokasi pada Km 0 + 000 sampai Km 3 + 900 tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 6.1.1. Berdasarkan hasil perencanaan dengan metode alat Benkelman Beam didapat lendutan rata – rata persegmen I = 0.156 mm, segmen II lendutan rata – rata = 0,254 mm, segmen III lendutan rata – rata = 0.220 mm, segmen IV lendutan rata – rata = 0,235 mm dan segmen V lendutan rata – rata = 0,206 mm
- 6.1.2. Tebal lapis tambahan setiap segmen I = 5,0 cm umur rencana 5 tahun dan 9,65 cm umur rencana 10 tahun, segmen II = 5,6 cm umur rencana 5 tahun dan 10,23 cm umur rencana 10 tahun, segmen III = 5,4 cm umur rencana 5 tahun dan 10,04 cm umur rencana 10 tahun, segmen IV = 5,5 cm umur rencana 5 tahun dan 10,16 cm umur rencana 10 tahun, segmen V = 5,3 cm umur rencana 5 tahun dan 9,98 cm umur rencana 10 tahun
- 6.1.3. Besarnya biaya untuk konstruksi *overlay* pada segmen I sebesar = \$ 49,119.261, segmen II sebesar = \$ 27,521.611, segmen III sebesar = \$ 26,539.900, segmen IV sebesar = \$ 70,266.055 an segmen V sebesar = \$ 31,253.114. Jadi total biaya keseluruhan untuk konstruksi *overlay* sebesar = \$ 204,698.941

6.2. SARAN

Dari hasil analisis pembahasan dan kesimpulan diatas maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Pada ruas tersebut perlu harus menambah lapisan tambahan permukaan sebagaimana yang dilakukan pada analisa dampak lalu lintas untuk umur rencana 5 tahun dan 10 tahun mendatang. Selanjutnya memaksimalkan badan jalan untuk lalu lintas pada masa mendatang maka perlu memperluas jalan atau melebarkan jalan tersebut.
2. Pengukuran lendutan balik aspal untuk lapisan tambahan agar dapat menghitung rencana anggaran biaya konstruksi untuk lapisan tambahan.
3. Kepada instansi – instansi seperti dinas *Directorate Nacional Jalan Raya, Jembatan dan Pengedalian Banjir Timor Leste (Direcção Nacional Estradas, Pontes e Ceixas de Timor Leste)* harus mematuhi dan mengetahui aturan dan tata cara pemeliharaan jalan raya dan harus bekerja sama dengan dinas *Directorate Nacional Badan Penelitian dan Pengembangan Nacional Timor Leste (Direcção Nacional Pesquisa e Desenvolvimento de Timor Leste)* supaya harus ada penelitian pada jalan raya sebelum jalan tersebut di bangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pekerjaan Umum – Departement Pekerjaan Umum (Rancangan Standar Nasional Indonesia) RSNI13 2416 – 2008.
- Departemen Permukiman dan sarana Wilayah – Badan Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang), Metode, Spesifikasi dan Tata Cara bagian 4; Aspal Batu Buton (ASBUTON), Perkerasan Jalan, penerbit Puslitbang, edisi Pertama, Desember 2002.
- Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jenderal Bina Marga. Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam, penerbit Badan Penerbit Pekerjaan Umum, edisi November 1983.
- Hendarsin, Shirley L. 2008. Perencanaan Teknik Jalan Raya, penerbit Politeknik Negeri Bandung – Jurusan Teknik Sipil.
- Suryawan, Ari.2009. Perencanaan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*) – Perencanaan Metode AASTHO 1993, Spesifikasi Parameter Desain contoh perhitungan, penerbit Beta Offset Yogyakarta.
- Sukirman, Silvia, 2006. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, penerbit Institut Teknologi Nasional.
- Rencana Anggaran Biaya, Dinas Bina Marga Malang, Biaya Operasi Peralatan. Tahun anggaran dan , Analisa harga Satuan Rencana, tahun 2012, Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang
- Tamin, Ofyar Z. 2000. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, penerbit ITB Bandung.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karamlo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Transportasi

Nama : NAZARIO de Jesus Freitas
NIM : 1021910
Hari / tanggal : kamis / 2 Agustus 2012

Perbaikan materi Skripsi meliputi :
ketebalan rencana dibulatkan pd 0,5 cm → sehingga nilai tebal overlay
kelipatan 0,5 cm.
Nilai Ekuivalen beban : ?? kenapa pakai beban kosong
Pitan keserasaman → seberapa → pakai kondisi baik. ? ✓

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian
aksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Bagian Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 9 Agustus 2012
Dosen Penguji
(Nusa Selayang)

Malang, 9 Agustus 2012
Dosen Penguji
(Nusa Selayang)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : NAZARIO d.j.p

NIM : 10 21 910

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- > Abstraksi salah format ✓
- > Apa syarat jalan yg bisa di overlay ?
- > grafik hal 18. Bila tdk perlu dihilangkan ✓
- > Kesimpulan sesuai materi ✓
- > Faktor keberagaman (FK) perlu ditingleatkan (di evaluasi lagi) ✓

[Signature]

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Ugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

Dosen Penguji

Malang, 2 - 8 - 2012

Dosen Penguji

[Signature]
Bambang Wedyanegara



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jln. Bendungan Sigura – gura no.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (OVERLAY) PERKERASAN JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE SAMPAI BUNDARAN COMORO (Sta 0+000 Sampai Sta 3+000)

Nama : Nazario de Jesus Fritas
Nim : 10.21.910
Dosen Pembimbing : Drs.Kamidjo Rh.,ST.MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda tangan
01	05/06/12	Aka pembetulan & revisi koreksi langsung?? keseluruhan batch & ba- wa literatur nya.	
02	07/06/12	Lanjutkan utk perke- ngan detail laporan perkerasannya	
03	06/07/12	Bagan alir kotak & diper- lengkapi, dilanjutkan CIR all	
04	13/07/12	Penulisan kesimpulan harus sbg jawab kalimat tanya pd RM. dan urut	

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Hurdungun Sigunt - Gura not Malang

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR (TUGAS AKHIR) PERENCANAAN
JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTERI
REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE SAMPAI BUNARAN

COMORO (Sta 0+000 sampai Sta 3+000)

Nama

: NASETO de JAMES PIRAS

Nim

: 1021210

Dosen Pembimbing

: Dis. Kurniyo R.P., ST, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
01	02/06/15	the presentation of the project and the results of the research.	Dis. Kurniyo R.P.
02	02/06/15	the presentation of the project and the results of the research.	Dis. Kurniyo R.P.
03	02/06/15	the presentation of the project and the results of the research.	Dis. Kurniyo R.P.
04	13/06/15	the presentation of the project and the results of the research.	Dis. Kurniyo R.P.

**PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (OVERLAY) PERKERASAN
JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI
REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE SAMPAI BUNDARAN
COMORO (Sta 0+000 Sampai Sta 3+000)**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jln. Bendungan Sigura – gura no.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (OVERLAY) PERKERASAN JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE SAMPAI BUNDARAN COMORO (Sta 0+000 Sampai Sta 3+000)

Nama : Nazario de Jesus Fritas
Nim : 10.21.910
Dosen Pembimbing : Ir. Agus Prajitno, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda tangan
1.	06/06/12.	- teknis penelitian mengenai tatacara penyusunan strip, jarak spasi, dll. Form, pengisian data di RAS 3. - peta lokasi studi RAS 3. - Form survey traffic counting (berkelompok, di jalan & di rumah) teknis surveynya. Tata & pengisian di lapangan beserta yang sama (check di uji/timbangan kendaraan).	→
2.	06/07/12	- Ujra memenuhi MST kendaraan uji agar dilepas di RAS 3. - Algoritma perhitungan kendaraan rata-rata. - Algoritma analisa perse- perhitungan.	→
3.	10/07/12.	- Daftar perhitungan, data - Rencana & tabel & gambar - Interpretasi & jenis overlay yg diperlukan. - Perhitungan biaya perhitung- menyusunnya. - Daftar penempatan faktor perhitung- an.	→
4.	14/07/12.	- Diperbaiki kesimpulannya & Abstract dilewatkan Daftar - Tabel, Gam- bar, dan lain-lain. Abstract versi bahasa Inggris.	→



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jln. Bendungan Sigura – gura no.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN PELAPISAN TAMBAHAN (OVERLAY) PERKERASAN
JALAN RAYA UTAMA DARI KANTOR PERDANA MENTRI
REPUBLICA DEMOCRASIA DE TIMOR LESTE SAMPAI BUNDARAN
COMORO (Sta 0+000 Sampai Sta 3+000)**

Nama : Nazario de Jesus Fritas

Nim : 10.21.910

Dosen Pembimbing : Ir. Agus Prajitno.,MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda tangan
5.	12/07/12.	Format Daftar Isi, Daftar pustaka, Tabel sesuai standar penulisan, dan y dicomparasikan dulu	

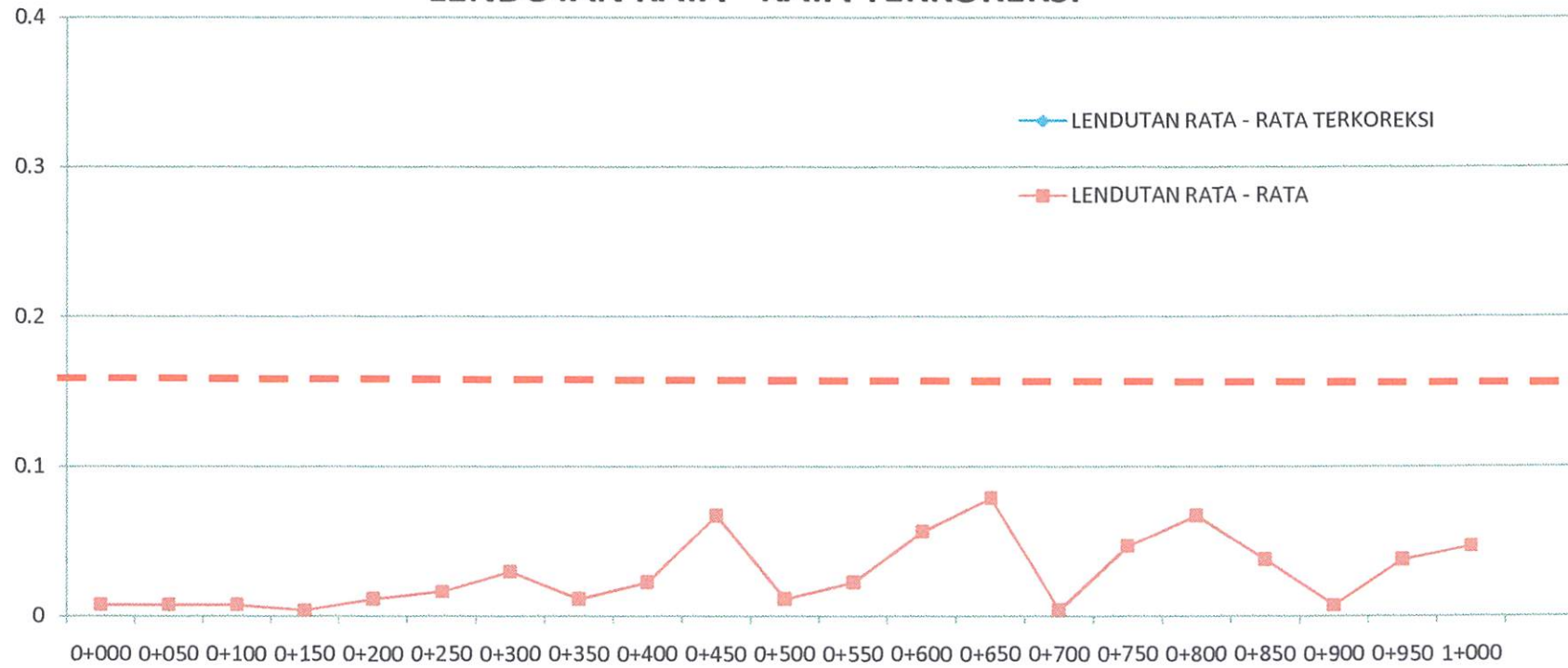
SEGEMN PERTAMA STA 0 + 000 – 1 + 000 KM

BENKELMAN BAEM																
NILAI LENDUTAN BB TERKOREKSI (dB)																
Project : Penelitian											Test Reference No : BB- 001 /SO/XI/2011					
Location : Bundaran Comoro - Palacio do Governo											Date Receipt of Request :					
Contorract : Nazario de Jesus Freitas											Date Test Commenced : 23/06/2012					
Sta / Km : 0 + 000 s/d 1 + 500 km											Date Test Finished : 24/06/2012					
No.	STA	Beban Uji (Ton)	lendutan balik BB (mm)			Temperatur (C°)					Suhu Tu+Tp (C°)	Koreksi pada Temperatur standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban FK _{B-BB}	Lendutan Terkoreksi (mm), dB 2(d3-d1)x Ft x Ca x FKB-BB	d _B ²
			d1	d2	d3	Tu	Tp	Tt	Tb	TL						
1	0+000	8.20	0.00	0.16	0.20	29	45	45	38	42.67	74	0.93	1.2	0.99	0.088	0.008
2	0+050	8.20	0.00	0.16	0.20	29	43	45	38	42.00	72	0.93	1.2	0.99	0.088	0.008
3	0+100	8.20	0.00	0.17	0.21	29	45	45	39	43.00	74	0.93	1.2	0.99	0.088	0.008
4	0+150	8.20	0.00	0.17	0.20	29	44	46	39	43.00	73	0.93	1.2	0.99	0.066	0.004
5	0+200	8.20	0.00	0.14	0.19	31	46	46	39	43.67	77	0.91	1.2	0.99	0.108	0.012
6	0+250	8.20	0.00	0.14	0.20	33	45	46	40	43.67	78	0.91	1.2	0.99	0.130	0.017
7	0+300	8.20	0.00	0.25	0.33	33	47	47	42	45.33	80	0.91	1.2	0.99	0.173	0.030
8	0+350	8.20	0.00	0.15	0.20	32	46	46	41	44.33	78	0.91	1.2	0.99	0.108	0.012
9	0+400	8.20	0.00	0.14	0.21	35	46	46	41	44.33	81	0.91	1.2	0.99	0.151	0.023
10	0+450	8.20	0.00	0.13	0.25	34	47	47	41	45.00	81	0.91	1.2	0.99	0.259	0.067
11	0+500	8.20	0.00	0.19	0.24	36	47	47	42	45.33	83	0.91	1.2	0.99	0.108	0.012
12	0+550	8.20	0.00	0.14	0.21	35	45	47	42	44.67	80	0.91	1.2	0.99	0.151	0.023
13	0+600	8.20	0.00	0.13	0.24	36	45	47	42	44.67	81	0.91	1.2	0.99	0.238	0.057
14	0+650	8.20	0.00	0.12	0.25	34	47	46	41	44.67	81	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079
15	0+700	8.20	0.00	0.16	0.19	33	46	47	42	45.00	79	0.91	1.2	0.99	0.065	0.004
16	0+750	8.20	0.00	0.15	0.25	35	44	46	42	44.00	79	0.91	1.2	0.99	0.216	0.047

18	0+850	8.20	0.00	0.16	0.25	36	45	46	43	44.67	81	0.91	1.2	0.99	0.194	0.038
19	0+900	8.20	0.00	0.15	0.19	34	46	47	42	45.00	80	0.91	1.2	0.99	0.086	0.007
20	0+950	8.20	0.00	0.15	0.24	34	46	46	43	45.00	80	0.91	1.2	0.99	0.194	0.038
21	1+000	8.20	0.00	0.14	0.24	35	43	45	43	43.67	78	0.91	1.2	0.99	0.216	0.047

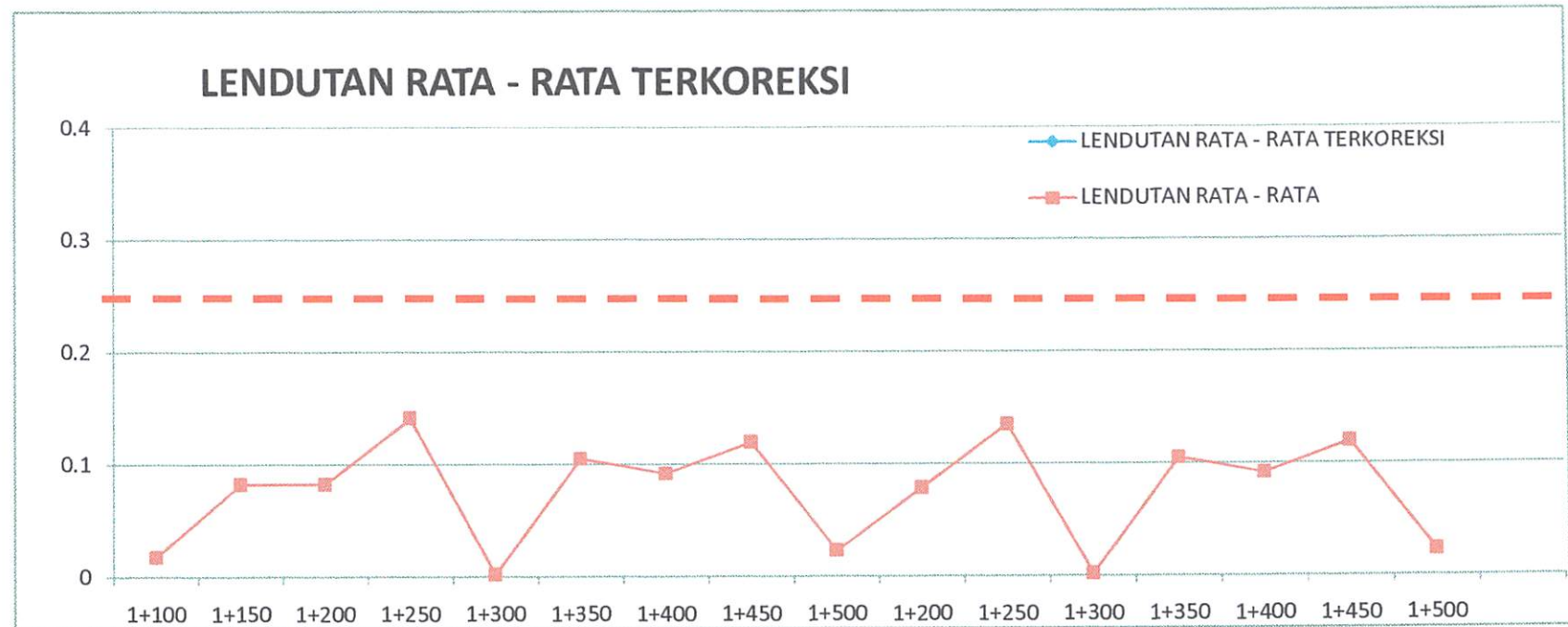
Jumlah		3.270	0.606	3.270		0.606
lendutan rata-rata (d_R)		0.156	mm	0.156	mm	
Jumlah titik (n_s)		21		21		
Deviasi Standar (s)		2.030	3339	0.001	2.030	3339 0.001
Deviasi Standar (s)		0.025		0.025		
	FK	15.84	BAIK	15.84		
	$d_{wakti} / d_{sbl\ ov}$	0.196	mm	0.196		
	Fo	1.21		1.21		
rencana 5 th	D rencana / $d_{stl\ ov}$	0.71	mm	0.57	10 tahun	
	H _o	4.1	Cm	7.94		
	Ht (koreksi)	5.0	Cm	9.65		
	FKTBL (Fo)	1.00	Cm	1.00		
	Ht (overlay)	5.0	Cm	9.6		

LENDUTAN RATA - RATA TERKOREKSI



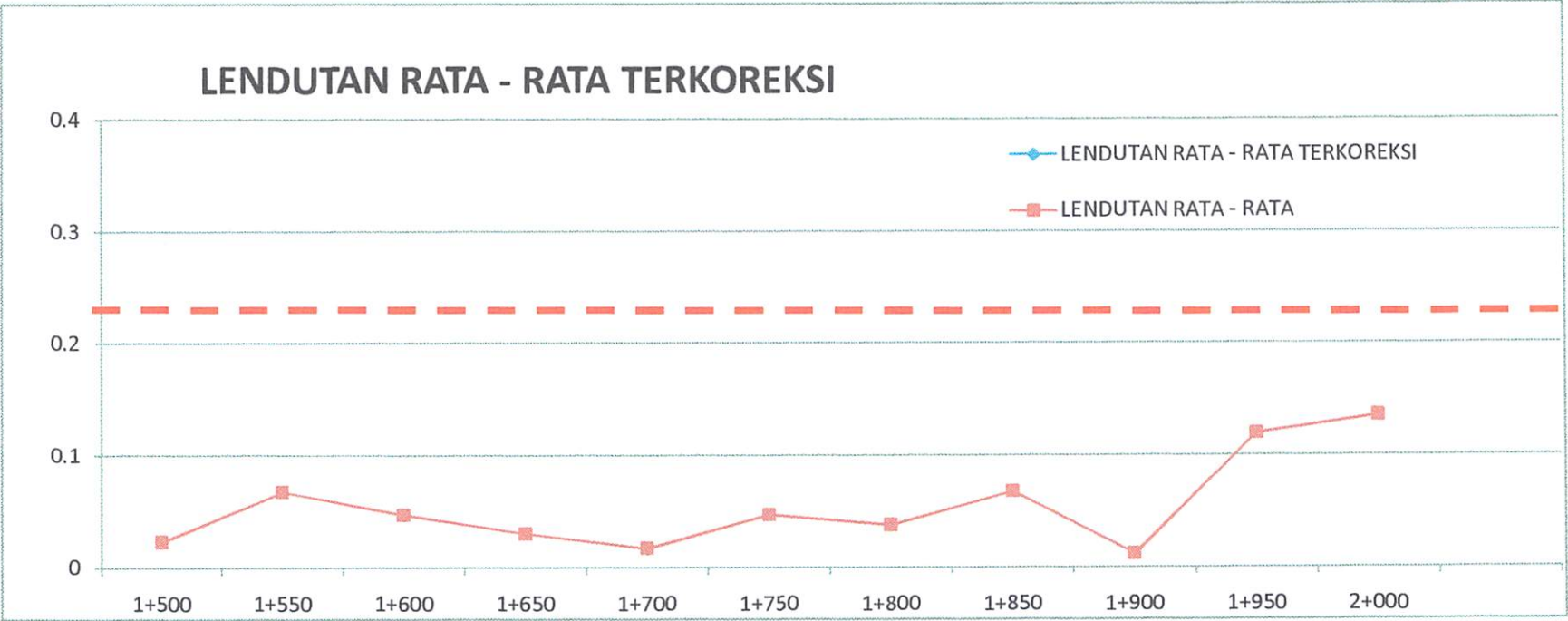
BENKELMAN BAEM																
NILAI LENDUTAN BB TERKOREKSI (dB)																
Project :		Penelitian										Test Reference No				
Location :		Bundaran Comoro - Palacio do Governo										Date Receipt of Request				
Contract :		Nazario de Jesus Freitas										Date Test Commenced				
Sta / Km :		0 + 000 s/d 1 + 500 km										Date Test Finished				
No.	STA	Beban Uji (Ton)	lendutan balik BB (mm)			Temperatur (C°)					Suhu Tu+Tp (C°)	Koreksi pada Temperatur standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban FK _{B-BB}	Lendutan Terkoreksi (mm), dB 2(d3-d1)x Ft x Ca x FKB-BB	d _B ²
			d1	d2	d3	Tu	Tp	Tt	Tb	TL						
1	1+100	8.20	0.00	0.17	0.23	34	45	42	39	42.00	79	0.93	1.2	0.99	0.132	0.018
2	1+150	8.20	0.00	0.15	0.28	36	46	39	40	41.67	82	0.93	1.2	0.99	0.287	0.082
3	1+200	8.20	0.00	0.14	0.27	35	44	42	42	42.67	79	0.93	1.2	0.99	0.287	0.082
4	1+250	8.20	0.00	0.11	0.28	34	47	39	41	42.33	81	0.93	1.2	0.99	0.375	0.141
5	1+300	8.20	0.00	0.04	0.06	35	47	44	39	43.33	82	0.93	1.2	0.99	0.044	0.002
6	1+350	8.20	0.00	0.10	0.25	33	45	46	38	43.00	78	0.91	1.2	0.99	0.324	0.105
7	1+400	8.20	0.00	0.12	0.26	34	46	45	40	43.67	80	0.91	1.2	0.99	0.303	0.092
8	1+450	8.20	0.00	0.12	0.28	35	44	45	39	42.67	79	0.91	1.2	0.99	0.346	0.120
9	1+500	8.20	0.00	0.18	0.25	34	47	45	39	43.67	81	0.91	1.2	0.99	0.151	0.023
10	1+200	8.20	0.00	0.14	0.27	35	44	42	42	42.67	79	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079
11	1+250	8.20	0.00	0.11	0.28	34	47	39	41	42.33	81	0.91	1.2	0.99	0.367	0.135
12	1+300	8.20	0.00	0.04	0.06	35	47	44	39	43.33	82	0.91	1.2	0.99	0.043	0.002
13	1+350	8.20	0.00	0.10	0.25	33	45	46	38	43.00	78	0.91	1.2	0.99	0.324	0.105
14	1+400	8.20	0.00	0.12	0.26	34	46	45	40	43.67	80	0.91	1.2	0.99	0.303	0.092
15	1+450	8.20	0.00	0.12	0.28	35	44	45	39	42.67	79	0.91	1.2	0.99	0.346	0.120
16	1+500	8.20	0.00	0.18	0.25	34	47	45	39	43.67	81	0.91	1.2	0.99	0.151	0.023

Jumlah		4.065	1.219	4.065	1.219
lendutan rata-rata (d_R)		0.254	mm	0.254	mm
Jumlah titik (n_s)		16		16	
Deviasi Standar (s)		2.979	2224	0.001	2.979
Deviasi Standar (s)		0.037		0.037	2224
rencana 5 th	FK	14.41	BAIK	14.41	
	$d_{\text{wakil}} / d_{\text{sbl ov}}$	0.314	mm	0.314	
	Fo	1.22		1.22	
	D rencana / d stl ov	0.71	mm	0.57	10 tahun
	H _o	4.6	Cm	8.42	
	Ht (koreksi)	5.6	Cm	10.23	
	FKTBL (Fo)	1.00	Cm	1.00	
	Ht (overlay)	5.6	Cm	10.2	



BENKELMAN BAEM																
NILAI LENDUTAN BB TERKOREKSI (dB)																
Project : Penelitian Location : Bundaran Comoro - Palacio do Governo Contract : Nazario de Jesus Freitas Sta / Km : 0 + 000 s/d 1 + 500 km											Test Reference No : BB- 001 Date Receipt of Request : /SO/XI/2011 Date Test Commenced : 23/06/2012 Date Test Finished : 24/06/2012					
No.	STA	Beban Uji (Ton)	lendutan balik BB (mm)			Temperatur (C°)					Suhu Tu+Tp (C°)	Koreksi pada Temperatur standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban FK _{B-BB}	Lendutan Terkoreksi (mm), dB 2(d3-d1) x Ft x Ca x FK _{B-BB}	d _B ²
			d1	d2	d3	Tu	Tp	Tt	Tb	TL						
1	1+500	8.20	0.00	0.18	0.25	34	47	45	39	43.67	81	0.91	1.2	0.99	0.151	0.023
2	1+550	8.20	0.00	0.17	0.29	34	46	45	40	43.67	80	0.91	1.2	0.99	0.259	0.067
3	1+600	8.20	0.00	0.17	0.27	35	46	46	41	44.33	81	0.91	1.2	0.99	0.216	0.047
4	1+650	8.20	0.00	0.18	0.26	35	47	45	41	44.33	82	0.91	1.2	0.99	0.173	0.030
5	1+700	8.20	0.00	0.28	0.34	34	47	46	42	45.00	81	0.91	1.2	0.99	0.130	0.017
6	1+750	8.20	0.00	0.17	0.27	35	46	47	42	45.00	81	0.91	1.2	0.99	0.216	0.047
7	1+800	8.20	0.00	0.18	0.27	34	47	46	42	45.00	81	0.91	1.2	0.99	0.195	0.038
8	1+850	8.20	0.00	0.16	0.28	36	45	45	42	44.00	81	0.91	1.2	0.99	0.259	0.067
9	1+900	8.20	0.00	0.19	0.24	34	46	45	40	43.67	80	0.91	1.2	0.99	0.108	0.012
10	1+950	8.20	0.00	0.11	0.27	37	47	46	39	44.00	84	0.91	1.2	0.99	0.346	0.120
11	2+000	8.20	0.00	0.09	0.26	36	46	44	39	43.00	82	0.91	1.2	0.99	0.367	0.135

	Jumlah	2.420	0.601	2.420	0.601
	lendutan rata-rata (d_R)	0.220	mm	0.220	mm
	Jumlah titik (n_s)	11		11	
	Deviasi Standar (s)	0.758	858	0.001	0.758
	Deviasi Standar (s)	0.030		0.030	858
	FK	13.51	BAIK	13.51	0.001
	$d_{\text{wakil}} / d_{\text{sbl ov}}$	0.269	mm	0.269	
	Fo	1.22		1.22	
rencana 5 th	D rencana / d stl ov	0.71	mm	0.57	10 tahun
	H _o	4.5	Cm	8.26	
	Ht (koreksi)	5.4	Cm	10.04	
	FKTBL (Fo)	1.00	Cm	1.00	
	Ht (overlay)	5.4	Cm	10.0	



BENKELMAN BAEM

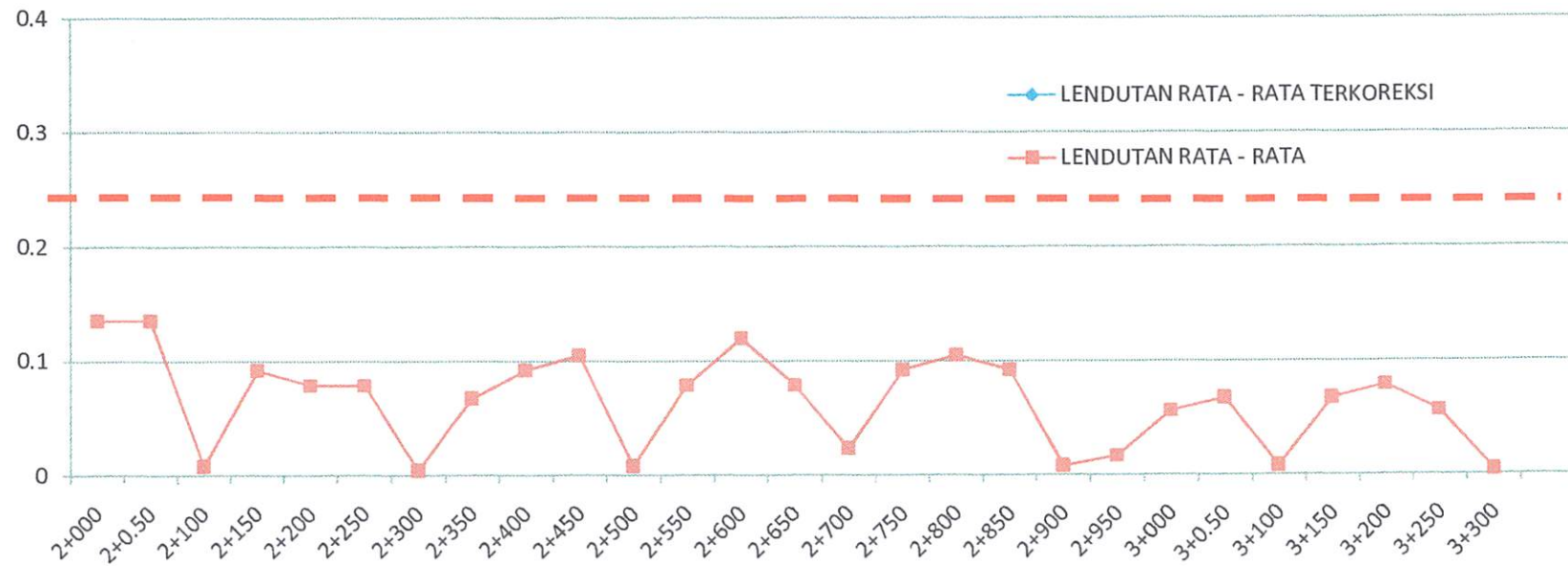
NILAI LENDUTAN BB TERKOREKSI (dB)

Project	: Penelitian	: Bundaran Comoro - Palacio do	Location	Governor	Contract	: Nazario de Jesus Freitas	Sta / Km	: 0 + 000 s/d 1 + 500 km	Test Reference No	: BB- 001	/SO/XI/2011	Date Receipt of Request	:	Date Test Commenced	23/06/2012	Date Test Finished	24/06/2012
No.	STA	Beban Uji (Ton)	lendutan balik BB (mm)			Temperatur (C°)					Suhu Tu+Tp (C°)	Koreksi pada Temperatur standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban FK _{B-BB}	Lendutan Terkoreksi (mm), dB 2(d3-d1)x Ft x Ca x FKB-BB	d _B ²	
			d1	d2	d3	Tu	Tp	Tt	Tb	TL							
1	2+000	8.20	0.00	0.09	0.26	36	46	44	39	43.00	82	0.91	1.2	0.99	0.367	0.135	
2	2+0.50	8.20	0.00	0.07	0.24	36	47	46	40	44.33	83	0.91	1.2	0.99	0.367	0.135	
3	2+100	8.20	0.00	0.06	0.10	36	45	41	39	41.67	81	0.91	1.2	0.99	0.086	0.007	
4	2+150	8.20	0.00	0.13	0.27	36	47	44	40	43.67	83	0.91	1.2	0.99	0.303	0.092	
5	2+200	8.20	0.00	0.15	0.28	35	46	45	41	44.00	81	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079	
6	2+250	8.20	0.00	0.17	0.30	35	46	46	41	44.33	81	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079	
7	2+300	8.20	0.00	0.22	0.25	37	46	46	40	44.00	83	0.91	1.2	0.99	0.065	0.004	
8	2+350	8.20	0.00	0.19	0.31	37	47	47	42	45.33	84	0.91	1.2	0.99	0.259	0.067	
9	2+400	8.20	0.00	0.16	0.30	37	46	47	42	45.00	83	0.91	1.2	0.99	0.303	0.092	
10	2+450	8.20	0.00	0.17	0.32	37	47	46	40	44.33	84	0.91	1.2	0.99	0.324	0.105	
11	2+500	8.20	0.00	0.05	0.09	32	45	47	41	44.33	77	0.91	1.2	0.99	0.086	0.007	
12	2+550	8.20	0.00	0.16	0.29	30	45	46	43	44.67	75	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079	
13	2+600	8.20	0.00	0.12	0.28	33	46	45	42	44.33	79	0.91	1.2	0.99	0.346	0.120	
14	2+650	8.20	0.00	0.11	0.24	32	46	47	43	45.33	78	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079	
15	2+700	8.20	0.00	0.18	0.25	32	47	47	42	45.33	79	0.91	1.2	0.99	0.151	0.023	
16	2+750	8.20	0.00	0.16	0.30	34	45	46	40	43.67	79	0.91	1.2	0.99	0.303	0.092	
17	2+800	8.20	0.00	0.11	0.26	35	46	46	39	43.67	81	0.91	1.2	0.99	0.324	0.105	
18	2+850	8.20	0.00	0.09	0.23	31	47	47	39	44.33	78	0.91	1.2	0.99	0.303	0.092	

20	2+950	8.20	0.00	0.12	0.18	34	45	46	40	43.67	79	0.91	1.2	0.99	0.130	0.017
21	3+000	8.20	0.00	0.14	0.25	34	45	46	39	43.33	79	0.91	1.2	0.99	0.238	0.056
22	3+0.50	8.20	0.00	0.19	0.31	31	45	45	40	43.33	76	0.91	1.2	0.99	0.259	0.067
23	3+100	8.20	0.00	0.18	0.22	33	44	44	41	43.00	77	0.91	1.2	0.99	0.086	0.007
24	3+150	8.20	0.00	0.18	0.30	35	45	45	42	44.00	80	0.91	1.2	0.99	0.259	0.067
25	3+200	8.20	0.00	0.19	0.32	33	46	47	43	45.33	79	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079
26	3+250	8.20	0.00	0.20	0.31	36	46	46	41	44.33	82	0.91	1.2	0.99	0.238	0.056
27	3+300	8.20	0.00	0.33	0.36	34	47	46	42	45.00	81	0.91	1.2	0.99	0.065	0.004

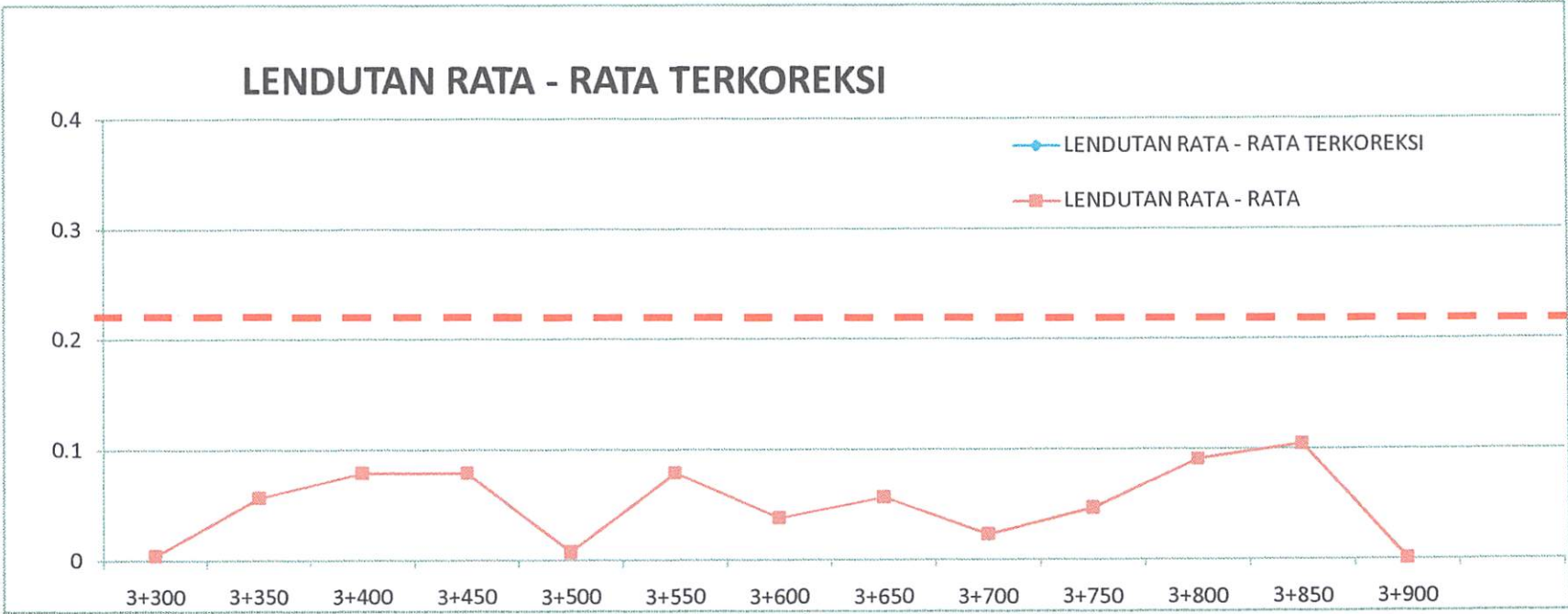
Jumlah		6.353	1.753	6.353		1.753
lendutan rata-rata (d _R)		0.235	mm	0.235	mm	
Jumlah titik (n _s)		27		27		
Deviasi Standar (s)		6.967	4833	0.001	6.967	4833 0.001
Deviasi Standar (s)		0.038		0.038		
	FK	16.14	BAIK	16.14		
	d _{wakil} / d _{sbl ov}	0.298	mm	0.298		
	Fo	1.22		1.22		
rencana 5 th	D rencana / d _{stl ov}	0.71	mm	0.57	10 tahun	
	H _o	4.6	Cm	8.36		
	Ht (koreksi)	5.5	Cm	10.16		
	FKTBL (Fo)	1.00	Cm	1.00		
	Ht (overlay)	5.5	Cm	10.1		

LENDUTAN RATA - RATA TERKOREKSI



BENKELMAN BAEM																
NILAI LENDUTAN BB TERKOREKSI (dB)																
Project : Penelitian											Test Reference No : BB- 001					
Location : Bundaran Comoro - Palacio do Governo											Date Receipt of Request : /SO/XI/2011					
Contorract : Nazario de Jesus Freitas											Date Test Commenced : 23/06/2012					
Sta / Km : 0 + 000 s/d 1 + 500 km											Date Test Finished : 24/06/2012					
No.	STA	Beban Uji (Ton)	lendutan balik BB (mm)			Temperatur (C ^o)					Suhu Tu+Tp (C ^o)	Koreksi pada Temperatur standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban FK _{B-BB}	Lendutan Terkoreksi (mm), dB 2(d3-d1)x Ft x Ca x FKB-BB	d _B ²
			d1	d2	d3	Tu	Tp	Tt	Tb	TL						
1	3+300	8.20	0.00	0.33	0.36	34	47	46	42	45.00	81	0.91	1.2	0.99	0.065	0.004
2	3+350	8.20	0.00	0.17	0.28	37	46	46	42	44.67	83	0.91	1.2	0.99	0.238	0.056
3	3+400	8.20	0.00	0.19	0.32	34	47	46	44	45.67	81	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079
4	3+450	8.20	0.00	0.20	0.33	36	47	46	44	45.67	83	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079
5	3+500	8.20	0.00	0.22	0.26	35	47	47	43	45.67	82	0.91	1.2	0.99	0.086	0.007
6	3+550	8.20	0.00	0.19	0.32	37	47	46	43	45.33	84	0.91	1.2	0.99	0.281	0.079
7	3+600	8.20	0.00	0.19	0.28	37	46	46	43	45.00	83	0.91	1.2	0.99	0.194	0.038
8	3+650	8.20	0.00	0.16	0.27	36	48	45	41	44.67	84	0.91	1.2	0.99	0.238	0.056
9	3+700	8.20	0.00	0.23	0.30	36	48	47	42	45.67	84	0.91	1.2	0.99	0.151	0.023
10	3+750	8.20	0.00	0.18	0.28	37	46	47	40	44.33	83	0.91	1.2	0.99	0.216	0.047
11	3+800	8.20	0.00	0.15	0.29	35	48	46	40	44.67	83	0.91	1.2	0.99	0.303	0.092
12	3+850	8.20	0.00	0.14	0.29	36	47	46	41	44.67	83	0.91	1.2	0.99	0.324	0.105
13	3+900	8.20	0.00	0.21	0.22	37	48	47	41	45.33	85	0.91	1.2	0.99	0.022	0.000

	Jumlah titik (n_s)	13		13	
	Deviasi Standar (s)	1.476	1547	0.001	1.476
	Deviasi Standar (s)	0.031			1547
	FK	14.99	BAIK	0.001	0.031
	$d_{\text{wakil}} / d_{\text{sbl ov}}$	0.257	mm		14.99
	Fo	1.22			0.257
rencana 5 th	D rencana / d stl ov	0.71	mm		1.22
	H _o	4.4	Cm		0.57
	Ht (koreksi)	5.4	Cm		8.21
	FKTBL (Fo)	1.00	Cm		9.98
	Ht (overlay)	5.3	Cm		1.00
					9.9



RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA SEGMENT PERTAMA

	No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total harga
I	1	Unskilled Labor	1	Hour	\$ 0.6883	\$ 0.688	\$ 2.186
	2	Skilled Labor for Asphalt	1	Hour	\$ 0.6388	\$ 0.639	
	3	Foreman	1	Hour	\$ 0.8590	\$ 0.859	
II	1	Asphalt Penetration	1	Kg	\$ 10.500	\$ 10.500	\$ 43,836.900
	2	Crushed Aggregate (1000x18x0.05)m	900	M ³	\$ 40.2960	\$ 36,266.400	
	3	Fine Aggregate (1000x18x0.05)m	900	M ³	\$ 8.4000	\$ 7,560.000	
	4	Filler (1000x18x0.05)m	900	M ³	\$ 3.965	\$ 3,568.500	
	5	Asphalt Spayer (1000x18x1 mm)	18	M ²	\$ 0.345	\$ 6.206	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1	Hour	\$ 2.80	\$ 2.795	\$ 17.397
	2	Finisher	1	Hour	\$ 3.965	\$ 3.965	
	3	Tanden Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	4	Tire Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	5	Dump Truck	1	Hour	\$ 1.527	\$ 1.527	
	6	Tools	1	Ls	\$ 0.110	\$ 0.110	
Total Biaya USD							\$ 43,856.483
Contractor Profit (10%) USD							\$ 4,385.648
Contractor Tax (2%) USD							\$ 877.130
Biaya Total USD							\$ 49,119.261

DURASI WAKTU DAN JUMLAH PEKERJA TIAP ITEM PEKERJAAN

[illegible]

	No	Uraian Pekerjaan	Wkatu (hari)	Bobot (%)	JUMLAH HARI KERJA		Persentase	%
I					6 hari	2 hari		
	1	Unskilled Labor	0.005	0.063	0.057	0.001	100	%
	2	Skilled Labor for Asphalt	0.005	0.063	0.057	0.001	95	
II	3	Foreman	0.050	0.625	0.057	0.001	85	
	1	Asphalt Penetration	0.029	0.357	0.357		75	
	2	Crushed Aggregate (1000x18x0.05)m	0.750	9.375	0.675	0.075	70	
	3	Fine Aggregate (1000x18x0.05)m	0.750	9.375	0.675	0.075	65	
	4	Filler (1000x18x0.05)m	0.750	9.375	0.675	0.075	55	
	5	Asphalt Spayer (1000x18x1mm)	1.000	12.500	1.000		50	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1.000	12.500	1.000		45	
	2	Finisher	1.000	12.500	0.750	0.250	35	
	3	Tanden Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	25	
	4	Tire Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	15	
	5	Dump Truck	1.000	12.500	1.000		10	
	6	Tools	1.000	12.500	0.750	0.250	0	
Total waktu Kerja			8	100				
Total Persentase Perminggu					98.77	1.23		
Total Persentase Kumulatif Perminggu					98.77	100		

RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA SEGMENT KEDUA

	No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga	Jumlah Harga	Total harga
					Satuan		
I	1	Unskilled Labor	1	Hour	\$ 0.6883	\$ 0.688	\$ 2.186
	2	Skilled Labor for Asphalt	1	Hour	\$ 0.6388	\$ 0.639	
	3	Foreman	1	Hour	\$ 0.8590	\$ 0.859	
II	1	Asphalt Penetration	1	Kg	\$ 10.500	\$ 10.500	\$ 24,553.284
	2	Crushed Aggregate (500x18x0.056)m	504	M ³	\$ 40.2960	\$ 20,309.184	
	3	Fine Aggregate (500x18x0.056)m	504	M ³	\$ 8.4000	\$ 4,233.600	
	4	Filler (500x18x0.056)m	504	M ³	\$ 3.965	\$ 1,998.360	
	5	Asphalt Spayer (500x18x1mm)	24.3	M ²	\$ 0.345	\$ 8.379	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1	Hour	\$ 2.80	\$ 2.795	\$ 17.397
	2	Finisher	1	Hour	\$ 3.965	\$ 3.965	
	3	Tanden Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	4	Tire Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	5	Dump Truck	1	Hour	\$ 1.527	\$ 1.527	
	6	Tools	1	Ls	\$ 0.110	\$ 0.110	
Total Biaya USD							\$ 24,572.867
Contractor Profit (10%) USD							\$ 2,457.287
Contractor Tax (2%) USD							\$ 491.457
Biaya Total USD							\$ 27,521.611

DURASI WAKTU DAN JUMLAH PEKERJA TIAP ITEM PEKERJAAN

[illegible]

	No	Uraian Pekerjaan	Wkatu (hari)	Bobot (%)	JUMLAH HARI KERJA		Persentase	%
					6 hari	2 hari		
I								
	1	Unskilled Labor	0.005	0.063	0.057	0.001	100	%
	2	Skilled Labor for Asphalt	0.005	0.063	0.057	0.001	95	
II	3	Foreman	0.050	0.625	0.057	0.001	85	
	1	Asphalt Penetration	0.029	0.357	0.357		75	
	2	Crushed Aggregate (500x18x0.056)m	0.750	9.375	0.675	0.075	70	
	3	Fine Aggregate (500x18x0.056)m	0.750	9.375	0.675	0.075	65	
	4	Filler (500x18x0.056)m	0.750	9.375	0.675	0.075	55	
	5	Asphalt Spayer (500x18x1mm)	1.000	12.500	1.000		50	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1.000	12.500	1.000		45	
	2	Finisher	1.000	12.500	0.750	0.250	35	
	3	Tanden Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	25	
	4	Tire Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	15	
	5	Dump Truck	1.000	12.500	1.000		10	
	6	Tools	1.000	12.500	0.750	0.250	0	
Total waktu Kerja			8	100				
Total Persentase Perminggu					98.77	1.23		
Total Persentase Kumulatif Perminggu					98.77	100		

	No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total harga
I	1	Unskilled Labor	1	Hour	\$ 0.6883	\$ 0.688	\$ 2.186
	2	Skilled Labor for Asphalt	1	Hour	\$ 0.6388	\$ 0.639	
	3	Foreman	1	Hour	\$ 0.8590	\$ 0.859	
II	1	Asphalt Penetration	1	Kg	\$ 10.500	\$ 10.500	\$ 23,676.756
	2	Crushed Aggregate (500x18x0.054)m	486	M ³	\$ 40.2960	\$ 19,583.856	
	3	Fine Aggregate (500x18x0.054)m	486	M ³	\$ 8.4000	\$ 4,082.400	
	4	Filler (500x18x0.054)m	486	M ³	\$ 3.965	\$ 1,926.990	
	5	Asphalt Spayer (500x18x1 mm)	18.9	M ²	\$ 0.345	\$ 6.517	
II I	1	Asphalt Mixing Plant	1	Hour	\$ 2.80	\$ 2.795	\$ 17.397
	2	Finisher	1	Hour	\$ 3.965	\$ 3.965	
	3	Tanden Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	4	Tire Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	5	Dump Truck	1	Hour	\$ 1.527	\$ 1.527	
	6	Tools	1	Ls	\$ 0.110	\$ 0.110	
Total Biaya USD							\$ 23,696.339
Contractor Profit (10%) USD							\$ 2,369.634
Contractor Tax (2%) USD							\$ 473.927
Biaya Total USD							\$ 26,539.900

[illegible]

	No	Uraian Pekerjaan	Wkatu (hari)	Bobot (%)	JUMLAH HARI KERJA		Persentase	%
					6 hari	2 hari		
I								
	1	Unskilled Labor	0.005	0.063	0.057	0.001	100	%
	2	Skilled Labor for Asphalt	0.005	0.063	0.057	0.001	95	
II	3	Foreman	0.050	0.625	0.057	0.001	85	
	1	Asphalt Penetration	0.029	0.357	0.357		75	
	2	Crushed Aggregate (500x18x0.054)m	0.750	9.375	0.675	0.075	70	
	3	Fine Aggregate (500x18x0.054)m	0.750	9.375	0.675	0.075	65	
	4	Filler (500x18x0.054)m	0.750	9.375	0.675	0.075	55	
	5	Asphalt Spayer (500x18x1mm)	1.000	12.500	1.000		50	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1.000	12.500	1.000		45	
	2	Finisher	1.000	12.500	0.750	0.250	35	
	3	Tanden Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	25	
	4	Tire Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	15	
	5	Dump Truck	1.000	12.500	1.000		10	
	6	Tools	1.000	12.500	0.750	0.250	0	
Total waktu Kerja			8	100				
Total Persentase Perminggu					98.77	1.23		
Total Persentase Kumulatif Perminggu					98.77	100		

	No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total harga
I	1	Unskilled Labor	1	Hour	\$ 0.6883	\$ 0.688	\$ 2.186
	2	Skilled Labor for Asphalt	1	Hour	\$ 0.6388	\$ 0.639	
	3	Foreman	1	Hour	\$ 0.8590	\$ 0.859	
II	1	Asphalt Penetration	1	Kg	\$ 10.500	\$ 10.500	\$ 62,682.252
	2	Crushed Aggregate (1300x18x0.055)m	1287	M ³	\$ 40.2960	\$ 51,860.952	
	3	Fine Aggregate (1300x18x0.055)m	1287	M ³	\$ 8.4000	\$ 10,810.800	
	4	Filler (1300x18x0.055)m	1287	M ³	\$ 3.965	\$ 5,102.955	
	5	Asphalt Spayer (1300x18x1mm)	24.3	M ²	\$ 0.345	\$ 8.379	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1	Hour	\$ 2.80	\$ 2.795	\$ 17.397
	2	Finisher	1	Hour	\$ 3.965	\$ 3.965	
	3	Tanden Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	4	Tire Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	5	Dump Truck	1	Hour	\$ 1.527	\$ 1.527	
	6	Tools	1	Ls	\$ 0.110	\$ 0.110	
Total Biaya USD							\$ 2,701.835
Contractor Profit (10%) USD							\$ 6,270.183
Contractor Tax (2%) USD							\$ 1,254.037
Biaya Total USD							\$ 70,226.055

[illegible]

KURVA								
	No	Uraian Pekerjaan	Wkatu (hari)	Bobot (%)	JUMLAH HARI KERJA		Persentase	%
I					6 hari	2 hari		
	1	Unskilled Labor	0.005	0.063	0.057	0.001	100	%
	2	Skilled Labor for Asphalt	0.005	0.063	0.057	0.001	95	
II	3	Foreman	0.050	0.625	0.057	0.001	85	
	1	Asphalt Penetration	0.029	0.357	0.357		75	
	2	Crushed Aggregate (1300x18x0.055)m	0.750	9.375	0.675	0.075	70	
	3	Fine Aggregate (1300x18x0.055)m	0.750	9.375	0.675	0.075	65	
	4	Filler (1300x18x0.055)m	0.750	9.375	0.675	0.075	55	
	5	Asphalt Spayer (1300x18x1mm)	1.000	12.500	1.000		50	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1.000	12.500	1.000		45	
	2	Finisher	1.000	12.500	0.750	0.250	35	
	3	Tanden Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	25	
	4	Tire Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	15	
	5	Dump Truck	1.000	12.500	1.000		10	
	6	Tools	1.000	12.500	0.750	0.250	0	
Total waktu Kerja			8	100				
Total Persentase Perminggu					98.77	1.23		
Total Persentase Kumulatif Perminggu					98.77	100		

RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA SEGMENT KELIMA

	No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total harga
I	1	Unskilled Labor	1	Hour	\$ 0.6883	\$ 0.688	\$ 2.186
	2	Skilled Labor for Asphalt	1	Hour	\$ 0.6388	\$ 0.639	
	3	Foreman	1	Hour	\$ 0.8590	\$ 0.859	
II	1	Asphalt Penetration	1	Kg	\$ 10.500	\$ 10.500	\$ 27,884.090
	2	Crushed Aggregate (600x18x0.053)m	572.4	M ³	\$ 40.2960	\$ 23,065.430	
	3	Fine Aggregate (600x18x0.053)m	572.4	M ³	\$ 8.4000	\$ 4,808.160	
	4	Filler (600x18x0.053)m	572.4	M ³	\$ 3.965	\$ 2,269.566	
	5	Asphalt Spayer (600x18x1 mm)	24.3	M ²	\$ 0.345	\$ 8.379	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1	Hour	\$ 2.80	\$ 2.795	\$ 17.397
	2	Finisher	1	Hour	\$ 3.965	\$ 3.965	
	3	Tanden Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	4	Tire Roller	1	Hour	\$ 4.500	\$ 4.500	
	5	Dump Truck	1	Hour	\$ 1.527	\$ 1.527	
	6	Tools	1	Ls	\$ 0.110	\$ 0.110	
Total Biaya USD							\$ 27,903.673
Contractor Profit (10%) USD							\$ 2,790.367
Contractor Tax (2%) USD							\$ 558.073
Biaya Total USD							\$ 31,252.114

DUKASI WAKTU DAN JUMLAH PERENJAN ITA ITENI PERENJAN

[illegible]

KURVA S

	No	Uraian Pekerjaan	Wkatu (hari)	Bobot (%)	JUMLAH HARI KERJA		Persentase	%
					6 hari	2 hari		
I								
	1	Unskilled Labor	0.005	0.063	0.057	0.001	100	
	2	Skilled Labor for Asphalt	0.005	0.063	0.057	0.001	95	
II	3	Foreman	0.050	0.625	0.057	0.001	85	
	1	Asphalt Penetration	0.029	0.357	0.357		75	
	2	Crushed Aggregate (600x18x0.053)m	0.750	9.375	0.675	0.075	70	
	3	Fine Aggregate (600x18x0.053)m	0.750	9.375	0.675	0.075	65	
	4	Filler (600x18x0.053)m	0.750	9.375	0.675	0.075	55	
	5	Asphalt Spayer (600x18x1mm)	1.000	12.500	1.000		50	
III	1	Asphalt Mixing Plant	1.000	12.500	1.000		45	
	2	Finisher	1.000	12.500	0.750	0.250	35	
	3	Tanden Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	25	
	4	Tire Roller	1.000	12.500	0.750	0.250	15	
	5	Dump Truck	1.000	12.500	1.000		10	
	6	Tools	1.000	12.500	0.750	0.250	0	
Total waktu Kerja			8	100				
Total Persentase Perminggu					98.77	1.23		
Total Persentase Kumulatif Perminggu					98.77	100		