TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBUTUHAN LAPIS TAMBAH/*OVERLAY* DENGAN METODE LENDUTAN DAN ANALISA KOMPONEN

ANALYSIS OF OVERLAY DESIGN BY USING DEFLECTION METHOD AND COMPONENT ANALYSIS

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Agus Priyanto
10 511 178

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2017

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBUTUHAN LAPIS TAMBAH/*OVERLAY* DENGAN METODE LENDUTAN DAN ANALISA KOMPONEN (*ANALYSIS OF OVERLAY DESIGN BY USING DEFLECTION METHOD AND COMPONENT ANALYSIS*)

disusun oleh :

Agus Priyanto
10 511 178

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 13 Oktober 2017

oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Subarkah,Ir., M.T.	**Miftahul Fauziah, S.T.,M.T.,Ph.D.**	**Bambang Sulistiono,Ir.,MSCE.**
NIK: 865110101	**NIK: 955110103**	**NIK: 805110201**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Miftahul Fauziah, S.T.,M.T.,Ph.D.
NIK: 955110103

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Univertitas Islam Indonesia seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, Oktober 2017
Yang membuat pernyataan,

Materai 6.000

Agus Priyanto
(10511178)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir tentang Analisa Kebutuhan Lapis Tambah/*Overlay* Dengan Metode Lendutan Dan Analisa Komponen

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ir. Subarkah, MT selaku dosen pembimbing.
2. Ibu Miftahul Fauziah,S.T.,M.T.,Ph.D. selaku dosen penguji,
3. Bapak Bambang Sulistiono,Ir.,MSCE. selaku dosen penguji,
4. Semua pihak yang ikut mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini tidak dapat terwujud tanpa bantuan, dukungan, kerjasama, bimbingan, dan doa dari semua pihak yang disebutkan diatas. Maka dari itu penulis haturkan terima kasih dan doa yang penulis panjatkan kiranya ALLAH SWT berkenan membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Akhirnya penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak serta bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh

Yogyakarta, Oktober 2017

Penulis,

Agus Priyanto

10511178

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
ABTRAK	xv
ABTRACT	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 BATASAN PENELITIAN	2
1.5 MANFAAT PENELITIAN	2
1.6 LOKASI PENELITIAN	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 KONSTRUKSI PERKERASAN	4
2.2 KINERJA PERKERASAN JALAN	4
2.3 PERBEDAAN DENGAN PENELITIAN TERDAHULU	5
BAB III	8
LANDASAN TEORI	8
3.1 KLASIFIKASI JALAN	8

3.2 UMUR RENCANA JALAN 9
3.3 BEBAN LALU LINTAS 9
3.4 PERKERASAN JALAN 10
3.5 KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR (*Flexibel Pavement*) 10
3.6 JENIS LAPISAN PADA PERKERASAN LENTUR 12
3.7 LALU LINTAS 14
3.7.1 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C) 14
3.7.2 Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E) 15
3.8 PETUNJUK TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN 1987 17
3.8.1 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) Dan *California Bearing Rasio* (*CBR*)17
3.8.2 Faktor Regional (FR) 18
3.8.3 Indeks Permukaan (IP) 19
3.8.4 Koefisien Kekuatan Relatif (a) 21
3.8.5 Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan 22
3.8.6 Pelapisan Tambahan 23
3.8.7 Konstruksi Bertahap 24
3.9 BENKELMAN BEAM (BB) 24
3.10 PEDOMAN TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE LENDUTAN (PD T-05-2005-B) 25
3.10.1 Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E) 25
3.10.2 Faktor Umur Rencana Dan Perkembangan Pertumbuhan Lalulintas (N)26
3.10.3 Akumulasi Ekivalen Beban Sumbu Standar (CESA) 27
3.10.4 Lendutan dengan alat *Benkelmen Beam* 28
3.10.5 Keseragaman Lendutan (FK) 29
3.10.6 Lendutan Wakil (D_{wakil}) 30
3.10.7 Lendutan Rencana ($D_{rencana}$) 30
3.10.8 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*overlay* (Ho) 30
3.10.9 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*overlay* Terkoreksi (Ht) 30
BAB IV 32

METODE PENELITIAN 32
4.1 UMUM 32
4.2 JENIS PENELITIAN 32
4.3 CARA PENGUMPULAN DATA 33
4.3.1 Data Penelitian 33
4.3.2 Prosedur Penelitian 34
BAB V 36
ANALISIS, HASIL, DAN PEMBAHASAN 36
5.1 HASIL PENGUMPULAN DATA 36
5.2.1 Lalu Lintas Harian Rerata (LHR) 36
5.2 Perencanaan Pekerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen 1987 36
5.2.1 Prediksi Lalu Lintas 36
5.2.2 Angka Ekivalen 38
5.2.3 Koefisien Distribusi Kendaraan 38
5.2.4 Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) 38
5.2.5 Lintas Ekivalen Akhir (LEA) 39
5.2.6 Lintas Ekivalen Tengah (LET) 39
5.2.7 Faktor Penyesuaian (FP) 39
5.2.8 Lintas Ekivalen Rencana (LER) 40
5.2.9 Daya Dukung Tanah (DDT) 40
5.2.10 Faktor Regional (FR) 41
5.2.11 Indek Permukaan (IP) 42
5.2.12 Indek Permukaan Awal (IP0) 42
5.2.13 Koefisien Kekuatan Relatif 42
5.2.14 Analisa Tebal Perkerasan Lentur 43
5.3 Perencanaan Tabal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan Pd T-05-2005-B 46
5.3.1 Lalu Lintas 46
5.3.2 Lintas Ekivalen 48
5.3.3 Lendutan dengan Bengkelmen Beam 49

5.3.4 Perhitungan Keseragaman Lendutan 51
5.3.5 Perhitungan Lendutan Wakil (Dwakil) 52
5.3.6 Perhitungan Lendutan Rencana (Drencana) 52
5.3.7 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*Overlay* (Ho) 53
5.3.8 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*overlay* Terkoreksi (Ht) 54
5.4 Perbandingan hasil analisis Metode Analisa Komponen 1987 dan Metode Lendutan Balik Pd T – 05 – 2005-B 55
BAB VI 57
KESIMPULAN DAN SARAN 57
6.1 KESIMPULAN 57
6.2 SARAN 57
DAFTAR PUSTAKA 58
LAMPIRAN 60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian 7
Tabel 3.1 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan 14
Tabel 3.2 Koefisien Distribusi Kendaraan (C) 15
Tabel 3.3 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan 15
Tabel 3.4 Faktor Regional (Fr) 19
Tabel 3.5 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ip) 19
Tabel 3.6 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (Ipo) 20
Tabel 3.7 Koefisien Kekuatan Relatif (A) 21
Tabel 3.8 Lapis Permukaan: 22
Tabel 3.9 Lapis Pondasi: 23
Tabel 3.10 Lapis Pondasi Bawah: 23
Tabel 3.11 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan 23
Tabel 3.12 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan 26
Tabel 3.13 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas 27
Tabel 3.14 Faktor Umur Rencana Dan Perkembangan Lalu Lintas 27
Tabel 3.15 Temperatur Perkerasan Rata-Rata (Trrt) 31
Tabel 5.1 Arus Harian Jalan Balong-Degolan 36
Tabel 5.2 Hitungan Lhr Pada Awal Permulaan (Lhr_0) 37
Tabel 5.3 Hitungan Lhr Pada Akhir Umur Rencana (Lhr_{10}) 37
Tabel 5.4 Hitungan Angka Ekivalen (E) 38
Tabel 5.5 Hitungan Lintas Ekivalen Permulaan (Lep) 38
Tabel 5.6 Hitungan Lintas Ekivalen Akhir (Lea) 39
Tabel 5.7 Data Hasil Test *Cbr* 40
Tabel 5.8 Data Kondisi Exsisting 43
Tabel 5.9 Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E) 48
Tabel 5.10 Lintas Ekivalen Permukaan (Lep) 48
Tabel 5.11 Lintas Ekivalen Akhir (Lea) 48

Tabel 5.12 Nilai Lendutan Balik Hasil Uji Bengkelmen Beam Ruas Jalan Balong – Degolan 50
Tabel 5.13 Perhitungan Temperatur Rata – Rata Permukaan (T_l) 50
Tabel 5.14 Perbandingan Hasil Metode Penelitian 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Tampak Atas 3

Gambar 3.1 Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur 11

Gambar 3.2 Lapisan-Lapisan Pada Perkerasan Lentur 12

Gambar 3.3 Korelasi Ddt Dan *Cbr* 18

Gambar 3.4 Alat *Benkelman Beam* 25

Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian 35

Gambar 5.1 Grafik Perhitungan Nilai Ddt_3 Berdasarkan *Cbr* 6,8% Dengan Mengunakan Nomogram Korelasi *Cbr* Dan Ddt 41

Gambar 5.2 Susunan Lapis Perkerasan Lentur Jalan *Existing* 44

Gambar 5.3 Nomogram Penentuan Nilai Itp_1 Untuk Tebal Perkerasan Lapis Permukaan (*Surface Course*) 45

Gambar 5.4 Susunan Lapis Perkerasan Lentur Jalan *Existing* Dan Tambah Lapis Tambah (*Overlay*) Sebesar 6 Cm 46

Gambar 5.5 Faktor Koreksi Lendutan Terhadap Temperatur Standar 51

Gambar 5.6 Susunan Lapis Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Lendutan Balik 54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Survai dan Analisa Lalu lintas 60

Lampiran 2 Survai dan Analisa Lalu lintas 61

Lampiran 3 Foto Ketebalan Lapisan Aspal Eksisting 62

Lampiran 4 Hasil Uji Alat *Bakelmen Beam* 63

Lampiran 5 Uji *California Bering Rasio* 66

DAFTAR NOTASI

ACWC : *Asphaltic Concrete Wearing Course*

BB : *Benkelmen Beam*

c : faktor penyusaian waktu kristis defleksi

C : koefisisen distribusi kendaraan

Ca : faktor pengaruh muka air tanah

CBR : *Californian bearing Rasio*

CESA : *Cummulative equivalent standard Axle*

DCP : *Dynamic Core Penetrometer*

d : lendutan

d_1 : lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran

d_2 : lendutan antara berada pada jarak 0,4 meter dari titik pengukuran

d_3 : lendutan pada saat beban beban jarak 6 meter dari pengukuran

d_b : lendutan terkoreksi

d_r : lendutan rencana

$D_{Rencana}$: lendutan terkoreksi

$D_{sbl\ ov}$: lendutan sebelum *overlay*

$D_{stl\ ov}$: lendutan setelah *overlay*

D_{Wakil} : lendutan wakil

E : ekivalen beban sumbu kendaraan

ESAL : *Equivalent single Axle Loadings*

f : faktor penyusaian suhu

FK : faktor keseragaman

FK_{ijin} : faktor keseragaman yang diijinkan

F_O : faktor koreksi tebal lapis tambah atau *overlay*

Ft : faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35°C

$FK_{B\text{-}BB}$: faktor koreksi beban uji *Benkelmen Beam* (BB)

FK_{TBL} : faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian

Ho : tebal lapis tambah sebelum dikoreksi

H_L : tebal lapis beraspal

H_t : tebal lapis tambah setelah dikoreksi

i : angka pertumbuhan lalulintas

j : jenis kendaraan

LHR : lintas harian rata – rata lalulintas

LHRT : LHR akhir umur rencana

LHR_0 : LHR awal umur rencana

LEP : Lintas Ekivalen Permulaan

LER : Lintas Ekivalen Rencana

MP : mobil penumpang

m : jumlah masing – masing jenis kendaraan

N : faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalulintas

n : umur rencana

n_s : jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

r : angka pertumbuhan lalulintas

RDD : lendutan balik

S : deviasi standar atau simpangan baku

SDRG : sumbu dual roda ganda

STRG : sumbu tunggal roda ganda

STRT : sumbu tunggal roda tunggal

STrRG : sumbu triple roda ganda

TPRT : temperatur perkerasaan rata – rata tahunan

T_b : temperatur bawah lapis beraspal

T_b : temperatur lapis beraspal

T_b : temperatur tengah lapis beraspal

T_b : temperatur atas lapis beraspal

xi : nilai individu defleksi

x : lendutan terkoreksi dari beban uji

ABTRAK

Jalan merupakan sarana transportasi yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Banyak sekali manfaat dari jalan antara lain sebagai penunjang perekonomian masyarakat, sebagai sarana penunjang pembangunan di suatu daerah, sebagai sarana penghubung antar desa, kota, bahkan provinsi. Lapis tambah merupakan salah satu cara untuk meningkatkan umur pelayananan jalan. Dalam penelitian kali ini, peneliti akan menghitung tebal lapis tambah/*overlay* perkerasan dengan menggunakan metode lendutan balik dan metode analisa komponen. Metode lendutan balik mengunakan hasil dari uji alat *Benkelmen Beam* untuk mengetahui lendutan langsung, sedangkan analisa komponen dengan mengunakan nilai *California Bearing Rasio(CBR)* lapangan dengan mengunakan uji *Dynamic Core Penetrometer* (DCP) . Tujuan penelitian untuk mengetahui ketebalan lapis tambah/*overlay* pada ruas jalan Balong – Degolan.Material yang direncana digunakan aspal Laston MS 590.

Penelitian ini mengunakan data lapangan yang berupa data sekunder yang didapat dari konsultan perencana (CV. Multi Citra Graha) yang meliputi data LHR, survay foto lokasi, uji *Benklemen beam* dan Uji *California Bearing Rasio*. Penelitian ini menghitung ketebalan lapis tambah/*overlay* dan membandingkan hasil yang didapat dari 2 metode tersebut dengan umur rencana 10 tahun. Didapat nilai *CBR* sebesar 5,0% sedangkan nilai lendutan langsung db sebesar 1,312 mm.

Dengan LER sebesar 62,785 ESAL dan umur rencana yang sama dengan hitungan metode Analisa Komponen 1987 didapat nilai FR ; 2,0, IP0 3,9-3,5, dan IPt :1,5 dengan Nomogram 5 sebesar : 6,912 % menghasilkan nilai lapis tambah/*overlay* setebal 6 cm sedangkan dengan metode Lendutan Balik didapat nilai N : 13,58; CESA : 311208,40 ESAL; Dwakil :1,312 mm; Drencana : 1,20 mm; Ho : 3 cm; Fo : 0,92; Ht : 3 cm menghasilkan tebal lapis tambah sebesar 4 cm (tebal minimal 4 cm), perbedaan disebabkan faktor nilai kumulatif beban lalulintas (CESA).

Kata Kunci : Lapis Tambah/*Overlay,* Analisa Komponen 1987, Lendutan Balik

ABTRACT

Road is a very important means of transportation and can not be separated from human life. Lots of benefits from the road, among others, as supporting the community economy, as a means of supporting development in a region, as a means of connecting between villages, cities, even provinces. Lapis added is one way to improve the life of road service. In this research, researchers will calculate the thickness of lapis tambah / overlay pavement by using reverse method and component analysis method. The reversal method uses the results of the Benkelmen Beam test to determine direct deflection, while component analysis using the California Bearing Ratio (CBR) field value using Dynamic Core Penetrometer (DCP) test. The purpose of this research is to know the thickness of the added layer / overlay on Balong - Degolan road segment. The planned material is used asphalt laston MS 590.

This research uses field data in the form of secondary data obtained from consultant planner (CV Multi Citra Graha) which includes LHR data, location photo surveillance, benklemen beam test and California Bearing Ratio Test. This study calculated the thickness of the added layer / overlay and compared the results obtained from the 2 methods with the age of 10 years plan. CBR value obtained at 5.0% while direct db deflection value of 1.312 mm.

With a LER of 62.785 ESAL and the same plan life as the computation of the 1987 Component Analysis method the FR values are obtained; 2.0, IP0 3,9-3,5, and IPt: 1,5 with Nomogram 5 equal to: 6,912% yielding layer value added / overlay as thick as 6 cm whereas with reversing method of reversal got value N: 13,58; CESA: 311208,40 ESAL; Dwakil: 1,312 mm; Drencana: 1.20 mm; Ho: 3 cm; Fo: 0.92; Ht: 3 cm resulted in 4 cm thick thickness (minimum thickness 4 cm), difference caused by cumulative value factor of traffic load (CESA).

Keywords: Add Layer / Overlay, Component Analysis 1987, Reverse Deflection

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Jalan merupakan sarana transportasi yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Banyak sekali manfaat dari jalan antara lain sebagai penunjang perekonomian masyarakat, sebagai sarana penunjang pembangunan di suatu daerah, sebagai sarana penghubung antar desa, kota, bahkan provinsi. Dengan meningkatnya pertumbuhan kendaraan baik dari segi jumlah dan kapasitas beban yang diangkut, mengakibatkan terjadinya kerusakan pada permukaan jalan dan struktur perkerasan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan serius pada jalan adalah dengan penambahan tebal lapis tambah (*overlay*). Tujuan perencanaan tebal lapis tambah adalah mengembalikan kekuatan perkerasan sehingga mampu memberikan pelayanan yang optimal kepada masyarakat pengguna jalan (*stake holders*).

Perkerasan yang baik diharapkan dapat menjamin pergerakan manusia atau barang secara lancar, aman, cepat,murah dan nyaman. Salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) adalah pemilihan metode perencanaan. Hal ini dikarenakan Perencanaan yang tidak tepat dapat menyebabkan jalan cepat rusak (*under design*) atau menyebabkan konstruksi tidak ekonomis (*over design*). Dimana keadaan ini akan berdampak pada besarnya pembiayaan atau berkurangnya masa layan dari jalan yang direncanakan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, peneliti ingin mengetahui metode perencanaan yang tepat pada proyek peningkatan kinerja ruas jalan Balong – Degolan dengan menggunakan Metode Pd T-05-2005-B menggunakan alat *Benkelmen Beam* dan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa kebutuhan *overlay* atau lapisan tambahan berdasarkan nilai lendutan balik dengan metode Lendutan*?*
2. Berapa kebutuhan *overlay* atau lapisan tambahan dengan mengunakan metode Analisa Komponen (Bina Marga 1987) ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kebutuhan *overlay* atau lapisan tambahan berdasarkan nilai lendutan balik dengan metode Lendutan.
2. Menghitung dan membandingkan kebutuhan lapis tambahan (*overlay*) dengan metode Analisa Komponen (Bina Marga 1987) dan perkerasan lenturan dengan metode Lendutan (Pd T-05-2005-B).

1.4 BATASAN PENELITIAN

Sebelum dilakukan pembahasan dalam penelitian Tugas Akhir ini, maka penulis membuat batasan – batasan masalah sebagai berikut.Lokasi penelitian ruas jalan Balong-Degolan.

1. Data-data yang digunakan didapat dari Konsultan Perencana berupa hasil survei visual yaitu berupa data panjang, lebar, luasan, jenis kerusakan yang terjadi, data volume lalu lintas harian, dan data hasil uji alat *Benkelmen Beam*.
2. Perhitungan lapis tambahan (*overlay*) dengan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987.
3. Perhitungan lapis tambahan (*overlay*) dengan metode Lendutan (Pd T-05-2005-B).

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Sebagai referensi pengetahuan mengenai penggunaan metode Analisa Komponen (Bina Marga 1987) dalam kebutuhan lapis tambah/*overlay* perkerasaan.
2. Sebagai referensi pengetahuan mengenai penggunaan Metode Lendutan (Pd T-05-2005-B) dalam kebutuhan lapis tambah/*overlay* perkerasaan.
3. Membandingkan kebutuhan lapis tambah/*overlay* antara metode Analisa Komponen (Bina Marga 1987) dan Metode Lendutan (Pd T-05-2005-B)

1.6 LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada ruas jalan Balong – Degolan sepanjang 3,2 Km pada stasiun 0+000 – 3+200. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Tampak Atas
(Sumber : *Google Maps*, 2017)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KONSTRUKSI PERKERASAN

Hardiyatmo (2009) menjelaskan bahwa perkerasan dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut.

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang terdiri dari lapisan batuan dipadatkan yang berada di bawah permukaan aspal, kekuatan perkerasan lentur diperoleh dari ketebalan lapisan-lapisan pondasi bawah (*subbase*), pondasi (*base*) dan lapisan permukaan (*surface course*).

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang terdiri dari pelat beton yang terletak langsung di atas tanah atau di atas lapisan material *granurel*, perkerasan kaku yang terbuat dari pelat beton, oleh kekakuan dan modulus elastisnya yang tinggi, cenderung menyebarkan beban ke area yang lebih luas ketanah. Jadi, bagian terbesar dari kekuatanya struktur perkerasan diberikan oleh pelat betonnya sendiri.

Perkerasan komposit (*composit pavement*) adalah perkerasan gabungan antara perkerasan beton semen portland dan perkerasan aspal.

2.2 KINERJA PERKERASAN JALAN

Menurut Hustim (2013), kinerja perkerasan merupakan fungsi dari kemampuan relatif dari perkerasan untuk melayani lalu lintas dalam suatu periode tertentu. Untuk mengukur kinerja perkerasan jalan, maka dilakukan evaluasi nilai kondisi jalan. Secara umum kondisi jalan dikelompokkan menjadi 3 yaitu sebagai berikut.

1. Baik (*good*) yaitu kondisi perkerasan jalan yang bebas dari kerusakan atau cacat dan hanya membutuhkan pemeliharaan rutin untuk mempertahankan kondisi jalan. pemeliharaan rutin adalah salah satu jenis pemeliharaan yang direncanakan secara berkelanjutan (terus menerus sepanjang tahun) yang dilaksanakan untuk menjaga atau menjamin agar kondisi jalan senantiasa ada

dalam keadaan baik, dan mempunyai kinerja seperti diharapkan, serta dapat mencapai umur rencana. Jenis pemeliharaan ini diberikan hanya pada lapis permukaan yang sifatnya untuk meningkatkan kualitas berkendara dan tanpa meningkatkan kekuatan struktural.

2. Sedang (*fair*) yaitu kondisi perkerasan jalan yang memiliki kerusakan cukup signifikan dan membutuhkan pemeliharaan berkala. Pemeliharaan berkala adalah salah satu jenis program pemeliharaan yang dilaksanakan secara berkala pada waktu-waktu tertentu (tidak menerus sepanjang tahun), terutama untuk jalan yang sudah mengalami penurunan kinerja sampai tahap tertentu. Dengan pemeliharaan ini, kinerja jalan akan dikembalikan mendekati kondisi atau kinerja awal pada saat dibangun. Bentuk pemeliharaan ini, yaitu pelapisan ulang (*overlay*) dan pelaburan (surface treatment). Jenis pemeliharaan ini bersifat meningkatkan kekuatan struktural.
3. Buruk (*poor*) yaitu kondisi perkerasan jalan yang memiliki kerusakan yang sudah meluas dan membutuhkan program peningkatan. program peningkatan adalah program yang dilaksanakan untuk mengembalikan kinerja jalan seperti kondisi awal pada saat dibangun. Bentuk program peningkatan adalah rehabilitasi, pembangunan kembali (rekonstruksi) struktural, multi layer *overlay*, dan pelebaran jalan. Umur rencana dari program peningkatan adalah 8-10 tahun. Jenis pemeliharaan ini bersifat meningkatkan kekuatan struktural dan atau geometrik dari perkerasan jalan tersebut.

2.3 PERBEDAAN DENGAN PENELITIAN TERDAHULU

Khairunnisa (2012) pada penelitian yang berjudul ”Evaluasi tingkat kerusakan perkerasan lentur berdasarkan nilai *PCI* dan nilai *PSI* pada ruas jalan basin Mipitan di kabupaten klaten”menyimpulkan nilai *PCI* 40,87 dengan reting *fair* dan jenis kerusakan yang ditinjau dari total density masing-masing kerusakan adalah *Aligator Cracking* sebesar 7,9% dan *Block Craking* sebesar 7,92%. Nilai terendah dari *PSI* yaitu 1,41 dengan reting *POOR* dan 60% kondisi *POOR* sehingga kondisi perkerasaan jalan sekarang 0%

Sabdiyono dan WIyasa (2003) pada penelitian yang berjudul"Peninjauan dan perencanaan kembali struktur perkerasan lentur dengan Bina Marga dan mengunakan metode lendutan balik Bina Marga/MN/B/1983"menyimpulkan jalan Sentolo ternyata tidak mampu mendukung beban hingga tahun 2012, olekh karena itu diperlukan penambahan lapis tambah berupa laston setebal 10 cm.

Tri dan Setiadi (2001) pada penelitian yang berjudul"Analisis Tebal Perkerasan Jalan Yogyakarta-Prambanan Hingga Tahun 2010 Paska Peningkatan Pada Tahun 2001"menyimpulkan bahwa tebal struktur perkerasan pada *surface course* dengan metode AASHTO 1986 lebih tebal 2 cm dari metode Bina Marga.

Winarsih (2012) pada penelitian yang berjudul "Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur dan Perancangan Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Komponen dan AASHTO 2002" menyimpulkan bahwa dengan umur rencana 10 tahun, *overlay* Bina Marga 4 cm sedangkan AASHTO 2002 tidak membutuhkan *overlay*.

Bimoaji Triandy (2014) pada penelitian yang berjudul"Evaluasi kondisi perkerasan lentur berdasarkan nilai PSI dan nilai lendutan balik pada jalan wates"menyimpulkan bahwa PSI kondisi Jalan Wates-Yogyakarta menunjukan nilai 1,6287 *ratin poor*. Jalan Yogyakarta-Wates menunjukan nilai 1,5303 menunjukan rating poor. Dengan analisa komponen bina marga dengan nilai lendutan balik menunjukan bahwa tebal permukaan tersebut tidak sejalan.

Perbedaan dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sebelumnya	Peneliti	Lokasi	Metode
1	Evaluasi kondisi perkerasan lentur berdasarkan nilai PSI dan nilai lendutan balik pada jalan wates	PSI kondisi jalan Wates-Yogyakarta menunjukan *rating* 45% sedang, 45% baik, 10% sangat baik. Jalan Yogyakarta-Wates menunjukan *rating* 55% baik, dan 45% sangat baik.	Bimoaji Triandy (2014)	Jalan Wates Pada Sta. 10+000 sampai dengan 11+500	PSI dan Nilai Lendutan balik,.
2	Perbandingan Metode Bina Marga dan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dalam Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan	Jenis kerusakan yang didapat ditemukan pada ruas jalan kaliurang antara lain pelepasan butir, kegemukan, lubang retak buaya alur, amblas, serta deformasi plastis.	Bolla (2012	Ruas Jalan Kaliurang Kota Malang	Metode Bina Marga dan Metode *Pavement Condition Index* (PCI)
3	Evaluasi nilai Struktul dan idenfikasi kinerja perkerasan dengan mengunakan alat *Benkelmen Beam* untuk perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*)	Nilai PCI 40,87 dengan reting *fair* dan jenis kerusakan yang ditinjau dari total density masing-masing kerusakan adalah *Aligator Cracking* sebesar 7,9% dan *Block Craking* sebesar 7,92%	Khairunnisa (2012)	Jalan Ring Road Yogyakarta	*Present Serviceability Index* (PSI)
4	Analisis Tebal Perkerasan Jalan Yogyakarta-Prambanan Hingga Tahun 2010 Paska Peningkatan Pada Tahun 2001	Tebal struktur perkerasan pada *surface course* dengan metode AASHTO 1986 lebih tebal 2 cm dari metode Bina Marga	Tri dan Setiadi (2001)	Jalan Yogyakarta-Prambanan	Bina Marga dan AASHTO 1986
5	Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur dan Perancangan Tebal Perkerasan	Dengan umur rencana 10 tahun, *overlay* Bina Marga 4 cm sedangkan AASHTO 2002 tidak mem-butuhkan *overlay*.	Winarsih (2012	Jalan Kaliurang sta 9+000 sampai 12+000	Analisa Komponen dan AASHTO 2002
6	Analisa lapis tambah/*overlay* dengan metode lendutan dan analisa komponen	Untuk mengetahui tebal lapis tambah/*overlay* yang dibutuhkan dengan umur recana 10 tahun	Agus (2017)	jalan balong-degolan	Analisa Komponen dan Metode Lendutan

(Sumber : Penelitian Bimoaji,Bolla,Khairunnisa,Tri dan Setiadi,Winarsih dan Penulis)

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 KLASIFIKASI JALAN

Menurut peraturan pemerintah republik indonesia No. 22 tahun 2009, jalan adalah prasarana transportasi yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air. Berdasarkan pasal 19 ayat 2 undang-undang No 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, Kelas jalan dibedakan menjadi:

Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton;

Jalan kelas II yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinnggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;

Jalan kelas III yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinnggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan

Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus)milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi

4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

3.2 UMUR RENCANA JALAN

Berdasarkan Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987), dijelaskan bahwa umur rencana adalah jumlah waktu dan tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka samapai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapis permukaan yang baru. Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural.

Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non struktural yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai.(Sukirman, 1999)

3.3 BEBAN LALU LINTAS

Kontruksi pekerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarannya tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu,bidang kontrak antara roda perkerasan. Dengan demikian pengaruh dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidak sama maka perlu adanya beban standar sehingga semua beban dapat diekivalensikan ke beban standar (bina marga 1987).

Suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb).

3.4 PERKERASAN JALAN

Perkerasan jalan adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalulintas diatasnya ke tanahdasar secara aman. Perkerasan jalan ini berfungsi memberikan pelayanan yang maksimal kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanan diharapkan tidak terjadi kerusakan berarti. Jenis perkerasan biasanya dikelompokkan berdasarkan jenis lapisan permukaannya atau bahan pengikatnya. Selain perbedaan bahan pembentuknya, perbedaan utama adalah pendistribusian beban yang diterima oleh lapisan bawahnya. Agar perkerasan jalan sesuai dengan mutuyang diharapkan/rencana, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan tersebut sangat diperlukan. (Romadhona, 2013).

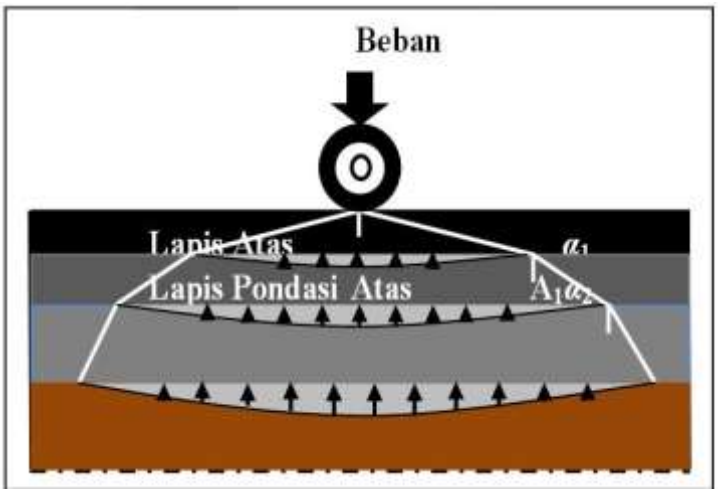
Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponenya Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibagi menjadi 3 seperti berikut ini.

1. *Flexibel pavement*, yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas.
2. *Rigid Pavement,* yaitu perkerasan yang menggunakan semen *(Portland Cement)* sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atastanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintaas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. *Composit Pavement*, yaitu perkerasan kaku yang di kombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku.

3.5 KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR (*Flexibel Pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atastanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannnya ke lapisan di bawahnya. (Sukirman, 1999).

Sesuai dengan namanya, perkerasan ini kikan diberikan suau beban maka perkerasan akan melentur. Karena sifat penyebaran gaya muatan yang di terima pada setiap lapisan itu berbeda dan semakin ke bawah akan semakin kecil. Lapisan permukaan harus bisa menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertical dan getaran, sedangkan tanah dasar hanya menerima gaya vertical saja seperti yang di tunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Distribusi Beban pada Perkerasan Lentur
Sumber : Romadhona (2013)

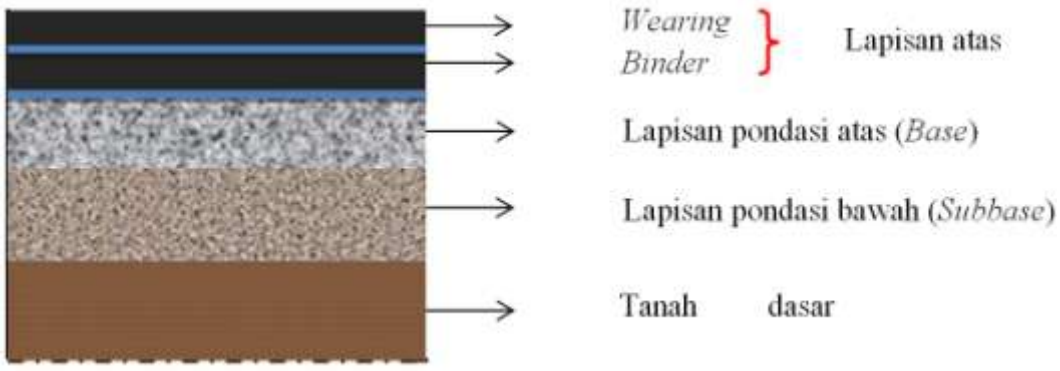
Berdasarkan gambar diatas, beban P dilimpahkan ke semua lapisan perkerasan jalan, kemudian beban tersebut akan diteruskan ke lapis pondasi atas, pondasi bawah, dan tanah dasar. Semakin kecil ke bawah lapisan beban P akan semakin kecil karena pengaruh tebal lapisan, mutu material yang kompak($\alpha 1 > \alpha 2 > \alpha 3$), serta luas bidang kontak yang semakin ke bawah semakin luas (A1<A2< A3).

Bisa di artikan bahwa sudut penyebaran tanah sangat dipengaruhi oleh kualitas masing –masing bahan, makin baik kualitas bahan yang dipergunakan dalam lapisan perkerasan maka sudut penyebaran akan semakin luas dan sebaliknya jika kualitas bahanya makin rendah maka sudut penyebaranya akan semakin kecil. Dalam beberapa masalah kerusakan yang paling sering terjadiadalah di lapisan perkerasan paling atas sering terjadi *cracking* atau

bledding diakibatkan karena kualitas aspal yang jelek dan tidak dapat melayani kebutuhan jalan. Kendaraan yang semakin lama semakin banyak akan membuat peningkatan kinerja aspal itu sendiri, artinya jalan (aspal) akan menerima beban lebih lama oleh karena itu aspal harus ditingkatkan sifat-sifat propertisnya (modifikasi).

3.6 JENIS LAPISAN PADA PERKERASAN LENTUR

Struktur perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapis material yang diletakkan pada tanah dasar. Komponen material tersebut akan memberikan sokongan penting dari kapasitas struktur perkerasan (Hardiyatmo, 2011). Agar suatu perkerasan dapat mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai tetapi tetap ekonomis maka perkerasan jalan dibuat berlapis lapis. Lapisan perkerasan biasanya menggunakan bahan dan persyaratan yang berbeda tergantung dengan fungsinya. Adapun tiap-tiap lapisan tersebut dapat digambarkan pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Lapisan-lapisan pada Perkerasan lentur
(Sumber : Hardiyantmo)

Lapisan pada perkerasan lentur adalah susunan antara lapisan dari lapis permukaan hingga lapisan paling bawah yaitu lapisan tanah dasar yang mampu menahan beban. Adapun fungsi dari tiap lapisan adalah sebagai berikut.

1. Lapis Aus *(Wearing Course)*

Lapis aus merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di atas lapis antara *(binder course)*. Fungsi lapis aus adalah: mengamankan perkerasan dari pengaruh air memberikan permukaan yang halus menyediakan permukaan yang kesat

2. Lapis Antara (*Binder Course*)

   Lapisan permukaan yang terletak diantara (*wearing course*) dan (*base course*). Fungsinya yaitu : mengurangi tegangan menahan beban paling tinggiakibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.

3. Lapisan pondasi atas (*Base Course*)

   Lapisan pondasi atas adalah lapisan yang terletak diantara lapisan permukaan dengan lapisan pondasi bawah. Fungsinya yaitu: Sebagai lapisan pendukung bagi lapisan permukaan

Bagian dari susunan perkerasan yang menahan beban roda dan menyebarkanya kembali ke lapisan dibawahnya. Sebagai peresapan untuk pondasi bawah. Memberikan bantalan terhadap lapisan permukaan (pemikul beban vertical dan horizontal)

1. Lapisan pondasi bawah *(subbase)*

   Lapisan ini terletak diantara lapisan pondasi atas dengan tanah dasar. Fungsinya yaitu: Bagian dari perkerasan yang menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar masuk ke lapisan diatasnya. Sebagai lapisan peresapan agar air tidak menggenang di lapisan pondasi maupun di tanah dasar. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancer.

2. Lapis Perekat (*Prime Coat / Tack Coat*)

   Prime coat adalah laburan aspal pada permukaan yang belum beraspal berfungsi untuk memberi ikatan antara permukaan tersebut dengan lapisan perkerasan diatasnya, sedangkan tackcoat adalah laburan aspal pada permukaan yang sudah beraspal, berfungsi untuk memberi ikatan antara permukaan tersebut dengan lapisan perkerasan diatasnya.

3. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau tanah asli, permukaan tanah galian maupun timbunan yang di padatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan di usahakan kadar air tersebut onstan selama umur rencana. Hal ini dapat dicapai dengan perlengkapan dan system drainase yang memenuhi syarat (Sukirman, 1999). Beban roda yang disebarkan dari beberapa lapisan tadi akan berakhir di tanah dasar, kuat tidaknya suatu perkerasan tergantun pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

3.7 LALU LINTAS

3.7.1 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 3. 1 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	**Jumlah Lajur(n)**
L < 5,50 m	1 Lajur
5,50 m ≤ L < 8,25 m	2 Lajur
8,25 m ≤ L < 11,25 m	3 Lajur
11,25 m ≤ L < 15,00 m	4 Lajur
15,00 m ≤ L < 18,75 m	5 Lajur
18,75 m ≤ L < 22,00 m	6 Lajur

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 3. 2 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
Lajur	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1	1	1	1
2 lajur	0,6	0,5	0,7	0,5
3 lajur	0,4	0,4	0,5	0,475
4 lajur	-	0,3	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,2	-	0,4

*) berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

**) berat total > 5 ton, misalnya, bus, truk, traktor, semi trailler, trailler.

3.7.2 Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Angka Ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar di bawah ini :

Tabel 3. 3 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,005
5000	11023	0,141	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1	0,086
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,194
11000	24251	3,3022	0,284
12000	26455	4,677	0,4022
13000	28660	6,4419	0,554
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,982
16000	35276	14,7815	1,2712

Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Rumus-rumus Lintas Ekivalen

1. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

   setiap jenis kendaraan di tentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.

2. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

   dihitung dengan rumus Persamaan 3.1sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^{n} LHRj \; x \; Cj \; x \; Ej \tag{3.1}$$

   Catatan : j = jenis kendaraan.

3. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

   dihitung dengan rumus Persamaan 3.2 sebagai berikut:

$$LEA = \sum_{j=1}^{n} \sum LHRj(1 + i)URx \; Cj \; x \; Ej \tag{3.2}$$

   Catatan: i = perkembangan lalu lintas

   j = jenis kendaraan.

4. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

   dihitung dengan rumus Persamaan 3.3 sebagai berikut:

$$\text{LET} = ½ \text{ x } (\text{LEP} + \text{LEA}) \tag{3.3}$$

5. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

   dihitung dengan rumus Persamaan 3.4 sebagai berikut:

$$\text{LER} = \text{LET x FP} \tag{3.4}$$

6. Faktor penyesuaian (FP) tersebut

   di atas ditentukan dengan Rumus Persamaan 3.5 sebagai berikut:

$$\text{FP} = \text{UR}/10. \tag{3.5}$$

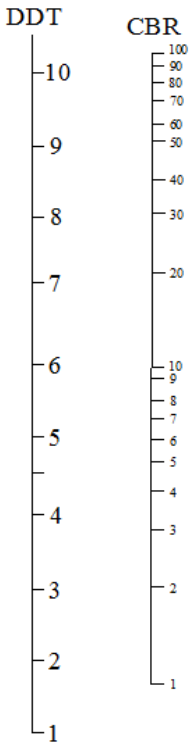
3.8 PETUNJUK TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN 1987

3.8.1 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) Dan *California Bearing Rasio* (*CBR*)

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi (Gambar 3.3).Yang dimaksud dengan harga *CBR* disini adalah harga *CBR* lapangan atau *CBR* laboratorium. Jika digunakan *CBR* lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (*undisturb*), kemudian direndam dan diperiksa harga *CBR*-nya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan (musim hujan/direndam). *CBR* lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*). Jika dilakukan menurut Pengujian Kepadatan Ringan (SKBI 3.3. 30.1987/UDC 624.131.43 (02) atau Pengujian Kepadatan Berat (SKBI 3.3. 30.1987/UDC 624.131.53 (02) sesuai dengan kebutuhan. *CBR* laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru.

Sementara ini dianjurkan untuk mendasarkan daya dukung tanah dasar hanya kepada pengukuran nilai *CBR*. Cara-cara lain hanya digunakan bila telah disertai data-data yang dapat dipertanggungjawabkan. Cara-cara lain tersebut dapat berupa : *Group Index*, *Plate Bearing Test* atau *R-value*. Harga yang mewakili dari sejumlah harga *CBR* yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut:

1. Tentukan harga *CBR* terendah.
2. Tentukan berapa banyak harga dari masing-masing nilai *CBR* yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai *CBR*.
3. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%.
4. Dibuat grafik hubungan antara harga *CBR* dan persentase jumlah tadi.
5. Nilai *CBR* yang mewakili adalah yang didapat dari angka persentase 90% .



Gambar 3.3 KORELASI DDT DAN *CBR*

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen)

Catatan: Hubungan nilai *CBR* dengan garis mendatar kesebelah kiri diperoleh nilai DDT.

3.8.2 Faktor Regional (FR)

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan ”Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya” edisi terakhir, maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I		Kelandaian II		Kelandaian III	
	(< 6 %)		(6 – 10 %)		(> 10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen)

Catatan: Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa- rawa FR ditambah dengan 1,0.

3.8.3 Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini:

IP =1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu Iintas kendaraan.

IP = 1,5: adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin

(jalan tidak terputus).

IP = 2,0: adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap

IP = 2,5: adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut daftar di bawah ini:

Tabel 3. 5 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas	Klasifikasi Jalan			
Ekivalen Rencana *)	lokal	kolektor	arteri	tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.

Catatan: Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT / jalan murah atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan / kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut daftar VI di bawah ini:

Tabel 3. 6 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	IPo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	≤ 2,4	
JALAN KERIKIL	≤ 2,4	

*) Alat pengukur roughness yang dipakai adalah *roughometer NAASRA*, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 *station wagon*, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km per jam. Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal

dipindahkan pada alat *roughometer* melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan, yang selanjutnya dipindahkan kepada counter melalui ”*flexible drive*”. Setiap putaran counter adalah sama dengan 15,2 mm gerakan vertikal antara sumbu belakang dan body kendaraan. Alat pengukur roughness type lain dapat digunakan dengan mengkalibrasikan hasil yang diperoleh terhadap *roughometer NAASRA*.

3.8.4 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau *CBR* (untuk bahan lapis pondasi bawah). Jika alat *Marshall Test* tidak tersedia, maka kekuatan (stabilitas) bahan beraspal bisa diukur dengan cara lain seperti *Hveem Test, Hubbard Field*, dan *Smith Triaxial*.

Tabel 3. 7 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	*CBR* (%)	
0,4			744			
0,35			590			Laston
0,35			454			
0,3			340			
0,35			744			
0,31			590			Lasbutag
0,28			454			
0,26			340			
0,3			340			HRA
0,26			340			Aspal macadam
0,25			-			Lapen (mekanis)
0,2			-			Lapen (manual)
	0,28		590			
	0,26		454			Laston Atas

Lanjutan Tabel 3. 7 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	*CBR* (%)	
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15			22		
						Stab. Tanah dengan
	0,13			18		semen
	0,15			22		
						Stab. Tanah dengan
	0,13			18		kapur
						Batu pecah (kelas
	0,14				100	A)
						Batu pecah (kelas
	0,13				80	B)
						Batu pecah (kelas
	0,12				60	C)
						Sirtu/pitrun (kelas
		0,13			70	A)
						Sirtu/pitrun (kelas
		0,12			50	B)
						Sirtu/pitrun (kelas
		0,11			30	C)
						Tanah/lempung
		0,1			20	kepasiran

Catatan: Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7. Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

3.8.5 Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Tabel 3. 8 Lapis Permukaan:

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

Tabel 3. 9 Lapis Pondasi:

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
7,50 – 9,99	10	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 – 12,14	15	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas

Tabel 3. 10 Lapis Pondasi Bawah:

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm

3.8.6 Pelapisan Tambahan

Untuk perhitungan pelapisan tambahan (*overlay*), kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) dinilai sesuai daftar di bawah ini:

Tabel 3. 11 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

1	Lapis Permukaan :	
	Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda	90 – 100%
	Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda namun masih tetap stabil .	70 – 90%
	Retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 – 70%

Lanjutan Tabel 3. 11 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

		Retak banyak, demikian juga deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 – 50%
2	Lapis Pondasi:		
	a.	Pondasi Aspal Beton atau Penetrasi Macadam Umumnya tidak retak	90 – 100%
		Terlihat retak halus, namun masih tetap stabil	70 – 90%
		Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 – 70%
		Retak banyak, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 – 50%
	b.	Stabilisasi Tanah dengan Semen atau Kapur :	
		Indek Plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 10	70 – 100%
	c.	Pondasi Macadam atau Batu Pecah :	
		Indek Plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 6	80 – 100%
3	Lapis Pondasi Bawah :		
		Indek plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 6	90 – 100%
		Indek plastisitas (Plasticity Index = PI) > 6	70 – 90%

3.8.7 Konstruksi Bertahap

Konstruksi bertahap digunakan pada keadaan tertentu, antara lain: Keterbatasan biaya untuk pembuatan tebal perkerasan sesuai, rencana (misalnya: 20 tahun). Perkerasan dapat direncanakan dalam dua tahap, misalnya tahap pertama untuk 5 tahun, dan tahap berikutnya untuk 15 tahun. Kesulitan dalam memperkirakan perkembangan lalu lintas untuk (misalnya: 20 sampai 25 tahun). Dengan adanya pentahapan, perkiraan lalu lintas diharapkan tidak jauh meleset. Kerusakan setempat (*weak spots*) selama tahap pertama dapat diperbaiki dan direncanakan kembali sesuai data lalu lintas yang ada.

3.9 BENKELMAN BEAM (BB)

Benkelman Beam merupakan alat yang digunakan untuk mengukur lendutan balik, lendutan langsung dan titik belok perkerasan yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan (Bina Marga, 2005). Penggunaan alat ini

sangat efektif untuk menentukan kekuatan struktur tanpa menyebabkan kerusakan pada permukaan jalan. dari hasil pengujian akan diperoleh nilai lendutan balik maksimum, lendutan balik titik belok dan cekung lendutan (SNI 2416 2011).

Lendutan maksimum adalah besarnya lendutan balik pada kedudukan di titik kontak batang *Benkelman Beam* setelah beban berpindah sejauh 6 meter, Lendutan balik titik belok adalah besarnya lendutan balik pada kedudukan dititik kontak batang benkelman beam setelah beban berpindah 0,4 meter, dan cekung lendutan adalah kurva yang menggambarkan bentuk lendutan dari suatu segmen jalan (SNI 2416 2011).

Data-data tersebut di ataskemudian dapat dijadikan sebagai data perencanaan desain tebal lapis tambah (*overlay*).



Gambar 3.4 Alat *Benkelman Beam*

(Sumber: SNI Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat *Benkelman Beam)*

3.10 PEDOMAN TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE LENDUTAN (PD T-05-2005-B)

3.10.1 Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Angka Ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus Persamaan 3.6 atau Tabel 3.12 di bawah ini:

$$\text{Angka Ekivalen STRT} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5{,}4}\right]^4 \quad (3.6)$$

$$\text{Angka Ekivalen STRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{8{,}16}\right]^4 \quad (3.7)$$

$$\text{Angka Ekivalen SDRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13{,}76}\right]^4 \quad (3.8)$$

$$\text{Angka Ekivalen STrRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18{,}45}\right]^4 \quad (3.9)$$

Tabel 3. 12 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

Beban sumbu (ton)	Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00364	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01845	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05831	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14236	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29519	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54688	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,93296	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,49442	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,27773	0,27895	0,08630
11	17,21852	3,33483	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,72310	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,50543	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,75013	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,53101	1,41218	0,43690
16	77,07347	14,92734	1,82813	0,56558
17	98,22469	19,02383	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,91071	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,68361	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,44369	4,46320	1,38081

(Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan)

3.10.2 Faktor Umur Rencana Dan Perkembangan Pertumbuhan Lalulintas (N)

Faktor pertumbuhan lalulintas diambil dari peraturan Manual Desain Perkerasan tahun 2013 pada Tabel 3.13 berikut;

Tabel 3. 13 Faktor pertumbuhan lalu lintas

	2011-2020	>2021 -2030
Arteri dan perkotaan (%)	5	4
Kolektor rural (%)	3,5	2,5
Jalan desa (%)	1	1

(Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan)

Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut rumus Persamaan 3.10 atau Tabel 3.14 sebagai berikut;

$$N = \frac{1}{2}[1 + (1 + r)^n + 2(1 + r)\frac{(1+r)^{n-1}-1}{r} \quad (3.10)$$

Tabel 3. 14 Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

r (tahun)	2	4	5	6	8	10
1	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,1	2,12	2,16	2,21
3	3,08	3,17	3,23	3,28	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5	5,26	5,52	5,66	5,81	6,1	6,41
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,1
7	7,57	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,67	9,4	9,79	10,19	11,06	12,01
9	9,85	10,79	11,3	11,84	12,99	14,26
10	11,06	12,25	12,89	13,58	15,07	16,73
11	12,29	13,76	14,56	15,42	17,31	19,46
12	13,55	15,33	16,32	17,38	19,74	22,45
13	14,83	16,96	18,16	19,45	22,36	25,75
14	16,13	18,66	20,09	21,65	25,18	29,37
15	17,47	20,42	22,12	23,97	28,24	33,36
20	24,54	30,37	33,89	37,89	47,59	60,14
25	32,35	42,48	48,92	56,51	76,03	103,26
30	40,97	57,21	68,1	81,43	117,81	172,72

3.10.3 Akumulasi Ekivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selam umur rencana ditentukan dengan Persamaan 3.11 berikut;

$$\text{CESA} = \sum_{\text{traktor=traller}}^{\text{MP}} \text{m x 365 x Ex C xN} \quad (3.11)$$

Dengan pengertian :

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar

M = jumlah masing – masing jenis kendaraan

365 = jumlah hari dalam satu tahun

E = ekivalen beban sumbu

C = koefisien ditribusi kendaraan

N = faktor hubungan umur rencana dan perkembangan pertumbuhan lalu lintas

3.10.4 Lendutan dengan alat *Benkelmen Beam*

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 8.16 ton). Besarnya lendutan balik dapat dihitung dengan Persamaan 3.12 berikut;

$$d_b = 2x(d_3 - d_1)xFtxCaxFK_{B-BB} \quad (3.12)$$

Dengan pengertian ;

d_b = lendutan balik

d_1 = lendutan pada saat beban tepat titik pengukuran

d_3 = lendutan pada saat beban tepat jarak 6 meter dari titik pengukuran

F_t = faktor penyesuaian terhadap temperatur standar 35°C

T_L = temperatur lapis aspal hasil pengukuran langsung lapangan

$$TL = \frac{1}{3}(Tp + Tt + Tb) \quad (3.13)$$

T_p = temperatur permukaan lapis beraspal

T_t = temperatur tengah lapis beraspal

T_b = temperatur bawah lapis beraspal

C_a = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

= 1,2 (musim kemarau); 0,9 (musim hujan)

$FK_{B\text{-}BB}$ = faktor koreksi beban uji *Benkelmen Beam* (BB)

$$FK_{B-BB} = 77{,}343 \text{ x } (\text{Beban uji})^{(-2{,}0715)} \quad (3.14)$$

3.10.5 Keseragaman Lendutan (FK)

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 lendutan dapat dihitung dengan Persamaan 3.15 berikut;

$$FK = \frac{s}{dr} \text{ x } 100\% < FK \text{ ijin} \quad (3.15)$$

dengan pengertian

FK = faktor kesegaraman

FK_{ijin} = faktor kesegaraman yang diijinkan

= 0% – 10%; keseragaman sangat baik

= 11% – 20%; keseragaman baik

= 21% – 30%; keseragaman cukup baik

d_R = lendutan rata – rata pada suatu jalan

$$= \frac{\sum_1^{n_s} d}{\frac{1}{n_s}} \quad (3.16)$$

s = Deviasi standar = Simpang baku

$$S = \sqrt{\frac{n_s(\sum_1^{n_s} d^2) - (\sum_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s - 1)}} \quad (3.17)$$

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

ns = jumlah titik pemerikaan pada suatu seksi

3.10.6 Lendutan Wakil (D_{wakil})

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu sub ruas/seksi jalan, digunakan sesuai dengan fungsi/kelas jalan dengan Persamaan 3.18 berikut;

$$D_{wakil} = d_R + 2s; \text{ untuk jalan arteri/tol (tingkat kepercayaan 98\%)} \quad (3.18)$$

$$D_{wakil} = d_R + 1{,}64s; \text{ untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95\%)} \quad (3.19)$$

$$D_{wakil} = d_R + 1{,}28s; \text{ untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 98\%)} \quad (3.20)$$

3.10.7 Lendutan Rencana ($D_{rencana}$)

Untuk menentukan besaranya lendutan yang direnanakan dengan mengunakan rumus Persamaan 3.21 (untul Benkelmen Beam) berikut;

$$D_{rencana} = 22{,}208 + CESA^{(-0{,}2307)} \quad (3.21)$$

3.10.8 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*overlay* (Ho)

Untuk menentukan besaranya tebal lapis tambah (Ho) yang direnanakan dengan mengunakan rumus Persamaan 3.22 berikut;

$$H_o = \frac{[\ln(1{,}0364) + \ln D_{sbl\ ov} - \ln D_{stl\ ov}]}{0{,}0597} \quad (3.22)$$

Dengan pengertian;

Ho = Tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperatur rata – rat tahun daerah tertentu

$D_{sbl\ ov}$ = lendutan sebelum lapis tambah/$D_{wakil,}$ dalam satuan milimeter

$D_{stl\ ov}$ = lendutan setelah lapis tambah/$D_{rencana,}$ dalam satuan milimeter

3.10.9 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*overlay* Terkoreksi (Ht)

Tebal lapis tambah/*overlay* terkoreksi (Ht) dengan mengkalikan tebal lapis tambah (Ho) dengan faktor *overlay* (Fo).dengan Persamaan 3.23 berikut

$$Ht = Ho \times Fo \quad (3.23)$$

dengan pengertian ;

Ht = tebal lapis tambah/*overlay* terkoreksi satuan milimeter

Ho = Tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperatur rata – rat tahun daerah tertentu

Fo = faktor koreksi tebal lapisan tambah/*overlay* rumus persamaan 3.24

$$\text{Fo} = 0{,}5032 \text{ x } \text{EXP}^{(0{,}0194 \text{ x TPRT})} \quad (3.24)$$

Tabel 3. 15 Temperatur perkerasan rata-rata (TRRT)

Propinsi DI Yogyakarta		
1	Keb.Hortikultura Ngipiksari	31,1°C
2	Lanuma Adi Sucipto	35,5°C
3	Univ.Pert.Ilmu tanah UGM	35,5°C
4	Wonocatur UPN Veteran	36,1°C
5	Gn.Kidul Playen	36,9°C

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 UMUM

Metodologi penelitian bermakna kegiatan yang komprehensif yaitu perpaduan jenis penelitian, sampling, pengumpulan dan analisis data, serta penulisan ilmiah (Budiharso, 2009). Oleh karena itu metodologi penelitian memuat jenis penelitian yang digunakan, cara pengambilan sampel (sampling), cara mengumpulkan data, dan cara analisis data.

4.2 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian berhubungan dengan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Berdasarkan sudut pandang tujuan, jenis penelitian dibedakan menjadi penelitian deskriptif dan penelitian eksperimen.

Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang memberikan gambaran atau uraian atas suatu keadaan sejelas – jelasnya tanpa ada perlakuan terhadap objek yang diteliti. Penelitian deskriptif biasanya menggunakan metode survei untuk pengumpulan data. Ciri – ciri metode survei yaitu infomasi diperoleh dari sekumpulan orang atau alat tertentu dan informasi yang diperoleh berupa sampel. Penelitian deskriptif mempunyai ciri – ciri yaitu berhubungan dengan keadaan yang terjadi saat itu, menguraikan satu variabel (jika ada beberapa variabel maka diuraikan satu persatu), variabel yang diteliti tidak dimanipulasi atau tidak ada perlakuan (*treatment*) terhadap variabel. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang mempelajari hubungan (baik hubungan korelasi ataupun kasualitas) pada dua atau lebih variabel dengan ada atau tidak adanya perlakuan terhadap variabel. Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan merupakan jenis penelitian deskriptif karena penelitian ini menggunakan metode survei untuk pengumpulan data.

4.3 CARA PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dapat dilakukan melalui beberapa ketentuan yang disusun secara sistematika. Untuk mengumpulkan data sampel penelitian dilakukan dengan metode tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. Untuk data penelitian ini memakai data primer dan data sekunder.

Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber data yaitu dengan cara observasi atau pengamatan langsung di lokasi penelitian. Dalam penelitian ini data primer adalah geometri simpang, kondisi lingkungansimpang, dan kondisi lalu lintas. Kondisi lingkungan meliputi tipe lingkungan jalan dan kelas hambatan samping. Kondisi lalu lintas dalam penelitian ini merupakan gerakan dan arus lalu lintas.

Data Sekunder adalah data yang tidak diperoleh langsung dari sumber data. Data sekunder diperoleh dari instansi – instansi terkait yang berhubungan dengan pengamatan yang dilakukan. Berfungsi sebagai pendukung dari data primer. Dalam penelitian ini data sekunder adalah jumlah kendaraan bermotor dan jumlah penduduk.

4.3.1 Data Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dan disatukan oleh studi-studi sebelumnya atau yang diterbitkan oleh instansi terkait. Data tersebut adalah:

1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

   Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) didapat dari Konsultan perencana CV.MULTI CITRA GRAHA .
2. Data Lendutan dengan *Benkelman Beam* (BB)

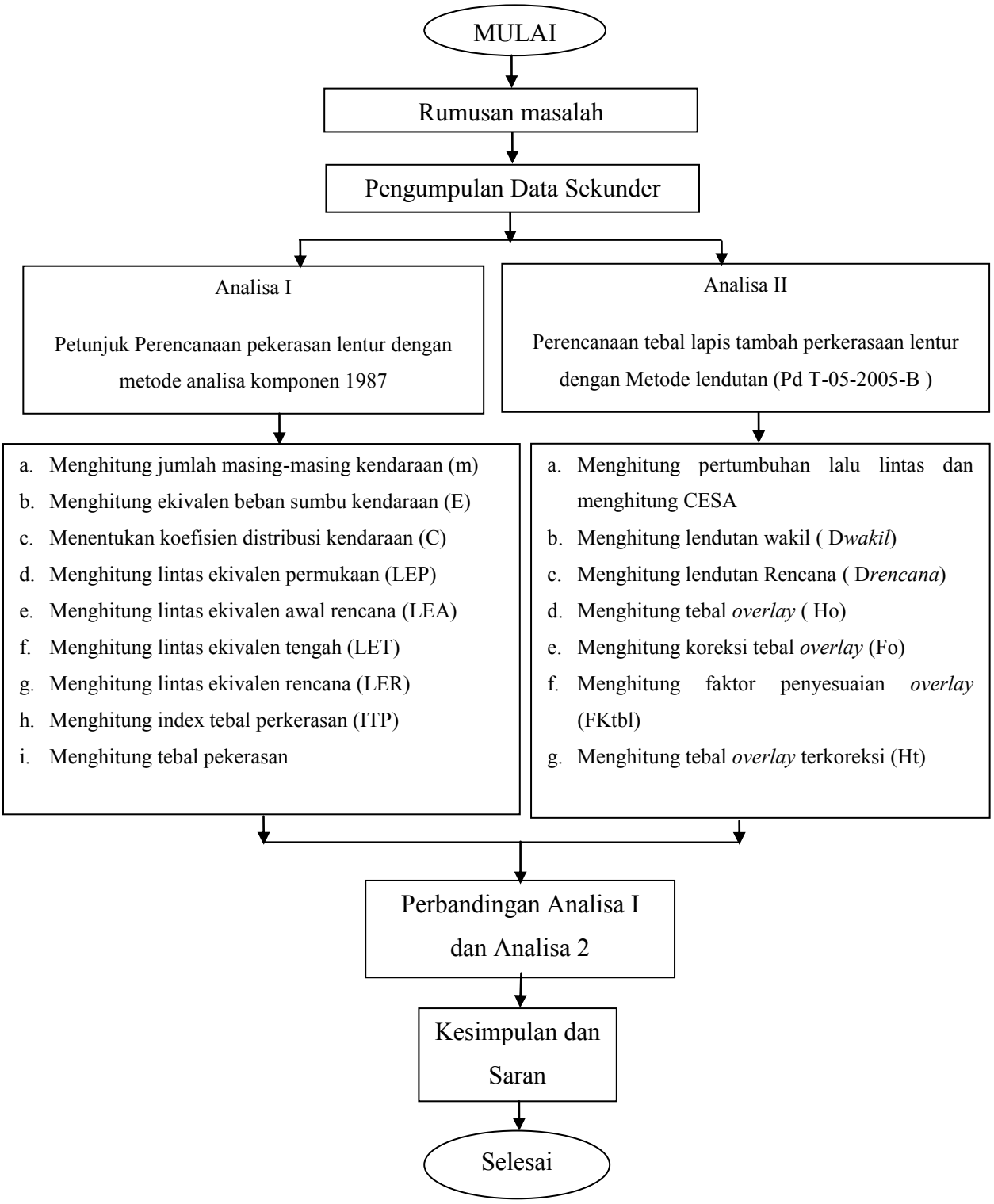
   Data hasil pengujian lendutan dengan *Benkelman Beam* (BB) diperoleh Dari Konsultan perencana CV.MULTI CITRA GRAHA.
3. Data Tebal Lapis Perkerasan Beraspal *eksisting*

   Data tebal lapis perkerasan beraspal diperoleh dari Konsultan perencana CV.MULTI CITRA GRAHA .

4.3.2 Prosedur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perumusan permasalahan
2. Menggumpulkan data sekunder
3. Perencanaan perkerasaan lentur dengan metode analisa komponen 1987
   a. Menghitung jumlah masing-masing kendaraan (m)
   b. Menghitung ekivalen beban sumbu kendaraan (E)
   c. Menentukan koefisien distribusi kendaraan (C)
   d. Menghitung lintas ekivalen permukaan (LEP)
   e. Menghitung lintas ekivalen awal rencana (LEA)
   f. Menghitung lintas ekivalen tengah (LET)
   g. Menghitung lintas ekivalen rencana (LER)
   h. Menghitung index tebal perkerasan (ITP)
   i. Menghitung tebal pekerasan
4. Perencanaan tebal lapis tambah perkerasaan lentur dengan Metode lendutan (Pd T-05-2005-B)
   a. Menghitung pertumbuhan lalu lintas dan menghitung CESA
   b. Menghitung lendutan wakil (D*wakil*)
   c. Menghitung lendutan Rencana (D*rencana*)
   d. Menghitung tebal *overlay* (Ho)
   e. Menghitung koreksi tebal *overlay* (Fo)
   f. Menghitung faktor penyesuaian *overlay* (FKtbl)
   g. Menghitung tebal *overlay* terkoreksi (Ht)
5. Membandingkan hasil analisa I dan analisa II
6. Menarik kesimpulan dan menentukan saran



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V
ANALISIS, HASIL, DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL PENGUMPULAN DATA

5.2.1 Lalu Lintas Harian Rerata (LHR)

Analisis lalu lintas harian rerata (LHR) dibutuhkan untuk mendapatkan data jumlah arus kendaraan yang melalui ruas jalan Balong-Degolan, survay untuk mendapatkan data LHR tersebut dilakukan oleh Konsultan Perencana CV.MULTI CITRA GRAHA. Data lalu lintas harian rerata (LHR) dari konsultan perencana dapat dilihat pada Tabel 5.1. Untuk data LHR dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5.1 Arus Harian Jalan Balong-Degolan

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi sumbu	dari Balong -ke Degolan	dari Degolan-ke Balong
1	Sepeda Motor	MC	3776	3652
2	Kendaraan Penumpang	LV	520	498
3	Truk/Bus Kecil	1.1 B/T	247	273
4	Truk/Bus Besar	1.2 L B/T	113	151
5	Truk Besar	1.2 H B/T	0	0
6	Truk Besar	1.2.2 T	0	0
7	Truk trailer/gandeng	1.2+2.2 Tr	0	0

Pada Tabel 5.1 di atas data lalu lintas yang ditunjau adalah data hasil survay lalu lintas oleh CV. MULTI CITRA GRAH pada tahun 2017.

5.2 Perencanaan Pekerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen 1987

5.2.1 Prediksi Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalulintas diambil dari peraturan Manual Desain Perkerasan tahun 2013 pada Tabel 3.13, maka pertumbuhan lalu lintas diambil

sebesar 6 %. Hasil perhitungan LHR pada awal permulaan (LHR_0) disajikan dalam Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Hitungan LHR pada awal permulaan (LHR_0)

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi sumbu	LHR tahun 2017 (kendaraan/hari)	LHR_0 tahun 2017 (kendaraan/hari)
1	Sepeda Motor	MC	7428	7428
2	Kendaraan Penumpang	LV	1018	1018
3	Truk/Bus Kecil	1.1 B/T	520	520
4	Truk/Bus Besar	1.2 L B/T	264	264
5	Truk Besar	1.2 H B/T	0	0
6	Truk Besar	1.2.2 T	0	0
7	Truk trailer/gandeng	1.2+2.2 Tr	0	0

Besaran LHR pada akhir umur rencana (LHR_n) dapat dihitung dengan Persamanan 5.1. umur rencana untuk pelaksanaan jalan Balong Degolan direncanakan 10 tahun.

$$LHR_n = LHR_0(1+i)^n \tag{5.2}$$

i = pertumbuhan lalu lintas

n = masa pelaksanaan pembangunan, pada proyek ini masa pelaksanaan pembangunan 10 tahun.

Tabel 5.3 Hitungan LHR pada akhir umur rencana (LHR_{10})

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi sumbu	LHR_0 tahun 2017 (kendaraan/hari)	LHR_{10} tahun 2027 (kendaraan/hari)
1	Sepeda Motor	MC	7428	13303
2	Kendaraan Penumpang	LV	1018	1824
3	Truk/Bus Kecil	1.1 B/T	520	932
4	Truk/Bus Besar	1.2 L B/T	264	473
5	Truk Besar	1.2 H B/T	0	0
6	Truk Besar	1.2.2 T	0	0
7	Truk trailer/gandeng	1.2+2.2 Tr	0	0

5.2.2 Angka Ekivalen

Setiap jenis kendaraan memiliki konfigurasi sumbu yang berbeda-beda berat kendaraan yang dilimpakan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak diujung-ujung sumbu kendaraan.dengan mengetahui konfigurasi sumbu kendaraan dan berat kendaraan dari data CV. Multi Citra Graha,maka perhitungan besarnya angka ekivalen untuk setiap kendaraan dapat ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hitungan Angka Ekivalen (E)

No	Jenis Kendaraan	Berat ton	Sumbu (Ton)				Angka Ekivalen (E)
			Depan	Angka Ekivalen (E)	Belakang	Angka Ekivalen (E)	
1	Kendaraan Penumpang	2	1	0,0002	1	0,0002	0,0005
2	Truk/Bus Kecil	5	2	0,0036	3	0,0183	0,0219
3	Truk/Bus Besar	8	2	0,0036	6	0,2923	0,2959
4	Truk Besar	9	3	0,0183	6	0,2923	0,3106
5	Truk Besar	12	4	0,0577	8	0,9238	0,9816
6	Truk trailer/gandeng	16	6	0,2923	10	2,2555	2,5478

5.2.3 Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien ditribusi kendaraan (C) tergantung dari jumlah lajur digunakan. Pada jalan Balong – Degolan jumlah lajur yang digunakan adalah 2 lajur 2 arah. Maka distribusi kendaraan yang sesuai dengan Tabel 3.2 untuk kendaraan ringan dan kendaraan berat adalah sebesar 0,5.

5.2.4 Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 contoh perhitungan lintasan ekivalen permulaan sebagai berikut.

Tabel 5.5 Hitungan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

No	Jenis Kendaraan	LHR0 tahun 2017 (kendaraan/hari)	C	E	LEP (ESAL)
1	Kendaraan Penumpang	1018	0,5	0,0005	0,2296
2	Truk/Bus Kecil	520	0,5	0,0219	5,6883
3	Truk/Bus Besar	264	0,5	0,2959	39,0613
4	Truk Besar	0	0,5	0,3106	0

Lanjutan Tabel 5.5 Hitungan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

No	Jenis Kendaraan	LHR0 tahun 2017 (kendaraan/hari)	C	E	LEP (ESAL)
5	Truk Besar	0	0,5	0,9816	0
6	Truk trailer/gandeng	0	0,5	2,5478	0
	Jumlah				44,9793

5.2.5 Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen Akhir (LEA) dapat dihitung dengan Persamaan 5.4. Contoh perhitungan lintas ekivalen akhir sebagai berikut.

Tabel 5.6 Hitungan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

No	Jenis Kendaraan	LHR10 tahun 2027 (kendaraan/hari)	C	E	LEP (ESAL)
1	Kendaraan Penumpang	1824	0,5	0,0005	0,4114
2	Truk/Bus Kecil	932	0,5	0,0219	10,1952
3	Truk/Bus Besar	473	0,5	0,2959	69,9849
4	Truk Besar	0	0,5	0,3106	0,0000
5	Truk Besar	0	0,5	0,9816	0,0000
6	Truk trailer/gandeng	0	0,5	2,5478	0,0000
	Jumlah	3229			80,5915

5.2.6 Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Lintas ekivalen Tengah (LET) dapat dihitung dengan Persamaan 3.3. Besarnya lintas ekivalen tengah (LET) adalah sebagai Berikut :

$$LET = \frac{44{,}979+80{,}592}{2} = 62{,}785\ ESAL$$

5.2.7 Faktor Penyesuaian (FP)

Besarnya faktor penyesuaian (FP) dapat dihitung dengsn menggunakan Persamaan 3.5 .dengan UR rencana, dalam pelaksanaan proyek ruas jalan Balong-Degolan umur rencana adalah 10 tahun, maka

$$FR = \frac{10}{10} = 1{,}0$$

5.2.8 Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Besarnya lintas ekivalen rencana (LER) yang akan melintasi ruas jalan Balong – Degolan selama masa pelayanan dari saat di buka sampai akhir umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4 sebagai berikut :

LER = 62,785 x 1,0 = 62,785 ESAL

5.2.9 Daya Dukung Tanah (DDT)

Daya dukung tanah untuk tiap lapis berbeda-beda,sesuai dengan *California Bearing Ratio* (*CBR*) yang digunakan.Daya dukung tanah dapat dihitung seperti dibawah ini

1. Daya dukung tanah untuk lapis tanah dasar (*subgrade*)

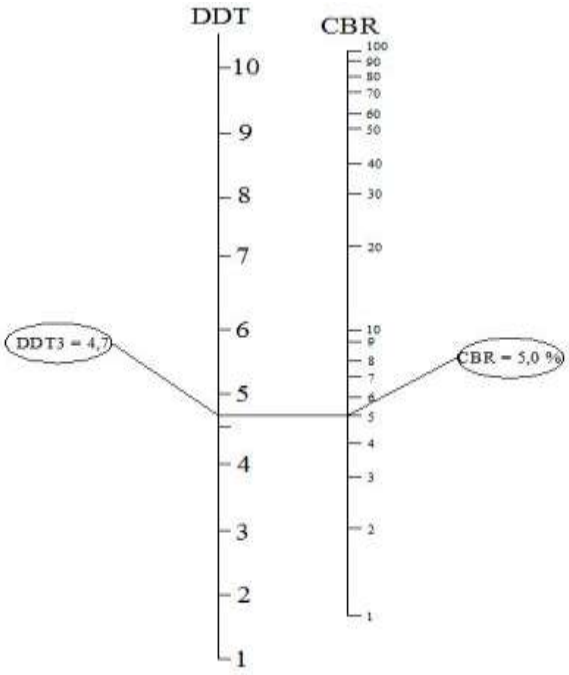
Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan oleh Konsultan Perencana CV. MULTI CITRA GRAHA didapat hasil dibawah ini

Tabel 5.7 Data hasil test *CBR*

No	Titik	*CBR*	Jumlah sama / lebih besar	% sama / lebih besar
1	1	5,00	2	100
				0

(Sumber : Data Konsultan CV.Multi Citra Graha)

Dari data *CBR* di atas diambil nilai *CBR* yang terkecil didapat besarnya nilai *CBR* rencana perkerasan lapis tambah diperoleh yaitu 5,0 %. *CBR* rencana atau CBR_3 merupakan *CBR* untuk lapis tanah dasar (*subgrade*). Dengan mengunakan metode grafik korelasi DDT dan *CBR* seperti yang ditunjukan pada gambar 5.2 maka akan pdiperoleh nilai daya dukung tanah (DDT_3)



Gambar 5.1 Grafik perhitungan nilai DDT_3 berdasarkan *CBR* 6,8% dengan mengunakan nomogram korelasi *CBR* dan DDT

Dari gambar 5.2 di atas dengan *CBR* 5,0 % kemudian ditarik garis horizontal kekiri didapat daya dukung tanah (DDT_3) sebesar 4,7 . Nilai daya dukung tanah dapat dikoreksi mengunakan Persamaan 5.2 yaitu

$$DDT_3 = 1{,}7 + 4{,}3 \log(CBR_3) \quad (5.2)$$

$$DDT_3 = 1{,}7 + 4{,}3 \log(5{,}0) = 4{,}70$$

5.2.10 Faktor Regional (FR)

Kondisi lingkungan merupakan faktor regional untuk mendukung perancanan tebal perkerasan. Hal yang mempengaruhi faktor regional adalah curah hujan atau iklim, kelandaian jalan dan persen kendaraan berat. Besarnya nilai faktor dapat ditunjukan pada Tabel 3.4

Curah hujan pada ruas jalan Balong – Degolan termasuk Ilkim II > 900 mm/th.Kelandaian jalan kondisi topografi ruas jalan Balong-Degolan termasuk daerah < 6%. Persen kendaran berat merupakan perbandingan kendaraan dengan

berat lebih besar atau sama dengan 5 Ton. Dengan melihat Persamaan 5.10 Hitungan persentase kendaraan berat adalah sebagai berikut :

$$\text{Persentase kend. berat} = \frac{\sum \text{kendaraan berat}}{\sum \text{kendaraan}} \text{x}100\%$$

$$= \frac{784}{1802} x\ 100\% = 43{,}5\%$$

Dengan mengacu pada Tabel 3.4 maka besarnya nilai faktor regional (FR) adalah sebesar 2,0 – 2,5. Untuk jalan Balong – Degolan digunakan FR sebesar 2,0.

5.2.11 Indek Permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), dengan mengunakan Tabel 3.5.

Dengan mengacu hasil perhitungan LER : 62,785 ESAL dan klasifikasi jalan: jalan lokal maka besarnya nilai Indeks Permukaan (IP) pada Tabel 3.5 adalah sebesar 1,5. Untuk jalan Balong – Degolan digunakan IP sebesar 1,5.

5.2.12 Indek Permukaan Awal (IP0)

Penentuan indeks permukaan asal (IP_0) dengan mengunakan Tabel 3.6 untuk lapis permukaan digunakan LASTON,maka IP_O sebesar 3,9- 3,5 dengan kekasaran (roughness) sebesar > 1000mm/km.

5.2.13 Koefisien Kekuatan Relatif

Data komponen lapis perkerasan yang digunakan dalam analis dengan Metode Analisa Komponen Binamarga 1987 dengan mengacu pada Tabel 3,7 dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Lapis permukaan (*surface course*)
   a. Material Laston AC (MS 590 kg)
   b. Koefisien kekuatan relatif bahan (a1) = 0,35
2. Lapis pondasi atas (*base course*)
   a. Material agregat kelas A (*CBR* 80%)
   b. Koefisien kekuatan relatif bahan (a2) = 0,14
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)
   a. Material agregat kelas A (*CBR* 95%)
   b. Koefisien kekuatan relatif bahan (a3) = 0,12

5.2.14 Analisa Tebal Perkerasan Lentur

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur metode Analisa Komponen Bina Marga (1987) menggunakan dua alternatif perhitungan analisa tebal komponen lapis perkerasan lentur ruas jalan Balong – Degolan tahun 2017 yaitu pertama perencanaan dengan tiga lapis perkerasan, dan alternatif kedua perencanaan dengan 2 lapis perkerasan (lapis pondasi bawah / *subbase course* ditiadakan). Pada kondisi existing tebal perkerasan dengan tiga lapisan perkerasan. Analisa tebal perkerasan lentur dapat dilakukan sebagai berikut .

1. Pada saat kondisi *exsting*

Susunan tebal lentur pada kondisi existing berdasarkan Tabel 3.11 dan lampiran foto yang ada dilampiran sebagai berikut ini

Tabel 5.8 Data Kondisi Exsisting

No	Lapisan	Bahan	Kondisi	kekuatan relatif	Tebal
1	Permukaan	LATASTON	80%	0,35	4 cm
2	Pondasi atas	Batu pecah A	80%	0,14	12 cm
3	Pondasi bawah	Batu pecah C	95%	0,12	20 cm

(Sumber : Data Konsultan CV.Multi Citra Graha)

Susunan lapis perkerasan lentur dapat dilihat Gambar 5.3 sebagai berikut



Gambar 5.2 Susunan lapis Perkerasan Lentur Jalan *Existing*
(Sumber :Konsultan Perencana CV.Multi Citra Graha)

Dari Gambar 5.3 di atas ITPt Existing dapat dihitung dengan pada Tabel 3.11 berikut,

$$ITP_t = a1\ x\ D1 + a2\ x\ D2 + a3\ x\ D3 \quad (5.1)$$

$$ITP_t = 0{,}35\ x\ (4 * 80\%) + 0{,}14\ x\ (12 * 80\%) + 0{,}12\ x\ (20 * 95\%)$$

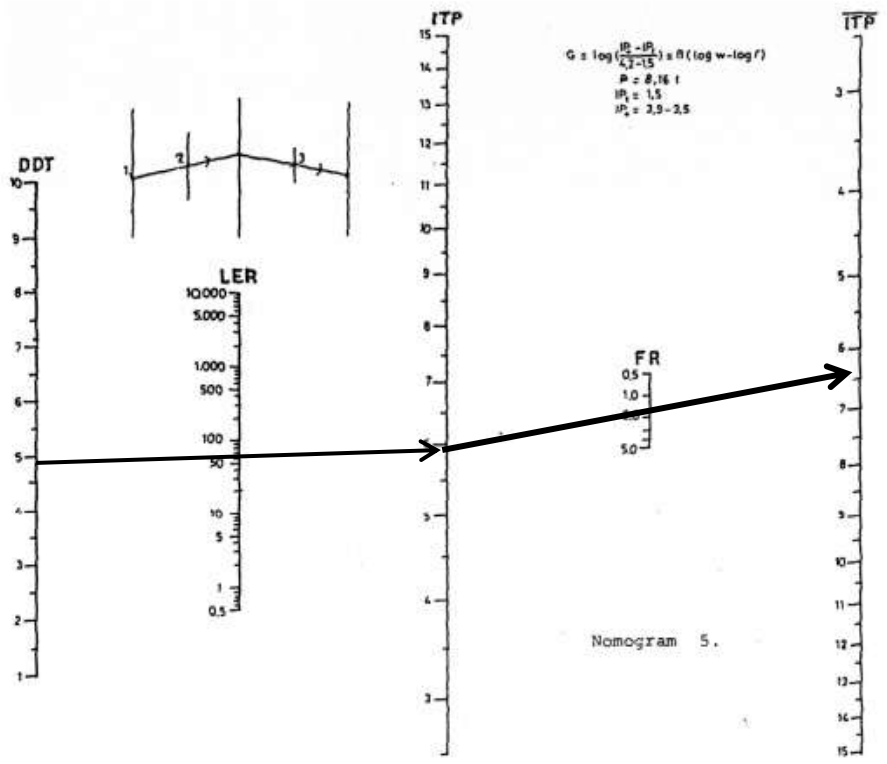
= 4,744 (ITP_t Exsiting)

2. Perencangan tebal perkerasan lentur dengan 3 lapisan perkerasan
   a. Lapis permukaan (*surface course*)
      1) Berdasar langkah sebelumnya didapatkan data-data perencanaan sebagai berikut,
         a) Material *Laston*
         b) Koefisien kekuatan relatif bahan (a_1) = 0,35
      2) Data Lain
         a) LER = 62,785 ESAL
         b) FR sebesar 2,0
         c) Dari Tabel 3.5 didapat IP sebesar 1,5
         d) Dari Tabel 3.6 didapat IP_O sebesar 3,9- 3,5

e) *CBR* yang digunakan adalah *CBR Base course* yaitu 100% dan nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 4,7

b. Tebal Perkerasan Lentur

Berdasarkan parameter – parameter yang ada, maka nomogram penentu tebal perkerasan lentur dapat disesuaikan pada Analisa Komponen Bina Marga 1987 yang terlihat pada Gambar 5.4 berikut



Gambar 5.3 Nomogram Penentuan Nilai ITP_1 untuk Tebal Perkerasan Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Dari Gambar 5.4 di atas penentuan tebal perkerasan untuk lapis permukaan (*surface course*) diperoleh ITP_t sebesar = 6,7, maka rumus yang digunakan dalam penentuan tebal lapis permukaan (D1) dengan Persamaan 5.11 berikut,

$$\Delta ITP_t = ITP_t - ITP_t\, Exsiting \tag{5.2}$$

$$\Delta ITP_t = 6{,}7 - 4{,}744$$

=1,956

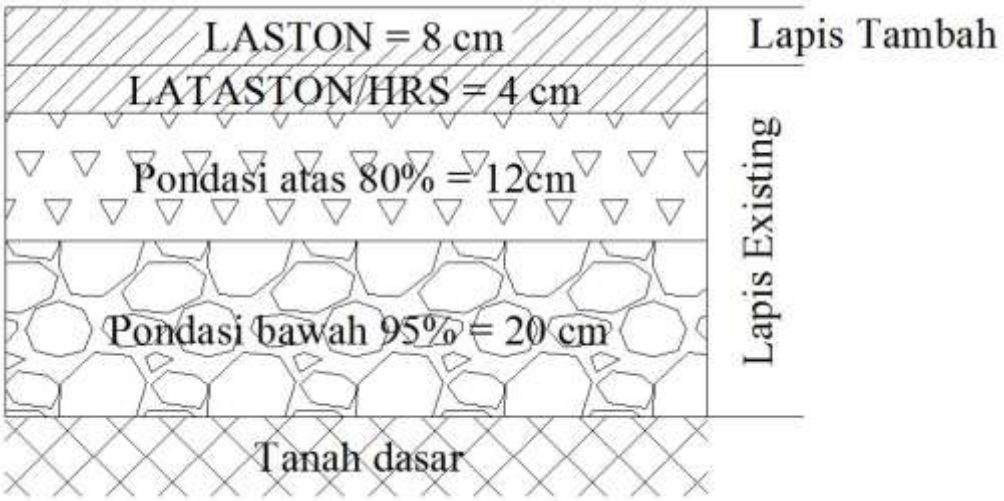
$\Delta ITP_t = \text{a1} * \text{D1}$ (5.3)

$D_1 = \frac{\Delta ITP_t}{a_1}$

$= \frac{1,756}{0,35}$

= 5,59, cm ≈ 6 Cm (Dibulatkan)

Dengan mengacu hasil perhitungan di atas, maka didapat lapis tambah sebesar 6 cm dengan mengunakan aspal Laston MS 590 kg. Susunan lapis perkerasan lentur dapat dilihat Gambar 5.4 sebagai berikut



Gambar 5.4 Susunan lapis Perkerasan Lentur Jalan *Existing* dan tambah lapis tambah (*Overlay*) sebesar 6 cm

5.3 Perencanaan Tabal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan Pd T-05-2005-B

5.3.1 Lalu Lintas

Besaran LHR pada awal permulaan (LHR_a) pada Tabel 5.2 ,dengan penambahan sebagai berikut

1. Lajur

Lajur rencana yang akan digunakan di ruas jalan Balong – Degolan 2 lajur dengan lebar 5,5 m sesuai dengan Tabel 3.5

2. Koefisien distribusi kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan (c) yang melewati ruas jalan Balong – Degolan 2 lajur 2 arah , maka koefisien distribusi kendaraan sebesar 0,5 disesuaikan Tabel 3.6.

3. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka pada Tabel 3.13 digunakan sebagai nilai minimum.

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan Persamaan 5.13, ruas jalan Balong – Degolan direncanakan pertumbuhan lalu lintas sebesar 6 %.

4. Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)

Angka ekivalen (E) masing – masing golongan beban sumbu (setiap Kendaraan) ditentukan dengan Persamaan 5.14

Contoh perhitungan:

Mobil penumpang $=\left[\frac{1000}{8160}\right]^4 + \left[\frac{1000}{8160}\right]^4$=0,00023+0,00023=0,00045

Tabel 5.9 Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)

No	Jenis Kendaraan	Berat ton	Sumbu (Ton)				Angka Ekivalen (E)
			Depan	Angka Ekivalen (E)	Belakang	Angka Ekivalen (E)	
1	Kendaraan Penumpang	2	1	0,0002	1	0,0002	0,0005
2	Truk/Bus Kecil	5	2	0,0036	3	0,0183	0,0219
3	Truk/Bus Besar	8	2	0,0036	6	0,2923	0,2959
4	Truk Besar	9	3	0,0183	6	0,2923	0,3106
5	Truk Besar	12	4	0,0577	8	0,9238	0,9816
6	Truk trailer/gandeng	16	6	0,2923	10	2,2555	2,5478

5.3.2 Lintas Ekivalen

Nilai E (angka ekivalen) dilihat di atas, untuk nilai C atau koefisien distribusi dengan jalan 2 jalur 2 arah yang menghasilkan adalah C sebesar 0,5 untuk kendaraan ringan dan kendaraan berat. Perhitungan lintas ekivalen adalah sebagai berikut

Tabel 5.10 Lintas Ekivalen Permukaan (LEP)

No	Jenis Kendaraan	LHR_0 tahun 2017 (kendaraan/hari)	C	E	LEP (ESAL)
1	Kendaraan Penumpang	1018	0,5	0,0005	0,2296
2	Truk/Bus Kecil	520	0,5	0,0219	5,6883
3	Truk/Bus Besar	264	0,5	0,2959	39,0613
4	Truk Besar	0	0,5	0,3106	0
5	Truk Besar	0	0,5	0,9816	0
6	Truk trailer/gandeng	0	0,5	2,5478	0
	Jumlah				44,9793

Lintas ekivalen Akhir (LEA) dapat dihitung dengan Persamaan 5.4. Contoh perhitungan lintas ekivalen akhir sebagai berikut.

Tabel 5.11 Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

No	Jenis Kendaraan	LHR10 tahun 2027 (kendaraan/hari)	C	E	LEP (ESAL)
1	Kendaraan Penumpang	1824	0,5	0,0005	0,4114
2	Truk/Bus Kecil	932	0,5	0,0219	10,1952

Lanjutan Tabel 5.10 Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

No	Jenis Kendaraan	LHR10 tahun 2027 (kendaraan/hari)	C	E	LEP (ESAL)
3	Truk/Bus Besar	473	0,5	0,2959	69,9849
4	Truk Besar	0	0,5	0,3106	0,0000
5	Truk Besar	0	0,5	0,9816	0,0000
6	Truk trailer/gandeng	0	0,5	2,5478	0,0000
	Jumlah	3229			80,5915

Lintas ekivalen Tengah (LET) dapat dihitung dengan Persamaan 3.3 Besarnya lintas ekivalen tengah (LET) adalah sebagai Berikut :

$$LET = \frac{44{,}979+80{,}592}{2} = 62{,}785\ ESAL$$

Dengan menperhatikan faktor hubungan umur rencana (N) 10 tahunberdasarkan angka pertumbuhan 6 % sehingga dapat dihitung repitisi beban gandar dengan Persamaan 3.10 berikut

$$N = \frac{1}{2}\left(1 + (1+6\%)^{10} + 2(1+6\%)\frac{(1+6\%)^{10-1}-1}{6\%}\right) \quad = 13{,}58$$

LER $_{(2017\text{-}2027)}$ $= 62{,}785\ ESAL$

Beban gandar selama 10 tahun (CESA)

CESA $= (\sum_{i=1}^{n} LERi\ xExC)x\ 365\ xN$

= 62,785 x 365 x 13,58

= 311208,40 ESAL

5.3.3 Lendutan dengan Bengkelmen Beam

Nilai lendutan balik dengan mengunakan *Benkelmen Beam* yang diperoleh dari hasil test dari Konsultan CV. MULTI CITRA GRAHA dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut

Tabel 5.12 Nilai lendutan balik hasil uji bengkelmen beam ruas jalan Balong – Degolan

No	Sta	beban uji (ton)	Lendutan Balik /BB (mm)			d3-d1
			d1	d2	d3	
1	0+020	8,798	0	0	0,63	0,63

(Sumber : Hasil pengujian alat *Benklemen Beam* 2017)

Setelah dilakukan pendataan seperti pada Tabel 5.10 kemudian dicari nilai temperature rata- rata lapis permukaan (T_L) dengan persamaan T_L = 1/3 (T_t+T_p+T_b) dimana tebal perkerasaan sebesar 30 cm maka temperatur tengah (T_t) diambil pada kedalaman 15 cm dan temperature bawah (T_b) diambil dari kedalam 30 cm pada Tabel 5.11 dan perhitungan T_L dengan Persamaan 3.13 berikut

T_L = 1/3(40+42,5+40,9)

= 41,1 °C

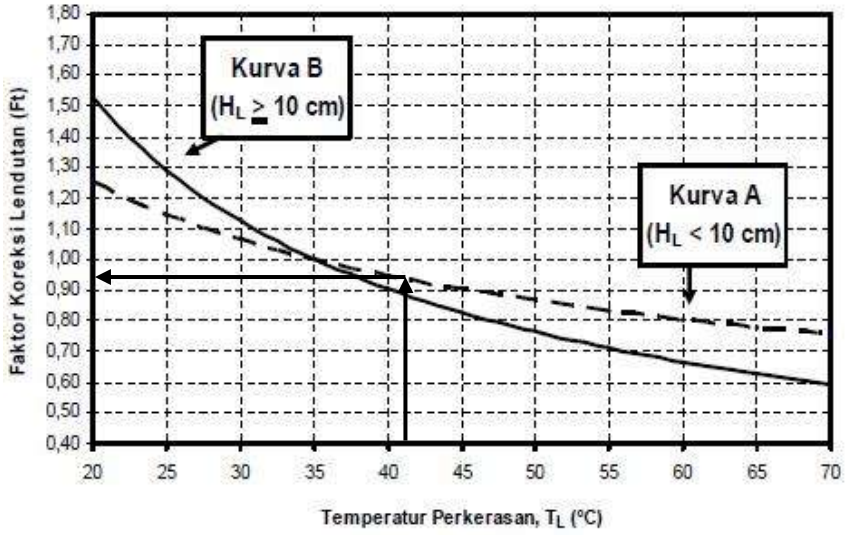
Tabel 5.13 Perhitungan temperatur rata – rata permukaan (T_L)

No	Sta	beban uji (ton)	Lendutan Balik /BB (mm)			d3-d1	Temperatur (°C)				
			d1	d2	d3		Tu	Tp	Tt	Tb	TL
1	0+020	8,798	0	0	0,63	0,63	31	40	42,5	40,9	41,1

(Sumber : Hasil pengujian alat *Benklemen Beam* 2017)

Dari data Tabel. 5.10 dan tabel 5.11 dapat dicari nilai lendutan koreksi dengan mengunakan Persamaan 3.12 berikut

Karena penelitian dilakukan pada musim kemarau maka nilai koreksi musim (Ca) dipakai 1,2 nilai faktor koreksi lendutan terhadap temperature standar (Ft) dapat dilihat dari Gambar 5.6 berikut



Gambar 5.5 faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar
(Sumber : Hasil pengujian alat *Benklemen Beam* 2017)

Dari Gambar 5.6 dapat dihasilkan Ft sebesar 0,94, tebal lapis perkerasan sebesar 30 cm untuk koreksi beban($FK_{B\text{-}BB}$) dengan beban uji 8,798 ton dapat digunakan Persamaan 3.14 berikut

$$FK_{B-BB} = 77{,}343 \text{ x } (8{,}798)^{-2{,}0715}$$

$$= 0{,}86$$

Dengan data- data yang ada di atas maka dapat dihitung lendutan koreksi sebagai berikut

$$d_b = 2x(0{,}68)x\ 0{,}94\ x\ 1{,}2\ x\ 0{,}86$$

$$= 1.312 \text{ mm}$$

Dengan perhitungan di atas didapat nilai lendutan balik (d_b) pada ruas jalan Balong – Degolan sebesar 1.312 mm.

5.3.4 Perhitungan Keseragaman Lendutan

Berdasarkan hasil perhitungan keseragamanan lendutan didapat nilai lendutan balik (d_b) pada ruas jalan Balong – Degolan sebesar 1.312 mm,

dikarenakan dalam pengetestan alat *Bengkelmen Beam* yang dilakukan oleh konsultan perencana hanya 1 titik pengetesan.untuk menentukan faktor keseragaman dengan mengunakan rumus Persamaan 3.15 berikut

d_R = lendutan rata – rata pada suatu jalan

$= \frac{\sum_1^1 1{,}312}{\frac{1}{1}} = 1.312$ mm

s $= \sqrt{\frac{1(\sum_1^1 1.312^2)-(\sum_1^1 1{,}312)^2}{1(1-1)}} = 0$

ns = 1 titik

FK $= \frac{0}{1{,}312} x\ 100\% < FK$ ijin

$=0\% < FK$ ijin (keseragaman sangat baik)

Dari hasil perhitungan di atas maka diapat bahwa keseragaman lendutan untuk ruas jalan Balong – Degolan sebesar 0% (0%-10%; keseragaman sangat baik).

5.3.5 Perhitungan Lendutan Wakil (Dwakil)

Dari lendutan rata – rata (dR) dan standar deviasi yang sudah didapat pada perhitungan di atas maka dapat ditentukan nilai lendutan wakil (D_{wakil}) mengunakan Persamaan 3.20 dimana penelitian dilakukan di ruas lokal. Perhitungan lendutan wakil sebagai berikut:

$D_{wakil} = d_R + 1{,}28s$ untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 98%)

= 1.312 + 1,28 x 0

= 1,312 mm

5.3.6 Perhitungan Lendutan Rencana (Drencana)

Lendutan rencana digunakan untuk mengetahui lendutan ijin pada jumlah ekivalen beban sumbu standar (CESA) untuk umur rencana 10 tahun (2017 –

2027) yang didapat dari perhitungan pada Persamaan 3.21. untuk mencari nilai lendutan rencana ($D_{rencana}$) dapat dilihat sebagai berikut:

Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

$N = \frac{1}{2}\left(1 + (1+6\%)^5 + 2(1+6\%)\frac{(1+6\%)^{5-1}-1}{6\%}\right)$ = 13,58

LER $_{(2017\text{-}2022)}$ = $62{,}785\ ESAL$

Beban gandar selama 10 tahun(CESA)

CESA = $\sum_{i=1}^{n}(LERixExC)\ x\ 365\ xN$

= 62,785 x 365 x 13,58

= 311208,40 ESAL

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

= $22{,}208\ x\ 311208{,}40^{\ (-0{,}2307)}$

= 1,20 mm

5.3.7 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*Overlay* (Ho)

Dengan mengamati nilai – nilai lendutan yang didapat di atas pada ruas jalan Balong – Degolan maka dapat ditentukan tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan mengunakan Persamaan 3.21

Dwakil = 1,312 mm

Drencana = 1,20 mm

Maka tebal lapis tambah (*overlay*) yang dibutuhkan untuk jalan Balong – Degolan sebagai berikut

Ho = $\frac{(Ln(1{,}0364)+Ln\ (1{,}312)-Ln\ (1{,}20))}{0{,}0597}$

=2,09 cm dibulatkan 3 cm

5.3.8 Perhitungan Tebal Lapis Tambah/*overlay* Terkoreksi (Ht)

Tebal lapis tambah/*overlay* terkoreksi (Ht) dengan mengkalikan tebal lapis tambah (Ho) dengan faktor *overlay* (Fo).dengan Persamaan 3.23 berikut

Ho = 3 cm

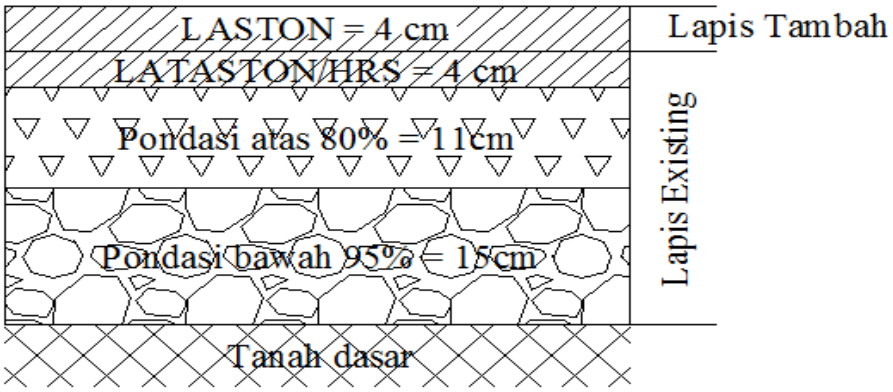
Fo $= 0{,}5032\ x\ EXP^{(0{,}0194\ x\ 31{,}1)}$

= 0,920 (Keb. Hortikultura Ngipiksari sesuai dengan tabel 3.15)

Ht = 3 x 0,92

= 2,76 cm ≈ 3cm (Tebal minimal *ACWC* 4 cm)

Dengan perhitungan tebal *overlay* terkoreksi (Ht) di ruas jalan Balong – Degolan sebesar 4 cm (Minimal tebal *ACWC* 4 cm). Dapat dilihat pada Gambar 5.8 beikut ;



Gambar 5.6 Susunan lapis Perkerasan Lentur Jalan dengan metode lendutan balik

5.4 Perbandingan hasil analisis Metode Analisa Komponen 1987 dan Metode Lendutan Balik Pd T – 05 – 2005-B

Dari serangkaian analisis dan pembahasan tebal lapis perkerasan lentur menggunakan dua metode yang berbeda, yang mana didapat beberapa perbedaan dan persamaan pada parameter yang digunakan didalam kedua metode tersebut yaitu menggunakan data sekunder dari konsultan perencana CV. Multi Citra Graha. Persamaan yang lain juga terdapat pada umur rencana yang direncanakan pada umur 10 tahun.

Perbedaan parameter yang digunakan didalam kedua metode tersebut salah satunya terletak pada pengujian dan alat yang digunakan, pada Metode Analisa Komponen 1987 mengunakan uji *CBR* lapangan, Metode Lendutan Balik Pd T – 05 – 2005 – B mengunakan uji alat *Benklemen Beam*.

Dalam metode analisa komponen 1987 proses yang dilakukan untuk mendapat tebal lapis perkerasan lentur yaitu menentukan (LHR), umur rencana, pertumbuhan lalu lintas, jumlah lajur (C), menentukan berat kendaraan yang melewati jalan, kelandaian, curah hujan, dan nilai *CBR* tanah

Menganalisis angka Ekivalen (E) parameter yang digunakan berat kendaraan, dari angka ekivalen diketahui lintas ekivalen permulaan dan lintas ekivalen akhir dengan mengunakan parameter LHR, selanjutnya ekivalen tengah didapatkan dari LEP dan LEA, setelah ekivalen tengah akan mendapatkan lintas ekivalen rencana. Faktor regional didapat datri data cureah hujan, data *CBR* akan menghasikan DDT tanah dengan menggunakan grafik. Lintas ekivalen rencana yang digunakan untuk mengetahui nilai IP0 dan IPt, data LER, FR, dan DDT dari parameter tersebut didapatkan indeks tebal perkerasan (ITP) dengan cara mengunakan Grafik Nomograf. Setelah ITP diketahui maka tebal lapis perkerasan dapat ditentukan dengan rumus.

Dalam metode lendutan balik Pd T – 05 – 2005 – B proses yang dilakukan untuk mendapat tebal lapis perkerasan lentur yaitu menentukan (LHR), umur rencana, perkembangan pertumbuhan lalu lintas, jumlah lajur (C), menentukan

ekivalen beban sumbu standar berat kendaraan yang melewati jalan (E) , Keseragam Lendutan , Lendutan Balik, Lendutan rencana, tebal lapis tambah, tebal lapis tambah terkoreksi dan Lendutan dengan Bengkelmen Beam

Menganalisis angka Ekivalen (E) parameter yang digunakan berat kendaraan, dari angka ekivalen diketahui lintas ekivalen permulaan dan lintas ekivalen akhir dengan mengunakan parameter LHR, selanjutnya ekivalen tengah didapatkan dari LEP dan LEA, setelah ekivalen tengah akan mendapatkan lintas ekivalen rencana. Mengehitung data dari alat Bengkelmen Beam hasil perhitungannya untuk menentukan keseragaman lendutan, hitungan keseragaman lendutan untuk mengetahui lendutan wakil. LER, faktor umur rencana dan perkembangan pertumbuhan lalu lintas untuk mengehitung lendutan rencana. Lendutan wakil dan lendutan rencana untuk mengehitung tebal lapis tambah perkerasan.Tebal lapis tambah koreksi dihitung dengan mencari suhu didaerah yg dekat dengan lokasi penelitian.

Persamaan dan perbedaan parameter yang digunakan Metode Analisa Komponen 1987 dan Metode Lendutan Td – 05 – 2005 – B dalam penelitian pada dilihat pada tabel 5.14

Tabel 5.14 Perbandingan hasil metode penelitian

NO	Parameter	Analisa komponen bina marga 1987	Analisa lendutan balik
1	Umur rencana	10 tahun	10 tahun
2	LHR	62,785 ESAL	62,785 ESAL
3	Tebal perkerasanan	6 cm	4 cm

Dari hasil analisis dan perhitungan dengan Metode Analisa Komponen 1987 dan Metode Lendutan Balik Td – 05 – 2005 – B dengan umur rencana yang sama 10 tahun diperoleh hasil ketebalan lapis perkerasan/*Overlay* setebal 8 cm dan 4 cm. Dengan perencanaan penelitian mengunakan jenis material lapis perkerasan yang sama, yaitu lapis perkerasaan Laston (HRS) dengan MS 590.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa tebal perkerasan lentur pada jalan Balong – Degolan Pakem Sleman maka dapat diambil kesimpulan dari Metode Analisa Komponen 1987 dan Metode Lendutan Balik.

1. Analisis penelitian yang mengunakan Metode Analisa Komponen 1987 dari hasil penelitian dapat disimpulkan tebal lapis perkerasan/*overlay* Laston MS (590) setebal 6 cm.
2. Analisis penelitian yang mengunakan Metode Lendutan Balik dari hasil penelitian dapat disimpulkan tebal lapis perkerasan/*overlay* Laston MS (590) setebal minimal 4 cm.

6.2 SARAN

Setelah dilakukan analisis perencanaan tebal perkerasan dengan metode Analisa Komponen 1987 dan metode Lendutan Balik, pada proyek ruas jalan Balong–Degolan Pakem Sleman maka saran dari penulis.

1. Dikarenakan data sekunder yang didapat dari perencana maka sebaiknya di cek di lapangan agar memdapat data yang sesuai yang sebenarnya.
2. Untuk mengetahui tingkat kerusakan maka bisa mengunakan metode PSI maupun IRI agar mengetahui tingkat kerusakan yang ada di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bimoaji,2014, Evaluasi kondisi perkerasan lentur berdasarkan nilai PSI dan nilai lendutan balik Jalan Wates Pada Sta. 10+000 sampai dengan 11+500) . *TugasAkhir*. Universitas Islam Indonesia.

Bolla, M.E.,2012,Perbandingan metode Bina Marga dan metode PCI (pavement condition index) dalam penilaian kondisi perkerasan jalan. *JurnalTeknik SipilUniversitas Kristen Petra Surabaya.*

Direktorat Jendral Bina Marga, 1983,*Manual Pemeliharaan Jalan*. Yayasan Penertiban PU, Jakarta.

Direktorat Jendral Bina Marga, 1987, *petunjuk perencanaan perkerasan lentur dengan metode analisa komponen)*, Yayasan Penertiban PU, Jakarta.

Direktorat Jendral Bina Marga. 2013, *Pedoman Desain Perkerasan Lentur No. 002/P/BM/2013,* Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Google map.com, Diakses 03 Juni 2015.

Hardiyatmo,2009,*Pemeliharaan Jalan Raya,*Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Hustim, M., 2013, Analisis Nilai Kondisi Lapis Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Arteri Primer di Kota Makassar dengan metode Bina Marga 1990,*Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar.*

Khairunnisa., 2013, Evaluasi Kondisi Evaluasi nilai Struktul dan idenfikasi kinerja perkerasan dengan mengunakan alat benkelmen beam untuk perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) Pada Ruas Jalan Ring Road Yogyakarta , *Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Peraturan Menteri PekerjaanUmum (Permen PU) No 13 Tahun 2011.

Romadhona, W.(2014), Pengaruh Tipe Gradasi Agregat Terhadap Sifat Beton Aspal Dengan Aspal Starbit E-55 Dengan Aspal Pertamina Pen 60/70 Pada Campuran AC-WC, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sukirman,1999*, Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.

Tri dan Setiadi, 2001, Analisis Tebal Perkerasan Jalan Yogyakarta-Prambanan Hingga Tahun 2010 Paska Peningkatan Pada Tahun 2001, *Tugas Akhir,*Universiatas Islam Indonesia.

Winarsih, 2012, Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur dan Perancangan Tebal Perkerasan dengan Metode Analisis Komponen (Bina Marga, 1987) dan AASHTO 2002,*Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Survai dan Analisa Lalu lintas

CV. MULTI CITRA GRAHA	LAPORAN SURVEI DAN ANALISA LALU LINTAS	EDISI
	Ruas Jalan Balong-Degolan	1

HARI 1 RUAS JALAN : Balong-Degolan

NO	WAKTU	Arah ke Balong							Arah ke Degolan						
		MC	LV	1.1 B/T	1.2 L B/T	1.2 H B/T	1.2.2 T	1.2+2.2 Tr	MC	LV	1.1 B/T	1.2 L B/T	1.2 H B/T	1.2.2 T	1.2+2.2 Tr
1	06.00-07.00	377	57	22	12				367	57	18	12			
2	07.00-08.00	352	48	28	15				342	48	24	15			
3	08.00-09.00	342	46	31	18				332	46	27	13			
4	09.00-10.00	292	37	28	15				282	37	24	12			
5	10.00-11.00	242	29	30	16				232	29	26	13			
6	11.00-12.00	167	27	34	18				157	27	30	11			
7	12.00-13.00	156	24	31	17				146	24	27	10			
8	13.00-14.00	176	34	25	15				166	34	21	10			
9	14.00-15.00	197	44	12	9				187	44	14	10			
10	15.00-16.00	346	49	10	8				327	49	13	9			
11	16.00-17.00	321	44	9	8				302	44	9	4			
12	17.00-18.00	311	38	8	6				292	38	8	3			
13	18.00-19.00	232	30	6	4				213	30	6	2			
14	19.00-20.00	172	22	5	2				153	22	5	1			
15	20.00-21.00	93	19	4	0				58	18	5	0			
		3776	548	283	163	0	0	0	3556	547	257	125	0	0	0

Lampiran 2 Survai dan Analisa Lalu lintas

CV. MULTI CITRA GRAHA	LAPORAN SURVEI DAN ANALISA LALU LINTAS	EDISI
	Ruas Jalan Balong-Degolan	1

HARI 2 RUAS JALAN : Balong-Degolan

NO	WAKTU	Arah ke Balong							Arah ke Degolan						
		MC	LV	1.1 B/T	1.2 L B/T	1.2 H B/T	1.2.2 T	1.2+2.2 Tr	MC	LV	1.1 B/T	1.2 L B/T	1.2 H B/T	1.2.2 T	1.2+2.2 Tr
1	06.00-07.00	355	50	22	12				347	48	18	10			
2	07.00-08.00	330	41	25	13				322	45	21	12			
3	08.00-09.00	320	39	28	15				312	43	24	10			
4	09.00-10.00	270	30	25	14				262	34	22	10			
5	10.00-11.00	220	22	27	15				212	30	24	10			
6	11.00-12.00	145	20	29	13				137	29	28	10			
7	12.00-13.00	134	25	26	12				126	30	25	10			
8	13.00-14.00	154	27	20	10				146	31	19	10			
9	14.00-15.00	175	35	15	9				167	35	14	8			
10	15.00-16.00	346	40	13	8				307	40	13	5			
11	16.00-17.00	321	35	11	7				282	37	9	3			
12	17.00-18.00	311	30	9	5				272	35	8	2			
13	18.00-19.00	232	25	6	4				193	28	6	1			
14	19.00-20.00	172	21	5	2				133	20	5	0			
15	20.00-21.00	43	8	2	0				90	8	1	0			
		3528	448	263	139	0	0	0	3308	493	237	101	0	0	0

Lampiran 3 Foto Ketebalan Lapisan Aspal Eksisting



Lapis perkerasan aspal Lastaston 4 cm



Lapis pondasi atas 12 cm



Lapis pondasi bawah 20 cm

Lampiran 4 Hasil Uji Alat Bakelmen Beam

Perhitungaan Alat Bakelmen Beam

Lokasi : Balong Degolan

Tanggal Pengujian : 11 maret 2017

KM : 0+020

Data (terlampir)

Km

Pembacaan Arloji pengukuran	Awal				Antara				Akhir				T_u	31
	0,00 m			D_1	0,40 m			D_2	6,00 m			D_3	T_p	40
Ban Ganda Kiri	0	0	0	0	53	53	53	53	68	68	68	68	T_t	42,5
Ban ganda Kanan													T_b	40,9

Coret/isi

Lebar perkerasan : 4 (m)

Tebal lapisan : 4 (cm)

Jenis lapisan : Beton Aspal

Jenis kerusakan : Retak

Keadaan Cuaca : Panas

Benkelmen Beam :

Arloji Pengukur skala : 0,01 mm

Catatan :

Jarak Antara 0,30 m Untuk penetrasi/Asbuton/pelaburan

Jarak Antara 0,40 m untuk beton aspal

Tu : temperatur udara (°C) Tt : temperatur tengah (°C)

Tp : temperatur permukaan (°C) Tt : temperatur Bawah (°C)

Perhitungan Alat

Rumus $db : 2\ x\ (d3 - d1)\ x\ Ft\ x\ Ca\ x\ FKB - BB$

d_1 (0,01 mm)

t_1 : 0 mm

t_2 : 0 mm

t_3 : 0 mm

Rerata d_1 : 0 mm

d_3 (0,01 mm)

t_1 : 68 mm

t_2 : 68 mm

t_3 : 68 mm

Rerata d_3 : 68 mm

$d_3 - d_1$: 0,68 mm

Hl : 4 cm

Tu : 31 °C

Tp : 40 °C

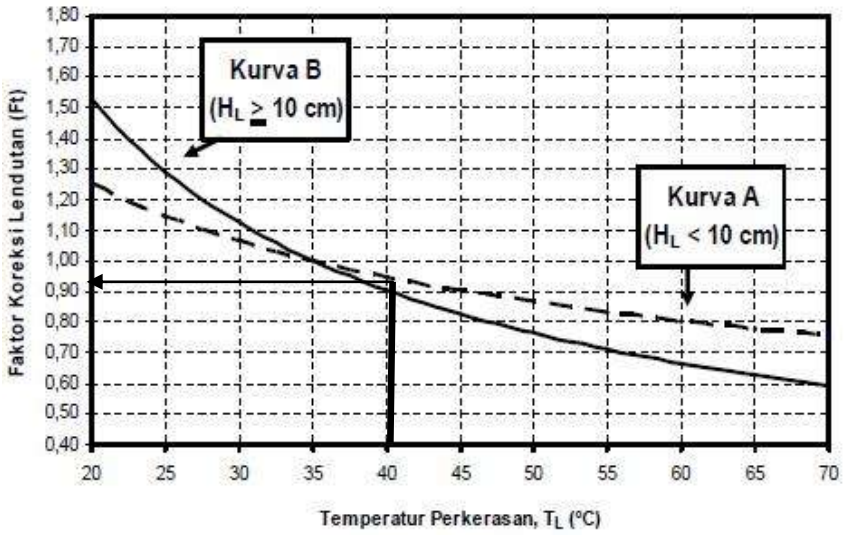
tu + tp : 71 °C

T_t : 42,5 °C

T_b : 40,9 °C

T_L : 1/3 x (t_p+t_L+t_b)

41,1 °C



Didapat Ft : 0,94

Ca :1,2

Beban Uji : 8,798 ton

FK_{B-BB} :77,343 x $(8,798)^{-2,0715}$

0,86

d_b : 2 x (d3-d1) x Ft x Ca x FK_{B-BB}

: 2 x 0,68 x 0,94 x 1,2 x 0,86

: 1,312 mm

REKAP HASIL UJI ALAT BEKELEM BEAM

NO.	Ruas		STA	d1 (0,01mm)				d3 (0,01mm)				d3-d1
	dari	ke		t1	t2	t3	Rerata	t1	t2	t3	Rerata	(mm)
1	Balong	Degolan	0+020	0	0	0	0	68	68	68	68	0,680

NO.	Ruas		STA	HL (cm)	Tu oC	Tp oC	Tu+Tp oC	Tt oC	Tb oC	TL oC	Ft	Ca	Beban Uji (ton)	FK B-BB	dB (mm)
	dari	ke													
1	Balong	Degolan	0+020	4	31	40	71	42,5	40,9	41,1	0,94	1,2	8,798	0,83	1,312

Lampiran 5 Uji California Bering Rasio

TEST DAYA DUKUNG TANAH

DENGAN ALAT PENETROMETER

Proyek : Peningkatan Jalan di kabupaten Sleman
Lokasi : Ruas jalan Balong – Degolan
Status :
Lokasi :

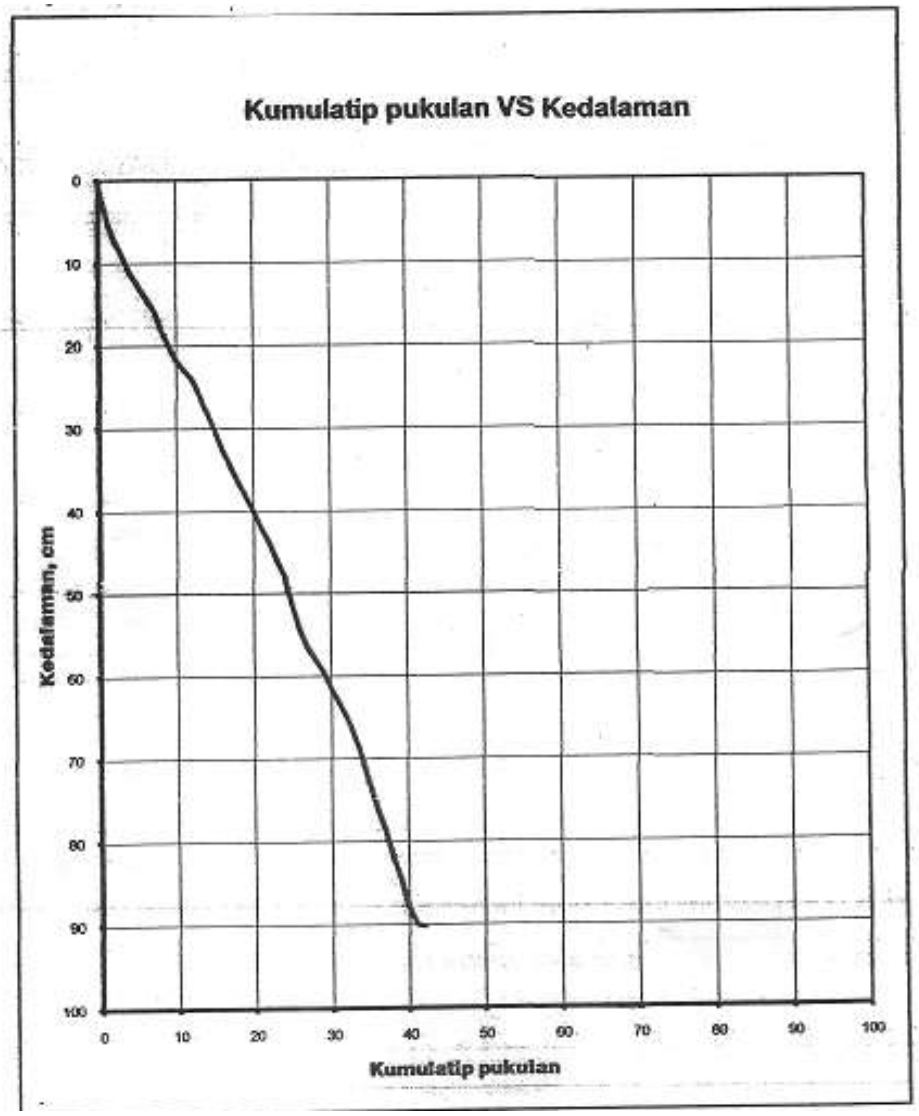
No Pukulan	Angka DCP		Selisih (Penetrasi)
	cm	mm	mm
0	1	10	0
1	4,5	45	35
2	7	70	25
3	9	90	20
4	11	110	20
5	12,5	125	15
6	14	140	15
7	15,5	155	15
8	18	180	25
9	20	200	20
10	21,8	218	18
11	23	230	12
12	24	240	10
13	26	260	20
14	28	280	20
15	30	300	20
16	32,5	325	25
17	34,4	344	19
18	36,3	363	19
19	38,2	382	19
20	40	400	18
21	42	420	20
22	43,7	437	17
23	46	460	23
24	48	480	20
25	51,5	515	35

No Pukulan	Angka DCP		Selisih (Penetrasi)
	cm	mm	mm
26	54,5	545	30
27	56,5	565	20
28	58	580	15
29	59,5	595	15
30	61,5	615	20
31	63,2	632	17
32	65	650	18
33	67,2	672	22
34	69,8	698	26
35	73	730	32
36	76	760	30
37	78,5	785	25
38	82	820	35
39	84,5	845	25
40	88	880	35
41	90	900	20
42	90,2	902	2
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			

TEST DAYA DUKUNG TANAH

DENGAN ALAT PENETROMETER

Proyek : Peningkatan Jalan di kabupaten Sleman
Lokasi : Ruas jalan Balong – Degolan
Status :
Lokasi :



No	CBR	h	nilai CBR
1	5	100	170,998
2			
3			
		100	170,998