

**OPTIMALISASI TEBAL PERKERASAN  
PADA PEKERJAAN PELEBARAN JALAN DENGAN  
METODE MDPJ 02/M/BM/2013 DAN PT T-01-2002-B**

**(Skripsi)**

**Oleh**  
**ANDRIANSYAH**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRACT**

### **OPTIMIZATION OF PAVEMENT THICKNESS FOR ROAD WIDENING WORK BY USING MDPJ 02/M/BM/2013 AND PT T-01-2002-B METHOD**

**By**

**ANDRIANSYAH**

Every year, government incur huge cost for development of facilities and infrastructures of transportation, especially land transportation development by increasing the road capacity. This capacity expansion is done by widening the road, especially on roads that can no longer accommodate the volume of vehicles or roads that predicted will be passed by the high volume of vehicles. Therefore it is required pavement thickness design solutions that based on a life cycle cost analysis and the lowest consideration of construction resources to the minimum life cycle cost design.

This research was conducted in A. H. Nasution Street, on Metro - Gedung Dalam segment. To determine the flexible pavement thickness, this research uses "Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013", "Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B" and "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987 methods". After that, analyze the road deterioration that will happen during the life design or life cycle design that based on the value of IRI. The results of life cycle design was developed to get the best pavement type that based on the life cycle cost analysis.

From the analysis that has been done, life cycle cost of MDPJ 02/M/BM/2013 method is Rp 27.762.722.989,75; Bina Marga Pt T-01-2002-B method is Rp 32.643.124.163,76 and Bina Marga 387/KPTS/1987 method is Rp 33.904.014.800,76. The design with the lowest initial cost is a pavement design by using Bina Marga Pt-T-01-2002-B method, whereas the design with the lowest life cycle cost is a pavement design by using MDPJ 02/M/BM/2013 method and the most optimal pavement thickness.

**Keywords :** flexible pavement, life cycle cost, life cycle design, IRI

## **ABSTRAK**

### **OPTIMALISASI TEBAL PERKERASAN PADA PEKERJAAN PELEBARAN JALAN DENGAN METODE MDPJ 02/M/BM/2013 DAN PT T-01-2002-B**

**Oleh**

**ANDRIANSYAH**

Setiap tahun pemerintah mengeluarkan anggaran yang besar untuk pengembangan sarana dan prasarana transportasi, terutama dalam pengembangan transportasi darat dengan melakukan penambahan kapasitas jalan raya. Penambahan kapasitas ini dilakukan dengan melakukan pelebaran jalan terutama pada jalan-jalan yang tidak dapat lagi menampung volume kendaraan ataupun jalan-jalan yang diprediksi akan dilalui oleh volume kendaraan yang tinggi. Untuk itu dibutuhkan solusi desain tebal perkerasan didasarkan pada analisis biaya umur layanan (*discounted*) termurah dan pertimbangan sumber daya konstruksi dengan desain *life cycle cost* yang minimum.

Penelitian ini dilakukan di Jalan A. H. Nasution pada ruas Metro - Gedung Dalam. Dalam menentukan tebal perkerasan lentur, penelitian ini menggunakan metode “Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013”, “Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B” dan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987. Setelah itu dilakukan analisis untuk memprediksi kerusakan jalan yang akan datang selama umur rencana atau *life cycle design* berdasarkan nilai IRI. Dari hasil perencanaan *life cycle design* ini dikembangkan untuk mendapatkan jenis perkerasan yang terbaik berdasarkan analisis biaya siklus hidup (*life cycle cost analysis*).

Dari analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa biaya siklus hidup untuk metode MDPJ 02/M/BM/2013 sebesar Rp 27.762.722.989,75; metode Bina Marga Pt T-01-2002-B sebesar Rp 32.643.124.163,76 dan metode Bina Marga 1987 sebesar Rp 33.904.014.800,76. Desain dengan biaya konstruksi awal terendah yaitu perkerasan dengan metode Bina Marga Pt T-01-2002-B, sedangkan desain dengan biaya siklus hidup terendah adalah perkerasan dengan metode MDPJ 02/M/BM/2013 yang merupakan tebal perkerasan yang paling optimal.

Kata kunci : perkerasan lentur, *life cycle cost*, *life cycle design*, IRI

**OPTIMALISASI TEBAL PERKERASAN  
PADA PEKERJAAN PELEBARAN JALAN DENGAN  
METODE MDPJ 02/M/BM/2013 DAN PT T-01-2002-B**

**Oleh  
ANDRIANSYAH**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi

**: OPTIMALISASI TEBAL PERKERASAN  
PADA PEKERJAAN PELEBARAN JALAN  
DENGAN METODE MDPJ 02/M/BM/2013  
DAN PT T-01-2002-B**

Nama Mahasiswa

**: Andriansyah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1215011012

Jurusan

**: Teknik Sipil S-1**

Fakultas

**: Teknik**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**Ir. Priyo Pratomo, M.T.**  
NIP 19530926 198503 1 003

  
**Ir. Hadi Ali, M.T.**  
NIP 19570619 198903 1 002

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**

  
**Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19700915 199503 1 006

## **MENGESAHKAN**

**1. Tim Pengaji**

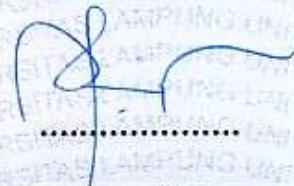
Ketua

: **Ir. Priyo Pratomo, M.T.**



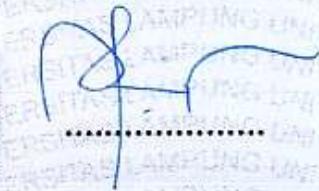
Sekretaris

: **Ir. Hadi Ali, M.T.**



Pengaji

Bukan Pembimbing : **Ir. Dwi Herianto, M.T.**



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Prof. Dr. Drs. Suharno, M.Sc.**

NIP 19620717 198703 1 002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 April 2016**

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya juga menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila terdapat pernyataan tidak sesuai, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Maret 2016



## **RIWAYAT HIDUP**



Penulis dilahirkan di Bandung, Jawa Barat pada tanggal 22 Agustus 1994 sebagai anak keempat dari lima bersaudara pasangan Drs.Ahyak Toha dan Anita,S.Pd.

Penulis menempuh pendidikan dini di Taman Kanak-Kanak (TK) Dewi Asri Bandung yang diselesaikan pada tahun 2000, Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Perumnas Way

Halim yang diselesaikan pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 29 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2009, Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 5 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan.

Penulis telah melakukan Praktik Kerja pada Proyek Pembangunan Hotel Whiz Prime Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Muara Tembulih, Kecamatan Ngambur, Kabupaten Pesisir Barat selama 60 hari pada periode Juli-September 2015. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul

Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan Dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan Pt T-01-2002-B.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung sebagai anggota Bidang Dana dan Usaha Masa Bakti 2013-2014 dan sebagai Kepala Divisi Advokasi Masa Bakti 2014-2015. Penulis pernah mengikuti Lomba Desain Nasional "*Integrated Green Parking Area*" dalam *Civil One Week Festival* (2nd Confest) Universitas Bangka Belitung pada tahun 2015 dan menjadi juara pertama.

# **Persembahan**

*Dengan segala rasa syukur, skripsi ini kupersembahkan untuk*

*Ayahandaku tecinta Drs. Abiyak Taha*

*Ibundaku tercinta Anita S.Pd.*

*Kakak-kakakku tercinta Arief Ginanjar Kusuma Atmaja, S.E., Akt.*

*Adi Atmadilaga, S.T. dan Andi Darmawijaya, S.E.*

*Adikku tersayang Muhammad Rahman*

*Serta sahabat-sahabat baikku angkatan 2012 dan Keluarga Besar Teknik*

*Sipil Universitas Lampung.*

# MOTO

"Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri".

(Q.S. Ar Rad 13:11)

"Kalau tidak pernah berjuang sampai akhir, kita tidak akan pernah melihatnya walau sudah ada di depan mata."

(Marshal D. Teach)

"Ketika dunia ternyata jahat padamu, maka kau harus menghadapinya. Karena tidak seorangpun yang akan menyelamatkanmu jika kau tidak berusaha."

(Roronoa Zoro)

"Keajaiban hanya akan datang pada mereka yang memiliki tekad pantang menyerah."

(Emporio Ivankov)

## **SANWACANA**

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan Dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan Pt T-01-2002-B. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat akademis untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama proses pembuatan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Priyo Pratomo, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi yang telah membimbing saya dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Hadi Ali, M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi yang telah membimbing saya dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Dwi Herianto, M.T., selaku Dosen Penguji skripsi yang telah membimbing saya dalam seminar skripsi.

6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan.
7. Sahabat-sahabat seperjuangan, Teknik Sipil Universitas Lampung angkatan 2012, Risqon, Danu, Bagus, Restu, Pras, Ratna, Eddy, Laras, Flo, Tiara, Memed, Sherly, Susi, Vidya, Yana, Arya, Faizin, Martha, Tiffany, Selvia, Gobel, Giwa, Hedi, Mawan, Makise, Entong, Lutfi, Naufal, Adit, Santo, Udin, Oktario, Taha, Arga, Philipus, Yota, Yance, Iduy, George, Lexono, Cukong, Fita, Icha, Ikko, Della, Rizca, Milen, Lidya, Windy, Meutia, Dea, Vera, Meri, Tasya, Respa, Amor, Feby, Tyka, Zaina, Setiana, Cindy, Rahmi, Aini, Hasna, Mutya, Ara, Ratih, Dita, Cipus, Made, Ancha, Robby, Soleh, Ical, Abi, Abdul, Afif, Idoy, Datra, Edwin, Fadli, Deddy, Fajar, Basir, Yuda, Cileng, Taun, Anugrah, Anjar, Rio, Tristia, Victor, Wiwid dan Yogi.
8. Kyay, atau dan adik-adik Teknik Sipil Universitas Lampung penghuni kantin Macan, Vegas dan KTP yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran dari dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 14 April 2016

Penulis,

**Andriansyah**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	iii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	v
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Perkerasan Lentur .....	5
B. Kriteria Konstruksi Perkerasan Jalan .....	6
C. Struktur Perkerasan Lentur .....	7
D. Kriteria Perencanaan Perkerasan Lentur .....	9
E. Kondisi Jalan dan Efek Pemeliharaan .....	36
F. Analisis Biaya Siklus Hidup ( <i>Life Cycle Cost Analysis</i> ) .....	38
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Lokasi Penelitian .....	40
B. Pengumpulan Data .....	41
C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	42

**IV. PEMBAHASAN**

A. Data Perencanaan.....	46
B. Parameter Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur.....	50
C. Perhitungan Tebal Perkerasan.....	54
D. Perhitungan Nilai IRI Selama Umur Rencana .....	88
E. Analisis Biaya Siklus Hidup ( <i>Life Cycle Cost Analisys</i> ) .....	95
F. Pembahasan.....	106

**V. PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	108
B. Saran .....	109

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Penyebaran Beban Roda Melalui Lapisan Perkerasan Jalan.....	5
Gambar 2. Susunan Lapis Perkerasan Lentur Jalan Raya.....	7
Gambar 3. Korelasi Nilai DDT dan Nilai CBR .....	28
Gambar 4. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular .....	31
Gambar 5. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular .....	32
Gambar 6. <i>Life Cycle Design</i> pada Umur Rencana Jalan .....	39
Gambar 7. <i>Life Cycle Cost</i> pada Umur Rencana Jalan .....	39
Gambar 8. Lokasi Penelitian.....	40
Gambar 9. Foto Lokasi Ruas Jalan Metro - Gedung Dalam .....	41
Gambar 10. Diagram Alir Penelitian .....	45
Gambar 11. Tipe Jalan 2/2 UD .....	49
Gambar 12. Potongan Melintang Jalan .....	49
Gambar 13. Grafik Penentuan CBR Desain untuk Tanah Dasar .....	52
Gambar 14. Struktur Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2013 .....	61
Gambar 15. Penentuan Nilai Modulus Elastisitas Pada <i>Base</i> .....	69
Gambar 16. Penentuan Nilai Modulus Elastisitas Pada <i>Subbase</i> .....	70
Gambar 17. Struktur Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2002 .....	74
Gambar 18. Penentuan Nilai DDT Lapis Pondasi ( <i>Base</i> ) .....	84
Gambar 19. Penentuan Nilai DDT Lapis Pondasi Bawah ( <i>Subbase</i> ) .....	85

Gambar 20. Penentuan Nilai DDT Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ).....	85
Gambar 21. Struktur Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 1987 .....	87
Gambar 22. Nilai IRI Sebelum dan Sesudah Penanganan dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 .....	92
Gambar 23. Nilai IRI Sebelum dan Sesudah Penanganan dengan Metode Bina Marga Pt T-01-2002-B.....	93
Gambar 24. Nilai IRI Sebelum dan Sesudah Penanganan dengan Metode Bina Marga 387/KPTS/1987 .....	93
Gambar 25. Proses Rekonstruksi pada Jalan Soekarno-Hatta tahun 2015 .....	94

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Baru .....	10
Tabel 2. Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan dengan Lalu Lintas Rendah.....	11
Tabel 3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum untuk Desain .....	12
Tabel 4. Faktor Distribusi Lajur.....	13
Tabel 5. Faktor Regional (FR) .....	13
Tabel 6. Rekomendasi Tingkat Reliabilitas untuk Berbagai Klasifikasi Jalan .....	14
Tabel 7. Nilai Penyimpangan Normal Standar ( <i>Standard Normal Deviate</i> ) untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu .....	15
Tabel 8. Nilai VDF Standar .....	17
Tabel 9. Pemilihan Jenis Perkerasan.....	22
Tabel 10. Bagan Desain 3 (Desain Perkerasan lentur Opsi Biaya Minimum Termasuk CTB) .....	23
Tabel 11. Bagan Desain 3A (Desain Perkerasan Lentur Alternatif) .....	25
Tabel 12. Bagan Desain 3A (Desain Perkerasan Lentur-Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir).....	26
Tabel 13. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana ( $IP_t$ ) .....	29
Tabel 14. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana ( $IP_0$ ) .....	29
Tabel 15. Koefisien Kekuatan Relatif.....	30

Tabel 16. Tebal Minimum Lapis Permukaan Berbeton Aspal dan Lapis Pondasi Agregat (inci).....	35
Tabel 17. Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Permukaan.....	35
Tabel 18. Klasifikasi Kendaraan .....	42
Tabel 19. Data LHR Berdasarkan Jenisnya .....	46
Tabel 20. Data CBR Tanah Dasar.....	47
Tabel 21. Dara CBR Tanah Dasar Terurut.....	50
Tabel 22. Faktor Distribusi Lajur (DL).....	52
Tabel 23. Nilai Indeks Permukaan Akhir ( $IP_t$ ) Yang Dipakai .....	53
Tabel 24. Nilai Indeks Permukaan Awal ( $IP_0$ ) Yang Dipakai .....	53
Tabel 25. Perhitungan LHR pada tahun 2015 .....	55
Tabel 26. Perhitungan LHR pada tahun 2021 .....	56
Tabel 27. Nilai VDF Standar .....	57
Tabel 28. Perhitungan nilai CESA tahun 2015-2020.....	58
Tabel 29. Perhitungan nilai CESA tahun 2021-2035.....	59
Tabel 30. Bagan Desain 3A (Desain Perkerasan Lentur-Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir).....	60
Tabel 31. Tebal Perkerasan dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013 .....	61
Tabel 32. Perhitungan LHR pada tahun 2015 .....	62
Tabel 33. Jenis Sumbu Kendaraan .....	63
Tabel 34. Berat Sumbu Rata-Rata Kendaraan .....	63
Tabel 35. Perhitungan ESAL Perhari.....	68
Tabel 36. Nilai Reabilitas Menurut Fungsi dan Klasifikasi Jalan.....	70

Tabel 37. Nilai Penyimpangan Normal Standar ( $Z_R$ ) Yang Dipakai .....	71
Tabel 38. Tebal Perkerasan dengan Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B .....	74
Tabel 39. Perhitungan LHR pada Tahun 2015.....	75
Tabel 40. Perhitungan LHR pada Tahun 2035.....	76
Tabel 41. Berat Sumbu Rata-Rata Kendaraan .....	77
Tabel 42. Perhitungan LEP .....	82
Tabel 43. Perhitungan LEA.....	83
Tabel 44. Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Komponen No. 387/KPTS/1987 .....	87
Tabel 45. Skenario Pemeliharaan Perkerasan Selama Umur Rencana .....	90
Tabel 46. Prediksi Nilai IRI Sebelum dan Sesudah Penanganan .....	91
Tabel 47. Biaya Konstruksi dengan Desain Bina Marga 2013 .....	95
Tabel 48. Biaya Konstruksi dengan Desain Bina Marga 2002 .....	99
Tabel 49. Biaya Konstruksi dengan Desain Bina Marga 387/KPTS/1987 .....	103
Tabel 50. Rekapitulasi Hasil Perencanaan Tebal Perkerasan .....	107
Tabel 51. Rekapitulasi Perhitungan Biaya Siklus Hidup .....	107

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pertumbuhan sarana dan prasarana transportasi sangat berpengaruh terhadap perkembangan bidang ekonomi, pendidikan, sosial, politik dan budaya suatu negara. Oleh karena itu sarana dan prasarana transportasi yang baik sangat dibutuhkan mengingat peranan yang sangat penting di dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu negara. Salah satu aspek penting dari perkembangan sarana dan prasarana transportasi adalah pembangunan jalan raya. Oleh karena itu, pembangunan jalan harus mendapatkan perhatian khusus dari pihak terkait.

Setiap tahun pemerintah mengeluarkan anggaran yang besar untuk pengembangan sarana dan prasarana transportasi, terutama dalam pengembangan transportasi darat dengan melakukan penambahan kapasitas jalan raya. Penambahan kapasitas ini dilakukan dengan melakukan pelebaran jalan terutama pada jalan-jalan yang tidak dapat lagi menampung volume kendaraan ataupun jalan-jalan yang diprediksi akan dilalui oleh volume kendaraan yang tinggi.

Pada umumnya perkerasan jalan di Indonesia menggunakan jenis perkerasan lentur, hal ini dikarenakan penggunaan perkerasan lentur lebih murah dibandingkan perkerasan kaku. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan

perkerasannya bersifat memikul dan menyebabkan beban lalu lintas tanah dasar. Suatu struktur perkerasan lentur biasanya terdiri atas beberapa lapisan bahan, di mana setiap lapisan akan menerima beban dari lapisan diatasnya, meneruskan dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan di bawahnya. Dalam proses perencanaan dan pembangunannya perkerasan lentur dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah prediksi pertumbuhan lalu lintas, anggaran biaya konstruksi dan periode penganggaran pembangunan.

Salah satu faktor yang berpengaruh pada pemilihan solusi desain tebal perkerasan adalah anggaran biaya konstruksi dan periode penganggaran pembangunan. Dengan demikian Pemilihan solusi desain tebal perkerasan didasarkan pada analisis biaya umur layanan (*discounted*) termurah dan pertimbangan sumber daya konstruksi dengan desain *life cycle cost* yang minimum.

Karena dalam pembangunan perkerasan jalan membutuhkan anggaran biaya konstruksi yang cukup besar, maka dengan membandingkan tebal perkerasan dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013, Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B dan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987 diharapkan didapatkan tebal perkerasan yang optimal di mana desain merupakan *life cycle cost* yang minimum, sehingga didapatkan alternatif solusi dari permasalahan tersebut.

## B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari desain teknis perkerasan pada penelitian ini adalah untuk menentukan tebal perkerasan lentur yang merupakan desain *life cycle cost* yang minimum dengan membandingkan metode “Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013”, “Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B” dan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987.

## C. Batasan Masalah

Penelitian yang berjudul “Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan Pt T-01-2002-B” ini dibatasi pada :

1. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) menggunakan data LHR ruas Jalan Metro - Gedung Dalam pada tahun 2014 yang didapat dari *Core Team* Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (Satker P2JN) Wilayah I Provinsi Lampung.
2. Menggunakan Umur Rencana (UR) sebesar 20 tahun.
3. Desain tebal perkerasan merupakan perkerasan lentur (*flexible pavement*).
4. Desain tebal perkerasan merupakan desain untuk pelebaran jalan (*widening*).
5. Menggunakan “Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/P/BM/2013”, “Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B” dan "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987".

6. Biaya konstruksi di dalam penelitian ini hanya membahas anggaran biaya konstruksi pada pelaksanaan pekerjaan *Sub Base*, *Base*, dan *Surface*.

#### **D. Manfaat Penelitian**

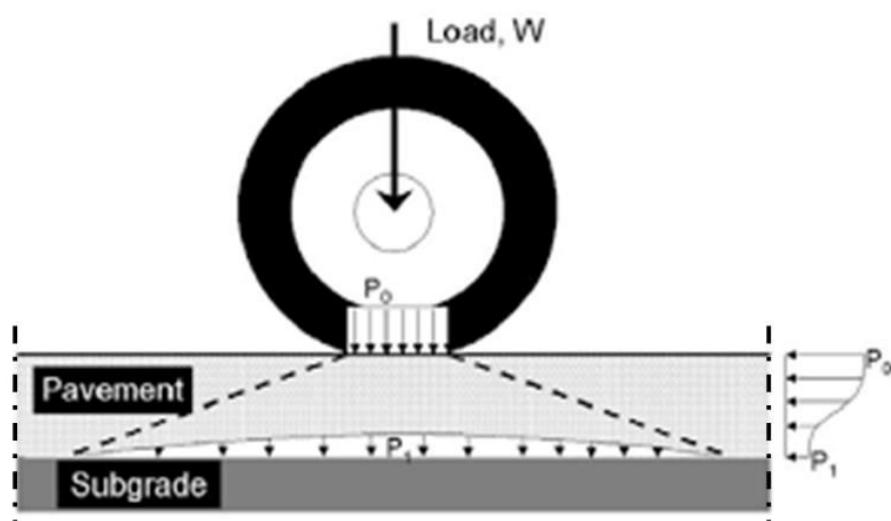
Manfaat dari penelitian yang berjudul “Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan Pt T-01-2002-B” ini antara lain :

1. Sebagai rekomendasi kepada dinas dan instansi terkait maupun praktisi di lapangan tentang perbedaan analisis biaya siklus hidup pekerjaan pelebaran jalan antara metode MDPJ 02/M/BM/2013, Pt T-01-2002-B dan 387-KPTS-1987.
2. Sebagai referensi desain perkerasan pada pelebaran ruas Jalan Metro - Gedung Dalam.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur adalah salah satu teknologi perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapisan yang dihamparkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban kendaraan dan menyebarkannya ke lapisan yang ada di bawahnya. Beban kendaraan ini dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda yang berupa beban terbagi rata  $P_0$ . Beban tersebut akan diterima oleh lapisan permukaan dan akan disebarluaskan ke tanah dasar menjadi  $P_1$  yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1 (Tenriajeng, 2000).



Gambar 1. Penyebaran Beban Roda Melalui Lapisan Perkerasan Jalan

## B. Kriteria Konstruksi Perkerasan Jalan

Menurut Silvia Sukirman (1999) agar konstruksi perkerasan jalan dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan, maka perkerasan jalan harus memenuhi syarat-syarat tertentu, yaitu :

### 1. Syarat-Syarat Berlalu Lintas

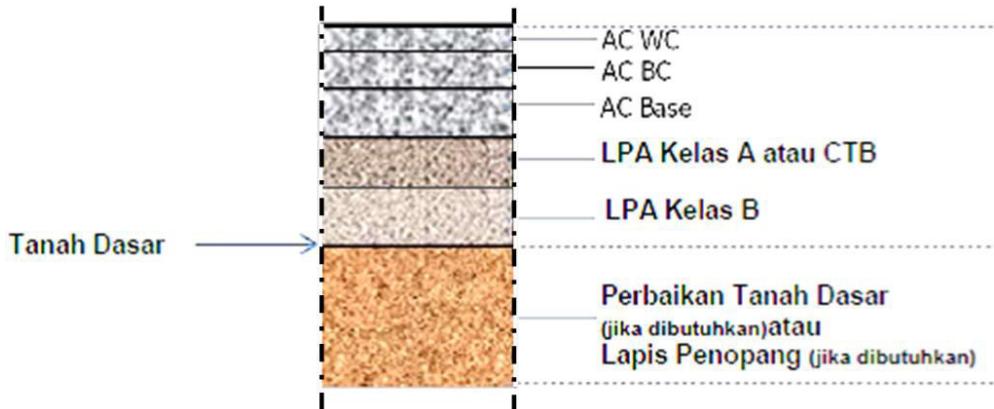
- a. Permukaan perkerasan jalan yang rata, tidak bergelombang, tidak terdapat lendutan dan tidak berlubang, sehingga menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.
- b. Permukaan perkerasan jalan yang cukup kaku, sehingga tidak mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- c. Permukaan perkerasan jalan cukup kesat dan memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan perkerasan jalan sehingga kendaraan tidak mudah mengalami selip.
- d. Permukaan perkerasan jalan tidak mengkilap dan sehingga tidak silau jika terkena sinar matahari.

### 2. Syarat-syarat kekuatan/struktural

- a. Ketebalan perkerasan yang cukup sehingga beban lalu lintas mampu disebarluaskan ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak meresap ke lapisan di bawahnya.
- c. Permukaan mampu mengalirkan air dengan mudah, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat dengan cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban lalu lintas yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti pada perkerasan jalan.

### C. Struktur Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri dari: lapis pondasi bawah (*subbase*), lapis pondasi (*base*), dan lapis permukaan (*surface*). Susunan lapis perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Susunan Lapis Perkerasan Lentur Jalan Raya

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013

## 1. Tanah Dasar

Sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan. Dalam Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B diperkenalkan modulus resilien (MR) sebagai parameter tanah dasar untuk perencanaan. Modulus resilien (MR) tanah dasar dapat ditentukan dari nilai CBR standar atau hasil tes *soil index*. MR dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

### Keterangan:

MR : Modulus Resilien tanah dasar

## **CBR : Californian Bearing Ratio**

## 2. Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah (*base*) merupakan bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak di atas tanah dasar dan di bawah lapis pondasi. Pada umumnya merupakan lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi atau lapisan tanah yang tidak distabilisasi.

Fungsi lapis pondasi bawah adalah :

- a. Sebagai bagian dari perkerasan untuk mendukung lapisan di atasnya dan menyebar beban lalu lintas.
- b. Penggunaan material yang relatif murah sehingga lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Mencegah masuknya tanah dasar ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapisan pertama yang menunjang agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.

## 3. Lapis Pondasi

Lapis pondasi (*subbase*) merupakan bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dapat dihampar di atas lapis pondasi bawah atau dihampar langsung di atas tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bagian konstruksi perkerasan jalan yang menahan dan menyalurkan beban lalu lintas.
- b. Sebagai perlakuan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan yang digunakan untuk lapis pondasi harus memiliki kekuatan dan keawetan yang cukup sehingga dapat menahan beban lalu lintas.

#### 4. Lapis permukaan

Lapis permukaan (*surface*) merupakan bagian struktur pekerasan lentur terdiri dari campuran agregat dan bahan pengikat (aspal) yang dihamparkan pada lapisan paling atas dan pada umumnya terletak di atas lapis pondasi.

Fungsi lapis permukaan antara lain :

- a. Sebagai bagian konstruksi perkerasan jalan untuk menahan dan menyalurkan beban lalu lintas.
- b. Sebagai lapisan tidak yang tembus air untuk melindungi perkerasan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

### **D. Kriteria Perencanaan Perkerasan Lentur**

Di dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013, Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B dan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987, dijelaskan tentang kriteria yang digunakan dalam penentuan tebal perkerasan lentur antara lain :

#### 1. Umur Rencana (UR)

Umur Rencana merupakan umur perkerasan dalam tahun yang dihitung dari saat jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan rekonstruksi atau dianggap membutuhkan lapis permukaan yang baru (Bina Marga, 2002).

Umur Rencana untuk perkerasan jalan yang baru bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	UR (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir dan Cement treated based	20
	Pondasi jalan	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
Perkerasan Kaku	Cement treated based	
Jalan Tanpa Penutup	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	Minimal 10
	Semua elemen	

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013

## 2. Volume Lalu Lintas

Perhitungan volume lalu lintas berdasarkan pada survey faktual. Untuk keperluan desain perkerasan jalan, volume lalu lintas bisa didapatkan dari :

1. Survey lalu lintas, dilakukan dengan durasi minimal  $7 \times 24$  jam. Survey mengacu pada Pedoman Survey Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual Pd T-19-2004-B atau menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil survey lalu lintas sebelumnya.
3. Untuk jalan yang memiliki lalu lintas rendah dapat menggunakan perkiraan volume lalu lintas dari Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan dengan Lalu Lintas Rendah

Deskripsi Jalan	LHRT dua arah	Kend berat (% dari lalu lintas)	Umur Rencana (th)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Pertumbuhan lalu lintas kumulatif	Kelompok Sumbu/ Kendaraan Berat	Kumulatif HVAG	ESA/HVAG (overloaded)	Lalin desain Indikatif (Pangkat 4) Overloaded
Jalan desa minor dg akses kendaraan berat terbatas	30	3	20	1	22	2	14.454	3,16	4,5 x 104
Jalan kecil 2 arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	7 x 104
Jalan lokal	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	8 x 105
Akses lokal daerah industri atau quarry	500	8	20	3,5	28,2	2,3	473.478	3,16	1,5 x 106
Jalan kolektor	2000	7	20	3,5	28,2	2,2	1.585.122	3,16	5 x 106

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013

### 3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas diperoleh dari data-data pertumbuhan lalu lintas sebelumnya atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lalu lintas lain yang valid, bila tidak ada data pertumbuhan lalu lintas maka digunakan nilai minimum pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum untuk Desain

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

---

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013

Untuk menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana digunakan rumus sebagai berikut:

## Keterangan :

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i : tingkat pertumbuhan tahunan (%)

UR : umur rencana (tahun)

#### 4. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Beban lalu lintas rencana pada setiap lajur tidak boleh melebihi kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur berdasarkan kepada Permen PU No.19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan Rasio Volume Kapasitas (RVK). Kapasitas lajur maksimum berdasarkan pada MKJI. Faktor Distribusi Lajur dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor Distribusi Lajur

Jumlah lajur per arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013

### 5. Faktor Regional

Kondisi lapangan mencakup permeabilitas tanah, drainase, kelandaian serta persentase kendaraan berat dan kendaraan yang berhenti, sedangkan kondisi iklim mencakup rata-rata curah hujan per tahun. Untuk melihat faktor regional dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor Regional (FR)

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

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. 387-KPTS-1987

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.

## 6. Reabilitas

Reliabilitas merupakan upaya untuk memperhitungkan derajat kepastian ke dalam perencanaan untuk mendapatkan bermacam-macam alternatif perencanaan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Reliabilitas memperhitungkan kemungkinan-kemungkinan adanya variasi perkiraan lalu-lintas ( $W_{18}$ ) dan memberikan tingkat reliabilitas (R) di mana perkerasan jalan akan bertahan selama umur rencana. Pada umumnya, meningkatnya volume lalu lintas dan kesulitan untuk mengalihkan lalu lintas, resiko kinerja yang tidak diharapkan harus ditekan. Masalah ini dapat diselesaikan dengan mengambil tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tabel 6 menunjukkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk beberapa klasifikasi jalan.

Tabel 6. Rekomendasi Tingkat Reliabilitas untuk Berbagai Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas (%)	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B

Reliabilitas perencanaan dikontrol dengan faktor reliabilitas yang dikalikan dengan prediksi lalu-lintas ( $W_{18}$ ) selama umur rencana untuk mendapatkan prediksi kinerja ( $W_t$ ). Dalam persamaan desain untuk perkerasan lentur, reliabilitas (R) dikonfersikan menjadi parameter penyimpangan normal standar (ZR). Tabel 7 memperlihatkan nilai ZR untuk reliabilitas tertentu.

Tabel 7. Nilai Penyimpangan Normal Standar (*Standard Normal Deviate*) untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu.

Reabilitas, R (%)	<i>Standar normal deviate, ZR</i>
50	0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B

Konsep reabilitas harus memperhatikan langkah-langkah berikut ini :

1. Mendefinisikan kelas fungsional jalan dan menentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Memilih tingkat reliabilitas yang ditunjukkan pada Tabel 6.
3. Standar deviasi ( $S_0$ ) harus dipilih berdasarkan kondisi setempat. Rentang nilai  $S_0$  adalah 0,40 – 0,50.

## 7. Faktor Ekivalen Beban

Faktor ekivalen beban sumbu kendaraan menyatakan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton.

a. Bina Marga 1987

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

$$\text{Sumbu single} = \left( \frac{\text{Beban satu sumbu}}{8,16} \right)^4 \dots \dots \dots \quad (2.3)$$

$$\text{Sumbu ganda} = 0,086 \left( \frac{\text{Beban satu sumbu}}{8,16} \right)^4 \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

$$\text{Sumbu triple} = 0,053 \left( \frac{\text{Beban satu sumbu}}{8,16} \right)^4 \dots \quad (2.5)$$

b. Bina Marga 2002

Nilai Angka Ekivalen Beban Sumbu (E) yang digunakan oleh NAASRA, Australia, dengan formula berikut ini :

$$\text{Sumbu tunggal, roda tunggal} = \left( \frac{\text{Beban satu sumbu}}{5,40} \right)^4 \dots \dots \dots \quad (2.6)$$

$$\text{Sumbu ganda, roda ganda} = \left( \frac{\text{Beban satu sumbu}}{13,76} \right)^4 \dots \dots \dots \quad (2.8)$$

$$\text{Sumbu triple, roda ganda} = \left( \frac{\text{Beban satu sumbu}}{18,45} \right)^4 \dots \dots \dots \quad (2.9)$$

c. Bina Marga 2013

Perhitungan beban lalu lintas sangatlah penting. Beban lalu lintas dapat diperoleh dari :

- Jembatan timbang khusus untuk ruas jalan yang didesain.
- Studi jembatan timbang yang telah pernah dilakukan sebelumnya.
- Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Marga.
- Apabila tidak ada data *Vehicle Damage Factor* (VDF), maka dapat digunakan nilai VDF pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai VDF Standar

No	Klas	Jenis	Sumbu	VDF Pangkat 4	VDF Pangkat 5
1	1	Sepeda Motor	1,1	0,00	0,00
2	2.3.4	Sedan/Angkot/pickup/station wagon	1,1	0,00	0,00
3	5.a	Bus Kecil	1,2	0,30	0,20
4	5.b	Bus Besar	1,2	1,00	1,00
5	6,1	Truk 2 Sumbu Cargo Ringan	1,1	0,30	0,20
6	6,2	Truk 2 Sumbu Ringan	1,2	0,80	0,80
7	7,1	Truk 2 Sumbu Cargo Sedang	1,2	0,70	0,70
8	7,2	Truk 2 Sumbu Sedang	1,2	1,60	1,70
9	8,1	Truk 2 Sumbu Berat	1,2	0,90	0,80
10	8,2	Truk 2 Sumbu Berat	1,2	7,30	11,20
11	9,1	Truk 3 Sumbu Ringan	1,22	7,60	11,20
12	9,2	Truk 3 Sumbu Sedang	1,22	28,10	64,40
13	9,3	Truk 3 Sumbu Berat	1.1.2	28,90	62,20
14	10	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	1.2-2.2	36,90	90,40
15	11	Truk 4 Sumbu-Trailer	1.2 - 22	13,60	24,00
16	12	Truk 5 Sumbu-Trailer	1.22-22	19,00	33,20
17	13	Truk 5 Sumbu-Trailer	1.2-222	30,30	69,70
18	14	Truk 6 Sumbu-Trailer	1.22-222	41,60	93,70

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

## 8. Lintas Ekivalen Rencana

Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

## Keterangan:

LEP : Lintas ekivalen permulaan umur rencana

LHR : Lintas harian rata-rata dalam 1 tahun

C : Koefisien distribusi kendaraan

E : Angka ekivalen sumbu kendaraan

Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

## Keterangan:

LEA : Lintas ekivalen akhir umur rencana

LHR : Lintas harian rata-rata dalam 1 tahun

C : Koefisien distribusi kendaraan

E : Angka ekivalen sumbu kendaraan

i : Perkembangan lalu lintas

Lintas Ekivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

## Keterangan:

LET : Lintas ekivalen tengah

LEP : Lintas ekivalen permulaan umur rencana

LEA : Lintas ekivalen akhir umur rencana

Lintas Ekivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

## Keterangan:

LEP : Lintas ekivalen rencana

LET : Lintas ekivalen tengah

UR : Umur rencana

## 9. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana ( $W_{18}$ ) diberikan dalam bentuk kumulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan nilai lalu lintas pada lajur rencana dapat digunakan rumus berikut ini :

## Keterangan :

ESAL : Perhitungan Repetisi Beban Lalu Lintas

E : Angka ekivalen beban kendaraan

LHRI : Lalu Lintas Harian Rata-rata 15

DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur

**W<sub>18</sub>** : Beban gandar standar kumulatif untuk dua arah

#### 10. Beban Gandar Standar Kumulatif

Lalu-lintas yang digunakan dalam perencanaan perkerasan lentur dalam pedoman ini adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Nilai ini dihasilkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif selama

setahun ( $W_{18}$ ) dengan faktor pertumbuhan lalu lintas (*traffic growth*).

Beban Gandar Standar Kumulatif ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

## Keterangan :

$W_t$  : Jumlah beban gandar standar kumulatif

R : Faktor kenaikan lalu lintas

**W<sub>18</sub>** : Jumlah beban gandar standar selama satu tahun

### **11. Cumulative Equivalent Standard Axles (CESA)**

*Cumulative Equivalent Standard Axles* (CESA) merupakan jumlah beban sumbu lalu lintas rencana pada lajur desain selama umur rencana.

*Cumulative Equivalent Standard Axles* (CESA) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{ESA}_4 = (\Sigma \text{ jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF}) \times \text{DD} \dots \quad (2.17)$$

## Keterangan :

ESA<sub>4</sub> : Lintasan sumbu standar ekivalen untuk 1 (satu) hari

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

CESA<sub>4</sub> : Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana

DD : Faktor distribusi arah

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

### 12. Traffic Multiplier (TM)

*Traffic Multiplier* (TM) lapisan aspal untuk kondisi pembebahan yang berlebih (*overloaded*) di Indonesia berkisar 1,8 - 2. Nilai ini berbeda-beda tergantung dari beban berlebih (*overloaded*) pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk. Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk perencanaan perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai *Traffic Multiplier* (TM) untuk mendapatkan nilai CESA<sub>5</sub>

$$\text{CESA}_5 = (\text{TM} \times \text{CESA}_4) \dots \quad (2.19)$$

## Keterangan :

## CESA : Cumulative Equivalent Standard Axles

**TM** : *Traffic Multiplier*

### Catatan :

- a. Pangkat 4 digunakan untuk bagandesain pelaburan tipis (Burda) dan perkerasan tanpa penutup.
  - b. Pangkat 5 digunakan untuk perkerasan lentur.
  - c. desain perkerasan kaku membutuhkan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat dan bukan nilai CESA.
  - d. Nilai TM dibutuhkan hanya untuk desain dengan CIRCLY.

### 13. Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan yang akan digunakan harus didasarkan pada estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Batasan yang ditunjukkan dalam Tabel 9 bukanlah batasan yang absolut, desainer juga harus memperhitungkan biaya selama umur pelayanan, batasan dan

kepraktisan konstruksi. Aternatif di luar solusi desain berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 harus didasarkan pada biaya umur pelayanan *discounted* terendah.

Tabel 9. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA20 tahun (juta) (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	4 – 10	10 – 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal $\geq$ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1,2			
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013



Solusi yang diutamakan (lebih murah)  
Alternatif (lihat catatan)

Keterangan:

- 1) Kontraktor kecil - medium
- 2) Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai
- 3) Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – dibutuhkan kontraktor spesialis Burda

Tabel 10. Bagan Desain 3 (Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Termasuk CTB)

	STRUKTUR PERKERASAN										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8			
	Lihat desain 5 & 6				Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif lebih murah <sup>3</sup>						
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain(pangkat 5) ( $10^6$ CESAs <sub>5</sub> )	< 0,5	0,5 – 2,0	2,0 – 4,0	4,0 - 30	30 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500			
Jenis permukaan berpengikat	HRS, SS, atau Penmac	HRS (6)			AC <sub>c</sub> atau AC <sub>f</sub>	AC <sub>c</sub>					
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah	Lapis Pondasi Berbutir A			Cement Treated base (CTB) (= cement treated base A )							
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)											
HRS WC	30	30	30								
HRS Base	35	35	35								
AC WC				40	40	40	50	50			
Lapisan beraspal				135	155	185	220	280			
CTB atau LPA Kelas A	CTB <sup>4</sup>				150	150	150	150			
	LPA Kelas A <sup>2</sup>				150	150	150	150			
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR >10%	150	125	125								

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

Catatan :

- 1) Ketentuan-ketentuan struktur Pondasi Bagan Desain 2 juga berlaku.
- 2) Ukuran Gradasi LPA nominal maksimum harus 20 mm untuk tebal lapisan 100 – 150 mm atau 25 mm untuk tebal lapisan 125 – 150 mm.
- 3) Pilih Bagan 4 untuk solusi perkerasan kaku untuk *life cycle cost* yang rendah.
- 4) Hanya kontraktor yang cukup berkualitas dan memiliki akses terhadap peralatan yang sesuai dan keahlian yang diijinkan melaksanakan pekerjaan CTB. LMC dapat digunakan sebagai pengganti CTB untuk pekerjaan di area sempit atau jika disebabkan oleh ketersediaan alat.
- 5) AC BC harus dihampar dengan tebal padat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm.
- 6) HRS tidak dapat digunakan pada daerah pemukiman dengan lalu lintas 1 juta ESA<sub>4</sub>. Lihat Bagan Desain 3A untuk alternatif.

Tabel 11. Bagan Desain 3A (Desain Perkerasan Lentur Alternatif)

	STRUKTUR PERKERASAN										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8			
	Lihat desain 5 & 6				Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif lebih murah <sup>3</sup>						
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain(pangkat 5) ( $10^6$ CESAs)	< 0,5	0,5 – 2,0	2,0 – 4,0	4,0 - 30	30 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500			
Jenis permukaan berpengikat	HRS, SS, atau Penmac	HRS (6)			ACc atau ACf	AC c					
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah	Lapis Pondasi Berbutir A			Cement Treated base (CTB) (= cement treated base A )							
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)											
HRS WC	30	30	30								
HRS Base	35	35	35								
AC WC				40	40	40	50	50			
Lapisan beraspal				135	155	185	220	280			
CTB atau LPA Kelas A	CTB <sup>4</sup>				150	150	150	150			
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR >10%	LPA Kelas A <sup>2</sup>	150	250	250	150	150	150	150			

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

Catatan : desain 3A hanya digunakan jika HRS atau CTB sulit untuk dilaksanakan, namun untuk desain perkerasan lentur tetap lebih mengutamakan desain menggunakan desain 3.

Tabel 12. Bagan Desain 3A (Desain Perkerasan Lentur-Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir)

Solusi yang dipilih	STRUKTUR PERKERASAN								
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun di lajur rencana (pangkat 5) ( $10^6$ CESAs)	1 - 2	2 - 4	4 - 7	7 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC binder	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	1	2	2	3	3	3	3	3

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

Catatan:

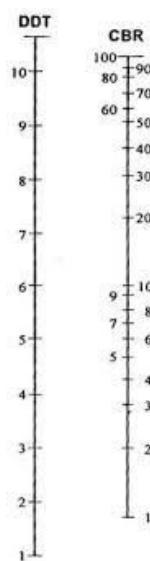
- 1) FF1 atau FF2 harus lebih diutamakan daripada solusi F1 dan F2 atau dalam situasi jika HRS berpotensi *rutting*.
- 2) FF3 akan lebih efektif biaya relatif terhadap solusi F4 pada kondisi tertentu .
- 3) CTB dan pilihan perkerasan kaku dapat lebih efektif biaya tapi dapat menjadi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia. Solusi dari FF5-FF9 dapat lebih praktis daripada solusi Bagan desain 3 untuk situasi konstruksi tertentu. Contoh jika perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi tidak praktis : pelebaran perkerasan lentur eksisting atau diatas tanah yang berpotensi konsolidasi atau pergerakan tidak seragam (pada perkerasan kaku) atau jika sumber daya kontraktor tidak tersedia.
- 4) Faktor reliabilitas 80% digunakan untuk solusi ini.
- 5) Bagan Desain 3A digunakan jika HRS atau CTB sulit untuk diimplementasikan. Untuk desain perkerasan lentur, lebih diutamakan menggunakan Bagan Desain 3.

#### 14. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditentukan berdasarkan nilai CBR tanah dasar. Untuk mendapatkan nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dapat digunakan grafik korelasi pada Gambar 3. Nilai yang mewakili dari sejumlah nilai CBR dari hasil pengujian, ditentukan dengan cara berikut ini:

- a. Menentukan nilai CBR terendah.
- b. Menentukan banyaknya nilai CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.

- c. Nilai CBR dengan jumlah nilai yang sama atau lebih besar terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%.
- d. Membuat grafik hubungan antara nilai CBR dan persentase jumlah yang sama atau lebih besar.
- e. Nilai CBR rencana adalah nilai CBR yang didapat dari angka persentase 90%.



Gambar 3. Korelasi Nilai DDT dan Nilai CBR

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. 387-KPTS-1987

## 15. Indeks Permukaan

Indeks permukaan merupakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan jalan. Adapun beberapa IP beserta artinya dapat dilihat di bawah ini :

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

IP = 2,0 : tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

$IP = 1,5$  : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

$IP = 1,0$  : permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu-lintas kendaraan.

Untuk menentukan indeks permukaan pada akhir umur rencana ( $IP_t$ ), dapat digunakan Tabel 13 yang merupakan korelasi antara jenis jalan dengan jumlah lalu lintas pada akhir umur rencana.

Tabel 13. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana ( $IP_t$ )

Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas Hambatan
1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	–
1,5	1,5 – 2,0	2,0	–
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	–
–	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B

Untuk menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) dapat dilihat pada Tabel 14 yang merupakan korelasi antara jenis lapis permukaan,  $IP_0$  dan kekasaran perkerasan.

Tabel 14. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana ( $IP_0$ )

Jenis Lapis Perkerasan	$IP_0$	Kekasarhan (IRI, m/km)
<i>Asphalt Concrete</i>	$\geq 4$	$\leq 1,0$
	3,9 – 3,5	$> 1,0$
<i>Lasbutag</i>	3,9 – 3,5	$\leq 2,0$
	3,4 – 3,0	$> 2,0$
<i>Lapen</i>	3,4 – 3,0	$\leq 3,0$
	2,9 – 2,5	$> 3,0$

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B

### 16. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Untuk mendapatkan nilai koefisien kekuatan relatif (a) dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Koefisien Kekuatan Relatif

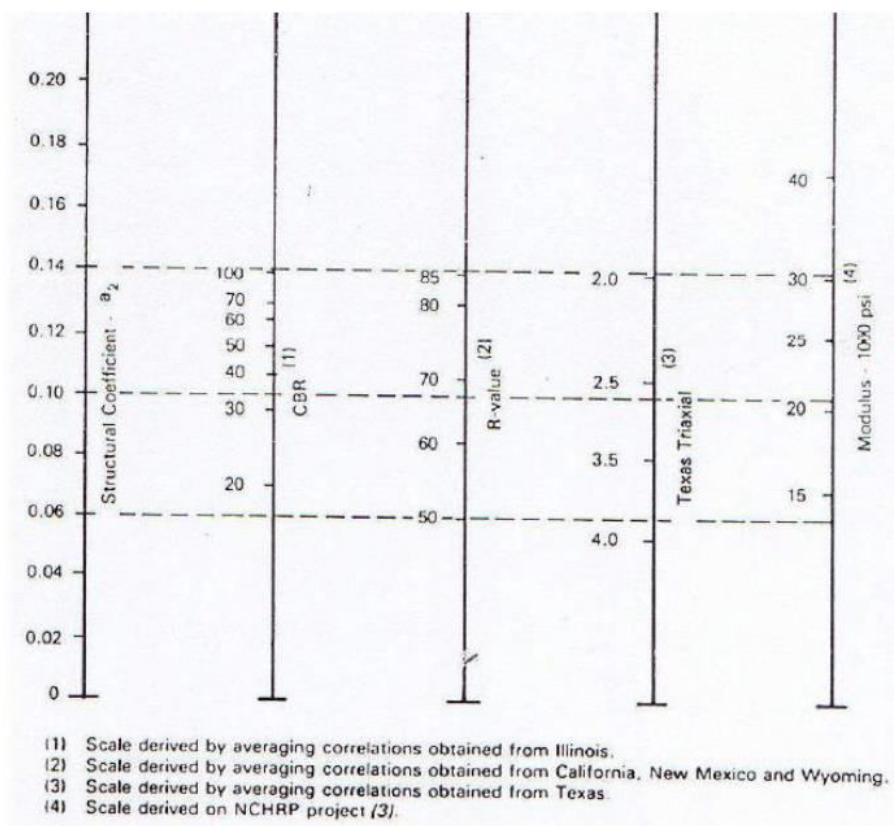
Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Asphalt Concrete
0,35	-	-	590	-	-	Asphalt Concrete
0,35	-	-	454	-	-	Asphalt Concrete
0,30	-	-	340	-	-	Asphalt Concrete
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	Lasbutag
0,26	-	-	340	-	-	Lasbutag
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	Laston Atas
-	0,24	-	340	-	-	Laston Atas
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,14	-	-	-	100	Batu Pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu Pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kpasiran

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. 387-KPTS-1987

## 17. Modulus Elastisitas Bahan

### 1) Lapis Pondasi Granular ( $a_2$ )

Modulus Elastisitas bahan lapis pondasi granular dapat ditentukan dengan melihat pada Gambar 4. Gambar 4 merupakan korelasi antara koefisien kekuatan relatif ( $a_2$ ), nilai CBR bahan dan Modulus Elastisitas bahan.

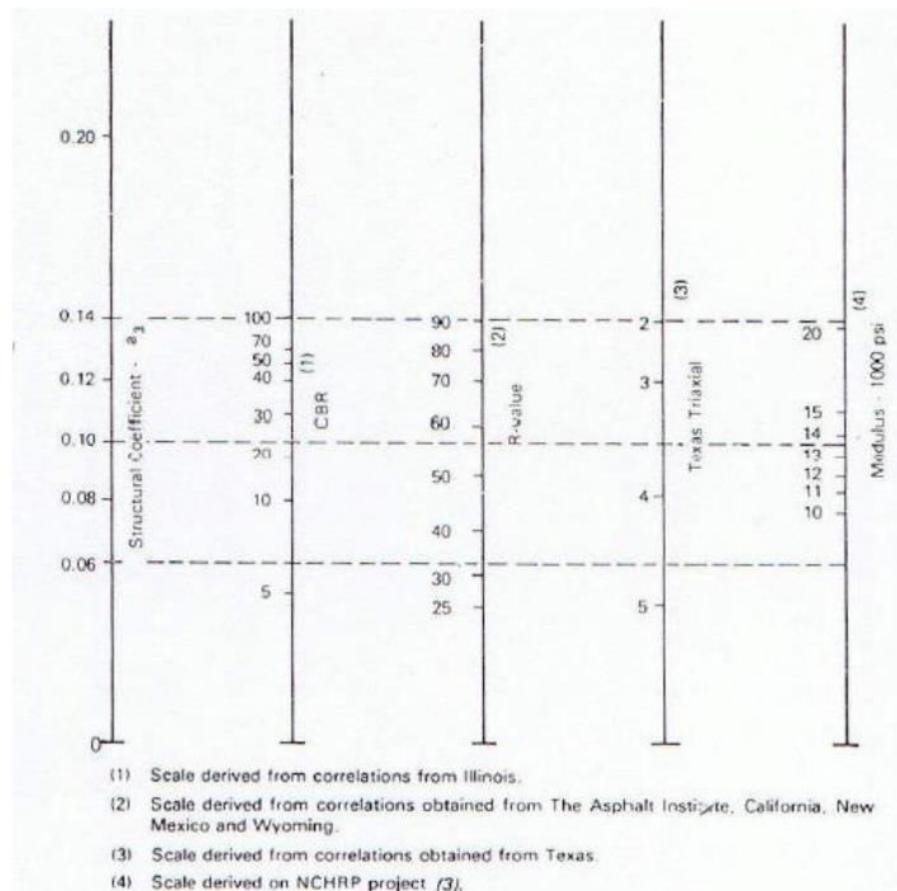


Gambar 4. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular  
Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B

### 2) Lapis Pondasi Bawah Granular ( $a_3$ )

Modulus Elastisitas bahan lapis pondasi granular dapat ditentukan dengan melihat pada Gambar 5. Gambar 5 merupakan korelasi antara

koefisien kekuatan relatif ( $a_3$ ), nilai CBR bahan dan Modulus Elastisitas bahan.



Gambar 5. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular  
Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B

#### 18. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) merupakan indeks yang diturunkan dari analisis lalu-lintas, kondisi tanah dasar, dan faktor lingkungan yang dikonversi menjadi tebal lapisan perkerasan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif untuk setiap jenis material yang digunakan sebagai lapis struktur perkerasan.

Untuk mendapatkan nilai ITP, bisa menggunakan rumus sesuai standar pedoman teknis jalan lentur (2002) di bawah ini :

$$\log(W_t) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log(ITP+1) - 0,20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f} \right]}{0,40 + \frac{1,004}{(ITP+1)^{5,19}}} + 2,32 \\ \times \log(M_R) - 8,07 \quad \dots \dots \dots \quad (2.20)$$

Keterangan :

$W_t$  : Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

$Z_R$  : Penyimpangan normal standar

$S_0$  : Standar deviasi

ITP : Indeks Tebal Perkerasan

$\Delta IP$  : Selisih Indeks Permukaan awal dan indeks Permukaan akhir

$IP_0$  : Indeks Permukaan awal

$IP_f$  : Indeks Permukaan jalan hancur

$M_R$  : Modulus Resilien Tanah Dasar

Sedangkan menurut Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987, Indeks Tebal Perkerasan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\log(LER \times 3650) = 9,36 \times \log(ITP+2,54) - 3,033 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta IP}{4,2-1,5} \right]}{0,40 + \frac{257,956,648}{(ITP+2,54)^{5,19}}} \\ + 0,372(DDT-3) + \log \left( \frac{1}{FR} \right) \quad \dots \dots \dots \quad (2.21)$$

Keterangan :

LER : Lintas ekivalen rencana

ITP : Indeks tebal perkerasan

## DDT : Daya dukung tanah dasar

FR : Faktor regional

Sedangkan nilai tebal perkerasan bisa didapat dari rumus :

## Keterangan :

## ITP : Indeks Tebal Permukaan

$a_1$  : Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan (*Surface*)

$d_1$  : Tebal lapis permukaan (*Surface*)

$a_2$  : Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas (*Base*)

$d_2$  : Tebal lapis pondasi atas (*Base*)

$a_2$  : Koefisien kekuatan relatif lapis

d. : Tebal lapis pondasi bawah (*Subbase*)

keefektifannya dari segi biaya konstruksi, pelaksanaan konstruksi, dan faktor pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan perencanaan yang kurang praktis. Tabel 16 memperlihatkan nilai tebal minimum untuk lapis permukaan berbeton aspal dan lapis pondasi agregat menurut Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B. Sedangkan Tabel 16 memperlihatkan nilai tebal perkerasan minimum menurut Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987.

Tabel 16. Tebal Minimum Lapis Permukaan Berbeton Aspal dan Lapis Pondasi Agregat (inci)

Lalu-lintas (ESAL)	Beton aspal		LAPEN		LASBUTAG		Lapis pondasi agregat	
	inci	cm	inci	cm	inci	cm	inci	cm
< 50.000 *)	1,0 *)	2,5	2	5	2	5	4	10
50.001 – 150.000	2,0	5,0	–	–	–	–	4	10
150.001 – 500.000	2,5	6,25	–	–	–	–	4	10
500.001 – 2.000.000	3,0	7,5	–	–	–	–	6	15
2.000.001 – 7.000.000	3,5	8,75	–	–	–	–	6	15
> 7.000.000	4,0	10,0	–	–	–	–	6	15

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B

Tabel 17. Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<b>1. Lapis Permukaan</b>		
< 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	Lasbutag, Laston
<b>2. Lapis Pondasi</b>		
< 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
	10	Laston Atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas
10 – 12,14	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
<b>3. Lapis Pondasi Bawah</b>		
Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm		

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. 387-KPTS-1987

#### **E. Kondisi Jalan dan Efek Pemeliharaan**

Kondisi jalan terbagi menjadi dua, yaitu kondisi fungsional dan kondisi struktural. Kondisi fungsional adalah ukuran kemampuan perkerasan jalan dalam melayani pengguna jalan pada suatu waktu tertentu, sedangkan kondisi struktural adalah ukuran kemampuan perkerasan untuk menanggung beban lalu lintas. Dalam mengukur kondisi fungsional jalan digunakan nilai *Present Serviceability Index* (PSI) dan *International Roughness Index* (IRI). Sedangkan dalam mengukur kondisi struktural jalan digunakan nilai lendutan perkerasan dan alur atau retak. (Rachmayati, 2014)

### **1. International Roughness Index (IRI)**

IRI adalah parameter kekasaran perkerasan jalan yang dihitung berdasarkan naik-turunnya permukaan jalan pada arah profil memanjang jalan dibagi dengan panjang permukaan jalan yang diukur (Paterson, 1987). Prediksi kenaikan nilai IRI atau kekasaran permukaan jalan pada perkerasan lentur dapat dihitung dengan menggunakan rumus Paterson, yang diambil dari World Banks berikut ini:

## Keterangan:

$R_{I_t}$  = Kekasaran pada waktu t (m/km)

$RI_0$  = Kekasaran awal (m/km)

SNC = *Structur Number Capacity*

$NE_t$  = Nilai ESAL pada saat t (juta ESAL/lajur)

m = koefisien iklim = 0,0235 (*wet, nonfreeze*)

Untuk menghitung *Structur Number Capacity* (SNC) digunakan rumus Paterson, yang diambil dari World Banks berikut ini:

## Keterangan:

SNC = *Structur Number Capacity*

$a_i$  = koefisien kekuatan bahan

$h_i$  = tebal lapisan perkerasan (mm)

$SN_{sg}$  = Kekuatan tanah dasar

**CBR = California Bearing Ratio**

## 2. Nilai Sisa Perkerasan

Nilai sisa perkerasan jalan adalah nilai struktur yang masih ada, dari sisa rencana umur perkerasan desain awal. Nilai sisa perkerasan ini tetap diperhitungkan, bila dilakukan pelapisan ulang (*overlay*) di atasnya. Metode yang banyak dipakai oleh Bina Marga pada pelaksanaan pelapisan ulang (*overlay*), adalah metode HRODI (*Hot Rolled Overlay Design in Indonesia*). Metode ini menambahkan tebal lapis ulang (*overlay*), dengan berdasarkan pada tujuan *pavement strengthening* dan *pavement shaping*. *Pavement strengthening* dimaksudkan untuk memberikan perkuatan baru, dan *pavement shaping* dimaksudkan untuk membentuk permukaan jalan yang rata sesuai syarat bentuk permukaan jalan dan kelandaian melintang jalan. (Saodang, 2005)

Tebal pelapisan tambahan (*overlay*) untuk memberikan *pavement strengthening* dihitung dengan rumus:

$$t = \frac{2,303 \log D - 0,408(1 - \log ESAL)}{0,08 - 0,013 \log ESAL} \dots \quad (2.26)$$

## Keterangan:

t = tebal perkerasan (cm)

D = Lendutan rencana (mm), dari Benkelman Beam

**ESAL = Equivalent Single Axle Load**

Sedangkan tebal pelapisan tambahan (*overlay*) untuk memberikan *pavement shaping* dihitung dengan rumus:

## Keterangan:

**t** = tebal perkerasan (cm)

$T_{min}$  = tebal perkerasan minimum (cm)

**RCI** = *Road Condition Index*

IRI = International Roughness Index (m/km)

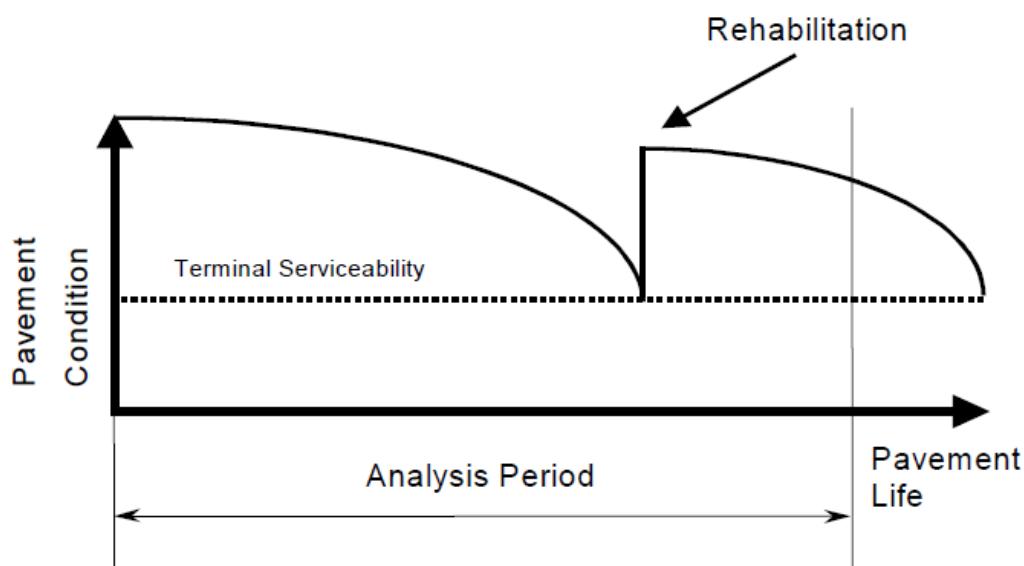
P = Lebar perkerasan (m)

$\Delta C$  = Perbedaan *Crossfall/Camber*

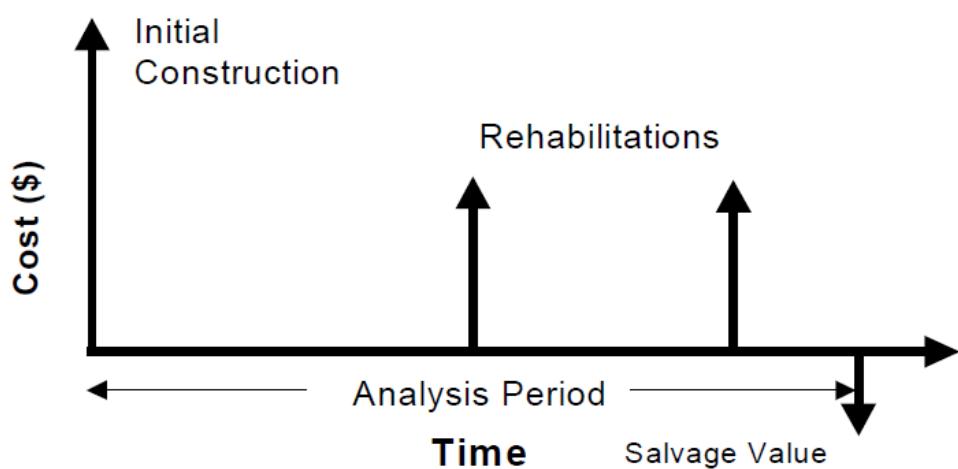
## F. Analisis Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost Analysis*)

Analisis biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost Analysis*) merupakan teknik analisis yang dibangun berdasarkan pada prinsip-prinsip ekonomi untuk mengevaluasi ekonomi jangka panjang yang efisien, yang digunakan sebagai

bahan pertimbangan dalam melakukan investasi. Menggabungkan investasi awal dan investasi masa yang akan datang (*agency cost*), biaya yang dikeluarkan oleh konsumen (*user cost*) dan biaya lainnya selama umur investasi. LCCA mencoba untuk mengidentifikasi nilai terbaik (biaya jangka panjang terendah yang memenuhi tujuan yang diinginkan) untuk pengeluaran investasi (FHWA, 1998). Skema biaya yang diperhitungkan di dalam biaya siklus hidup diperlihatkan dalam Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. *Life Cycle Design* pada Umur Rencana Jalan  
Sumber: Federal Highway Administration (1998)

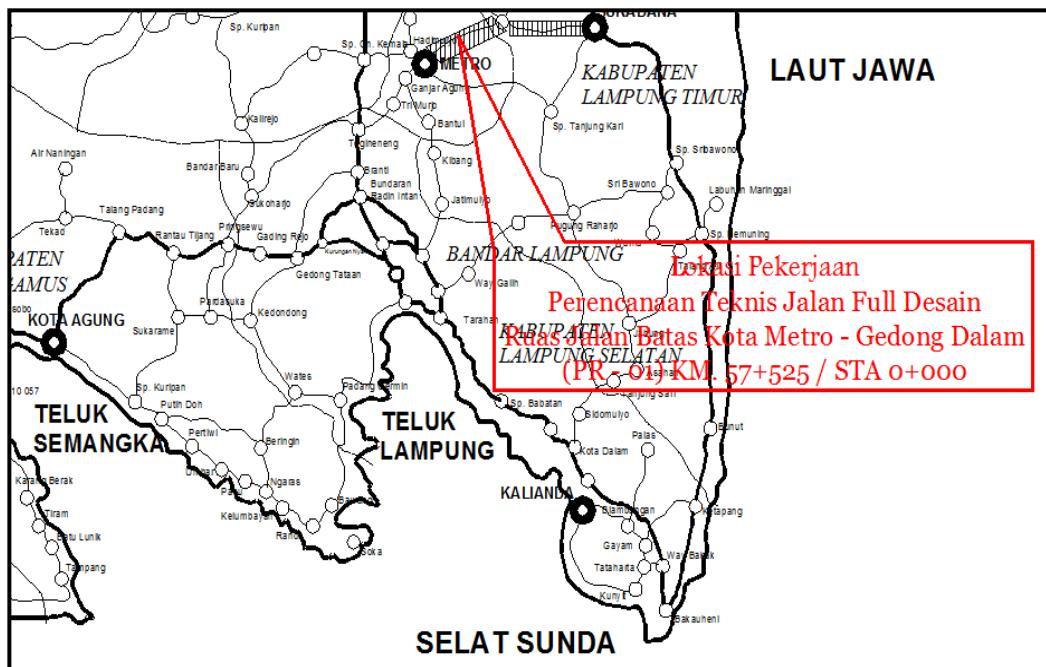


Gambar 7. *Life Cycle Cost* pada Umur Rencana Jalan  
Sumber: Federal Highway Administration (1998)

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada ruas Jalan Metro - Gedung Dalam tahun 2014 yang didapat dari *Core Team* Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (Satker P2JN) Wilayah I Provinsi Lampung yang berada di bawah naungan Dinas Bina Marga.



Gambar 8. Lokasi Penelitian



Gambar 9. Foto Lokasi Ruas Jalan Metro - Gedung Dalam

## B. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, peneliti hanya menggunakan satu jenis data yaitu data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber data yang sudah ada sebelumnya. Adapun data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

a. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) didapat dari *Core Team Wilayah I Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (Satker P2JN) Provinsi Lampung* yang berada di bawah naungan Dinas Bina Marga.

Tabel 18. Klasifikasi Kendaraan

No.	Kelas	Jenis Kendaraan	Sumbu
1	1	Sepeda Motor	1,1
2	2.3.4	Sedan/Angkot/pickup/station wagon	1,1
3	5.a	Bus Kecil	1,2
4	5.b	Bus Besar	1,2
5	6,1	Truk 2 Sumbu Cargo Ringan	1,1
6	6,2	Truk 2 Sumbu Ringan	1,2
7	7,1	Truk 2 Sumbu Cargo Sedang	1,2
8	7,2	Truk 2 Sumbu Sedang	1,2
9	8,1	Truk 2 Sumbu Berat	1,2
10	8,2	Truk 2 Sumbu Berat	1,2
11	9,1	Truk 3 Sumbu Ringan	1,22
12	9,2	Truk 3 Sumbu Sedang	1,22
13	9,3	Truk 3 Sumbu Berat	1.1.2
14	10	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	1.2-2.2
15	11	Truk 4 Sumbu-Trailer	1.2 - 22
16	12	Truk 5 Sumbu-Trailer	1.22-22
17	13	Truk 5 Sumbu-Trailer	1.2-222
18	14	Truk 6 Sumbu-Trailer	1.22-222

- b. CBR tanah dasar didapat dari *Core Team* Wilayah I Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (Satker P2JN) Provinsi Lampung yang berada di bawah naungan Dinas Bina Marga
- c. Harga satuan pekerjaan yang dikeluarkan oleh Dinas Bina Marga Lampung tahun 2014.

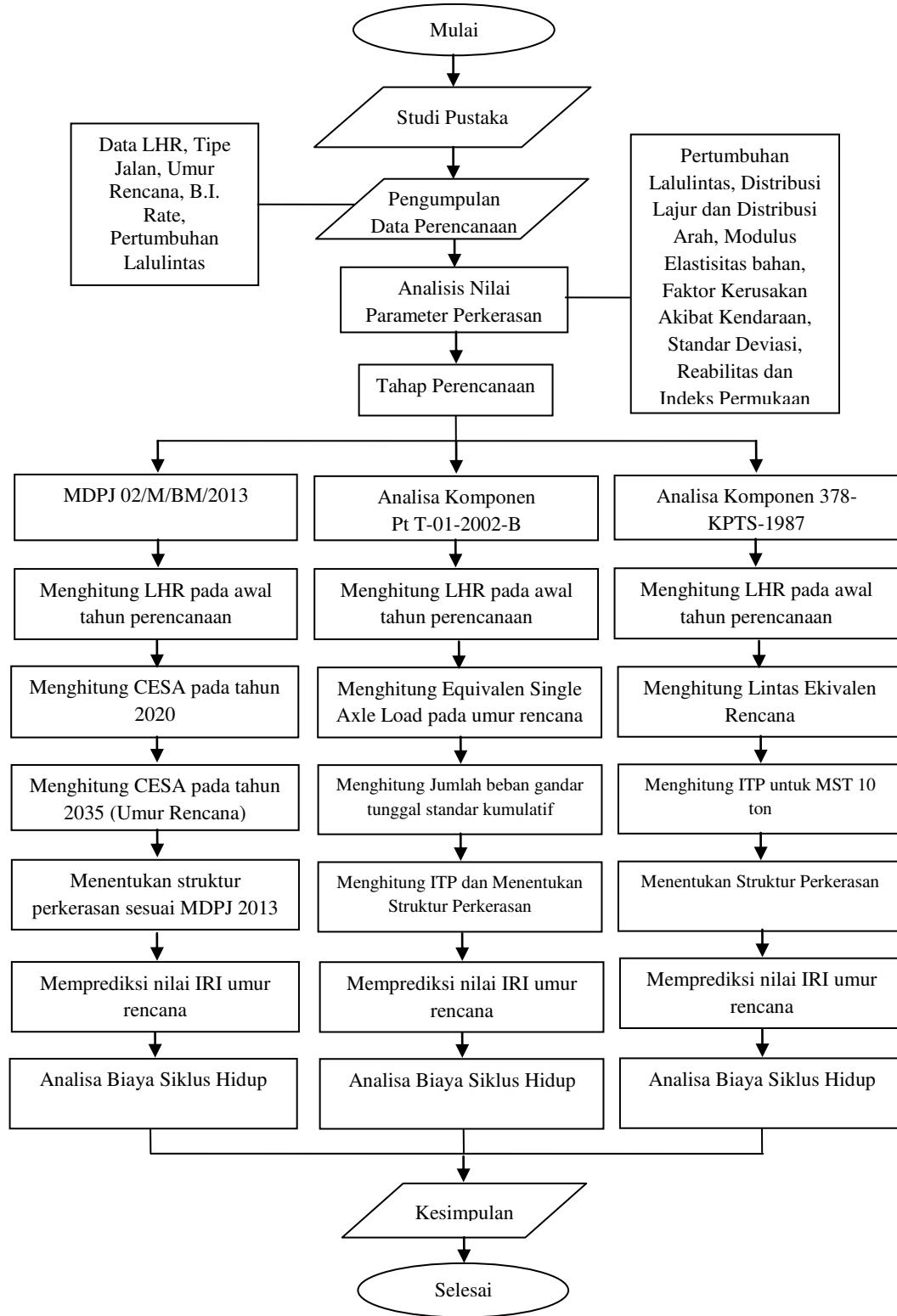
### C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini yaitu :

1. Studi pustaka peraturan-peraturan yang berlaku dan penelitian terdahulu.
2. Pengumpulan data sekunder.
  - a. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR).
  - b. Tipe ruas jalan Gedung Dalam-Sukadana.

- c. Umur rencana perkerasan jalan.
  - d. Nilai pertumbuhan lalu lintas.
  - e. Nilai CBR tanah dasar.
  - f. Harga satuan pekerjaan yang dikeluarkan oleh Dinas Bina Marga Lampung tahun 2014.
  - g. Nilai suku bunga yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia.
3. Penentuan nilai parameter perencanaan tebal perkerasan.
- a. Menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas (R).{Rumus 2.2}
  - b. Menentukan faktor Distribusi Lajur (DL) dan faktor Distribusi Arah (DD).
  - c. Menentukan nilai Indeks Permukaan awal (IP<sub>t</sub>) dan Indeks Permukaan Akhir (IP<sub>0</sub>).
  - d. Menentukan Faktor Kekuatan Relatif (a) tiap lapisan.
4. Menghitung tebal perkerasan dengan MDPJ Nomor 02/M/BM/2013
- a. Menghitung LHRT selama umur rencana.
  - b. Menentukan nilai-nilai CESA<sub>4</sub> untuk umur desain 20 tahun. {Rumus 2.17; 2.18}
  - c. Menentukan nilai Traffic Multiflier (TM).
  - d. Menghitung CESA<sub>5</sub>. {Rumus 2.19}
  - e. Menentukan tipe perkerasan dari Tabel 9 atau dari pertimbangan biaya (analisis *discounted whole of life cost*).
  - f. Menentukan struktur perkerasan yang memenuhi syarat desain 3 atau 3A.
  - g. Menggambar tebal lapisan perkerasan lentur hasil desain.

5. Menghitung tebal perkerasan dengan Pedoman Bina Marga Pt T-01-2002-B
  - a. Menghitung LHRT selama umur rencana.
  - b. Menghitung Modulus Resilien tanah dasar ( $M_R$ ). {Rumus 2.1}
  - c. Menentukan nilai Reabilitas ( $R$ ) dan Standar Deviasi ( $Z_R$ ).
  - d. Menentukan nilai *Equivalent Single Axle Load* (ESAL). {Rumus 2.14}
  - e. Menentukan jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif ( $W_t$ ) {Rumus 2.15; 2.16}
  - f. Menghitung nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) kemudian menentukan tebal lapisan yang dipakai dengan menggunakan metode Pt T-01-2002. {Rumus 2.20; 2.22}
  - g. Menggambar tebal lapisan perkerasan lentur hasil desain.
6. Menghitung tebal perkerasan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987.
  - a. Menghitung LHRT selama umur rencana.
  - b. Menentukan nilai Lintas Ekivalen Rencana (LER). {Rumus 2.10; 2.11; 2.12; 2.13}
  - c. Menghitung nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) kemudian menentukan tebal lapisan yang dipakai dengan menggunakan metode 378-KPTS-1987. {Rumus 2.21; 2.22}
  - d. Menggambar tebal lapisan perkerasan lentur hasil desain.
7. Memprediksi kerusakan jalan dan efek pemeliharaan selama umur rencana dengan parameter nilai IRI. {Rumus 2.23; 2.24; 2.25}
8. Menghitung biaya siklus hidup dari hasil perhitungan tebal perkerasan.
9. Menganalisis hasilnya untuk mendapatkan simpulan dan saran.



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

## **V. PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan dengan metode Bina Marga MDPJ No. 02/M/BM/2013 didapatkan tebal lapis permukaan 26 cm, tebal lapis pondasi 15 cm dan tebal lapis pondasi bawah 15 cm.
2. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan dengan metode Bina Marga No. Pt T-01-2002-B didapatkan tebal lapis permukaan 20 cm, tebal lapis pondasi 15 cm dan tebal lapis pondasi bawah 15 cm.
3. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan dengan metode Bina Marga No. 387/KPTS/1987 didapatkan tebal lapis permukaan 17 cm, tebal lapis pondasi 25 cm dan tebal lapis pondasi bawah 19 cm.
4. Dari segi biaya konstruksi awal (*initial cost*), metode Bina Marga No. Pt T-01-2002-B lebih murah dibandingkan dengan metode Bina Marga MDPJ No. 02/M/BM/2013 maupun metode Bina Marga No. 387/KPTS/1987.
5. Dari segi biaya siklus hidup (*life cycle cost*), metode Bina Marga MDPJ No. 02/M/BM/2013 menghasilkan desain perkerasan yang lebih murah dibandingkan dengan metode Bina Marga No. Pt T-01-2002-B maupun

metode Bina Marga No. 387/KPTS/1987. Oleh karena itu, penulis menganjurkan menggunakan metode MDPJ No. 02/M/BM/2013 jika akan melaksanakan perkerasan jalan pada Ruas Jalan Metro-Gedung Dalam dengan tebal lapis permukaan 26 cm, tebal lapis pondasi 15 cm dan tebal lapis pondasi bawah 15 cm.

## B. Saran

Setelah menyelesaikan penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, seluruh data yang digunakan merupakan data sekunder, sebaiknya untuk penelitian selanjutnya menggunakan data-data yang diuji atau dihasilkan sendiri, sehingga menghasilkan hasil penelitian yang memiliki keakuratan lebih tinggi.
2. Dalam penelitian ini ruas jalan yang digunakan hanya satu jenis ruas jalan, untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan jenis ruas jalan yang berbeda agar dihasilkan hasil penelitian yang lebih baik.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan hasil desain awal dengan kondisi perkerasan yang ada di lapangan.
4. Dalam pelaksanaan perkerasan jalan harus dilakukan pengawasan yang ketat dan penegasan terhadap aturan-aturan yang berlaku terutama pada faktor-faktor yang dapat mengurangi umur layan suatu jalan, seperti faktor beban berlebih dengan pengoptimalan fungsi jembatan timbang, faktor mutu bahan dan faktor mutu pekerjaan dengan memperketat pengawasan dilapangan dan faktor pemeliharaan jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta. 34 hlm.
- \_\_\_\_\_. 1992. *Life Cycle Cost Analisys in Pavement Design*. Federal Highway Administration. Washington DC. 107 Pp.
- \_\_\_\_\_. 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta. 37 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2004. *Survai Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta. 22 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 02/PRT/M/2007 tentang Petunjuk Teknis Pemeliharaan Jalan Tol dan Jalan Penghubung*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta. 28 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2013. *Format Penulisan Karya Ilmiah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 60 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013*. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta. 69 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta. 698 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Perencanaan Teknis Jalan Full Desain Ruas Jalan Batas Kota Metro – Gedong Dalam*. Core Team Wilayah I Satker P2JN Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. BI. Rate. Bank Indonesia. 15 Oktober 2015. di akses pada 15 November 2015 <http://www.bi.go.id/moneter/bi-rate/data/Default.aspx>.
- Atmaja, Siegfried. 2007. *Deskripsi Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Metode AASHTO 1993*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta. 6 hlm.

- Guntoro, Dwi. 2014. *Pengaruh Variasi Lintas Ekivalen Rencana Perkerasan Bertahap Studi Kasus Ruas Jalan Tegineneng–Gunung Sugih*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 92 hlm.
- Hendarsin, Shiley L. 2000. *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung. Bandung. 377 hlm.
- Paterson, W. D. O. 1987. *Road Deterioration and Maintenance Effects: Models for Planning and Management*. The Johns Hopkins University Press. 454 Pp.
- Paterson, W. D. O. 1992. *Simplified Models of Paved Road Detorioration Based on HDM-III*. Transportation Research Board. Washington DC. 29 Pp.
- Putri, Vidya Anissah. 2016. *Identifikasi Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur (Studi Kasus Jalan Soekarno-Hatta Bandar Lampung)*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 101 hlm.
- Rachmayati, Dian. 2014. *Kajian Perbandingan Biaya Siklus Hidup Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur*. Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VI Makassar. Makassar. 17 hlm.
- Saodang, Hamirhan. 2005. *Konstruksi Jalan Raya Buku 2: Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Nova. Bandung. 243 hlm.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung. 239 hlm.
- Tenrijeng, Andi. 2000. *Rekayasan Jalan Raya II*. Gunadarma. Jakarta. 142 hlm.