

**PERBANDINGAN EKONOMI PADA PERENCANAAN TEBAL  
PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN KAMPUNG PON-  
BAKARAN BATU (KELAPA TINGGI)**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**WESLY MIKHAIL SANJAYA SIMANJUNTAK  
198110035**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/12/23

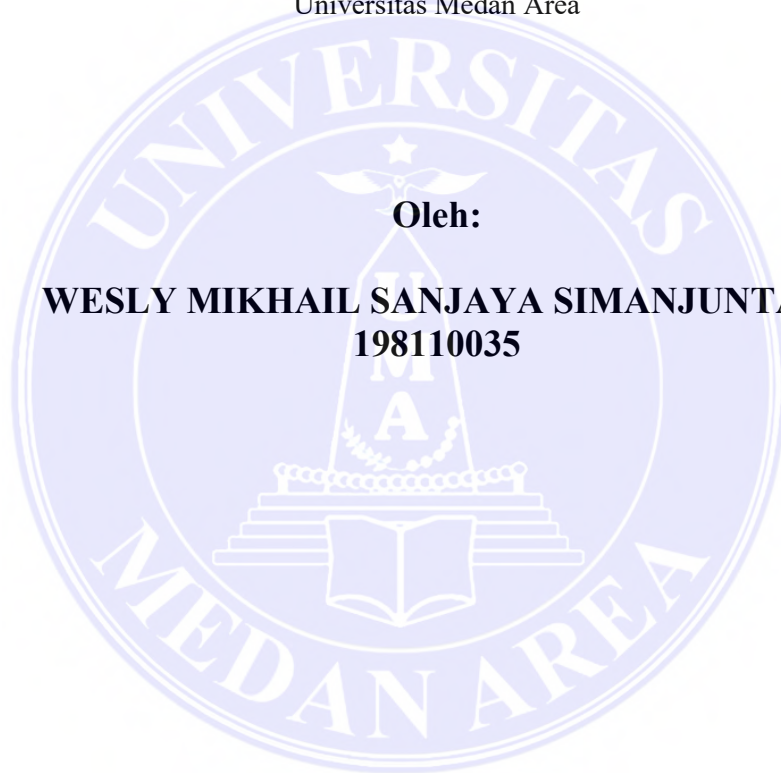
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)4/12/23

**PERBANDINGAN EKONOMI PADA PERENCANAAN TEBAL  
PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN KAMPUNG PON-  
BAKARAN BATU (KELAPA TINGGI)**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



**Oleh:**

**WESLY MIKHAIL SANJAYA SIMANJUNTAK  
198110035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

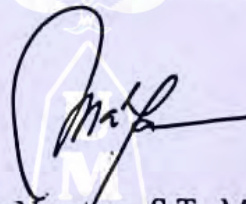
Document Accepted 4/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)4/12/23

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perbandingan Ekonomi Pada Perencanaan Tebal Perkerasan  
Lentur Dan Perkerasan Kaku Proyek Pembangunan Jalan  
Kampung Pon-Bakaran Batu (Kelapa Tinggi)  
Nama : Wesly Mikhail Sanjaya Simanjuntak  
NPM : 198110035  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:  
Komisi Pembimbing



24/11/2023.

Mahliza Nasution, S.T., M.T  
Pembimbing



Dr. R. R. H. S. Kom., M. Kom  
Dekan



Handari, S.T., M.T  
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 04 Agustus 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 04 Agustus 2023

Materai



Wesly Mikhail Sanjaya Simanjuntak  
198110035

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wesly Mikhail Sanjaya Simanjuntak  
NPM : 198110035  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Perbandingan Ekonomi Pada Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Proyek Pembangunan Jalan Kampung Pon-Bakaran Batu (Kelapa Tinggi). Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 04 Agustus 2023

Yang menyatakan



(Wesly Mikhail Sanjaya Simanjuntak)

## RIWAYAT HIDUP

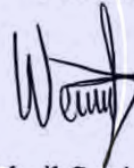
**Wesly Mikhail Sanjaya Simanjuntak**, atau akrab disapa Wesly, Lahir di Medan 31 Mei 1997. Penulis merupakan anak Pertama dari Bapak Ir. Lamhot Simanjuntak dan Ibu Marsaulan Roselyn Siahaan. Menempuh pendidikan di SD Santo Antonius VI Medan tahun 2003-2009, SMP Swasta Santo Thomas 1 Medan tahun 2009-2012, SMA Swasta Santo Thomas 2 Medan tahun 2012-2015, dan melanjutkan pendidikannya di Politeknik Negeri Medan dengan Jurusan D3 Teknik Sipil tahun 2015-2018. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Medan Area 2019-2023. Adapun judul skripsi yang diambil penulis “ **PERBANDINGAN EKONOMI PADA PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU PROYEK PEMBANGUNAN JALAN KAMPUNG PON-BAKARAN BATU (KELAPA TINGGI)**”.



## KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Perencanaan Jalan dengan judul Perbandingan Ekonomi Pada Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Proyek Pembangunan Jalan Kampung Pon-Bakaran Batu (Kelapa Tinggi). Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Mahliza Nasution, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Wesly Mikhail Sanjaya Simanjuntak)

## ABSTRAK

Semakin meningkatnya pergerakan penduduk, terutama peningkatan pergerakan kendaraan bermotor akan berkorelasi dengan tuntutan terhadap pemenuhan kebutuhan jalan. Pemerintah Kota Serdang Bedagai berupaya menanggulangi kemacetan lalu lintas kota terutama di jalan Kampung pon – bakaran batu. Dalam tugas akhir ini bertujuan memberikan alternatif untuk pemerintah kota Serdang Bedagai dalam pemilihan jenis perkerasan yang akan digunakan untuk jalan frontage road sisi barat tersebut dinilai dari segi konstruksi dan analisa ekonominya, ada 2 jenis perkerasan yang dapat digunakan yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun untuk masing-masing jenis perkerasan. Dari hasil perhitungan didapat lapisan struktur perkerasan lentur dengan susunan lapis pondasi bawah (sirtu) = 48 cm, lapis pondasi atas agregat klas a = 20 cm, lapis aspal beton = 13 cm. Sedangkan untuk lapisan struktur perkerasan kaku dengan susunan lapis pondasi bawah (sirtu) = 48 cm, plat beton = 26 cm. Biaya konstruksi dan pemeliharaan yang dibutuhkan untuk masing-masing struktur dengan perhitungan umur rencana hingga 20 tahun mendatang adalah sebesar rp. 40.621.839.097,87 untuk perkerasan lentur dan rp. 49.127.513.796,33 untuk perkerasan kaku. Dengan demikian struktur perkerasan kaku dapat dipilih sebagai alternatif yang lebih ekonomis dilihat dari segi pemeliharaan dibandingkan dengan menggunakan perkerasan lentur.

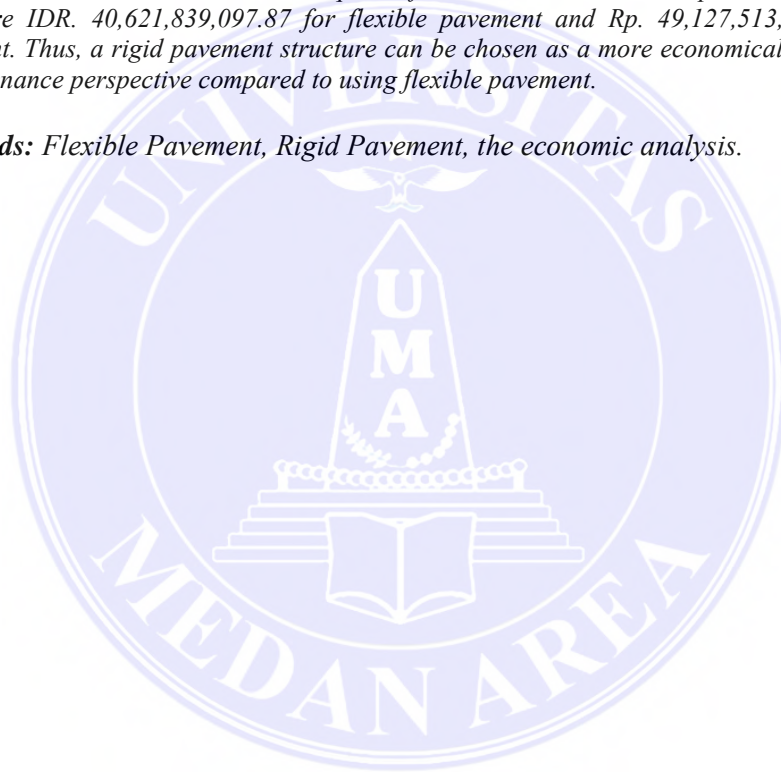
**Kata Kunci:** Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku, Analisis ekonomi.



## ABSTRACT

*The increasing movement of population, especially the increase in motorized vehicle movement, will correlate with demands for meeting road needs. The Serdang Bedagai city government is trying to overcome city traffic congestion, especially on the Kampung Pon – Bakaran Batu road. In this final assignment, the aim is to provide an alternative for the Serdang Bedagai city government in selecting the type of pavement that will be used for the western side of the frontage road, assessed in terms of construction and economic analysis, there are 2 types of pavement that can be used, namely flexible pavement and rigid pavement with a design life 20 years for each type of pavement. From the calculation results, it was found that the flexible pavement structure layer was composed of a lower foundation layer (sirtu) = 48 cm, a top foundation layer of class a aggregate = 20 cm, an asphalt concrete layer = 13 cm. Meanwhile, for the rigid pavement structure layer with a lower foundation layer (sirtu) = 48 cm, concrete plate = 26 cm. The construction and maintenance costs required for each structure with a planned life of up to 20 years are IDR. 40,621,839,097.87 for flexible pavement and Rp. 49,127,513,796.33 for rigid pavement. Thus, a rigid pavement structure can be chosen as a more economical alternative from a maintenance perspective compared to using flexible pavement.*

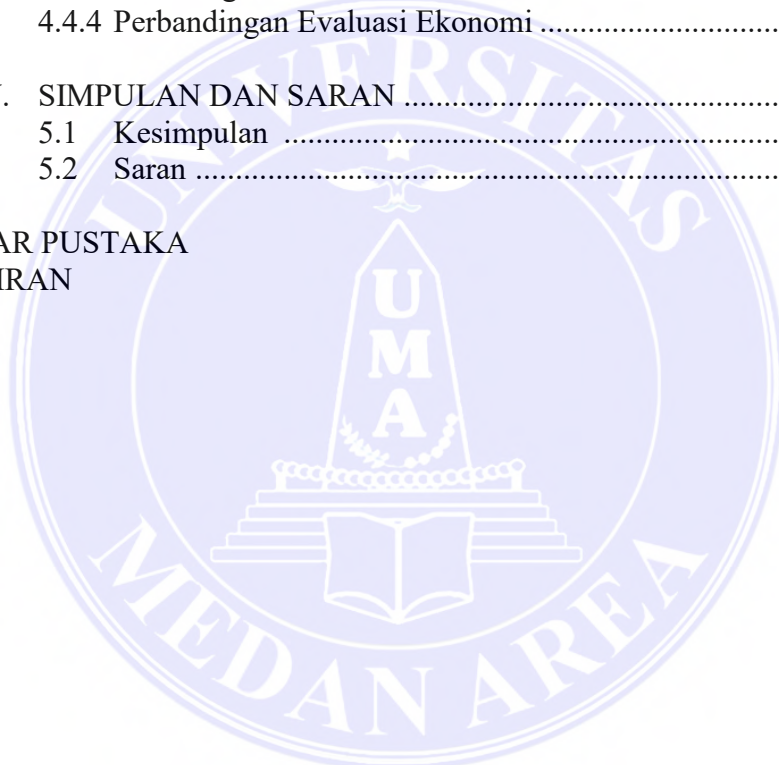
**Keywords:** *Flexible Pavement, Rigid Pavement, the economic analysis.*



## DAFTAR ISI

	Halaman
COVER .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vi
KATA PENGHANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
DAFTAR NOTASI .....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Maksud dan Tujuan .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Fungsi Jalan .....	5
2.2 Kinerja Perkerasan Jalan .....	6
2.3 Umur Rencana .....	7
2.4 Lalu Lintas .....	7
2.5 Sifat Tanah Dasar .....	8
2.6 Kondisi Lingkungan .....	9
2.7 Pengendalian Proyek Konstruksi .....	9
2.8 Estimasi Biaya Konstruksi .....	10
2.9 Penjadwalan Proyek .....	12
2.10 Metode Pelaksanaan .....	13
2.11 Aspek Keuangan .....	36
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....	58
3.1 Tahapan Pengerjaan Skripsi .....	58
3.2 Lokasi Proyek .....	59
3.3 Persiapan .....	59
3.4 Pengumpulan Data .....	60
3.5 Pengolahan Data .....	60
3.6 Peramalan Jumlah Penduduk .....	60
3.7 Lalu Lintas Umur Rencana .....	60

3.8	Perencanaan Perkerasan .....	61
3.9	Analisis Ekonomi .....	63
3.10	Perbandingan dan Evaluasi Ekonomi.....	63
BAB IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....		64
4.1	ANALISIS TEBAL PEKERASAN.....	64
4.1.1	Umum .....	64
4.1.2	Pengumpulan Data .....	64
4.1.3	Pengolahan Data.....	67
4.1.4	Perhitungan Tebal Perkerasan.....	82
4.2	ANALISIS EKONOMI JALAN RAYA .....	99
4.2.1	Umum .....	99
4.2.2	Perbandingan Evaluasi Ekonomi .....	114
4.3.3	Perhitungan Selisih Nilai Waktu.....	134
4.4.4	Perbandingan Evaluasi Ekonomi .....	149
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN .....		151
5.1	Kesimpulan .....	151
5.2	Saran .....	151
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



## DAFTAR TABEL

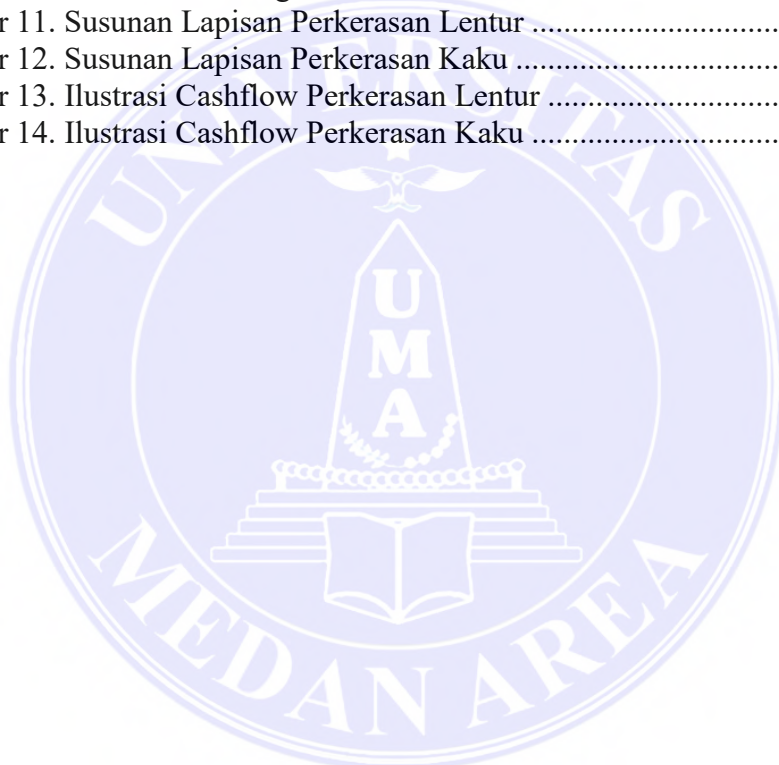
	Halaman
Tabel 1. Kapasitas Dasar pada Jalan Luar Kota 2 Jajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD) .....	14
Tabel 2. Kapasitas Dasar pada Jalan Luar Kota 2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD) .....	14
Tabel 3. Faktor Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw).....	14
Tabel 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCsp) .....	15
Tabel 5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)..	15
Tabel 6. Kelas Hambatan Samping.....	16
Tabel 7. Ekuivalensi Kendaraan Penumpang (EMP) untuk 2/2 UD .....	16
Tabel 8. Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan .....	18
Tabel 9. Penentuan Koefisien satuan Mobil Penumpang .....	19
Tabel 10. Klasifikasi Fungsi/Kelas Jalan .....	20
Tabel 11. Kecepatan Arus Bebas Dasar untuk Jalur Luar Kota.....	21
Tabel 12. Penyesuaian akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FVW).....	22
Tabel 13. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FFV <sub>SF</sub> ) .....	23
Tabel 14. Faktor Penyesuaian akibat Kelas Fungsional Jalan dan Guna Lahan (FFVRC) .....	24
Tabel 15. Standart Perencanaan Geometrik Jalan.....	25
Tabel 16. Pedoman Penentuan Jumlah Lajur .....	27
Table 17. Koefisien Distribusi Ke Lajur Rencana .....	27
Tabel 18. Nilai R Untuk Perhitungan CBR Segmen.....	29
Table 19. Hubungan Curah Hujan, Kelandaian dan % Berat Kendaraan .....	30
Table 20. Indeks Permukaan pada awal Umur Rencana (IPo).....	30
Tabel 21. Indeks Permukaan pada awal akhir umur rencana (IPt) .....	31
Tabel 22. Koefisien Kekuatan Relatif Bahan.....	32
Tabel 23. Tebal Minimal Lapisan .....	33
Tabel 24. Faktor-Faktor Bunga Dasar dan Perubahan-Perubahan Nilai Waktu .....	40
Tabel 25. Pembagian Jenis Kendaraan.....	42
Tabel 26. Karakteristik Kelompok Kendaraan.....	42
Tabel 27. Kondisi Jenis Bahan Bakar .....	43
Tabel 28. Konsumsi Ban .....	44
Tabel 29. Konsumsi Oli .....	44
Tabel 30. Lama Waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan kendaraan per 1000 km .....	45
Tabel 31. Biaya operasi dasar (Kondisi: Flat-Tangent-Paved Road and Good Condition).....	47
Tabel 32. Angka Indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto, urban Road % .....	48
Tabel 33. Angka Indeks jenis permukaan untuk kendaraan Truk, urban Road % .....	49
Tabel 34. Angka Indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus, urban Road % .....	49

Tabel 35. Angka Indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto, interurban Road % .....	50
Tabel 36. Angka Indeks jenis permukaan untuk kendaraan truk, interurban Road % .....	50
Tabel 37. Angka Indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus, interurban Road % .....	51
Tabel 38. Besarnya nilai pengaruh factor lain terhadap nilai BOK pada kondisi jalan flat tangent and good condition (% terhadap nilai dasar) .....	52
Tabel 39. Nilai Waktu dari Berbagai Studi .....	53
Tabel 40. Nilai Waktu Minimal (Rp/Jam) .....	53
Tabel 41. Nilai K untuk Beberapa Kota .....	54
Tabel 42. Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Hambatan Samping dengan Kereb ( $FFV_{SF}$ ) .....	55
Tabel 43. Kecepatan Arus Bebas Dasar ( $FV_o$ ) .....	56
Tabel 44. Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FV_w$ ) .....	56
Tabel 45. Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Ukuran Kota ( $FFV_{cs}$ ) .....	57
Tabel 46. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) Tahun 2023 .....	66
Tabel 47. Jalan Kampung Pon – Bakaran Batu (Kelapa Tinggi) .....	66
Tabel 48. Jalan Bakaran Batu (Kelapa Tinggi) – Kampung Pon .....	67
Tabel 49. Data CBR hasil DCP Test .....	67
Tabel 50. Data Volume kendaraan Jl. Kampung Pon – Bakaran Batu (Kelapa Tinggi) .....	68
Tabel 51. Data Volume Kendaraan Ruas Jalan Kampung Pon – Bakaran Batu (Kelapa Tinggi) .....	68
Tabel 52. Pertumbuhan Kendaraan Sepeda Motor .....	69
Tabel 53. Pertumbuhan Kendaraan Mobil Penumpang .....	70
Tabel 54. Pertumbuhan Kendaraan Bus Besar .....	72
Tabel 55. Pertumbuhan Kendaraan Truk 2 As .....	73
Tabel 56. Pertumbuhan Kendaraan Truk 3 As .....	74
Tabel 57. Estimasi DS Kabupaten Serdang Bedagai .....	76
Tabel 58. Volume Kendaraan yang Masuk ke Jalan Rencana .....	79
Tabel 59. Data Perhitungan CBR .....	79
Tabel 60. Rekapitulasi DS dari jalan Kampung Pon – Bakaran Batu (Kelapa Tinggi) .....	82
Tabel 61. Data muatan dan pengelompokan Kendaraan niaga .....	83
Tabel 62. Pembagian beban sumbu/As (Berdasarkan Pengukuran beban) .....	83
Tabel 63. Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana (LER) .....	90
Tabel 64. Perhitungan Pelat Beton dengan t Rencana = 15 cm dan $MR = 45 \text{ Kg/cm}^2$ .....	96
Tabel 65. Perhitungan Pelat Beton dengan t Rencana = 20 cm dan $MR = 45 \text{ Kg/cm}^2$ .....	97
Tabel 66. Perhitungan Pelat Beton dengan t Rencana = 26 cm dan $MR = 45 \text{ Kg/cm}^2$ .....	98
Tabel 67. Perhitungan Biaya Konstruksi Perkerasan Lentur .....	100
Tabel 68. Perhitungan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku .....	105

Tabel 69. Perhitungan FW Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur .....	110
Table 70. Perhitungan P Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur .....	111
Tabel 71. Perhitungan FW Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Kaku .....	113
Tabel 72. Perhitungan P Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Kaku .....	114
Tabel 73. BOK Auto Tahun 2023 .....	116
Tabel 74. BOK Bus Tahun 2023 .....	117
Tabel 75. BOK Truk Tahun 2023 .....	117
Tabel 76. BOK Auto Tahun 2023 .....	119
Tabel 77. BOK Bus Tahun 2023 .....	120
Tabel 78. BOK Truk Tahun 2023 .....	121
Tabel 79. Manfaat BOK Auto .....	126
Tabel 80. Manfaat BOK Bus .....	127
Tabel 81. Manfaat BOK Truk .....	128
Tabel 82. Total Manfaat BOK .....	130
Tabel 83. Total Cost Perkerasan Lentur .....	132
Tabel 84. Total Cost Perkerasan Kaku .....	133
Tabel 85. Nilai Waktu Pakai .....	135
Tabel 86. Nilai Waktu Pakai pada Tiap Golongan Kendaraan .....	136
Tabel 87. Kecepatan, Waktu Tempuh dan Nilai Waktu Pakai Eksdisting .....	138
Tabel 88. Kecepatan, Waktu Tempuh dan Nilai Waktu Pakai Kampung Pon	140
Tabel 89. Kecepatan, Waktu Tempuh dan Nilai Waktu Pakai Frontage Road .....	142
Tabel 90. Perhitungan Nilai Waktu pada Eksisting Kampung Pon .....	143
Tabel 91. Perhitungan Nilai Waktu pada Kampung Pon .....	145
Tabel 92. Perhitungan Nilai Waktu pada Eksisting Frontage Road .....	146
Tabel 93. Total Nilai Waktu .....	148
Tabel 94. Evaluasi Ekonomi .....	149
Tabel 95. Analisis BCR dan NPV .....	149

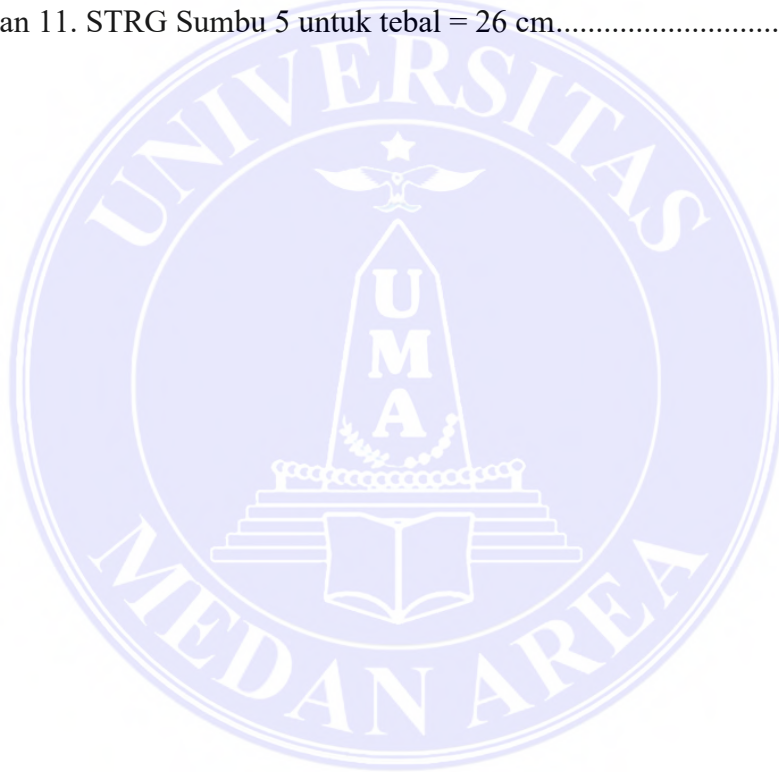
## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Flowchart Perkerasan Lentur Metode Bina Marga .....	35
Gambar 2. Grafik Kecepatan sebagai Fungsi dari DS Jalan .....	57
Gambar 3. Flowchart Tahapan Pengerjaan Skripsi.....	58
Gambar 4. Lokasi Proyek.....	59
Gambar 5. Grafik Pertumbuhan Sepeda Motor.....	69
Gambar 6. Grafik Pertumbuhan Mobil Penumpang .....	71
Gambar 7. Grafik Pertumbuhan Bus Besar.....	72
Gambar 8. Grafik Pertumbuhan Truk 2 As.....	74
Gambar 9. Grafik Pertumbuhan Truk 3 As.....	75
Gambar 10. Contoh Perhitungan Iterasu Volume Kendaraan.....	78
Gambar 11. Susunan Lapisan Perkerasan Lentur .....	93
Gambar 12. Susunan Lapisan Perkerasan Kaku .....	98
Gambar 13. Ilustrasi Cashflow Perkerasan Lentur .....	112
Gambar 14. Ilustrasi Cashflow Perkerasan Kaku .....	114



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Korelasi antara DDT dan CBR untuk Lapis D1 .....	154
Lampiran 2. Korelasi antara DDT dan CBR untuk Lapis D2 .....	155
Lampiran 3. Korelasi antara DDT dan CBR untuk Lapis D3 .....	156
Lampiran 4. Nomogram Untuk mencari nilai ITP rata-rata.....	157
Lampiran 5. Nomogram Untuk mencari nilai ITP rata-rata 2.....	158
Lampiran 6. Nomogram Untuk mencari nilai ITP rata-rata 3.....	159
Lampiran 7. STRG Sumbu 1 untuk tebal = 26 cm.....	160
Lampiran 8. STRT Sumbu 2 untuk tebal = 26 cm.....	161
Lampiran 9. STRT Sumbu 3 untuk tebal = 26 cm .....	162
Lampiran 10. STRG Sumbu 4 untuk tebal = 26 cm.....	163
Lampiran 11. STRG Sumbu 5 untuk tebal = 26 cm.....	164

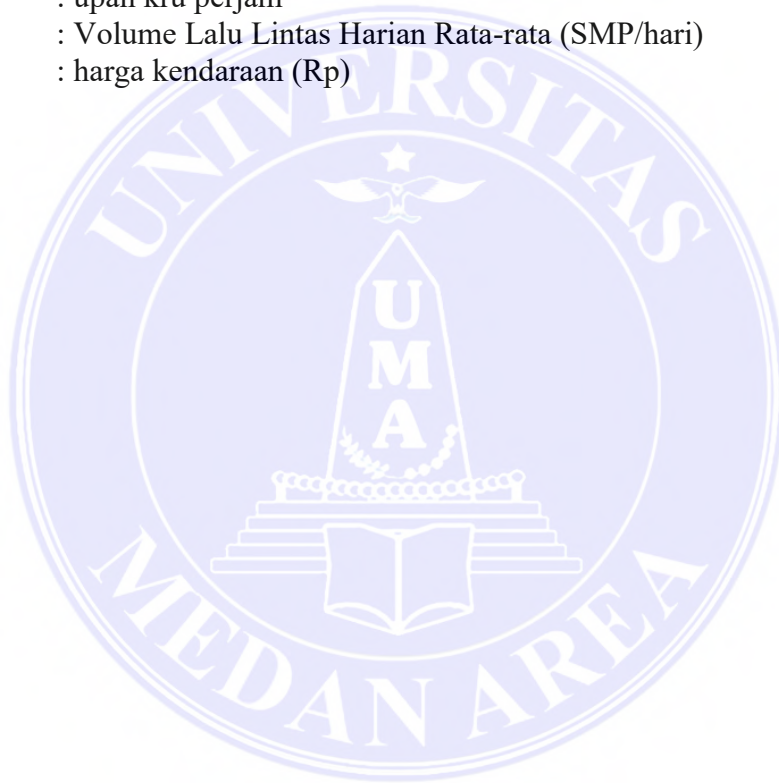




## DAFTAR NOTASI

a <sub>l</sub>	: Koefisien relative bahan lapisan permukaan
AnKm	: rata-rata perjalanan kilometer tahunan (km)
AveSpd	: rata-rata kec (km/j)
C	: Kapasitas (SMP/Jam)
c	: koef. distribusi lajur yang diperoleh dari hubungan lebar perkerasan (L), jumlah lajur (j) dan berat kendaraan (w),
c <sub>1</sub>	: Koef. distribusi lajur untuk kendaraan ringan;
c <sub>2</sub>	: Koef. distribusi lajur untuk kendaraan berat
Co	: Kapasitas dasar (SMP/Jam)
D	: Depresiasi per 1000km
D <sub>1</sub>	: Lapisan permukaan
D <sub>s</sub>	: Derajat kejenuhan
E	: Angka equivalent beban sumbu
EMP	: Ekuivalen Mobil Penumpang
EMP	: Ekuivalen Mobil Penumpang
Faktor K	: Faktor pengubah dari LHR ke lalu lintas jam puncak Ditetapkan 0,11
FC <sub>SF</sub>	: Faktor penyesuaian akibat hambatan samping
FC <sub>SP</sub>	: Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
FC <sub>W</sub>	: Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
FFV	: Penyesuaian kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam)
FFV <sub>4,SF</sub>	: faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan empat-lajur
FFV <sub>6,SF</sub>	: faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam-lajur (km/jam)
FFV <sub>CS</sub>	: Faktor penyesuaian ukuran kota
FFV <sub>RC</sub>	: Faktor penyesuaian untuk kelas fungsi jalan
FFV <sub>sf</sub>	: Faktor penyesuaian untuk kondisi hambatan samping
FIX	: fixed cost per 1000km
F <sub>p</sub>	: Faktor penyesuaian (n/10 ...n: Umur rencana jalan)
FV	: Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)
FV <sub>HV,O</sub>	: Penyesuaian kecepatan arus bebas dasar LV(km/jam)
FV <sub>o</sub>	: Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)
FV <sub>w</sub>	: Penyesuaian untuk lebar efektif jalur lalu lintas (km/jam)
i	: Perkembangan lalu lintas (%)
IC	: nilai bunga per 1000km
Ins	: asuransi tahunan (Rp)
Int	: suku bunga tahunan (%)
K	: 1 (untuk sumbu tunggal), 0.086 (untuk sumbu tandem) dan 0.021 (untuk sumbu triple)
L <sub>b</sub>	: Beban sumbu kendaraan (kg)
LEP	: lintas equivalent permulaan
LET	: Lintas Ekuivalen Tengah
LHR	: Lalu Lintas Harian Rata-rata (kendaraan/hari)
LHR <sub>P</sub>	: Lintas ekuivalen pada saat jalan baru dibuka

Man	: ongkos manajemen tahunan (Rp)
N	: Umur rencana jalan
NPV-	: nilai NPV negatif
NPV+	: nilai NPV positif
ProInc	: Proporsi kendaraan yang melaju dengan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan rata-rata (0.2 untuk auto dan 0.5 untuk bus dan truk)
Q	: Arus total lalu lintas (SMP/Jam)
R	: Faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana
TIM	: upah kru per 1000 km
V-	: nilai yang memberikan NPV negatif
V	: kecepatan (km/j)
V+	: nilai yang memberikan NPV positif
VALT	: upah kru perjam
VLHR	: Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (SMP/hari)
VP	: harga kendaraan (Rp)



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Jalan mempunyai peranan penting dalam bidang sosial, moneter, sosial dan keselamatan dan keamanan masyarakat. Terbukti bahwa jalan raya melayani 80 hingga 90 persen seluruh transportasi produk dan individu. Untuk menjamin kelancaran perjalanan, pengguna jalan meminta agar jalan yang dilaluinya selalu memberikan kenyamanan dan kesejahteraan.

Perkembangan populasi yang semakin luas, khususnya perluasan pengembangan kendaraan bermotor, akan disesuaikan dengan permintaan untuk memenuhi kebutuhan jalan raya. Meningkatnya jumlah pemilik kendaraan bermotor saat ini berarti tingkat kemacetan di jalan raya semakin tinggi, hal ini dapat menghambat pertumbuhan penduduk yang dapat membawa kemajuan pada suatu wilayah. Perlu dipahami bahwa memenuhi kebutuhan kerangka jalan yang memadai diharapkan dapat membantu pembangunan moneter, sosial dan politik antar daerah.

Pemerintah Serdang Bedagai merupakan wilayah yang sangat luas dengan jumlah penduduk yang sangat besar. Semakin banyaknya masyarakat yang hidup memerlukan penggunaan transportasi baik darat maupun laut, namun semakin banyak masyarakat yang menggunakan transportasi darat karena cenderung digunakan oleh semua lapisan masyarakat bawah, menengah dan atas serta bersifat terbuka seperti angkutan umum. (angkot kota, angkot, kereta api) dan angkutan rahasia (kendaraan dan sepeda motor) yang menyebabkan kemacetan

kota terutama pada bagian depan jalan dari Kampung Pon hingga Jalan Bakaran Batu (Kelapa Tinggi). Oleh karena itu, Pemerintah Serdang Bedagai berupaya mengatasinya dengan membangun jalan lain.

Pemerintah Serdang Bedagai saat ini sedang menyelesaikan pekerjaan pembangunan satu jalan lagi dari Kota Kampung Pon hingga Kota Bakaran Batu dengan panjang total jalan 4 km. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kemacetan karena rusaknya jalan yang tidak dapat lagi membatasi kendaraan. Rencananya ruas jalan Kampung Pon – Batu Konsumsi (Kelapa Tinggi) ini menggunakan aspal adaptif, namun pada saat pembangunan ditemukan batas daya dukung tanah yang kurang, khususnya hasil uji DCPT yang dilakukan di 5 titik berbeda mendapat nilai  $CBR < 3\%$  yang tidak sesuai persyaratan. Sementara itu, nilai  $CBR > 3\%$  merupakan prasyarat untuk mendapatkan nilai CBR yang baik pada lapisan tanah dasar, sehingga perlu dilakukan upaya untuk menyelesaikan permasalahan dalam pelaksanaan pembangunan lapisan pondasi yang pada akhirnya akan menyebabkan peningkatan biaya.

Perlu dilakukan pemeriksaan untuk menentukan jenis aspal yang cocok untuk proyek Peningkatan/Rekonstruksi Jalan Kampung Pon - Bakaran (Kelapa Tinggi) yang baru. Mengingat perenungan tersebut, pencipta menyajikan tugas terakhir ini dengan menggunakan judul **“PERBANDINGAN EKONOMI PADA PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU PROYEK PEMBANGUNAN JALAN KAMPUNG PON-BAKARAN BATU (KELAPA TINGGI)”** Untuk membandingkan kedua jenis konstruksi lapisan perkerasan jalan, dipilih jenis konstruksi perkerasan yang paling menguntungkan sesuai dengan umur rencana yang ditentukan. Pembahasan akan

berpusat pada metode Bina Marga (Analisis Komponen) untuk perhitungan perencanaan tebal konstruksi perkerasan lentur dan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) untuk melakukan analisis keekonomian pada setiap konstruksi lapisan perkerasan jalan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang masalah seperti yang sudah diuraikan sebelumnya, rumusan masalah adalah :

- a. Bagaimana merencanakan tebal perkerasan jalan lentur dan perkerasan jalan kaku.
- b. Bagaimana perbandingan ekonomi pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku sesuai umur rencana penggunaan jalan pada proyek Peningkatan/Rekonstruksi Ruas Jalan Kampung Pon – Bakaran baru (Kelapa Tinggi).

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah membandingkan biaya konstruksi dan pemeliharaan jalan dengan perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun, serta perkiraan perencanaan ketebalan perkerasan jalan. Harga satuan kontraktual menjadi dasar perhitungan metode Bina Marga dalam perencanaan tebal perkerasan lentur. Sementara itu, jumlah tersebut dianggap mewakili sebagian kecil dari keseluruhan biaya konstruksi untuk menghitung biaya pemeliharaan jalan.

Untuk menilai dan membandingkan penggunaan masing-masing bentuk

konstruksi perkerasan jalan, dilakukan analisis ekonomi terhadap penggunaan masing-masing jenis tersebut berdasarkan perhitungan tersebut.

#### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian untuk menganalisis ekonomi pada perencanaan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku proyek Pembangunan jalan kampung pon – bakaran batu (kelapa tinggi).

Tujuan dari penyusunan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis perkerasan jalan yang sesuai dengan biaya yang paling ekonomis untuk ruas jalan tersebut.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penulis berharap bahwa pemerintah akan menggunakan tugas akhir ini sebagai pedoman dalam menentukan jenis konstruksi jalan mana yang akan dibangun di Kabupaten Serdang Bedagai agar lebih menguntungkan secara finansial dan memastikan umur jalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa mengalami kerugian besar.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Menurut (Wignall, 1999) Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikian memberikan kenyamanan kepada pengemudi selama pelayanan jalan tersebut. Untuk itu dalam perencanaan perlulah dipertimbangkan seluruh faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi pelayanan konstruksi perkerasan jalan.

#### 2.1 Fungsi Jalan

Sesuai dengan peraturan Undang-Undang tentang jalan, No.13 tahun 1980 dan peraturan Pemerintah No. 26 tahun 1985, sistem jaringan jalan di Indonesia dapat dibedakan atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jalan sekunder.

a. Sistem jaringan jalan primer adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah pada tingkat nasional dengan semua simpuljasa distribusi yang kemudian berwujud kota.

Berdasarkan fungsi jalan, dapat dibedakan atas:

- 1) Jalan arteri, adalah jalan yang melayani perjalanan dengan ciri-ciri : jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien
- 2) Jalan Kolektor, adalah melayani angkutan pengumpulan/pembagi dengan ciri-ciri jarak perjalanan sedang, jumlah jalan masuk dibatasi.
- 3) Jalan lokal, adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

- 4) Sistem jaringan jalan sekunder, adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder atau jalan sekunder dengan jalan sekunder lainnya serta menghubungkan jalan sekunder dengan jalan ke suatu kawasan.

Berdasarkan fungsinya jalan sekunder terbagi atas:

- 1) Jalan arteri sekunder, adalah penghubung kawasan jalan sekunder dengan kawasan jalan primer, dan kawasan jalan sekunder dengan kawasan jalan sekunder yang lain.
- 2) Jalan kolektor sekunder, adalah Jalan yang menghubungkan kawasan jalan sekunder dua dengan kawasan sekunder kedua.
- 3) Jalan Lokal sekunder, adalah jalan yang menghubungkan kawasan jalan sekunder kesatu dengan perumahan.

## 2.2 Kinerja Perkerasan Jalan

Kinerja perkerasan jalan (*Pavement performance*) meliputi tiga hal:

### 1. Keamanan

Dimana ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisis ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dsb.

### 2. Wujud Perkerasan

Wujud perkerasan sangat dipengaruhi kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan lain sebagainya.

### 3. Fungsi Pelayanan

Sehubungan dengan perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan



satu kesatuan yang digambarkan dengan “kenyamanan pengemudi “

### 2.3 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non struktural yang berfungsi sebagai lapis aus. 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 (tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal cukup tinggi).

### 2.4 Lalu Lintas

Beban lalu lintas adalah salah satu parameter dalam perhitungan perencanaan perkerasan jalan, yaitu sebagai jumlah lintasan beban ganda standar yang terjadi selama umur rencana jalan (Nency Dwi Kusanti, 2018).

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari:

- a. Analisa lalu lintas saat ini, sehingga diperoleh data:
  - 1) Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan
  - 2) Jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya.
  - 3) Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan.

4) Beban masing-masing sumbu kendaraan.

Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan survey volume lalu lintas di dekat jalan tersebut dan analisa pola lalu lintas di sekitar lokasi jalan

b. Perkiraan faktor Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

Antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan social daerah tersebut. Di negara sedang berkembang termasuk Indonesia, analisa lalu lintas yang dapat menunjang data perencanaan dengan ketelitian yang memadai sukar dilakukan, karena :

- 1) Kurangnya data yang dibutuhkan
- 2) Sukar memperkirakan perkembangan yang akan datang karena belum adanya rancangan induk di sebagian besar wilayah Indonesia.

## 2.5 Sifat Tanah Dasar

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, dimana diletakkan lapisan perkerasan dengan material yang lebih baik. Sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Banyak metode yang dipakai dalam menentukan daya dukung tanah dasar, dari cara yang sederhana sampai kepada cara yang rumit seperti CBR (*California Bearing Ratio*),  $M_r$  (*Resilient Modulus*), DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*),  $k$  (Modulus reaksi tanah dasar). Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk perencanaan tebal perkerasan ditentukan dengan menggunakan pemeriksaan CBR .

## 2.6 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan dimana lokasi jalan tersebut berada mempengaruhi lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar antarlain :

- a. Berpengaruh terhadap sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
- b. Pelapukan bahan material.
- c. Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan perkerasan jalan.

Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan adalah air yang berasal dari hujan dan pengaruh perubahan temperatur akibat perubahan cuaca.

## 2.7 Pengendalian Proyek Konstruksi

Pada Proyek jalan memiliki karakteristik unik yang tidak berulang. Proses yang terjadi pada suatu proyek tidak akan berulang pada proyek lainnya. Hal ini disebabkan oleh kondisi yang mempengaruhi proses suatu proyek jalan berbeda satu sama lain. Misalnya kondisi alam seperti perbedaan letak geografis, hujan, gempa dan keadaan tanah merupakan faktor yang turut mempengaruhi keunikan proyek konstruksi.

Proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik dalam setiap tahap. Bahan acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standar pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal, dan anggaran.

Pemantauan harus dilakukan selama masa pelaksanaan proyek untuk mengetahui prestasi dan kemajuan yang telah dicapai. Informasi hasil pemantauan ini berguna sebagai menjadi bahan evaluasi performa yang telah dicapai pada saat

pelaporan. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hasil pemantauan dengan standar yang telah dibuat berdasarkan perencanaan.

## 2.8 Estimasi Biaya Konstruksi

Dalam pelaksanaan proyek jalan dibutuhkan beberapa macam estimasi yang berbeda didasarkan pada tujuan penggunaan. Macam-macam estimasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Estimasi pendahuluan, dibuat pada awal proyek dan dalam rangka pendekatan ekonomi.
- b) Estimasi terperinci, dibuat dengan dasar hitungan detail.
- c) Estimasi definitif, merupakan gambaran biaya dan tanggung jawab dari keseluruhan untuk suatu proyek dengan kemungkinan kecil terjadi kesalahan.

Sedangkan cara estimasi adalah sebagai berikut:

- a) Estimasi dipandang sebagai fungsi dan peruntukannya.
- b) Estimasi berdasarkan jumlah tiap meter persegi luas
- c) Survey dan perhitungan kuantitas pendahuluan dengan penerapan harga satuan hanya pada pekerjaan terpasang. Sedang beberapa pos pekerjaan lainnya dioperasikan sebagai persentase dari seluruh bangunan.
- d) Survey dan analisis perhitungan kuantitas (volume) pekerjaan secara detail dan terinci kemudian ditetapkan pada harga satuan masing-masing.

Langkah – langkah pokok estimasi :

Estimasi keseluruhan biaya konstruksi jalan biasanya meliputi analisa perhitungan terhadap lima unsur kegiatan (I Nyoman Yudha Astana, 2017) yaitu :

a) Biaya Material

Analisa meliputi perhitungan seluruh kebutuhan volume dan biaya material yang digunakan untuk setiap komponen konstruksi jalan, baik material pekerjaan pokok maupun penunjang. Dalam menghitung volume material akan dijumpai beberapa kondisi yang sekaligus membatasi pemahamannya. Pertama-tama adalah kebutuhan material berdasarkan pada volume pekerjaan terpasang, yaitu hasil pekerjaan yang dibayar pemberi tugas yang akurasi dimensinya harus dijamin benar-benar sesuai dengan spesifikasi dan gambar. Untuk mewujudkan pekerjaan terpasang, sudah tentu dalam pelaksanaannya membutuhkan volume material yang lebih banyak. Dalam arti harus memperhitungkan bagian material yang tercecer pada waktu mengangkut, kebutuhan untuk struktur sambungan, rusak dan cacat atau susut oleh beberapa sebab lain.

b) Biaya Tenaga Kerja

Estimasi komponen tenaga kerja merupakan aspek paling sulit dari keseluruhan analisa biaya konstruksi. Banyak faktor berpengaruh yang harus diperhitungkan antara lain: kondisi tempat kerja, ketrampilan, lama waktu kerja, kepadatan penduduk, persaingan produktifitas, dan indeks biaya hidup setempat. Dari sekian banyak faktor, yang paling sulit adalah mengukur dan menetapkan tingkat produktifitas, yaitu prestasi pekerjaan yang dapat dicapai oleh pekerja atau regu kerja setiap satuan waktu yang ditentukan. Tingkat produktifitas selain tergantung pada keahlian, keterampilan juga terkait dengan sikap mental pekerja yang sangat dipengaruhi oleh keadaan setempat dan lingkungan.

c) Biaya Peralatan

Estimasi biaya peralatan termasuk pembelian atau sewa, mobilisasi,

memindahkan, transportasi, memasang, membongkar, dan pengoperasian selama konstruksi jalan berlangsung.

Sehubungan dengan kepentingannya, kontraktor tidak jarang memakai sekaligus dua macam cara menghitung satuan biaya peralatan, yaitu hanya selama jam kerja dioperasikan atau termasuk pula dalam keadaan menganggur (*idle*). Sedangkan apabila satuan biaya berdasarkan pada volume hasil pekerjaan, maka seluruh biaya operasi alat selama melaksanakan pekerjaan sampai selesai dibagi dengan hasil prestasi volume.

d) Biaya Tak Langsung

Biaya tidak langsung dibagi dua golongan yaitu biaya umum (*overhead cost*) dan biaya proyek. Pembukuan biaya umum biasanya tidak segera dimasukkan dalam pembelanjaan suatu pekerjaan dalam proyek. Sedangkan yang dapat dikelompokkan sebagai biaya proyek adalah pengeluaran yang dapat dibebankan dalam proyek tapi tidak dimasukkan pada biaya material, upah kerja, atau peralatan.

e) Keuntungan Perusahaan

Nilai perusahaan pada umumnya dinyatakan sebagai prosentase dari seluruh jumlah pembiayaan. Nilainya dapat berkisar antara 8 %- 12 % dimana sangat tergantung pada seberapa besar kehendak kontraktor untuk meraih pekerjaan sekaligus motivasi pemikiran pantas tidaknya untuk mendapatkannya (Keppres Nomor 80, 2003).

## 2.9 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek berguna untuk menentukan waktu dan urutan-urutan kegiatan proyek dan dibuat berdasarkan perincian kegiatan. Perangkat manajemen

yang berupa jadwal ini menunjukkan kapan suatu kegiatan harus dimulai dan diselesaikan, serta memberikan landasan dalam penyusunan sistem monitoring dan pelaporan secara terus-menerus.

Metode yang sering digunakan dalam penjadwalan adalah CPM (*Critical Path Method*) dan PDM (*Precedence Diagram Method*), Kedua metode ini digunakan estimasi waktu aktivitas yang deterministik atau diasumsikan bahwa durasi kegiatan dianggap diketahui dengan pasti, padahal banyak aktivitas di lapangan yang sifatnya tidak tentu (Nasruddin, 2017).

## 2.10 Metode Pelaksanaan

Metode desain dalam perancangan perkerasan ini adalah Bina Marga. Dalam perancangan perkerasan ini ada dua tipe desain yang akan diolah yaitu tipe perkerasan lentur dan kaku. Untuk perkerasan lentur dipakai metode Bina Marga.

### 2.10.1 Analisa Kebutuhan Pelebaran Jalan

Analisa kapasitas untuk kebutuhan pelebaran jalan yang diperlukan untuk jalan luar kota 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD)

#### a. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah arus lalu lintas maksimum pada suatu segmen jalan dalam kondisi tertentu (geometrik, pada arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Sedangkan segmen jalan adalah suatu panjang jalan yang mempunyai karakteristik geometrik dan karakteristik lainnya serupa dari seluruh panjangnya dan dimana karakteristik jalan berubah secara berarti ditetapkan sebagai batas segmen.

Nilai dari kapasitas dasar dapat ditentukan dengan mengetahui tipe

alinyemen jalan vertikal dan horisontal.

Tabel 1. Kapasitas Dasar pada Jalan Luar Kota 2 Jalur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD) (MKJI, 1997)

Tipe Alinyemen	Naik + Turun (M/Km)	Lengkung Horisontal (Rad/Km)
Alinyemen datar	< 10	< 1,0
Alinyemen Bukit	10 – 30	1,0 – 2,5
Alinyemen Gunung	> 30	> 2,5

Tabel 2. Kapasitas Dasar pada Jalan Luar Kota 2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD) (MKJI, 1997)

Tipe Jalan / Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah (smp/jam)
Datar	3.100
Bukit	3.000
Gunung	2.900

Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tabel 3. Faktor Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) (MKJI, 1997)

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas (WC) (meter)	FCw
Dua Lajur tak terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,9
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCsp)

Hanya untuk jalan tak terbagi hal ini dapat dilihat pada tabel 4.



Tabel 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah(FCsp)  
(MKJI, 1997)

Pemisahan arah(sp) %-%	50-50	55-54	60-40	65-35	70-30
FCsp Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

## Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Berdasarkan pada lebar efektif bahu (ws) dan kelas hambatan samping (FCsf) hal ini dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)  
(MKJI, 1997)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)			
		Lebar Bahu Efektif (WS)			
		< 0,5	1,0	1,5	> 2,0
2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
4/2 UD	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Dimana,

VL : sangat rendah

L : Rendah

M : Sedang

H : Tinggi

VH : sangat tinggi

Tabel 6. Kelas Hambatan Samping (MKJI, 1997)

Kelas Hambatan Samping	Kode	Frekuensi Ber- bobot dari Kejadian (Kedua Sisi)	Kondisi Khas
Sangat rendah	VL	< 50	Pedesaan: Pertanian atau belum berkembang
Rendah	L	50 – 150	Pedesaan: Beberapa bangunan dan kegiatan
Sedang	M	150 – 250	Kampung: samping jalan
Tinggi	H	250 – 350	Kampung: Kegiatan pemukiman Beberapa kegiatan pasar
Sangat tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan banyak pasar/kegiatan niaga

Tabel 7. Ekuivalensi Kendaraan Penumpang (EMP) Untuk 2/2UD (MKJI, 1997)

Tipe Alinyemen	Arus Total (Kend/Jam)	Ekivalen Mobil Penumpang					
		Truk			Sepeda Motor		
		Truk 2 As	Truk 3 As	Bis	Lebar Jalur Lalu Lintas(m)		
		6-8 m	> 8 m	< 6 m			
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,6	0,4	0,8
	800	1,8	1,8	2,7	0,9	0,6	1,2
	1350	1,5	1,6	2,5	0,7	0,5	0,9
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,5	0,4	0,6
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,5	0,3	0,7
	650	2,4	2,5	5,0	0,8	0,5	1,0
	1100	2,0	2,0	4,0	0,6	0,4	0,8
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,4	0,3	0,5
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,4	0,2	0,6
	450	3,0	3,2	5,5	0,7	0,4	0,9
	900	2,5	2,5	5,0	0,5	0,3	0,7
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,4	0,3	0,5

## b. Menentukan Kapasitas

$$C = C_o \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \text{ (SMP/Jam)}$$

Dimana,

- C : Kapasitas
- $C_0$  : Kapasitas dasar (SMP/Jam)
- $FC_W$  : Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
- $FC_{SP}$  : Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
- $FC_{SF}$  : Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

### c. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan yang dihitung menunjukkan bahwa kebutuhan lalu lintas untuk jam rencana benar-benar melampaui kapasitas, dalam kondisi ini menunjukkan kondisi macet.

Untuk menghitung derajat kejenuhan (DS) dengan menggunakan rumus :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Dimana,

- $D_s$  : Derajat kejenuhan
- $Q$  : Arus total lalu lintas (SMP/Jam)
- $C$  : Kapasitas (SMP/Jam)

$$DS < 0,75$$

$$Q = LHR \times \text{Faktor K} \times EMP (1 + i)^n$$

Dimana,

- $Q$  : Arus total lalu lintas (SMP/Jam)
- LHR : Lalu Lintas Harian Rata-rata
- Faktor K : Faktor pengubah dari LHR ke lalu lintas jam puncak

Ditetapkan 0,11

- EMP : Ekvivalen Mobil Penumpang  
 i : Perkembangan lalu lintas (%)  
 N : Umur rencana (tahun)

**Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (VLHR)**

$$VLHR = LHR \times EMP \times (1 + i)^n$$

Dimana,

- VLHR : Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (SMP/hari)  
 LHR : Lalu Lintas Harian Rata-rata (kendaraan/hari)  
 EMP : Ekvivalen Mobil Penumpang  
 I : Perkembangan lalu lintas (%)  
 n : Umur rencana (tahun)

**d. Lebar Lajur**

Lebar jalur ditentukan oleh jumlah lalu lintas dan fungsi jalan untuk keamanan dan kenyamanan pemakai jalan.

Tabel 8. Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan (MKJI, 1997)

VLHR (SMP/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	IDEAL		MINIMUM		IDEAL		MINIMUM		IDEAL		MINIMUM	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu Jalan (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu Jalan (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu Jalan (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu Jalan (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu Jalan (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu Jalan (m)
< 3000	6	1,5	4,5	1	6	1,5	4,5	1	6	1	4,5	1
3000-10.000	7	2	6	1,5	7	1,5	6	1,5	7	1,5	6	1
10.000-25.000	7	2	7	2	7	2	**)	**)	-	-	-	-
> 2500	2.nx3,5*)	2,5	2x7*)	2	2.nx3,5*)	2	**)	**)	-	-	-	-

Keterangan : \*\*) = mengacu pada persyaratan ideal

\*) = 2 jalur terbagi, masing - masing n x 3,5 m dimana

$n$  = jumlah lajur per jalur

- = tidak ditentukan

### 2.10.2 Metode Bina Marga

#### a. Pengolahan dan analisis

Desain perkerasan lentur meliputi perhitungan berikut:

##### 1. Menentukan Kelas Jalan

Mengumpulkan data dengan melakukan survey untuk mendapatkan jumlah dari tiap kendaraan berdasarkan pembagian jenis tiap kendaraan.

Jenis kendaraan 1 = Jml. Kend 1 x koef. Smp

=.....buah

Jenis kendaraan 2 = Jml. Kend.2 x koef. Smp

=.....buah

Jenis kendaraan 3 = Jml. Kend.3 x koef. Smp

=.....buah

Jenis kendaraan 4 = Jml. Kend.3 x koef. Smp

=.....buah

Jumlah lalu lintas harian rata-rata =.....buah

Penentuan koefisien smp (satuan mobil penumpang) berdasarkan jenis kendaraan.

Tabel 9. Penentuan Koefisien satuan mobil penumpang (“Per. Perenc. Geometrik Jalan Raya; Direktorat Jenderal Bina Marga : hal 3)

No	Jenis Kendaraan	Koefisien (smp)
1.	Sepeda	0,5
2.	Mobil penumpang / sepeda motor	2
3.	Truk ringan (berat kotor < 5 ton)	2,5
4.	Truk sedang > 5 ton	5
5.	Bus	3
6.	Truk berat > 10 ton	3
7.	Kendaraan tak bermotor	7

Dari nilai jumlah lalu lintas harian rata-rata dalam smp didapatkan klasifikasi kelas jalan.

Tabel 10. Klasifikasi fungsi/kelas jalan (“Per. Perenc. Geometri Jalan Raya; Dirjen Bina Marga: hal 4)

Klasifikasi		Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) dalam smp
Fungsi Utama	Kelas I	> 20.000
Sekunder	II A	6.000 sampai 20.000
Penghubung	II B	1.500 sampai 8.000
	II C	< 2.000
	III	-

Berdasarkan hubungan klasifikasi jalan dan klasifikasi medan diperoleh lebar perkerasan (L).

## 2. Menentukan Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkatan arus nol, sesuai dengan kecepatan yang akan dipilih pengemudi seandainya mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan kendaraan bermotor lain di jalan (yaitu saat arus = 0).

Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, dari mana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik dan lingkungan telah ditetapkan dengan cara regresi. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan pada saat arus = 0. Kecepatan arus bebas kendaraan berat menengah, bus besar, truk besar dan sepeda motor juga diberikan sebagai rujukan. Kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya adalah 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain. Kecepatan arus bebas kendaraan bebas pada jalan luar kota ini dihitung dengan

menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$$

`Sedangkan untuk menghitung kecepatan arus bebas kendaraan berat menengah menggunakan rumus dibawah ini:

$$FV_{MHV} = FV_{MHV,0} - FFV \times FV_{MHV,0} / FV_0$$

Dimana,

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

FV<sub>0</sub> : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

FV<sub>w</sub> : Penyesuaian untuk lebar efektif jalur lalu lintas (km/jam )

Tabel 11. Kecepatan Arus Bebas Dasar untuk Jalan Luar kota (FV<sub>0</sub>) (MKJI 1997)

Tipe jalan/Tipe Alinyemen/(kelas Jarak Pandang)	Kecepatan Arus Bebas Dasar (Km/Jam)				
	Kendaraan ringan	Kendaraan berat menengah	Bus besar LB	Truk besar	Sepeda motor MC
	LV	MHV		LT	
Enam-lajur terbagi					
- Datar	83	67	86	64	64
- Bukit	71	56	68	52	58
- Gunung	62	45	55	40	55
Empat-lajur terbagi					
- Datar	78	65	81	62	64
- Bukit	68	55	66	51	58
- Gunung	60	44	53	39	55
Empat-lajur tak terbagi					
- Datar	74	63	78	60	60
- Bukit	66	54	65	50	56
- Gunung	58	43	52	39	53
Dua-lajur tak terbagi					
- Datar SDC: A	68	60	73	58	55
" " B	65	57	69	55	54
" " C	61	54	63	52	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

FFV<sub>sf</sub> : Faktor penyesuaian untuk kondisi hambatan samping

FFVRC : Faktor penyesuaian untuk kelas fungsi jalan

FVMHV<sub>o</sub> : Kecepatan arus bebas dasar MHV (pada tabel 11)

Tabel 12. Penyesuaian akibat Lebar Jalur Lalu - Lintas (FV<sub>w</sub>) (MKJI 1997)

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (W <sub>c</sub> ) (m)	FV <sub>w</sub> (km/jam)		
		Datar: SDC=A,B	- Bukit: SDC=A,B,C - Datar: SDC=C	Gunung
Empat-lajur dan Enam-lajur Terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Dua-lajur tak terbagi	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
11	3	3	2	

Untuk mengetahui FFV<sub>SF</sub> digunakan tabel dibawah ini :



Tabel 13. Faktor Penyesuaian akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu ( $FFV_{SF}$ ) (MKJI 1997)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif $W_s$ (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,96
Empat-lajur tak Terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
Dua-lajur tak Terbagi 2/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalandengan enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai  $FFV_{SF}$  untuk jalan empat-lajur dengan modifikasiseperti dijelaskan dibawah:

$$FF_{6,SF} = 1 - 0,8 x (1 - FFV_{4,SF})$$

Dimana,

$FFV_{6,SF}$  = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam-lajur (km/jam)

$FFV_{4,SF}$  = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan empat-lajur

Untuk mengetahui  $FFV_{RC}$  digunakan tabel dibawah ini :

Tabel 14. Faktor Penyesuaian akibat Kelas Fungsional Jalan dan Guna Lahan (FFVRC) (MKJI 1997)

Tipe Jalan	Faktor penyesuaian FFV <sub>RC</sub>				
	Pengembangan samping jalan (%)				
	0	25	50	75	100
Empat-lajur terbagi					
Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
Empat-lajur tak-terbagi:					
Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895
Dua-lajur tak-terbagi					
Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

untuk jalan dengan lebih dari empat lajur (banyak-lajur), FFVRC dapat diambil sama seperti untuk jalan 4-lajur.

Tabel 15. Standard Perencanaan Geometrik Jalan (SNI-07-2416-1991)

KLARIFIKASI JALAN	JALAN RAYA UTAMA			JALAN RAYA SEKUNDER						JALAN PENGHUBUNG					
	I			IIA			IIB			IIC			III		
KLARIFIKASI MEDAN	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G
L. lintas harian rata2 (LHR) Dalam smp	> 20.000			6000 - 20.000			1500 - 8000			< 2000			-		
Kec. Rencana (Km/jam)	120	100	80	100	80	60	80	60	40	60	40	30	60	40	30
jar daerah penguasaan Minimum (m)	60	60	60	40	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20
Lebar perkerasan (m)	Min 2 (2x3.75)			2x3.50 atau 2x(2x3.50)			2x3.50			2x3.0			3.50x6.00		
L. median minimum (m)	10			1.50**			-			-			-		
Lebar bahu (m)	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	1.5	1.0	4.5	2.5*	-
Lereng melintang	2%			2%			2%			3%			4%		
Perkerasan Lereng melintang Bahu	4%			4%			6%			6%			6%		
Jenis lap.Permukaan jalan	Aspal Rigid (hotmix)			Aspal Rigid			Penetrasi berganda atau setaraf			Maks penetrasi tunggal			Paling tinggi pelaburan dengan aspal		
Miring tikungan maks	10%			10%			10%			10%			10%		
Jari2 lengkung min (m)	560	350	210	350	210	115	210	115	50	115	50	30	115	50	30
Landai maksimum	3%	5%	6%	4%	6%	7%	5%	7%	8%	6%	8%	10%	6%	8%	12%

Catatan : \* Menurut keadaan setempat  
\*\* Untuk 4 jalur

Analisis Tebal Perkerasan :

1. Perhitungan lintas equivalen pada akhir umur rencana(LHR<sub>n</sub>)

( “Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman: 112” )

Rumus : 
$$LHR_n = LHR_p (1+r)^n$$

Dimana,

LHR<sub>p</sub> : Lintas ekuivalen pada saat jalan baru dibuka

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

N : Umur rencana jalan

2. Perhitungan Angka Equivalen beban sumbu ( E )

( “perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman: 99” )

Rumus :

$$E = \left( \frac{Lb}{8160} \right)^4 \cdot k$$

Dimana :

L<sub>b</sub> : Beban sumbu kendaraan (kg)

K : 1 (untuk sumbu tunggal)

: 0.086 (untuk sumbu tandem)

: 0.021 (untuk sumbu triple)

3. Perhitungan lintas equivalen permulaan (LEP)

Rumus :

$$LEP = LHR_n \cdot c \cdot E$$

Dimana,

c : koef. distribusi lajur yang diperoleh dari hubungan lebar perkerasan (L),

jumlah lajur (j) dan berat kendaraan (w), terbagi 2 yaitu:

$c_1$  : Koef. distribusi lajur untuk kendaraan ringan;

$c_2$  : Koef. distribusi lajur untuk kendaraan berat

E : Angka equivalent beban sumbu

LHR : Lintas equivalent pada akhir umur rencana

Tabel 16. Pedoman Penentuan Jumlah Lajur (“Per. Perenc. Geometrik Jalan Raya ; DirjenBina Marga : hal 15)

No.	Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur (m)
1.	$L < 5.5$ m	1 Lajur
2.	$5.5$ m $< L < 8.25$ m	2 Lajur
3.	$8.25$ m $< L < 11.25$ m	3 Lajur
4.	$11.25$ m $< L < 15.00$ m	4 Lajur
5.	$15.00$ m $< L < 18.75$ m	5 Lajur
6.	$18.75$ m $< L < 22.00$ m	6 Lajur

Tabel 17. Koefisien Distribusi Ke Lajur Rencana (PLJR, Silvia Sukirman : 112)

No.	Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *		Kendaraan Berat **	
		1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1.	1 Lajur	1,00	0,50	1,00	0,50
2.	2 Lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3.	3 Lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4.	4 Lajur		0,30		0,45
5.	5 Lajur		0,25		0,425
6.	6 Lajur		0,20		0,40

\* berat total  $< 5$  ton, seperti sedan , pick up

\*\* berat total  $> 5$  ton, seperti bus, truk, dan traktor

#### 4. Perhitungan lintas equivalenten akhir (LEA)

(PLJR, Silvia Sukirman ; 133)

Rumus :

$$LEA = LEP (1+r)^n$$

Dimana,

LEP : lintas equivalent permulaan

r : faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

n : umur rencana jalan

5. Perhitungan lintas equivalen tenah (LET)

Rumus :

$$LET = \frac{1}{2} (S LEP + S LEA)$$

6. Perhitungan lintas equivalent rencana (LER) (PLJR, Silvia Sukirman)

Rumus :

$$LER = LET \cdot Fp$$

Dimana,

LET : Lintas Equivalen Tengah

Fp : Faktor penyesuaian

(n/10 ...n : Umur rencana jalan)

7. Perhitungan nilai CBR segmen jalan

Rumus :

$$CBR \text{ segmen jalan} = CBR_{rata - rata} - \left[ \frac{(CBR_{maks} - CBR_{min})}{R} \right]$$

Dimana,

$$CBR_{rata - rata} = \left[ \frac{\sum CBR_{Tanah \text{ dasar}}}{Jumlah \text{ data}} \right]$$

R : Nilai yang diperoleh dari hubungan antara jumlah data yang terdapat dalam satu segmen.

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen. Besarnya nilai

R dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 18. Nilai R Untuk Perhitungan CBR Segmen (PLJR, Silvia Sukirman ; 117)

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai (R)
2	1.41
3	1.91
4	2.24
5	2.48
6	2.67
7	2.83
8	2.96
9	3.08
> 10	3.18

## 7. Mencari ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

- a. DDT (Daya Dukung Tanah) yang diperoleh dari korelasi antara nilai  $CBR_{\text{segmen}}$
- 1) Tentukan nilai daya dukung tanah dasar, dengan mempergunakan pemeriksaan CBR
  - 2) Dengan memperhatikan nilai CBR yang diperoleh, keadaan lingkungan, jenis dan kondisi tanah dasar disepanjang jalan, tentukanlah CBR segmen.
  - 3) Tentukan nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dari setiap nilai CBR segmen yang diperoleh dengan mempergunakan gambar disamping. Grafik CBR mempergunakan skala logaritma, sedangkan grafik DDT mempergunakan skala linear.
  - 4) Tentukan umur rencana dari jalan yang hendak direncanakan. Umumnya jalan baru mempergunakan umur rencana 20 tahun, dapat dengan konstruksi bertahap (*stage construction*).
  - 5) Jika dilakukan konstruksi bertahap, tentukan tahapan pelaksanaannya.
- b. FR (Faktor Regional) yang diperoleh dari hubungan curah hujan, kelandaian dan % berat kendaraan.

Tabel 19. Hubungan curah hujan, kelandaian dan % berat kendaraan (Bina Marga)

Curah Hujan	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Kend. berat ≤ 30%	> 30%	% Kend. Berat ≤ 30%	> 30%	% Kend. Berat ≤ 30%	> 30%
Iklm I <900mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklm II >900mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

- c. IPo (Indeks Permukaan pada awal umur rencana) diperoleh berdasarkan dengan jenis lapis permukaan

Tabel 20. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo) (Bina Marga)

Jenis Lapisan Permukaan	Ipo	Roughness * (mm/km)
Laston	> 4	< 1000
	3.9 – 3.5	> 1000
Labustag	3.9 – 3.5	< 2000
	3.4 – 3.0	> 1000
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 roughometer yang dipakai adalah roughometer NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standard Datsun 1500 stasion wagon, dengan kecepatan kendaraan kurang lebih 32 km/jam.

- d. IP<sub>t</sub> (Indeks Permukaan pada akhir umur rencana) diperoleh dari hubungan klasifikasi jalan dengan LER (lintas equivalent rencana)



Tabel 21. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt) (Bina Marga)

LER = Lintas EkuivalenRencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1.0 – 1.5	1.5	1.5 – 2.0	-
10 – 100	1.5	1.5 – 2.0	2.0	-
100 – 1000	1.5 – 2.0	2.0	2.0 – 2.5	-
> 1000	-	2.0 – 2.5	2.5	2.5

Dari hubungan  $IP_t$ ,  $IP_o$ , DDT, LER dan FR maka diperoleh nilai ITP.

## 8. Perhitungan masing-masing tebal perkerasan

### a. Lapisan permukaan

Menentukan nilai  $a_1$  (koef. relatif bahan untuk lapisan permukaan) yang didasari atas jenis bahan yang direncanakan.

Dari hubungan nilai ITP yang diperoleh dan jenis bahan yang direncanakan, diperoleh tebal minimum untuk lapisan permukaan ( $D_1$ ).

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$D_1 = \frac{ITP - (a_2 \cdot D_2) - (a_3 \cdot D_3)}{a_1}$$

Dimana,

$a_1$  : Koefisien relative bahan lapisan permukaan

$D_1$  : Lapisan permukaan

Tabel 22. Koefisien Kekuatan Relatif Bahan (Bina Marga)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	MS (Kg)	Kt (Kg/c)	CBR (%)	
0.40			744			LASTON
0.35			590			
0.32			454			
0.30			340			
0.35			744			
0.31			590			
0.28			454			Asbuton
0.26			340			Hot Rolled Asphalt
0.30			340			
0.26			340			Aspal Macadam
0.25						LAPEN (mekanis)
0.20						LAPEN (manual)
	0.28		590			LASTON ATAS
	0.26		454			
	0.24		340			
	0.23					LAPEN (mekanis)
	0.19					LAPEN (manual)
	0.15			22		Stabilitas tanah dengan semen
	0.13			18		Stab. tanah dgn kapur
	0.15			22		
	0.13			18		
	0.14				100	Pondasi Macadam (basah)
	0.12				60	Pondasi Macadam (kering)
	0.14				100	B. Pecah (Kelas A)
	0.13				80	B. Pecah (Kelas B)
	0.12				60	Batu Pecah (Kelas C)
		0.13			70	Siru/Pitrun (Kelas A)
		0.12			50	Siru/Pitrun (Kelas BA)
		0.11			30	Siru/Pitrun (Kelas C)
		0.10			20	Tanah/Lempung Kepasiran

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

Tabel 23. Tebal Minimum Lapisan (Bina Marga)

1. Lapisan Permukaan		
ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00		Lapisan pelindung BURAS, BURTU/BURDA
3.00 – 6.70	5	LAPEN / aspal macadam, HA, asbuton, LASTON
6.71 – 7.49	7.5	LAPEN/aspal macadam, HA, asbuton, LASTON
7.50 – 9.99	7.5	Asbuton, LASTON
10.00	10	LASTON
2. Lapisan Pondasi		
ITP	Tebal Minimum(cm)	Bahan
< 3.00	15	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	20	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3.00 – 6.70	10	LASTON ATAS
6.71 – 7.49	20 *)	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	LASTON ATAS
7.50 – 9.99	20	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON
10.00		ATAS
	25	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON ATAS

\* Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm, bila untuk pondasi bawah digunakan material bebutir kasar.

b. Lapisan base

Menentukan nilai  $a_2$  (koef. relatif bahan untuk lapisan base) yang didasari atas jenis bahan yang direncanakan (Lihat Tabel lapisan permukaan untuk  $a_1$ ).

Dari hubungan nilai ITP yang diperoleh dan jenis bahan yang direncanakan, diperoleh tebal minimum untuk lapisan base ( $D_2$ )

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$D_2 = \frac{ITP - (a_1 \cdot D_1) - (a_3 \cdot D_3)}{a_2}$$

c. Lapisan sub base

Menentukan nilai  $a_3$  (koef. relatif bahan untuk lapisan Sub base) berdasarkan jenis bahan yang direncanakan.

(Lihat Tabel lapisan permukaan untuk  $a_1$ )

Menentukan nilai  $D_3$  (tebal minimum lapisan SubBase) yang diperoleh dari hubungan nilai ITP,  $a_1, a_2, a_3, D_1, D_2$

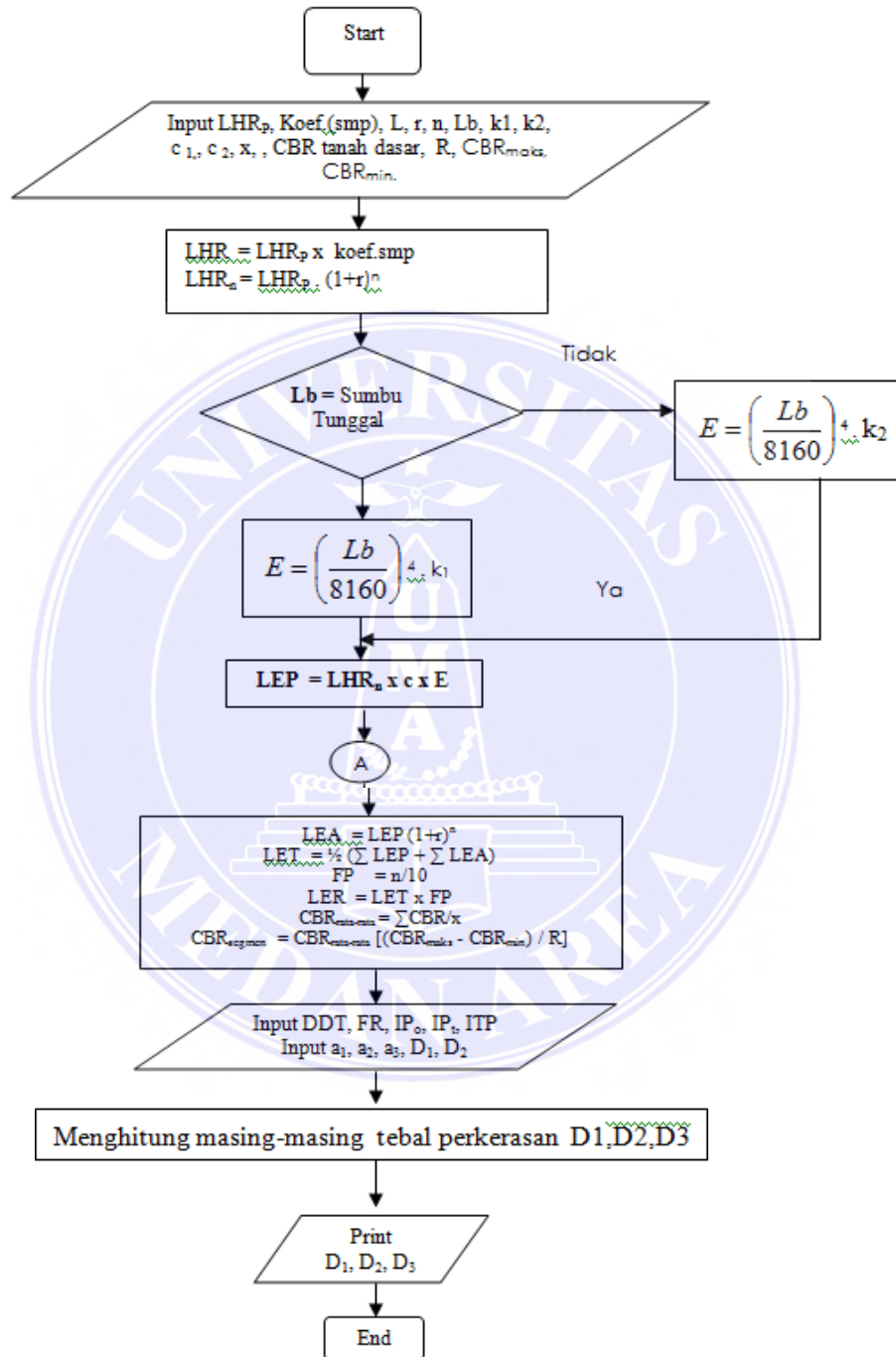
$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$D_3 = \frac{ITP - (a_1 \cdot D_1) - (a_2 \cdot D_2)}{a_3}$$

Sehingga diperoleh Tebal lapisan permukaan ( $D_1$ ), Tebal lapisan base ( $D_2$ ), Tebal lapisan sub base ( $D_3$ )

### 2.10.3 Flow Chart

Perkerasan Lentur dengan metode Bina Marga.



Gambar 1. Flowchart Perkerasan Lentur Metode Bina Marga

## 2.11 Aspek Keuangan

Analisis keuangan proyek dilakukan untuk mengetahui apakah selama pelaksanaannya atau selama umur yang direncanakan layak dari segi keuangan. Hal ini perlu dilakukan agar sumber daya yang terserap dalam proyek, dapat memberi manfaat optimal.

Analisa keuangan selalu dianggap bagian yang paling penting dalam analisis kelayakan proyek dan merupakan bagian yang dirasakan sulit. Analisis keuangan diturunkan dari aspek- aspek proyek dan aspek keuangan yang telah dibuat.

Suatu proyek dapat disebut layak untuk dilaksanakan bila jumlah *benefit* (nilai manfaat) yang diperoleh dari suatu proyek lebih besar daripada jumlah *cost* (biaya). Dalam studi kelayakan, dimana belum operasional, semua perhitungan biaya dan manfaat,serta angka-angka lain merupakan perhitungan perkiraan yang diproyeksikan selama umur proyek. Angka-angka proyeksi diperoleh melalui penurunan (derivasi) dari berbagai data, model dan asumsi yang dilihat dari berbagai aspek proyek. Evaluasi aspek ekonomi dan keuangan meliputi :

1. Estimasi jumlah dana yang dibutuhkan untuk pengadaan harga tetap proyek maupun untuk modal kerja awal.
2. Menganalisa struktur pembiayaan yang paling menguntungkan. Mengkaji berapa dana modal sendiri yang akan digunakan, berapa dana yang dapat atau wajar untuk dibiayai dengan pinjaman dari pihak ketiga, darimana sumbernya, dan berapa biayanya.
3. Mengkaji kesehatan proyek secara finansial, apakah dapat memberi keuntungan yang layak, dan mampu memenuhi kewajiban finansialnya.
4. Meneliti manfaat ekonomi dan sosial. Misalnya kemampuan bidang usaha

tersebut untuk menciptakan lapangan kerja baru, meningkatkan penghasilan nasional, atau kemampuannya untuk menunjang pendapatan devisa.

Studi ini berpatokan pada “biaya dan nilai waktu dari uang”, untuk mencari ini terkait beberapa faktor yaitu:

1. Faktor nilai kesempatan (*Opportunity Cost*) artinya uang yang saat ini ada akan diinvestasikan untuk memperoleh laba dan mungkin terhindar dari biaya inflasi.
2. Faktor Inflasi (*inflation*), E. Paul DeGarmo (2001), peningkatan harga yang dibayarkan untuk barang dan jasa dan mengakibatkan penurunan daya beli unit moneter. Uang yang sama apabila dibelanjakan tidak akan mendapat barang yang sama dalam waktu yang berbeda, artinya nilai uang ini akan jauh berbeda, dibandingkan dengan setahun yang akan datang.
3. Faktor Resiko (*risk*), jika uang dibayarkan pada waktu yang akan datang, akan timbul resiko dimana uang tersebut tidak lagi bisa untuk membeli barang yang sama, karena kemungkinan kesalahan dalam memprediksi tingkat laju inflasi yang terjadi.

Aspek keuangan, untuk melakukan analisa keuangan investasi dipakai beberapa metode penilaian yang umum dipakai, yaitu :

### 1. *Net Present Value* (NPV)

Kriteria yang paling sederhana dari kriteria yang lain, yaitu menghitung selisih antara nilai sekarang arus manfaat dengan nilai sekarang arus biaya selama umur proyek, dengan tingkat bunga tertentu.

$$NPV = PV \text{ Benefit} - PV \text{ Cost}$$

Keputusan dapat diambil apabila  $NPV > 0$  maka proyek dapat diteruskan atau dilaksanakan (*go*), sedangkan apabila  $NPV < 0$  maka proyek tidak dapat diteruskan atau dilaksanakan (*no go*).

Kelemahan kriteria NPV adalah :

- a) Tidak memisahkan biaya kapital dengan biaya lain, sehingga bisa memberikan gambaran pada proyek yang modalnya merupakan batasan (*constrain*).
- b) Kriteria ini sensitif dengan tingkat bunga diskonto (*discount rate*), semakin tinggi tingkat discount rate semakin rendah NPV dan sebaliknya.
- c) Kriteria ini akan memberi gambaran yang menyimpang kalau terdapat perbedaan yang besar dalam modal. Modal yang relatif besar cenderung menghasilkan NPV besar dan sebaliknya, padahal proyek dengan modal besar belum tentu lebih baik dari proyek dengan modal kecil. Keunggulannya adalah kriteria ini dapat menunjukkan proyek menghasilkan surplus (Rp.) atau tidak. Proyek yang mempunyai NPV positif menunjukkan bahwa proyek ini cukup baik.

## 2. *Benefit-Cost Ratio (B/C Ratio)*

B/C ratio ada dua yaitu :

- a. Gross B/C Ratio yaitu membandingkan *discounted gross benefit* (manfaat proyek sebelum dikurangi biaya proyek) dengan *discounted gross cost*. Proyek dapat dianggap *go* apabila  $\text{gross B/C} > 1$ , dan sebaliknya.
- b. Net B/C Ratio yaitu membandingkan *discounted net benefit* yang positif dengan *discounted net benefit* yang negative. Proyek dapat dianggap *go* apabila net B/C



> 1, dan sebaliknya.

Kelemahannya adalah sensitif terhadap pemilihan tingkat bunga, tidak memisahkan biaya kapital dan biaya-biaya proyek. Sedangkan keuntungannya adalah dapat digunakan untuk menghitung seberapa besar biaya atau manfaat proyek bisa naik/turun dengan tetap mempertahankan kelayakan proyek.

### 3. Suku Bunga

Tingkat suku bunga dapat didefinisikan sebagai “rasio” antara bunga yang dibayarkan pada akhir periode waktu, dengan uang yang dipinjam pada awal periode waktu yang bersangkutan. Dalam pembayaran kas laju penyusutan dikatakan juga sebagai suku bunga (*interest rate*) yang besar kecilnya tergantung dari keadaan perekonomian saat itu, kredibilitas peminjam, dan berapa lama masa pengembaliannya.

#### a. Bunga Biasa (*Simple Interest*)

Apabila suatu tingkat bunga biasa diberikan, maka bunga yang diperoleh adalah secara langsung sebanding dengan modal yang dikaitkan dengan pinjaman. Dinyatakan sebagai suatu rumus, bunga yang didapat I dihitung dengan :

$$I = P.i.n$$

Jika jumlah atau modal yang dipinjamkan P adalah suatu nilai yang tetap, maka bunga tahunan yang diperhitungkan adalah konstan. Oleh karena itu jumlah total si peminjam yang berkewajiban untuk membayar kepada yang meminjamkan adalah :

$$\begin{aligned} F &= P + I \\ &= P + P.i.n = P(1 + i.n) \end{aligned}$$

### b. Bunga Berbunga (*Compound Interest*)

Ada tujuh faktor-faktor bunga dasar untuk bunga berbunga. Perubahan-perubahan nilai waktu dan faktor- faktor gabungan disimpulkan dalam tabel berikut :

Tabel 24. Faktor-faktor Bunga Dasar dan Perubahan-perubahan Nilai Waktu (Ita Kusuma Wardani, 2016)

Faktor	Untuk Menentukan	Ditentukan	Simbol
Jumlah bunga majemuk	Nilai mendatang, F	Nilai sekarang, P	$(F/P, i\%, n)$
Nilai sekarang	Nilai sekarang, P	Nilai mendatang, F	$(P/F, i\%, n)$
Dana diendapkan	Jumlah anuitas, A	Nilai mendatang, F	$(A/F, i\%, n)$
Rangkaian bunga Majemuk	Nilai mendatang, F	Jumlah anuitas, A	$(F/A, i\%, n)$
Pengembalian modal	Jumlah anuitas, A	Nilai sekarang, P	$(A/P, i\%, n)$
Nilai sekarang	Nilai sekarang, P	Jumlah anuitas, A	$(P/A, i\%, n)$
Perubahan deret hitung naik/turun	Jumlah anuitas, A	Jumlah kenaikan/perurunan seragam, G	$(A/G, i\%, n)$

## 4. Analisis Sensitifitas

Dalam melakukan analisa terhadap suatu investasi, disadari akan ada ketidakpastian taksiran arus kas yang dibuat. Arus kas masuk bersih dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti (1) unit yang dijual, (2) harga jual per unit, (3) biaya tetap, dan (4) biaya variabel per unit. Apabila salah satu faktor tersebut berubah maka arus kas yang diharapkan akan berubah pula. Analisis sensitivitas adalah sebuah langkah untuk menganalisa apa yang terjadi terhadap NPV proyek apabila satu satu faktor berubah.

Dalam perhitungan analisis sensitivitas, satu persatu nilai faktor yang merupakan bagian dari manfaat diturunkan sehingga menghasilkan NPV yang negatif; atau sebaliknya satu persatu komponen dinaikkan sehingga menghasilkan NPV positif. Dari selisih nilai komponen yang menghasilkan NPV

yang positif dan negatif dapat dihitung seberapa jauh simpangan yang dapat diterima dalam komponen tersebut sehingga proyek dapat dikatakan layak. Nilai yang masih dapat diterima tersebut dinamakan switching value(SV). Rumus SV adalah sebagai berikut:

$$SV = \frac{(V^+ - V^-) \frac{NPV^+}{NPV^+ - NPV^-}}{V^+} \times 100\%$$

Dimana,

V+ : nilai yang memberikan NPV positif

V- : nilai yang memberikan NPV negatif

NPV+ : nilai NPV positif

NPV- : nilai NPV negatif

Analisis sensitivitas hanya dilakukan pada setiap komponen dalam neraca dengan asumsi komponen lainnya tetap. Hasil dari analisis ini akan berguna untuk pengambilan keputusan dalam mempertimbangkan resiko yang harus ditanggung jika memutuskan bahwa sebuah proyek harus dijalankan. Bagi pelaksanaan operasional hal ini sangat berguna untuk mengetahui kelemahan-kelemahan proyek/bisnis. Bagian-bagian sensitif tentunya merupakan titik-titik lemah proyek yang harus diperhatikan dalam proses perjalanannya.

Analisis sensitivitas ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat menjawab pertanyaan yang menyangkut perubahan tingkat keuntungan proyek jika perubahan terjadi pada beberapa komponen proyek pada saat yang bersamaan. Untuk menjawab hal ini maka analisis yang dilakukan adalah memperkirakan apa saja perubahan yang akan terjadi secara bersamaan dan berapa pengaruhnya terhadap keuntungan proyek. Dalam hal ini perencana bisa mensimulasikan

berbagai skenario, biasanya ada 3 skenario, yaitu moderat, pesimis dan optimis.

## 5. Analisis BOK

Pada perhitungan analisis BOK ini digunakan metode ND Lea Consultant, pembagian kelas kendaraan dibedakan menjadi beberapa jenis seperti ditunjukkan pada Tabel 25. Sedangkan karakteristik masing-masing jenis kendaraan ditunjukkan pada Tabel 26.

Tabel 25. Pembagian Jenis Kendaraan (Zilki Arfansya Febrama, 2018)

No	Kendaraan		Kelompok Yang mewakili
	Major Class	Minor Class	
1	Sepeda Motor	Sepeda motor	Auto
2	Vespa	Vespa	
3	Mobil Penumpang	Mobil Penumpang, opelets, sedan, suburban, landrover Jeep.	
4	Pick-Up, microbus, kendaraan pengirim	Pick-up, Microbus, Truck 2 axle 4 tyres	Truk
5	Truk 2 as	2 as, 6 ban	
6	Truk 3 as	3 as, 10 ban	
7	Truk trailer dan semitrailer	Truck-trailer, semitrailer	
8	Bus	Large bus 2 axle 6 tyres.	Bus

Tabel 26. Karakteristik Kelompok Kendaraan (Zilki Arfansya Febrama, 2018)

KARAKTERISTIK	AUTO	TRUK	BUS
Berat kendaraan (ton)	1.2	4	2.9
Berat kotor normal	1.7	7.5	5.5
Jml As	2	2-3	2
Jml silinder	2-4	6	6
Jml ban	4	7	6
Daya (HP)	80	170	165
Rata-rata jarak Km tahunan	20000	42000	90000
Umur rata-rata (thn)	10	7	9

Dalam metode ini biaya operasi kendaraan dihitung berdasarkan pada biaya operasi kendaraan dasar yang merupakan biaya berjalan pada jalan kondis baik, datar dan lurus. Biaya operasi kendaraan dasar sendiri terbagi menjadi delapan komponen biaya, yang terdiri dari:

1. Bahan bakar
2. Ban
3. Upah Kru
4. Oli
5. Pemeliharaan
6. Penurunan nilai (depresiasi)
7. Bunga
8. *Fixed price.*

#### 1. Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu; untuk auto diasumsikan menggunakan bahan bakar bensin dan solar sedangkan truk dan bus diasumsikan seluruhnya menggunakan bahan bakar solar. Besarnya konsumsi bahan bakar per jenis kendaraan ditunjukkan pada Tabel 27.

Tabel 27. Konsumsi Bahan Bakar (*ND Lea & Associates*)

No.	Kelompok Kendaraan	Konsumsi Bahan Bakar
1	Auto	0.0610
2	Truk	0.0834
3	Bus	0.0612

#### 2. Bahan Bakar

Perhitungan kebutuhan biaya ban diasumsikan berdasarkan pada nilai roughness jalan sebesar 2500 mm/km. Besarnya nilai konsumsi ban ditunjukkan pada Tabel 28.

Tabel 28. Konsumsi Ban (*ND Lea & Associates*)

No.	Kelompok Kendaraan	Konsumsi Ban
1	Auto	0.0610
2	Truk	0.0834
3	Bus	0.0612

### 3. Upah Kru

Perhitungan upah kru menggunakan rumus:

$$TIM = \frac{VALT}{AVESPD} \times \frac{AESPD \times 100}{AVESPD + PROINC(V - AVESPD)}$$

Dimana,

TIM : upah kru per 1000 km

VALT : upah kru perjam

AVESPD : rata-rata kecepatan (km/j)

V : kecepatan (km/j)

PROINC : proporsi kendaraan yang melaju dengan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan rata-rata (0.2 untuk auto, 0.5 untuk bus dan truk).

### 4. Konsumsi Oli

Besarnya konsumsi oli per jenis kendaraan ditunjukkan pada Tabel 29.

Tabel 29. Konsumsi Oli (*ND Lea & Associates*)

No.	Kelompok Kendaraan	Konsumsi Oli (lt/1000 km)
1	Auto	1.3
2	Truk	4
3	Bus	4

### 5. Pemeliharaan kendaraan

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan adalah sebagai berikut lihat Tabel 30.

Tabel 30. Lama waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan kendaraan per 1000 km (*ND Lea & Associates*)

No.	Kelompok Kendaraan	Waktu (jam)
1	Auto	1.69
2	Truk	5.59
3	Bus	1.12

## 6. Depresiasi

Nilai depresiasi kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$D = \frac{VP}{TotKm} \times \frac{AveSpdx1000}{AveSpd + ProInc(V - AveSpd)}$$

Dimana,

D : Depresiasi per 1000km

VP : harga kendaraan (Rp)

AveSpd : rata-rata kec (km/j)

V : kecepatan (km/j)

ProInc : Proporsi kendaraan yang melaju dengan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan rata-rata (0.2 untuk auto dan 0.5 untuk bus dan truk)

## 7. Bunga Kendaraan

Bunga kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$IC = \frac{VP}{2xAnKm} \times \frac{AveSpdx1000}{AveSpd + ProInc(V - AveSpd)} \times \frac{Int}{100}$$

Dimana,

IC : nilai bunga per 1000km

AnKm : rata-rata perjalanan kilometer tahunan (km)

- Int : suku bunga tahunan (%)
- AveSpd : rata-rata kecepatan (km/j)
- V : kecepatan (km/j)
- ProInc : Proporsi kendaraan yang melaju dengan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan rata-rata (0.2 untuk auto dan 0.5 untuk bus dan truk)

#### 8. Fixed Cost

Besarnya fixed cost ditentukan dengan menggunakan rumus seperti di bawah:

$$FIX = \frac{Ins + Man}{AnKm} \times \frac{AveSpdx1000}{AveSpd + ProInc(AveSpd - V)} \times \frac{Int}{100}$$

Dimana,

- FIX : fixed cost per 1000km
- Ins : asuransi tahunan (Rp)
- Man : ongkos manajemen tahunan (Rp)
- AveSpd : rata-rata kecepatan (km/j)
- AnKm : rata-rata perjalanan kilometer tahunan (km)
- ProInc : Proporsi kendaraan yang melaju dengan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan rata-rata (0.2 untuk auto dan 0.5 untuk bus dan truk)

Sehingga besarnya Biaya operasi kendaraan dasar adalah sebagai berikut (Tabel 31).



Tabel 31. Biaya operasi dasar (kondisi: *Flat-Tangent-PavedRoad and Good Condition*) (Zilki Arfansya Febrama, 2018)

Komponen Biaya	PC Biaya Th1975	Truk Biaya Th 1975
<i>Fuel</i>	3.944	5.481
<i>Oil</i>	350	1.080
<i>Tyre</i>	738	2.193
<i>Maint.</i>	3.714	8.331
<i>Deprec.</i>	4.995	8.324
<i>Interest</i>	3.746	4.371
<i>Fixed Cost</i>	9.654	10.542
<i>Ops Time</i>	1.411	5.000
Total (Rp/1000km)	Rp 28.552	Rp. 45.322

### BIAYA OPERASI KENDARAAN UNTUK SEPEDA MOTOR

Dalam metode ND Lea ini, biaya operasi kendaraan untuk sepeda motor tidak dibahas khusus. Biaya operasi kendaraan untuk sepeda motor dijadikan sebagai biaya tambahan terhadap auto, dengan mengikuti asumsi sebagai berikut:

- Jumlah sepeda motor berkisar antara 50-180 kendaraan untuk setiap 100 Auto.
- Biaya operasi satu unit sepeda motor berkisar 18% dari biaya Auto. Sehingga jika terdapat 80 unit sepeda motor dalam setiap 100 auto, maka akibat adanya sepeda motor, biaya operasi kendaraan Auto akan dikalikan dengan:  $1+(0.18*80)/100=1.14$ .
- Dengan kata lain biaya operasi kendaraan Auto akan bertambah 14%.

### PENGARUH TYPE LAPISAN PERUKAAN DAN KONDISI JALAN TERHADAP BIAYA OPERASI KENDARAAN.

Karakteristik berbagai type lapisan permukaan jalan dibagi menjadi lima jenis permukaan, yaitu:

1. *High standard paved*; perkerasan kualitas tinggi
2. *Intermediate standard paved*: perkerasan kualitas menengah
3. *Low standard paved*; perkerasan kualitas rendah
4. *Unpaved; Gravel* ; kerikil, agregat, makadam
5. *Unpaved: Earth*; jalan tanah.

Untuk setiap permukaan jalan tersebut di atas masih dibagi lagi ke dalam jenis kondisi lapangan yang terjadi, yaitu; baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*) dan parah (*bad*).

Untuk menentukan besarnya biaya operasi kendaraan pada jalan yang tidak dalam kondisi standar, maka beberapa angka indeks telah disusun untuk mengantisipasinya. Angka-angka indeks tersebut ditunjukkan pada Tabel 32, Tabel 33, Tabel 34, Tabel 35, Tabel 36 dan Tabel 37.

Tabel 32. Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto,urban road, %  
(*ND Lea & Associates*)

Type Permukaan dan kondisi	Bahan Bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi <i>Interaset</i> <i>Fixed</i> Upah Kru	Total
<i>Paved High</i>						
- <i>Good</i>	76	100	100	100	122	112
- <i>Fair</i>	76	100	300	230	122	134
- <i>Poor</i>	76	192	575	404	122	165
- <i>Bad</i>	73	192	575	404	137	175
<i>Paved Int</i>						
- <i>Good</i>	74	100	128	119	124	116
- <i>Fair</i>	74	100	556	392	124	163
- <i>Poor</i>	74	192	575	404	124	166
- <i>Bad</i>	74	192	575	404	138	176
<i>Paved Low</i>						
- <i>Good</i>	73	100	167	144	126	122
- <i>Fair</i>	73	100	575	404	126	166
- <i>Poor</i>	73	192	575	404	126	167
- <i>Bad</i>	76	192	575	404	139	177

Tabel 33. Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan truk,urban road,  
% (ND Lea & Associates)

Type permukaan dan kondisi	Bahan Bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi Interaset Fixed Upah Kru	Total
<i>Paved High</i>						
- Good	94	100	100	100	146	128
- Fair	94	100	121	156	146	139
- Poor	94	200	151	234	146	157
- Bad	102	200	151	234	189	185
<i>Paved Int</i>						
- Good	94	100	103	108	148	131
- Fair	94	100	149	229	148	155
- Poor	94	200	151	234	148	159
- Bad	102	200	151	234	189	185
<i>Paved Low</i>						
- Good	94	100	107	119	150	134
- Fair	94	100	151	234	150	152
- Poor	94	200	151	234	150	160
- Bad	103	200	151	234	193	188

Tabel 34. Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus,urban road,  
% (ND Lea & Associates)

Type permukaan dan kondisi	Bahan Bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi Interaset Fixed Upah Kru	Total
<i>Paved High</i>						
- Good	90	100	100	100	147	130
- Fair	90	100	121	273	147	149
- Poor	90	200	151	511	147	178
- Bad	95	200	151	511	193	210
<i>Paved Int</i>						
- Good	89	100	103	125	149	134
- Fair	89	100	149	494	149	174
- Poor	89	200	151	511	149	179
- Bad	95	200	151	511	193	210
<i>Paved Low</i>						
- Good	89	100	107	158	151	139
- Fair	89	100	151	511	151	178
- Poor	89	200	151	511	151	181
- Bad	95	200	151	511	196	212

Tabel 35. Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto,interurban road,  
% (ND Lea & Associates)

Type permukaan dan kondisi	Bahan Bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi Interaset Fixed Upah Kru	Total
<i>Paved High</i>						
- Good	90	100	100	100	105	102
- Fair	84	100	300	230	110	127
- Poor	76	192	575	404	122	165
- Bad	73	192	575	404	137	175
<i>Paved Int</i>						
- Good	77	100	128	119	117	112
- Fair	77	100	556	392	117	158
- Poor	74	192	575	404	124	166
- Bad	74	192	575	404	138	176
<i>Paved Low</i>						
- Good	79	100	167	144	117	116
- Fair	79	100	575	404	117	161
- Poor	86	192	575	404	126	167
- Bad	91	192	575	404	139	177
<i>Gravel</i>						
- Good	91	192	311	163	117	125
- Fair	91	192	575	404	118	164
- Poor	86	192	575	404	128	170
- Bad	91	192	575	404	141	180
<i>Earth</i>						
- Good	87	192	433	311	127	154
- Fair	87	192	433	404	127	170
- Poor	85	192	433	404	130	172
- Bad	93	192	433	404	141	180

Tabel 36. Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan truk,inter urban road,  
% (ND Lea & Associates)

Type permukaan dan kondisi	Bahan Bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi Interaset Fixed Upah Kru	Total
<i>Paved High</i>						
- Good	100	100	100	100	100	100
- Fair	94	100	121	156	119	122
- Poor	94	200	151	234	146	157
- Bad	102	200	151	234	189	185
<i>Paved Int</i>						
- Good	97	100	103	108	100	106
- Fair	95	100	149	229	121	139
- Poor	94	200	151	234	148	159
- Bad	102	200	151	234	189	185
<i>Paved Low</i>						
- Good	95	100	107	119	108	108
- Fair	97	100	149	234	123	141

Lanjutan tabel 36.

- Poor	94	200	151	234	150	160
- Bad	103	200	151	234	193	188
<i>Gravel</i>						
- Good	115	200	110	127	108	114
- Fair	124	200	151	234	126	149
- Poor	122	200	151	234	152	165
- Bad	132	200	151	234	193	191
<i>Earth</i>						
- Good	125	200	136	193	135	145
- Fair	125	200	151	234	135	154
- Poor	122	200	151	234	161	170
- Bad	136	200	151	234	200	196

Tabel 37. Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus, inter urban road, % (ND Lea &amp; Associates)

Type permukaan dan kondisi	Bahan Bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi Interset Fixed Upah Kru	Total
<i>Paved High</i>						
- Good	100	100	100	100	100	100
- Fair	92	100	121	273	119	131
- Poor	90	200	151	511	147	178
- Bad	95	200	151	511	193	210
<i>Paved Int</i>						
- Good	95	100	103	125	112	110
- Fair	93	100	149	494	122	157
- Poor	89	200	151	511	149	179
- Bad	95	200	151	511	193	210
<i>Paved Low</i>						
- Good	94	100	107	158	112	113
- Fair	95	100	151	511	123	160
- Poor	89	200	151	511	151	181
- Bad	97	200	151	511	196	212
<i>Gravel</i>						
- Good	119	200	110	183	112	123
- Fair	125	200	151	511	124	160
- Poor	119	200	151	511	153	187
- Bad	128	200	151	511	196	217
<i>Earth</i>						
- Good	123	200	136	387	140	165
- Fair	123	200	151	511	140	179
- Poor	119	200	151	511	158	190
- Bad	130	200	151	511	200	220

**Kondisi lainnya yang mempengaruhi nilai BOK**

Selain jenis dan kondisi permukaan jalan, terdapat beberapa hal lain yang turut mempengaruhi besarnya Biaya Operasi Kendaraan, yaitu:

- a. *Gradient*
- b. *Sharp curves*
- c. *Narrow bridges*
- d. *Bridges that have restricted axle load*
- i. *Roadway capacity.*

Besarnya pengaruh-pengaruh tersebut ditunjukkan pada Tabel 38.

Tabel 38. Besarnya nilai pengaruh faktor lain terhadap nilai BOK pada kondisi jalan flat tangent and good condition. (% thd nilai dasar) (Zilki Arfansya Febrama, 2018)

Jenis Kendaraan	Auto	Truck	Bus
<i>Gradient</i>			
- 0-3%	1	6	3
- 3-5%	2	10	10
- 5-7%	4	17	17
- >7%	6	25	23
<i>Sharp curves (no. of curve Per km)</i>			
	5	8	10
<i>Narrow Bridges</i>			
	5	8	10
<i>Bridges that have restricted axle load</i>			
- <4ton	0	39	12
- 4-6ton	0	12	0
- 6-7ton	0	7	0
<i>V/C</i>			
- V/C=0	0	0	0
- V/C=1	17	8	12

Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan Berdasarkan kondisi perkerasan (Oglesby, 1990)

1. Permukaan kerikil/batu, BOK kendaraan penumpang dan truk tunggal harus

dikalikan  $1.05+0.92*\text{mph}/100$  sedangkan untuk truk gandeng (3-S2) harus dikalikan  $1.15+0.83*\text{mph}/100$

2. Permukaan kerikil/batu, BOK kendaraan penumpang dan truk tunggal harus dikalikan  $1.1+1.84*\text{mph}/100$  sedangkan untuk truk gandeng (3-S2) harus dikalikan  $1.3+1.66*\text{mph}/100$
3. Perkerasan jenis rendah menggunakan pengali lebih besar dari 1 dan lebih kecil daripada angka pada no 1.

## 6. Nilai Waktu

Nilai waktu perjalanan berdasarkan formula Jasa Marga dengan mempertimbangkan studi dari nilai waktu yang pernah dilakukan di beberapa kota di Indonesia. Berikut adalah nilai waktu dasar dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan.

Tabel 39. Nilai Waktu dari Berbagai Studi (Nindyo Cahyo Kresnanto, 2016)

Referensi	Nilai Waktu (Rp/Jam/Kend)		
	Gol I	Gol Iia	Gol Iib
PT. Jasa Marga (1990-1996), Formula Herbert Mohring	12.287	18.534	13.768
Padalarang-Cileunyi (1996)	3.385 - 5.425	3.827 - 38.344	5.716
Semarang (1996)	3.411 - 6.221	14.541	1.506
IHCM (1995)	3.281,25	18.212	4.971,20
PCI (1979)	1.341	3.827	3.152
<i>JIUTR northern extension</i> (PCI 1989)	7.067	14.67	33.659
Surabaya-Mojokerto (JICA 1991)	8.88	7.96	7.98

Besar Nilai Waktu Minimum dapat dilihat pada Tabel 40.

Tabel 40. Nilai Waktu Minimum (Rp/Jam) (Nindyo Cahyo Kresnanto, 2016)

No.	Kab/Kota	Jasa Marga			JIUTR		
		Gol I	Gol Iia	Gol Iib	Gol I	Gol Iia	Gol Iib
1	DKI	8200	12369	9188	8200	17022	4246
2	Selain DKI	6000	9051	6723	6000	12455	3170

Dengan Formula yang digunakan adalah sebagai berikut : Nilai Waktu = Max {(K x Nilai Waktu Dasar) ; Nilai WaktuMinimum }

Sedangkan nilai K dapat dilihat pada Tabel 41 berikut :

Tabel 41. Nilai K untuk Beberapa Kota (Nindyo Cahyo Kresnanto, 2016)

No	Kabupaten/Kota	Nilai K
1	DKI Jakarta	1
2	Jawa Barat	0.23
3	bandung	0.39
4	Jawa Tengah	0.20
5	Semarang	0.52
6	Jawa Timur	0.25
7	Surabaya	0.4
8	Sumatera Utara	0.29
9	Medan	0.46

Selanjutnya perhitungan kecepatan arus bebas untuk menentukan waktu yang diperlukan pada masing – masing jenis kendaraan dapat digunakan rumus sebagai berikut :

- Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

$$FV = (FVo + FVw) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Dimana,

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FVo : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

FVw : Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

FFV<sub>SF</sub> : Faktor penyesuaian hambatan samping

FFV<sub>CS</sub> : Faktor penyesuaian ukuran kota

- Kecepatan arus bebas tipe kendaraan lain

$$FFV = FVo - FV$$

Dimana,



FFV : Penyesuaian kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam)

FVo : Kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam)

FV : Kecepatan arus bebas LV (km/jam)

$$FV_{HV} = FV_{HV,O} - FFV \times (FV_{HV,O} / FVo)$$

Dimana,

FV<sub>HV,O</sub> : Penyesuaian kecepatan arus bebas dasar LV(km/jam)

FVo : Kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam)

FFV : Penyesuaian kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam).

Untuk mengetahui ketentuan dari masing – masing variabel perhitungan diatas dapat digunakan tabel sebagai berikut :

Tabel 42. Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Hambatan Samping dengan Kereb (FFV<sub>SF</sub>) (MKJI 1997)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan Jarak kereb-penghalan			
		Jarak: kereb - penghalan W <sub>K</sub> (m)			
		□ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat-lajur tak-terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,94
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua-lajur tak-terbagi 2/2 UD atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95

Lanjutan tabel 42.

Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Tabel 43. Kecepatan Arus Bebas Dasar (FVo) (MKJI 1997)

Tipe jalan	Kecepatan arus			
	Kendaraan Ringan LV	Kendaraan Berat HV	Sepeda motor MC	Semua kendaraan (rata-rata)
Enam-lajur terbagi (6/2 D) atau Tiga-lajur satu-arah (3/1)	61	52	48	57
Empat-lajur terbagi (4/2 D) atau Dua-lajur satu-arah (2/1)	57	50	47	55
Empat-lejur tak-terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Tabel 44. Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw) (MKJI 1997)

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W <sub>C</sub> ) (m)		FV <sub>w</sub> (km/jam)
	Per lajur		
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	3,00		-
	3,25		4
	3,50		-
	3,75		2
	4,00		0
	4,00		2
Empat-lajur tak-terbagi	3,00		4
	3,00		-4

Lanjutan tabel 44.

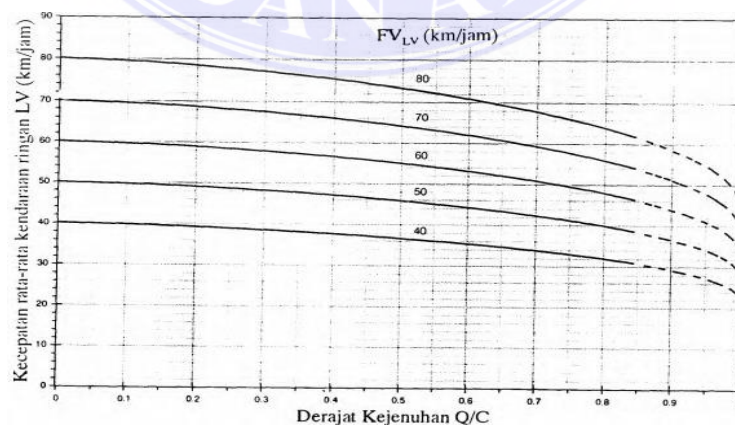
		3,25	-2
		3,50	0
		3,75	2
		4,00	4
Dua-lajur tak-terbagi	Total		
		5	-9,5
		6	-3
		7	0
		8	3
		9	4
		10	6
		11	7

Tabel 45. Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Ukuran Kota (FFV<sub>CS</sub>) (MKJI 1997)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk ukuran kota
<0,1	0,90
0,1-0,5	0,93
0,5-1,0	0,95
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,03

Kemudian hasil dari kecepatan arus bebas tersebut diplotkan pada grafik Gambar

2. Untuk menentukan kecepatan aktual yang dihubungkan dari derajat kejenuhan.

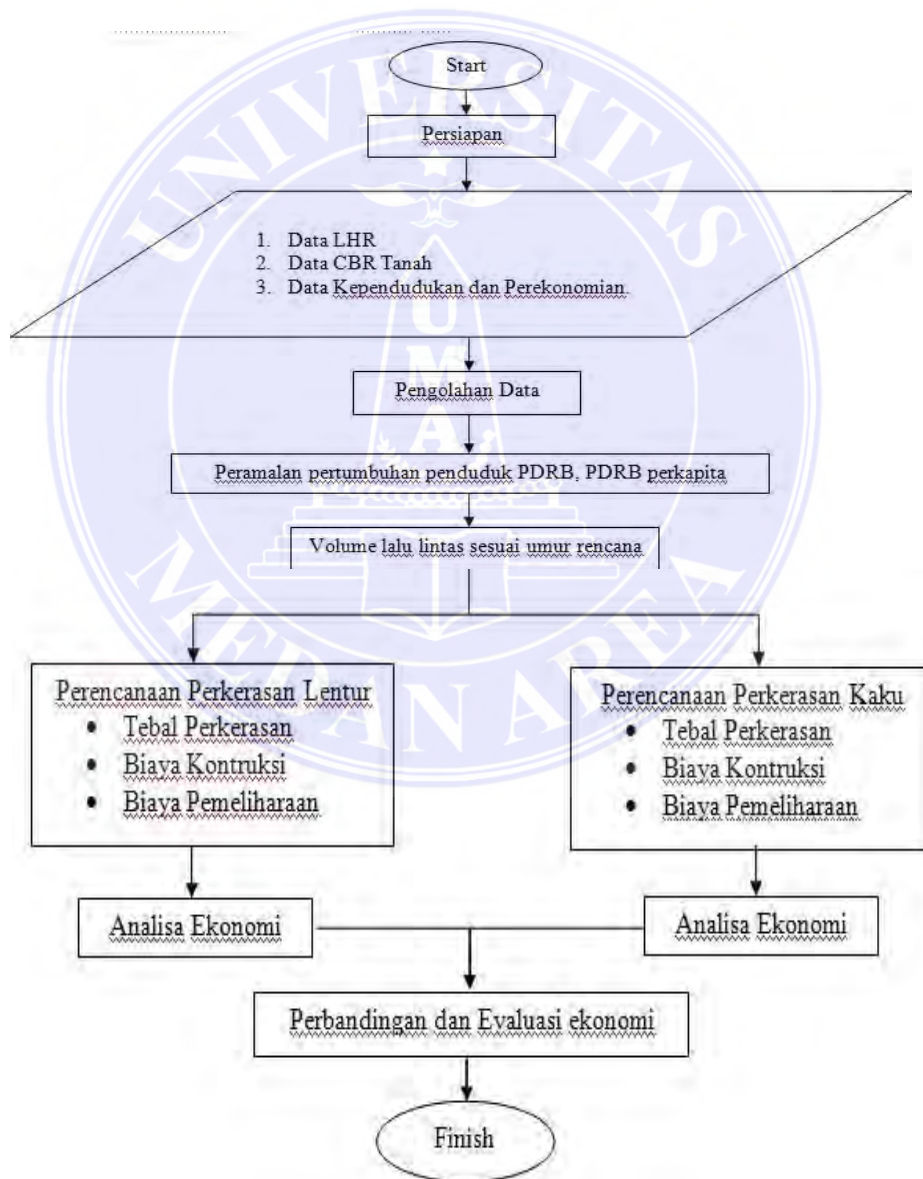


Gambar 2. Grafik Kecepatan sebagai fungsi dari DS jalan

## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Tahapan Pengerjaan Skripsi

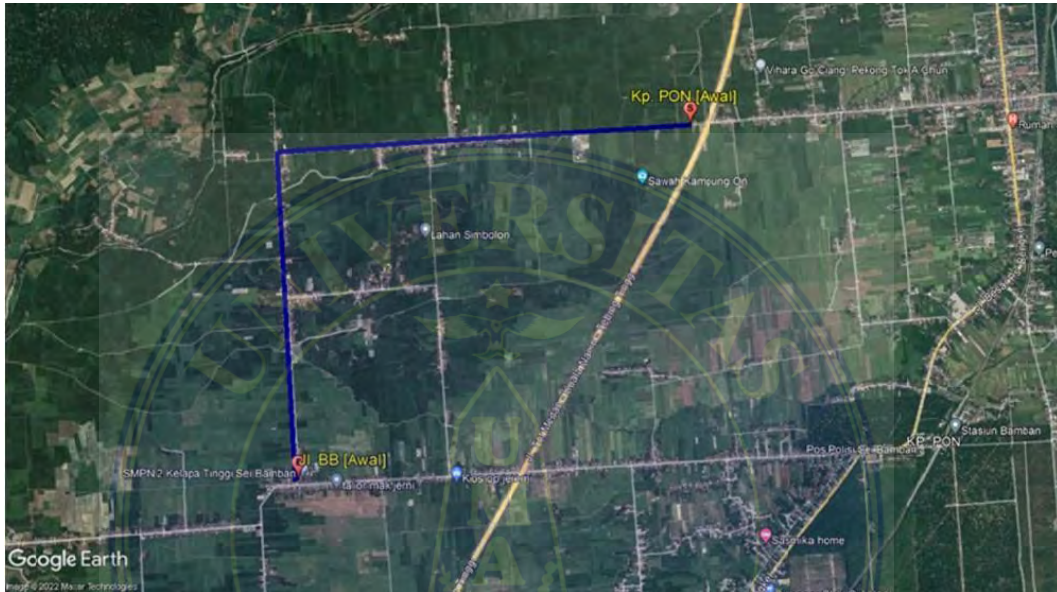
Guna memudahkan perhitungan maupun mengevaluasi dari hasil perhitungan dalam Skripsi ini supaya lebih terarah, maka perlu adanya tahapan pelaksanaan seperti pada Gambar 3. Flowchart berikut ini :



Gambar 3. Flowchart Tahapan Pengerjaan Skripsi

### 3.2. Lokasi Proyek

Lokasi proyek Peningkatan/Rekonstruksi Ruas Jalan Kampung Pon - Bakaran baru (Kelapa Tinggi). Panjang Jalan F Ruas Jalan Kampung Pon - Bakaran baru (Kelapa Tinggi) berkisar kurang lebih 4 Km dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi Proyek (Google Earth, 2023)

### 3.3. Persiapan

Persiapan dilakukan guna mengawali dari proses penyusunan yang membutuhkan bahan-bahan antara lain :

- a. Mencari informasi ke pengelola jalan dan mengumpulkan data-data yang akan diperuntukkan sebagai bahan perhitungan maupun perencanaan kebutuhan volume dan biaya rencana pelaksanaan pekerjaan Peningkatan/Rekonstruksi Ruas Jalan Kampung Pon - Bakaran baru (Kelapa Tinggi) guna menyusun Skripsi.

- b. Survey ke lokasi yang direncanakan guna Skripsi
- c. Mengumpulkan dan mempelajari buku-buku literatur.

### 3.4. Pengumpulan Data

Data-data yang perlu dipersiapkan guna menyusun Skripsi ini antara lain :

- a. Data LHR
- b. Data CBR Tanah
- c. Data Kependudukan dan Perekonomian

### 3.5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan analisa komponen Metode Bina Marga.

### 3.6. Peramalan Jumlah Penduduk

Metode yang digunakan dalam peramalan ini adalah metode regresi linier dengan selisih kuadrat terkecil, Regresi linier adalah cara yang digunakan untuk mendapatkan persamaan garis linier sebagai dasar perhitungan peramalan selama usia rencana.

### 3.7. Lalu Lintas Sesuai Umur Rencana

Metode yang digunakan adalah *trip assignment* dengan cara persentase kendaraan yang melewati ruas jalan Kampung Pon - Bakaran baru (Kelapa Tinggi) sebesar 32% dari jumlah keseluruhan kendaraan. Volume masing-masing jenis kendaraan yang melewati ruas jalan ini dapat dihitung dengan mengalikan persentase kendaraan tersebut.

Dengan faktor pertumbuhan kendaraan telah diketahui, maka dapat

diramalkan pertumbuhan volume kendaraan yang akan melewati ruas jalan ini selama usia rencana. Jumlah total kendaraan kemudian dikalikan dengan faktor pertumbuhan kendaraan, kemudian ditambah dengan volume kendaraan tahun sebelumnya.

### 3.8. Perencanaan Perkerasan

#### 1. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Dalam Perencanaan perkerasan jalan untuk ruas jalan ini digunakan perencanaan konstruksi bertahap perkerasan lentur dengan menggunakan Metode Analisa Komponen (Cara Bina Marga). Adapun beberapa ketentuan dalam perencanaan tebal perkerasan lentur disini adalah sebagai berikut:

- a. Peranan jalan /Fungsi Jalan
- b. Tipe Jalan
- c. Umur Rencana
- d. Waktu pengoperasian Jalan
- e. Perhitungan Angka Ekivalen (E)
- f. Perhitungan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)
- g. Perhitungan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)
- h. Perhitungan Lintas Ekivalen Tengah (LET)
- i. Perhitungan Lintas Ekivalen Rencana (LER)
- j. Penentuan Faktor Regional (FR)
- k. Perhitungan Indeks Permukaan pada awal umur rencana (IPO)
- l. Perencanaan Indeks Permukaan Akhir (IPt)
- m. Penentuan Indeks Perkerasan (ITP)

a) Biaya Kontruksi

Biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan pekerjaan kontruksi berupa material yang digunakan pada perencanaan kontruksi perkerasan jalan lentur tersebut.

b) Biaya Pemeliharaan

1. Biaya pemeliharaan berkala
2. Biaya pemeliharaan rutin

2. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Dalam Perencanaan perkerasan jalan untuk jalan Frontage ini digunakan perencanaan kontruksi perkerasan kaku yang didasarkan atas perencanaan yang dikembangkan oleh NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*). Adapun beberapa ketentuan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku disini adalah sebagai berikut:

1. Peranan jalan /Fungsi Jalan
2. Tipe Jalan
3. Umur Rencana
4. Waktu pengoperasian Jalan
5. Mutu Beton Rencana
6. Kekuatan Tanah Dasar
7. Beban Lalu Lintas Rencana
8. Kekuatan Pelat Beton

a) Biaya Kontruksi

Biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan pekerjaan kontruksi berupa



material dan peralatan konstruksi yang digunakan pada perencanaan konstruksi perkerasan jalan kaku tersebut.

b) Biaya Pemeliharaan

Pada perencanaan perkerasan kaku biaya pemeliharaan yang digunakan biaya pemeliharaan rutin yang dilakukan setiap tahun dengan asumsi jalan mengalami kerusakan 1 % setiap tahunnya.

### 3.9 Analisis Ekonomi

Pada analisis ekonomi yang akan dibahas adalah jumlah *benefit* (nilai manfaat) yang diperoleh dari suatu proyek lebih besar daripada jumlah *cost* (biaya). Dalam studi kelayakan, dimana belum operasional, semua perhitungan biaya dan manfaat, serta angka-angka lain merupakan perhitungan perkiraan yang diproyeksikan selama umur proyek. Angka-angka proyeksi diperoleh melalui penurunan (derivasi) dari berbagai data, model dan asumsi yang dilihat dari berbagai aspek proyek.

### 3.10 Perbandingan Dan Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi berfungsi untuk mengetahui kelayakan proyek secara umum. Evaluasi ekonomi yang dilakukan yaitu membandingkan *benefit* dan *cost* masing-masing alternatif perkerasan menggunakan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) dan *User Cost*. Dari hasil perhitungan keseluruhan yang akan dibandingkan meliputi :

- a) Tebal Kontruksi masing-masing Perkerasan
- b) Analisis dan evaluasi ekonomi

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan tebal lapisan perkerasan lentur, yaitu (a) Lapis permukaan = 13 cm (Laston), (b) Lapis pondasi atas = 20 cm (Batu pecah CBR 80%) dan (c) Lapis pondasi bawah = 48 cm (Sirtu CBR 30%). Untuk tebal lapisan perkerasan kaku, yaitu (a) Plat Beton = 26 cm (Laston) dan (b) Lapis pondasi = 48 cm (Sirtu CBR 30%)
2. Hasil Evaluasi Ekonomi Hasil Perhitungan perbandingan ekonomi antara perkerasan lentur dengan *Total cost* = Rp 40.621.839.097,87 dan BCR = 14,83 dan perkerasan kaku dengan *Total cost* = Rp 49.127.513.796,33 dan BCR = 18,47, sehingga dari hasil BCR > 1, perbandingan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku dapat disimpulkan bahwa lebih ekonomis menggunakan jenis Perkerasan Kaku karena nilai BCR lebih besar dari Perkerasan Lentur.

### 5.2 SARAN

1. Lebih baik menggunakan jenis perkerasan kaku daripada perkerasan lentur pada ruas Kampung Pon, karena walaupun perkerasan kaku lebih mahal tetapi dalam umur rencananya akan lebih murah dalam pemeliharaan dibandingkan dengan perkerasan lentur.
2. Faktor keamanan dan kenyamanan sangat penting dalam sebuah pembangunan, tidak terkecuali dalam pembangunan jalan raya. Sehingga menurut kami dengan dibangunnya struktur dengan perkerasan kaku maka kedua faktor tersebut akan terpenuhi.

## DAFTAR PUSTAKA

Arfansya Febrama, Zilki. 2018. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Jalan Tol Semarangbatang Dengan Metode Aashto Ditinjau Dari Segi Ekonomi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BPS Serdang Bedagai Departemen

Caesaron, D., & Thio, A. (2017). Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT pada Proyek Pembangunan Ruko (Jl. Pasar Lama No. 20 Glodok). *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 8(2).

Cahyo Kresnanto, Nindyo. 2016. Analisis Perbandingan Bok Dan Nilai Waktu Beberapa Jenis Moda Perkotaan. Yogyakarta: Universitas Janabadra.

Dipohusodo, Istimawan. Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid I dan Jilid II, Penerbit : Kanisius, Yogyakarta, 1996.

Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. Manual kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta : Yayasan Badan Penerbitan Pekerjaan Umum. Dipohusodo, Istimawan. Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid I dan Jilid II, Penerbit : Kanisius, Yogyakarta, 1996.

Dwi Kusanti, Nancy. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, Volume 01, Nomor 1, Oktober 2018

[http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR.\\_PEND.TEKNIK\\_SIPIL/198008022008012-DEWI\\_YUSTIARINI/pertemuan\\_4-TC\\_326.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND.TEKNIK_SIPIL/198008022008012-DEWI_YUSTIARINI/pertemuan_4-TC_326.pdf)

Indriani, E. (2017). Analisis Penjadwalan Dengan Menggunakan Metode Pert (Program Evaluation And Review Technique) Pada Pembangunan Gedung. *Jurnal* , 11

Kusuma Wardani, Ita. 2016. Perbandingan Kontruksi Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Serta Analisis Ekonominya Pada Proyek Frontage Road Sisi Barat Surabaya. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

NAASRA (1987), "Pavement Design a Guide to The Structural Design of Road Pavements", First Published, Australia.

ND Lea & Associates, 1975

Nyoman, I. (2017). Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Dengan Cost Significant Model. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret*.

Pekerjaan Umum, 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit

Pekerjaan Umum.

Peraturan Daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Yogyakarta No. 9 Tahun 1998.  
[online] Tersedia: <http://www.jogja.go.id/index/extra.detail/1645/pajak-reklame.html>.

Standar SNI 07-2416-1991, Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Prasarana Transportasi, badan Penelitian dan Pengembangan

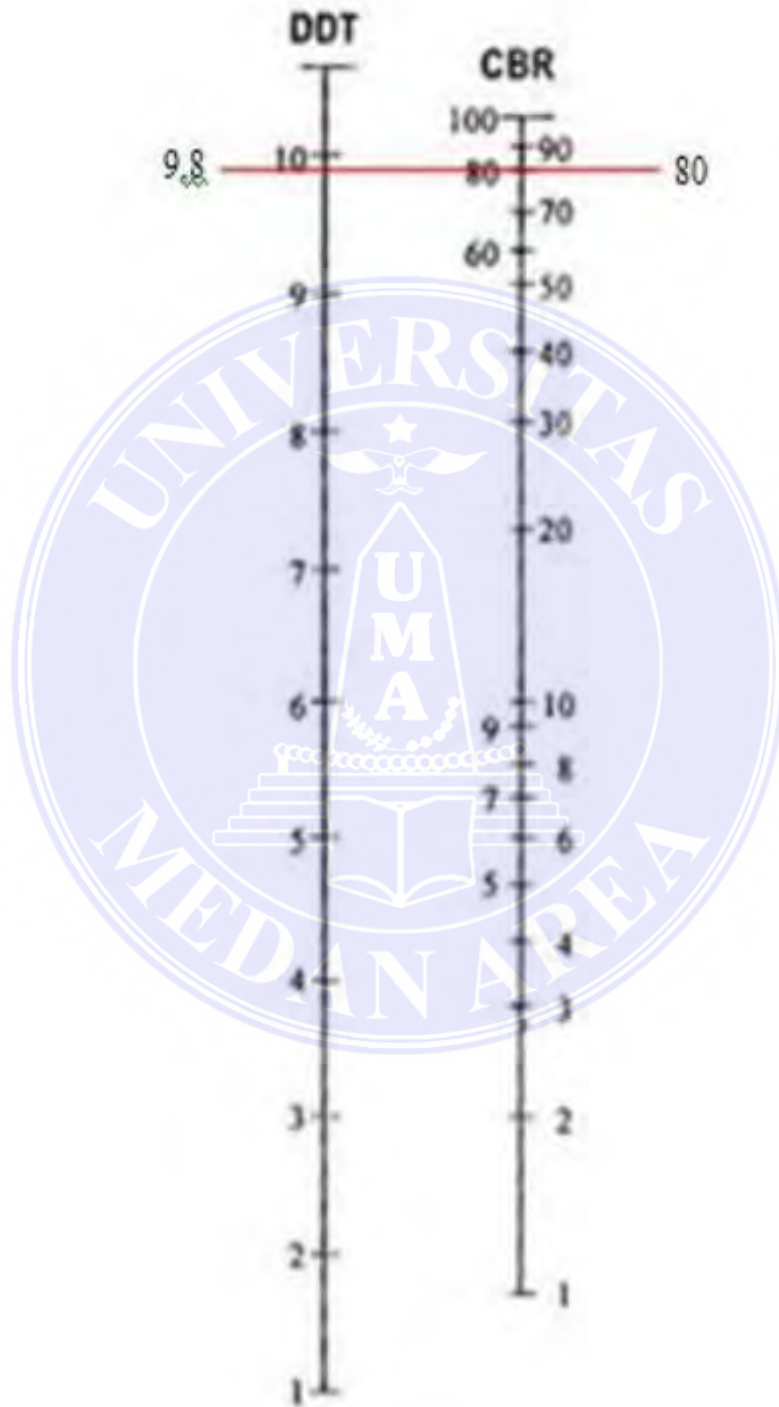
Sukirman. Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. NOVA : Bandung.

Wignall, Arthur dkk. 1999. Proyek Jalan Teori & Praktek. Erlangga. Jakarta

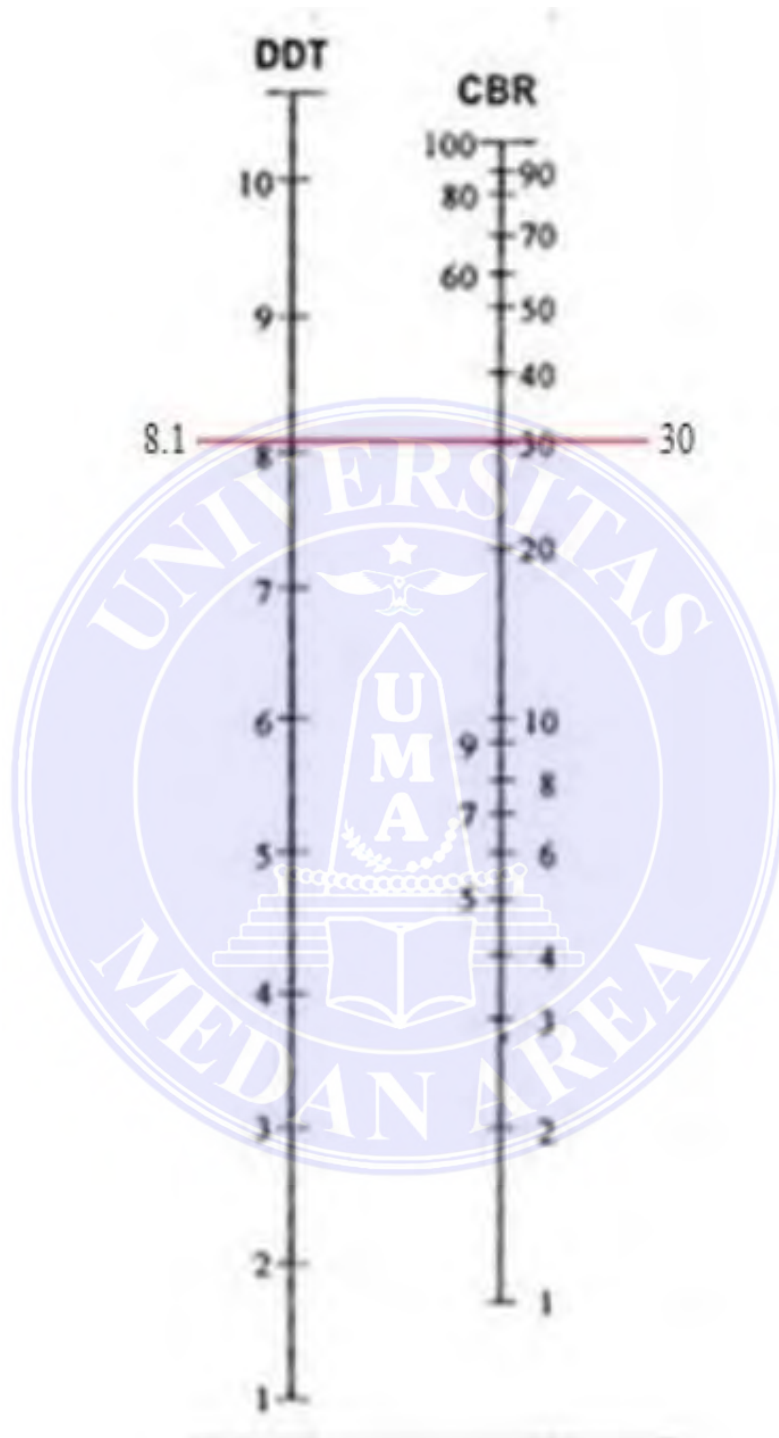


## LAMPIRAN

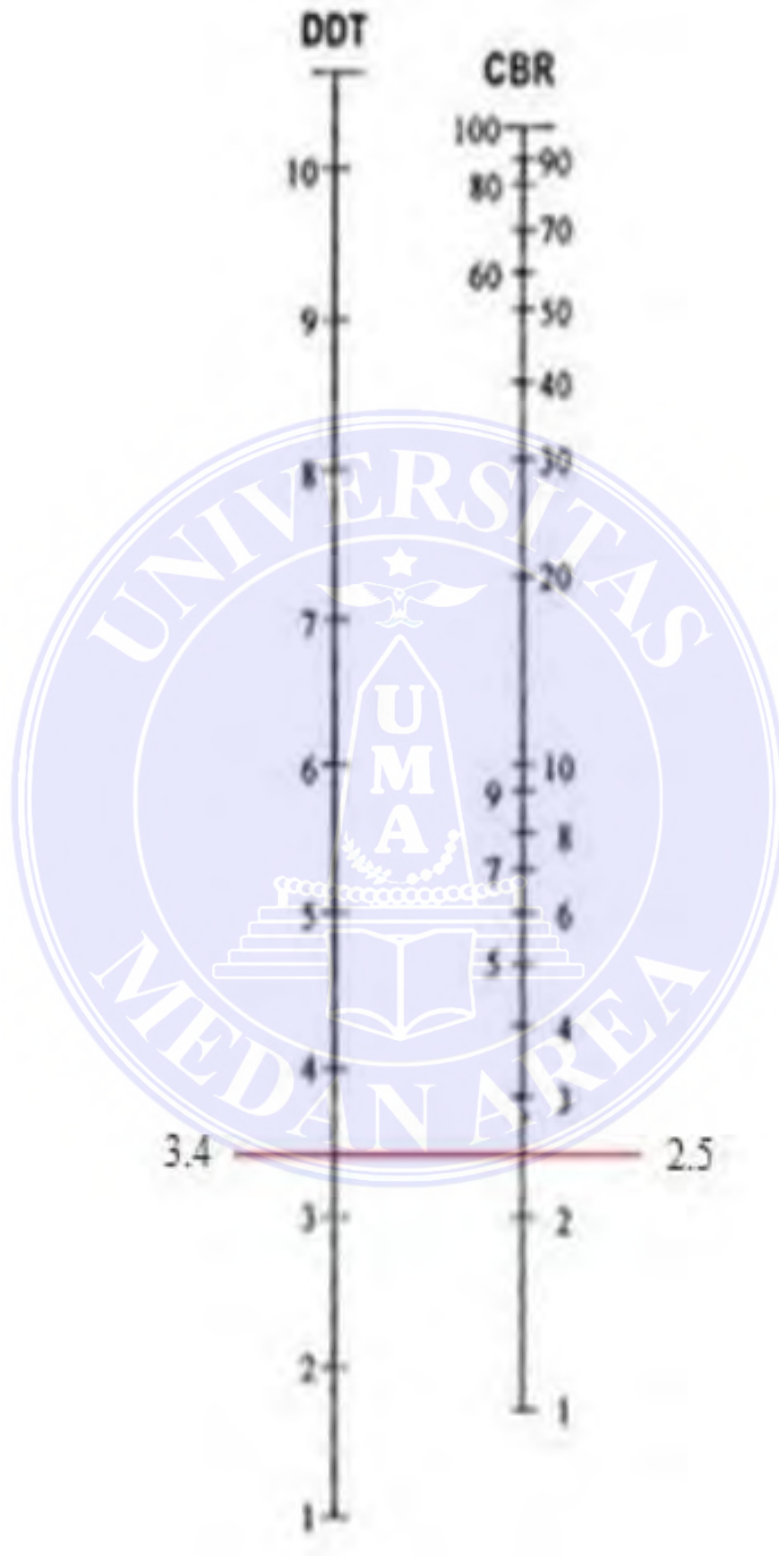
### Lampiran 1. Korelasi antara DDT dan CBR untuk Lapis D1



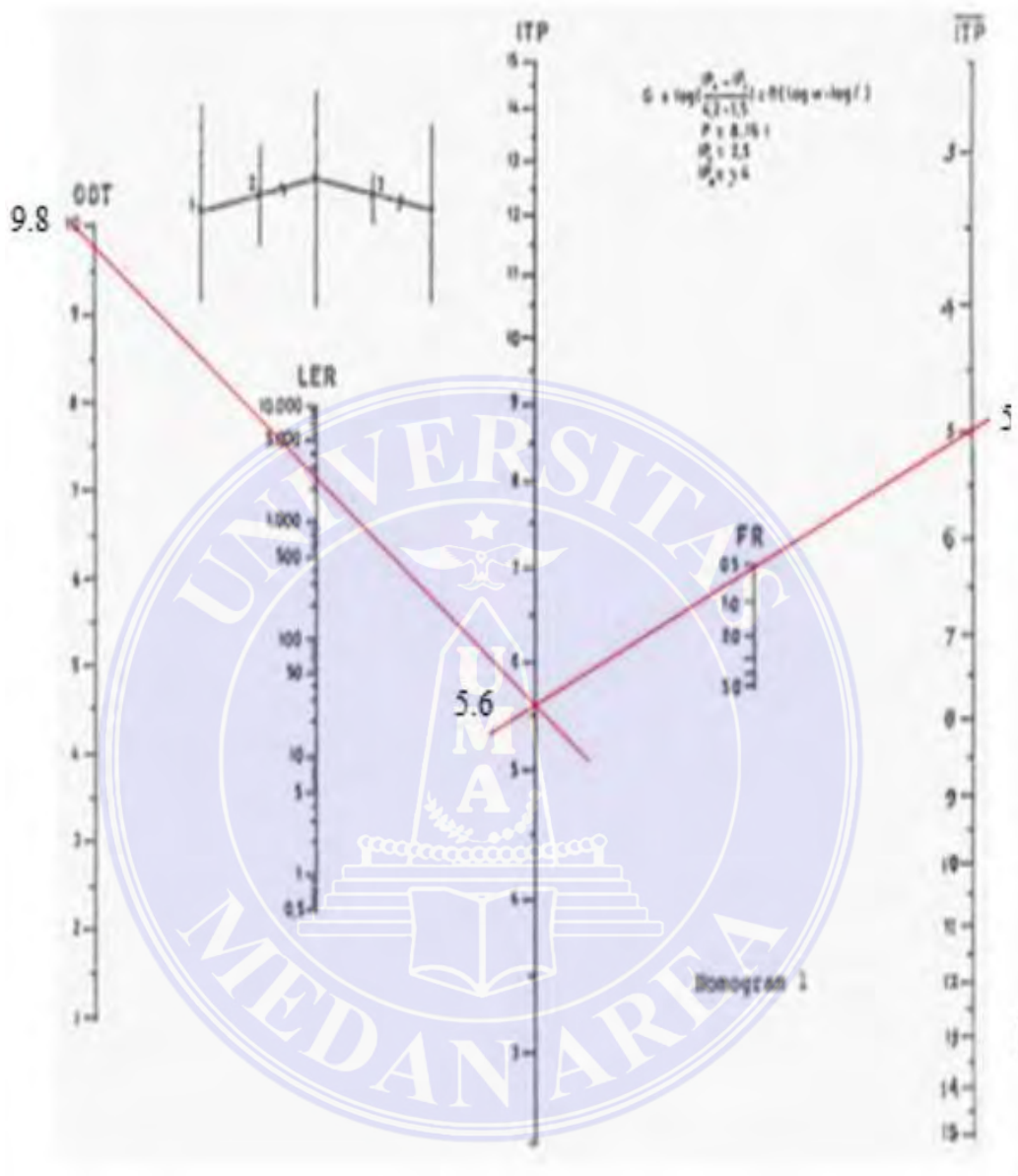
## Lampiran 2. Korelasi antara DDT dan CBR untuk Lapis D2



### Lampiran 3. Korelasi antara DDT dan CBR untuk Lapis D3

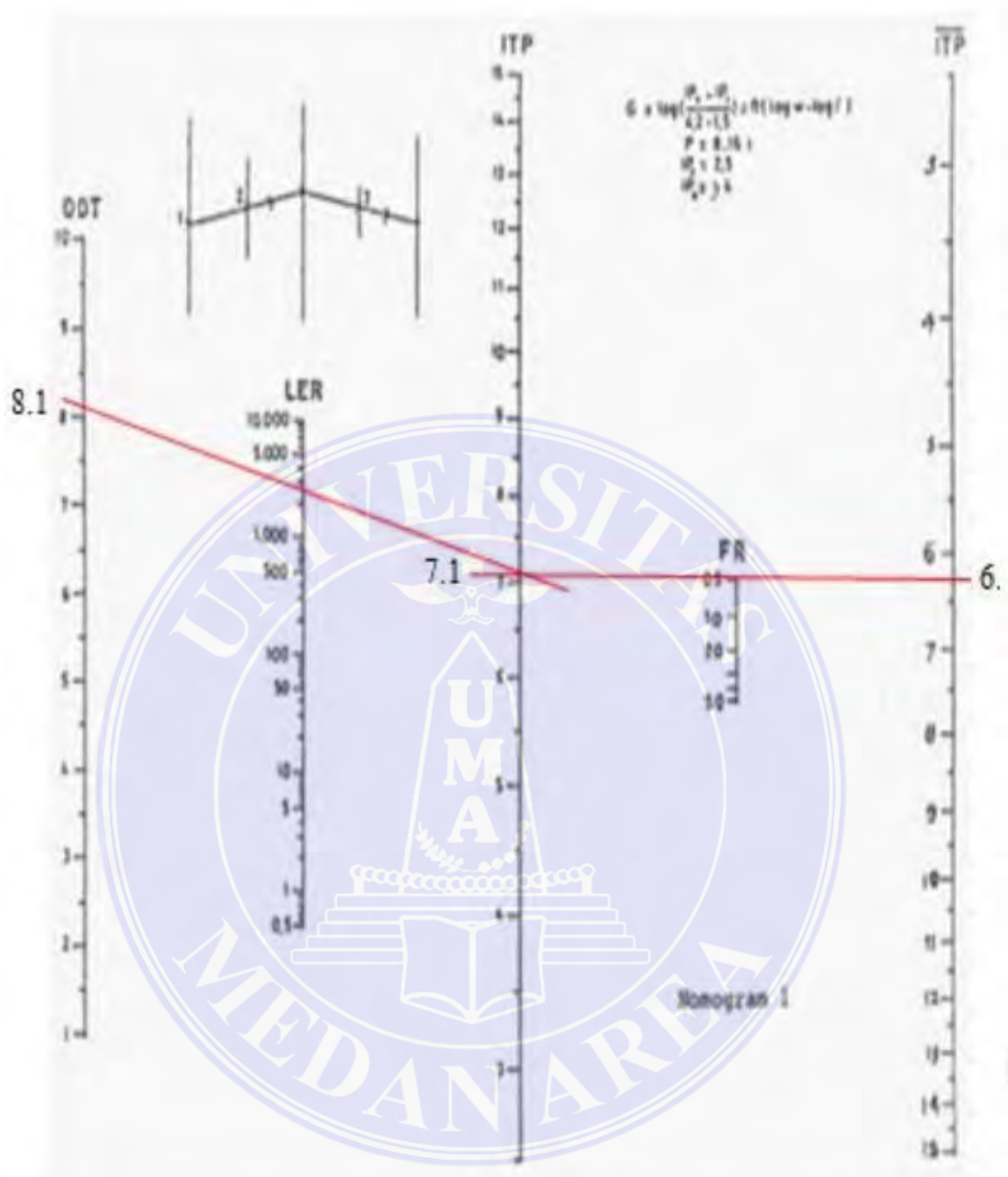


### Lampiran 4. Nomogram Untuk mencari nilai ITP rata-rata 1

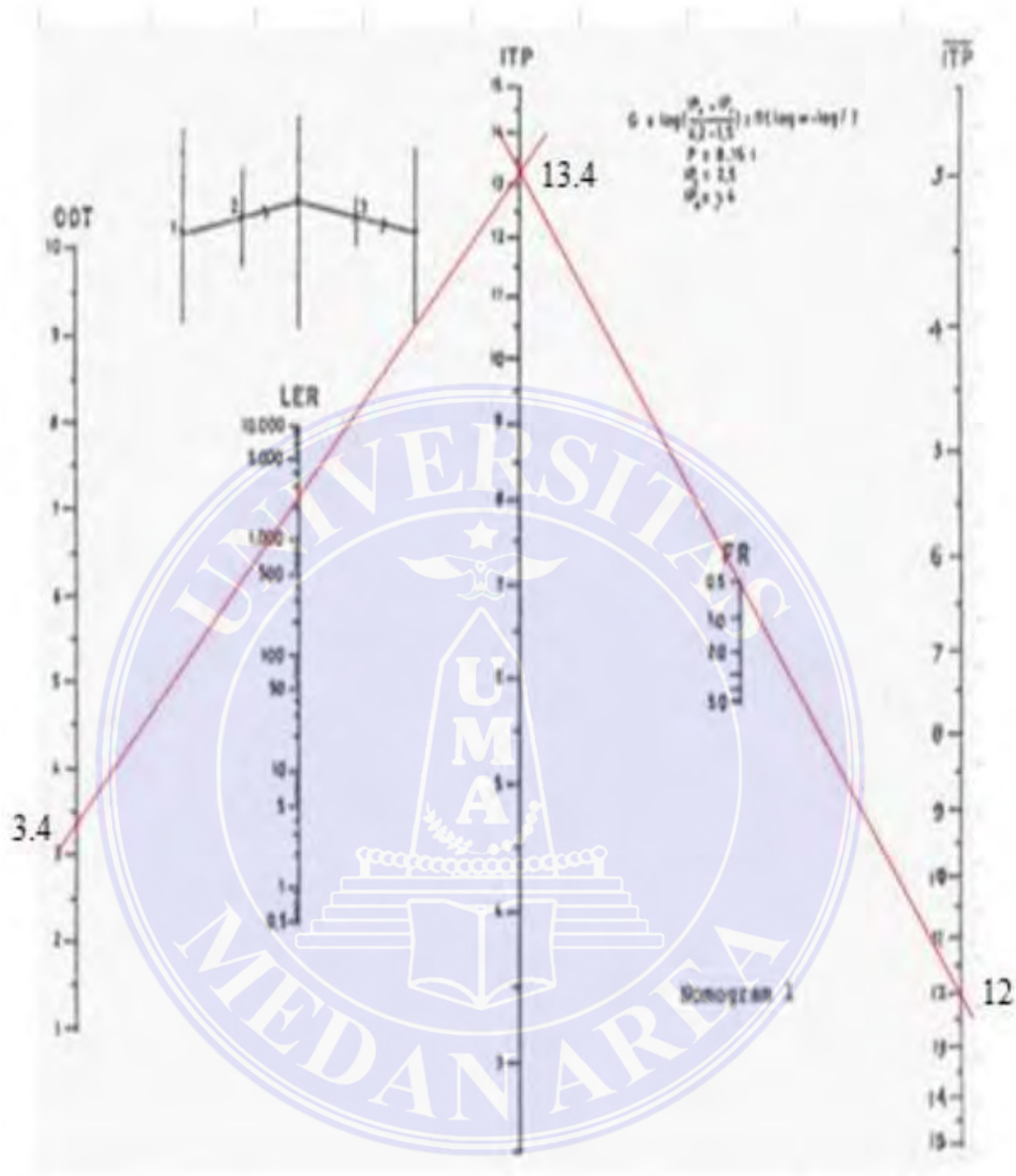




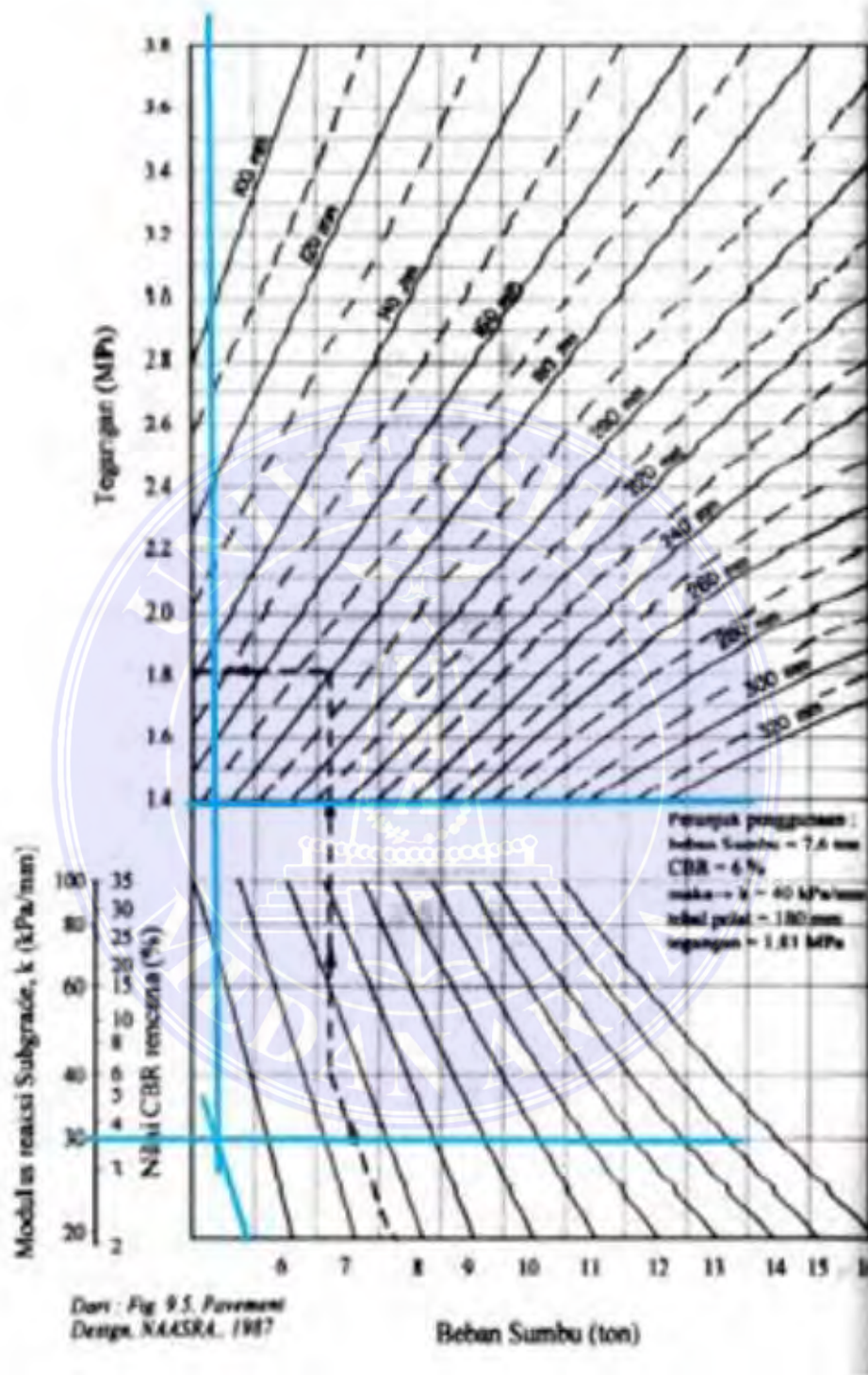
### Lampiran 5. Nomogram Untuk mencari nilai ITP rata-rata 2



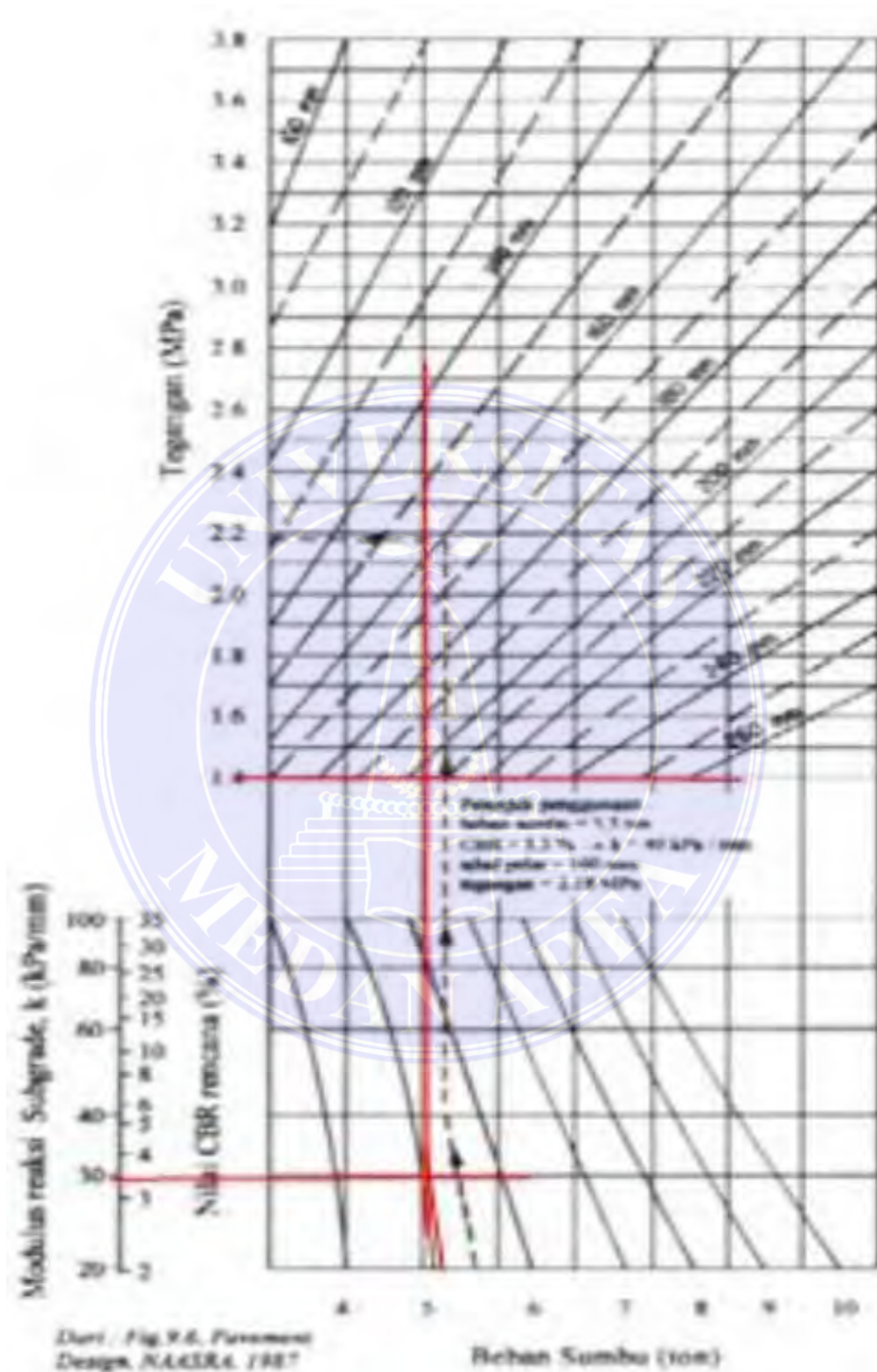
### Lampiran 6. Nomogram Untuk mencari nilai ITP rata-rata 3



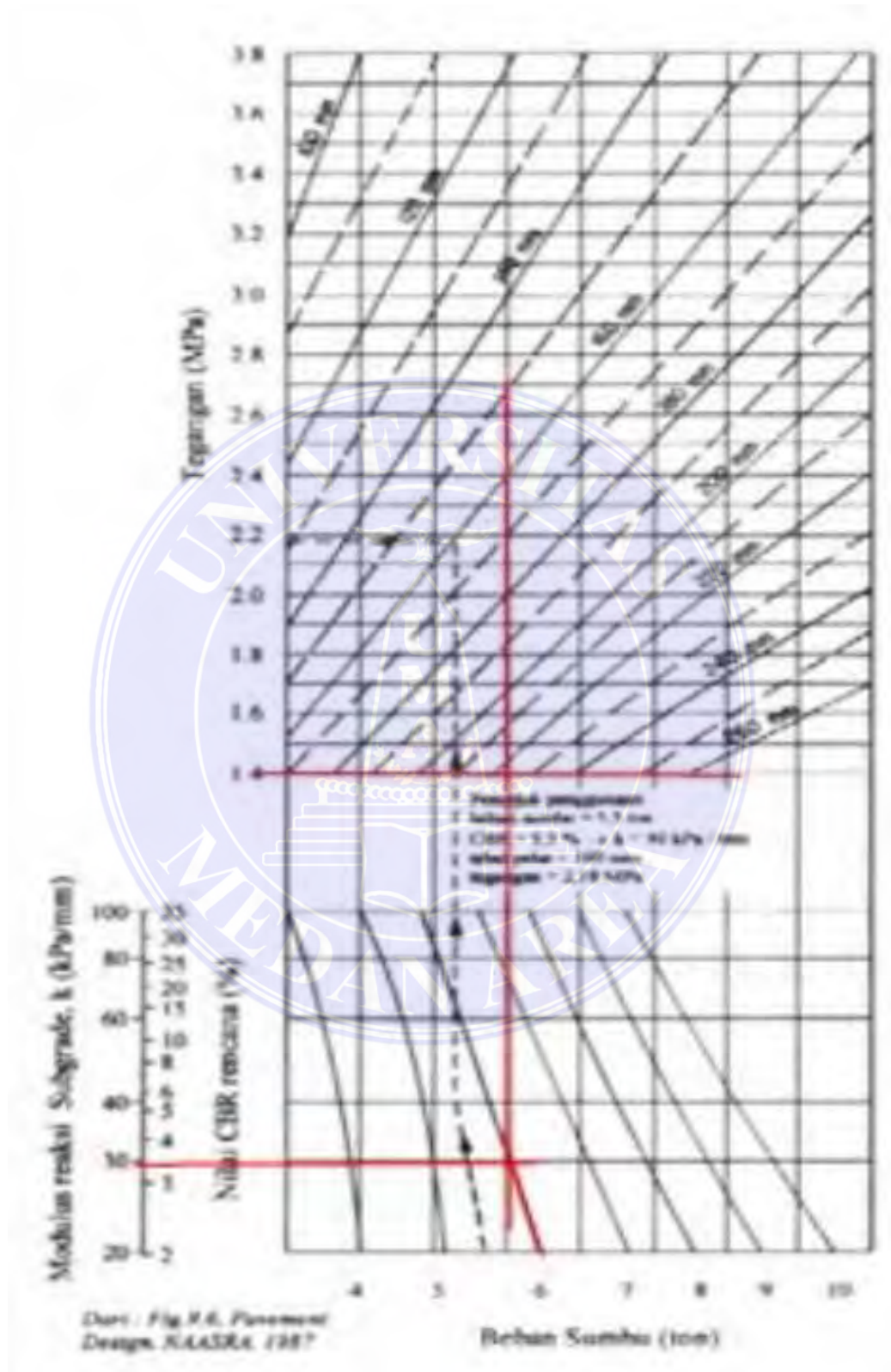
### Lampiran 7. STRG Sumbu 1 untuk tebal = 26 cm



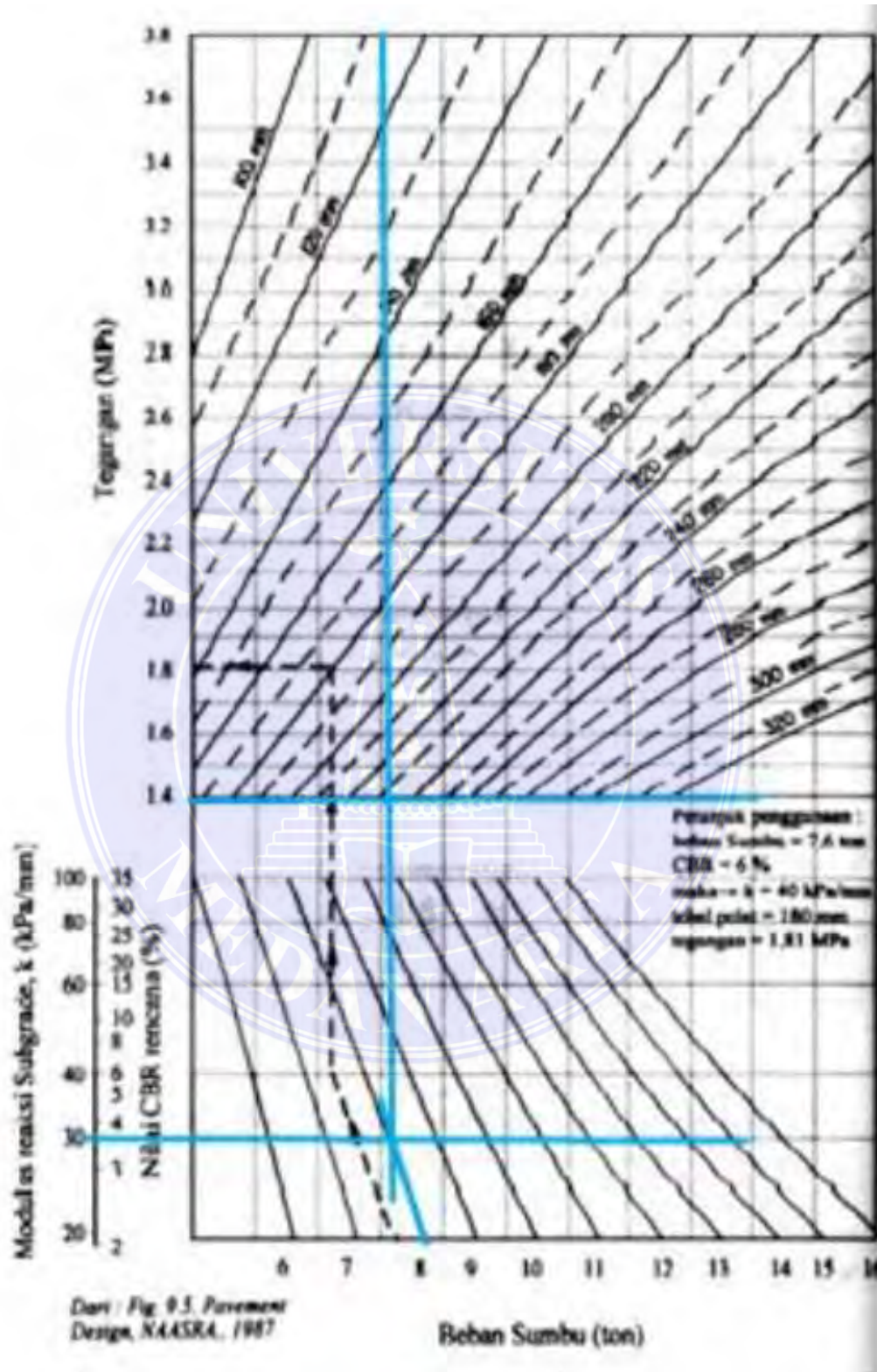
### Lampiran 8. STRT Sumbu 2 untuk tebal = 26 cm



### Lampiran 9. STRT Sumbu 3 untuk tebal = 26 cm



Lampiran 10. STRG Sumbu 4 untuk tebal = 26 cm



### Lampiran 11. STRG Sumbu 5 untuk tebal = 26 cm

