

TUGAS AKHIR

**PRESERVASI DAN PELEBARAN JALAN TARUTUNG-SIBOLGA-
KAB TAPSEL
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**DICKY
1307210062**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dicky

NPM : 1307210062

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Preservasi dan pelebaran jalan Tarutung, Sibolga, Kab Tapsel
(Studi Kasus)

Bidang ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Ir. Sri Asfiati, M.T.

Dosen Pembimbing II / Penguji



Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si

Dosen Pembanding I / Penguji



Ir. Zurkiyah, M.T

Dosen Pembanding II / Penguji



Dr. Ade Faisal, S.T,M.Sc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Fauzizal Zulkarnain, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Dicky

Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 22 Januari 1995

NPM : 1307210062

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Preservasi dan pelebaran jalan Tarutung, Sibolga, Kab Tapsel (Studi Kasus)”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2018



Saya yang menyatakan,

Dicky

ABSTRAK

PRESERVASI DAN PELEBARAN JALAN TARUTUNG, SIBOLGA, KAB TAPSEL (STUDI KASUS)

Dicky
1307210062
Ir. Sri Asfiati, M.T.
Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si

Transportasi ialah sarana pengangkutan untuk memindahkan sesuatu dari satu tempat ke tempat lain. Dengan semakin meningkatnya transportasi di kota-kota besar khususnya di Sumatera Utara saat ini, dimana peningkatan jumlah kendaraan tidaklah diikuti dengan fasilitas yang memadai seperti kondisi permukaan jalan banyak yang mengalami kerusakan. Dengan kondisi kerusakan permukaan jalan tersebut maka dibutuhkan preservasi dan pelebaran jalan yang lebih besar dibandingkan dengan jalan yang tidak rusak. Apabila kondisi jalan yang mengalami kerusakan tersebut tidak segera dilakukan perbaikan maka jalanan akan semakin macet, semakin lama kerusakan jalan tersebut dibiarkan maka semakin besar pula kemacetan yang terjadi. Pada laporan ini, akan dilakukan penilaian kondisi jalan diruas jalan Tarutung-Sibolga-Kab Tapsel, selanjutnya hasil penilaian akan ditinjau pengaruhnya terhadap capaian mutu *long segment* untuk preservasi dan pemeliharaan jalan. Dari perhitungan perkerasan lentur, maka hasil susunan perkerasan lentur yang didapat 5 cm untuk AC, 20 cm untuk batu pecah, dan 10 cm untuk sirtu. Sebelumnya dilakukan pengumpulan data terlebih dahulu yang diperoleh melalui metode survei investigasi secara langsung di lokasi penelitian pada pengendara kendaraan mobil penumpang, bus umum, truk 2 as, truk 3 as, dan truk 5 as. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, jumlah volume kendaraan pada kondisi permukaan jalan yang berbeda, yaitu untuk kondisi jalan rusak, kendaraan mobil penumpang: 7776 kendaraan, bus umum: 114 kendaraan, truk 2 as: 2059 kendaraan, truk 3 as: 573 kendaraan, dan truk 5 as: 50 kendaraan.

Kata Kunci: Preservasi, capaian mutu, perkerasan lentur

ABSTRACT

PRESERVATION AND WIDENING OF ROAD TARUTUNG-SIBOLGA-KAB TAPSEL (CASE STUDY)

Dicky
1307210062
Ir. Sri Asfiati, M.T.
Hj. Irma Dewi, S.T, Msi

Transportation is a means of transport to move things from one place to another. With the increasing of transportation in big cities especially in North Sumatera at this time, where the increase of vehicle number is not followed by adequate facilities like many road surface condition which is damaged. With the condition of road surface damage is required greater road preservation and widening compared to roads that are not damaged. If the road condition is not damaged immediately repaired the road will be more jammed, the longer the road damage is left then the greater the disruption that occurred. In this report, road assessment will be assessed on Tarutung-Sibolga-Kab Tapsel road, the assessment results will be reviewed on its effect on long segment quality achievement for road preservation and maintenance. From the calculation of the flexible pavement, the result of a flexible pavement arrangement obtained 5 cm for surface course, 20 cm for base course, 10 cm for sub base. Prior data was collected through direct survey investigation methods at the research sites on passenger car riders, public buses, trucks 2 as, trucks 3 as, and trucks 5 as. Based on the analysis that has been done can be concluded that, the volume of vehicles on different road surface conditions, ie for road conditions damaged, passenger cars: 7776 vehicles, public buses: 114 vehicles, trucks 2 as: 2059 vehicles, trucks 3 as: 573 vehicles, and trucks 5 as: 50 vehicles.

Keywords: Preservation, quality access, flexible pavement

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Preservasi dan pelebaran jalan Tarutung, Sibolga, dan Kab Tapsel (Studi Kasus)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
2. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si., selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Zurkiyah.M.T, selaku Dosen Pembanding I
4. Bapak Dr. Ade Faisal,S.T,M.Sc, selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberi koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini sekaligus sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, MSc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Saragih, S.T, M,T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Orang tua penulis: Suwianto dan Suyanti, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis, saudara: Dilla dan Putry Cecillia yang telah memberikan dukungan.
10. Sahabat-sahabat penulis: teman-teman Stambuk 2013 spesial kelas A3 malam yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, Agustus 2018

Dicky

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Pembahasan	2
1.5. Manfaat Pembahasan	2
1.5.1. Manfaat Teoritis	2
1.5.2. Manfaat Praktis	3
1.6. Sistem Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum	5
2.2. Peran Jalan	8
2.2.1. Sistem Jaringan Jalan	9
2.2.2. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan	10
2.3. Jenis Kerusakan	10
2.3.1 Retak (<i>cracks</i>)	11
2.3.1.1 Retak Rambut (<i>Hair Cracks</i>)	11
2.3.1.2 Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracks</i>)	11
2.3.1.3 Retak Pinggir (<i>Edge Cracks</i>)	12

2.3.1.4	Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (<i>Edge Joint Cracks</i>)	12
2.3.1.5	Retak Sambungan Jalan (<i>Lane Joint Cracks</i>)	13
2.3.1.6	Retak Sambungan Pelebaran Jalan (<i>Widening Cracks</i>)	13
2.3.1.7	Retak Refleksi (<i>Reflection Cracks</i>)	14
2.3.1.8	Retak Selip (<i>Slippage Cracks</i>)	15
2.3.2	<i>Distorsi (Distorsion)</i>	15
2.3.2.1	Alur (<i>Ruts</i>)	15
2.3.2.2	Bergelombang (<i>Coguration</i>)	16
2.3.2.3	Sungkur (<i>Shoving</i>)	17
2.3.2.4	Amblas (<i>Grade Depressions</i>)	17
2.3.2.5	Jembul (<i>Upheaval</i>)	18
2.3.3	Cacat Permukaan (<i>Disintegration</i>)	18
2.3.3.1	Lubang (<i>Pothole</i>)	18
2.3.3.2	Pelepasan Butir (<i>Raveling</i>)	19
2.3.3.3	Pengelupasan Lapisan (<i>Stripping</i>)	20
2.3.4	Pengausan (<i>Polished Agregat</i>)	20
2.3.5	Kegemukan (<i>Bleeding/Flussing</i>)	21
2.3.6	Penurunan Pada Bekas Utilitas (<i>Utility Cut Depression</i>)	21
2.4	Konsep Pemeliharaan Jalan	22
2.4.1	Klasifikasi Pemeliharaan Jalan	22
2.4.2	Klasifikasi Jalan dan Tingkat Pelayanan	23
2.4.3	Klasifikasi Jalan dan Tingkat Kondisi Jalan	23
2.4.4	Drainase Jalan	24
2.5	Tebal Perkerasan	25
2.6	Umur Rencana	30
2.7	Lalu Lintas	30
2.7.1	Volume Lalu Lintas	31
2.7.2	Angka Ekuivalen Beban Sumbu	31
2.8	Angka Ekuivalen Kendaraan	34
2.9	Jumlah Jalur Rencana	34

2.10	Koefisien Distribusi Kendaraan	34
2.11	Daya Dukung Tanah Dasar dan CBR	35
2.12	Faktor Regional	35
2.13	Indeks Permukaan (IP)	36
2.14	Batas-batas minimum tebal lapis perkerasan	37
2.15	Definisi <i>Long Segment</i>	38
BAB 3 METODE PENELITIAN		49
3.1.	Bagan Alir	49
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	40
3.3.	Metode Analisis Data	40
3.4.	Instrumen Penelitian	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1.	Gambaran Umum	46
4.2.	Lalu Lintas	46
4.3.1.	Data-Data Perencanaan	47
4.3.2.	Data Poligon Trase Jalan	47
4.3.3.	Jarak-Jarak Titik Utama	49
4.3.4.	Perencanaan Alinemen	49
4.3.5.	Jarak Elevasi Tanah Asli	61
4.3.6.	Perencanaan Perkerasan Lentur	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		80
5.1.	Kesimpulan	80
5.2.	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penentuan kondisi ruas jalan dan kebutuhan penanganan	7
Tabel 2.2	Kualitas drainase	24
Tabel 2.3	Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku	27
Tabel 2.4	Nominal rancangan campuran aspal	30
Tabel 2.5	Distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan	32
Tabel 2.6	Jumlah jalur rencana berdasarkan lebar perkerasan	34
Tabel 2.7	Koefisien distribusi kendaraan C	35
Tabel 2.8	Nilai faktor regional	36
Tabel 2.9	Indeks permukaan akhir umur rencana IP	36
Tabel 2.10	Indeks permukaan awal umur rencana Ipo	37
Tabel 2.11	Tebal minimum untuk lapis permukaan berbeton aspal dan lapis pondasi agregat	37
Tabel 3.1	Volume kendaraan Tarutung-Bts Kab Tapsel	41
Tabel 4.1	Perhitungan Jarak Dan Elevasi Jalan	57
Tabel 4.2	Perhitungan Jarak Dan Elevasi Rencana Jalan	59
Tabel 4.3:	Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kiri ke kanan	68
Tabel 4.4:	Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kanan ke kiri	69
Tabel 4.5:	Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kiri ke kanan	72
Tabel 4.6:	Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kanan ke kiri	73
Tabel 4.7:	Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan	74
Tabel 4.8:	Angka ekivalen	74
Tabel 4.9:	Koefisien Distribusi Kendaraan	75
Tabel 4.10:	Faktor regional	76
Tabel 4.11:	Lapis permukaan	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Potongan melintang perkerasan lentur	5
Gambar 2.2	Hubungan antara kondisi, umur dan jenis penanganan jalan	7
Gambar 2.3	Retak rambut (<i>Hair Cracks</i>)	11
Gambar 2.4	Retak kulit buaya (<i>Alligator Cracks</i>)	12
Gambar 2.5	Retak sambungan bahu dan perkerasan (<i>Edge Joint Cracks</i>)	13
Gambar 2.6	Retak sambungan jalan (<i>Lane Joint Cracks</i>)	13
Gambar 2.7	Retak sambungan pelebaran jalan (<i>Widening Cracks</i>)	14
Gambar 2.8	Retak refleksi (<i>Reflection Cracks</i>)	14
Gambar 2.9	Retak selip (<i>Slippage Cracks</i>)	15
Gambar 2.10	Alur (<i>Ruts</i>)	16
Gambar 2.11	Bergelombang (<i>Coguration</i>)	16
Gambar 2.12	Sungkur (<i>Shoving</i>)	17
Gambar 2.13	Amblas (<i>Grade Depressions</i>)	17
Gambar 2.14	Jembul (<i>Upheaval</i>)	18
Gambar 2.15	Lubang (<i>Pothole</i>)	19
Gambar 2.16	Pelepasan butir (<i>Raveling</i>)	19
Gambar 2.17	Pengelupasan lapisan (<i>Stripping</i>)	20
Gambar 2.18	Pengausan (<i>Polished Agregat</i>)	20
Gambar 2.19	Kegemukan	21
Gambar 2.20	Penurunan pada bekas utilitas (<i>Utility Cut Depression</i>)	21
Gambar 2.21	Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan	26
Gambar 2.22	Susunan Lapis Perkerasan Lentur	27
Gambar 2.23	Susunan Lapis Perkerasan Kaku	27
Gambar 2.24	Jalan Mantap dan Standar	38
Gambar 4.1	Skets tikungan I	53
Gambar 4.2	Perencanaan perkerasan pada tikungan	54
Gambar 4.3	Skets tikungan II	56
Gambar 4.4	Kelandaian tanah	65
Gambar 4.5	Nomogram untuk $IPt = 2$ dan $Ipo = \geq 4$	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pembangunan daerah yang terus meningkat harus didukung dengan sarana dan fasilitas yang memadai disegala bidang. Transportasi darat adalah satu diantara beberapa transportasi yang sangat penting untuk meningkatkan pembangunan suatu daerah. Oleh karena itu pembangunan jalan sangat penting untuk diperhatikan baik dari segi perencanaan maupun perawatan jalan tersebut. Perhitungan tebal lapis perkerasan merupakan suatu unsur penting dalam perencanaan jalan yang ikut menentukan kemampuan jalan dalam bermanfaat untuk mendukung sistem transportasi darat.

Dalam laporan ini, penulis memaparkan proses dari Preservasi dan Pelebaran Jalan Tarutung–Sibolga–Kab Tapsel yang berada di Kota Sibolga dan Kab Tapsel sudah tidak mampu lagi menampung kapasitas jumlah penumpang dan lalu lintas saat ini. Sehingga pemerintah menetapkan untuk membangun bandar Pembangunan Pengawasan Preservasi dan Pelebaran Jalan Tarutung–Sibolga–Kab Tapsel. Untuk mendukung pengoperasian lalu lintas maka dengan panjang jalan 136,6 km dan lebar 4 meter, dimana awal proyek berada pada Kota Tarutung arah Sibolga dan Kabupaten Tapsel.

Agar fungsi jalan ini beroperasi dengan baik dan menghindari kemacetan maka diperlukan sarana peningkatan jalan yang memadai. Adapun sarana jalan yang direncanakan berupa jalan menghubungkan ke Jalan Nasional Medan. Selain berfungsi untuk mendukung kelancaran aktifitas, pembangunan jalan ini juga diharapkan dapat mengembangkan aktifitas perekonomian, perdagangan dan industri di daerah trase jalan yang direncanakan.

Perhitungan perkerasan lentur dengan menggunakan metode analisa komponen SNI 1732-1989-F belum pernah dibahas sebelumnya diperkuliahan, oleh karena itu penyusun mengambil bahan ini sebagai tugas akhir dan membandingkannya dengan metode analisa komponen SNI 2005.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan pedoman pada latar belakang yang telah dijelaskan di atas, penulis ingin meninjau kembali dari segi teknis untuk pelaksanaan peningkatan jalan pada:

1. Bagaimanakah pengaruh hubungan terhadap capaian mutu *long segment* preservasi jalan?
2. Bagaimana tebal lapis perkerasan lentur pada proyek pembangunan pengawasan teknik jalan preservasi/pelebaran jalan Tarutung–Sibolga–Kab Tapsel?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis bagan alir perhitungan lapis perkerasan dengan metode SNI 1732-1989-F yang berada di daerah Tarutung, Sibolga, dan Kab Tapsel. Dalam menganalisis pengaruh tingkat kepuasan pengguna jalan, penelitian menggunakan variabel kelengkapan fungsi/fitur, kehandalan, kemudahan penggunaan, inovasi, keamanan dan fleksibilitas.

1.4 Tujuan Pembahasan

Tujuan pembahasan dalam laporan tugas akhir ini adalah:

- 1 Untuk menganalisa pengaruh kinerja terhadap capaian mutu long segment preservasi jalan.
- 2 Untuk mengetahui tebal lapis perkerasan lentur pada pembangunan pengawasan teknik jalan preservasi/pelebaran jalan Tarutung–Sibolga–Kab Tapsel.

1.5 Manfaat Pembahasan

Manfaat pembahasan di bagi menjadi dua bagian yaitu:

1.5.1. Manfaat Teoritis

1. Agar dapat merencanakan dan menghitung tebal lapis perkerasan lentur

2. Untuk menambah wawasan dan pengalaman agar dapat melaksanakan kegiatan yang sama ketika bekerja secara langsung di lapangan
3. Mahasiswa yang ini mengetahui urutan perhitungan tebal lapis perkerasan lentur dengan metode yang berbeda

1.5.2. Manfaat Praktis

1. Memacu mahasiswa untuk terus aktif dalam bidang teknik sipil.
2. Dengan mampu merancang lapisan perkerasan maka pada waktu pelaksanaan dilapangan akan menghasilkan pekerjaan yang memuaskan.
3. Merupakan sarana untuk mengenal keaneka ragaman, pemanfaatan sekaligus perencanaan pembagunan guna menunjang pelaksanaan tugasnya sebagai konsultan perencana di hari mendatang.
4. Terlibat secara langsung dengan kegiatan proyek (kontraktor, konsultan, atau lembaga penelitian) yang berkaitan dengan bidang ilmu rekayasa sipil.
5. Memberikan pengalaman langsung baik secara visual maupun aktifitas tentang sesuatu kegiatan pembangunan fisik beserta segala aspeknya yang meliputi kerekayasaan, kontraktual dan administratif, serta pelaksanaannya di lapangan sehingga mahasiswa mempunyai pengetahuan dan pemahaman atas masalah tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Gambar garis besar penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan pembahasan, manfaat pembahasan, sistematika penulisan.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang penjelasan umum, peran jalan, jenis kerusakan, konsep pemeliharaan jalan, tebal perkerasan, umur rencana, lalu lintas, angka ekuivalen kendaraan, jumlah jalur rencana, koefisien distribusi kendaraan, daya dukung tanah dasar dan CBR, factor regional, indeks permukaan, batas-batas minimum tebal lapis perkerasan, definisi *long segment*.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Berisi berisi tentang jenis dan pendekatan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data dan sumber data, teknik pengumpulan data, teknik analisis data.

BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil analisa dan perhitungan lalu perbandingan hasil penelitian tugas akhir.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

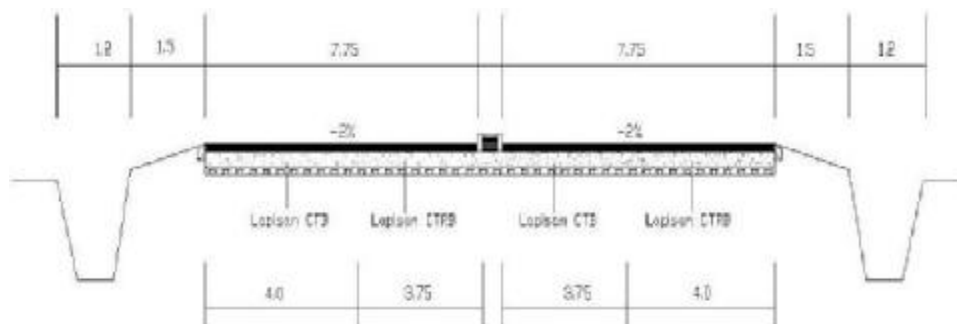
Berisi kesimpulan dan saran dalam tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Proyek Pelaksanaan Preservasi dan Pelebaran Jalan Tarutung–Sibolga–Kab Tapsel ini berlokasi di Kota Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara, dengan panjang jalan 136,6 km.



Gambar 2.1: Potongan melintang perkerasan lentur
(KPUPR Jalan Metropolitan).

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum, pemeliharaan jalan merupakan kegiatan yang berkaitan dengan perawatan dan perbaikan jalan yang diperlukan dan direncanakan untuk mempertahankan kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal melayani lalu lintas selama umur rencana jalan ditetapkan. Berdasarkan frekuensi pelaksanaannya pemeliharaan jalan meliputi:

1. Pemeliharaan rutin merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara terus menerus sepanjang tahun meliputi: perbaikan kerusakan kecil, penambalan lubang, perbaikan kerusakan tepi perkerasan, perawatan trotoar, saluran samping dan drainase bangunan pelengkap jalan dan perlengkapan jalan dan perawatan bahu jalan.
2. Pemeliharaan berkala merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan hanya pada interval waktu tertentu karena kondisi jalan sudah menurun meliputi:

perbaikan, *levelling*, *resealing* maupun *overlay* (pelapisan ulang) pada jalan beraspal atau *regrooving* (pengaluran/pengkasaran permukaan) maupun *overlay* pada jalan beton semen.

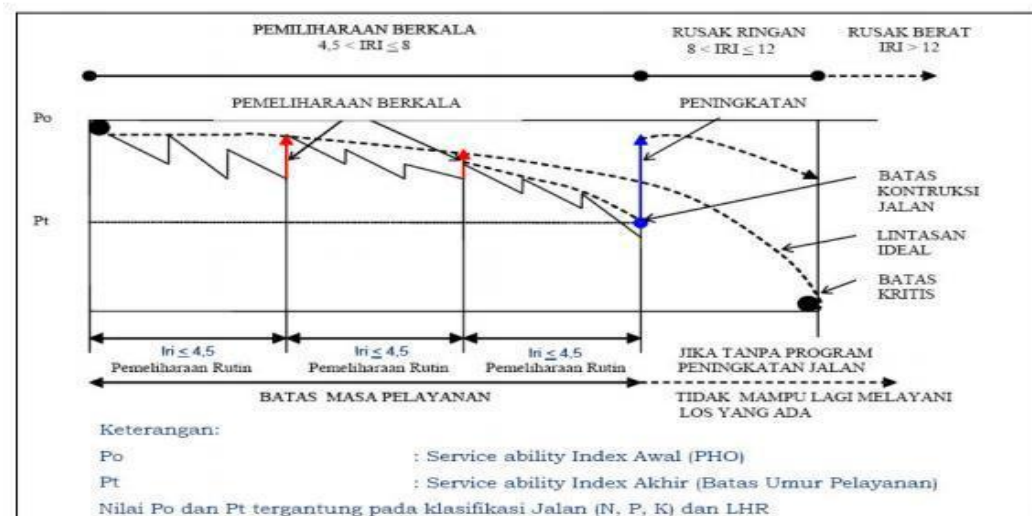
3. Rehabilitasi merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk hal-hal yang sifatnya mendadak/mendesak/darurat akibat terjadi kerusakan setempat yang cukup berat misalnya jalan putus akibat banjir, longsor, gempa meliputi semua kegiatan pengembalian kondisi jalan ke kondisi semula yang harus dilakukan secepatnya agar lalu lintas tetap berjalan dengan lancar.

International Roughness Index adalah parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat ketidakrataan permukaan jalan. Parameter *Roughness* dipresentasikan dalam suatu skala yang menggambarkan ketidakrataan permukaan perkerasan jalan yang dirasakan pengendara. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat khususnya Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Sumatera Utara pada dasarnya penetapan kondisi jalan minimal adalah sedang, dalam Gambar 2.2 terlihat berada pada level IRI antara 4,5 m/km sampai dengan 8 m/km tergantung dari fungsi jalannya. Jika IRI menunjukkan dibawah 4,5 artinya jalan masih dalam tahap pemeliharaan rutin, sementara jika IRI antara 4,5 sampai 8, yang dikategorikan pada kondisi sedang, berarti jalan sudah perlu dilakukan pemeliharaan berkala (*periodic maintenance*) yakni dengan pelapisan ulang (*overlay*). Sedangkan jika IRI berkisar antara 8 sampai 12, artinya jalan sudah perlu dipertimbangkan untuk peningkatan. Sementara jika IRI > 12 berarti jalan sudah tidak dapat dipertahankan, sehingga langkah yang harus dilakukan rekonstruksi.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menggunakan parameter *International Roughness Index* (IRI) dalam menentukan kondisi konstruksi jalan, yang dibagi atas empat kelompok. Berikut ditampilkan Tabel 2.1 penentuan kondisi ruas jalan dan kebutuhan penanganannya. Saat ini kerusakan jalan di sepanjang Jalan Tarutung-Sibolga-Kab Tapsel cukup parah dan mengkhawatirkan. Lubang-lubang besar yang menganga di badan jalan dapat ditemukan di ruas jalan. Kerusakan ini dinilai sudah tidak lagi memenuhi tuntutan lalu-lintas, khususnya untuk mengangkut hasil-hasil pertanian, perkebunan, dsb. Tidak dapat dipungkiri bahwa setiap jalan akan mengalami penurunan kondisi

yang disebabkan oleh penambahan umur, beban operasional, dan kondisi lingkungan. Penurunan ini menyebabkan menurunnya fungsi jalan. Pemeliharaan rutin, berkala, rehabilitasi dan peningkatan sangat dibutuhkan untuk tetap mempertahankan fungsi dari jalan. Tidak dapat dipungkiri bahwa setiap jalan akan mengalami penurunan kondisi yang disebabkan oleh penambahan umur, beban operasional, dan kondisi lingkungan. Penurunan ini menyebabkan menurunnya fungsi jalan seperti:

- Penyusunan dan bimbingan teknis standar dan pedoman preservasi jalan
- Pembinaan perencanaan dan pemrograman preservasi jalan
- Pembinaan teknik rekonstruksi
- Pembinaan teknik pemeliharaan
- Pelaksanaan pemantauan dan evaluasi kinerja preservasi jalan



Gambar 2.2: Hubungan antara kondisi, umur dan jenis penanganan jalan (SATKER P2JN SUMUT).

Tabel 2.1: Penentuan kondisi ruas jalan dan kebutuhan penanganan (SATKER P2JN SUMUT).

Kondisi Jalan	IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan	Tingkat Kemantapan
Baik	IRI rata-rata $\leq 4,0$	Pemeliharaan Rutin	Jalan Mantap

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

Kondisi Jalan	IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan	Tingkat Kemantapan
Sedang	$4,1 \leq \text{IRI rata-rata} \leq 8,0$	Pemeliharaan Berkala	Jalan Mantap
Rusak Ringan	$8,1 \leq \text{IRI rata-rata} \leq 12$	Peningkatan Jalan	Jalan Tidak Mantap
Rusak Berat	$\text{IRI rata-rata} > 12$	Peningkatan Jalan	

Penanganan Preservasi dilakukan sepanjang tahun secara terus menerus. Pemeliharaan rutin yang selama ini dilaksanakan dengan cara dikontrakkan masih belum memadai dan belum dapat memenuhi sasaran. Pemeliharaan dengan cara dikontrakkan mengakibatkan keterbatasan dalam melakukan kegiatan operasi di luar kontrak (khususnya pekerjaan yang sifatnya mendadak), pemanfaatan tenaga-tenaga personil Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang berpengalaman dan pemanfaatan peralatan yang telah tersedia. Demikian pola penanganan yang telah dirubah oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat lebih sesuai adalah dengan cara tender bersamaan untuk mencakup semua pekerjaan yang ada di lokasi tersebut bukan dengan swakelola.

2.2. Peran Jalan

Peran jalan dalam UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan disampaikan secara umum pada bagian pertimbangan butir b yang menyatakan "bahwa jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial, dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan

memperkokuh kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional. "Lebih lanjut dalam Pasal 5 (1,2,3) UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan yang secara umum (terlepas dari status dan fungsinya) dapat disarikan peran jalan sebagai berikut:

- Jalan sebagai bagian dari prasarana transportasi untuk menunjang kegiatan sosial-ekonomi masyarakat,
- Jalan sebagai prasarana distribusi dan pendorong pertumbuhan dan penyeimbang perkembangan wilayah,
- Jalan dalam kesatuan sistem jaringan jalan sebagai pemersatu wilayah NKRI.

2.2.1. Sistem Jaringan Jalan

Dalam pasal 7 UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan disampaikan mengenai konsep sistem jaringan jalan di Indonesia. Sistem jaringan jalan didefinisikan sebagai kesatuan ruas-ruas jalan yang menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan termasuk wilayah pelayanannya dalam satu hubungan hirarki. Dalam hal ini sistem jaringan jalan terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder, di mana definisinya adalah sebagai berikut:

- Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan, (Sumber pasal 7 (2) UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan),
- Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan, (Sumber pasal 7 (3) UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan), Secara teknis dapat dikatakan bahwa system jaringan jalan primer adalah system jaringan jalan antar kota (interurban road), sedangkan sistem jaringan jalan sekunder adalah sistem jaringan jalan perkotaan (urban road). Pembagian sistem 8 dalam kota dan antar kota ini sangat penting untuk memudahkan dalam manajemen lalu lintas dan penanganan jalan.

2.2.2. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan

a. Jalan Nasional

Merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan jalan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

b. Jalan Propinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

c. Jalan Kabupaten/Kotamadya

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

d. Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang mempunyai fungsi hampir sama dengan jalan lingkungan yaitu menghubungkan kawasan antar permukiman di dalam desa atau dengan kata lain melayani perjalanan dalam jarak dekat.

e. Jalan Khusus

Merupakan jalan yang dibangun dan dipelihara oleh instansi/badan hukum/perorangan untuk melayani kepentingan masing-masing dari instansi tersebut .

2.3. Jenis Kerusakan

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Kerusakan jalan dapat dibedakan menjadi:

- Retak (*cracks*)
- Distorsi (*distortion*)
- Cacat permukaan
- (disintegration) Pengausan (*polished aggregate*)
- § Kegemukan (*bleeding of flushing*)
- § Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*utility cut depression*)

2.3.1 Retak (*cracks*)

Retak yang terjadi pada permukaan jalan diakibatkan oleh beban kendaraan dan perubahan cuaca.

2.3.1.1 Retak Rambut (*Hair Cracks*)

Retak rambut dapat terjadi pada alur roda atau pada permukaan lain dari permukaan jalan. Tampak retakan tidak beraturan dan terpisah. Lebar celah lebih kecil dari atau sama dengan 3 mm. Penyebabnya adalah konstruksi perkerasan tidak kuat mendukung beban lalu lintas yang ada, lapis permukaan terlalu tipis, pemilihan campuran yang terlalu kaku untuk lapis permukaan.



Gambar 2.3: Retak rambut (*Hair Cracks*) (SOP PUPR 2016).

2.3.1.2 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*)

Retak kulit buaya berkembang dari retak rambut yang telah mengalami kerusakan yang parah akibat tidak segera dilakukannya perbaikan. Retak kulit buaya dapat terjadi pada alur roda atau pada permukaan lain dari permukaan jalan. Tampak retakan tidak beraturan dan saling berpotongan. Lebar celah lebih besar dari atau sama dengan 3 mm. Retak kulit buaya terlihat seperti retak yang saling merangkai dan membentuk kotak-kotak yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang kurang baik, pelapukan perkerasan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis perkerasan kurang stabil atau lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah baik). Retak kulit buaya yang luas dan sudah parah dapat berkembang menjadi lubang atau ambblas.



Gambar 2.4: Retak kulit buaya (*Alligator Cracks*) (SOP PUPR 2016).

2.3.1.3 Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

Retak pinggir adalah retak memanjang jalan dengan atau tanpa cabang yang mengarah pada bahu jalan dan terletak di dekat bahu. Retak pinggir disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase yang kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* di bawah daerah tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi penyebab terjadinya retak pinggir ini. Di lokasi retak air dapat meresap dan dapat merusak lapis perkerasan. Retak pinggir jika dibiarkan akan berkembang menjadi lubang-lubang.

2.3.1.4 Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (*Edge Joint Cracks*)

Retak sambungan bahu dan perkerasan adalah retak memanjang yang umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dari pada di bawah perkerasan, terjadinya settlement di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk/kendaraan berat di bahu



Gambar 2.5: Retak sambungan bahu dan perkerasan (*Edge Joint Cracks*) (SOP PUPR 2016).

2.3.1.5 Retak Sambungan Jalan (*Lane Joint Cracks*)

Retak sambungan jalan adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan dua jalur/lajur lalu lintas. Hal ini disebabkan oleh tidak baiknya ikatan sambungan kedua jalur/lajur tersebut. Penyebab kerusakan ini adalah pemisahan sambungan (joint) antara perkerasan dengan bahu jalan akibat kembang susut dari lapisan di bawah permukaan, penurunan bahu jalan, penyusutan campuran bahan jalan atau sehubungan dengan sambungan yang dilewati truk, serta permukaan bahu lebih tinggi dari permukaan perkerasan.



Gambar 2.6: Retak sambungan jalan (*Lane Joint Cracks*) (SOP PUPR 2016).

2.3.1.6 Retak Sambungan Pelebaran Jalan (*Widening Cracks*)

Retak sambungan pelebaran jalan adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan berakibat pelebaran jalan, dapat juga disebabkan oleh ikatan antara sambungan yang tidak baik. Jika tidak segera diperbaiki, air dapat masuk ke dalam lapisan perkerasan yang akan mengakibatkan lepasnya butir-butir perkerasan dan retak semakin besar.



Gambar 2.7: Retak sambungan pelebaran jalan (*Widening Cracks*) (SOP PUPR 2016).

2.3.1.7 Retak Refleksi (*Reflection Cracks*)

Retak Refleksi adalah retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak-kotak. Retak ini terjadi pada lapisan tambahan (*overlay*) yang

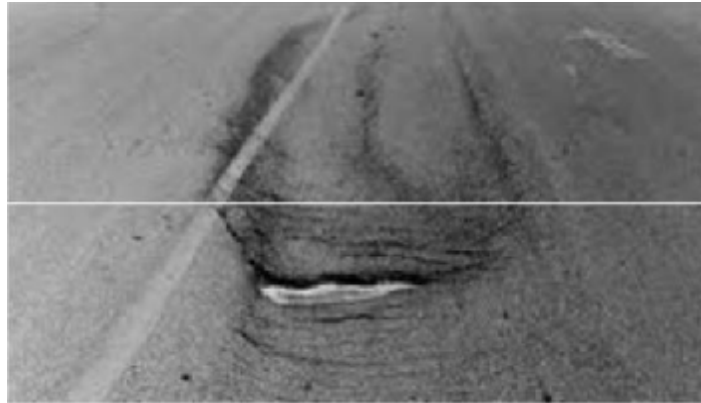
menggambar pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan *overlay* dilakukan. Retak refleksi dapat pula terjadi jika gerakan vertikal/horizontal di bawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansif.



Gambar 2.8: Retak refleksi (*Reflection Cracks*) (SOP PUPR 2016).

2.3.1.8 Retak Selip (*Slippage Cracks*)

Retak Selip adalah retak yang bentuknya seperti bulan sabit. Hal ini disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air, atau benda-benda non-adhesif lainnya atau akibat tidak diberinya tack coat sebagai bahan pengikat diantara kedua lapisan. Retak selip dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapis permukaan atau kurang baiknya pemadatan lapis perkerasan.



Gambar 2.9: Retak selip (*Slippage Cracks*) (SOP PUPR 2016).

2.3.2 Distorsi (*Distorsion*)

Distorsi atau perubahan bentuk dapat terjadi karena lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi pemadatan tambahan akibat beban lalu lintas. Sebelum dilakukan perbaikan terlebih dahulu perlu ditentukan jenis dan penyebab distorsi dengan demikian dapat dilakukan penanganan yang tepat. Distorsi dibedakan menjadi:

2.3.2.1 Alur (*Ruts*)

Ruts terjadi pada lintasan roda sejajar pada as jalan. Alur dapat merupakan penggenangan air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan, dan akhirnya dapat timbul retak-retak. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah juga dapat menimbulkan deformasi plastis. Alur juga dapat disebabkan oleh:

Pengaruh lalu lintas (jumlah kendaraan, beban gandar, dan kecepatan kendaraan). Pengaruh cuaca, Material terlepas pada musim kering dan tercampur lumpur dan lembek pada musim hujan. Gradasi bahan tidak memenuhi persyaratan (terlalu banyak pasir atau terlalu banyak lempung).



Gambar 2.10 Alur (*Ruts*) (SOP PUPR 2016).

2.3.2.2 Bergelombang (*Coguration*)

Bergelombang adalah alur yang terjadi melintang jalan. Timbulnya permukaan jalan yang bergelombang ini, menyebabkan pengemudi menjadi tidak nyaman dalam berkendara. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang disebabkan oleh terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak menggunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpermukaan penetrasi yang tinggi. Bergelombang dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang mempergunakan aspal cair).



Gambar 2.11: Bergelombang (*Coguration*) (SOP PUPR 2016).

2.3.2.3 Sungkur (*Shoving*)

Sungkur terjadi akibat deformasi plastis setempat, biasanya terjadi di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan bergelombang.



Gambar 2.12: Sungkur (*Shoving*) (SOP PUPR 2016).

2.3.2.4 Amblas (*Grade Depressions*)

Amblas biasanya terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat diketahui dari adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan dan menyebabkan lubang. Penyebab amblas adalah adanya beban kendaraan yang melebihi dari yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement.



Gambar 2.13: Amblas (*Grade Depressions*) (SOP PUPR 2016).

2.3.2.5 Jembul (*Upheaval*)

Jembul biasanya terjadi setempat, dimana kendaraan sering berhenti, dengan atau tanpa retak. Lapis permukaan tampak menyembul ke atas permukaan dibandingkan dengan permukaan sekitarnya. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif dan juga dipengaruhi oleh beban kendaraan yang melebihi standar.



2.3.3 Cacat Permukaan (*Disintegration*)

Cacat permukaan mengarah pada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan.

2.3.3.1 Lubang (*Pothole*)

Lubang pada permukaan dapat berupa mangkuk dengan ukuran yang bervariasi, dari kecil hingga besar. Lubang-lubang ini menampung air dan meresapkannya ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

Lubang dapat diakibatkan oleh:

- a. Campuran material aspal yang jelek, seperti:
 - 1) Kadar aspal rendah sehingga film aspal tipis dan mudah lepas.
 - 2) Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
 - 3) Temperature campuran tidak memenuhi syarat.
- b. Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
- c. Sistem drainase jelek sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapisan perkerasan.
- d. Retak-retak yang tidak ditangani sehingga air meresap dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.



Gambar 2.15: Lubang (*Pothole*) (SOP PUPR 2016).

2.3.3.2 Pelepasan Butir (*Raveling*)

Pelepasan butir adalah pelepasan partikel agregat dan permukaan perkerasan yang apabila tidak diperbaiki dalam waktu yang lama, akan makin dalam. Pelepasan butir dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek yang buruk serta ditimbulkan oleh hal yang sama dengan lubang. Biasanya agregat halus (*fine agregat*) terlepas terlebih dahulu dan akibat erosi yang terus menerus, partikel-partikel yang lebih besar akan ikut terlepas dan menyebabkan permukaan menjadi kasar (*rough*).



Gambar 2.16: Pelepasan butir (*Raveling*) (SOP PUPR 2016).

2.3.3.3 Pengelupasan Lapisan (*Stripping*)

Pengelupasan merupakan kerusakan perkerasan jalan yang terjadi pada daerah yang luas menyebabkan permukaan jalan menjadi kasar. Pengelupasan dapat diakibatkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya atau terlalu tipisnya lapis permukaan. Lepasnya material halus tidak diikuti dengan pemadatan kembali sehingga *interlock* antar agregat menjadi berkurang yang menyebabkan lepasnya agregat.



Gambar 2.17: Pengelupasan lapisan (*Stripping*) (SOP PUPR 2016).

2.3.4 Pengausan (*Polished Agregat*)

Pengausan adalah kerusakan partikel agregat pada permukaan perkerasan yang licin atau halus (*smooth*). Permukaan jalan menjadi licin sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan atau agregat yang digunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.



Gambar 2.18: Pengausan (*Polished Agregat*) (SOP PUPR 2016).

2.3.5 Kegemukan (*Bleeding/Flussing*)

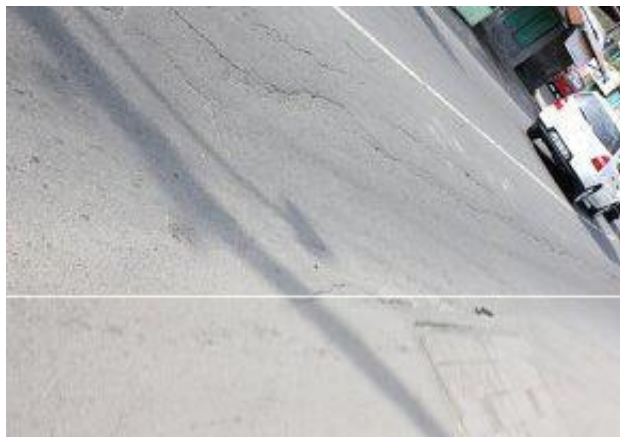
Kegemukan adalah perpindahan ke atas dari aspal pada permukaan lapisan aspal sehingga membentuk lapisan aspal di atas permukaan. Biasanya terjadinya luas dan permukaan menjadi licin. Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda, hal ini membahayakan kendaraan. Kegemukan dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*.



Gambar 2.19: Kegemukan (*Bleeding of Flussing*) (SOP PUPR 2016).

2.3.6 Penurunan Pada Bekas Utilitas (*Utility Cut Depression*)

Penurunan yang terjadi di bekas penanaman utilitas. Hal ini terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat, sehingga aspal mengalami *depression*.



Gambar 2.20: Penurunan pada bekas utilitas (*Utility Cut Depression*) (SOP PUPR 2016).

2.4 Konsep Pemeliharaan Jalan

Pemeliharaan jalan perlu dilakukan untuk menjaga jalan agar jalan mencapai umur/masa layan jalan yang direncanakan atau memperpanjangnya. Secara fisik pemeliharaan jalan bisa berarti suatu kesatuan kegiatan langsung untuk menjaga suatu struktur agar tetap dalam kondisi mampu melayani (Haas, 1978). Menurut NAASRA (1978), definisi pemeliharaan adalah semua jenis pekerjaan yang di butuhkan untuk menjaga dan memperbaiki jalan agar tetap dalam keadaan baik atau pekerjaan yang berkaitan dengan keduanya, sehingga mencegah kemunduran atau penurunan kualitas dengan laju perubahan pesat yang terjadi segera setelah

konstruksi dilaksanakan. Aktifitas pemeliharaan jalan yang diklasifikasikan terhadap frekuensi dan efeknya terhadap jalan.

2.4.1 Klasifikasi Pemeliharaan Jalan

Klasifikasi pemeliharaan yang dipakai dalam Sistem Manajemen Pemeliharaan Jalan adalah sebagai berikut:

a. Pemeliharaan rutin

Merupakan pekerjaan yang skalanya cukup kecil dan dikerjakan tersebar diseluruh jaringan jalan secara rutin. Dengan pemeliharaan rutin, tingkat penurunan nilai kondisi struktural perkerasan diharapkan akan sesuai dengan kurva kecenderungan kondisi perkerasan yang diperkirakan pada tahap desain.

b. Pemeliharaan berkala (*Periodik*)

Pemeliharaan berkala (*periodik*) dilakukan dalam selang waktu beberapa tahun dan diadakan menyeluruh untuk satu atau beberapa seksi jalan dan sifatnya hanya fungsional dan tidak meningkatkan nilai struktural perkerasan. Pemeliharaan *periodik* dimaksud untuk mempertahankan kondisi.

c. Rehabilitasi atau peningkatan

Peningkatan jalan secara umum diperlukan untuk memperbaiki integritas struktur perkerasan, yaitu meningkatkan nilai strukturalnya dengan pemberian lapis tambahan struktural. Peningkatan jalan dilakukan, apakah karena masa layanannya habis, atau karena kerusakan awal yang disebabkan oleh faktor-faktor luar seperti cuaca atau karena kesalahan perencanaan atau pelaksanaan rekonstruksi.

d. Rekonstruksi

Dalam hal perkerasan lama sudah dalam kondisi yang sangat jelek, maka lapisan tambahan tidak akan efektif dan kegiatan rekonstruksi biasanya diperlukan. Kegiatan rekonstruksi ini juga dimaksud untuk penanganan jalan yang berakibat meningkatkan kelasnya.

2.4.2 Klasifikasi Jalan dan Tingkat Pelayanan

Klasifikasi jalan berdasarkan tingkat pelayanan, ditentukan sebagai berikut (Dinas Bina Marga, 2003) adalah:

a. Jalan dengan tingkat pelayanan mantap

Merupakan ruas-ruas jalan dengan umur rencana yang dapat diperhitungkan serta mengikuti suatu standar perencanaan teknis. Termasuk kedalam tingkat pelayanan mantap adalah jalan-jalan dalam kondisi baik dan sedang.

b. Jalan tidak mantap

Merupakan ruas-ruas jalan yang dalam kenyataan sehari-hari masih berfungsi melayani lalu lintas, tetapi tidak dapat diperhitungkan umur rencananya serta tidak mengikuti standar perencanaan teknik. Termasuk kedalam tingkat.

c. Jalan kritis

Merupakan ruas-ruas jalan sudah tidak dapat lagi berfungsi melayani lalu lintas atau dalam keadaan putus. Termasuk kedalam tingkat pelayanan kritis adalah jalan-jalan dengan kondisi rusak berat.

2.4.3 Klasifikasi Jalan dan Tingkat Kondisi Jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan tingkat kondisi jalan adalah sebagai berikut (Dinas Bina Marga, 2003):

a. Jalan dalam kondisi baik

Merupakan jalan dengan permukaan yang benar-benar rata, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan permukaan jalan.

b. Jalan dalam kondisi sedang

Merupakan jalan dengan kerataan permukaan perkerasan sedang, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan.

c. Jalan dalam kondisi rusak ringan

Merupakan jalan dengan permukaan sudah mulai bergelombang, mulai ada kerusakan permukaan dan penambalan.

d. Jalan dalam kondisi rusak berat

Merupakan jalan dengan permukaan perkerasan sudah banyak kerusakan seperti bergelombang, retak-retak kulit buaya dan terkelupas yang cukup besar, disertai kerusakan pondasi seperti amblas, dan sebagainya.

2.4.4 Drainase Jalan

Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air dan atau ke bangunan resapan buatan. Drainase jalan sangat penting untuk memelihara perkerasan jalan. Jalan yang baik maka harus dilengkapi dengan sistem drainase yang baik. Sistem drainase yang baik akan memperpanjang masa layan jalan. Drainase jalan dibedakan menjadi dua yaitu drainase permukaan dan drainase bawah permukaan. Drainase permukaan berfungsi untuk mengalirkan air dari permukaan perkerasan ke arah drainase yang dibuat di samping-samping perkerasan, sedangkan drainase bawah perkerasan berfungsi untuk mencegah masuknya air ke dalam struktur jalan dan mengeluarkan air dari struktur jalan. Jalan yang baik memiliki kualitas drainase yang baik.

Tabel 2.2: Kualitas drainase (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2003).

Kualitas Drainase	Air Hilang Dalam Waktu
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Buruk	Tidak mengalir sama sekali

Kualitas drainase yang buruk akan menyebabkan pengurangan masa layan jalan sehingga jalan yang seharusnya berumur panjang menjadi berumur pendek. Keberadaan air sangat berpengaruh pada perkerasan, antara lain:

1. Air menyebabkan perbedaan peranan pada tanah yang bergelombang.
2. Air menurunkan kekuatan material butiran lepas dan tanah *subgrade* yang bila ditambah dengan volume lalu lintas truk berat yang membawa muatan berlebih merupakan kombinasi yang fatal bagi perkerasan jalan.

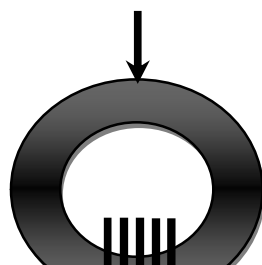
3. Air menyebabkan penyedotan (*pumping*) pada perkerasan beton yang dapat menyebabkan keretakan dan kerusakan pada bahu jalan.
4. Dengan adanya tekanan hidrodinamik yang tinggi akibat pergerakan kendaraan menyebabkan penyedotan material halus pada lapisan dasar perkerasan sehingga menyebabkan berkurangnya daya dukung.

2.5 Tebal Perkerasan

Dalam usaha melakukan pemeliharaan dan peningkatan pelayanan jalan, diperlukan pelapisan ulang (*overlay*) pada daerah-daerah yang mengalami kerusakan atau daerah-daerah yang sudah tidak memenuhi standar pelayanan jalan yang baik. Data-data yang diperlukan dalam perencanaan lapisan tambahan ini hampir sama dengan data-data yang diperlukan untuk merencanakan jalan baru. Namun perlu dilakukan survey terhadap lapisan permukaan yang telah ada sebelumnya seperti struktur perkerasan, tebal perkerasan, lapis pondasi, lapis bawah pondasi, sehingga dapat mengetahui kekuatan jalan yang telah ada. Lapisan perkerasan jalan pada umumnya meliputi:

1. Lapis pondasi bawah (*Sub base course*)
2. Lapis pondasi (*Base course*)
3. Lapis permukaan (*Surface course*)

Tujuan digunakan lapis perkerasan pada pembuatan suatu jalan adalah karena kondisi tanah dasar yang kurang baik sehingga tidak mampu secara langsung menahan beban roda yang ditimbulkan oleh berat kendaraan di atasnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawahnya. Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terpusat P_o . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi P yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.



BEBAN $W = \frac{1}{2} P_o$
 P = Beban terpusat

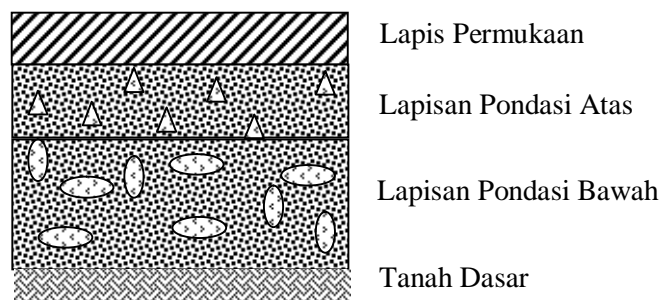
Gambar 2.21: Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan (Sukirman 1999).

Untuk lebih menyederhanakan masalah, distribusi beban berbentuk piramida dapat diasumsikan mempunyai sudut bidang horizontal dan memberikan perkiraan angka yang tepat. Dalam kenyataannya, distribusi itu terjadi sedikit lebih besar daripada bagian atas lapisan perkerasan tersebut. Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan jalan berupa gaya vertikal dari muatan kendaraan. Karena sifat penyebaran gaya, maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah gaya yang diterima semakin kecil.

1. Jenis konstruksi perkerasan jalan

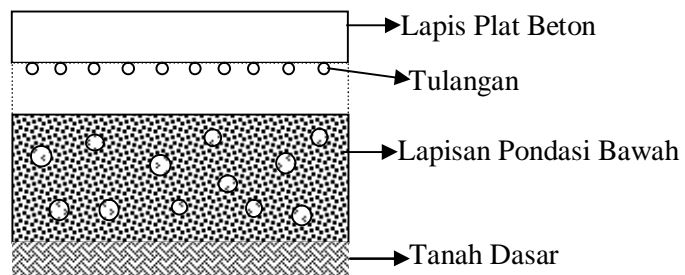
Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



Gambar 2.22: Susunan Lapis Perkerasan Lentur (Sukirman 1999).

- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas dipikul oleh pelat beton.



Gambar 2.23: Susunan Lapis Perkerasan Kaku (Sukirman 1999).

- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Tabel 2.3: Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku (Sukirman, 1999).

No		Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repitisi beban	Timbul rutting (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan.

Tabel 2.3: Lanjutan

No		Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan.
4	Perubahan	Modulus kekakuan berubah, timbul tegangan	Modulus kekakuan tidak

	temperatur	dalam yang kecil.	berubah Timbul tegangan dalam yang besar.
--	------------	-------------------	--

Agar dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

1. Lapisan bersifat non struktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain:
 - a. Burtu (Laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
 - b. Burda (Laburan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang ditaburi dua kali secara berturutan dengan tebal maksimum 3,5 cm.
 - c. Latasir (Lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
 - d. Latasbun (lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - e. Lataston (Lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama *hot roller sheet (HRS)*, merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi, dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2-3,5 cm. Lataston umumnya terdiri dari dua jenis yaitu: lataston lapis pondasi (*HRS-Base*) dan lataston lapis permukaan (*HRS-Wearing coarse*).

- f. Jenis lapisan permukaan tersebut diatas walaupun bersifat non struktural, dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Jenis perkerasan ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.
2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.
- Penetrasi Macadam (Lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan diatasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Diatas lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 cm-10 cm.
 - Lasbutag merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal lapisan padat antara 3-5 cm.
 - Laston (Lapis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dengan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.
 - Laston terdiri atas tiga macam campuran, Laston Lapis Aus (AC-WC), Laston Lapis Pengikat (AC-BC) dan Laston Lapis Pondasi (AC-Base). Ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25 mm dan 37,5 mm. Bilamana campuran aspal yang dihampar lebih dari satu lapis, seluruh campuran aspal tidak boleh kurang dari toleransi masing-masing campuran dan tebal nominal rancangan.

Tabel 2.4: Nominal rancangan campuran aspal (SNI-1732-1989).

Jenis Campuran	Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)	Toleransi Tebal (mm)
Latasir Kelas A	SS-A	1,5	± 2,0

Latasir Kelas B		SS-B	2,0	
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	3,0	± 3,0
	Lapis Pondasi	HRS-Base	3,5	
Laston	Lapis Aus	AC-WC	4,0	± 3,0
	Lapis Pengikat	AC-BC	5,0	± 4,0
	Lapis pondasi	AC-Base	6,0	± 5,0

2.6. Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut mulai dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan pelapisan ulang lapisan perkerasan). Umur rencana perkerasan lentur biasanya diambil 10 tahun dan untuk peningkatan 5 tahun. Umur rencana yang lebih dari 10 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas sulit diprediksi perkembangan lalu lintas jangka panjang.

2.7. Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan landasan utama dalam merencanakan jalan raya. Perencanaan ini meliputi geometrik dan tebal perkerasan jalan raya. Data mengenai jumlah lalu lintas didapat dari perhitungan kendaraan yang lewat perhari/2 arah.

Lalu lintas harian rata-rata dari setiap jenis kendaraan yang ditentukan pada awal umur rencana, untuk setiap kendaraan dihitung untuk kedua jurusan pada jalan tanpa median atau pada masing-masing arah pada jalan dengan median. Menurut Bina Marga LHR dapat dihitung dengan rumus:

$$\mathbf{LHR = LHR_p \times (1+i)^{UR}} \quad (2.3)$$

Dimana: LHR = LHR untuk masing-masing kendaraan
 UR = Umur rencana
 i = Pertumbuhan lalu lintas rata-rata

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

1) Analisa lalu lintas saat ini sehingga diperoleh data mengenai:

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan:

- a) Jenis kendaraan dan jumlah tiap jenisnya,
- b) Konfigurasi dari tiap jenis kendaraan,
- c) Beban masing-masing sumbu kendaraan.

2) Perkiraan faktor lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut. (Sukirman dalam Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999).

2.7.1. Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan selama satuan waktu. Untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan dua arah tidak terpisah dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan 1 arah atau 2 arah terpisah.

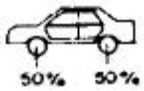
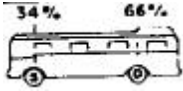
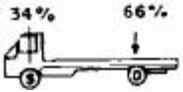
2.7.2. Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Jenis kendaraan yang hendak memakai jalan beraneka ragam baik dalam ukuran, berat total, konfigurasi, dan beban sumbu. Oleh karena itu volume lalu lintas dikelompokkan atas beberapa kelompok yang diwakili oleh 1 jenis kendaraan perkelompok.


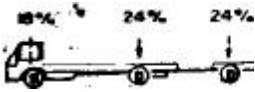
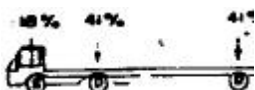
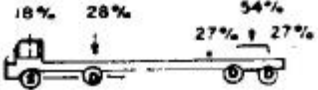
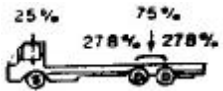
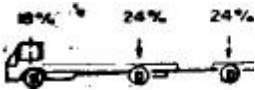
Pengelompokan kendaraan tersebut adalah:

- 1) Mobil penumpang, termasuk didalamnya semua jenis kendaraan dengan berat 2 Ton
- 2) Bus
- 3) Truck 2 as
- 4) Truck 3 as
- 5) Truck 5 as, Semi Trailer

Tabel 2.5: Distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan (Sukirman 1999).

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	KOSONG (TON)	BERAT MUATAN MAKSIMUM (TON)		BERAT TOTAL MAKSIMUM (TON)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	 <p>S Roda tunggal pada ujung sumbu</p>
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	

Tabel 2.5: Lanjutan.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	KOSONG (TON)	BERAT MUATAN MAKSIMUM (TON)		BERAT TOTAL MAKSIMUM (TON)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM
1.2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.2+2.2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	4,9283	
1.2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-22 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	
1.22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2.2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	4,9283	

2.8. Angka Ekvivalen Kendaraan

Berat kendaraan dapat dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak diujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda, sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal sedang sumbu belakang dapat berupa sumbu tunggal atau sumbu ganda. Dengan demikian setiap kendaraan akan mempunyai angka ekivalen yang berbeda. Menurut cara Bina Marga angka ekivalen kendaraan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left[\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (2.1)$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = 0,086 \left[\frac{\text{Beban Sumbu Ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (2.2)$$

2.9. Jumlah Jalur Rencana

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu-lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Jumlah jalur rencana dapat ditentukan dengan lebar perkerasan jalan tersebut, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Jumlah jalur rencana berdasarkan lebar perkerasan (SNI-1732-1989).

NO	Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur
1.	$L < 5,5 \text{ m}$	1 Lajur
2.	$5,5 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 Lajur
3.	$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 Lajur
4.	$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 Lajur
5.	$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 Lajur
6.	$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	5 Lajur

2.10. Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan perlu ditentukan dengan cara mengklasifikasi jenis kendaraan, diklasifikasikan atas kendaraan ringan dan berat yang akan

melintas pada jalur rencana jalan. Untuk koefisien distribusi kendaraan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Koefisien distribusi kendaraan C (SNI-1732-1989).

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1	1	1	1
2 jalur	0,6	0,5	0,7	0,5
3 jalur	0,4	0,4	0,5	0,475
4 jalur	-	0,3	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,2	-	0,4

2.11. Daya Dukung Tanah Dasar dan CBR

Kekuatan dan ketahanan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan kekuatan daya dukung tanah dasar. Ada beberapa macam cara untuk menentukan kekuatan tanah dasar, salah satunya adalah cara CBR yaitu mengukur nilai CBR tanah yang bersangkutan. Pengukuran nilai CBR ini dapat dilakukan langsung di lapangan yaitu dengan dongkrak CBR, DCP dan lain-lain ataupun di laboratorium. Bila dilakukan di laboratorium maka pengambilan bahan uji digunakan tabung sehingga tanah tidak terganggu.

2.12. Faktor Regional

Faktor ini adalah fungsi dari kondisi iklim (yang dinyatakan dengan jumlah curah hujan pertahun), kelandaian dan persentase kendaraan berat. Kendaraan berat yang diperhitungkan dalam menentukan FR adalah kendaraan dengan total berat lebih besar atau sama dengan 13 ton. Nilai FR diambil secara kualitatif dengan menggunakan Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Nilai faktor regional (SNI-1732-1989).

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

2.13. Indeks Permukaan (IP)

Kondisi tingkat pelayanan dalam metode Bina Marga dinyatakan dalam indeks. Permukaan yang dinyatakan dengan nilai *Present Serviceability Indeks (PSI)* dari metode AASHTO dalam skala nilai 0-5.

Adapun nilai Indeks Permukaan dinyatakan sebagai berikut:

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

IP = 1,5 tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin atau jalan tidak terputus.

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

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

Dalam menentukan Indeks Permukaan pada akhir umur rencana (IP) perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Indeks permukaan akhir umur rencana IP (SNI-1732-1989).

LER	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

Untuk dapat menentukan Indeks Permukaan pada awal umur rencana (IPo), maka perlu diperhatikan lapisan permukaan jalan yang meliputi kerataan, kehalusan, dan kekokohan pada awal umur rencana. Untuk menentukan hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Indeks permukaan awal umur rencana Ipo (SNI-1732-1989).

Jenis Lapisan Perkerasan	IPo	Roughness
LASTON	> 4	≤ 1000
	3,9-3,5	> 1000
Abuton/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
	2,9-2,0	> 3000
Lapisan Pelindung	2,9-2,5	
Jalan Tanah	≤ 2,4	
Jalan Kerikil	≤ 2,4	

2.14. Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis dari segi keefektifan biaya. Perencanaan yang secara ekonomis optimum adalah apabila dipergunakan tebal lapis pondasi minimum seperti dalam Tabel 2.11.

Tabel 2.11: Tebal minimum untuk lapis permukaan berbeton aspal dan lapis pondasi agregat (Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur SNI Pt-T-01-2002-B).

Lalu lintas(ESAL)	Beton Aspal		LAPEN		LASBUTAG		Lapis Pondasi Agregat	
	Inci	Cm	Inci	Cm	Inci	Cm	Inci	Cm
< 50.000 *)	1,0*)	2,5	2,0	5,0	2,0	5,0	4,0	10.

Tabel 2.11: *Lanjutan.*

Lalu lintas(ESAL)	Beton Aspal		LAPEN		LASBUTAG		Lapis Pondasi Agregat	
	Inci	Cm	Inci	Cm	Inci	Cm	Inci	Cm
50.001 – 150.000	2,0	5,0	-	-	-	-	4,0	10
150.001 – 500.000	2,5	6,25	-	-	-	-	4,0	10
500.001 - 2.000.000	3,0	7,5	-	-	-	-	6,0	15
2.000.001 – 7.000.000	3,5	8.75					6,0	15
>7.000.000	4,0	10	-	-	-	-	6,0	15

2.15. Definisi *Long Segment*

Long segment merupakan penanganan preservasi jalan dalam batasan satu panjang segmen yang menerus (bisa lebih dari satu ruas) yang dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi jalan yang seragam yaitu jalan mantap dan standar sepanjang segmen. Lingkup pekerjaan Pemeliharaan Jalan merupakan penanganan yang paling dominan berdasarkan panjang jalan, sehingga jenis-jenis pekerjaan pada kegiatan pemeliharaan juga merupakan pekerjaan utama.

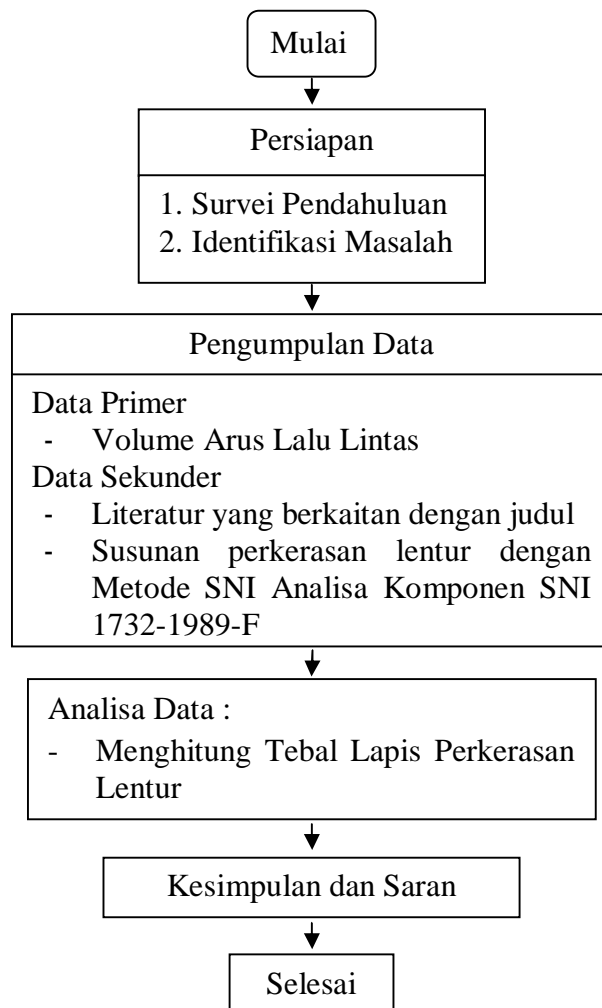


Gambar 2.24: Jalan mantap dan standar (Permen PU No. 19/PRT/M/2011).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir

Penulis membuat tugas akhir ini dengan langkah-langkah yang tertera pada bagan alir Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir (*flow chart*) penelitian.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi yang dipilih untuk penelitian yaitu pada Jalan Tarutung, Sibolga, Kab Tapsel. Waktu penelitian direncanakan berlangsung selama 7 hari dengan waktu 07.00-09.00 wib, 12.00-14.00 wib, 17.00-19.00 wib.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa cara, antara lain:

1. Metode Observasi

Metode Observasi, yaitu metode pengambilan data dengan cara melakukan pengamatan secara sistematis terhadap gejala yang diteliti.

2. Studi Pustaka

Metode Studi Pustaka, yaitu metode untuk mendapatkan landasan teori terhadap masalah yang dibahas dengan cara membaca dan memahami buku-buku atau media lain yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

3.4. Data Yang Diperlukan

Pada penelitian ini ada dua macam data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data Primer adalah data yang dikumpulkan atau didapat secara langsung dilapangan yang diperoleh pada waktu survei. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari mengambil data yang sudah ada.

a) Survei volume lalu lintas

Survei dilakukan dengan cara menghitung langsung jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan dengan menggunakan *counter*. Survei dilakukan oleh dua surveyor pada titik pengamatan untuk setiap arah lalu lintas, dimana setiap surveyor akan menghitung tiap jenis kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan. Jenis kendaraan yang diamati adalah mobil penumpang, bus umum, truk 2 as, truk 3 as, truk 5 as.

Tabel 3.1: Volume kendaraan Tarutung-Bts Kab Tapsel.

	Golongan	1	2	3a	3b	3c
Hari/Tgl	waktu	Mobil Penumpang	Bus Umum	Truk 2 As	Truk 3 As	Truk 5 As
Senin/20 Nov 2017	07.00-07.15	19	0	3	0	0
	07.15-07.30	20	0	4	0	0
	07.30-07.45	22	0	2	0	0
	07.45-08.00	23	1	2	0	0
	08.00-08.15	47	0	12	4	1
	08.15-08.30	63	2	11	5	0
	08.30-08.45	31	0	14	5	0
	08.45-09.00	28	0	15	2	0
	12.00-12.15	39	0	18	5	0
	12.15-12.30	38	0	20	3	0
	12.30-12.45	42	0	17	4	0
	12.45-13.00	35	0	17	4	0
	13.00-13.15	16	0	15	4	2
	13.15-13.30	14	0	13	5	0
	13.30-13.45	27	0	14	6	0
	13.45-14.00	21	0	13	4	0
	17.00-17.15	55	0	23	5	1
	17.15-17.30	60	1	20	6	0
	17.30-17.45	51	0	18	4	0
	17.45-18.00	67	0	22	7	0
18.00-18.15	63	0	30	13	3	
18.15-18.30	60	0	33	16	3	
18.30-18.45	54	0	40	20	1	
18.45-19.00	39	0	40	19	0	
Selasa/ 21 nov 2017	07.00-07.15	19	0	4	2	0
	07.15-07.30	21	0	4	0	0
	07.30-07.45	18	1	4	3	0
	07.45-08.00	19	0	4	0	0
	08.00-08.15	36	2	13	5	2
	08.15-08.30	36	3	13	5	0
	08.30-08.45	40	0	16	5	1
	08.45-09.00	38	1	11	5	0
	12.00-12.15	36	0	18	3	1
	12.15-12.30	34	0	16	5	0
	12.30-12.45	38	0	19	2	0
	12.45-13.00	40	0	21	4	0
	13.00-13.15	26	0	13	6	1
	13.15-13.30	22	0	15	5	0
	13.30-13.45	24	0	12	7	0
13.45-14.00	21	0	14	5	0	

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

	Golongan	1	2	3a	3b	3c
Hari/Tgl	waktu	Mobil Penumpang	Bus Umum	Truk 2 As	Truk 3 As	Truk 5 As
Selasa/ 21 Nov 2017	17.00-17.15	55	1	21	4	0
	17.15-17.30	56	1	19	5	0
	17.30-17.45	50	0	23	6	0
	17.45-18.00	51	0	22	4	0
	18.00-18.15	54	1	28	8	3
	18.15-18.30	55	0	29	10	0
	18.30-18.45	52	0	31	12	0
	18.45-19.00	50	0	27	12	0
Rabu/ 22 Nov 2017	07.00-07.15	16	0	5	2	0
	07.15-07.30	15	0	5	3	0
	07.30-07.45	19	2	6	5	0
	07.45-08.00	20	0	6	0	0
	08.00-08.15	32	3	13	6	2
	08.15-08.30	33	3	13	6	3
	08.30-08.45	32	3	14	6	0
	08.45-09.00	34	3	15	6	0
	12.00-12.15	33	0	19	3	2
	12.15-12.30	35	0	19	3	1
	12.30-12.45	38	0	19	3	0
	12.45-13.00	37	0	19	3	0
	13.00-13.15	28	0	13	6	1
	13.15-13.30	29	0	13	7	0
	13.30-13.45	27	0	14	6	0
	13.45-14.00	25	0	13	8	0
	17.00-17.15	48	1	21	4	0
	17.15-17.30	47	0	20	5	0
	17.30-17.45	48	0	22	4	0
	17.45-18.00	49	0	24	4	0
18.00-18.15	54	1	24	5	0	
18.15-18.30	51	0	22	4	0	
18.30-18.45	53	0	21	4	0	
18.45-19.00	49	0	20	4	0	
Kamis/ 23 Nov 2017	07.00-07.15	16	0	4	0	0
	07.15-07.30	20	3	4	1	0
	07.30-07.45	18	1	5	3	0
	07.45-08.00	19	0	6	3	0
	08.00-08.15	37	2	13	5	2
	08.15-08.30	35	2	14	6	2
	08.30-08.45	36	2	13	5	0
	08.45-09.00	32	3	13	6	0
	12.00-12.15	34	1	18	3	2

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

	Golongan	1	2	3a	3b	3c
Hari/Tgl	waktu	Mobil Penumpang	Bus Umum	Truk 2 As	Truk 3 As	Truk 5 As
Kamis/ 23 Nov 2017	12.15-12.30	36	0	19	2	0
	12.30-12.45	36	0	20	3	0
	12.45-13.00	39	0	18	5	0
	13.00-13.15	24	0	13	6	2
	13.15-13.30	26	0	13	7	0
	13.30-13.45	24	0	13	5	0
	13.45-14.00	27	0	14	7	0
	17.00-17.15	52	2	21	4	0
	17.15-17.30	50	0	21	4	0
	17.30-17.45	51	0	22	5	0
	17.45-18.00	49	0	22	5	0
	18.00-18.15	53	0	25	8	0
	18.15-18.30	53	1	25	8	0
	18.30-18.45	52	0	26	7	0
18.45-19.00	51	0	25	6	0	
Jumat/ 24 Nov 2017	07.00-07.15	30	0	5	0	0
	07.15-07.30	32	0	5	1	0
	07.30-07.45	33	2	5	2	0
	07.45-08.00	38	0	6	2	0
	08.00-08.15	56	2	13	1	2
	08.15-08.30	54	2	12	2	1
	08.30-08.45	54	2	14	2	0
	08.45-09.00	53	2	14	2	0
	12.00-12.15	21	0	21	2	1
	12.15-12.30	18	2	18	0	0
	12.30-12.45	15	2	16	2	0
	12.45-13.00	14	2	15	0	0
	13.00-13.15	17	0	13	2	2
	13.15-13.30	20	0	12	0	0
	13.30-13.45	25	0	12	2	0
	13.45-14.00	28	0	12	0	0
	17.00-17.15	58	2	22	0	2
	17.15-17.30	55	1	22	3	3
17.30-17.45	56	0	22	3	0	
17.45-18.00	53	0	22	0	0	
18.00-18.15	70	2	25	3	0	

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

	Golongan	1	2	3a	3b	3c
Hari/Tgl	waktu	Mobil Penumpang	Bus Umum	Truk 2 As	Truk 3 As	Truk 5 As
	18.15-18.30	69	0	24	0	0
	18.30-18.45	66	0	23	0	0
	18.45-19.00	66	0	21	0	0
Sabtu/ 25 Nov 2017	07.00-07.15	45	0	0	0	0
	07.15-07.30	49	0	0	0	0
	07.30-07.45	48	0	0	2	1
	07.45-08.00	52	2	0	2	0
	08.00-08.15	66	2	3	2	0
	08.15-08.30	69	2	3	0	0
	08.30-08.45	75	3	3	0	0
	08.45-09.00	85	0	0	0	0
	12.00-12.15	84	0	3	1	0
	12.15-12.30	80	3	2	2	0
	12.30-12.45	85	3	0	2	0
	12.45-13.00	87	3	0	3	0
	13.00-13.15	59	0	4	2	0
	13.15-13.30	46	0	4	2	0
	13.30-13.45	40	0	4	0	0
	13.45-14.00	27	0	4	0	0
	17.00-17.15	66	2	2	2	0
	17.15-17.30	62	2	3	2	0
	17.30-17.45	58	1	1	2	0
	17.45-18.00	56	0	0	0	0
18.00-18.15	89	0	3	3	0	
18.15-18.30	87	0	2	0	0	
18.30-18.45	85	0	2	1	0	
18.45-19.00	83	0	2	0	0	
Minggu/ 26 Nov 2017	07.00-07.15	49	0	0	0	0
	07.15-07.30	50	1	2	0	0
	07.30-07.45	51	0	1	0	0
	07.45-08.00	48	1	2	0	0
	08.00-08.15	80	2	3	2	0
	08.15-08.30	83	3	3	2	0
	08.30-08.45	79	2	3	0	0
	08.45-09.00	78	0	2	0	0

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

	Golongan	1	2	3a	3b	3c
Hari/Tgl	waktu	Mobil Penumpang	Bus Umum	Truk 2 As	Truk 3 As	Truk 5 As
Minggu/ 26 Nov 2017	12.00-12.15	73	0	2	0	1
	12.15-12.30	71	2	3	0	0
	12.30-12.45	73	3	4	1	0
	12.45-13.00	75	4	4	4	0
	13.00-13.15	78	0	4	2	1
	13.15-13.30	79	0	4	2	0
	13.30-13.45	77	0	4	3	0
	13.45-14.00	80	0	3	2	0
	17.00-17.15	65	2	2	5	0
	17.15-17.30	62	2	2	0	0
	17.30-17.45	63	1	3	0	0
	17.45-18.00	64	0	1	0	0
	18.00-18.15	68	0	2	4	0
	18.15-18.30	67	0	2	3	0
	18.30-18.45	67	0	2	1	0
	18.45-19.00	65	0	2	0	0
	Total		7776	114	2059	573

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum

Preservasi dan pelebaran jalan Tarutung, Sibolga, dan Kab Tapsel merupakan jalan raya yang sering di lalui segala jenis kendaraan–kendaraan pribadi dan angkutan–angkutan umum.

Ditinjau dari sistem keadaan jalan Sumatera Utara, wilayah Tarutung, Sibolga, dan Kab Tapsel dipandang cukup strategis sebagai simpul jalan yang menghubungkan beberapa daerah tersebut. Guna menunjang Tarutung, Sibolga, dan Kab Tapsel, sebagai salah satu wilayah strategis di Propinsi Sumatera Utara tentunya diperlukan fasilitas pelayanan jalan saat ini antara lain diperlukan bagi pelayanan pelebaran jalan antar kota dalam propinsi.

Hal ini yang sering menimbulkan kepadatan sehingga kemacetan sering terjadi pada ruas Jalan Tarutung, Sibolga, Kab Tapsel. Berikut adalah data geometrik ruas jalan Tarutung- Bts Kab Tapsel sepanjang 73,1 km:

Tipe Jalan	: 2/2 UD (2 lajur–2 arah tak terbagi)
Ketebalan Jalan	: 4 cm
Lebar jalan	: 4 meter

4.2 Lalu lintas

Data lalu lintas merupakan landasan utama dalam merencanakan jalan raya. Perencanaan ini meliputi geometrik dan tebal perkerasan jalan raya. Data mengenai jumlah lalu lintas didapat dari perhitungan kendaraan yang lewat perhari/2 arah.

Lalu lintas harian rata-rata dari setiap jenis kendaraan yang ditentukan pada awal umur rencana, untuk setiap kendaraan dihitung untuk kedua jurusan pada jalan tanpa median atau pada masing-masing arah pada jalan dengan median.

4.2.1 DATA - DATA PERENCANAAN

Kelas jalan adalah kelas I (Jalan Raya Primer). Menurut Peraturan PU Bina Marga bahwa kelas jalan I meliputi :

- Kecepatan Rencana (V) = 60 km/jam
- Klasifikasi Jalan = Datar
- Volume lalu lintas rata – rata (LHR) = < 20.000 SMP
- Lebar daerah penguasaan minimal = 60 m
- Lebar perkerasan = 2 x 3,5 m
- Lebar median minimum = 1,5 m (untuk 2 lajur)
- Lebar bahu = 3.5 m
- Lereng melintang perkerasan = 2%
- Lereng melintang bahu = 4%
- Kemiringan tikungan maximum = 10%
- Jari-jari lengkung minimum (Rmin) = 350 m
- Landai maximum = 3%
- Jarak pandang henti (JPH) = 165
- Jarak pandang menyiap (JPM) = 670
- Rmin dimana kemiringan tikungan tidak diperlukan = 2300 m
- Rmin dimana harus menggunakan busur peralihan = 1500 m
- Landai relatif maximum tepi perkerasan = 1/240

4.2.2 DATA POLIGON TRASE JALAN

- Koordinat titik A : XA = - 527 m
YA = -40 m
- Koordinat titik B : XB = 215 m
YB = 40 m
- Koordinat titik PI1 : XPI1 = -300 m
YPI1 = 50 m
- Koordinat titik PI2 : XPI2 = 50 m
YPI2 = -100 m

$$\begin{aligned}
1. \quad aA - PI_1 &= \text{Arc tan} \frac{XPI_1 - X_A}{YPI_1 - Y_A} \\
&= \text{Arc tan} \frac{(-300) - (-527)}{(50) - (-40)} \\
&= \text{Arc tan } 2,52 \\
&= 68^{\circ} 21' 20,03''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
aA - PI_1 &= 180^{\circ} + a \\
&= 180^{\circ} + (68^{\circ} 21' 20,03'') \\
&= 248^{\circ} 21' 20,03''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2. \quad aPI_1 - PI_2 &= \text{Arc tan} \frac{XPI_2 - XPI_1}{YPI_2 - YPI_1} \\
&= \text{Arc tan} \frac{(50) - (-300)}{(-100) - (50)} \\
&= \text{Arc tan} -2,3 \\
&= -66^{\circ} 30' 5,16''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \quad aPI_2 - B &= \text{Arc tan} \frac{X_B - XPI_2}{Y_B - YPI_2} \\
&= \text{Arc tan} \frac{(215) - (50)}{(40) - (-100)} \\
&= \text{Arc tan } 1,179 \\
&= 49^{\circ} 41' 46,23''
\end{aligned}$$

$$aPI_2 - B = 180^{\circ} + a$$

$$aPI_2 - B = 180^{\circ} + (49^{\circ} 41' 46,23'')$$

$$aPI_2 - B = 229^{\circ} 41' 46,23''$$

$$\begin{aligned}
4. \quad \Delta_1 &= (aA - PI_1) - (aPI_1 - PI_2) \\
&= (248^{\circ} 21' 20,03'') - (-66^{\circ} 30' 5,16'') \\
&= 314^{\circ} 51' 25,19''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
5. \quad \Delta_2 &= (aPI_2 - B) - (aPI_1 - PI_2) \\
&= (229^{\circ} 41' 46,23'') - (-66^{\circ} 30' 5,16'')
\end{aligned}$$

$$= 296^{\circ}11'51,39''$$

4.2.3 JARAK – JARAK TITIK UTAMA (d)

$$\begin{aligned} 1. \quad dA - PI_1 &= \sqrt{(\Delta XA - XPI_1)^2 + (\Delta YA - YPI_1)^2} \\ &= \sqrt{(-227)^2 + (-90)^2} \\ &= 244,190m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad dPI_1 - PI_2 &= \sqrt{(\Delta XPI_1 - XPI_2)^2 + (\Delta YPI_1 - YPI_2)^2} \\ &= \sqrt{(-350)^2 + (150)^2} \\ &= 380,789m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad dPI_2 - B &= \sqrt{(\Delta XPI_2 - XB)^2 + (\Delta YPI_2 - YB)^2} \\ &= \sqrt{(-165)^2 + (-140)^2} \\ &= 216,391m \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan diperoleh panjang jalan rencana = ± 841,370 m

4.2.4 PERENCANAAN ALINEMEN

4.2.4.1 Perhitungan Lengkung Horizontal

Data – data sebagai berikut:

$$\Delta 1 \quad = 314^{\circ}51'25,29''$$

$$\Delta 2 \quad = 296^{\circ}11'51,39''$$

$$dA-PI1 \quad = 244,190 \text{ m}$$

$$dPI1-PI2 \quad = 380,789 \text{ m}$$

$$dPI2-B \quad = 216,391 \text{ m}$$

1. Perhitungan Tikungan I

Dari tabel Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan raya diperoleh data-data sebagai berikut:

$$V = 60 \text{ km/jam}$$

$$R_{\min} = 350 \text{ m}$$

$$R_1 = 2300 \text{ m}$$

$$R_2 = 1500 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\%$$

Untuk T_{\max} diambil harga terbesar, maka $T_{\max} = 380,789 \text{ m}$

a. Dicoba dengan metode Full Circle (FC)

$$R \geq R_1 \Rightarrow 2300 \text{ m}$$

Diambil $R = 2300 \text{ m}$

$$T_1 = R \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \Delta_1 \leq T_{\max}$$

$$= 2300 \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29''$$

$$= -956,056 \text{ m} < T_{\max} = 380,789 \text{ m (memenuhi)}$$

Dengan perubahan kemiringan melintang

$$R_2 \leq R \Rightarrow R_2 \text{ diambil} = 1500 \text{ m}$$

$$T_1 = R \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \Delta_1 \leq T_{\max}$$

$$= 1500 \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29''$$

$$= -623,515 \text{ m} < T_{\max} = 380,789 \text{ m (memenuhi)}$$

Kesimpulan: Metode Full Circle (FC) dapat dipergunakan

b. Dicoba dengan metode Spiral – Circle – Spiral (S-C-S)

$$\text{Syarat: } 350 < R < 2300 \Rightarrow e_{\max} = 10\%$$

Misal:

$$R = 360 \text{ m}$$

$$L_s = 100 \text{ m}$$

$$e = 9,9 \%$$

Dari tabel diperoleh:

$$\theta_s = 7,961$$

$$p = 1,1580$$

$$k = 49,9670$$

$$x = 99,8070$$

$$y = 4,6250$$

$$T_s = (R + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta_1 + k$$

$$= (360 + 1,1580) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29'' + 49,9670$$

$$= -100,158 \text{ m} < T_{\max} = 380,789 \text{ m} \dots\dots\dots(\text{Memenuhi})$$

$$E_s = \frac{(R + P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta_1} - R$$

$$= \frac{(360 + 1,1580)}{\cos \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29''} - 360$$

$$= -751,117 \text{ m}$$

$$\theta_c = \Delta_1 - 2 \theta_s$$

$$= 314^{\circ} 51' 25,29'' - 2 \cdot 7,961$$

$$= 298^{\circ} 56' 6''$$

$$L_c = \frac{q_c}{360} \times 2pR$$

$$= \frac{314^{\circ} 51' 25,29''}{360} \times 2 \cdot p \cdot 360$$

$$= 1877,3118 \text{ m}$$

$$L = L_c + 2 \cdot L_s < 2 T_s$$

$$= 1877,3118 + 2 \cdot 100 > 2 \cdot -100,158$$

$$= 2077,3118 \text{ m} > -200,3157 \text{ m}$$

Kesimpulan: Metode Spiral – Circle – Spiral (S-C-S) dapat digunakan pada tikungan

2. Perhitungan Tikungan II

Dari tabel Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan raya diperoleh data-data sebagai berikut:

$$V = 60 \text{ km/jam}$$

$$R_{\min} = 350 \text{ m}$$

$$R_1 = 2300 \text{ m}$$

$$R_2 = 1500 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\%$$

Untuk Tmax diambil harga terbesar, maka Tmax = 380,789 m

a. Dicoba dengan metode Full Circle (FC)

$$R \geq R_1 \Rightarrow 2300 \text{ m}$$

$$\text{Diambil } R = 2300 \text{ m}$$

$$T_1 = R \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot \Delta_2 \leq T_{\max}$$

$$= 2300 \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29''$$

$$= -956,056 \text{ m} < T_{\max} = 380,789 \text{ m (memenuhi)}$$

Dengan perubahan kemiringan melintang

$$R_2 \leq R \Rightarrow R_2 \text{ diambil} = 1500 \text{ m}$$

$$T_1 = R \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot \Delta_2 \leq T_{\max}$$

$$= 1500 \cdot \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29''$$

$$= -623,515 \text{ m} < T_{\max} = 380,789 \text{ m (memenuhi)}$$

Kesimpulan: Metode Full Circle (FC) dapat dipergunakan

b. Dicoba dengan metode Spiral – Circle – Spiral (S-C-S)

$$\text{Syarat: } 350 < R < 2300 \Rightarrow e_{\max} = 10\%$$

Misal:

$$R = 360 \text{ m}, L_s = 100 \text{ m}, e = 9,9 \%$$

Dari tabel diperoleh:

$$\theta_s = 7,961$$

$$p = 1,1580$$

$$k = 49,9670$$

$$x = 99,8070$$

$$y = 4,6250$$

$$T_s = (R + p) \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot \Delta_1 + k$$

$$= (360 + 1,1580) \text{tg.} \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29'' + 49,9670$$

$$= -100,158 \text{ m} < T_{\max} = 380,789 \text{ m} \dots\dots\dots(\text{Memenuhi})$$

$$E_s = \frac{(R + P)}{\cos \frac{1}{2} \cdot \Delta_1} - R$$

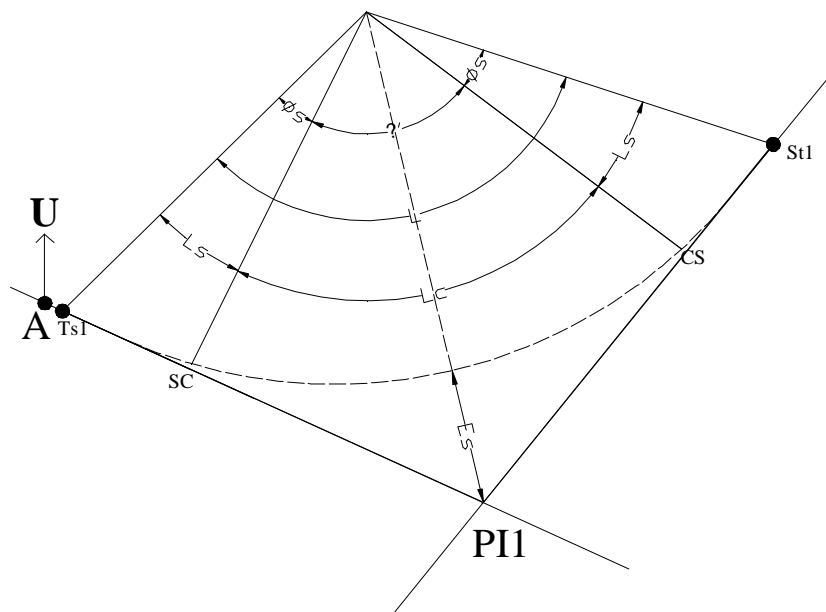
$$= \frac{(360 + 1,1580)}{\cos \frac{1}{2} \cdot 314^{\circ} 51' 25,29''} - 360$$

$$= -751,117 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
\theta_c &= \Delta_1 - 2\theta_s \\
&= 314^{\circ}51'25,29'' - 2 \cdot 7.961 \\
&= 298^{\circ}56'6'' \\
L_c &= \frac{q^c}{360} \times 2pR \\
&= \frac{314^{\circ}51'25,29''}{360} \times 2 \cdot p \cdot 360 \\
&= 1877,3118 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L &= L_c + 2 \cdot L_s < 2 \cdot T_s \\
&= 1877,3118 + 2 \cdot 100 > 2 \cdot -100,158 \\
&= 2077,3118 \text{ m} > -200,3157 \text{ m}
\end{aligned}$$

Kesimpulan: Metode Spiral – Circle – Spiral (S-C-S) dapat digunakan pada tikungan II.

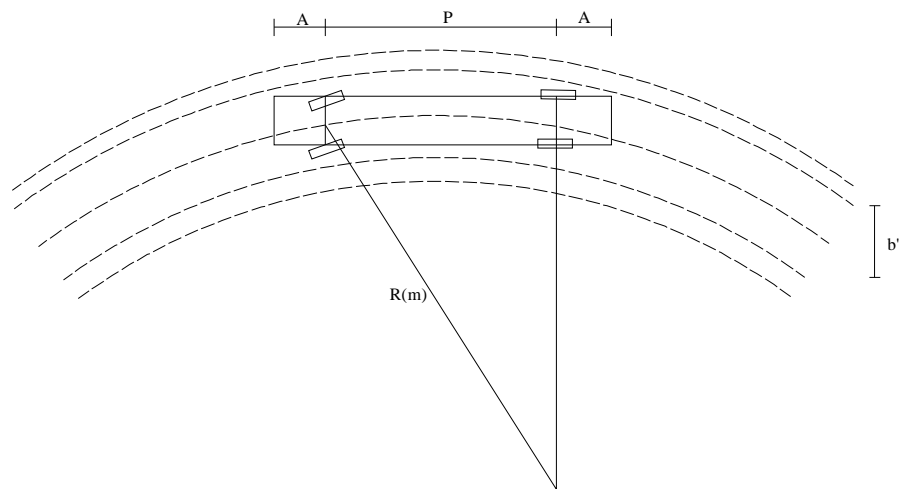


Gambar 4.1: Skets tikungan I.

Data – data tikungan I:

$$\begin{aligned}
R &= 360 \text{ m} \\
T_s &= -100,158 \text{ m} \\
E_s &= -751,117 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_c &= 298^{\circ}56'6'' \\ L_c &= 1877,3118 \text{ m} \\ L &= 2077,3118 \text{ m} \\ k &= 49,9670 \\ \Delta 1 &= 314^{\circ}51'25,29'' \\ \theta_s &= 7,961 \end{aligned}$$



Diketahui:

$$\begin{aligned} A &= 1,20 \text{ m} \\ P &= 6,10 \text{ m} \\ n &= 2 \\ c &= 0,80 \text{ m} \\ b_o &= 2,25 \text{ m} \\ B &= n (b'+c) + (n-1) T_d + Z \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} B &= \text{Lebar perkerasan pada tikungan (m)} \\ N &= \text{Jumlah jalur lalu lintas} \\ b' &= \text{Lebar lintasan truk pada tikungan (m)} \end{aligned}$$

Td = Lebar melintang akibat tonjokan depan (m)

Z = Lebar tambahan akibat kelandaian pengemudi (m)

c = kebebasan samping = 0,80 m

Tambahan Pelebaran Perkerasan Tikungan I

V = 60 km/jam

R = 350 m

n = 2 diambil 2 jalur

Lebar truck = 2,25 m

Rumus:

$$B = n(b' + c) + (n-1) Td + Z$$

$$\begin{aligned} b'' &= R - \sqrt{R^2 - P^2} \\ &= 360 - \sqrt{360^2 - 6,10^2} \\ &= 360 - 359,95 \\ &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Td &= \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R \\ &= \sqrt{360^2 + 1,20(2 \times 6,10 + 1,20)} - 360 \\ &= 0,022 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= 0,022 \frac{V}{\sqrt{R}} \\ &= 0,022 \frac{100}{\sqrt{360}} \\ &= 0,116 \text{ m} \end{aligned}$$

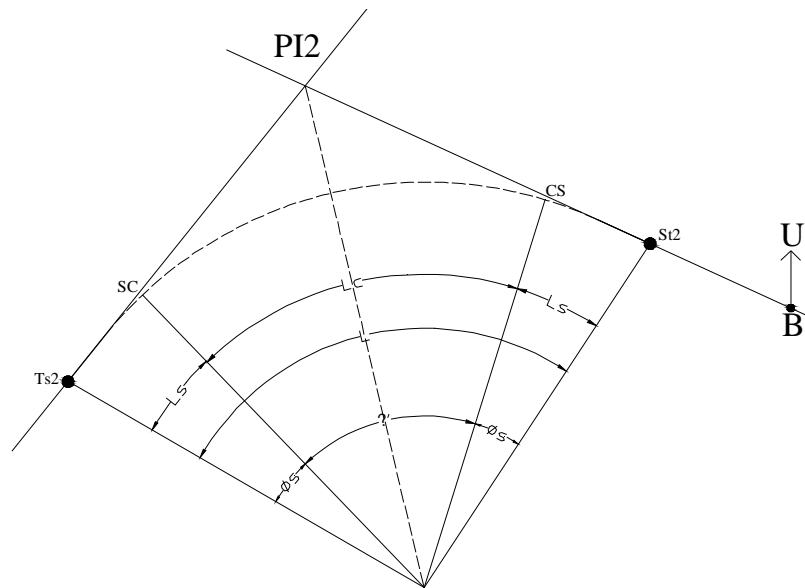
$$b' = 2,25 + b'' = 2,25 + 0,05 = 2,3 \text{ m}$$

$$B = 2(2,3 + 0,80) + (2-1) 0,022 + 0,116 = 6,338 \text{ m}$$

$$W = B - B_n$$

$$= 6,338 - 7,5 = -1,162 \text{ m}$$

Maka $B < B_n$ \Rightarrow tambahan pelebaran perkerasan pada tikungan I tidak diperlukan.



Gambar 4.3: Skets tikungan II.

Data – data tikungan II:

$$R = 360 \text{ m}$$

$$T_s = -100,158 \text{ m}$$

$$E_s = -751,117 \text{ m}$$

$$\theta_c = 298^{\circ}56'6''$$

$$L_c = 1877,3118 \text{ m}$$

$$L = 2077,3118 \text{ m}$$

$$k = 49,9670$$

$$\Delta_1 = 314^{\circ}51'25,29''$$

$$\theta_s = 7,961$$

Tambahan Pelebaran Perkerasan Tikungan II

$$V = 60 \text{ km/jam}$$

$$R = 360 \text{ m}$$

$$n = 2 \text{ à diambil 2 jalur}$$

$$\text{Lebar truck} = 2,25 \text{ m}$$

Rumus:

$$B = n(b' + c) + (n-1) Td + Z$$

$$\begin{aligned} b'' &= R - \sqrt{R^2 - P^2} \\ &= 360 - \sqrt{360^2 - 6,10^2} \\ &= 360 - 359,95 \\ &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Td &= \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R \\ &= \sqrt{360^2 + 1,20(2 \times 6,10 + 1,20)} - 360 \\ &= 0,022 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= 0,022 \frac{V}{\sqrt{R}} \\ &= 0,022 \frac{100}{\sqrt{360}} \\ &= 0,116 \text{ m} \end{aligned}$$

$$b' = 2,25 + b'' = 2,25 + 0,05 = 2,3 \text{ m}$$

$$B = 2(2,3 + 0,80) + (2-1) 0,022 + 0,116 = 6,338 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} W &= B - Bn \\ &= 6,338 - 7,5 = -1,162 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka $B < Bn$ à tambahan pelebaran perkerasan pada tikungan II tidak diperlukan.

Tabel 4.1: Perhitungan jarak dan elevasi jalan.

No	Nama Stasion	Jarak dari Stasion A	Elevasi Asli Jalan
1	A	0 + 000,000	242.000 m
2	1	Sta A + 50 = 0 + 050,000	241.033 m
3	2	Sta 01 + 50 = 0 + 100,000	241.162 m

4	TS1	Sta 02 + 50 = 0 + 150,000	241.600 m
5	3	Sta TS1 + 15 = 0 + 165,000	238.000 m
6	4	Sta 03 + 15 = 0 + 180,000	237.000 m

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

No	Nama Stasion	Jarak dari Stasion A	Elevasi Asli Jalan
7	5	Sta 04 + 15 = 0 + 195,000	241.200 m
8	6	Sta 05 + 15 = 0 + 210,000	241.142 m
9	7	Sta 06 + 15 = 0 + 225,000	241.600 m
10	8	Sta 07 + 15 = 0 + 240,000	242.063 m
11	9	Sta 08 + 15 = 0 + 255,000	243.354 m
12	10	Sta 09 + 15 = 0 + 270,000	240.800 m
13	11	Sta 10 + 15 = 0 + 285,000	242.133 m
14	12	Sta 11 + 15 = 0 + 300,000	241.454 m
15	13	Sta 12 + 15 = 0 + 315,000	240.666 m
16	ST1	Sta 13 + 15 = 0 + 330,000	238.000 m
17	14	Sta ST1 + 50 = 0 + 380,000	241.175 m
18	15	Sta 14 + 50 = 0 + 430,000	245.571 m
19	TS2	Sta 15 + 50 = 0 + 480,000	243.600 m
20	16	Sta TS2 + 15 = 0 + 495,000	240.432 m
21	17	Sta 16 + 15 = 0 + 510,000	239.176 m

22	18	Sta 17 + 15 = 0 + 525,000	238.416 m
23	19	Sta 18 + 15 = 0 + 540,000	238.000 m
24	20	Sta 19 + 15 = 0 + 555,000	241.750 m

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

No	Nama Stasion	Jarak dari Stasion A	Elevasi Asli Jalan
25	21	Sta 20 + 15 = 0 + 570,000	242.600 m
26	22	Sta 21 + 15 = 0 + 585,000	246.432 m
27	23	Sta 22 + 15 = 0 + 600,000	247.176 m
28	24	Sta 23 + 15 = 0 + 615,000	247.416 m
29	25	Sta 24 + 15 = 0 + 630,000	247.500 m
30	26	Sta 25 + 15 = 0 + 645,000	249.750 m
31	ST2	Sta 26 + 15 = 0 + 660,000	249.527 m
32	27	Sta ST2 + 50 = 0 + 710,000	247.851 m
33	28	Sta 27 + 50 = 0 + 760,000	244.416 m
34	B	Sta 28 + 50 = 0 + 810,000	244.285 m

Panjang jalan sebenarnya dari Stasioning A ke Stasioning B adalah 810,000 m.

Tabel 4.2: Perhitungan jarak dan elevasi rencana jalan.

No	Nama Stasion	Jarak dari Stasion A	Elevasi Rencana Jalan
1	A	0 + 000,000	238.000 m
2	1	Sta A + 50 = 0 + 050,000	239.200 m
3	2	Sta 01 + 50 = 0 + 100,000	240.000 m

Tabel 4.2: *Lanjutan.*

No	Nama Stasion	Jarak dari Stasion A	Elevasi Rencana Jalan
4	TS1	Sta 02 + 15 = 0 + 150,000	241.500 m
5	3	Sta TS1 + 15 = 0 + 165,000	242.100 m
6	4	Sta 03 + 15 = 0 + 180,000	242.600 m
7	5	Sta 04 + 15 = 0 + 195,000	243.100 m
8	6	Sta 05 + 15 = 0 + 210,000	243.600 m
9	7	Sta 06 + 15 = 0 + 225,000	243.800 m
10	8	Sta 07 + 15 = 0 + 240,000	244.500 m
11	9	Sta 08 + 15 = 0 + 255,000	244.400 m
12	10	Sta 09 + 15 = 0 + 270,000	244.200 m
13	11	Sta 10 + 15 = 0 + 285,000	244.100 m
14	12	Sta 11 + 15 = 0 + 300,000	244.000 m
15	13	Sta 12 + 15 = 0 + 315,000	243.900 m

16	ST1	Sta 13 + 15 = 0 + 330,000	243.700 m
17	14	Sta ST1 + 50 = 0 + 380,000	243.500 m
18	15	Sta 14 + 50 = 0 + 430,000	243.200 m
19	TS2	Sta 15 + 50 = 0 + 480,000	243.100 m
20	16	Sta TS2 + 15 = 0 + 495,000	242.900 m
21	17	Sta 16 + 15 = 0 + 510,000	242.700 m

Tabel 4.2: *Lanjutan.*

No	Nama Stasion	Jarak dari Stasion A	Elevasi Rencana Jalan
22	18	Sta 17 + 15 = 0 + 525,000	242.600 m
23	19	Sta 18 + 15 = 0 + 540,000	242.500 m
24	20	Sta 19 + 15 = 0 + 555,000	242.400 m
25	21	Sta 20 + 15 = 0 + 570,000	242.300 m
26	22	Sta 21 + 15 = 0 + 585,000	242.500 m
27	23	Sta 22 + 15 = 0 + 600,000	242.600 m
28	24	Sta 23 + 15 = 0 + 615,000	242.700 m
29	25	Sta 24 + 15 = 0 + 630,000	242.800 m
30	26	Sta 25 + 15 = 0 + 645,000	242.900 m
31	ST2	Sta 26 + 15 = 0 + 660,000	243.100 m
32	27	Sta ST2 + 50 = 0 + 710,000	243.500 m

33	28	Sta 27 + 50 = 0 + 760,000	244.000 m
34	B	Sta 28 + 50 = 0 + 810,000	244.285 m

Panjang jalan sebenarnya dari Stasioning A ke Stasioning B adalah **810,000 m**

4.2.5 JARAK ELEVASI TANAH ASLI

$$XL = Cb + \frac{Xb}{X} (Ca - Cb)$$

Dimana:

Xl = Jarak elevasi tanah asli.

X = Jarak antar kontur.

Ca = Kontur atas.

Cb = Kontur bawah.

Xb: Jarak antar center line dengan kontur bawah.

$$\begin{aligned} \circ \text{ St A} &= 242 + \left(\frac{4.6}{7.5}\right) (242 - 242) \\ &= 242.000 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ St 1} &= 240 + \left(\frac{3.1}{6}\right) (242 - 240) \\ &= 241.033 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ St 2} &= 240 + \left(\frac{4.3}{7.4}\right) (240 - 238) \\ &= 241.162 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ St Ts1} &= 240 + \left(\frac{0.8}{1}\right) (240 - 238) \\ &= 241.600 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ St 3} &= 238 + \left(\frac{2.3}{7.1}\right) (238 - 238) \\ &= 238.000 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ St 4} &= 238 + \left(\frac{1.3}{7.1}\right) (238 - 240) \end{aligned}$$

- $= 237.000 \text{ m}$
- St 5 $= 240 + \left(\frac{0.3}{0.5}\right) (242 - 240)$
 $= 241.200 \text{ m}$
- St 6 $= 240 + \left(\frac{0.4}{0.7}\right) (242 - 240)$
 $= 241.142 \text{ m}$
- St 7 $= 240 + \left(\frac{1.2}{1.5}\right) (242 - 240)$
 $= 241.600 \text{ m}$
- St 8 $= 242 + \left(\frac{0.3}{9.5}\right) (242 - 240)$
 $= 242.063 \text{ m}$
- St 9 $= 242 + \left(\frac{2.1}{3.1}\right) (242 - 240)$
 $= 243.354 \text{ m}$
- St 10 $= 240 + \left(\frac{1.2}{3}\right) (240 - 238)$
 $= 240.800 \text{ m}$
- St 11 $= 242 + \left(\frac{0.2}{3}\right) (242 - 240)$
 $= 242.133 \text{ m}$
- St 12 $= 240 + \left(\frac{0.8}{1.1}\right) (240 - 238)$
 $= 241.454 \text{ m}$
- St 13 $= 240 + \left(\frac{0.4}{1.2}\right) (240 - 238)$
 $= 240.666 \text{ m}$
- St ST1 $= 238 + \left(\frac{1.2}{1.5}\right) (238 - 238)$
 $= 238.000 \text{ m}$
- St 14 $= 240 + \left(\frac{1.4}{1.6}\right) (242 - 240)$
 $= 241.175 \text{ m}$
- St 15 $= 244 + \left(\frac{1.1}{1.4}\right) (244 - 242)$
 $= 245.571 \text{ m}$
- St Ts2 $= 242 + \left(\frac{1.2}{1.5}\right) (242 - 240)$
 $= 243.600 \text{ m}$

- St 16 = $240 + \left(\frac{0.8}{3.7}\right) (240 - 238)$
= 240.432 m
- St 17 = $238 + \left(\frac{3}{5.1}\right) (240 - 238)$
= 239.176 m
- St 18 = $238 + \left(\frac{0.5}{2.4}\right) (240 - 238)$
= 238.416 m
- St 19 = $238 + \left(\frac{1.2}{1.6}\right) (238 - 238)$
= 238.000 m
- St 20 = $240 + \left(\frac{1.4}{1.6}\right) (242 - 240)$
= 241.750 m
- St 21 = $242 + \left(\frac{0.9}{3.0}\right) (244 - 242)$
= 242.600 m
- St 22 = $246 + \left(\frac{0.8}{3.7}\right) (248 - 246)$
= 246.432 m
- St 23 = $246 + \left(\frac{3}{5.1}\right) (248 - 246)$
= 247.176 m
- St 24 = $246 + \left(\frac{0.5}{2.4}\right) (248 - 246)$
= 247.416 m
- St 25 = $246 + \left(\frac{1.2}{1.6}\right) (248 - 250)$
= 247.500 m
- St 26 = $248 + \left(\frac{1.4}{1.6}\right) (250 - 248)$
= 249.750 m
- St ST2 = $248 + \left(\frac{4.2}{5.5}\right) (250 - 248)$
= 249.527 m
- St 27 = $246 + \left(\frac{5}{5.4}\right) (246 - 244)$
= 247.851 m
- St 28 = $244 + \left(\frac{0.5}{2.4}\right) (246 - 244)$

$$= 244.416 \text{ m}$$

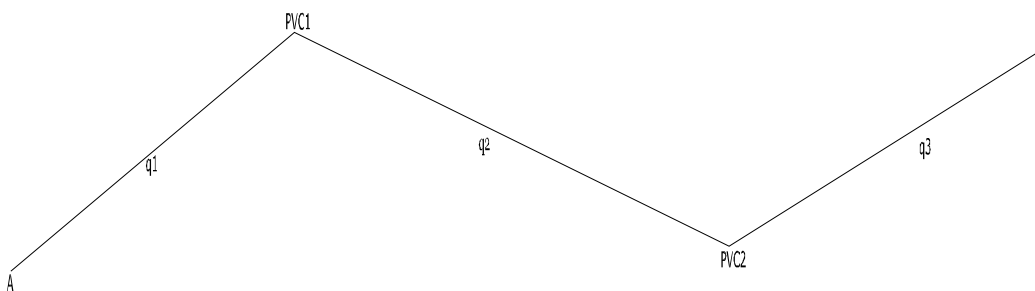
$$\begin{aligned} \circ \text{ St B} &= 244 + \left(\frac{0.2}{1.4}\right) (246 - 244) \\ &= 244.285 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Lengkung Vertikal

a. Perhitungan Kelandaian Tanah (q)

Rumus:

$$q = \frac{\text{Selisih Tinggi}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$



Gambar 4.4: Kelandaian tanah.

$$q_1 = \frac{244,500 - 238,000}{240,000} \times 100\% = +2,70 \% \text{ (Naik)}$$

$$q_2 = \frac{242,300 - 244,500}{375,000} \times 100\% = -0,58 \% \text{ (Turun)}$$

$$q_3 = \frac{244,285 - 242,300}{240,000} \times 100\% = +0,83 \% \text{ (Naik)}$$

b. Perhitungan Lengkung Vertikal PVC₁

$$q_1 = +2,70 \%$$

$$q_2 = -0,58 \%$$

$$A = (q_1) - (q_2)$$

$$= (+2,70) - (-0,58) = +3,28 \text{ à Lengkung Vertikal Cembung}$$

$$A = +3,28$$

$$V = 100 \text{ km/jam à } Lv = 60,00 \text{ m}$$

$$\text{Maka } Ev = \frac{A.Lv}{800} = \frac{3,28 \times 60}{800} = 0,246 \text{ m}$$

Dari data terdahulu (grafik)

$$\text{Elevasi } PVC_1 = 244,500 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y_1 &= q_1 \times \frac{1}{2} Lv \\ &= +2,70 \% \times 30 = 0,81 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } BVC_1 &= \text{Elevasi } PVC_1 - \Delta Y_1 \\ &= 244,500 \text{ m} - 0,81 \text{ m} \\ &= 243,690 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y_2 &= q_2 \times \frac{1}{2} Lv \\ &= 0,58 \% \times 30 = 0,174 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } EVC_1 &= \text{Elevasi } PVC_1 - \Delta Y_2 \\ &= 244,500 \text{ m} - 0,174 \text{ m} \\ &= 244,326 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi Kelipatan 0,1 Lv (berdasarkan jarak pandang henti)

a) Dari Kiri ke Kanan

Rumus:

$$Y_n = \frac{A.Xn^2}{2Lv}$$

$$\Delta = q \times Xn$$

$$Xn = 0,1 Lv$$

$$\text{Untuk } 0,1 Lv \text{ à } X_1 = 0,1 \times 60 = 6 \text{ m}$$

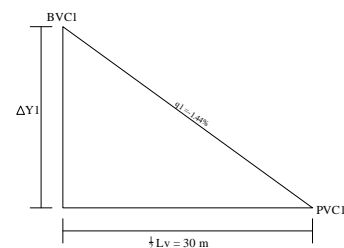
$$\Delta_1 = +2,70 \% \times 6 = 0,162 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{2,70\% \times 6,0^2}{2 \times 60} = 0,0081 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka elevasi 1} &= \text{Elevasi } BVC_1 + \Delta_1 \\ &= 243,690 \text{ m} + 0,162 \text{ m} = 243,852 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi 1}' &= \text{Elevasi 1} - Y_1 \\ &= 243,852 \text{ m} - 0,0081 \text{ m} = 243,844 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Untuk } 0,2 Lv \text{ à } X_2 = 0,2 \times 60 = 12 \text{ m}$$



$$\Delta_2 = +2,70 \% \times 12 = 0,324 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{2,70\% \times 12^2}{2 \times 60} = 0,032 \text{ m}$$

Maka elevasi 2 = Elevasi BVC₁ + Δ₂
= 243,690 m + 0,324 m = 244,014 m

Elevasi 2' = Elevasi 2 – Y₂
= 244,014 m – 0,032 m = 243,982 m

Untuk 0,3 Lv à X₃ = 0,3 x 60 = 18 m

$$\Delta_3 = +2,70 \% \times 18 = 0,486 \text{ m}$$

$$Y_3 = \frac{2,70\% \times 18^2}{2 \times 60} = 0,073 \text{ m}$$

Maka elevasi 3 = Elevasi BVC₁ + Δ₃
= 243,690 m + 0,486 m = 244,176 m

Elevasi 3' = Elevasi 3 – Y₃
= 244,176 m – 0,073 m = 244,103 m

Untuk 0,4 Lv à X₄ = 0,4 x 60 = 24 m

$$\Delta_4 = +2,70 \% \times 24 = 0,648 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{2,70\% \times 24^2}{2 \times 60} = 0,129 \text{ m}$$

Maka elevasi 4 = Elevasi BVC₁ + Δ₄
= 243,690 m + 0,648 m = 244,338 m

Elevasi 4' = Elevasi 4 – Y₄
= 244,338 m – 0,129 m = 244,209 m

Untuk 0,5 Lv à X₅ = 0,5 x 60 = 30 m

$$\Delta_5 = +2,70 \% \times 30 = 0,81 \text{ m}$$

$$Y_5 = \frac{2,70\% \times 30^2}{2 \times 60} = 0,202 \text{ m}$$

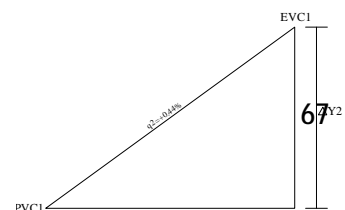
Maka elevasi 5 = Elevasi BVC₁ + Δ₅
= 243,690 m + 0,81 m = 244,500 m

Elevasi 5' = Elevasi 5 – Y₅
= 244,500 m – 0,202 m = 244,298 m

Elevasi 5 = PVC₁ = 244,500 m(Ok)

Elevasi Kelipatan 0,1 Lv (berdasarkan jarak pandang henti)

b) Dari kanan ke kiri



$$\begin{aligned}
\text{Untuk 0,1 Lv } \Delta X_1 &= 0,1 \times 60 = 6 \text{ m} \\
\Delta_1 &= 0,58 \% \times 6 = 0,034 \text{ m} \\
Y_1 &= \frac{0,58\% \times 6,0^2}{2 \times 60} = 0,0017 \text{ m} \\
\text{Maka elevasi 1} &= \text{Elevasi EVC}_1 + \Delta_1 \\
&= 244,326 \text{ m} + 0,034 \text{ m} = 244,360 \text{ m} \\
\text{Elevasi 1}' &= \text{Elevasi 1} - Y_1 \\
&= 244,360 \text{ m} - 0,0017 \text{ m} = 244,358 \text{ m} \\
\text{Untuk 0,2 Lv } \Delta X_2 &= 0,2 \times 60 = 12 \text{ m} \\
\Delta_2 &= 0,58 \% \times 12 = 0,069 \text{ m} \\
Y_2 &= \frac{0,58\% \times 12^2}{2 \times 60} = 0,006 \text{ m} \\
\text{Maka elevasi 2} &= \text{Elevasi EVC}_1 + \Delta_2 \\
&= 244,326 \text{ m} + 0,069 \text{ m} = 244,395 \text{ m} \\
\text{Elevasi 2}' &= \text{Elevasi 2} - Y_2 \\
&= 244,395 \text{ m} - 0,006 \text{ m} = 244,389 \text{ m} \\
\text{Untuk 0,3 Lv } \Delta X_3 &= 0,3 \times 60 = 18 \text{ m} \\
\Delta_3 &= 0,58 \% \times 18 = 0,104 \text{ m} \\
Y_3 &= \frac{0,58\% \times 18^2}{2 \times 60} = 0,015 \text{ m} \\
\text{Maka elevasi 3} &= \text{Elevasi EVC}_1 + \Delta_3 \\
&= 244,326 \text{ m} + 0,104 \text{ m} = 244,430 \text{ m} \\
\text{Elevasi 3}' &= \text{Elevasi 3} - Y_3 \\
&= 244,430 \text{ m} - 0,015 \text{ m} = 244,415 \text{ m} \\
\text{Untuk 0,4 Lv } \Delta X_4 &= 0,4 \times 60 = 24 \text{ m} \\
\Delta_4 &= 0,58 \% \times 24 = 0,139 \text{ m} \\
Y_4 &= \frac{0,58\% \times 24^2}{2 \times 60} = 0,027 \text{ m} \\
\text{Maka elevasi 4} &= \text{Elevasi EVC}_1 + \Delta_4 \\
&= 244,326 \text{ m} + 0,139 \text{ m} = 244,465 \text{ m} \\
\text{Elevasi 4}' &= \text{Elevasi 4} - Y_4 \\
&= 244,465 \text{ m} - 0,027 \text{ m} = 244,438 \text{ m} \\
\text{Untuk 0,5 Lv } \Delta X_5 &= 0,5 \times 60 = 30 \text{ m} \\
\Delta_5 &= 0,58 \% \times 30 = 0,174 \text{ m} \\
Y_5 &= \frac{0,58\% \times 30^2}{2 \times 60} = 0,043 \text{ m}
\end{aligned}$$

Maka elevasi 5 = Elevasi EVC₁ + Δ₅
 = 244,326 m + 0,174 m = 244,500 m

Elevasi 5' = Elevasi 5 - Y₅
 = 244,500 m - 0,043 m = 244,457 m

Elevasi 5 = PVC₁ = 244,500 m(Ok) !

Tabel 4.3: Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kiri ke kanan.

Titik	Lv	Xn (m)	Yn(m)	Δn(m)	Elevasi n (m)	Elevasi n' (m)
1	0,1	6	0,0081	0,162	243,852	243,844
2	0,2	12	0,032	0,324	244,014	243,982

Tabel 4.3: Lanjutan.

Titik	Lv	Xn (m)	Yn(m)	Δn(m)	Elevasi n (m)	Elevasi n' (m)
3	0,3	18	0,073	0,486	244,176	244,103
4	0,4	24	0,129	0,648	244,338	244,209
5	0,5	30	0,202	0, 81	244,298	244,298

Tabel 4.4: Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kanan ke kiri.

Titik	Lv	Xn (m)	Yn(m)	Δn(m)	Elevasi n (m)	Elevasi n' (m)
1	0,1	6	0,0017	0,034	244,360	244,358
2	0,2	12	0,006	0,069	244,395	244,389
3	0,3	18	0,015	0,104	244,430	244,415
4	0,4	24	0,027	0,139	244,465	244,438

5	0,5	30	0,043	0,174	244,500	244,457
---	-----	----	-------	-------	---------	---------

3. Perhitungan Lengkung Vertikal PVC₂

$$q_2 = -0,58 \%$$

$$q_3 = +0,83 \%$$

$$A = (q_2) - (q_3)$$

$$= (-0,58) - (+0,83) = -1,41\% \Rightarrow \text{Lengkung Vertikal Cekung}$$

$$A = 1,41$$

$$V = 100 \text{ km/jam} \Rightarrow L_v = 60 \text{ m}$$

$$\frac{A \cdot L_v}{800} = \frac{1,41 \times 60}{800} = 0,105 \text{ m}$$

Dari data terdahulu (grafik)

$$\text{Elevasi PVC}_2 = 242,300 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y_1 &= q_2 \times \frac{1}{2} L_v \\ &= 0,58 \% \times 30 = 0,174 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi BVC}_2 &= \text{Elevasi PVC}_2 - \Delta Y_1 \\ &= 242,300 \text{ m} - 0,174 \text{ m} \\ &= 242,126 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y_2 &= q_3 \times \frac{1}{2} L_v \\ &= 0,83 \% \times 30 = 0,249 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi EVC}_2 &= \text{Elevasi PVC}_2 - \Delta Y_2 \\ &= 242,300 \text{ m} - 0,249 \text{ m} \\ &= 242,051 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi Kelipatan 0,1 L_v (berdasarkan jarak pandang henti)

1. Dari kiri ke kanan

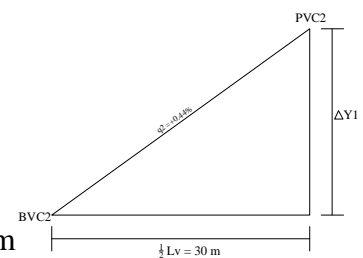
$$\text{Untuk } 0,1 L_v \Rightarrow X_1 = 0,1 \times 60 = 6 \text{ m}$$

$$\Delta_1 = 0,58 \% \times 6 = 0,034 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{0,58\% \times 6^2}{2 \times 60} = 0,002 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka elevasi 1} &= \text{Elevasi BVC}_2 + \Delta_1 \\ &= 242,126 \text{ m} + 0,034 \text{ m} = 242,160 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi 1}' &= \text{Elevasi 1} - Y_1 \\ &= 242,160 \text{ m} - 0,002 \text{ m} = 242,158 \text{ m} \end{aligned}$$



Untuk 0,2 Lv à $X_2 = 0,2 \times 60 = 12 \text{ m}$
 $\Delta_2 = 0,58 \% \times 12 = 0,069 \text{ m}$
 $Y_2 = \frac{0,58\% \times 12^2}{2 \times 60} = 0,006 \text{ m}$
Maka elevasi 2 = Elevasi BVC₂ + Δ_2
= 242,126 m + 0,069 m = 242,195 m
Elevasi 2' = Elevasi 2 - Y_2
= 242,195 m - 0,006 m = 242,189 m

Untuk 0,3 Lv à $X_3 = 0,3 \times 60 = 18 \text{ m}$
 $\Delta_3 = 0,58 \% \times 18 = 0,104 \text{ m}$
 $Y_3 = \frac{0,58\% \times 18^2}{2 \times 60} = 0,015 \text{ m}$
Maka elevasi 3 = Elevasi BVC₂ + Δ_3
= 242,126 m + 0,104 m = 242,230 m
Elevasi 3' = Elevasi 3 - Y_3
= 242,230 m - 0,015 m = 242,215 m

Untuk 0,4 Lv à $X_4 = 0,4 \times 60 = 24 \text{ m}$
 $\Delta_4 = 0,58 \% \times 24 = 0,139 \text{ m}$
 $Y_4 = \frac{0,58\% \times 24^2}{2 \times 60} = 0,027 \text{ m}$
Maka elevasi 4 = Elevasi BVC₂ + Δ_4
= 242,126 m + 0,139 m = 242,265 m
Elevasi 4' = Elevasi 4 - Y_4
= 242,265 m - 0,027 m = 242,238 m

Untuk 0,5 Lv à $X_5 = 0,5 \times 60 = 30 \text{ m}$
 $\Delta_5 = 0,58 \% \times 30 = 0,174 \text{ m}$
 $Y_5 = \frac{0,58\% \times 30^2}{2 \times 60} = 0,043 \text{ m}$
Maka elevasi 5 = Elevasi BVC₂ + Δ_5
= 242,126 m + 0,174 m = 242,300 m
Elevasi 5' = Elevasi 5 - Y_5
= 242,300 m - 0,043 m = 242,257 m
Elevasi 5 = PVC₂ = 242,300 m(Ok) !

2. Dari kanan ke kiri

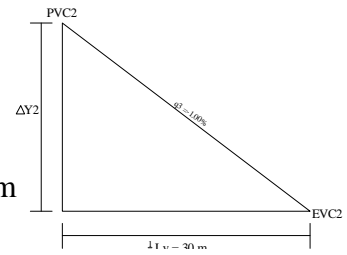
Untuk 0,1 Lv à $X_1 = 0,1 \times 60 = 6 \text{ m}$

$$\Delta_1 = 0,83 \% \times 6 = 0,049 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{1,83\% \times 6^2}{2 \times 60} = 0,002 \text{ m}$$

Maka elevasi 1 = Elevasi EVC₂ + Δ_1
 = 242,051 m + 0,049 m = 242,100 m

Elevasi 1' = Elevasi 1 - Y_1
 = 242,100 m - 0,002 m = 242,098 m



Untuk 0,2 Lv à $X_2 = 0,2 \times 60 = 12 \text{ m}$

$$\Delta_2 = +0,83 \% \times 12 = 0,099 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{0,83\% \times 12^2}{2 \times 60} = 0,009 \text{ m}$$

Maka elevasi 2 = Elevasi EVC₂ + Δ_2
 = 242,051 m + 0,099 m = 242,150 m

Elevasi 2' = Elevasi 2 - Y_2
 = 242,150 m - 0,009 m = 242,141 m

Untuk 0,3 Lv à $X_3 = 0,3 \times 60 = 18 \text{ m}$

$$\Delta_3 = +0,83 \% \times 18 = 0,149 \text{ m}$$

$$Y_3 = \frac{0,83\% \times 18^2}{2 \times 60} = 0,022 \text{ m}$$

Maka elevasi 3 = Elevasi EVC₂ + Δ_3
 = 242,051 m + 0,149 m = 242,200 m

Elevasi 3' = Elevasi 3 - Y_3
 = 242,200 m - 0,022 m = 242,178 m

Untuk 0,4 Lv à $X_4 = 0,4 \times 60 = 24 \text{ m}$

$$\Delta_4 = +0,83 \% \times 24 = 0,199 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{0,83\% \times 24^2}{2 \times 60} = 0,039 \text{ m}$$

Maka elevasi 4 = Elevasi EVC₂ + Δ_4
 = 242,051 m + 0,199 m = 242,250 m

Elevasi 4' = Elevasi 4 - Y_4
 = 242,250 m - 0,039 m = 242,211 m

Untuk 0,5 Lv à $X_5 = 0,5 \times 60 = 30 \text{ m}$

$$\Delta_5 = +0,83 \% \times 30 = 0,249 \text{ m}$$

$$Y_5 = \frac{0,83\% \times 30^2}{2 \times 60} = 0,062 \text{ m}$$

Maka elevasi 5 = Elevasi EVC₂ + Δ₅
= 242,051 m + 0, 249 m = 242,300 m

Elevasi 5' = Elevasi 5 – Y₅
= 242,300 m – 0,062 m = 242,238 m

Elevasi 5 = PVC₂ = 242,300 m(Ok) !

Tabel 4.5: Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kiri ke kanan.

Titik	Lv	Xn (m)	Yn(m)	Δn(m)	Elevasi n (m)	Elevasi n' (m)
1	0,1	6	0,002	0,034	242,160	242,158
2	0,2	12	0,006	0,069	242,195	242,189
3	0,3	18	0,015	0,104	242,230	242,215

Tabel 4.5: Lanjutan.

Titik	Lv	Xn (m)	Yn(m)	Δn(m)	Elevasi n (m)	Elevasi n' (m)
4	0,4	24	0,027	0,139	242,265	242,238
5	0,5	30	0,043	0,174	242,300	242,257

Tabel 4.6: Hasil perhitungan kelipatan 0,1 Lv dari kanan ke kiri.

Titik	Lv	Xn (m)	Yn(m)	Δn(m)	Elevasi n (m)	Elevasi n' (m)
1	0,1	6	0,002	0,049	242,100	242,098
2	0,2	12	0,009	0,099	242,150	242,141
Titik	Lv	Xn (m)	Yn(m)	Δn(m)	Elevasi n (m)	Elevasi n' (m)
3	0,3	18	0,022	0,149	242,200	242,178

4	0,4	24	0,039	0,199	242,250	242,211
5	0,5	30	0,062	0, 249	242,300	242,238

4.2.6 Perencanaan Perkerasan Lentur

1. Data – data lalu lintas harian rata – rata (LHR)

- Mobil Penumpang = 7776 kendaraan / hari 2 arah
- Bus Umum = 114 kendaraan / hari 2 arah
- Truck 2 As = 2059 kendaraan / hari 2 arah
- Truck 3 As = 573 kendaraan / hari 2 arah
- Truck 5 As = 50 kendaraan / hari 2 arah +

$$\Sigma = 10573 \text{ kendaraan / hari 2 arah}$$

Tabel 4.7: Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan.

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

Pertumbuhan lalu lintas (i) = 6 %

Umur rencana = 15 tahun

CBR subgrade = 7 %

Dari Tabel 4.1, Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya (PPTPLJR) lebar perkerasan (L) yaitu antara $5.50 \text{ m} < 7 \text{ m} < 8.25 \text{ m}$ dengan jumlah lajur (n) adalah 2 lajur.

2. Menghitung Angka Ekuivalen

Tabel 4.8: Angka ekuivalen.

Beban satu sumbu		Angka ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	
2000	4410	0,0036	0,0003
3000	6615	0,0183	0,0016
4000	8820	0,0577	0,005
5000	11025	0,141	0,0121
6000	13230	0,2923	0,0251
7000	15435	0,5415	0,0466
8000	17640	0,9238	0,0794
8160	17993	1	0,086
9000	19845	1,4798	0,1273
10000	22050	2,2555	0,194
11000	24255	3,3022	0,284
12000	26460	4,677	0,4022
13000	28665	6,4419	0,554
14000	30870	8,6647	0,7452
15000	33075	11,4184	0,982
16000	35280	14,7815	1,2712

- Mobil Penumpang (1+1) = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004
- Bus Umum (3+5) = 0,0183 + 0,1410 = 0,1593
- Truck 2 As (5+8) = 0,1410 + 0,9238 = 1,0648
- Truck 3 As (6+7+7) = 0,2923 + 0,7452 = 1,0375
- Truck 5 As (6+7+7+5+5) = 1,0375 + 2(0,1410) = 1,3195 +
= 3,5815

3. Material Lapisan Perkerasan Jalan

Direncanakan lapisan perkerasan sebagai berikut :

Surface Course = LASTON (MS 744) = a1 = 0,40

Base Course = BATU PECAH Kelas A (CBR 100) = a2 = 0,14

Sub Base Course = Sirtu Kelas B (CBR 50) = a3 = 0,12

Tabel 4.9: Koefisien Distribusi Kendaraan (C).

Jumlah jalur	Kendaraan ringan		Kendaraan berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1	1	1	1

2	0,6	0,5	0,7	0,5
3	0,4	0,4	0,5	0,475
4		0,3		0,45
5		0,25		0,425
6		0,2		0,4

Dari Tabel 4.3, Koefisien distribusi rencana (C) dengan jumlah lajur 2 adalah sebagai berikut :

$$C_{kr} = 0,50$$

$$C_{kb} = 0,50$$

Keterangan : Ckr = Koefisien kendaraan ringan

Ckb = Koefisien kendaraan berat

$$\% \text{ kendaraan ringan} = \frac{10573 - 7776}{10573} \times 100\% = 26,45\%$$

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7$$

$$= 4,3 \log(7) + 1,7$$

$$= 5 \text{ kg/cm}^2$$

Dari perhitungan diatas korelasi antara DDT dengan CBR, dengan CBR 7% maka didapat besarnya harga DDT adalah 5 kg/cm².

Tabel 4.10: Faktor regional (FR).

	% Kendaraan berat		% Kendaraan berat		% Kendaraan berat	
	< 30%	> 30%	< 30%	> 30%	< 30%	> 30%
Iklm I Curah hujan < 9 mm/th	0,50	1,0 - 1,5	1,00	1,5 - 2,0	1,50	2,0 - 2,5
Iklm II Curah hujan > 900 mm/th	1,50	2,0 - 2,5	2,00	2,5 - 3,0	2,50	3,0 - 3,5

Dari Tabel 4.4, Faktor Regional (FR)

Kelandaian I yaitu (< 6%)

Kendaraan Berat = 26,45% < 30%

Curah hujan perkiraan dengan iklim II ≥ 900 mm/tahun

Maka didapat besarnya nilai FR = 1,5

4. Menghitung LHR

Umur rencana 15 tahun dengan memakai rumus = $LHR (1+i)^n$

- Mobil penumpang = $7776 (1+6\%)^{15} = 18635,6$ Kendaraan
- Bus Umum = $114 (1+6\%)^{15} = 273,2$ Kendaraan
- Truck 2 As = $2059 (1+6\%)^{15} = 4934,5$ Kendaraan
- Truck 3 As = $573 (1+6\%)^{15} = 1373,2$ Kendaraan
- Truck 5 As = $50 (1+6\%)^{15} = 119,8$ Kendaraan

5. Menghitung LEP (Lintas Ekuivalen Permukaan)

$LEP = LHR \times C \times E$

- Mobil penumpang = $7776 \times 0,50 \times 0,0004 = 1,56$
 - Bus Umum = $114 \times 0,50 \times 0,1593 = 9,08$
 - Truck 2 As = $2059 \times 0,50 \times 1,0648 = 1096,21$
 - Truck 3 As = $573 \times 0,50 \times 1,0375 = 297,24$
 - Truck 5 As = $50 \times 0,50 \times 1,3195 = \underline{32,99}$ +
- LEP = 1437,08

6. Menghitung LEA (Lintas Ekuivalen Akhir)

Pada umur rencana 15 tahun $\rightarrow LHR_{15} (1+i)^n \times C \times E$

- Mobil penumpang = $18635,6 \times 0,50 \times 0,0004 = 3,73$
 - Bus Umum = $273,2 \times 0,50 \times 0,1593 = 21,76$
 - Truck 2 As = $4934,5 \times 0,50 \times 1,0648 = 2727,13$
 - Truck 3 As = $1373,2 \times 0,50 \times 1,0375 = 712,36$
 - Truck 5 As = $119,8 \times 0,50 \times 1,3195 = \underline{79,03}$ +
- $LEA_{15} = 3444,04$

7. Menghitung LET (Lintas Ekuivalen Tengah)

$LET_{10} = \frac{1}{2} (LEP + LEA_{15})$

$$= \frac{1}{2} (1437,08 + 3444,04) = 2440,56$$

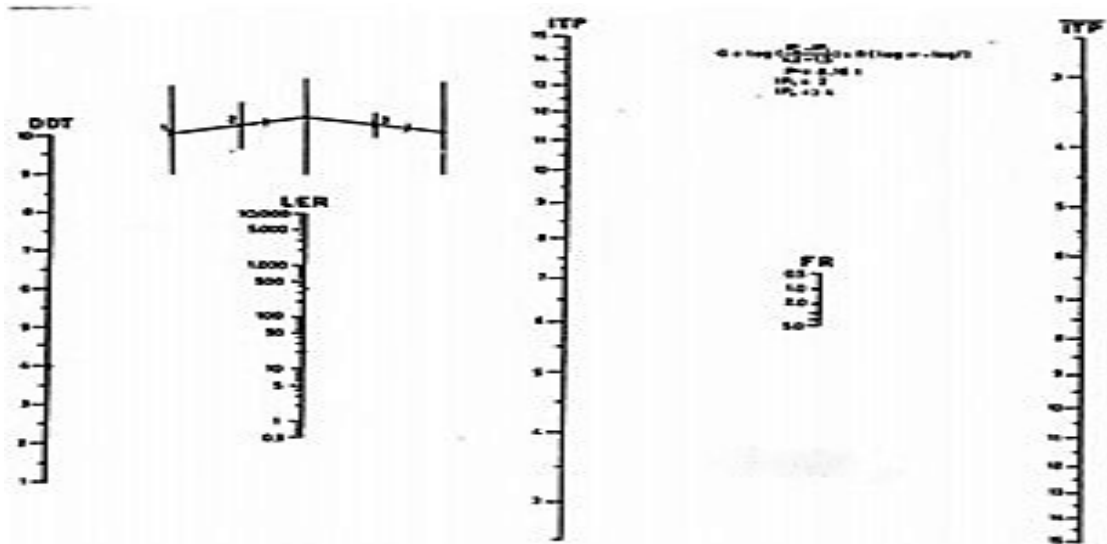
8. Menghitung LER (Lintas Ekuivalen Rencana)

$LER_{15} = LET_{15} \times UR/10$

$$= 2440,56 \times 15/10$$

$$= 3660,84$$

9. Mencari ITP



Gambar 4.5: Nomogram untuk $I_{Pt} = 2$ dan $I_{Po} = \geq 4$.

$$LER_{15} = 3660,84$$

$$DDT \text{ (daya Dukung Tanah)} = 5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Faktor Regional (FR)} = 1,5$$

Klasifikasi jalan Arteri dengan $I_{Pt} = 2,0$ dan $I_{Po} = \geq 4,0$

Dari Gambar 4.1 nomogram untuk $I_{Pt} = 2,0$ dan $I_{Po} = \geq 4,0$ diperoleh .:

$$\text{Harga } ITP_{15} = 6,1$$

10. Menentukan Tebal Perkerasan

Tabel 4.11: Lapis permukaan.

ITP	Tebal min (cm)	Bahan
< 3,00		Lapis pelindung, Bit surface Treatment
3,00 - 6,70	5	Penetrasi/aspal macadam, HRA, asbuton, aspal beton
6,71 - 7,49	7,5	Penetrasi/aspal macadam, HRA, asbuton, aspal beton
7,50 - 9,99	7,5	Asbuton, aspal beton
$\geq 10,00$	10	Aspal beton

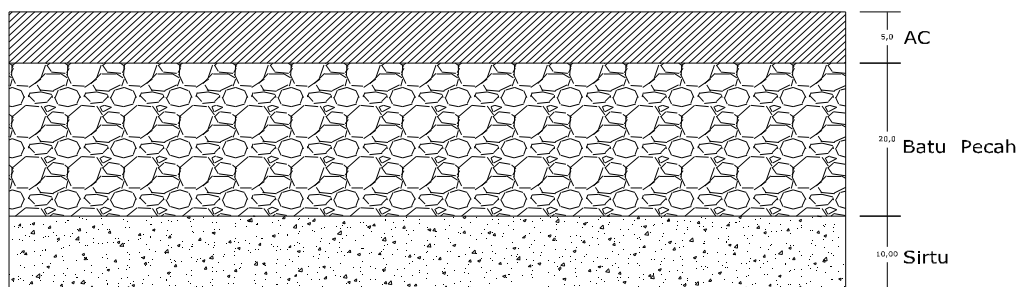
Dari Tabel 4.3, diperoleh tebal setiap lapisan perkerasan sebagai berikut :

- Untuk surface course dengan ITP = 6,1 yang berada diantara 3,00 – 6,70 diperoleh $D_1 \text{ min} = 5 \text{ cm}$ dengan lapisan AC
- Untuk base course dengan ITP = 6,1 yang berada diantara 3,00 – 7,49 diperoleh $D_2 \text{ min} = 20 \text{ cm}$ dengan lapisan ATB
- Untuk sub base $D_3 \text{ min} = 10 \text{ cm}$ untuk semua ITP

$$\begin{aligned} \text{ITP}_{15} &= a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \\ 6,1 &= (0,40 \times D_1) + (0,14 \times 20 \text{ cm}) + (0,12 \times 10 \text{ cm}) \\ 6,1 &= D_1 \times 0,4 + 2,8 \text{ cm} + 1,2 \text{ cm} \\ D_1 &= \frac{6,1 - 2,8 - 1,2}{0,40} = 5,25 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Susunan Perkerasan dengan *Flexible Pavement* (perkerasan Lentur)

- a. Surface Course (AC) = 5 cm
- b. Base Course (ATB Kelas A) = 20 cm
- c. Sub Base (Sirtu Kelas B) = 10 cm



Gambar 4.6: Sub grade.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Perencanaan alinemen dapat dipergunakan
2. Dari hasil susunan perkerasan dengan *flexible pavement* (perkerasan lentur) yaitu:
 - a. Surface Course (AC) = 5 cm
 - b. Base Course (ATB Kelas A) = 20 cm
 - c. Sub Base (Sirtu Kelas B) = 10 cm

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil kesimpulan yang diperoleh yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil jumlah volume kendaraan yang maksimal, maka perlu dilakukan penghitungan selama 24 jam.
2. Untuk analisis selanjutnya dapat ditinjau kondisi jalan diberbagai wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1989) *Petunjuk Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Analisa Komponen SNI 1732-1989-F*, Direktorat Jendral Bina Marga,
Jakarta
- Dinas Bina Marga (2003) *Klasifikasi Jalan Dan Tingkat Kondisi Jalan*
Departemen
Pekerjaan Umum
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2015) *Kapasitas Jalan Indonesia*
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2016) *Standar Operasi Prosedur*
- Satuan Kerja (2016) *Perencanaan Dan Pengawasan Jalan Nasional, Sumatera Utara*
- Sukirman (1999) *Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung*

LAMPIRAN

Foto di lapangan



Gambar L 1: Menghitung volume kendaraan di Tarutung.



Gambar L 2: Jalan raya Tarutung yang dilebarkan.



Gambar L 3: Perbatasan sibolga.



Gambar L 4: Perbatasan Kab Tapanuli Selatan.



Gambar L 5: Jalan Kab Tapanuli Selatan yang akan dilebarkan.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Dicky
Panggilan : Dicky
Agama : Islam
Tempat, tanggal Lahir : Medan, 22 Januari 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat Sekarang : Jalan Perhubungan, Desa Laut Dendang, Dusun 3
Kenari, Gg. Rukun
No. HP/ Telp. Seluler : 0813-6087-1964
E-mail : dickysj499@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Suwiyanto
Ibu : Suyanti

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1307210062
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA, No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Subsidi Swakarya Laut Dendang	2007
2	SMP	SMP Pahlawan Nasional Medan	2010
3	SMA/SMK	SMK Prayatna-2 Medan	2013
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai		

