



TESIS

**STUDI PENENTUAN ALTERNATIF TERLAYAK
SECARA EKONOMIS PADA PERBAIKAN JALAN
TRANS PAPUA RUAS JALAN KABUPATEN
MERAUKE - KABUPATEN BOVEN DIGOEL (STUDI
KASUS KECAMATAN MERAUKE - KECAMATAN
MUTING)**

KHOLIDIA AYUNANING
03111650060002

DOSEN PEMBIMBING:
Ir. Hera Widyastuti, M.T.,Ph.D

PRORAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN DAN REKAYASA TRANSPORTASI
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TESIS

**A STUDY OF THE DETERMINATION OF
ECONOMICALLY VIABLE ALTERNATIVES TO THE
IMPROVEMENT OF THE TRANS PAPUA ROAD
SEGMENT MERAUKE DISTRICT - BOVEN DIGOEL
DISTRICT (A CASE STUDY OF MERAUKE SUB
DISTRICT - MUTING SUB DISTRICT)**

KHOLIDIA AYUNANING
03111650060002

SUPERVISOR:
Ir. Hera Widyastuti, M.T.,Ph.D

MASTER PROGRAM
MANAGEMENT AND TRANSPORTATION ENGINEERING
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING ENVIRONMENT AND GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T)

Di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

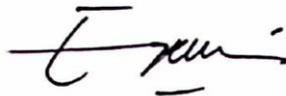
Kholidia Ayunaning
NRP. 03111650060002

Tanggal Ujian : 3 Juli 2018
Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh :



1. **Ir. Hera Widvastuti, MT., Ph.D.** (Dosen Pembimbing)
NIP. 196008281987012001



2. **Ir. Ervina Ahvudanari, ME., Ph.D.** (Dosen Penguji I)
NIP. 196902241995122001



3. **Dr. Catur Arif P, ST., M.Eng.** (Dosen Penguji II)
NIP. 19700708 199802 1 001

Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan
Kebumian (FTSLK)

Dekan,



I.D.A.A. Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D.
NIP.19750212 199903 2 001

Halaman Sengaja Dikosongkan

**STUDI PENENTUAN WAKTU TERLAYAK SECARA EKONOMIS PADA
PERBAIKAN JALAN TRANS PAPUA RUAS JALAN KABUPATEN
MERAUKE – KABUPATEN BOVEN DIGOEL
(STUDI KASUS KECAMATAN MERAUKE – KECAMATAN MUTING)**

Nama mahasiswa : Kholidia Ayunaning
NRP : 03111650060002
Pembimbing : Ir. Hera Widyastuti, M.T.,Ph.D.

ABSTRAK

Jalan Trans Papua dibangun dengan tujuan sebagai sarana untuk mengintegrasikan pengembangan potensi daerah dan perubahan struktur masyarakat, membentuk suatu sistem jaringan jalan Nasional, Provinsi, Kabupaten dan Kota guna mendukung sistem produksi dan distribusi di pedalaman Papua. Namun, apabila terjadi pergantian musim dari musim panas ke musim penghujan jalan akan mengalami kerusakan, kerusakan ini sangat berdampak pada perekonomian dimana akan menghambat pendistribusian barang dan jasa. Guna menangani hal tersebut perlunya dilakukan peningkatan perkerasan jalan dengan *overlay* (pemberian pelapisan ulang). Perbaikan dengan *overlay* dilakukan dengan dua *alternative* perbaikan jalan agar mendapatkan *alternative* terlayak secara ekonomis sehingga tidak memberikan kerugian bagi pelaksana dan pengguna jalan Trans Papua. Alternatif perbaikan jalan pertama dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan rentan waktu pagi dan siang (satu hari) dan alternatif perbaikan jalan kedua dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan. Dengan lalu lintas harian rata-rata pada ruas jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar 58.56 smp/jam, dengan panjang segmen jalan untuk ruas jalan Trans Papua Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting sepanjang 273.91 km, dengan lebar perkerasan jalan 5 meter, lebar bahu jalan 1 meter, dan merupakan kelas jalan Nasional dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi.

Alternatif perbaikan jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel di analisa menggunakan metode *net present value* (NPV) dan *internal rate and return* (IRR). Dengan mencari data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), nilai derajat kejenuhan (D_j) dan biaya operasional kendaraan (BOK). Dari data yang telah didapat diketahui *alternative* perbaikan jalan yang terlayak secara ekonomis pada ruas jalan Trans Papua adalah *alternative* perbaikan jalan yang kedua yaitu dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan, dengan lama waktu pengerjaan perbaikan jalan selama 1 tahun 1 bulan 15 hari, memerlukan biaya perbaikan perkerasan jalan sebesar Rp. 1,170,579,326,587.21 dan waktu tempuh selama 5.7 jam.

Kata Kunci : Trans Papua, Perkerasan Jalan, Kerusakan Perkerasan Jalan, Overlay, Alternative, Net Present Value (NPV), Internal Rate and Return (IRR)

Halaman Sengaja Dikosongkan

**A STUDY OF THE DETERMINATION OF ECONOMICALLY
VIABLE ALTERNATIVES TO THE IMPROVEMENT OF THE
TRANS PAPUA ROAD SEGMENT MERAUKE DISTRICT –
BOVEN DIGOEL DISTRICT (A CASE STUDY OF MERAUKE SUB
DISTRICT – MUTING SUB DISTRICT)**

By : Kholidia Ayunaning
Student Identity Number : 03111650060002
Supervisor : Ir. Hera Widyastuti, M.T., Ph.D.

ABSTRACT

The Trans Papua Road was built with the aim of integrating local potential development and community structure changes, establishing a national, provincial, district and municipal road network system to support production and distribution systems in the interior of Papua. However, if there is a change of season from summer to rainy season the road will be damaged, this damage is very impact on the economy which will hamper the distribution of goods and services. In order to handle this, it is necessary to increase the pavement with overlay (reassembling). Overlay improvement is accomplished by two alternative road improvements to obtain an economically viable alternative so that it does not incur losses for TransJakarta road users and users. Alternative first road repairs by closing one lane of pavement with vulnerable time of day and day (one day) and alternative second road repair with closing of both pavement lanes and road shoulder widening. With an average daily traffic on the Trans Papua road of Merauke district - Boven Digoel Regency of 58.56 smp / hour, with the length of the road segment for the Trans Papua Merauke subdistrict - Muting subdistrict along 273.91 km, with a pavement width of 5 meters, 1 meter road shoulder, and is a national road class with an 2 land 2 direction undivided street type.

Alternative road repair Trans Papua District Merauke - Boven Digoel Regency in the analysis using net present value method (NPV) and internal rate and return (IRR). By searching the average daily traffic volume (LHR) data, the degree of saturation (DJ) and vehicle operating costs (BOK). From the data obtained, it is known that alternative road improvement that is economically viable on the Trans Papua road is the second road improvement alternative that is the closing of both pavement lanes and road shoulder widening, with the duration of road repair work for 1 year 1 month 15 days, require the cost of road pavement repair of Rp. 1,170,579,326,587.21 and travel time for 5.7 hours.

Keywords: Trans Papua, Pavement, Road Pavement Damage, Overlay, Alternative, Net Present Value (NPV), Internal Rate and Return (IRR)

Halaman Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat serta karuninya sehingga tesis dengan judul “Studi Penentuan Alternatif Terlayak Secara Ekonomis Pada Perbaikan Jalan Trans Papua Ruas Jalan Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel (Studi Kasus Kecamatan Merauke – Kecamatan Boven Digoel)” dapat terselesaikan. Tesis ini diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Magister Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam terselesaikannya penyusunan tesis ini antara lain:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat, kasih sayang, serta hidayahnya, sehingga senantiasa diberi kemudahan dan kelancaran dalam pengerjaan proposal tesis ini
2. Sholawat dan salam selalu kepada Rasulullah SAW
3. Kedua orang tua Abah dan Mama, Nenek, adik-adik, Mas Dody,
4. Ir. Hera Widyastuti, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tesis
5. Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D. selaku penguji tesis dan selaku dosen wali
6. Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng. selaku dosen pengujiproposal tesis
7. Dr. Catur Arif P., S.T. M.Eng. selaku dosen penguji tesis
8. Teman-teman Manajemen Rekayasa Transportasi 2016
9. Semua pihak yang membantu dalam proses penyusunan proposal tesis ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan proposal tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Surabaya, 31 Juli 2018

Penulis

Halaman Sengaja Dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Lokasi Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Klasifikasi Jalan	7
2.2 Evaluasi Perkerasan Jalan	9
2.3 Fungsi Perkerasan Jalan.....	10
2.4 Kinerja Perkerasan Jalan.....	12
2.5 Derajat Kejenuhan	12
2.6 Kapasitas	12
2.7 Umur Rencana.....	15
2.8 Volume Lalu Lintas	15
2.9 Kerusakan Jalan.....	17
2.10 Jenis Kerusakan Jalan	18
2.11 Penanganan Kerusakan Jalan	19
2.11.1 Metode Perbaikan Standar.....	22
2.11.2 Perbaikan Jalan Dengan <i>Overlay</i>	24
2.12 Biaya Operasional Kendaraan.....	36
2.12.1 Pengaruh Tipe Lapisan Perkerasan Dan Kondisi Jalan Terhadap Biaya Operasional Kendaraan	37
2.13 Analisa Biaya	46

2.14	<i>Net Present Value</i> (NPV)	48
2.15	<i>Internal Rate Return</i> (IRR)	49
2.16	Penelitian Terdahulu	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		59
3.1	Metodologi Penelitian.....	59
3.2	Pendahuluan	61
3.3	Pengumpulan Data Dan Survei	61
	3.3.1 Data Primer	61
	3.3.2 Data Sekunder.....	67
3.4	Analisa Data Dan Kesimpulan	72
BAB IV ANALISA DATA		75
4.1	Volume Lalu Lintas	75
4.2	Derajat Kejenuhan (D_j)	85
4.3	Biaya Operasional Kendaraan.....	81
	4.3.1 Biaya Operasional Kendaraan Eksisting	87
	4.3.2 Biaya Operasional Kendaraan Alternatif Pertama	91
	4.3.3 Biaya Operasional Kendaraan Alternatif Kedua	94
	4.3.4 <i>Saving User Cost</i>	98
4.4	Kerusakan Jalan.....	104
	4.4.1 Penanganan Kerusakan Jalan.....	104
	4.4.1.1 Perbaikan dengan <i>Overlay</i>	105
	4.4.2 Biaya Penanganan Kerusakan Jalan.....	110
	4.4.2.1 Biaya Penanganan Kerusakan Jalan dengan <i>Overlay</i>	111
	4.4.2.2 Biaya Pelebaran Bahu Jalan atau Pembangunan Jalan Alternatif	111
4.5	Evaluasi Ekonomi.....	112
BAB V KESIMPULAN.....		117
5.1	Kesimpulan	117
DAFTAR PUSTAKA		119
LAMPIRAN		121
BIODATA PENULIS		xixi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kapasitas dasar pada jalan luar kota 2 lajur 2 arah tak-terbagi (2/2 TT) ..	13
Tabel 2.2 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lajur lalu-lintas (FC_w)	13
Tabel 2.3 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{SP})	14
Tabel 2.4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan sampinh (FC_{SF})	14
Tabel 2.5 Ekvivalen kendaraan ringan (E_{kr}) untuk jalan 2/2 TT	17
Tabel 2.6 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan	26
Tabel 2.7 Koefisien distribusi kendaraan (C)	26
Tabel 2.8 Ekvivalen beban sumbu kendaraan	27
Tabel 2.9 Hubungan rencana dan perkembangan lalu lintas	28
Tabel 2.10 Faktor koreksi lendutan terhadap temperature standar (F_t)	31
Tabel 2.11 Temperature tengah (T_t) dan Temperatur bawah (T_b) lapis beraspal	32
Tabel 2.12 Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})	36
Tabel 2.13 Pembagian Jenis Kendaraan.....	36
Tabel 2.14 Karakteristik kelompok kendaraan.....	37
Tabel 2.15 Konsumsi bahan bakar.....	37
Tabel 2.16 Konsumsi Ban	37
Tabel 2.17 Konsumsi minyak pelumas (oli)	38
Tabel 2.18 Lama waktu pemeliharaan kendaraan per 1000km	38
Tabel 2.20 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto (<i>Urban road</i>) %..	41
Tabel 2.21 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan truk (<i>Urban road</i>) % ..	42
Tabel 2.22 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus (<i>Urban road</i>) % ...	43
Tabel 2.23 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto (<i>Interurban road</i>) %	44
Tabel 2.24 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan truk (<i>Interurban road</i>) %	45
Tabel 2.25 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus (<i>Interurban road</i>)%	46
Tabel 2.26 Panjang jalan nasional dan regional terkait dengan interval nilai IRR....	51
Tabel 3.1 Rekapitulasi survei volume lalu lintas	63
Tabel 3.2 Rekapitulasi survei volume lalu lintas	64
Tabel 3.3 Rekapitulasi survei volume lalu lintas	65
Tabel 3.4 Rekapitulasi survei volume lalu lintas	66
Tabel 3.5 Data geometri jalan.....	70

Tabel 3.6 Kerusakan Jalan.....	71
Tabel 4.1 Rekapitulasi survei volume lalu lintas Trans Papua.....	77
Tabel 4.2 Rekapitulasi survei volume lalu lintas Trans Papua.....	79
Tabel 4.3 Konsumsi bahan bakar.....	84
Tabel 4.4 Konsumsi ban.....	84
Tabel 4.5 Upah pekerja.....	85
Tabel 4.6 Konsumsi minyak pelumas (oli).....	85
Tabel 4.7 Pemeliharaan kendaraan (suku cadang).....	85
Tabel 4.8 Depresiasi.....	86
Tabel 4.9 Bunga modal.....	86
Tabel 4.10 <i>Fixed cost</i> (Asuransi).....	86
Tabel 4.11 Biaya Operasional kendaraan.....	87
Tabel 4.12 Konsumsi bahan bakar eksisting.....	88
Tabel 4.13 Konsumsi ban eksisting.....	88
Tabel 4.14 Upah pekerja eksisting.....	88
Tabel 4.15 Konsumsi minyak pelumas (oli) eksisting.....	89
Tabel 4.16 Pemeliharaan kendaraan (suku cadang) eksisting.....	89
Tabel 4.17 Depresiasi eksisting.....	90
Tabel 4.18 Bunga modal eksisting.....	90
Tabel 4.19 <i>Fixed cost</i> (Asuransi) eksisting.....	90
Tabel 4.20 Konsumsi ban alternatif pertama.....	92
Tabel 4.21 Upah pekerja alternatif pertama.....	92
Tabel 4.22 Konsumsi minyak pelumas (oli) alternatif pertama.....	92
Tabel 4.23 Pemeliharaan kendaraan (suku cadang) alternatif pertama.....	93
Tabel 4.24 Depresiasi alternatif pertama.....	93
Tabel 4.25 Bunga modal alternatif pertama.....	94
Tabel 4.26 <i>Fixed cost</i> (Asuransi) alternatif pertama.....	94
Tabel 4.27 Konsumsi ban alternatif kedua.....	95
Tabel 4.28 Upah pekerja alternatif kedua.....	95
Tabel 4.29 Konsumsi minyak pelumas (oli) alternatif kedua.....	96
Tabel 4.30 Pemeliharaan kendaraan (suku cadang) alternatif kedua.....	96
Tabel 4.31 Depresiasi alternatif kedua.....	97
Tabel 4.32 Bunga modal alternatif kedua.....	97
Tabel 4.33 <i>Fixed cost</i> (Asuransi) alternatif kedua.....	97

Tabel 4.34 Rekap Biaya operasional kendaraan (BOK)	98
Tabel 4.35 Cash flow alternatif pertama	102
Tabel 4.36 Cash flow alternatif kedua	103
Tabel 4.37 Analisa Lendutan.....	107
Tabel 4.38 Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP)	110
Tabel 4.39 Perhitungan perbandingan alternatif.....	112

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK

Gambar 1.1 Peta lokasi evaluasi	6
Gambar 2.1 faktor koreksi lendutan terhadap temperature standar	30
Gambar 2.2 faktor koreksi terhadap tebal lapis tambah	34
Gambar 2.3 faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})	35
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	60
Gambar 3.2 Lokasi survei volume lalu lintas	62
Gambar 3.3 <i>Street map</i> Trans Papua.....	68
Gambar 3.4 Struktur perkerasan jalan.....	70
Gambar 4.1 Grafik <i>cash flow</i> alternatif pertama.....	102
Gambar 4.2 Grafik <i>cash flow</i> alternatif kedua.....	103
Gambar 4.3 Faktor koreksi tebal lapis tambah	109
Gambar 4.4 Potongan melintang jalan (alternatif kedua)	113
Gambar 4.5 Potongan melintang jalan (alternatif kedua)	114

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Papua merupakan pulau terbesar pertama di Indonesia dan pulau terbesar kedua di dunia dengan luas 808,105 km persegi yang terletak di bagian timur Indonesia. Namun, sejak tahun 2003 Provinsi Papua dipecah menjadi Provinsi Papua dan Provinsi Papua Barat. Selain sebagai salah satu provinsi terbesar di Indonesia, dengan jumlah penduduk yang masih sedikit dan alam tanah Papua yang begitu kaya seperti hasil hutan, perkebunan, pertanian, perikanan dan pertambangan. Provinsi Papua juga merupakan provinsi terkaya di Indonesia. Namun, dikarenakan belum adanya jaringan jalan yang memadai hasil kekayaan alam tanah Papua tersebut tidak bisa dimanfaatkan dengan baik. Untuk itu, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Papua berupaya melakukan pembangunan infrastruktur jalan. Salah satunya dengan pembangunan jalan Trans Papua.

Jalan Trans Papua merupakan jalan penghubung antara Kota Sorong di Provinsi Papua Barat hingga Kabupaten Merauke di Provinsi Papua, dengan total panjang keseluruhan jalan Trans Papua adalah 4.330,07 km. Dimana, untuk total panjang Trans Papua di Provinsi Papua adalah 3.259,45 km dan untuk Provinsi Papua Barat adalah 1.070,62 km. Hingga saat ini, total jalan Trans Papua yang sudah terhubung sebesar 3.851,93 km dan yang belum terhubung sebesar 479,04 km. Salah satu jalan Trans Papua yang telah terhubung adalah Kabupaten Merauke menuju Kabupaten Boven Digoel.

Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel berjarak 494,26 kilometer dengan lebar jalan 5 meter dan waktu tempuh 8 jam, waktu tempuh ini jauh lebih singkat dari pada beberapa tahun yang lalu atau pada saat jalan Trans Papua sedang dalam masa pengerjaan, pengaspalan maupun perbaikan. Sehingga jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven-Digoel menciptakan konektivitas yang lebih efektif dan efisien.

Jalan Trans Papua dibangun dengan tujuan sebagai sarana untuk mengintegrasikan pengembangan potensi daerah dan perubahan struktur masyarakat, membentuk suatu system jaringan jalan Nasional, Provinsi,

Kabupaten dan Kota guna mendukung system produksi dan distribusi, serta dengan terhubungnya jalan – jalan di pedalaman Papua, mulai dari pegunungan, hutan dan sungai akan memberikan kemudahan dalam kegiatan social, ekonomi, arus barang dan jasa, kesempatan kerja dan keterampilan kepada masyarakat Papua. Pembangunan jalan juga merupakan aspek utama dalam pembangunan suatu wilayah.

Kabupaten Boven Digoel adalah Kabupaten pemekaran baru yang sedang gencar melakukan pembangunan dan dalam masa perkembangan. Sehingga, memerlukan kiriman sandang, pangan dan papan dari Kabupaten Merauke. Namun, minimnya jadwal untuk penerbangan pesawat dan kapal laut dari Kabupaten Merauke menuju Kabupaten Boven Digoel, sehingga akses pengiriman paling banyak menggunakan transportasi darat.

Transportasi merupakan urat nadi dari perekonomian, faktor pendukung utama yang menentukan kemajuan pertumbuhan suatu daerah atau Negara adalah dengan tersedianya infrastruktur transportasi yang baik. Salah satu infrastruktur transportasi darat adalah jalan raya, jalan raya yang baik memberikan pelayanan terhadap kendaraan yang mengangkut barang dan jasa kebutuhan dengan aman, nyaman dan cepat hingga sampai ke tujuan. Sebaliknya, apabila jalan raya yang rusak akan memberikan pelayanan buruk terhadap kendaraan yang mengangkut barang dan jasa, sehingga akan menghambat laju dan kenyamanan pengguna jalan serta banyak menimbulkan korban akibat dari kerusakan jalan yang tidak segera ditangani oleh instansi yang berwenang..

Pada umumnya, kerusakan pada jalan di pengaruhi oleh beberapa faktor, baik dari mutu pelaksanaan, drainase, cuaca ataupun diakibatkan oleh beban berlebih pada kendaraan. Kerusakan pada perkerasan jalan terbagi menjadi kerusakan fungsional yang terjadi pada permukaan jalan yang menyebabkan terganggunya fungsi jalan dan kerusakan structural yang terjadi pada seluruh atau sebagian struktur jalan yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu menahan beban di atasnya. Guna menangani kerusakan jalan tersebut diperlukan adanya peningkatan pelayanan jalan atau perbaikan pada kerusakan jalan tersebut.

Peningkatan pelayanan jalan atau perbaikan kerusakan jalan bisa dilakukan secara rutin ataupun berkala tergantung kerusakan yang terjadi pada

perkerasan jalan. Pada kerusakan perkerasan fungsional diperlukan perawatan secara rutin dengan melakukan pembongkaran bagian yang rusak dan dilapisi kembali atau dengan penambalan pada bagian-bagian kerusakan jalan. Sedangkan pada kerusakan perkerasan structural diperlukan perbaikan dengan cara pemberian pelapisan ulang (*overlay*).

Pada jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan lebar jalan yang hanya sebesar 5 meter, apabila terjadi pergantian musim dari musim panas ke musim penghujan kerusakan yang paling sering terjadi adalah kerusakan perkerasan jalan secara structural. Kerusakan structural ini sangat berdampak pada perekonomian dimana akan menghambat pendistribusian barang dan jasa. Guna menangani hal tersebut perlunya dilakukan peningkatan perkerasan jalan dengan *overlay* (pemberian pelapisan ulang).

Peningkatan perkerasan jalan dengan metode perbaikan *overlay* (pemberian pelapisan ulang) dilakukan agar konstruksi perkerasan jalan kembali mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kedekatan terhadap air dan tingkat kecepatan air mengalir. Metode perbaikan *overlay* (pemberian pelapisan ulang) dilakukan dengan menutup jalur yang akan di beri lapisan ulang, dengan adanya penutupan jalur pada jalan Trans Papua dengan lebar 5 meter ini tentu akan menyebabkan antrian panjang dari dan menuju Kabupaten Merauke atau Kabupaten Boven Digoel. Apabila terjadinya antrian kendaraan tentu akan menyebabkan kerugian bagi pengguna jalan akses Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel. Berdasarkan kondisi diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui alternatif perbaikan jalan pada ruas jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel untuk studi kasus Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting dengan membandingkan alternatif perbaikan jalan ditutup sebagian dengan rentan waktu (pagi dan siang), dan alternatif perbaikan jalan dengan penutupan kedua lajur dan pelebaran bahu jalan. Agar perbaikan jalan Trans Papua tidak mengganggu aktifitas lalu lintas.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah utama yang akan dicari jawabannya ialah bagaimana kinerja perkerasan jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel.

Rincian masalahnya adalah :

1. Berapa besarnya biaya yang timbul bila menggunakan alternatif waktu perbaikan jalan dengan rentan (pagi dan siang) ?
2. Berapa besarnya biaya yang timbul bila menggunakan alternatif pelebaran bahu jalan dan pembangunan jalan alternatif atau jalan darurat ?
3. Alternatif perbaikan jalan manakah yang terlayak secara ekonomis, dari kedua alternatif perbaikan jalan. Alternatif perbaikan jalan pertama dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan atau alternatif perbaikan jalan kedua dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan untuk perbaikan perkerasan jalan Trans Papua ?

1.3 Tujuan Penelitian

Evaluasi ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja perkerasan jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel.

Rincian tujuan evaluasinya adalah :

1. Mengetahui besarnya biaya yang didapat dengan menggunakan alternatif waktu perbaikan jalan dengan rentan (pagi dan siang) tersebut.
2. Mengetahui besarnya biaya yang didapat dengan menggunakan alternatif pelebaran bahu jalan dan pembangunan jalan alternatif atau jalan darurat tersebut.
3. Mengetahui kelayakan (pengerjaan perbaikan jalan Trans Papua) apakah dengan menggunakan alternatif pertama dengan perbaikan jalan dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan atau alternatif kedua dengan perbaikan jalan dengan menutup kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan.

1.4 Batasan Masalah

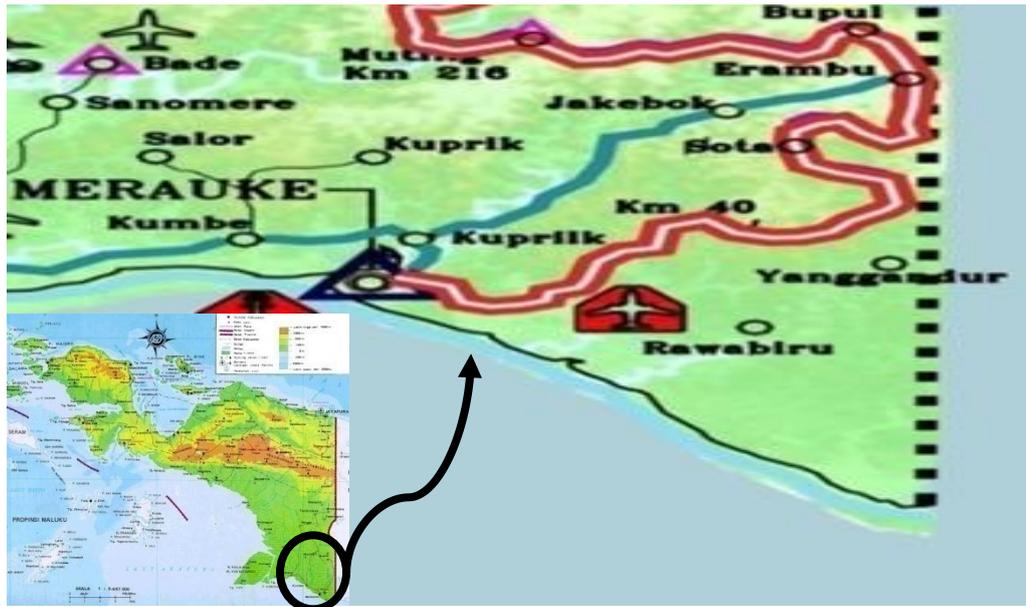
Pelaksanaan evaluasi kinerja perkerasan ini terdapat beberapa asumsi penyederhanaan yang digunakan sebagai batasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian pada ruas jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel. Studi kasus Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting.
2. Data yang digunakan dari Dinas Pekerjaan Umum, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Papua sebagai data sekunder.
3. Data dari hasil survey digunakan sebagai data primer.
4. Perhitungan derajat kejenuhan menggunakan MKJI 1996 jalan luar kota.
5. Biaya Operasi Kendaraan (BOK) menggunakan Biaya Operasi Kendaraan (BOK) dengan metode ND Lea & Associates 1975.
6. Perbaikan hanya dilakukan saat musim panas.

1.5 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan sepanjang ruas jalan Trans Papua Merauke – Boven Digoel, studi kasus Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting di Kabupaten Merauke. Jalan Trans Papua ruas jalan Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dikelola oleh Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Papua, dan merupakan daerah operasi Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Kabupaten Merauke. Dengan gambaran umum jalan sebagai berikut:

1. Panjang jalan sepanjang 494,26 km untuk Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel.
2. Panjang jalan sepanjang 273,91 km untuk jalan Trans Papua ruas jalan Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting.
3. Jalan Trans Papua ini merupakan kelas jalan Nasional.
4. Tipe jalan 2/2 UD.
5. Lebar perkerasan jalan 5 meter .
6. Lebar bahu 1 meter.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Evaluasi

Sumber : Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII (Satuan Kerja Kabupaten Merauke)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan UU RI No.22 Tahun 2009, jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya

Pengelompokan jalan menurut fungsinya, yaitu :

a. Jalan Arteri

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi dengan berdaya guna.

b. Jalan Kolektor

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

b. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Muatan Sumbu

Jalan terbagi menjadi beberapa kelas, menurut keperluan pengaturan penggunaan jalan dan pemenuhan kebutuhan angkutan, yaitu :

a. Jalan kelas I

Jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat sebesar 10 ton.

b. Jalan kelas II

Jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm,

ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat sebesar 8 ton.

c. Jalan kelas III

Jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm dan muatan sumbu terberat sebesar 8 ton.

d. Jalan kelas khusus

Jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

c. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Administrasi Pemerintahan

Pengelompokan jalan dimaksudkan untuk mewujudkan kepastian jalan berdasarkan wewenang Pembinaan Jalan. Menurut PP No.26 tahun 1985 tentang jalan, pengelompokan berdasarkan wewenang tersebut adalah sebagai berikut :

1. Jalan Nasional

Jalan yang menghubungkan antar ibukota provinsi, yang memiliki kepentingan strategis terhadap kepentingan nasional di bawah pembinaan menteri atau pejabat yang ditunjuk, diantaranya:

- a. Jalan arteri primer, berfungsi melayani angkutan utama yang merupakan tulang punggung transportasi nasional yang menghubungkan pintu gerbang utama (pelabuhan utama dan Bandar udara kelas utama).
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar provinsi.
- c. Jalan yang mempunyai nilai strategis kepentingan nasional.

2. Jalan Provinsi

Jalan dibawah pembinaan provinsi atau instansi yang ditunjuk, diantaranya adalah jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kotamadya.

3. Jalan Kabupaten

Jalan dibawah pembinaan kabupaten atau instansi yang ditunjuk diantaranya :

- a. Jalan kolektor primer yang tidak termasuk dalam jalan Nasional atau Provinsi.
 - b. Jalan local primer.
 - c. Jalan yang memiliki strategis untuk kepentingan kabupaten.
4. Jalan Kotamadya
- Jalan dibawah pembinaan kotamadya, diantaranya jalan kota dan sekunder dalam kota.
5. Jalan Desa
- Jalan dibawah pembinaan desa, yaitu jalan sekunder yang ada di desa.
6. Jalan Khusus
- Jalan dibawah pembinaan pejabat atau instansi yang ditunjuk yaitu jalan yang dibangun secara khusus oleh instansi atau kelompok.

2.2 Evaluasi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan harus memberikan kenyamanan , keamanan, pelayanan yang efisien kepada penguna jalan, dan memiliki kapasitas struktural yang mampu mendukung berbagai beban lalu lintas dan tahan terhadap dampak dari kondisi lingkungan.(Bennett, De Solminihac, & Chamorro, 2007).

Evaluasi perkerasan jalan dilakukan guna menentukan kemampuan perkerasan jalan dalam memenuhi tiga fungsi perkerasan jalan dan untuk mengetahui kinerja perkerasan pada titik tertentu dan pada masa yang akan datang.

Berdasarkan karakteristiknya, evaluasi jalan diklasifikasikan menjadi dua, yaitu evaluasi fungsional dan evaluasi structural. Dimana : (Bennett, De Solminihac, & Chamorro, 2007).

1. Evaluasi fungsional, merupakan evaluasi berupa informasi tentang karakteristik perkerasan jalan yang secara langsung mempengaruhi pelayanan jalan dalam segi keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Pada evaluasi ini, karakteristik yang utama disurvei dalam segi keamanan berupa kekesatan permukaan jalan (*skid resistance*) dan tekstur permukaan

jalan (*surface texture*), ketidakrataan jalan (*road roughness*) dan pelayanan (*serviceability*).

2. Evaluasi *structural*, merupakan evaluasi berupa informasi tentang kinerja struktur perkerasan terhadap beban lalu lintas dan kondisi lingkungan. Pada evaluasi ini, karakteristik yang disurvei juga akan membantu untuk memperoleh informasi tentang kinerja struktur perkerasan, kerusakan pada perkerasan dan sifat mekanikal atau struktur jalan. Kerusakan perkerasan secara tidak langsung akan mempengaruhi masalah-masalah fungsional jalan, seperti kegemukan pada jalan (*pavement bleeding*), kekesatan permukaan jalan (*skid resistance*), serta retak pada sambungan jalan yang akan mempengaruhi ketidakrataan jalan (*road roughness*).

2.3 Fungsi Perkerasan Jalan

Sistem jaringan jalan di Indonesia sesuai dengan Undang-undang tentang jalan, No.13 tahun 1980 dan Peraturan Pemerintahan No.26 tahun 1985 dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Sistem jaringan jalan primer, merupakan sistem jaringan jalan dengan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan suatu wilayah di tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota. Sistem jaringan jalan menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi sebagai berikut :
 - a. Dalam satu satuan wilayah pengembangan, menghubungkan secara terus menerus ibu kota propinsi, ibu kota kabupaten, kotamadya, kecamatan hingga kota terpencil atau pedalaman.
 - b. Menghubungkan ibu kota propinsi dengan ibu kota propinsi antar satuan wilayah pengembangan.
2. Sistem jaringan jalan sekunder, sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota. Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer dan fungsi sekunder.

Perkerasan jalan adalah suatu struktur perkerasan jalan yang diletakkan di atas tanah dasar berfungsi untuk menampung beban lalu-lintas yang melewatinya. Berdasarkan struktural jalan dibedakan tergantung dari beban lalu-lintas yang dapat dipikulnya. Sedangkan, berdasarkan strukturnya fungsi perkerasan jalan lapisan perkerasan jalan harus dapat menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan jalan pada konstruksi jalan itu sendiri. Sehingga, fungsi utama perkerasan itu sendiri, adalah : (Sukirman, 2003)

1. Menyediakan lahan untuk pergerakan barang dan manusia dengan rasa aman, nyaman dan sesuai dengan kebutuhan serta irit.
2. Melindungi subgrade dengan lapisan kedap air untuk mencegah air permukaan menginfiltrasi ke dalam subgrade dan melemahkannya.
3. Menahan tegangan regangan yang disebabkan oleh beban lalu-lintas dan cuaca dan memindahkannya pada subgrade dengan batas-batas tertentu, dengan kata lain perkerasan melindungi subgrade dari distribusi beban lalu lintas yang terkonsentrasi sehingga terhindar dari tegangan yang berlebih.

2.4 Kinerja Perkerasan Jalan

Kinerja perkerasan jalan (*pavement performance*) meliputi tiga hal, yaitu : (Sukirman, 1999)

1. Keamanan, yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dls.
2. Struktur perkerasan, berhubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan lain sebagainya.
3. Fungsi pelayanan (*functional performance*), berhubungan dengan pelayanan yang diberikan perkerasan jalan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat digambarkan dengan “kenyamanan mengemudi (*riding quality*).

2.5 Derajat Kejenuhan

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) derajat kejenuhan (D_J) didefinisikan sebagai rasio arus lalu lintas Q (smp/jam) terhadap kapasitas C (smp/jam) digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan (D_J) menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan (D_J) merupakan perbandingan antara total volume lalu lintas (Q) dengan kapasitas jalan (C), besarnya yang secara teoritis tidak boleh lebih dari 1, yang artinya jika nilai tersebut mendekati 1 maka kondisi jalan tersebut sudah mendekati jenuh. Derajat kejenuhan dirumuskan sebagai berikut :

$$D_J = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(1)$$

2.6 Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas didefinisikan untuk arus dua-arah (kedua arah kombinasi), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur. Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan sejauh memungkinkan. Oleh karena kurangnya lokasi yang arusnya mendekati kapasitas segmen jalan sendiri (sebagaimana ternyata dari kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga telah diperkirakan secara teoritis dengan menganggap suatu hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan dan arus. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Persamaan dasar untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut : (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{PA} \times FC_{HS} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

C = Kapasitas jalan (skr/jam)

C_o = Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

1. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar pada jalan luar kota untuk 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2D) di tentukan melalui tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Kapasitas dasar pada jalan luar kota 2 lajur 2 arah tak-terbagi (2/2 UD)

Tipe jalan / Tipe alinyemen	Kapasitas dasar total kedua arah smp/jam
Dua lajur tak terbagi	
Datar	3100
Bukit	3000
Gunung	2900

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014)

2. Kapasitas akibat lebar jalur

Kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas untuk 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2D) di tentukan melalui tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas (FC_w)

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (W_c) Per lajur (m)	FC_w
4 lajur tak terbagi	3.00	0.91
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.03
2 lajur tak terbagi	5	0.69
	6	0.91
	7	1.00
	8	1.08
	9	1.15
	10	1.21
	11	1.27

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014)

3. Kapasitas akibat pemisah arah

Kapasitas akibat pemisah arah jalur lalu lintas untuk 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2D) di tentukan melalui tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3. Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{SP})

Pemisah arah Sp %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	4/2	1.00	0.975	0.95	0.925	0.90

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014)

4. Kapasitas akibat hambatan samping

Kapasitas akibat hambatan samping jalur lalu lintas untuk 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2D) di tentukan melalui tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4. Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{SF})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping			
		Lebar bahu efektif W_s			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
4/2 D	VL	0.99	1.00	1.01	1.03
	L	0.96	0.97	0.99	1.01
	M	0.93	0.95	0.96	0.99
	H	0.90	0.92	0.95	0.97
	VH	0.88	0.90	0.93	0.96
2/2 UD 4/2 UD	VL	0.97	0.99	1.00	1.02
	L	0.93	0.95	0.97	1.00
	M	0.88	0.91	0.94	0.98
	H	0.84	0.87	0.91	0.95
	VH	0.80	0.83	0.88	0.93

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014)

2.7 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan merupakan jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan hingga jalan tersebut memerlukan suatu perbaikan yang bersifat structural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, setiap pelapisan nonstructural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Pada umumnya, umur rencana pada perkerasan lentur yang digunakan adalah 20 tahun untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi). (Sukirman, 1999)

2.8 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satuan waktu (hari, jam dan menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan yang lebih besar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya, jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas yang rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi akan mengemudikan dengan kecepatan yang tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Di samping itu mengakibatkan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya. Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan adalah lalu lintas harian rata-rata (LHR). (Sukirman, 1999)

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satuan hari. Untuk mengetahui lalu lintas harian rata-rata (LHR) dapat dilakukan dengan survey, survey dilakukan secara manual pada tempat-tempat yang dianggap perlu. Secara matematis, volume lalu lintas dapat dihitung berdasarkan :

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

- Q = Total volume lalu lintas (smp/jam)
- Q_{LV} = Jumlah kendaraan ringan (smp/jam)
- Q_{HV} = Jumlah kendaraan berat (smp/jam)
- emp_{HV} = Ekvivalen kendaraan berat

Q_{MC} = Jumlah sepeda motor (smp/jam)
 emp_{MC} = Ekvivalen sepeda motor

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) menyatakan bahwa komposisi lalu lintas terdiri dari :

1. Kendaraan Ringan (KR)
Kendaraan bermotor 2 as beroda 4 dengan jarak as 2-3 meter (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
2. Kendaraan Berat Menengah (KBM)
Kendaraan bermotor dengan dua as, jarak gandar 3,5 – 5,5 meter, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis kecil, truk 2 gandar dengan 6 roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
3. Sepeda Motor (SM)
Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
4. Kendaraan Tak Bermotor (KTB)
Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai system Bina Marga).

Setiap jenis kendaraan yang terdapat pada suatu aliran lalu lintas perlu dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang. Angka ekivalensi mobil penumpang untuk kendaraan ringan yang sama sasisnya selalu 1.0, sedangkan untuk jenis kendaraan lainnya dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Ekvivalen kendaraan ringan (Ekr) untuk jalan 2/2 TT

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)	emp					
		KBM	BB	TB	SM		
					Lebar jalur lalu lintas (m)		
					< 6m	6-8m	< 8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	600	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014)

2.9 Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan diakibatkan oleh beban lalu lintas yang berulang yang berlebihan (*overloaded*), panas (suhu udara), air dan hujan, serta mutu awal jalan yang jelek. Oleh sebab itu, disamping merencanakan secara perkerasan jalan secara tepat, jalan harus dipelihara dengan baik agar dapat melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. (Suwardo & Sugiharto, 2004)

Jenis kerusakan jalan pada perkerasan dapat dikelompokkan menjadi 2 macam, yaitu kerusakan fungsional dan kerusakan struktural.

1. Kerusakan Fungsional Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan tersebut. Kerusakan ini dapat berhubungan atau tidak dengan kerusakan structural. Pada kerusakan fungsional, perkerasan jalan masih mampu menahanbeban yang bekerja namun tidak memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan seperti yang diinginkan. Untuk itu lapis

permukaan perkerasan harus dirawat agar tetap dalam kondisi baik dengan menggunakan metode perbaikan standar Direktorat Jendral Bina Marga 1995.

2. Kerusakan Struktural Kerusakan struktural adalah kerusakan pada stuktur jalan, sebagian atau seluruhnya yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu menahan beban yang bekerja diatasnya. Untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari perkerasan dengan cara pemberian pelapisan ulang (*overlay*), perbaikan dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perbaikan dengan CTRB (*Cement Treated Recycling Base*)

2.10 Jenis Kerusakan Jalan

Jenis-jenis kerusakan jalan pada perkerasan lentur diklasifikasikan sebagai berikut : (Bina Marga, 1983)

- a. Retak blok (*block cracking*)
Retak blok ini berbentuk blok-blok besar yang saling bersambungan, dengan ukuran sisi blok 0,3 sampai 3,0 meter dan dapat berbentuk sudut atau pojok yang tajam
- b. Tonjolan dan Lengkungan (*bump and sags*)
Tonjolan dan lengkungan merupakan gerakan atau perpindahan ke atas, bersifat lokal dan kecil dari permukaan perkerasan aspal.
- c. Amblas (*depressions*)
Amblas merupakan penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang mungkin dapat diikuti dengan retakan.
- d. Retak tepi (*edge cracking*)
Retak tepi biasanya terjadi sejajar dengan tepi perkerasan dan berjarak sekitar 0,3 hingga 0,5 meter dari tepi luar.
- e. Retak memanjang atau melintang (*longitudinal/transverse cracking*)
Retak berbentuk memanjang pada perkerasan jalan, dapat terjadi dalam bentuk tunggal atau berderet yang sejajar dan kadang-kadang sedikit bercabang. Retak melintang merupakan retak tunggal (tidak bersambungan satu sama lain) yang melintang perkerasan.

- f. Lubang (*potholes*)
Lubang adalah lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan material lapis pondasi. Kerusakan berbentuk lubang kecil biasanya berdiameter kurang dari 0,9 meter dan berbentuk mangkuk yang dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan permukaan lainnya. Lubang biasanya terjadi akibat galian utilitas atau tambalan di area perkerasan yang telah ada.
- g. Pengausan (*polished aggregate*)
Pengausan adalah licinnya bagian perkerasan, akibat ausnya agregat di permukaan.
- h. Pelapukan dan pelepasan butir
Pelapukan dan pelepasan butir merupakan disintegrasi permukaan perkerasan aspal melalui pelepasan partikel agregat yang berkelanjutan, berawal dari permukaan perkerasan menuju ke bawah atau dari tepi ke dalam.

2.11 Penanganan Kerusakan Jalan

Pada prinsipnya, semua kondisi jalan yang baik setiap tahunnya harus mendapat prioritas untuk ditangani dengan pemeliharaan rutin dan berkala. Untuk itu informasi survei terbaru diperlukan dalam menentukan kebutuhan teknis yang tepat, yang biasanya disebut survei tahunan. Survei tahunan sangat perlu dilakukan untuk memperbaharui informasi inventarisasi jalan sebagai bagian dari prosedur perencanaan pemeliharaan tahunan. Untuk keperluan perencanaan dan penyusunan program, menurut pembagian pekerjaan bila ditinjau dari nilainya, dapat dibedakan sebagai berikut : (Bina Marga,1990)

1. Pekerjaan berat, meliputi pembangunan baru, peningkatan dan rehabilitasi.
2. Pekerjaan ringan, meliputi pemeliharaan jalan, penyangga dan darurat.

1. Pekerjaan Berat

Pekerjaan berat dimaksudkan untuk meningkatkan jalan yang sesuai dengan tingkat lalu lintas yang diperkirakan dengan membangun kembali perkerasan. Pekerjaan berat ini dapat berupa pembangunan jalan baru, peningkatan jalan dan rehabilitasi jalan. Peningkatan dan rehabilitasi dengan umur rencana paling sedikit 10 tahun, diperkirakan hampir menyerap semua dana yang tersedia setelah dikurangi dengan biaya pemeliharaan.

a. Pembangunan Jalan Baru

Pada umumnya terdiri atas pekerjaan untuk meningkatkan jalan tanah atau jalan setapak agar dapat dilalui kendaraan roda 4, kondisi jalan yang berat ini memerlukan biaya yang besar dan pekerjaan tanah yang besar pula.

b. Peningkatan Jalan

Peningkatan ini dapat dikatakan sebagai usaha untuk meningkatkan standar pelayanan jalan yang ada, baik membuat lapisan permukaan menjadi lebih halus, seperti pengaspalan jalan yang belum diaspal atau dengan menambah Lapis Tipis Aspal (Laston) atau Hot Roller Sheet (HRS) kepada jalan yang menggunakan Lapis Penetrasi (Lapen), atau menambah lapisan struktural yang berarti menambah kekuatan perkerasan atau memperlebar lapisan perkerasan yang ada.

c. Rehabilitasi Jalan

Diperlukan bila pekerjaan pemeliharaan rutin yang secara teratur harus dilaksanakan itu diabaikan atau pemeliharaan berkala (pelapisan ulang) terlalu lama ditunda sehingga keadaan permukaan lapisan semakin memburuk. Yang termasuk katagori ini adalah perbaikan terhadap kerusakan lapisan permukaan seperti lubang–lubang dan kerusakan struktural seperti amblas atau kerusakan tersebut kurang dari (15 – 20)% dari seluruh perkerasan yang berkaitan dengan lapisan aus baru.

Pembangunan kembali secara total biasanya diperlukan apabila structural sudah tersebar luas sebagai akibat dari diabaikannya pemeliharaan, atau kekuatan desain yang tidak sesuai, atau karena umur rencana tidak terlampaui.

2. Pemeliharaan Jalan

Pemeliharaan jalan merupakan kegiatan penanganan jalan yang berkondisi baik/sedang yang harus mendapat prioritas untuk ditangani, agar jalan dapat berfungsi sesuai dengan yang diperhitungkan dan menjaga agar permukaan ruas jalan mendekati kondisi semula. Pemeliharaan yang dilakukan disini dibagi menjadi dua bagian yaitu pemeliharaan rutin jalan dan pemeliharaan berkala jalan.

1. Pemeliharaan Rutin

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

2. Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala dibedakan dengan pemeliharaan rutin dalam hal ini periode waktu antar kegiatan pemeliharaan yang diberikan.

Pemeliharaan berkala dilakukan dalam selang waktu beberapa tahun, sedangkan pemeliharaan rutin di lakukan beberapa kali atau terus menerus sepanjang tahun. Pemeliharaan dilakukan secara berkala tersebut adalah pemberian lapisan aus menyeluruh dan lapisan tambahan fungsional.

3. Pekerjaan Penyangga dan Pekerjaan Darurat

Pekerjaan penyangga jalan adalah pekerjaan tahunan dengan biaya rendah yang diperlukan untuk perbaikan jalan agar kondisi jalan tidak semakin memburuk atau semakin parah. Hal ini dilakukan bila pekerjaan berat (peningkatan/rehabilitasi) yang harus dilakukan tidak dibenarkan karena tingkat lalu lintas yang melintasi jalan tersebut rendah atau dana yang tersedia untuk melaksanakan pekerjaan berat seperti rehabilitasi atau peningkatan tidak mencukupi. Dana yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan penyangga jalan ini perlu selalu dicadangkan dengan jumlah dana yang cukup. Sedangkan pekerjaan darurat adalah pekerjaan yang sangat diperlukan untuk membuka kembali jalan yang baru saja tertutup untuk lalu lintas kendaraan roda

empat karena mendadak terganggu, misalnya akibat tebing longsor. Dana pekerjaan darurat tidak dapat disiapkan sebelumnya, tetapi perlu dicadangkan dalam jumlah yang cukup.

2.11.1 Metode Perbaikan Standar

Menurut metode perbaikan standar Direktorat Jendral Bina Marga 1995.

Jenis-jenis metode penanganan setiap kerusakan adalah :

1. Metode Perbaikan P1 (Penebaran Pasir)

Jenis kerusakan yang ditangani pada metode ini adalah kegemukan aspal yang terjadi pada tikungan dan tanjakan. Dengan penanganan :

- d. Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- e. Memberikan tanda pada jalan yang akan diperbaiki.
- f. Membersihkan daerah dengan air compressor.
- g. Menebarkan pasir kasar atau agregat halus (tebal > 10mm) di atas permukaan yang terpengaruh kerusakan.
- h. Melakukan pemadatan dengan pemadat ringan (1 - 2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

2. Metode Perbaikan P2 (Pelaburan Aspal Setempat)

Jenis kerusakan yang ditangani pada metode ini adalah kerusakan tepi bahu jalan beraspal, retak buaya <2mm, retak garis lebar <2mm dan terkelupas. Dengan penanganan :

- a. Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- b. Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan air compressor, permukaan jalan harus bersih dan kering.
- c. Menyemprotkan dengan aspal keras sebanyak 1,5 kg/m² dan untuk cut back 1 liter/ m² .
- d. Menebarkan pasir kasar atau agregat halus 5 mm hingga rata.
- e. Melakukan pemadatan mesin pneumatic sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

3. Metode Perbaikan P3 (Pelapisan Retakan)
Jenis kerusakan yang ditangani pada metode ini adalah kerusakan retak satu arah dengan lebar retakan $< 2\text{mm}$. Dengan penanganan :
 - a. Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
 - b. Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan air compressor, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
 - c. Menyemprotkan tack coat (0,2 liter/ m² di daerah yang akan diperbaiki).
 - d. Menebar dan meratakan campuran aspal beton pada seluruh daerah yang telah diberi tanda.
 - e. Melakukan pemadatan ringan (1 – 2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan optimum (kepadatan 95%).
4. Metode Perbaikan P4 (Pengisian Retak)
Jenis kerusakan yang ditangani pada metode ini adalah kerusakan retak satu arah dengan lebar retakan $> 2\text{mm}$. Dengan penanganan :
 - a. Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
 - b. Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan air compressor, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
 - c. Mengisi retakan dengan aspal cut back 2 liter/ m² menggunakan aspal sprayer atau dengan tenaga manusia.
 - d. Menebarkan pasir kasar pada retakan yang telah diisi aspal (tebal 10 mm).
 - e. Memadatkan minimal 3 lintasan dengan *baby roller*.
5. Metode Perbaikan P5 (Penambalan Lubang)
Jenis kerusakan yang ditangani pada metode ini adalah kerusakan dengan lubang kedalaman $> 50\text{mm}$, keriting kedalaman $> 30\text{mm}$, alur kedalaman $> 30\text{mm}$, ambles kedalaman $> 50\text{ mm}$, jembul kedalaman $> 50\text{ mm}$, kerusakan tepi perkerasan jalan, dan retak buaya lebar $> 2\text{mm}$. Dengan penanganan :
 - a. Menggali material sampai mencapai lapisan dibawahnya.
 - b. Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.

- c. Menyemprotkan lapis resap pengikat prime coat dengan takaran 0.5l iter/m² .
 - d. Menebarkan dan memadatkan campuran aspal beton sampai diperoleh permukaan yang rata.
 - e. Memadatkan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan)
6. Metode Perbaikan P6 (Penambalan)
- Jenis kerusakan yang ditangani pada metode ini adalah kerusakan keriting dengan kedalaman < 30mm, lubang dengan kedalaman < 50mm, alur dengan kedalaman < 30mm, terjadi penurunan dengan kedalaman < 50mm, dan jembul dengan kedalaman < 50mm. Dengan penanganan :
- a. Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
 - b. Melaburkan tack coat 0,5 5l iter/m² .
 - c. Menaburkan campuran aspal beton kemudian memadatkannya sampai diperoleh permukaan yang rata.
 - d. Memadatkan dengan baby roller (minimum 5 lintasan).

2.11.2 Perbaikan Jalan Dengan Overlay

Konstruksi jalan yang telah habis masa pelayanannya, telah mencapai indeks permukaan akhir yang perlu diberi lapis tambahan untuk dapat kembali mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kekedapan terhadap air dan tingkat kecepatan air mengalir. Langkah-langkah untuk merencanakan perbaikan jalan dengan overlay adalah sebagai berikut:

1. Analisa Lalu Lintas

Perhitungan beban lalu lintas didasarkan pada muatan sumbu standar kendaraan sebesar 80 Kilo Newton dengan satuan CESA (*Commulative Equavalent Standard Axle*) (Miswandi, 2009). Dalam menentukan akumulasi beban sumbu standar selama umur rencana (CESA) digunakan rumus berikut.

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots\dots\dots(4)$$

Dengan pengertian :

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar

m = jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = jumlah hari dalam satuan tahun

E = ekuivalen beban sumbu

C = koefisien distribusi kendaraan

N = faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

Perhitungan nilai CESA (*Commulative Equivalent Standard Axle*) memiliki beberapa parameter yang berpengaruh dalam perhitungan, parameter tersebut yaitu:

a. Jumlah lajur koefisien distribusi kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu-lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 2.6 berikut :

Tabel 2.6 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar perkerasan (L)	Jumlah lajur
$L < 4.50 \text{ m}$	1
$4.50 \text{ m} \leq L < 8.00 \text{ m}$	2
$8.00 \text{ m} \leq L < 11.25 \text{ m}$	3
$11.25 \text{ m} \leq L < 15.00 \text{ m}$	4
$15.00 \text{ m} \leq L < 18.75 \text{ m}$	5
$18.75 \text{ m} \leq L < 22.50 \text{ m}$	6

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum (Pd T-05-2005-B)

Sedangkan, nilai koefisien kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan dengan menggunakan tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.7 Koefisien distribusi kendaraan (C)

Jumlah lajur	Kendaraan ringan (Mobil penumpang)		Kendaraan berat (Truk dan Bus)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.60	0.50	0.70	0.50
3	0.40	0.40	0.50	0.475
4	-	0.30	-	0.45
5	-	0.25	-	0.425
6	-	0.20	-	0.40

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum (Pd T-05-2005-B)

b. Ekuivalen beban sumbu kendaraan (E)

Menurut Miswandi (2009) Angka ekuivalen beban kendaraan (E) merupakan angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu standar. Pada pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan (Pd T-05-2005-B) ini, angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan dengan rumus 5 dan tabel 2.8 berikut :

$$\text{Angka ekuivalen (E)} = \left[\frac{\text{Beban sumbu}}{\text{Standar Ekuivalen}} \right]^4 \dots\dots\dots(5)$$

Dengan nilai standar ekuivalen untuk masing-masing golongan sebagai berikut :

- a. Standar ekuivalen untuk beban sumbu tunggal roda tunggal (STRG) sebesar 5.40.
- b. Standar ekuivalen untuk beban sumbu tunggal roda ganda (STRG) sebesar 8.16.
- c. Standar ekuivalen untuk beban sumbu dual roda tunggal (SDRG) sebesar 13.76.
- d. Standar ekuivalen untuk beban sumbu triple roda ganda (STrRG) sebesar 18.45.

Menentukan nilai angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu kendaraan dapat dilakukan pula menggunakan tabel ekivalen beban sumbu berikut :Tabel 2.8 Ekivalen beban sumbu kendaraan

Beban sumbu (ton)	Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02027
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27859	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43695
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,46320	1,38081

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum (Pd T-05-2005-B)

Dimana :

STRT = Sumbu Tunggal Roda Ganda

STRG = Sumbu Tunggal Roda Ganda

SDRG = Sumbu Tunggal Roda Ganda

STtRG = Sumbu Triple Roda Ganda

c. Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas (N)

Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut rumus dan tabel berikut :

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+r)^n + 2(1+r) \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right] \dots\dots\dots(6)$$

Sedangkan untuk tabel hubungan rencana dan perkembangan lalu lintas dapat ditentukan menurut tabel 2.9 berikut :

Tabel 2.9 hubungan rencana dan perkembangan lalu lintas

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

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum (Pd T-05-2005-B)

2. Analisa Lendutan

Lendutan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah lendutan hasil pengujian dengan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)* atau *Benkelman Beam (BB)*. Apabila pada waktu pengujian lendutan ditemukan data yang meragukan maka pada lokasi atau titik tersebut dianjurkan untuk dilakukan pengujian ulang atau titik pengujian dipindah pada lokasi atau titik disekitarnya.

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperature serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat 8.16 ton). Besarnya lendutan balik dihitung menggunakan rumus berikut:

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

- d_B = lendutan balik (mm)
- d_1 = lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran
- d_3 = lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 m dari titik pengukuran
- Ft = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperature standar 35⁰C.

Didapat dari tabel atau pada gambar (kurva A $H_L < 10$ cm dan kurva B untuk $H_L \geq 10$ cm ataupun dengan rumus

$$H_L < 10 = 4.184 \times T_L^{-0.4025} \dots\dots\dots(8)$$

$$H_L \geq 10 = 14.785 \times T_L^{-0.7573} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

T_L = temperature lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan atau diprediksi dari temperature udara, dengan rumus :

$$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b) \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

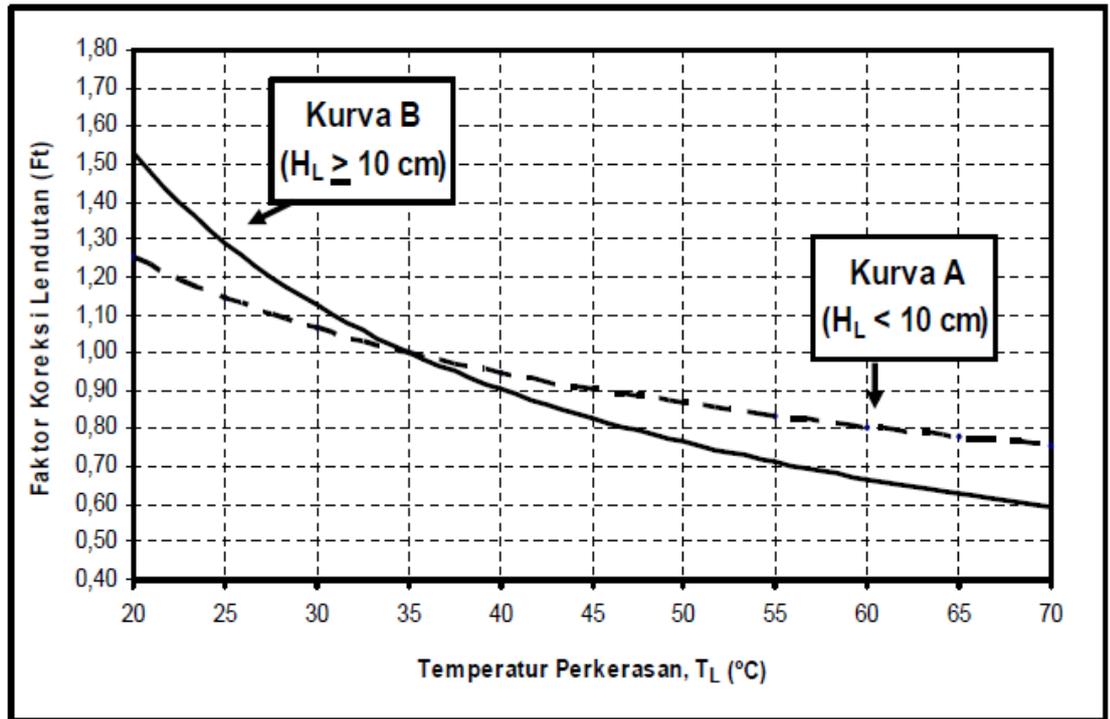
- T_p = temperature permukaan lapis beraspal
- T_t = temperature tengah lapis beraspal
- T_b = temperature bawah lapis beraspal

Ca = faktor pengaruh muka air tanah atau faktor musim (1.2 bila dilakukan pada saat kemarau atau muka air tanah rendah dan 0.9 bila dilakukan pada saat musim hujan atau muka air tanah tinggi)

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

$$= 77.343 \times (\text{Beban uji dalam ton})^{(-2.0715)} \dots\dots\dots(11)$$

Sedangkan untuk mengetahui faktor penyesuaian lendutan terhadap temperature dapat dilakukan menggunakan grafik dan tabel, berikut adalah grafik faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur :



Gambar 2.1 Faktor koreksi lendutan terhadap temperature standar

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pd-T-05-2005-B)

Mengetahui faktor penyesuaian lendutan terhadap temperature dapat pila dilakukan menggunakan tabel 2.10 berikut :

Tabel 2.10 Faktor koreksi lendutan terhadap temperature standar (Ft)

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

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pd-T-05-2005-B

Sedangkan untuk mengetahui temperatur tengah (T_t) dan temperatur bawah (T_b) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara (T_u) dan temperatur permukaan (T_p) menggunakan tabel 2.11 sebagai berikut :

Tabel 2.11 temperatur tengah (Tt) dan temperatur bawah (Tb) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara (Tu) dan temperatur permukaan (Tp)

T _u + T _p (°C)	Temperatur lapis beraspal (°C) pada kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	22,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28,0	26,7	23,8	22,9	21,7	21,0
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24,0	23,3
53	31,5	30,0	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25,0	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6
56	33,3	31,7	28,1	27,2	25,9	25,1
57	33,9	32,3	28,6	27,6	26,3	25,5
58	34,5	32,8	29,1	28,1	26,8	26,0
59	35,1	33,4	29,6	28,6	27,2	26,4
60	35,7	33,9	30,0	29,1	27,7	26,9
61	36,3	34,5	30,5	29,5	28,2	27,3
62	36,9	35,1	31,0	30,0	28,6	27,8
63	37,5	35,6	31,5	30,5	29,1	28,2
64	38,1	36,2	32,0	31,0	29,5	28,7
65	38,7	36,7	32,5	31,4	30,0	29,1
66	39,3	37,3	32,9	31,9	30,5	29,6
67	39,9	37,8	33,4	32,4	30,9	30,0
68	40,5	38,4	33,9	32,9	31,4	30,5
69	41,1	39,0	34,4	33,3	31,8	30,9
70	41,7	39,5	34,9	33,8	32,3	31,4
71	42,2	40,1	35,4	34,3	32,8	31,8
72	42,8	40,6	35,8	34,8	33,2	32,3
73	43,4	41,2	36,3	35,2	33,7	32,8
74	44,0	41,7	36,8	35,7	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	36,2	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	36,7	35,0	34,1
77	45,8	43,4	38,3	37,1	35,5	34,6
78	46,4	44,0	38,7	37,6	36,0	35,0
79	47,0	44,5	39,2	38,1	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	38,6	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	39,0	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	39,5	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	40,0	38,3	37,3
84	50,0	47,3	41,6	40,5	38,7	37,7
85	50,6	47,9	42,1	40,9	39,2	38,2

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pd-T-05-2005-B

3. Keseragaman Lendutan

Perhitungan tebal lapis tambah yang dilakukan pada setiap titik pengujian akan memberikan hasil desain yang lebih akurat, cara lain yang tetap sesuai kaidah adalah dengan melakukan pembagian segmen yang didasarkan pada pertimbangan terhadap keseragaman lendutan. Penilaian keseragaman lendutan ditentukan dengan rentang faktor keseragaman, dimana Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30

keseragaman cukup baik. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan rumus:

$$FK = s/d_R \times 100\% < FK_{ijin} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

FK = faktor keseragaman (%)

FK_{ijin} = faktor keseragaman yang di ijin
 = 0% - 10%, keseragaman sangat baik
 = 11% - 20%, keseragaman baik
 = 21% - 30%, keseragaman cukup baik

d_R = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan
 $= \frac{\sum_1^{ns} d}{ns} \dots\dots\dots(13)$

S = standar deviasi (simpangan baku)
 $= \sqrt{\frac{ns (\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns (ns-1)}} \dots\dots\dots(14)$

Dimana :

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

4. Lendutan Wakil

Besarnya nilai lendutan yang mewakili suatu sub ruas atau seksi jalan disesuaikan dengan fungsi atau kelas jalan dan ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

- a. Untuk jalan arteri atau jalan tol (tingkat kepercayaan 98%)
 Dwakil = d_R + 2s
- b. Untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%)
 Dwakil = d_R + 1,64s
- c. Untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 90%)
 Dwakil = d_R + 1,28s

Dimana:

- Dwakil = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan
- d_R = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan
- s = standar deviasi (simpangan baku)

5. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah

Desain Tebal lapis tambah (overlay) dihitung berdasarkan temperatur standar 35°C, karena setiap daerah di Indonesia memiliki temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) yang berbeda-beda, maka perlu dilakukan koreksi terhadap temperatur standar. Dengan Data temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk setiap daerah atau kota di Indonesia pada lampiran 1. Sedangkan faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo) dapat diperoleh dengan Rumus berikut:

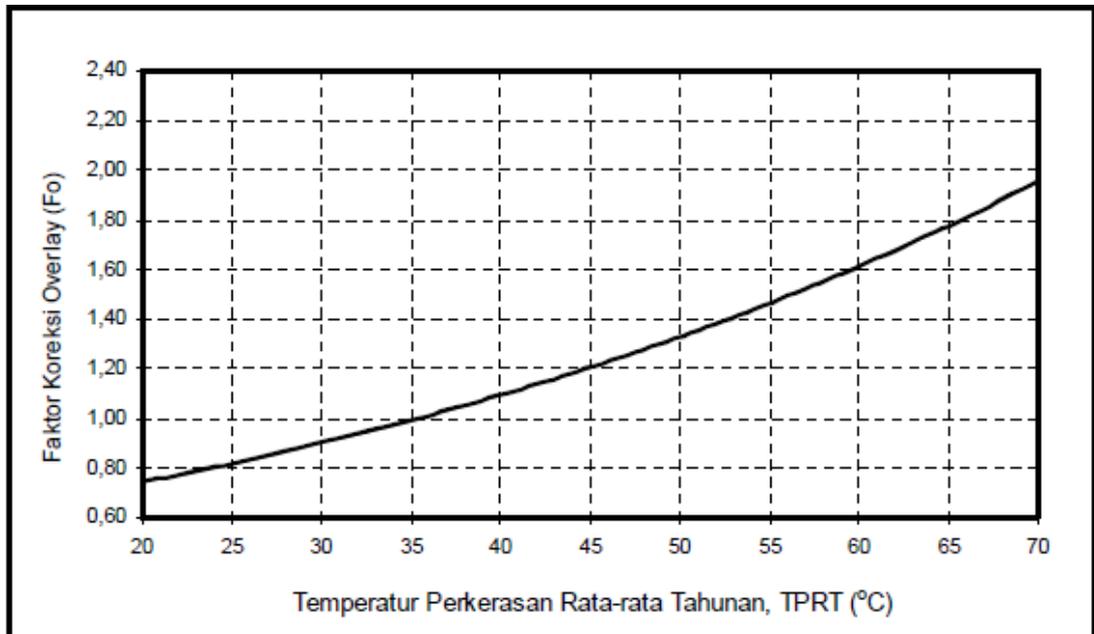
$$F_o = 0.5032 \times \text{EXP}^{(0.0194 \times \text{TPRT})} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

Fo = faktor koreksi tebal lapis tambah (*overlay*)

TPRT = temperature perkerasan rata-rata tahunan untuk daerah atau kota tertentu

Selain menggunakan rumus diatas, faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo) dapat di cari menggunakan gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo)

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Pd-T-05-2005-B

6. Jenis Lapis Tambah

Jenis lapis tambah menggunakan Laston dengan modulus resilien (MR) sebesar 2000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum 800 kg. Nilai modulus resilien (MR) mengacu pada hasil pengujian UMATTA atau alat lain dengan temperatur 25° C. Apabila jenis campuran beraspal untuk lapis tambah menggunakan Laston Modifikasi dan Laston atau campuran beraspal yang mempunyai sifat berbeda maka dapat menggunakan faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) sesuai rumus berikut:

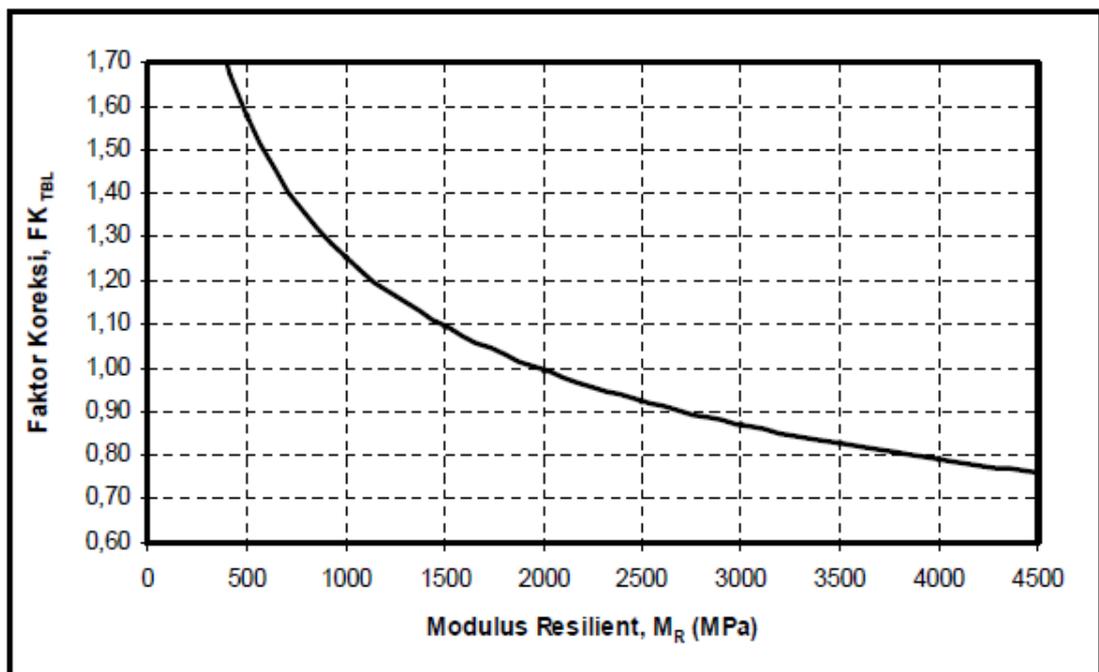
$$FK_{TBL} = \frac{12,51}{MR^{-0.333}} \quad (16)$$

Dimana :

FK_{TBL} = faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian

M_R = modulus resilien (MPa)

Dapat pula menggunakan faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) sesuai gambar 2.3 dan tabel 2.12 berikut:



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

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Pd-T-05-2005-B

Tabel 2.12 faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})

Jenis Lapisan	Modulus Resilien, M_R (MPa)	Stabilitas Marshall (kg)	FK_{TBL}
Laston modifikasi	3000	Min. 1000	0.85
Laston	2000	Min. 800	1.00
Lataston	1000	Min. 800	1.23

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Pd-T-05-2005-B

2.12 Biaya Operasional Kendaraan

Biaya operasional kendaraan dihitung berdasarkan jenis kendaraan, karakteristik kendaraan dan biaya berjalan pada jalan kondisi baik, datar dan lurus. Untuk jenis kendaraan dibedakan menjadi beberapa jenis.

Tabel 2. 13 Pembagian Jenis Kendaraan

No	Kendaraan		Kelompok yang mewakili
	<i>Major Class</i>	<i>Minor Class</i>	
1	Sepeda motor	Sepeda motor	
2	Vespa	Vespa	
3	Mobil penumpang	Mobil penumpang, opelets, sedan, suburban, landrover, jeep	Auto
4	Pick-up, microbus, kendaraan pengirim	Pick-up, microbus, <i>truck 2 axle 4 tyres</i>	
5	Truk 2 as	2 as, 6 ban	Truk
6	Truk 3 as	3 as, 10 ban	
7	Truk trailer dan semitrailer	Truck trailer & semitrailer	
8	Bus	<i>Large bus 2 axle 6 tyres</i>	Bus

Sumber: (ND Lea & Associates 1975)

Sedangkan untuk karakteristik kelompok kendaraan mempunyai ciri – ciri atau karakteristik kendaraan yang membedakannya.

Tabel 2.14 Karakteristik Kelompok Kendaraan

Karakteristik	Auto	Truk	Bus
Berat kendaraan (ton)	1.2	4	2.9
Berat kotor normal	1.7	7.5	5.5
Jumlah As	2	2-3	2
Jumlah Silinder	2-4	6	6
Jumlah Ban	4	7	6
Daya (HP)	80	170	165
Rata-rata jarak Km tahunan	20000	42000	90000
Umur rata-rata (tahun)	10	7	9

Sumber: (ND Lea & Associates 1975)

Biaya operasional kendaraan sendiri dibagi menjadi delapan komponen biaya, antara lain :

a. Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar secara umum untuk mobil diasumsikan menggunakan bahan bakar pertalite, pertamax dan solar. Sedangkan untuk truk dan bus diasumsikan menggunakan solar seluruhnya. Besarnya konsumsi bahan bakar per jenis kendaraan.

Tabel 2.15 Konsumsi Bahan Bakar

No	Kelompok Kendaraan	Konsumsi Bahan Bakar (liter)
1	Auto	0.0610
2	Truk	0.0834
3	Bus	0.0612

Sumber: (ND Lea & Associates 1975)

b. Ban

Konsumsi roda atau ban, perhitungannya dengan asumsi nilai kekerasan (*roughness*) jalan sebesar 2500 mm/km.

Tabel 2.16 Konsumsi Ban

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

Sumber: (ND Lea & Associates 1975)

c. Upah pekerja

Upah pekerja dihitung menggunakan rumus :

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

- TIM = upah pekerja/1000km.
- VALT = upah pekerja/jam.
- AVESPD = rata-rata kecepatan (km/jam).
- V = kecepatan (km/jam).
- PROINC = proporsi kendaraan yang melaju lebih tinggi dibanding dengan kecepatan rata – rata (0,2 untuk auto dan 0,5 untuk truk dan bus)

d. Minyak Pelumas (Oli)

Konsumsi minyak pelumas (oli) untuk setiap jenis kelompok kendaraan.

Tabel 2.17 Konsumsi Minyak pelumas (oli)

No	Kelompok kendaraan	Waktu (jam)
1	Auto	1.3
2	Truk	4
3	Bus	4

Sumber: (ND Lea & Associates 1975)

e. Pemeliharaan kendaraan (suku cadang)

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan.

Tabel 2.18 Lama waktu pemeliharaan kendaraan per 1000km.

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

Sumber: (ND Lea & Associates 1975)

f. Depresiasi (Penurunan Nilai)

Nilai depresiasi kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan rumus

:

$$D = \frac{VP}{TotKM} \times \frac{AVESPD \times 1000}{AVESPD + PROINC(V - AVESPD)} \dots\dots\dots(18)$$

Dimana :

- D = depresiasi
- VP = harga kendaraan (Rp)
- AVESPD = rata-rata kecepatan (km/jam)

- V = kecepatan (km/jam)
- PROINC = proporsi kendaraan yang melaju lebih tinggi dibanding dengan kecepatan rata-rata (0,2 untuk auto dan 0,5 untuk truk dan bus)

g. Bunga Modal

Bunga kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$IC = \frac{VP}{2 \times AnKM} \times \frac{AVESPD \times 1000}{AVESPD + PROINC(V - AVESPD)} \times \frac{Int}{100} \dots\dots\dots(19)$$

Dimana :

- IC = nilai bunga per 1000km.
- AnKM = rata-rata perjalanan km tahunan (km)
- Int = suku bunga tahunan (%)
- AVESPD = rata-rata kecepatan (km/jam)
- V = kecepatan (km/jam)
- PROINC = proporsi kendaraan yang melaju lebih tinggi dibanding dengan kecepatan rata-rata (0,2 untuk auto dan 0,5 untuk truk dan bus)

h. *Fixed Cost* (Asuransi)

Besarnya *fixed cost* ditentukan dengan menggunakan rumus.

$$FIX = \frac{Ins + Man}{AnKM} \times \frac{AVESPD \times 1000}{AVESPD + PROINC(V - AVESPD)} \times \frac{Int}{100} \dots\dots\dots(20)$$

Dimana :

- FIX = fixed cost per 1000km.
- Ins = asuransi tahunan.
- Man = harga manajemen tahunan (Rp.).
- AnKM = rata-rata perjalanan km tahunan (km).
- AVESPD = rata-rata kecepatan (km/jam).
- V = kecepatan (km/jam).
- Int = suku bunga tahunan (%)
- PROINC = proporsi kendaraan yang melaju lebih tinggi dibanding dengan kecepatan rata-rata (0,2 untuk auto dan 0,5 untuk truk dan bus).

2.12.1 Pengaruh Tipe Lapisan Perkerasan Dan Kondisi Jalan Terhadap Biaya Operasional Kendaraan.

Karakteristik berbagai tipe lapisan perkerasan dibagi menjadi lima jenis permukaan, yaitu : (ND Lea & Associates, 1975)

1. *High standard paved* : Perkerasan kualitas tinggi
2. *Intermediate standard paved* : Perkerasan kualitas menengah
3. *Low standard paved* : Perkerasan kualitas rendah
4. *Unpaved (Gravel)* : Kerikil, agregat, macadam
5. *Unpaved (Earth)* : Jalan tanah

Setiap permukaan tersebut diatas masih dibagi lagi ke dalam jenis kondisi lapangan yang terjadi, yaitu :

1. *Good* (baik)
2. *Fair* (fair)
3. *Poor* (jelek)
4. *Bad* (parah)

Menentukan besarnya biaya operasional kendaraan pada jalan yang tidak dalam kondisi standar, maka beberapa angka indeks telah disusun untuk mengantisipasinya. Angka – angka indeks tersebut ditunjukkan pada tabel 2.20 berikut.

Tabel 2.20 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto (*Urban road*) %

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

Sumber: (ND Lea & Associates, 1975)

Tabel 2.21 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan truk (*Urban road*) %

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

Sumber: (ND Lea & Associates, 1975)

Tabel 2.22 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus (*Urban road*) %

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

Sumber: (ND Lea & Associates, 1975)

Tabel 2.23 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan auto (*Interurban road*)%

Tipe permukaan dan kondisi	Bahan bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi Interaset Fixed Upah kru	Total
<i>Paved High</i>						
- <i>Good</i>	90	100	100	100	105	102
- <i>Fair</i>	84	100	300	230	110	127
- <i>Poor</i>	76	192	575	404	122	165
- <i>Bad</i>	73	192	575	404	137	175
<i>Paved Int</i>						
- <i>Good</i>	77	100	128	119	117	112
- <i>Fair</i>	77	100	556	392	117	158
- <i>Poor</i>	74	192	575	404	124	166
- <i>Bad</i>	74	192	575	404	138	176
<i>Paved Low</i>						
- <i>Good</i>	79	100	167	114	117	116
- <i>Fair</i>	79	100	575	404	117	161
- <i>Poor</i>	86	192	575	404	126	167
- <i>Bad</i>	91	192	575	404	139	177
<i>Gravel</i>						
- <i>Good</i>	91	192	311	163	117	125
- <i>Fair</i>	91	192	575	404	118	164
- <i>Poor</i>	86	192	575	404	128	170
- <i>Bad</i>	91	192	575	404	141	180
<i>Earth</i>						
- <i>Good</i>	87	192	433	311	127	154
- <i>Fair</i>	87	192	433	404	127	170
- <i>Poor</i>	85	192	433	404	130	172
- <i>Bad</i>	93	192	433	404	141	180

Sumber: (ND Lea & Associates, 1975)

Tabel 2.24 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan truk (*Interurban road*)
%

Tipe permukaan dan kondisi	Bahan bakar	Oli	Ban	Pemeliharaan	Depresiasi Interset Fixed Upah kru	Total
<i>Paved High</i>						
- <i>Good</i>	100	100	100	100	100	100
- <i>Fair</i>	94	100	121	156	119	122
- <i>Poor</i>	94	200	151	234	146	157
- <i>Bad</i>	102	200	151	234	189	185
<i>Paved Int</i>						
- <i>Good</i>	97	100	103	108	100	106
- <i>Fair</i>	95	100	149	229	121	139
- <i>Poor</i>	94	200	151	234	148	159
- <i>Bad</i>	102	200	151	234	189	185
<i>Paved Low</i>						
- <i>Good</i>	95	100	107	119	108	108
- <i>Fair</i>	97	100	149	234	123	141
- <i>Poor</i>	94	200	151	234	150	160
- <i>Bad</i>	103	200	151	234	193	188
<i>Gravel</i>						
- <i>Good</i>	115	200	110	127	108	114
- <i>Fair</i>	124	200	151	234	126	149
- <i>Poor</i>	122	200	151	234	152	165
- <i>Bad</i>	132	200	151	234	193	191
<i>Earth</i>						
- <i>Good</i>	125	200	136	193	135	145
- <i>Fair</i>	125	200	151	234	135	154
- <i>Poor</i>	122	200	151	234	161	170
- <i>Bad</i>	136	200	151	234	200	196

Sumber: (ND Lea & Associates, 1975)

Tabel 2.25 Angka indeks jenis permukaan untuk kendaraan bus (*Interurban road*)
%

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

Sumber: (ND Lea & Associates, 1975)

2.13 Analisa Biaya

Analisis Bina Marga (1995) atau analisis upah dan bahan tercantum koefisien- koefisien yang menunjukkan berapa banyak bahan dan jumlah tenaga kerja yang dipakai untuk dapat menyelesaikan suatu pekerjaan persatuan volume.

Komponen anggaran biaya pada proyek pemeliharaan meliputi peralatan, tenaga kerja, bahan, dan biaya lainnya secara tidak langsung harus meliputi biaya

administrasi perkantoran beserta stafnya yang berfungsi mengendalikan pelaksanaan proyek serta pajak yang harus dibayar sehubungan dengan adanya pelaksanaan proyek. Untuk mendapatkan pekerjaan yang efektif dan efisien, maka komponen alat, tenaga kerja dan bahan perlu dianalisis penggunaannya.

1. Analisis Peralatan Biaya

Analisis Peralatan Biaya untuk peralatan terdiri dari dua komponen utama yaitu pemilikan dan biaya pengoperasian. Setelah masing-masing peralatan diketahui biaya pemilikan dan pengoperasiannya, maka selanjutnya adalah melakukan analisis jumlah peralatan yang akan digunakan. Dalam perhitungan selanjutnya, karena peralatan yang digunakan mungkin cukup banyak, maka dalam perhitungan biaya alat, alat diperhitungkan dalam satu tim peralatan dengan produksi pekerjaan merupakan produksi terkecil dari alat yang digunakan. Alat-alat lain yang produksinya lebih besar akan mengalami pengurangan efisiensi karena harus menunggu alat lain yang produksinya lebih kecil.

$$\text{Harga satuan alat (Rp/Sat.Pek)} = \frac{\text{jumlah biaya alat}}{\text{produksi pekerjaan}} \dots\dots\dots(21)$$

2. Analisis Tenaga Kerja

Tenaga kerja pada pekerjaan jalan pada umumnya hanyalah sebagai pembantu pekerjaan alat yang merupakan fungsi utama dalam penyelesaian pekerjaan, sehingga tidak perlu dilakukan analisis yang mendalam.

$$\text{Harga satuan alat (Rp/Sat.Pek)} = \frac{\text{jumlah upah tenaga}}{\text{produksi pekerjaan}} \dots\dots\dots(22)$$

3. Analisis Bahan

Analisis kebutuhan bahan sangat diperlukan, karena keterlambatan pekerjaan biasanya disebabkan keterlambatan dalam penyediaan bahan yang digunakan. Analisis juga diperlukan, karena pada perhitungan volume pekerjaan kondisinya adalah padat, sedangkan bahan dipasaran ditawarkan dalam kondisi tidak padat. Dalam perhitungan jumlah bahan tiap satuan pekerjaan juga diperhitungkan formula rancangan campuran, karena bahan konstruksi jalan

umumnya tersusun dari beberapa macam bahan seperti : agregat kasar, agregat halus dan aspal.

Harga satuan bahan (Rp/Sat.bahan)

= Jumlah harga satuan bahan penyusun x Kuantitas(23)

4. Biaya-biaya Lain dan Harga Satuan Pekerjaan

Biaya-biaya lain yang harus diperhitungkan adalah biaya-biaya tidak langsung, misalnya administrasi kantor, alat-alat komunikasi, kendaraan kantor, pajak, asuransi, serta biaya-biaya lain yang harus dikeluarkan, walaupun biaya tersebut tidak secara langsung terlibat dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Biaya-biaya ini sering disebut dengan overhead dan biasanya dinyatakan dengan persen terhadap biaya langsung yang besarnya tidak lebih dari 10%, tidak termasuk PPN 10%. Demikian juga keuntungan perusahaan sering dinyatakan dengan persen terhadap biaya langsung yang besarnya juga tidak lebih dari 10%.

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Harga satuan pekerjaan = Biaya (alat+tenaga kerja+bahan) + Biaya lain(24)

2.13 Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan [biaya](#) investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat/*benefit* dari proyek yang direncanakan. Perhitungan *Net Present Value* (NPV) dilakukan dengan rumus, sebagai berikut :

$$NPV = \frac{Rt}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(25)$$

Dimana :

Rt = *cash flow* dalam waktu *t*

i = suku bunga

t = waktu cash flow

Net Present Value (NPV) terhadap keputusan investasi yang akan dijalankan adalah sebagai berikut :

1. NPV < 0

Investasi yang dilakukan memberikan manfaat untuk perusahaan.
(Proyek bisa dijalankan)

2. NPV > 0

Investasi yang dilakukan akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. (Proyek ditolak)

3. NPV = 0

Investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan perusahaan untung maupun rugi. (Proyek dilaksanakan ataupun tidak dilaksanakan tidak berpengaruh terhadap keuangan perusahaan.)

2.14 *Internal Rate and Return* (IRR)

Internal Rate and Return (IRR) merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Proyek atau investasi dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya (*rate of return*) lebih besar daripada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain. *Internal Rate and Return* (IRR) digunakan untuk menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, biasanya acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari *minimum acceptable rate of return* atau *minimum attractive rate of return*. *Minimum acceptable rate of return* adalah laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan. IRR dapat dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut :

$$IRR = Ir + \frac{NPV Ir}{NPV Ir - NPV It} \times (It - Ir) \dots\dots\dots(26)$$

Dimana :

Ir = Bunga rendah

It = Bunga tinggi

2.15 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu acuan dalam melakukan penelitian, sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, dapat dijadikan referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian.

1. *Analyses of costs and benefits in the pavement management systems* (Slobodan Ognjenovic, Alexander Ishkov, Dusan Cvetkovic, Dragan peric, Marina Romanovich)

Analisis ekonomi sangat penting dari sudut pandang perencanaan dana yang cukup untuk semua kegiatan yang dibayangkan dalam sistem manajemen dan akhirnya, untuk membuat keputusan yang benar pada tingkat pengambilan keputusan tertinggi. Secara keseluruhan, sistem manajemen tidak dapat berfungsi tanpa analisis biaya-manfaat yang memadai. yaitu, tanpa *Life Cycle Cost Analyses* dan perbandingan yang tepat dari dana yang diinvestasikan dan keuntungan.

Analisis yang dilakukan di Makedonia termasuk 1500 km jalan nasional dan regional. Mengenai nilai IRR, hasil menunjukkan bahwa mengenai beban lalu lintas dan tingkat kerusakan jalan, investasi saat ini yang paling hemat biaya adalah yang dibuat dalam pemeliharaan jalan yang ada. Dapat disimpulkan dari Tabel 1 bahwa IRR sekitar 5,8 km jalan nasional dan sekitar 395 km jalan regional lebih rendah dari nol, dan bahwa panjang jalan dengan IRR lebih tinggi dari nol adalah jauh mengatasi, yang memberikan kontribusi pada biaya-manfaat investasi pemeliharaan.

Tabel 2.26 Panjang jalan nasional dan regional terkait dengan interval nilai IRR.

<i>IRR Intervals</i>	<i>National road (km)</i>	<i>Regional roads (km)</i>
< 0	5.79	294.98
0 – 20	64.87	267.51
20 – 40	62.58	173.21
40 – 60	55.31	125.69
60 – 80	29.95	52.29
80 – 100	42.38	69.08
> 100	13.75	31.38

Sumber : *Analyses of costs and benefits in the pavement management systems (2016)*

2. *Life Cycle Cost Analysis (LCCA) on Steel Bridge Pavement Structural Composition (Dejia Zhang, Fen Ye, Jingfen Yuan)*

Dalam tulisan ini, struktur SMA double-layer GA + SMA EA + SMA adalah objek studi utama, dan analisis nilai bersih saat ini dipilih, memperoleh nilai biaya *life cycle net present value (NPV)* dari tiga struktur struktural perkerasan dengan menentukan struktur biaya, siklus hidup dan tingkat diskonto. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja biaya struktur perkerasan SMA berlapis ganda adalah yang terbaik dan biaya siklus umur dari struktur perkerasan EA + SMA adalah yang tertinggi. Studi ini dapat memberikan referensi untuk pemilihan jenis struktur trotoar dek jembatan baja.

Sehingga ditarik kesimpulan bahwa urutan *life cycle net present value*: EA + SMA > GA + SMA > double-layer SMA, struktur SMA doublelayer memiliki kinerja biaya yang lebih baik, dan struktur EA + SMA adalah harga tertinggi. Biaya agensi nilai bersih sekarang dari plan2 dan plan3 lebih tinggi dari plan1 dalam harga material EA dan GA lebih mahal daripada SMA. Teknologi konstruksi campuran aspal epoksi sulit untuk dikendalikan, lama pemeliharaan, teknologi tinggi untuk perbaikan. Semua ini mengarah pada kesimpulan bahwa biaya

pengguna bersih nilai sekarang dari plan3 lebih tinggi dari plan1 dan rencana2.

3. *Evaluation of pavement life cycle cost analysis: review and analysis* (Peyman Babashamsi, Nur Izzi Md Yusoff, Halil Ceylan, Nor Ghani Md Nor, Hashem Salarzadeh Jenatabadi)

Biaya pembangunan jalan terdiri dari biaya desain, ekstraksi bahan, peralatan konstruksi, pemeliharaan dan strategi rehabilitasi, dan operasi selama masa layanan keseluruhan. Proses analisis ekonomi yang dikenal sebagai *Life-Cycle Cost Analysis* (LCCA) digunakan untuk mengevaluasi efisiensi biaya alternatif berdasarkan konsep *Net Present Value* (NPV). Penting untuk mengevaluasi aspek biaya yang disebutkan di atas untuk mendapatkan biaya siklus hidup perkerasan yang optimal. Namun, manajer perkerasan sering tidak dapat mempertimbangkan setiap elemen penting yang mungkin diperlukan untuk melakukan tugas pemeliharaan di masa depan. Selama beberapa dekade terakhir, beberapa pendekatan telah dikembangkan oleh lembaga dan lembaga untuk *Life-Cycle Cost Analysis* (LCCA). Sementara komunitas transportasi semakin banyak menggunakan LCCA sebagai praktik penting, beberapa organisasi bahkan telah merancang program komputer untuk pendekatan LCCA mereka untuk membantu analisis. Metode LCCA saat ini dianalisis dan perangkat lunak LCCA diperkenalkan dalam artikel ini. Selanjutnya, daftar indikator ekonomi disediakan bersama dengan komponen substansial mereka. Mengumpulkan literatur sebelumnya akan membantu menyoroti dan mempelajari aspek terlemah sehingga dapat mengurangi kekurangan metode dan proses LCCA yang ada. Penelitian LCCA akan menjadi lebih kuat jika perbaikan dilakukan, memfasilitasi industri swasta dan lembaga pemerintah untuk mencapai tujuan ekonomi mereka.

Penggunaan LCCA harus dilakukan dengan tepat dan data yang digunakan harus dari catatan yang ada yang akurat dalam hal biaya

awal, nilai sisa, waktu rehabilitasi dan biaya serta tingkat diskonto. Data tersedia untuk beberapa aspek, tetapi data lain perlu dianalisis dan didokumentasikan oleh lembaga itu sendiri. Penting untuk memahami bahwa LCCA hanyalah alat dan hasilnya tidak boleh diambil sebagai keputusan. Beberapa faktor lain selain dari LCCA harus dipertimbangkan ketika memutuskan jenis trotoar yang harus dipertimbangkan. Proses LCCA terdiri dari beberapa penilaian, prediksi dan asumsi. Perbedaan input dapat sangat memengaruhi keyakinan analisis dengan hasil LCCA. Akurasi masukan sangat penting untuk semua aspek. Estimasi kinerja perkerasan yang tepat, lalu lintas selama lebih dari 30 tahun di masa depan dan biaya masa depan oleh para analis menentukan keandalan hasil LCCA. Dalam mengelola ketidakpastian prediksi, pendekatan analisis risiko probabilistik mendapatkan popularitas. Hal ini memungkinkan untuk secara kuantitatif menangkap parameter input, membantu memberikan hasil LCCA. Sebagian besar literatur juga menyatakan bahwa penerapan LCCA serumit memilih tingkat diskonto yang tepat dan biaya agensi, menghitung biaya non-agensis sebagai biaya pengguna, mengamankan data pendukung yang dapat dipercaya termasuk data lalu lintas, memperkirakan nilai sisa dan masa manfaat, pemodelan aset deteriorasi, dan memperkirakan biaya pemeliharaan, efektivitas dan permintaan perjalanan selama periode analisis. Selama kegiatan rehabilitasi dan konstruksi besar, sebagian besar LCCA hanya menggunakan biaya keterlambatan sebagai bagian dari biaya pengguna.

4. Life Cycle Cost Analysis – Integral Part of Road Network Management System (Jan Mikolaja, Lubos Remek)

Artikel ini membahas aspek ekonomi dari Sistem Manajemen Perkerasan Slowakia (PMS) - Sistem Manajemen Jaringan Jalan (RNMS). Efisiensi ekonomi adalah kriteria, yang memungkinkan kita untuk menciptakan output yang tajam seperti strategi untuk alokasi

dana terbatas antara bagian-bagian jalan tertentu, atau jumlah total dana yang diperlukan untuk melestarikan jaringan jalan dalam kondisi yang dapat diperbaiki. Pada prinsipnya, penilaian efisiensi ekonomi mengevaluasi dampak dari semua tindakan Pemeliharaan Perbaikan & Rehabilitasi (MR & R). Efek positif - peningkatan keadaan saat ini dari tindakan-tindakan ini harus membebani biaya konstruksi mereka. Efisiensi ekonomi dapat dievaluasi dengan beberapa metode, namun yang paling umum digunakan adalah Life-Cycle Cost Analysis (LCCA), yang mengevaluasi biaya berbagai varian tindakan MR & R.

Penerapan LCCA dan CBA memberi kami strategi alokasi dana dan pembuatan rencana spesifik lokasi untuk tindakan MR & R, yaitu rencana untuk memenuhi obyektif kinerja. Aplikasi ini membuktikan bahwa sumber daya dialokasikan ke ruas jalan yang memiliki permintaan perbaikan tertinggi, sehingga dana keuangan digunakan secara efektif. Dana yang disimpan pada gilirannya digunakan sebagai sumber daya tambahan untuk perbaikan lebih lanjut. Fakta penting lainnya adalah bahwa pendekatan sistematis ini meningkatkan disiplin subkontraktor perbaikan, yang digunakan oleh administrator jalan. Administrator jaringan jalan telah, melalui LCCA, sejumlah besar hasil, memungkinkan dia untuk mengoptimalkan kegiatannya; misalnya, garis tren kekasaran, resistensi skid atau kerusakan permukaan.

RNMS menyediakan serangkaian output lengkap untuk penilaian tingkat jaringan dan proyek. Secara khusus, penentuan prioritas pengeluaran dana yang dialokasikan untuk kebijakan MR & R dan pembuatan rencana spesifik lokasi untuk tindakan MR & R, yaitu rencana untuk memenuhi obyektif kinerja. Selain itu, beberapa output lainnya dihasilkan, misalnya data perkerasan perkerasan dan data terkait lalu lintas, data mengenai hasil evaluasi - indeks kondisi operasi perkerasan, IRI, teknologi MR & R yang dipilih, biaya mereka, beban lalu lintas dan tingkat pengembalian internal.

5. *Risk management at railroad grade crossings: proposal for a decision support system* (Christos Pyrgidis, Eleni Papacharitou, Alexandros Eleftheriadis)

Mengelola risiko kecelakaan di Railway Level Crossings (RLCs) telah menjadi isu penting bagi pengelola dan operator kereta api dan infrastruktur jalan raya. Istilah manajemen risiko RLC mencakup proses yang diikuti, cara yang digunakan dan langkah-langkah yang diambil untuk mencapai tujuan spesifik yang terkait dengan aspek keselamatan RLC. Peningkatan tingkat keselamatan dapat dicapai baik dengan mengurangi kemungkinan mengalami kecelakaan atau dengan mengurangi konsekuensi dari kecelakaan atau dengan kombinasi mereka. Peningkatan keselamatan adalah mahal, tetapi yang tidak sering diketahui adalah korelasinya dengan biaya yang diperlukan. Makalah ini menyajikan "alat" ilmiah untuk mengelola keamanan RLC. Sebuah metodologi dikembangkan untuk membantu manajer infrastruktur perkeretaapian untuk menentukan jenis dan ukuran intervensi yang harus dilakukan pada tingkat penyeberangan jaringan kereta api untuk meningkatkan keamanannya. Metodologi menggunakan indikator evaluasi konvensional dari efisiensi ekonomi dari investasi / proyek (NPV; IRR; cost / benefit ratio) sebagai kriteria untuk pengambilan keputusan; pada saat yang sama memungkinkan korelasi dari indikator-indikator ini untuk peningkatan tingkat keselamatan. Metodologi ini kemudian diterapkan pada RLC dengan karakteristik konstruksi dan operasional spesifik. Metodologi yang diusulkan dapat diterapkan di semua kategori insiden dan untuk berbagai penyebab dikenakan modifikasi yang tidak sesuai.

Dalam makalah ini, prosedur yang dikembangkan yang memungkinkan korelasi antara biaya yang diperlukan untuk penerapan langkah-langkah yang berhubungan dengan kecelakaan yang terjadi dalam RLC dan peningkatan tingkat keselamatan sebagai akibat dari pelaksanaannya. "Alat" ilmiah yang diusulkan dapat membantu manajer infrastruktur perkeretaapian untuk memutuskan jenis dan

ukuran intervensi yang harus dilakukan pada tingkat penyeberangan jaringan kereta api untuk meningkatkan keselamatannya. Peningkatan tingkat keselamatan dinyatakan secara kuantitatif, dengan penurunan indikator keselamatan yang dipilih.

Penerapan prosedur ini mensyaratkan hal-hal berikut:

- a. Definisi wilayah studi dan, khususnya, “tingkat” sistem kereta api yang untuknya kecelakaan dinilai (misalnya seluruh jaringan, koridor kereta api, bagian lintasan, konstituen sistem kereta api, dll).
- b. Pendekatan per kategori kecelakaan dan, untuk setiap kategori kecelakaan, per kecelakaan menyebabkan pada tingkat pertama setidaknya.
- c. Pemilihan indikator yang tepat dan penetapan nilai targetnya untuk diperoleh.
- d. Definisi jenis dan perluasan tindakan yang akan diambil dan terutama.
- e. Penilaian dampak penerapan intervensi terhadap istilah-istilah yang berbeda dari ekspresi matematikanya (misalnya pengurangan jumlah kematian).

Penelitian lebih lanjut harus mencakup:

- a. Pembuatan basis data termasuk semua kemungkinan kombinasi: Insiden di RLC - Kategori insiden di RLC - Penyebab tingkat pertama - Penyebab tingkat kedua - Peningkatan keselamatan / pengurangan konsekuensi - Efektivitas tindakan.
 - b. Pemilihan indikator yang tepat untuk setiap kategori insiden.
 - c. Perkiraan yang lebih akurat tentang keefektifan tindakan.
6. Analisa Ekonomi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Menggunakan Pile Slab Pada Ruas Jalan Babat – Bojonegoro (David Rachmat Prabowo)

Dalam Tugas Akhir ini Penulis membandingkan antara konstruksi perkerasan lentur dan konstruksi perkerasan dengan menggunakan pile slab dari segi analisis ekonomi. Studi yang dibahas antara lain

:Menghitung tebal lapisan perkerasan lentur, menghitung besar biaya yang dikeluarkan untuk perencanaan perkerasan lentur dan perencanaan perkerasan menggunakan pile slab, menghitung biaya perawatan berkala dan rutin (untuk perkerasan lentur), menghitung perawatan berkala (untuk perkerasan pile slab), menghitung total biaya konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan pile slab, menghitung BOK untuk kondisi eksisting, perkerasan lentur dan perkerasan menggunakan pile slab dengan menggunakan metode N.D.Lea, dan menganalisis kelayakan secara ekonomi dengan perhitungan B/C Ratio. Berdasarkan hasil perhitungan analisis ekonomi didapatkan kesimpulan, yaitu perkerasan menggunakan pile slab lah yang paling ekonomis jika digunakan pada ruas jalan Babat-Bojonegoro tersebut. Hal ini dikarenakan nilai perbandingan B/C ratio perkerasan pile slab lebih besar jika dibandingkan dengan perkerasan lentur.

7. Analisa Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan (Citto Pacama F, Ir. Hera Widyastuti, MT., PhD)

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisa lalu-lintas jalan tol Gempol – Pasuruan dan melakukan analisa kelayakan secara ekonomi dengan menggunakan cara Jasa Marga sebagai dasar analisa biaya operasional kendaraan (BOK). Data sekunder yang dilampirkan adalah data jumlah penduduk, PDRB, PDRB perkapita, dan data penunjang lainnya. Adapun analisa kelayakan secara ekonomi akan ditentukan berdasarkan nilai rasio antara penghematan BOK dan nilai waktu yang didapat dengan biaya pembuatan jalan. Sedangkan untuk analisa kelayakan secara finansial akan ditentukan berdasarkan nilai rasio antara income investor yang didapat dengan biaya pembuatan jalan tol.

Dalam Tugas Akhir ini nilai DS pada kondisi eksisting pada Tahun 2013 Segmen 1 = 0,635, Segmen 2 = 0,739, Segmen 3 = 0,631 < 1 belum mengalami kejenuhan, tetapi pada tahun yang akan datang jalan eksisting mengalami kejenuhan karena nilai $DS > 1$. Sedangkan nilai $BCR > 1$ dan $NPV > 0$ untuk analisa ekonomi, sedangkan nilai $BCR > 1$

dan $NPV > 0$ untuk analisa finansial dengan nilai $IRR > 6\%$ (tingkat suku bunga relevan). Sehingga pembangunan jalan tol dikatakan layak secara analisa ekonomi dan analisa finansial.

BAB III

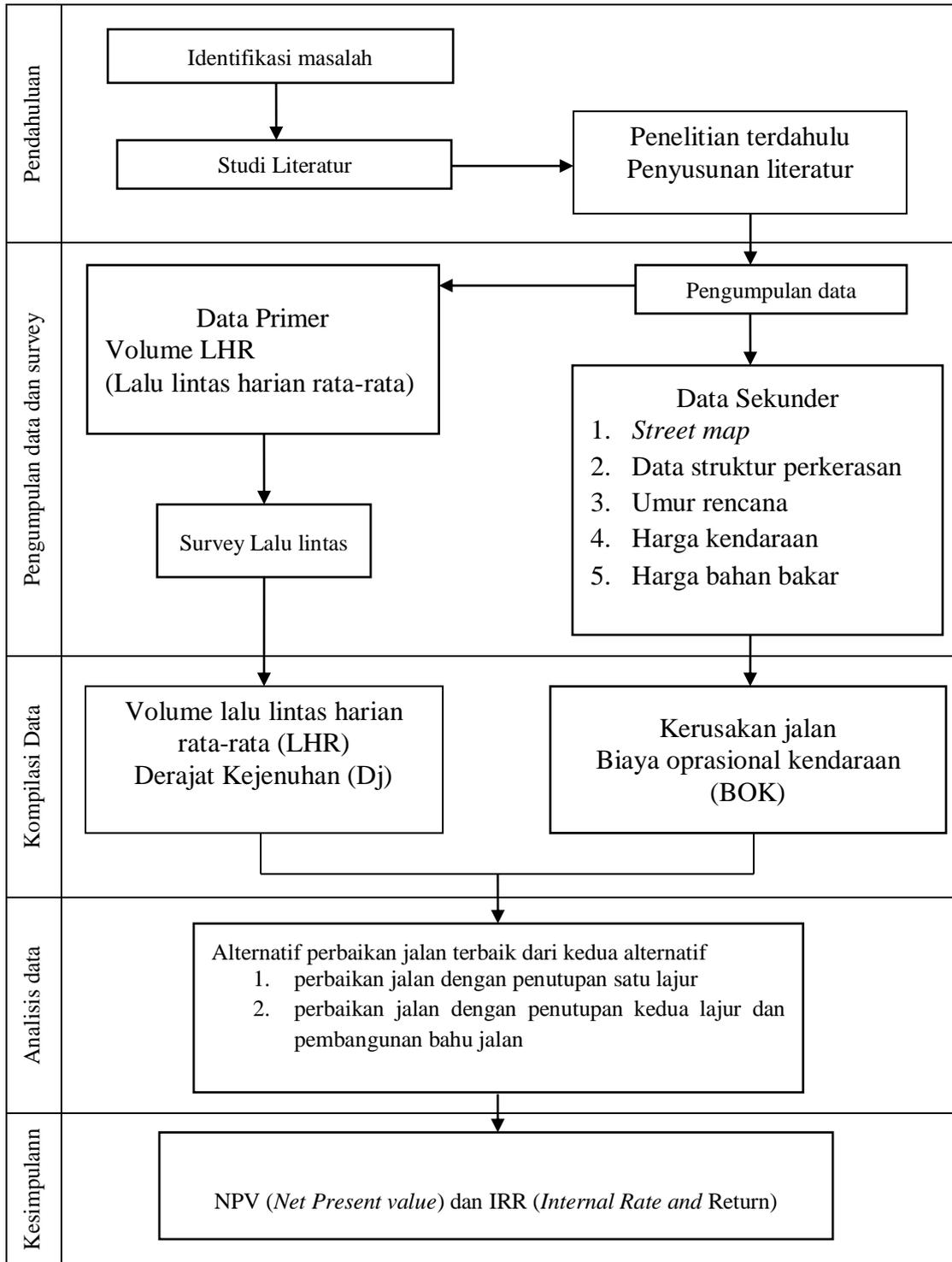
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode penelitian dapat diklasifikasikan berdasarkan tujuan dan tingkat kealamiah objek yang diteliti. Merujuk pada Sugiyono (2017) penelitian ini berdasarkan:

- a. Tujuannya merupakan penelitian terapan untuk mendapatkan informasi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah,
- b. Methodanya termasuk pada penelitian survey yaitu penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil, namun data yang diambil adalah data sampel yang diambil dari populasi tersebut, sehingga ditemukan kejadian-kejadian relatif, distribusi dan hubungan antar variable.
- c. Jenis data dan analisisnya merupakan analisis data deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan lebih jauh pola hubungan korelasi, keterkaitan antara dua atau lebih variabel yang diteliti, dan lebih menekankan analisisnya pada data angka yang diolah dengan metode statistik, pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey kuesioner, wawancara, observasi, dokumentasi.
- d. Tempat pelaksanaannya termasuk penelitian lapangan dimana penelitian yang dilakukan dalam kondisi yang sebenarnya.

Penelitian ini disusun dengan rancangan yang dijabarkan dalam langkah-langkah yang komprehensif. Adapun rancangan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1. Bagan alir penelitian

3.2. Pendahuluan

Pendahuluan atau survei pendahuluan merupakan survei dengan skala kecil yang dilakukan dengan tujuan, sebagai berikut :

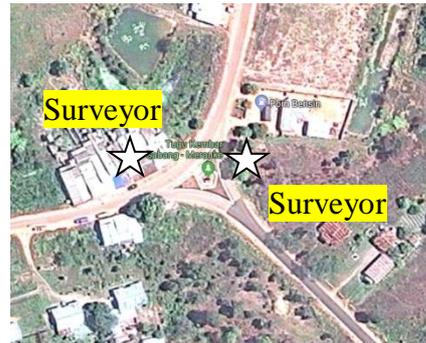
1. Mendapatkan gambaran awal penelitian
2. Menentukan lokasi survei volume lalu lintas
3. Selanjutnya dapat dilakukan langkah-langkah memadai guna melaksanakan pelaksanaan survei dengan skala besar.

3.3. Pengumpulan Data dan Survei

Pengumpulan data dan survei merupakan cara-cara yang dilakukan guna mendapatkan data, informasi atau keterangan yang diperlukan guna keperluan penyusunan dalam penelitian. Pengumpulan data dan survei sendiri merupakan cara pengambilan data untuk data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan melalui survei atau pengamatan di lapangan, data-data yang diperlukan adalah Volume lalu lintas. Data volume lalu lintas di gunakan untuk mencari data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan data derajat kejenuhan (Dj). Guna mendapatkan data volume lalu lintas dilakukan dengan melakukan survei pada dua titik pengamatan dengan peralatan yang digunakan adalah *hand counter* untuk mencatat jumlah kendaraan yang lewat baik itu sepeda motor, kendaraan ringan maupun kendaraan berat. Adapun dua titik pengamatan tersebut terdapat pada Kecamatan Sota dan Kecamatan Erambu.



(a). Kecamatan Erambu (a). Kecamatan Sota
Sumber: Google Maps (<https://www.google.co.id/maps>)

Gambar 3.2 Lokasi Survei Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas di lakukan pada hari Senin tanggal 15 Januari 2018 yang di mulai dari pukul 06:00 hingga pukul 18:00 WIT, survei volume lalu lintas dilakukan pada dua titik pengamatan yang terdapat pada Kecamatan Erambu dan Kecamatan Sota, setiap kecamatan terdapat empat surveyor yang mencatat jumlah kendaraan yang melewati jalan Trans Papua tersebut. Adapun hasil *hand counter* untuk pos Kecamatan Sota untuk arah lalu lintas Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rekapitulasi survei volume lalu lintas

WAKTU	SATUAN KENDARAAN						Total kend/Jam
	Kendaraan / 15 menit			Kendaraan/Jam			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	
6:00 - 6:15	0	0	2				
6:15 - 6:30	0	1	1				
6:30 - 6:45	0	0	4				
6:45 - 7:00	2	0	2	2	1	9	12
7:00 - 7:15	1	1	3	3	2	10	15
7:15 - 7:30	3	2	4	6	3	13	22
7:30 - 7:45	5	1	3	11	4	12	27
7:45 - 8:00	4	3	5	13	7	15	35
8:00 - 8:15	1	3	7	13	9	19	41
8:15 - 8:30	2	5	4	12	12	19	43
8:30 - 8:45	2	4	3	9	15	19	43
8:45 - 9:00	3	5	5	8	17	19	44
9:00 - 9:15	4	3	5	11	17	17	45
9:15 - 9:30	3	2	5	12	14	18	44
9:30 - 9:45	3	5	5	13	15	20	48
9:45 - 10:00	2	3	4	12	13	19	44
10:00 - 10:15	3	4	8	11	14	22	47
10:15 - 10:30	4	2	3	12	14	20	46
10:30 - 10:45	2	4	2	11	13	17	41
10:45 - 11:00	4	5	5	13	15	18	46
11:00 - 11:15	5	3	3	15	14	13	42
11:15 - 11:30	3	0	4	14	12	14	40
11:30 - 11:45	3	2	2	15	10	14	39
11:45 - 12:00	2	3	0	13	8	9	30
12:00 - 12:15	1	5	2	9	10	8	27
12:15 - 12:30	3	2	1	8	7	3	18
12:30 - 12:45	2	3	2	4	6	2	12
12:45 - 13:00	5	1	2	11	11	7	29
13:00 - 13:15	1	4	3	11	10	8	29
13:15 - 13:30	0	5	4	8	13	11	32
13:30 - 13:45	3	3	1	9	13	10	32
13:45 - 14:00	4	2	0	8	14	8	30
14:00 - 14:15	2	4	3	9	14	8	31
14:15 - 14:30	3	3	2	12	12	6	30
14:30 - 14:45	2	4	1	11	13	6	30
14:45 - 15:00	2	2	0	9	13	6	28
15:00 - 15:15	1	3	2	8	12	5	25
15:15 - 15:30	2	2	3	7	11	6	24
15:30 - 15:45	3	5	1	8	12	6	26
15:45 - 16:00	3	4	2	9	14	8	31
16:00 - 16:15	4	3	2	12	14	8	34
16:15 - 16:30	2	4	1	12	16	6	34
16:30 - 16:45	5	3	3	14	14	8	36
16:45 - 17:00	3	5	1	14	15	7	36
17:00 - 17:15	5	4	0	15	16	5	36
17:15 - 17:30	4	2	2	17	14	6	37
17:30 - 17:45	3	3	1	15	14	4	33
17:45 - 18:00	2	4	3	14	13	6	33

Rekapitulasi hasil *hand counter* untuk pos Kecamatan Sota untuk arah lalu lintas Kecamatan Muting – Kecamatan Merauke pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rekapitulasi survei volume lalu lintas

WAKTU	SATUAN KENDARAAN						Total kend/Jam
	Kendaraan / 15 menit			Kendaraan /Jam			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	
6:00 - 6:15	3	1	0				
6:15 - 6:30	1	0	1				
6:30 - 6:45	0	2	0				
6:45 - 7:00	1	1	0	5	4	1	10
7:00 - 7:15	2	0	0	4	3	1	8
7:15 - 7:30	2	1	2	5	4	2	11
7:30 - 7:45	1	1	2	6	3	4	13
7:45 - 8:00	1	2	1	6	4	5	15
8:00 - 8:15	2	1	0	6	5	5	16
8:15 - 8:30	1	3	1	5	7	4	16
8:30 - 8:45	2	2	2	6	8	4	18
8:45 - 9:00	2	3	1	7	9	4	20
9:00 - 9:15	1	3	1	6	11	5	22
9:15 - 9:30	2	2	0	7	10	4	21
9:30 - 9:45	2	2	0	7	10	2	19
9:45 - 10:00	2	1	3	7	8	4	19
10:00 - 10:15	3	5	1	9	10	4	23
10:15 - 10:30	2	2	2	9	10	6	25
10:30 - 10:45	3	2	4	10	10	10	30
10:45 - 11:00	4	2	0	12	11	7	30
11:00 - 11:15	3	6	2	12	12	8	32
11:15 - 11:30	2	2	1	12	12	7	31
11:30 - 11:45	4	5	2	13	15	5	33
11:45 - 12:00	3	4	3	12	17	8	37
12:00 - 12:15	2	4	1	11	15	7	33
12:15 - 12:30	3	2	2	12	15	8	35
12:30 - 12:45	4	2	2	12	12	8	32
12:45 - 13:00	3	6	4	12	14	9	35
13:00 - 13:15	2	6	2	12	16	10	38
13:15 - 13:30	2	3	0	11	17	8	36
13:30 - 13:45	5	4	2	12	19	8	39
13:45 - 14:00	2	2	4	11	15	8	34
14:00 - 14:15	4	2	2	13	11	8	32
14:15 - 14:30	2	5	1	13	13	9	35
14:30 - 14:45	3	3	2	11	12	9	32
14:45 - 15:00	2	4	0	11	14	5	30
15:00 - 15:15	3	3	1	10	15	4	29
15:15 - 15:30	3	2	2	11	12	5	28
15:30 - 15:45	3	4	2	11	13	5	29
15:45 - 16:00	5	2	1	14	11	6	31
16:00 - 16:15	3	6	1	14	14	6	34
16:15 - 16:30	2	4	1	13	16	5	34
16:30 - 16:45	4	1	2	14	13	5	32
16:45 - 17:00	2	3	0	11	14	4	29
17:00 - 17:15	3	3	2	11	11	5	27
17:15 - 17:30	4	5	3	13	12	7	32
17:30 - 17:45	4	2	2	13	13	7	33
17:45 - 18:00	4	3	1	15	13	8	36

Rekapitulasi hasil *hand counter* untuk pos Kecamatan Erambu untuk arah lalu lintas Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Rekapitulasi survei volume lalu lintas

WAKTU	SATUAN KENDARAAN						Total kend/Jam
	Kendaraan / 15 menit			Kendaraan /Jam			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	
6:00 - 6:15	0	0	1				
6:15 - 6:30	0	0	2				
6:30 - 6:45	0	1	0				
6:45 - 7:00	0	1	0	0	2	3	5
7:00 - 7:15	1	0	2	1	2	4	7
7:15 - 7:30	3	2	1	4	4	3	11
7:30 - 7:45	2	2	2	6	5	5	16
7:45 - 8:00	2	4	2	8	8	7	23
8:00 - 8:15	1	2	1	8	10	6	24
8:15 - 8:30	2	3	0	7	11	5	23
8:30 - 8:45	2	3	2	7	12	5	24
8:45 - 9:00	3	2	1	8	10	4	22
9:00 - 9:15	4	2	2	11	10	5	26
9:15 - 9:30	2	4	3	11	11	8	30
9:30 - 9:45	3	2	5	12	10	11	33
9:45 - 10:00	4	3	2	13	11	12	36
10:00 - 10:15	3	5	1	12	14	11	37
10:15 - 10:30	4	4	3	14	14	11	39
10:30 - 10:45	2	4	1	13	16	7	36
10:45 - 11:00	5	3	2	14	16	7	37
11:00 - 11:15	3	4	2	14	15	8	37
11:15 - 11:30	5	5	1	15	16	6	37
11:30 - 11:45	2	5	1	15	17	6	38
11:45 - 12:00	4	6	4	14	20	8	42
12:00 - 12:15	2	4	1	13	20	7	40
12:15 - 12:30	3	6	2	11	21	8	40
12:30 - 12:45	3	4	1	12	20	8	40
12:45 - 13:00	1	5	2	9	19	6	34
13:00 - 13:15	2	2	1	9	17	6	32
13:15 - 13:30	4	6	2	10	17	6	33
13:30 - 13:45	6	4	2	13	17	7	37
13:45 - 14:00	4	3	1	16	15	6	37
14:00 - 14:15	2	4	2	16	17	7	40
14:15 - 14:30	5	3	2	17	14	7	38
14:30 - 14:45	5	4	3	16	14	8	38
14:45 - 15:00	3	3	2	15	14	9	38
15:00 - 15:15	2	6	2	15	16	9	40
15:15 - 15:30	3	3	2	13	16	9	38
15:30 - 15:45	4	4	2	12	16	8	36
15:45 - 16:00	2	4	1	11	17	7	35
16:00 - 16:15	1	5	2	10	16	7	33
16:15 - 16:30	3	2	1	10	15	6	31
16:30 - 16:45	3	4	2	9	15	6	30
16:45 - 17:00	4	5	2	11	16	7	34
17:00 - 17:15	6	2	1	16	13	6	35
17:15 - 17:30	3	4	2	16	15	7	38
17:30 - 17:45	4	2	3	17	13	8	38
17:45 - 18:00	5	3	1	18	11	7	36

Rekapitulasi hasil *hand counter* untuk pos Kecamatan Erambu untuk arah lalu lintas Kecamatan Muting – Kecamatan Merauke pada tabel berikut.

Tabel 3.4 Rekapitulasi survei volume lalu lintas

WAKTU	SATUAN KENDARAAN						Total kend/Jam
	Kendaraan / 15 menit			Kendaraan /Jam			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	
6:00 - 6:15	0	2	0				
6:15 - 6:30	0	1	0				
6:30 - 6:45	1	0	1				
6:45 - 7:00	0	2	2	1	5	3	9
7:00 - 7:15	2	1	1	3	4	4	11
7:15 - 7:30	1	3	1	4	6	5	15
7:30 - 7:45	2	0	0	5	6	4	15
7:45 - 8:00	2	2	0	7	6	2	15
8:00 - 8:15	2	1	3	7	6	4	17
8:15 - 8:30	3	5	1	9	8	4	21
8:30 - 8:45	2	2	2	9	10	6	25
8:45 - 9:00	3	2	4	10	10	10	30
9:00 - 9:15	1	2	2	9	11	9	29
9:15 - 9:30	3	4	2	9	10	10	29
9:30 - 9:45	2	2	1	9	10	9	28
9:45 - 10:00	1	5	2	7	13	7	27
10:00 - 10:15	3	4	3	9	15	8	32
10:15 - 10:30	2	4	1	8	15	7	30
10:30 - 10:45	3	2	2	9	15	8	32
10:45 - 11:00	4	2	2	12	12	8	32
11:00 - 11:15	3	6	4	12	14	9	35
11:15 - 11:30	2	6	2	12	16	10	38
11:30 - 11:45	1	3	0	10	17	8	35
11:45 - 12:00	0	4	2	6	19	8	33
12:00 - 12:15	2	2	4	5	15	8	28
12:15 - 12:30	1	2	2	4	11	8	23
12:30 - 12:45	2	5	1	5	13	9	27
12:45 - 13:00	1	3	2	6	12	9	27
13:00 - 13:15	2	2	0	6	12	5	23
13:15 - 13:30	1	3	1	6	13	4	23
13:30 - 13:45	3	2	2	7	10	5	22
13:45 - 14:00	3	5	2	9	12	5	26
14:00 - 14:15	4	2	1	11	12	6	29
14:15 - 14:30	3	6	1	13	15	6	34
14:30 - 14:45	2	4	1	12	17	5	34
14:45 - 15:00	4	1	2	13	13	5	31
15:00 - 15:15	2	3	0	11	14	4	29
15:15 - 15:30	3	3	2	11	11	5	27
15:30 - 15:45	4	5	3	13	12	7	32
15:45 - 16:00	2	2	2	11	13	7	31
16:00 - 16:15	2	3	1	11	13	8	32
16:15 - 16:30	1	2	2	9	12	8	29
16:30 - 16:45	2	1	2	7	8	7	22
16:45 - 17:00	2	2	2	7	8	7	22
17:00 - 17:15	3	2	1	8	7	7	22
17:15 - 17:30	2	4	1	9	9	6	24
17:30 - 17:45	3	2	4	10	10	8	28
17:45 - 18:00	1	2	2	9	10	8	27

3.3.2 Data Sekunder

Data yang diperoleh dari instansi yang terkait, dalam hal ini adalah Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Papua, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Wilayah Papua, Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Kabupaten Merauke dan lain-lain. Data-data yang diperlukan adalah :

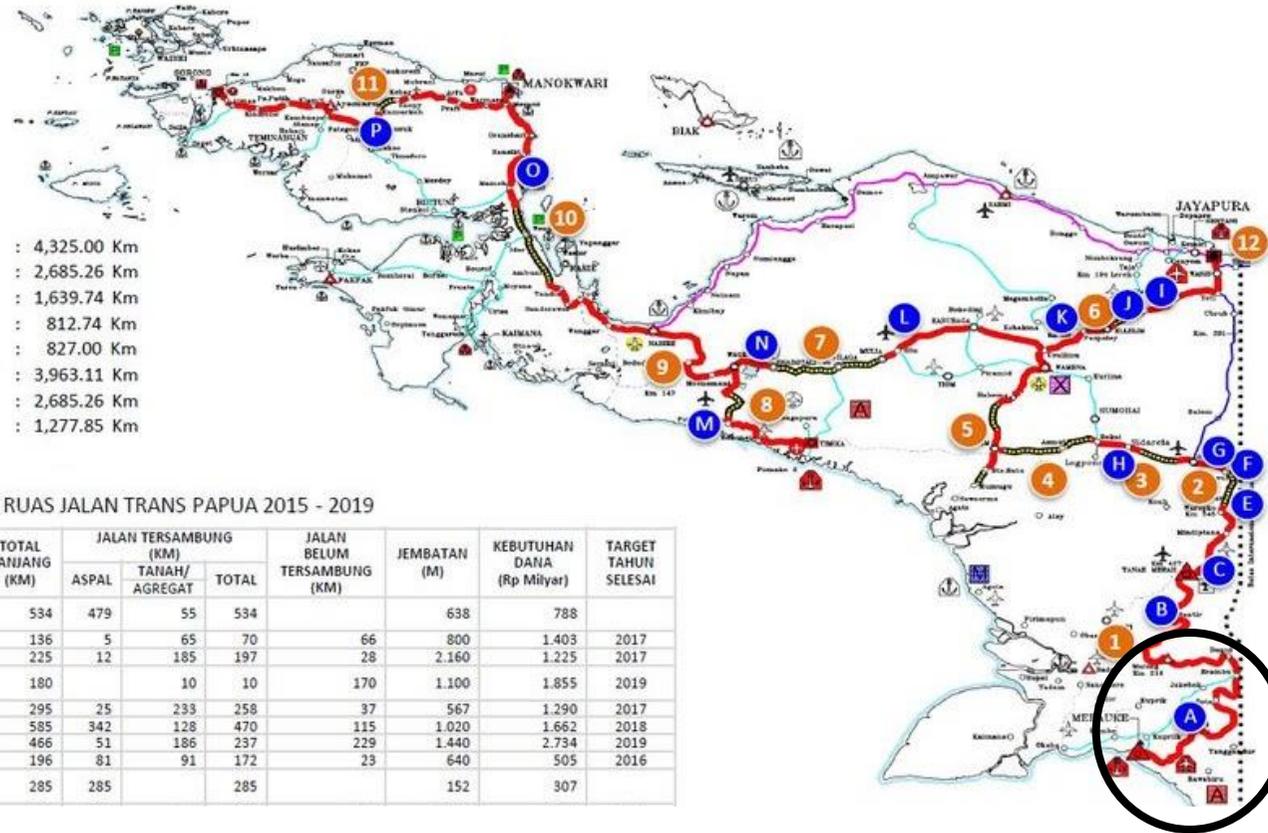
1. *Street map* Trans Papua.

Data *street map* Jalan Trans Papua secara keseluruhan diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Wilayah Papua, adapun *street map* Trans Papua pada gambar 3.3. Dimana, lokasi penelitian hanya sepanjang jalan Trans Papua ruas jalan Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting sepanjang 273,91 km.

PETA PENANGANAN TRANS PAPUA

TRANS PAPUA

Panjang Jalan Trans : 4,325.00 Km
 (1) Jalan Nasional (Fungsional) : 2,685.26 Km
 (2) Jalan Non Nasional : 1,639.74 Km
 a. Fungsional : 812.74 Km
 b. Hutan : 827.00 Km
 Panjang Jalan Nasional : 3,963.11 Km
 (1) Di Dalam Trans : 2,685.26 Km
 (2) Di Luar Trans : 1,277.85 Km



RENCANA PROGRAM PENANGANAN RUAS JALAN TRANS PAPUA 2015 - 2019

NO	RUAS JALAN	TOTAL PANJANG (KM)	JALAN TERSAMBUNG (KM)			JALAN BELUM TERSAMBUNG (KM)	JEMBATAN (M)	KEBUTUHAN DANA (Rp Milyar)	TARGET TAHUN SELESAI
			ASPAL	TANAH/AGREGAT	TOTAL				
1	Merauke-Tanah Merah-Waropko	534	479	55	534		638	788	
2	Waropko-Oksibil	136	5	65	70	66	800	1.403	2017
3	Dekai-Oksibil	225	12	185	197	28	2.160	1.225	2017
4	Kenyam-Dekai	180		10	10	170	1.100	1.855	2019
5	Wamena-Habema-Kenyam-Mamugu	295	25	233	258	37	567	1.290	2017
6	Wamena-Elelim-Jayapura	585	342	128	470	115	1.020	1.662	2018
7	Wamena-Muia-Ilaga-Enarotali	466	51	186	237	229	1.440	2.734	2019
8	Wageta-Timika	196	81	91	172	23	640	505	2016
9	Enarotali-Wagete-Nabire	285	285		285		152	307	

Gambar 3.3 Street map Trans Papua

Sumber : Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Wilayah Papua

2. Data jumlah penduduk

Data jumlah penduduk menurut Situs Resmi Badan Pusat Statistik Kabupaten Merauke yang di perbaharui pada 29 Maret 2016, untuk Distrik Merauke adalah sebesar 95.562 jiwa, untuk Distrik Sota adalah sebesar 2.009 jiwa dan untuk Distrik Muting adalah sebesar 5.469 jiwa.

3. Data geometri jalan

Analisis kinerja ruas jalan memerlukan berbagai data yang diperoleh dari hasil *survey* maupun data-data yang diperoleh dari Instansi terkait. Data-data ini kemudian diolah sesuai dengan hasil yang ingin dicapai. Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel merupakan jalan nasional yang berada pada wilayah II Propinsi Papua (Merauke). Dimana jalan tersebut merupakan penghubung antara Kabupaten Merauke dan Kabupaten pemekaran Boven Digoel serta kampong transmigrasi lainnya. Hal ini membuat ruas Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel menjadi satu-satunya akses penghubung darat.

Data geometri jalan merupakan data tentang kondisi geometri dari segmen yang diteliti dan mewakili karakteristik segmen jalan. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan visual secara langsung dilapangan, diperoleh bahwa lebar jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah 5 meter dengan 2 lajur dimana masing-masing lajur memiliki lebar yang sama yaitu 2,5 meter . Jalan Trans Papua memiliki bahu jalan dengan lebar yang sama yaitu masing masing 1 meter. Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel merupakan jalan 2/2 UD yang menghubungkan antara pusat Kabupaten Merauke dengan pusat Kabupaten Boven Digoel. Keterangan mengenai data geometri jalan dapat dilihat pada tabel 3.5.

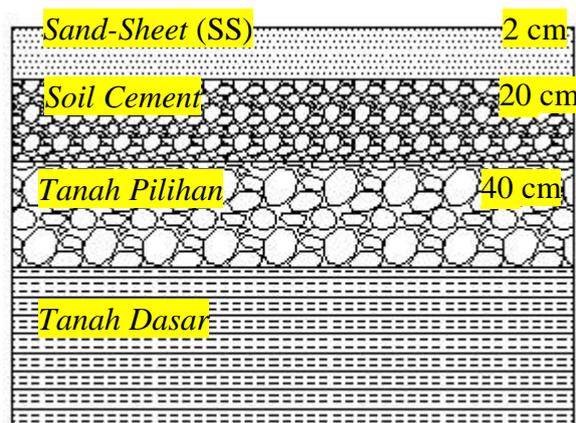
Tabel 3.5. Data Geometri Jalan

Tipe Jalan	Kelas Jalan	Lebar Perkerasan	Lebar Bahu
2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD)	Jalan Nasional	5 meter	1 meter

Sedangkan, Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel pada ruas jalan Merauke – Sota – Erambu – Bupul – Muting yang merupakan daerah perkebunan atau daerah belum berkembang memiliki hambatan samping rendah (VL).

4. Data struktur perkerasan jalan.

Pada ruas jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan studi kasus Distrik Merauke – Distrik Muting merupakan Jalan Nasional dengan struktur perkerasan jalan lentur dengan permukaan eksisting awal lapis tipis aspal pasir (latasir) atau *Sand-sheet (SS)* dengan tebal 2 cm. Latasir sendiri merupakan lapis penutup permukaan perkerasan yang terdiri atas agregat halus atau pasir atau campuran keduanya, dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu.



Gambar 3.4. Struktur Perkerasan Jalan

5. Data kerusakan jalan

Sumber : Google (dwikusumadpu.wordpress.com)

Ruas Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan studi kasus Distrik Merauke – Distrik Muting dengan panjang segmen 273.91 km, dengan konstruksi perkerasan jalan lentur. Pada awal tahun 2018 ruas

Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan studi kasus Distrik Merauke – Distrik Muting terdapat kerusakan jalan ringan seperti retak kulit buaya (*alligator crack*), retak tepi (*edge crack*), retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*), distorasi (*distortion*), penurunan pada bekas penanaman (*utility cut depression*) dan cacat permukaan (*disintegration*). Kerusakan jalan pada ruas Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel terdapat pada beberapa segmen, selengkapnya pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Kerusakan Jalan

Ruas Jalan	Panjang Jalan (Km)	KM	Panjang Kerusakan Jalan	Jenis Kerusakan
Batas Kota Merauke - KM 40	37.70	5+500 - 8+700	3.20	Pelepasan butir (<i>ravelling</i>)
		8+100 - 21+800	3.70	Cacat permukaan (lubang)
		23+600 - 24+700	1.10	Amblas (<i>grade depression</i>)
		27+300 - 27+700	0.40	Retak tepi
		31+400 - 32+300	0.90	Retak refleksi (<i>reflection cracks</i>)
KM 40 - Sota	38.30	70+100 - 71+100	1.00	Cacat permukaan (lubang)
Sota - Erambu - Bupul	110.7	84+900 - 86+600	1.70	Pelepasan butir (<i>ravelling</i>)
		92+800 - 93+100	0.30	Retak tepi
		108+500 - 109+900	1.40	Retak refleksi (<i>reflection cracks</i>)
		111+100 - 116+200	5.10	Cacat permukaan (lubang)
		117+300 - 119+000	1.70	Retak sambungan bahu dan perkerasan
		120+800 - 121+300	0.50	Retak refleksi (<i>reflection cracks</i>)
		138+200 - 139+000	0.80	Retak kulit buaya (<i>alligator cracks</i>)
		147+300 - 147+900	0.60	Retak refleksi (<i>reflection cracks</i>)
		150+000 - 154+100	4.10	Pelepasan butir (<i>ravelling</i>)
		155+100 - 156+100	0.90	Cacat permukaan (lubang)
		158+400 - 159+300	0.90	Retak sambungan bahu dan perkerasan
		165+700 - 172+200	6.50	Cacat permukaan (lubang)
Bupul - Muting	37.88	191+000 - 191+300	0.30	Retak tepi
		192+900 - 193+300	0.40	Retak tepi
		196+900 - 201+00	4.10	Cacat permukaan (lubang)
		193+300 - 196+900	3.60	Pelepasan butir (<i>ravelling</i>)

6. Umur rencana.

Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat strktural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non strktural yang berfungsi sebagai lapis aus. Pada jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel memiliki umur rencana selama 5 tahun.

7. Harga kendaraan dan bahan bakar.

Harga kendaraan dan bahan bakar diperlukan untuk menghitung biaya operasional kendaraan (BOK). Jenis kendaraan sendiri ditentukan dari hasil *hand counter* volume lalu lintas. Biaya operasional kendaraan (BOK) sendiri didefinisikan sebagai biaya yang secara ekonomi terjadi dengan diopersikannya satu kendaraan pada kondisi normal untuk suatu tujuan tertentu.

3.4. Analisa Data dan Kesimpulan

Analisa data adalah upaya atau cara untuk mengelola data menjadi informasi, sehingga karakteristik data tersebut bisa dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan, terutama masalah yang berkaitan dengan penelitian. Atau mengubah data hasil penelitian menjadi informasi yang nantinya bisa dipergunakan dalam mengambil kesimpulan.

Pada penelitian ini data yang di analisa adalah data untuk menentukan alternatif perbaikan jalan yang terlayak secara ekonomi dari kedua jenis alternatif perbaikan jalan. Alternatif perbaikan pertama yaitu dengan menggunakan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan rentan pagi dan siang dan Alternatif perbaikan kedua yaitu dengan menggunakan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan dengan pembangunan bahu jalan atau pembuatan jalan darurat.

Data hasil penelitian tersebut kemudian di analisa menggunakan metode NPV (*Net Present Value*) dan IRR (*Internal Rate and Return*) agar mendapatkan alternatif perbaikan jalan yang terlayak secara ekonomi. Tahapan – tahapan yang diperlukan untuk mendapatkan alternatif terlayak secara ekonomis untuk perbaikan jalan Trans Papua, adalah :

1. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas dicari dengan melakukan *hand counting* sehingga kemudian mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang kemudian di gunakan untuk mengetahui nilai dari derajat kejenuhan (Dj).

2. Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan didapat dari volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan nilai kapasitas jalan yang diperoleh dari data geometri jalan. Nilai

derajat kejenuhan sendiri merupakan perbandingan antara nilai volume lalu lintas harian rata-rata (Q) dengan kapasitas jalan (C).

3. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya operasional kendaraan (BOK) untuk data jenis atau tipe kendaraan diperoleh dari data *hand counting*, yang kemudian di data tersebut di kalikan dengan tabel faktor konsumsi yang ada.

4. NPV (*Net Present Value*) dan IRR (*Internal Rate and Return*)

Hasil keseluruhan dari data-data diatas kemudian dicari alternatif perbaikan jalan yang terlayak secara ekonomis menggunakan metode NPV (*Net Present Value*) dan IRR (*Internal Rate and Return*).

Net Present Value (NPV) sendiri merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini. Sedangkan, *Internal Rate and Return* (IRR) merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Apakah investasi dilaksanakan atau tidak.

Halaman sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISA DATA

Pada bab IV ini akan menyajikan analisis data yang terdiri dari volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), derajat kejenuhan (DS), kerugian akibat kerusakan jalan, serta biaya operasional kendaraan (BOK). Untuk selanjutnya dilakukan analisa data guna mengetahui *net present value* (NPV) dan *internal rate return* (IRR) yang terbaik dari *alternative 1* dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan rentan waktu pagi dan siang (satu hari) dan *alternative 2* dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan.

4.1. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Data pencacahan volume lalu lintas adalah informasi yang diperlukan untuk fase perencanaan, desain, manajemen sampai pengoperasian jalan (Sukirman 1999).

Menurut Sukirman (1999), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. Berikut adalah data-data yang dibutuhkan untuk mencari besarnya nilai Volume lalu lintas (Q) dan kapasitas jalan (C) yang selanjutnya akan di gunakan untuk mengetahui nilai Derajat kejenuhan (Dj) pada jalan Trans Papua untuk ruas jalan Kabupaten Merauke – Kabupaten Muting.

4.1.1 Data Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) digunakan untuk mencari total volume lalu lintas dan derajat kejenuhan. Survei volume lalu lintas dilakukan pada Hari Senin Tanggal 15 Januari 2018 selama 12 jam dan dilakukan pada 2 lokasi penelitian, lokasi penelitian tersebut terdapat di Distrik Sota dan Distrik Erambu. Data kemudian dikelompokkan dengan rentang waktu setiap 15 menit untuk masing-masing jenis kendaraan. Selama 12 jam pelaksanaan survei yaitu

mulai dari pukul 06.00 WIT sampai pukul 18.00 WIT untuk Jalan Trans Papua ruas jalan Merauke - Sota – Erambu – Bupul – Muting pada pos Sota dilewati oleh 594 kendaraan dengan klasifikasi sepeda motor sebanyak 197 kendaraan, kendaraan ringan 197 kendaraan dan kendaraan berat sebanyak 200 kendaraan, dengan jam puncak pada pukul 15:15 – 16:15. Sedangkan untuk Jalan Trans Papua ruas jalan Merauke - Sota – Erambu – Bupul – Muting pada pos Erambu dilewati oleh 542 kendaraan dengan klasifikasi sepeda motor sebanyak 166 kendaraan, kendaraan ringan 181 kendaraan dan kendaraan berat sebanyak 195 kendaraan, dengan jam puncak pada pukul 11:45 – 12:45. Data volume lalu lintas hasil survei untuk pos Sota selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3 dan data volume lalu lintas hasil survei untuk pos Erambu selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Survei Volume Lalu Lintas Trans Papua

Jalan : Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel

Pos pengamatan : Distrik Sota

Hari/tanggal : Senin, 15 Januari 2018

skr		
LV	HV	MC
1	1.3	0.2

WAKTU	SATUAN KENDARAAN						Total kend/Jam	SATUAN MOBIL PENUMPANG						Total smp/Ja m	
	Kendaraan / 15 menit			Kendaraan/Jam				smp / 15 menit			smp /Jam				
	LV	HV	MC	LV	HV	MC		LV	HV	MC	LV	HV	MC		
6:00 - 6:15	3	1	2					3	1.3	0.4					
6:15 - 6:30	1	1	2					1	1.3	0.4					
6:30 - 6:45	0	2	4					0	2.6	0.8					
6:45 - 7:00	3	1	2	7	5	10	22	3	1.3	0.4	7	6.5	2	15.5	
7:00 - 7:15	3	1	3	7	5	11	23	3	1.3	0.6	7	6.5	2.2	15.7	
7:15 - 7:30	5	3	6	11	7	15	33	5	3.9	1.2	11	9.1	3	23.1	
7:30 - 7:45	3	2	5	14	7	16	37	3	2.6	1	14	9.1	3.2	26.3	
7:45 - 8:00	5	5	6	16	11	20	47	5	6.5	1.2	16	14.3	4	34.3	
8:00 - 8:15	3	4	7	16	14	24	54	3	5.2	1.4	16	18.2	4.8	39	
8:15 - 8:30	3	4	5	14	15	23	52	3	5.2	1	14	19.5	4.6	38.1	
8:30 - 8:45	2	3	5	13	16	23	52	2	3.9	1	13	20.8	4.6	38.4	
8:45 - 9:00	5	4	6	13	15	23	51	5	5.2	1.2	13	19.5	4.6	37.1	
9:00 - 9:15	5	3	6	15	14	22	51	5	3.9	1.2	15	18.2	4.4	37.6	
9:15 - 9:30	5	4	5	17	14	22	53	5	5.2	1	17	18.2	4.4	39.6	
9:30 - 9:45	5	7	5	20	18	22	60	5	9.1	1	20	23.4	4.4	47.8	
9:45 - 10:00	2	4	7	17	18	23	58	2	5.2	1.4	17	23.4	4.6	45	
10:00 - 10:15	3	3	6	15	18	23	56	3	3.9	1.2	15	23.4	4.6	43	
10:15 - 10:30	3	4	5	13	18	23	54	3	5.2	1	13	23.4	4.6	41	
10:30 - 10:45	5	3	6	13	14	24	51	5	3.9	1.2	13	18.2	4.8	36	
10:45 - 11:00	4	7	5	15	17	22	54	4	9.1	1	15	22.1	4.4	41.5	
11:00 - 11:15	4	6	5	16	20	21	57	4	7.8	1	16	26	4.2	46.2	
11:15 - 11:30	5	2	5	18	18	21	57	5	2.6	1	18	23.4	4.2	45.6	
11:30 - 11:45	5	4	4	18	19	19	56	5	5.2	0.8	18	24.7	3.8	46.5	
11:45 - 12:00	5	4	3	19	16	17	52	5	5.2	0.6	19	20.8	3.4	43.2	
12:00 - 12:15	3	3	3	18	13	15	46	3	3.9	0.6	18	16.9	3	37.9	

12:15	-	12:30	6	4	3	16	12	10	38	6	5.2	0.6	19	19.5	2.6	41.1
12:30	-	12:45	6	5	4	11	9	7	27	6	6.5	0.8	20	20.8	2.6	43.4
12:45	-	13:00	4	7	6	19	19	16	54	4	9.1	1.2	19	24.7	3.2	46.9
13:00	-	13:15	3	5	5	19	21	18	58	3	6.5	1	19	27.3	3.6	49.9
13:15	-	13:30	2	4	4	15	21	19	55	2	5.2	0.8	15	27.3	3.8	46.1
13:30	-	13:45	4	7	3	13	23	18	54	4	9.1	0.6	13	29.9	3.6	46.5
13:45	-	14:00	6	4	4	15	20	16	51	6	5.2	0.8	15	26	3.2	44.2
14:00	-	14:15	6	6	5	18	21	16	55	6	7.8	1	18	27.3	3.2	48.5
14:15	-	14:30	5	4	3	21	21	15	57	5	5.2	0.6	21	27.3	3	51.3
14:30	-	14:45	5	7	3	22	21	15	58	5	9.1	0.6	22	27.3	3	52.3
14:45	-	15:00	4	6	0	20	23	11	54	4	7.8	0	20	29.9	2.2	52.1
15:00	-	15:15	4	6	3	18	23	9	50	4	7.8	0.6	18	29.9	1.8	49.7
15:15	-	15:30	5	4	5	18	23	11	52	5	5.2	1	18	29.9	2.2	50.1
15:30	-	15:45	6	6	3	19	22	11	52	6	7.8	0.6	19	28.6	2.2	49.8
15:45	-	16:00	4	6	3	19	22	14	55	4	7.8	0.6	19	28.6	2.8	50.4
16:00	-	16:15	7	6	3	22	22	14	58	7	7.8	0.6	22	28.6	2.8	53.4
16:15	-	16:30	4	4	2	21	22	11	54	4	5.2	0.4	21	28.6	2.2	51.8
16:30	-	16:45	6	4	5	21	20	13	54	6	5.2	1	21	26	2.6	49.6
16:45	-	17:00	5	4	1	22	18	11	51	5	5.2	0.2	22	23.4	2.2	47.6
17:00	-	17:15	4	4	2	19	16	10	45	4	5.2	0.4	19	20.8	2	41.8
17:15	-	17:30	4	3	5	19	15	13	47	4	3.9	1	19	19.5	2.6	41.1
17:30	-	17:45	4	5	3	17	16	11	44	4	6.5	0.6	17	20.8	2.2	40
17:45	-	18:00	3	4	4	15	16	14	45	3	5.2	0.8	15	20.8	2.8	38.6

Tabel 4.2. Rekapitulasi Survei Volume Lalu Lintas Trans Papua

Jalan : Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel

Pos pengamatan : Distrik Erambu

Hari/tanggal : Senin, 15 Januari 2018

skr		
LV	HV	MC
1	1.3	0.2

WAKTU	SATUAN KENDARAAN						Total kend/Jam	SATUAN MOBIL PENUMPANG						Total smp/Jam
	Kendaraan / 15 menit			Kendaraan /Jam				smp / 15 menit			smp /Jam			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC		LV	HV	MC	LV	HV	MC	
6:00 - 6:15	0	2	1					0	2.6	0.2				
6:15 - 6:30	0	1	2					0	1.3	0.4				
6:30 - 6:45	1	1	1					1	1.3	0.2				
6:45 - 7:00	0	3	2	1	7	6	14	0	3.9	0.4	1	9.1	1.2	11.3
7:00 - 7:15	3	1	3	4	6	8	18	3	1.3	0.6	4	7.8	1.6	13.4
7:15 - 7:30	2	5	2	6	10	8	24	2	6.5	0.4	6	13	1.6	20.6
7:30 - 7:45	2	2	2	7	11	9	27	2	2.6	0.4	7	14.3	1.8	23.1
7:45 - 8:00	2	6	2	9	14	9	32	2	7.8	0.4	9	18.2	1.8	29
8:00 - 8:15	3	3	4	9	16	10	35	3	3.9	0.8	9	20.8	2	31.8
8:15 - 8:30	5	4	1	12	15	9	36	5	5.2	0.2	12	19.5	1.8	33.3
8:30 - 8:45	4	5	4	14	18	11	43	4	6.5	0.8	14	23.4	2.2	39.6
8:45 - 9:00	3	2	5	15	14	14	43	3	2.6	1	15	18.2	2.8	36
9:00 - 9:15	5	2	4	17	13	14	44	5	2.6	0.8	17	16.9	2.8	36.7
9:15 - 9:30	5	4	5	17	13	18	48	5	5.2	1	17	16.9	3.6	37.5
9:30 - 9:45	5	2	6	18	10	20	48	5	2.6	1.2	18	13	4	35
9:45 - 10:00	5	4	4	20	12	19	51	5	5.2	0.8	20	15.6	3.8	39.4
10:00 - 10:15	3	6	4	18	16	19	53	3	7.8	0.8	18	20.8	3.8	42.6
10:15 - 10:30	3	4	4	16	16	18	50	3	5.2	0.8	16	20.8	3.6	40.4
10:30 - 10:45	5	3	3	16	17	15	48	5	3.9	0.6	16	22.1	3	41.1
10:45 - 11:00	6	5	4	17	18	15	50	6	6.5	0.8	17	23.4	3	43.4
11:00 - 11:15	3	5	6	17	17	17	51	3	6.5	1.2	17	22.1	3.4	42.5
11:15 - 11:30	7	4	7	21	17	20	58	7	5.2	1.4	21	22.1	4	47.1
11:30 - 11:45	3	4	1	19	18	18	55	3	5.2	0.2	19	23.4	3.6	46

11:45	-	12:00	4	5	6	17	18	20	55	4	6.5	1.2	17	23.4	4	44.4
12:00	-	12:15	7	6	5	21	19	19	59	7	7.8	1	21	24.7	3.8	49.5
12:15	-	12:30	4	4	4	18	19	16	53	4	5.2	0.8	18	24.7	3.2	45.9
12:30	-	12:45	5	6	2	20	21	17	58	5	7.8	0.4	20	27.3	3.4	50.7
12:45	-	13:00	2	4	4	18	20	15	53	2	5.2	0.8	18	26	3	47
13:00	-	13:15	4	4	1	15	18	11	44	4	5.2	0.2	15	23.4	2.2	40.6
13:15	-	13:30	5	6	3	16	20	10	46	5	7.8	0.6	16	26	2	44
13:30	-	13:45	6	6	4	17	20	12	49	6	7.8	0.8	17	26	2.4	45.4
13:45	-	14:00	5	4	3	20	20	11	51	5	5.2	0.6	20	26	2.2	48.2
14:00	-	14:15	3	3	3	19	19	13	51	3	3.9	0.6	19	24.7	2.6	46.3
14:15	-	14:30	4	6	3	18	19	13	50	4	7.8	0.6	18	24.7	2.6	45.3
14:30	-	14:45	7	4	4	19	17	13	49	7	5.2	0.8	19	22.1	2.6	43.7
14:45	-	15:00	7	4	4	21	17	14	52	7	5.2	0.8	21	22.1	2.8	45.9
15:00	-	15:15	4	3	2	22	17	13	52	4	3.9	0.4	22	22.1	2.6	46.7
15:15	-	15:30	3	3	4	21	14	14	49	3	3.9	0.8	21	18.2	2.8	42
15:30	-	15:45	4	6	5	18	16	15	49	4	7.8	1	18	20.8	3	41.8
15:45	-	16:00	4	6	3	15	18	14	47	4	7.8	0.6	15	23.4	2.8	41.2
16:00	-	16:15	3	4	3	14	19	15	48	3	5.2	0.6	14	24.7	3	41.7
16:15	-	16:30	4	4	3	15	20	14	49	4	5.2	0.6	15	26	2.8	43.8
16:30	-	16:45	5	5	4	16	19	13	48	5	6.5	0.8	16	24.7	2.6	43.3
16:45	-	17:00	3	7	4	15	20	14	49	3	9.1	0.8	15	26	2.8	43.8
17:00	-	17:15	3	4	2	15	20	13	48	3	5.2	0.4	15	26	2.6	43.6
17:15	-	17:30	3	4	3	14	20	13	47	3	5.2	0.6	14	26	2.6	42.6
17:30	-	17:45	4	4	7	13	19	16	48	4	5.2	1.4	13	24.7	3.2	40.9
17:45	-	18:00	3	5	3	13	17	15	45	3	6.5	0.6	13	22.1	3	38.1

4.1.2. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Satuan volume lalu lintas yang biasa digunakan adalah lalu lintas harian rata-rata (LHR). Lalu lintas harian rata-rata (LHR) merupakan volume lalu lintas rata-rata dalam satuan hari, untuk mengetahui lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan melakukan survei secara manual pada tempat-tempat yang dianggap perlu. Setelah itu dilakukan perhitungan secara matematis dengan berikut:

1. Volume lalu lintas pos Sota

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC}$$

$$Q = 22 + (28.6 \times 1.2) + (2.8 \times 0.8)$$

$$Q = 58.56 \text{ smp/jam}$$

2. Volume lalu lintas pada pos Erambu

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC}$$

$$Q = 20 + (27.3 \times 1.2) + (3.4 \times 0.8)$$

$$Q = 55.48 \text{ smp/jam}$$

Hasil perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk pos Kecamatan Sota didapat sebesar 58.56 smp/jam dan untuk pos Kecamatan Erambu didapat sebesar 55.48 smp/jam. Setelah didapat hasil perhitungan lalu lintas harian rata-rata, selanjutnya dilakukan perhitungan Derajat kejenuhan (D_j) untuk mengetahui apakah jalan Trans Papua ruas Jalan Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel mempunyai masalah pada kapasitas jalannya atau tidak.

4.2. Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat kejenuhan merupakan faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan (D_j) menunjukkan sebuah segmen jalan tersebut apakah mempunyai masalah pada kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan (D_j) sendiri merupakan perbandingan antara total volume lalu lintas (Q) dengan kapasitas jalan (C). Secara teoritis besarnya derajat kejenuhan tidak boleh lebih dari 1, artinya jika nilai tersebut

mendekati 1 maka kondisi jalan tersebut sudah mendekati jenuh. Secara matematis, derajat kejenuhan (D_J) dapat dicari dengan rumusan berikut:

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

Setelah mendapatkan nilai total volume lalu lintas (Q), selanjutnya menghitung nilai kapasitas jalan (C) dengan rumus :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{PA} \times FC_{HS}$$

Dimana :

C = Kapasitas jalan (skr/jam)

C_o = Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

Didapat nilai kapasitas jalan untuk pos Sota dan pos Erambu sebesar :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{PA} \times FC_{HS}$$

$$C = 3100 \times 0.69 \times 0.95$$

$$C = 2032.05 \text{ skr/jam}$$

Selanjutnya, setelah nilai total volume lalu lintas (Q) dan nilai kapasitas jalan (C) didapatkan, barulah dapat dilakukan perhitungan derajat kejenuhan (D_J) sebagai berikut :

1. Derajat Kejenuhan (D_J) pos Sota

$$D_J = Q/C$$

$$D_J = 58.56 / 2032.05$$

$$D_J = 0.029$$

2. Derajat Kejenuhan (D_J) pos Erambu

$$D_J = Q/C$$

$$D_J = 55.48 / 2032.05$$

$$D_J = 0.027$$

Hasil dari perhitungan didapat nilai derajat kejenuhan (D_J) pada pos Sota didapat 0.029 dan ada pos Erambu didapat 0.027, dari hasil tersebut didapat bahwa Jalan Trans

Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan studi kasus Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting pada pos survey Kecamatan Sota dan Kecamatan Erambu berada pada kondisi sangat baik, dinyatakan dengan hasil perhitungan kedua pos pengamatan tersebut lebih kecil dari 1. Setelah diketahui nilai derajat kejenuhan (D_j) Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan studi kasus Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting pada pos survey Kecamatan Sota dan Kecamatan Erambu, maka dicari nilai kecepatan kendaraan yang melewati jalan tersebut dengan menggunakan grafik hubungan didapat kecepatan rata-rata pada pos Sota sebesar 48 km/jam dan pada pos Erambu sebesar 49 km/jam. Setelah diketahui nilai Derajat kejenuhan (D_j) dan nilai kecepatan rata-rata untuk kedua pos, selanjutnya dilakukan perhitungan Biaya operasional kendaraan (BOK) dengan menggunakan nilai kecepatan rata-rata dan jenis serta karakteristik kendaraan yang telah didapatkan dari Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan Derajat kejenuhan (D_j).

4.3. Biaya Oprasional Kendaraan (BOK)

Biaya oprasional kendaraan (BOK) dihitung berdasarkan jenis kendaraan, karakteristik kendaraan dan biaya perjalanan pada jalan dengan kondisi baik dan lurus. Jenis kendaraan, karakteristik kendaraan serta biaya perjalanan pada Biaya operasional kendaraan (BOK) sendiri diketahui dari hasil pengamatan Volume lalu lintas harian rata-rata yang dilakukan pada dua titik pengamatan jalan yaitu pada pos pengamatan Kecamatan Sota dan pos pengamatan Kecamatan Erambu dan mendapatkan nilai besarnya kecepatan kendaraan saat melintasi jalan Trans Papua. Biaya oprasional kendaraan (BOK) sendiri dibagi menjadi delapan komponen biaya, untuk ruas Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel delapan komponen biaya oprasional kendaraan (BOK) terdiri dari :

1. Konsumsi Bahan Bakar

Kendaraan yang paling banyak melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah kendaraan yang bermesin diesel atau dengan bahan

bakar solar baik untuk jenis kendaraan auto maupun jenis kendaraan truk. Harga bahan bakar solar pada tahun 2018 ini sebesar Rp. 5.150,- per liter, untuk besarnya konsumsi bahan bakar per jenis kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3. Konsumsi Bahan Bakar

Kendaraan	Konsumsi bahan bakar (liter)	Besarnya Konsumsi Bahan Bakar (liter)
Auto	0.061	314.15
Truk	0.0834	429.51

2. Konsumsi Ban

Konsumsi ban atau roda kendaraan, dengan asumsi nilai kekerasan (*roughness*) jalan sebesar 2500 mm/km. Dengan harga ban mobil (auto) sebesar Rp. 600.000,- /ban (sumber: banbagus.com) dan ban truk sebesar Rp. 770.000,- / ban (sumber: banbagus.com). Sehingga besarnya konsumsi ban kendaraan yang melintasi jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.4. Tabel konsumsi ban

Kendaraan	Konsumsi ban	Jumlah Ban	Besarnya Konsumsi Ban
Auto	0.061	4	146400
Truk	0.0834	6	385308

3. Upah Pekerja

Upah pekerja dengan gaji Rp. 3.000.000,- per bulan, dan kecepatan rata-rata sebesar 48.5 km/jam yang didapatkan dari hasil nilai Derajat Kejenuhan (Dj), adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5. Tabel upah pekerja

Jenis Kendaraan	Upah pekerja/jam	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Upah pekerja
	VALT	AVESPD	V	PROINC	TIM
Auto	20000	32	35	0.2	613.50
Truk	20000	32	35	0.5	597.01

4. Minyak Pelumas (Oli)

Konsumsi minyak pelumas (oli) dengan harga oli untuk kendaraan mobil dan truk sebesar Rp. 66.000,- per liter. Sehingga besarnya konsumsi minyak pelumas (oli) sebesar :

Tabel 4.6. Konsumsi minyak pelumas (Oli)

Kendaraan	Konsumsi oli	Besarnya Konsumsi Oli (liter)
Auto	0.0013	85.8
Truk	0.004	264

5. Pemeliharaan Kendaraan (suku cadang)

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan kendaraan per 1000km sebesar:

Tabel 4.7. Pemeliharaan kendaraan (Suku cadang)

Kendaraan	Waktu	Upah pekerja/jam	Pemeliharaan per jam
Auto	0.00169	20000	33.8
Truk	0.00559	20000	111.8

6. Depresiasi

Nilai depresiasi kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan asumsi total perjalanan kendaraan tersebut selama 5 tahun sebesar 569732 km, sehingga didapat:

Tabel 4.8. Depresiasi

Jenis Kendaraan	Harga kendaraan (Rp)	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Total Km	Depresiasi
	VP	AVESPD	V	PROINC	TotKM	D
Auto	422300000	32	35	0.2	569732	727583.51
Truk	570200000	32	35	0.5	569732	956008.54

7. Bunga (*Interest*)

Besarnya bunga kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.9. Bunga Modal

Jenis Kendaraan	Rata-rata perjalanan km tahunan (km)	Suku bunga tahunan (%)	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Nilai bunga per 1000km
	AnKm	Int	AVESPD	V	PROINC	IC
Auto	28486.64	6.50%	32	35	0.2	4729.29
Truk	28486.64	6.50%	32	35	0.5	6214.05

8. *Fixed Cost* (Asuransi)

Besarnya biaya asuransi (*fixed cost*) per km sebesar:

Tabel 4.10. *Fixed cost* (Asuransi)

Jenis Kendaraan	Asuransi tahunan (Rp)	Harga manajemen tahunan (Rp)	Rata-rata perjalanan km tahunan (km)	Suku bunga tahunan (%)	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Fixed cost
	Ins	Man	AnKm	Int	AVESPD	V	PROINC	FIX
Auto	7390250	351917	28486.64	6.50%	32	35	0.2	173.41
Truk	14255000	4751667	28486.64	6.50%	32	35	0.5	414.27

Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) untuk jenis kendaraan auto dan truk seperti pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Biaya Operasional kendaraan

Komponen Biaya	Auto	Truk
	BOK Eksisting	
Fuel	314.15	429.51
Tyre	146400	385308
Oil	85.8	264
Maint	33.8	111.8
Ops time	613.50	597.01
Deprec	727583.51	956008.54
Interest	4729.29	6214.05
Fixed Cost	173.41	414.27
Total (Rp)	2,229,280.629	

4.3.1. Biaya Operasional Kendaraan Eksisting

Pada kondisi eksisting kendaraan yang melintas pada jalan Trans Papua rata-rata sebesar 32 km/jam. Dikarenakan, pada kondisi eksisting pada jalan Trans Papua mengalami kerusakan sehingga kendaraan yang melintas harus menurunkan kecepatannya. Pada kondisi eksisting waktu yang ditempuh kendaraan sebesar 8.6 jam. Biaya operasional kendaraan pada kondisi eksisting dengan angka indeks jenis permukaan untuk jalan rusak :

1. Kendaraan yang paling banyak melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah kendaraan yang bermesin diesel atau dengan bahan bakar solar baik untuk jenis kendaraan auto maupun jenis kendaraan truk. Harga bahan bakar solar pada tahun 2018 ini sebesar Rp. 5.150,- per liter, untuk besarnya konsumsi bahan bakar per jenis kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 Konsumsi Bahan Bakar eksisting

NO	Kelompok kendaraan	Konsumsi Bahan Bakar (liter)	Besarnya Konsumsi Bahan Bakar (liter)	Angka Indeks	Konsumsi Bahan bakar
1	Auto	0.061	314.15	76%	238.75
2	Truk	0.0834	429.51	94%	403.74

2. Konsumsi Ban

Konsumsi ban atau roda kendaraan, dengan asumsi nilai kekerasan (*roughness*) jalan sebesar 2500 mm/km. Dengan harga ban mobil (auto) sebesar Rp. 600.000,- /ban (sumber: banbagus.com) dan ban truk sebesar Rp. 770.000,- / ban (sumber: banbagus.com). Sehingga besarnya konsumsi ban kendaraan yang melintasi jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.13 Konsumsi Ban eksisting

No	Kelompok kendaraan	Konsumsi Ban	Jumlah Ban	Besarnya Konsumsi Ban	Angka Indeks	Konsumsi Ban
1	Auto	0.061	4	146400	575%	841,800
2	Truk	0.0834	6	385308	151%	581,815.08

3. Upah Pekerja

Upah pekerja dengan gaji Rp. 3.000.000,- per bulan, dan kecepatan rata-rata sebesar 32 km/jam adalah sebagai berikut :

Tabel 4.14 Upah pekerja eksisting

Kelompok kendaraan	Upah pekerja/jam	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Upah pekerja	Angka Indeks	Upah pekerja indeks
	VALT	AVESPD	V	PROINC	TIM		
Auto	20000	32	35	0.2	613.50	122%	748.47
Truk	20000	32	35	0.5	597.01	146%	871.64

4. Minyak Pelumas (Oli)

Konsumsi minyak pelumas (oli) dengan harga oli untuk kendaraan mobil dan truk sebesar Rp. 66.000,- per liter. Sehingga besarnya konsumsi minyak pelumas (oli) sebesar :

Tabel 4.15 Minyak pelumas (Oli) eksisting

NO	Kelompok kendaraan	Konsumsi Oli (liter)	Besarnya Konsumsi Oli (liter)	Angka Indeks	Konsumsi Oli
1	Auto	0.0013	85.8	192%	164.74
2	Truk	0.004	264	200%	528.00

5. Pemeliharaan kendaraan (Suku cadang)

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan kendaraan per 1000km sebesar:

Tabel 4.16 Pemeliharaan kendaraan (Suku cadang)

No	Kelompok kendaraan	Waktu	Upah pekerja/jam	Pemeliharaan /jam	Angka Indeks	Pemeliharaan indeks
1	Auto	0.00169	20000	33.8	404%	136.55
2	Truk	0.00559	20000	111.8	234%	261.61

6. Depresiasi (Penurunan nilai) eksisting

Nilai depresiasi kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan asumsi total perjalanan kendaraan tersebut selama 5 tahun sebesar 569732 km, sehingga didapat:

Tabel 4.17 Depresiasi (Penurunan nilai) eksisting

Kelompok kendaraan	Harga Kendaraan (Rp).	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Total Km	Depresiasi	Angka Indeks	Depresiasi indeks
	VP	AVESPD	V	PROINC	TotKM	D		
Auto	422300000	32	35	0.2	569732	727583.51	122%	887,651.88
Truk	570200000	32	35	0.5	569732	956008.51	146%	1,395,772.47

7. *Interest* (Bunga modal)

Besarnya bunga kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.18 Bunga modal (*Interest*) eksisting

Kelompok kendaraan	Rata-rata perjalanan km	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Suku bunga tahunan (%)	Nilai bunga	Angka Indeks	Bunga modal indeks
	AnKm	AVESPD	V	PROINC	Int	IC		
Auto	28486.64	32	35	0.2	6.50%	4729.29	122%	5,769.73
Truk	28486.64	32	35	0.5	6.50%	6214.05	146%	9,072.51

8. *Fixed cost* (Asuransi)

Besarnya biaya asuransi (*fixed cost*) per km sebesar:

Tabel 4.19 Asuransi (*fixed cost*) eksisting

Kelompok kendaraan	Asuransi tahunan (Rp)	Harga manajemen	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Suku bunga tahunan (%)	Rata-rata perjalanan km	Fixed cost	Angka Indeks	Fixed cost indeks
	Ins	Man	AVESPD	V	PROINC	Int	AnKm	FIX		
Auto	7390250	351917	32	35	0.2	6.50%	28486.64	173.41	122%	21,155.67
Truk	14255000	4751667	32	35	0.5	6.50%	28486.64	414.27	146%	60,483.39

4.3.2. Biaya Operasional Kendaraan Alternatif Pertama

Pada alternatif perbaikan jalan pertama dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan kecepatan kendaraan yang melewati jalan Trans Papua rata-rata sebesar 25 km/jam dan bergantian karena lebar lajur yang tak memungkinkan untuk dilintasi dua kendaraan. Biaya operasional kendaraan pada alternatif perbaikan jalan dengan angka indeks jenis permukaan adalah :

1. Kendaraan yang paling banyak melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah kendaraan yang bermesin diesel atau dengan bahan bakar solar baik untuk jenis kendaraan auto maupun jenis kendaraan truk. Harga bahan bakar solar pada tahun 2018 ini sebesar Rp. 5.150,- per liter, untuk besarnya konsumsi bahan bakar per jenis kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.20 Konsumsi Bahan Bakar alternatif pertama

NO	Kelompok kendaraan	Konsumsi Bahan Bakar (liter)	Besarnya Konsumsi Bahan Bakar (liter)	Angka Indeks	Konsumsi Bahan bakar
1	Auto	0.061	314.15	90%	282.73
2	Truk	0.0834	429.51	100%	429.51

2. Konsumsi Ban

Konsumsi ban atau roda kendaraan, dengan asumsi nilai kekerasan (*roughness*) jalan sebesar 2500 mm/km. Dengan harga ban mobil (auto) sebesar Rp. 600.000,- /ban (sumber: banbagus.com) dan ban truk sebesar Rp. 770.000,- / ban (sumber: banbagus.com). Sehingga besarnya konsumsi ban kendaraan yang melintasi jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.21 Konsumsi Ban alternatif pertama

No	Kelompok kendaraan	Konsumsi Ban	Jumlah Ban	Besarnya Konsumsi Ban	Angka Indeks	Konsumsi Ban
1	Auto	0.061	4	146400	100%	146,400
2	Truk	0.0834	6	385308	100%	385,308

3. Upah Pekerja

Upah pekerja dengan gaji Rp. 3.000.000,- per bulan, dan kecepatan rata-rata sebesar 32 km/jam adalah sebagai berikut :

Tabel 4.22 Upah pekerja alternatif pertama

No	Kelompok kendaraan	Upah pekerja/jam	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Upah pekerja	Angka Indeks	Upah pekerja indeks
		VALT	AVESPD	V	PROINC	TIM		
1	Auto	20000	25	30	0.2	613.50	105%	807.69
2	Truk	20000	25	30	0.5	597.01	100%	727.27

4. Minyak Pelumas (Oli)

Konsumsi minyak pelumas (oli) dengan harga oli untuk kendaraan mobil dan truk sebesar Rp. 66.000,- per liter. Sehingga besarnya konsumsi minyak pelumas (oli) sebesar :

Tabel 4.23 Minyak pelumas (Oli) alternatif pertama

NO	Kelompok kendaraan	Konsumsi Oli (liter)	Besarnya Konsumsi Oli (liter)	Angka Indeks	Konsumsi Oli
1	Auto	0.0013	85.8	100%	85.80
2	Truk	0.004	264	100%	264.00

5. Pemeliharaan kendaraan (Suku cadang)

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan kendaraan per 1000km sebesar:

Tabel 4.24 Pemeliharaan kendaraan (Suku cadang) alternatif pertama

No	Kelompok kendaraan	Waktu	Upah pekerja/jam	Pemeliharaan /jam	Angka Indeks	Pemeliharaan indeks
1	Auto	0.00169	20000	33.8	100%	33.80
2	Truk	0.00559	20000	111.8	100%	111.80

6. Depresiasi (Penurunan nilai)

Nilai depresiasi kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.25 Depresiasi (Penurunan nilai) alternatif pertama

Kelompok kendaraan	Harga Kendaraan (Rp).	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Total Km	Depresiasi	Angka Indeks	Depresiasi indeks
	VP	AVESPD	V	PROINC	TotKM	D		
Auto	422300000	25	30	0.2	569732	727583.51	105%	748,352.87
Truk	570200000	25	30	0.5	569732	956008.54	100%	909,837.67

7. *Interest* (Bunga modal)

Besarnya bunga kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.26 Bunga modal (*Interest*) alternatif pertama

Kelompok kendaraan	Rata-rata perjalanan km	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Suku bunga tahunan (%)	Nilai bunga	Angka Indeks	Bunga modal indeks
	AnKm	AVESPD	V	PROINC	Int	IC		
Auto	28486.64	25	30	0.2	6.50%	4729.29	105%	4,864.29
Truk	28486.64	25	30	0.5	6.50%	6214.05	100%	5,913.94

8. *Fixed cost* (Asuransi)

Besarnya biaya asuransi (*fixed cost*) per km sebesar:

Tabel 4.27 Asuransi (*fixed cost*) alternatif pertama

Kelompok kendaraan	Asuransi tahunan (Rp)	Harga manajemen	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Suku bunga tahunan (%)	Rata-rata perjalanan km	Fixed cost	Angka Indeks	Fixed cost indeks
	Ins	Man	AVESPD	V	PROINC	Int	AnKm	FIX		
Auto	7390250	351917	25	30	0.2	6.50%	28486.64	173.41	105%	17,835.72
Truk	14255000	4751667	25	30	0.5	6.50%	28486.64	414.27	100%	39,426.24

4.3.3. Biaya Operasional Kendaraan Alternatif Kedua

Pada kondisi eksisting kendaraan yang melintas pada jalan Trans Papua rata-rata sebesar 32 km/jam. Dikarenakan, pada kondisi eksisting pada jalan Trans Papua mengalami kerusakan sehingga kendaraan yang melintas harus menurunkan kecepatannya. Pada kondisi eksisting waktu yang ditempuh kendaraan sebesar 8.6 jam. Biaya operasional kendaraan pada kondisi eksisting dengan angka indeks jenis permukaan untuk jalan rusak :

1. Kendaraan yang paling banyak melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah kendaraan yang bermesin diesel atau dengan bahan bakar solar baik untuk jenis kendaraan auto maupun jenis kendaraan truk. Harga bahan bakar solar pada tahun 2018 ini sebesar Rp. 5.150,- per liter, untuk besarnya konsumsi bahan bakar per jenis kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.28 Konsumsi Bahan Bakar alternatif kedua

NO	Kelompok kendaraan	Konsumsi Bahan Bakar (liter)	Besarnya Konsumsi Bahan Bakar (liter)	Angka Indeks	Konsumsi Bahan bakar
1	Auto	0.061	314.15	91%	285.88
2	Truk	0.0834	429.51	115%	493.94

2. Konsumsi Ban

Konsumsi ban atau roda kendaraan, dengan asumsi nilai kekerasan (*roughness*) jalan sebesar 2500 mm/km. Dengan harga ban mobil (auto) sebesar Rp. 600.000,- /ban (sumber: banbagus.com) dan ban truk sebesar Rp. 770.000,- / ban (sumber: banbagus.com). Sehingga besarnya konsumsi ban kendaraan yang melintasi jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.29 Konsumsi Ban alternatif kedua

No	Kelompok kendaraan	Konsumsi Ban	Jumlah Ban	Besarnya Konsumsi Ban	Angka Indeks	Konsumsi Ban
1	Auto	0.061	4	146400	311%	455,304.00
2	Truk	0.0834	6	385308	110%	423,838.80

3. Upah Pekerja

Upah pekerja dengan gaji Rp. 3.000.000,- per bulan, dan kecepatan rata-rata sebesar 32 km/jam adalah sebagai berikut :

Tabel 4.30 Upah pekerja alternatif kedua

No	Kelompok kendaraan	Upah pekerja/jam	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Upah pekerja	Angka Indeks	Upah pekerja indeks
		VALT	AVESPD	V	PROINC	TIM		
1	Auto	20000	40	45	0.2	613.50	117%	570.73
2	Truk	20000	40	45	0.5	597.01	108%	508.23

4. Minyak Pelumas (Oli)

Konsumsi minyak pelumas (oli) dengan harga oli untuk kendaraan mobil dan truk sebesar Rp. 66.000,- per liter. Sehingga besarnya konsumsi minyak pelumas (oli) sebesar :

Tabel 4.31 Minyak pelumas (Oli) alternatif kedua

NO	Kelompok kendaraan	Konsumsi Oli (liter)	Besarnya Konsumsi Oli (liter)	Angka Indeks	Konsumsi Oli
1	Auto	0.0013	85.8	192%	164.74
2	Truk	0.004	264	200%	528.00

5. Pemeliharaan kendaraan (Suku cadang)

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan kendaraan per 1000km sebesar:

Tabel 4.32 Pemeliharaan kendaraan (Suku cadang) alternatif kedua

No	Kelompok kendaraan	Waktu	Upah pekerja/jam	Pemeliharaan /jam	Angka Indeks	Pemeliharaan indeks
1	Auto	0.00169	20000	33.8	163%	55.09
2	Truk	0.00559	20000	111.8	127%	141.99

6. Depresiasi (Penurunan nilai)

Nilai depresiasi kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan asumsi total perjalanan kendaraan tersebut selama 5 tahun sebesar 569732 km, sehingga didapat:

Tabel 4.33 Depresiasi (Penurunan nilai) alternatif kedua

Kelompok kendaraan	Harga Kendaraan (Rp).	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Total Km	Depresiasi	Angka Indeks	Depresiasi indeks
	VP	AVESPD	V	PROINC	TotKM	D		
Auto	422300000	40	45	0.2	569732	727583.51	117%	846,082.02
Truk	570200000	40	45	0.5	569732	956008.54	108%	1,017,305.567

7. *Interest* (Bunga modal)

Besarnya bunga kendaraan yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar:

Tabel 4.34 Bunga modal (*Interest*) alternatif kedua

elompok kendaraan	Rata-rata perjalanan km	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Suku bunga tahunan (%)	Nilai bunga	Angka Indeks	Bunga modal indeks
	AnKm	AVESPD	V	PROINC	Int	IC		
Auto	28486.64	40	45	0.2	6.50%	4729.29	117%	5,499.53
Truk	28486.64	40	45	0.5	6.50%	6214.05	108%	6,612.48

8. *Fixed cost* (Asuransi)

Besarnya biaya asuransi (*fixed cost*) per km sebesar:

Tabel 4.35 Asuransi (*fixed cost*)

Kelompok kendaraan	Asuransi tahunan (Rp)	Harga manajemen	Rata-rata kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Proporsi kendaraan	Suku bunga tahunan (%)	Rata-rata perjalanan km	Fixed cost	Angka Indeks	Fixed cost indeks
	Ins	Man	AVESPD	V	PROINC	Int	AnKm	FIX		
Auto	7390250	351917	40	45	0.2	6.50%	28486.64	173.41	117%	201.65
Truk	14255000	4751667	40	45	0.5	6.50%	28486.64	414.27	108%	440.82

Perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) untuk jenis kendaraan auto dan truk untuk kondisi perkerasan eksisting, perbaikan dengan alternatif pertama yaitu dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan rentan waktu pagi dan siang (satu hari) dan

perbaikan dengan alternatif kedua yaitu dengan pelebaran bahu jalan dan penutupan kedua lajur perkerasan jalan, ditunjukkan pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.36. Biaya operasional kendaraan (BOK)

No	Komponen Biaya	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
		Auto	Truk	Auto	Truk	Auto	Truk
1	Fuel	238.75	403.74	282.74	429.51	285.88	493.94
2	Tyre	841,800.00	581,815.08	146,400.00	385,308.00	455,304.00	423,838.80
3	Oil	164.74	528.00	85.80	264.00	164.74	528.00
4	Maint	136.55	261.61	33.80	111.80	55.09	141.99
5	Ops time	748.47	871.64	807.69	727.27	570.73	508.24
6	Deprec	887,651.88	1,395,772.47	748,352.87	909,837.67	846,082.02	1,017,305.56
7	Interest	5,769.73	9,072.51	4,864.29	5,913.94	5,499.53	6,612.48
8	Fixed Cost	21,155.67	60,483.39	17,835.72	39,426.24	201.65	440.83
Total (Rp)		1,757,665.79	2,049,208.44	918,662.90	1,342,018.44	1,308,163.63	1,449,869.82
		3,806,874.23		2,260,681.34		2,758,033.45	

4.3.4. Saving User Cost

Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) pada tabel 4.20 diatas menunjukkan besarnya biaya operasional kendaraan (BOK) untuk alternatif pertama adalah sebesar Rp. 2,260,681.34 dan untuk biaya operasional kendaraan (BOK) untuk alternatif kedua adalah sebesar Rp. 2,758,033.45, sedangkan biaya operasional kendaraan (BOK) untuk kondisi eksisting pada jalan Trans Papua sebesar Rp. 3,806,874.23. Dari perhitungan diatas, didapatkan pula biaya operasional kendaraan (BOK) per kendaraan per kilometer untuk alternatif pertama dengan jenis kendaraan auto sebesar Rp. 918.66 dan jenis kendaraan truk sebesar Rp. 1,342.02, untuk alternatif kedua dengan jenis kendaraan auto sebesar Rp. 1,308.16 dan jenis kendaraan truk sebesar Rp.1,449.87, sedangkan pada kondisi jalan eksisting dengan jenis kendaraan auto sebesar Rp. 1,757.67 dan jenis kendaraan truk sebesar Rp. 2,049.21.

Biaya operasional kendaraan (BOK) per kendaraan per kilometer yang telah didapat, kemudian dikalikan dengan jumlah kendaraan yang lewat pada ruas jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan jenis kendaraan auto yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar 744 kendaraan per hari dan untuk jenis kendaraan truk yang melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel sebesar 758 kendaraan per hari. Karena pengerjaan perbaikan jalan Trans Papua pada alternatif pertama dengan lama waktu 1 tahun 6 bulan dan alternatif kedua 1 tahun 1 bulan 15 hari, maka hasil biaya operasional kendaraan untuk kedua jenis alternatif di kalikan dengan lama waktu pengerjaan kedua alternatif tersebut didapat untuk alternatif pertama dengan kondisi jalan eksisting sebesar Rp. 1,564,968,829.60 dan Rp. 930,302,139.91 untuk kondisi perbaikannya. Sedangkan untuk alternatif kedua dengan kondisi jalan eksisting sebesar Rp. 1,173,011,371.37 dan Rp. 894,632,777.43 untuk kondisi perbaikannya. Setelah hasil perhitungan di atas, untuk mengetahui nilai *user cost* dengan panjang segmen 273.91 km maka hasil perhitungan diatas dikalikan dengan panjang segmen jalan dan didapat pada kondisi eksisting untuk alternatif perbaikan perkerasan jalan pertama sebesar Rp. 428,660,612,116.61 dan kondisi eksisting untuk alternatif perbaikan perkerasan jalan kedua sebesar Rp. 321,299,544,730.92, sedangkan untuk kondisi perbaikan jalan didapat untuk alternatif pertama sebesar Rp. 254,819,059,143.53 dan alternatif kedua sebesar Rp. 232,722,914,066.49.

Setelah didapat hasil perhitungan *user cost* biaya operasional kendaraan (BOK) untuk kondisi jalan eksisting, alternatif perbaikan jalan pertama dan alternatif perbaikan jalan kedua, kemudian di mencari biaya untuk *user cost time value* dengan cara sebagai berikut :

- *Time Value* Eksisting

Upah = Rp. 10,000/ jam (sumber : Kementrian Tenaga Kerja Provinsi Papua)

Travel time = panjang segmen/kecepatan
= $273.91/32 = 8.6$ km/jam

LHR = 58 kendaraan/jam

Time value = Upah x travel time x LHR
= Rp. 10,000 x 8.6 x 58
= Rp. 4,988,000

- *Time Value* Alternatif 1

Upah = Rp. 10,000/ jam (sumber : Kementrian Tenaga Kerja Provinsi Papua)

Travel time = panjang segmen/kecepatan
= $273.91/25 = 10.9$ km/jam

LHR = 58 kendaraan/jam

Time value = Upah x travel time x LHR
= Rp. 10,000 x 10.9 x 58
= Rp. 6,322,000

- *Time Value* Alternatif 2

Upah = Rp. 10,000/ jam (sumber : Kementrian Tenaga Kerja Provinsi Papua)

Travel time = panjang segmen/kecepatan
= $273.91/40 = 6.9$ km/jam

LHR = 58 kendaraan/jam

Time value = Upah x travel time x LHR
= Rp. 10,000 x 6.9 x 58
= Rp. 4,002,000

Didapat *time value* untuk alternatif pertama sebesar – Rp. 1,334,000 dan untuk alternatif kedua sebesar Rp. 986,000. Kemudian dikalikan lagi dengan panjang segmen jalan didapat untuk alternatif pertama sebesar – Rp. 365,395,940 dan alternatif kedua sebesar Rp. 270,075,260.

Setelah didapat data *time value* diatas pada kondisi jalan eksisting dengan alternatif perbaikan pertama dan alternatif perbaikan jalan kedua untuk mendapatkan nilai *saving*. dengan perhitungan sebagai berikut:

- Selisih biaya operasional kendaraan (*user cost*) antara biaya operasional kendaraan eksisting dengan alternatif 1 :
= Rp. 428,660,612,116.61 - Rp. 254,819,059,143.53
= Rp. 173,841,552,973.09
- Selisih biaya operasional kendaraan (*user cost*) antara biaya operasional kendaraan eksisting dengan alternatif 2 :
= Rp. 321,299,544,730.92 - Rp. 232,722,914,066.49
= Rp. 88,576,630,664.42

Hasil perhitungan *saving* biaya operasional kendaraan (BOK) diatas kemudian di tambahkan dengan *time value* didapat untuk alternatif perbaikan jalan pertama sebesar Rp. 173,476,157,033.09 dan untuk alternatif perbaikan jalan kedua sebesar Rp. 88,846,705,924.42, nilai tersebut akan di ubah menjadi nilai bunga pada 5 tahun kedepan, dengan suku bunga sebesar 5.25% (sumber : <https://www.bi.go.id>).

$$F_n = P (1+i)^n$$

Dimana :

F_n = Nilai yang akan datang

P = Nilai sekarang

i = suku bunga

n = jumlah tahun

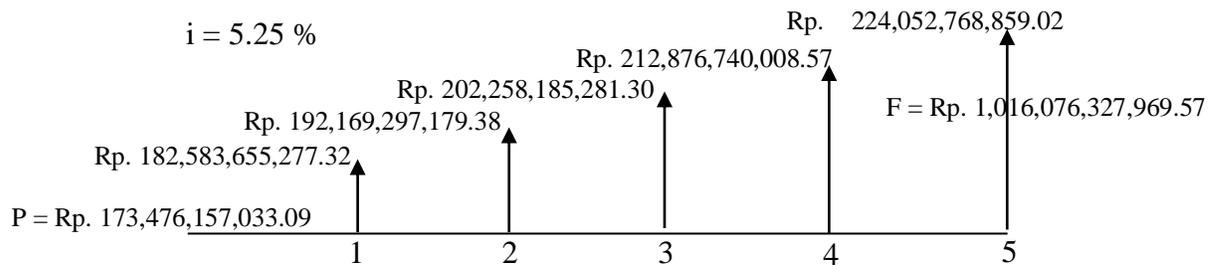
- Alternatif 1

Nilai biaya operasional kendaraan (BOK) untuk 5 tahun ke depan pada alternatif perbaikan perkerasan jalan pertama sebesar :

Tabel. 4.37 Cash flow (F/P,5.25%,5)

Tahun	$(1+i)^n$	F
1	1.05	182,583,655,277.32
2	1.11	192,169,297,179.38
3	1.17	202,258,185,281.30
4	1.23	212,876,740,008.57
5	1.29	224,052,768,859.02
Total (Rp)		1,016,076,327,969.57

Saving biaya operasional kendaraan (BOK) pada alternatif pertama dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan yang dikontresikan ke nilai yang akan datang sebesar Rp. 1,016,076,327,969.57 dengan cash flow pertahunnya pada grafik berikut :



Gambar 4.1 *cash flow* alternatif pertama

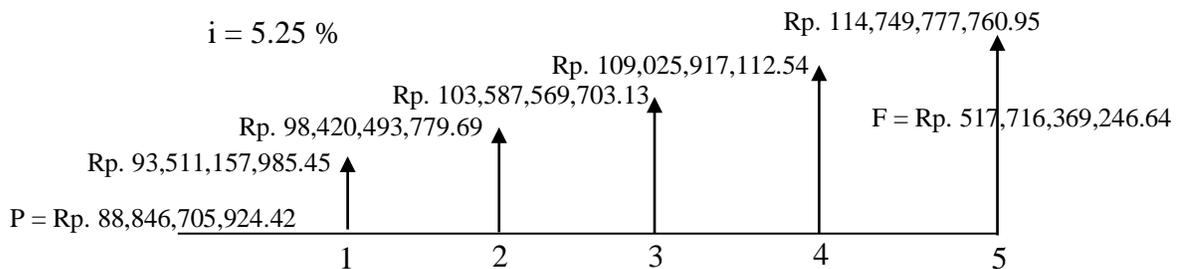
- Alternatif 2

Nilai biaya operasional kendaraan (BOK) untuk 5 tahun ke depan pada alternatif perbaikan perkerasan jalan pertama sebesar :

Tabel. 4.38 Cash flow (F/P,5.25%,5)

Tahun	$(1+i)^n$	F
1	1.05	93,511,157,985.45
2	1.11	98,420,493,779.69
3	1.17	103,587,569,703.13
4	1.23	109,025,917,112.54
5	1.29	114,749,777,760.95
Total (Rp)		517,716,369,246.64

Saving biaya operasional kendaraan (BOK) pada alternatif kedua dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan yang dikontresikan ke nilai yang akan datang sebesar Rp. 517,716,369,246.64 dengan cash flow pertahunnya pada grafik berikut :



Gambar 4.2 Grafik cash flow alternatif 2

4.4 Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan dapat berdampak pada kondisi social dan ekonomi, terutama pada sarana transportasi darat dan pada konstruksi perkerasan jalan yaitu perubahan bentuk lapisan permukaan jalan berupa cacat permukaan (*disintegration*), pelepasan butir (*raveling*), amblas (*grade depression*), retak tepi, retak refleksi (*reflection cracks*), retak kulit buaya (*alligator cracks*), retak sambungan bahu dan perkerasan yang menyebabkan kinerja jalan menjadi menurun.

Pada Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel ruas jalan Merauke - Sota – Erambu – Bupul – Muting kerusakan perkerasan jalan terjadi dikarenakan beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan, kondisi tanah dasar yang tidak stabil, material konstruksi perkerasan yang kurang baik, cuaca ekstrim, proses pemadatan di atas lapisan tanah dasar kurang baik, terjadinya penyusutan material bahu atau perkerasan jalan dan ikatan antara lapisan aspal dengan lapisan bawah kurang baik yang disebabkan oleh kurangnya aspal atau permukaan berdebu. Kerusakan-kerusakan pada jalan tersebut memerlukan penanganan yang baik agar dapat mengurangi kerusakan sebelum umur rencana, tidak mengganggu pengguna jalan dan mengurangi kerugian akibat perbaikan jalan.

4.4.1. Penanganan Kerusakan Jalan

Penanganan kerusakan jalan pada Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel ruas jalan Merauke – Sota – Erambu – Bupul – Muting setiap tahunnya harus mendapat prioritas untuk ditangani dengan pemeliharaan rutin dan berkala, guna mengurangi kerugian yang didapat karena kerusakan sebelum umur rencana perkerasan jalan. Namun, pada kenyataannya pemeliharaan rutin dan berkala serta survei tahunan yang dilakukan untuk menjaga kerusakan perkerasan sebelum umur rencana masih belum bisa sepenuhnya mengatasi kerusakan-kerusakan jalan yang terjadi pada jalan tersebut dikarenakan cuaca pada Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel berada pada cuaca yang ekstrem.

Penangan kerusakan Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel untuk ruas Jalan Merauke – Sota – Erambu – Bupul – Muting dengan pemeliharaan jalan rutin dan berkala untuk jenis-jenis kerusakan jalan dengan panjang segmen kerusakan yang tidak terlalu panjang atau skala kerusakan jalan cukup kecil dan dikerjakan tersebar diseluruh jaringan jalan dan pemeliharaan rutin dilakukan sesuai dengan waktu pemeliharaan yang diberikan. Jenis kerusakan perkerasan jalan yang dapat ditangani dengan penangan kerusakan jalan pemeliharaan rutin dan berkala adalah kerusakan tepi bahu (retak tepi), retak kulit buaya (*alligator cracks*), pelepasan butir (*raveling*), retak refleksi (*reflection cracks*), cacat permukaan (lubang), dan amblas (*grade depression*).

4.4.1.1 Perbaikan dengan Overlay

Perbaikan dengan *Overlay* pada ruas Jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel untuk studi kasus ruas jalan Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting diketahui dengan cara sebagai berikut:

1. Lalu lintas

$$\text{Jumlah lajur} = 2 \text{ (lebar perkerasan (L) } 4.50 \text{ m} \leq L < 8.00 \text{ m)}$$

$$\text{Koefisien distribusi kendaraan} = 0.5 \text{ (untuk kendaraan ringan dan berat)}$$

2. Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E)

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton} = 0.01882 \text{ (tabel 2.8 ekivalen beban sumbu kendaraan)}$$

$$\text{Kendaraan berat 13 ton} = 6.44188 \text{ (tabel 2.8 ekivalen beban sumbu kendaraan)}$$

3. Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

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

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+6.5\%)^5 + 2(1+6.5\%) \frac{(1+6.5\%)^{5-1} - 1}{6.5\%} \right]$$

$$N = 5.88$$

4. Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)

$$\text{Kendaraan ringan} = 744 \text{ kend/hari}$$

$$\text{Truck} = 758 \text{ kend/hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CESA} &= \sum_{\text{Traktor-Trailer}}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \\
 &= (744+758) \times 365 \times (0.01882+6.44188) \times 0.5 \times 5.88 \\
 &= 10413331,71
 \end{aligned}$$

5. Analisa lendutan

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

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times (4.184 \times T_L^{-0.4025}) \times Ca \times (77.343 \times \text{benda uji})^{-2.0715}$$

Perhitungan analisa lendutan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel. 4.39. Analisa Lendutan

KM	Lendutan balik (mm)			Beban Uji (Ton)	Temperatur					Ft	Faktor musim (Ca)	FK _{B-BB}	Lendutan balik (dB)	(dB) ²
	d1	d2	d3		Tu	Tp	Tt	Tb	TL					
165.000	0	0.30	0.48	8.16	32	42	44.00	41.70	42.57	0.92	1.2	0.9997	0.3992	0.1594
165.200	0	0.12	0.30	8.16	34	45	47.00	44.50	45.50	0.90	1.2	0.9997	0.3887	0.1511
165.400	0	0.11	0.25	8.16	35	46	48.20	45.60	46.60	0.89	1.2	0.9997	0.2994	0.0896
165.600	0	0.16	0.33	8.16	30	41	42.20	40.10	41.10	0.94	1.2	0.9997	0.3824	0.1462
165.800	0	0.15	0.30	8.16	36	49	50.60	47.90	49.17	0.87	1.2	0.9997	0.3139	0.0986
166.000	0	0.30	0.45	8.16	30	51	48.20	45.60	48.27	0.88	1.2	0.9997	0.3163	0.1000
166.200	0	0.30	0.45	8.16	30	52	48.80	46.20	49.00	0.87	1.2	0.9997	0.3144	0.0988
166.400	0	0.25	0.40	8.16	29	53	48.80	46.20	49.33	0.87	1.2	0.9997	0.3135	0.0983
166.600	0	0.10	0.28	8.16	30	55	50.60	47.90	51.17	0.86	1.2	0.9997	0.3707	0.1374
166.800	0	0.15	0.31	8.16	38	46	50.00	47.30	47.77	0.88	1.2	0.9997	0.3388	0.1148
167.000	0	0.22	0.40	8.16	31	54	50.60	47.90	50.83	0.86	1.2	0.9997	0.3717	0.1382
167.200	0	0.40	0.63	8.16	35	48	49.40	46.80	48.07	0.88	1.2	0.9997	0.4858	0.2360
167.400	0	0.21	0.40	8.16	33	47	47.60	45.10	46.57	0.89	1.2	0.9997	0.4065	0.1652
167.600	0	0.40	0.64	8.16	37	43	47.60	45.10	45.23	0.90	1.2	0.9997	0.5195	0.2698
167.800	0	0.40	0.61	8.16	32	52	50.00	47.30	49.77	0.87	1.2	0.9997	0.4374	0.1913
168.000	0	0.35	0.70	8.16	32	51	49.40	46.80	49.07	0.87	1.2	0.9997	0.7331	0.5375
168.200	0	0.15	0.34	8.16	30	55	50.60	47.90	51.17	0.86	1.2	0.9997	0.3913	0.1531
168.400	0	0.22	0.55	8.16	29	53	48.80	46.20	49.33	0.87	1.2	0.9997	0.6897	0.4757
168.600	0	0.10	0.20	8.16	29	49	46.40	44.00	46.47	0.89	1.2	0.9997	0.2141	0.0458
168.800	0	0.40	0.65	8.16	30	47	45.80	43.40	45.40	0.90	1.2	0.9997	0.5403	0.2919
169.000	0	0.30	0.55	8.16	30	49	47.00	44.50	46.83	0.89	1.2	0.9997	0.5336	0.2847
169.200	0	0.35	0.72	8.16	30	46	45.20	42.90	44.70	0.91	1.2	0.9997	0.8047	0.6475
169.400	0	0.10	0.28	8.16	32	49	48.20	45.60	47.60	0.88	1.2	0.9997	0.3817	0.1457
169.600	0	0.31	0.53	8.16	33	49	48.80	46.20	48.00	0.88	1.2	0.9997	0.4649	0.2162
169.800	0	0.30	0.51	8.16	32	48	47.60	45.10	46.90	0.89	1.2	0.9997	0.4480	0.2007
170.000	0	0.29	0.48	8.16	30	49	47.00	44.50	46.83	0.89	1.2	0.9997	0.4055	0.1644
170.200	0	0.48	0.90	8.16	34	50	50.00	47.30	49.10	0.87	1.2	0.9997	0.8795	0.7736
170.400	0	0.35	0.60	8.16	32	42	44.00	41.70	42.57	0.92	1.2	0.9997	0.5545	0.3075
170.600	0	0.25	0.44	8.16	35	43	46.40	44.00	44.47	0.91	1.2	0.9997	0.4141	0.1715
170.800	0	0.19	0.35	8.16	30	50	47.60	45.10	47.57	0.88	1.2	0.9997	0.3394	0.1152
171.000	0	0.21	0.40	8.16	30	44	44.00	41.70	43.23	0.92	1.2	0.9997	0.4188	0.1754
171.200	0	0.40	0.72	8.16	33	49	48.80	46.20	48.00	0.88	1.2	0.9997	0.6763	0.4573
171.400	0	0.20	0.45	8.16	33	51	50.00	47.30	49.43	0.87	1.2	0.9997	0.5221	0.2726
171.600	0	0.25	0.47	8.16	31	54	50.60	47.90	50.83	0.86	1.2	0.9997	0.4543	0.2064
171.800	0	0.30	0.45	8.16	35	46	48.20	45.60	46.60	0.89	1.2	0.9997	0.3208	0.1029
172.000	0	0.35	0.50	8.16	35	50	50.60	47.90	49.50	0.87	1.2	0.9997	0.3131	0.0980
172.200	0	0.20	0.30	8.16	34	49	49.40	46.80	48.40	0.88	1.2	0.9997	0.2106	0.0444
172.400	0	0.30	0.48	8.16	30	41	42.20	40.10	41.10	0.94	1.2	0.9997	0.4049	0.1640
172.600	0	0.12	0.30	8.16	36	47	49.40	46.80	47.73	0.88	1.2	0.9997	0.3812	0.1453
172.800	0	0.11	0.25	8.16	36	44	47.60	45.10	45.57	0.90	1.2	0.9997	0.3021	0.0913
173.000	0	0.16	0.33	8.16	36	48	50.00	47.30	48.43	0.88	1.2	0.9997	0.3580	0.1281
Jumlah													17.8147	8.6114
Lendutan rata-rata (dR)													0.4345	
Deviasi standar (s)													0.1475	

6. Keseragaman Lendutan

$$\begin{aligned}FK &= \frac{s}{dR} \times 100\% < FK_{ijin} \text{ (20\% - 30\% cukup baik)} \\ &= (0.1475/0.4345) \times 100\% \\ &= 34\% > 30\% \text{ (Keseragaman cukup)}\end{aligned}$$

7. Lendutan Wakil (Jalan arteri)

$$\begin{aligned}D_{wakil} &= d_R + 2s \\ D_{wakil} &= 0.4345 + (2 \times 0.1475) \\ &= 0.7295\end{aligned}$$

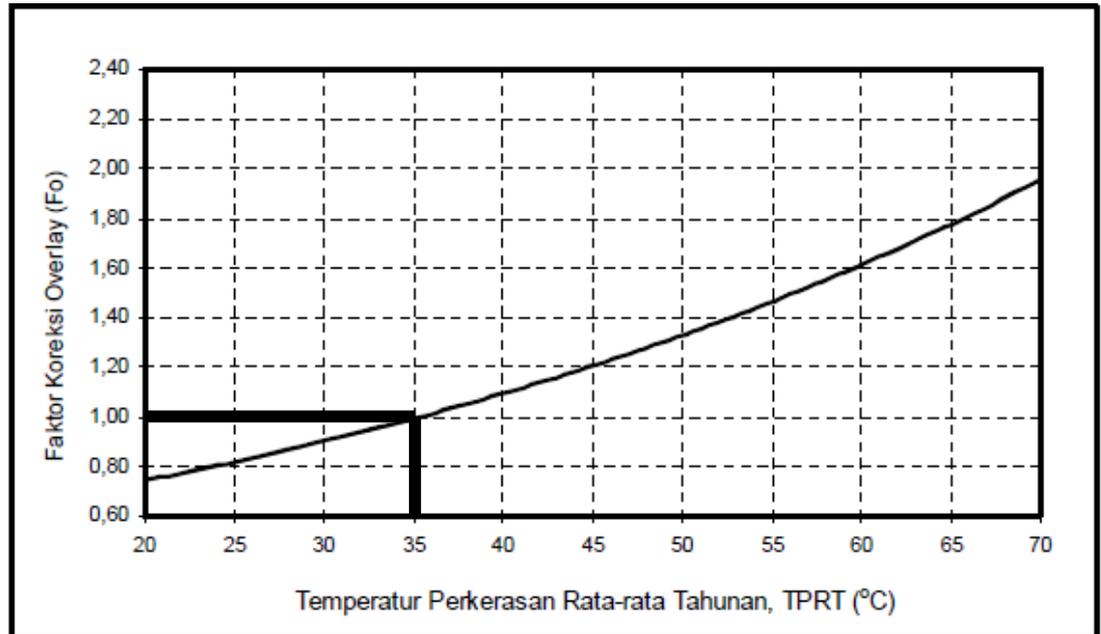
8. Lendutan rencana ($D_{rencana}$)

$$\begin{aligned}D_{rencana} &= 17.004 \times CESA^{(-0.2307)} \\ D_{rencana} &= 22.208 \times 10413331,71^{(-0.2307)} \\ &= 0.53\end{aligned}$$

9. Tebal lapis tambah (H_o)

$$\begin{aligned}H_o &= \frac{[Ln(1.0364) + Ln(D_{wakil}) - Ln(D_{rencana})]}{0.0597} \\ H_o &= \frac{[Ln(1.0364) + Ln(0.7295) - Ln(0.53)]}{0.0587} \\ H_o &= 5.95 \text{ cm}\end{aligned}$$

10. Faktor koreksi tebal lapis tambah



Gambar 4.3 Faktor koreksi tebal lapis tambah

Berdasarkan temperature standar yaitu 35°C, didapat nilai Faktor koreksi tebal lapis tambah (*overlay*) (F_o), sebesar 1,00.

11. Tebal lapis tambah (*overlay*) terkoreksi

$$H_t = H_o \times F_o$$

$$H_t = 5.95 \times 1 = 5.95 \text{ cm (Lataston dengan } M_R \text{ 1000 Mpa dengan stabilitas marshall minimum sebesar 800 kg)}$$

12. Jenis lapis tambah

Lapis tambah yang digunakan adalah Lataston dengan Modulus Resilien (M_R) 1000 MPa dengan Stabilitas marshall minimal 800 kg dan faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) sebesar 1.23 (tabel 2.12). Jadi, tebal lapis tambah yang diperlukan untuk Lataston dengan Modulus Resilien (M_R) 1000 MPa dengan Stabilitas marshall minimal 800 kg adalah :

$$H_t = H_o \times FK_{TBL}$$

$$H_t = 5.95 \times 1.23$$

$$= 7.32 \text{ cm} \approx 8 \text{ cm}$$

Dari perhitungan diatas didapat tebal *Overlay* setebal 8 cm untuk umur rencana 5 tahun dengan menggunakan Lataston (Lapis tipis aspal beton) atau HRS WC (*Hot Rolled Sheet*).

4.4.2. Biaya Penanganan Kerusakan Jalan

Data biaya penanganan kerusakan jalan yang terdiri dari harga upah, bahan dan sewa peralatan yang digunakan, merupakan data dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII untuk Satuan Kerja Kabupaten Merauke, dengan Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) pada tabel 4.13

Tabel 4.40. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

No	Jenis Pekerjaan	Biaya	
1	Lataston Lapis Aus (HRS-WC)	Rp. 3.734.993,28	
2	Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian	Rp. 209.349,31	
3	Pemeliharaan Rutin		
	Pemotongan Rumput	Rp. 5.011,55	13.695.500
	Pembersihan Rumija	Rp. 174,57	13.695.500
	Perawatan patok hectometer	Rp. 1.750.015,04	273 buah
	Perawatan patok Pengarah	Rp. 32.108,21	100 buah
	Perawatan Rambu	Rp. 10.908,70	55 buah
	Perawatan Marka Jalan	Rp. 8.547,28	27.391.000
	Total biaya Pemeliharaan rutin	Rp. 305.630.756.865,8	

4.4.2.1 Biaya Penanganan Kerusakan Jalan dengan *Overlay*

Biaya penanganan kerusakan jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel dengan *overlay* menggunakan HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) dengan tebal sebesar 8 cm, sebagai berikut :

1. Volume Pekerjaan
 - a. Lebar = 5 m
 - b. Panjang = 273910 m
 - c. Tinggi = 8 cm = 0.08 m
 - d. Volume = $5 \times 273910 \times 0,08 = 109,564 \text{ m}^3$
2. Perhitungan biaya pekerjaan *overlay*
 - a. Umur rencana = 5 tahun
 - b. Harga satuan pekerjaan = Rp. 3.734.993,28 / ton
 - c. Berat jenis HRS = 2.30 ton / m³
 - d. Biaya *overlay* 8 cm = Volume x harga satuan pekerjaan x berat jenis HRS
$$= 109,564 \times \text{Rp. } 3.734.993,28 \times 2.30$$
$$= \text{Rp. } 941,207,848,578.81 / \text{ton}$$

Jadi, jumlah total biaya penanganan kerusakan jalan dengan *overlay* dengan tebal 8 cm sebesar Rp. 941,207,848,578.81 /ton.

4.4.2.2 Biaya Pelebaran Bahu Jalan atau Pembangunan Jalan Alternatif

Bahu jalan pada ruas jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel akan ditingkatkan menjadi 3 meter dari lebar bahu jalan awal 1 meter agar tidak mengganggu pengguna jalan apabila jalan Trans Papua mengalami perbaikan. Biaya pelebaran bahu jalan pada ruas jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel, sebagai berikut :

1. Volume pekerjaan
 - a. Lebar = 4 m (kanan dan kiri)
 - b. Panjang = 273910 m
 - c. Tinggi = 1 m
 - d. Volume = $4 \times 273910 \times 1 = 1,095,640 \text{ m}^3$
2. Perhitungan biaya pelebaran bahu jalan

$$\begin{aligned}
 \text{a. Biaya pelebaran} &= \text{Volume} \times \text{harga satuan pekerjaan} \\
 &= 1,095,640 \times \text{Rp. } 209.349,31 \\
 &= \text{Rp. } 229,371,478,008.4 / \text{m}^3
 \end{aligned}$$

Total biaya pelebaran bahu jalan dengan lebar 2 m, sebesar Rp. 229,371,478,008.4/m³.

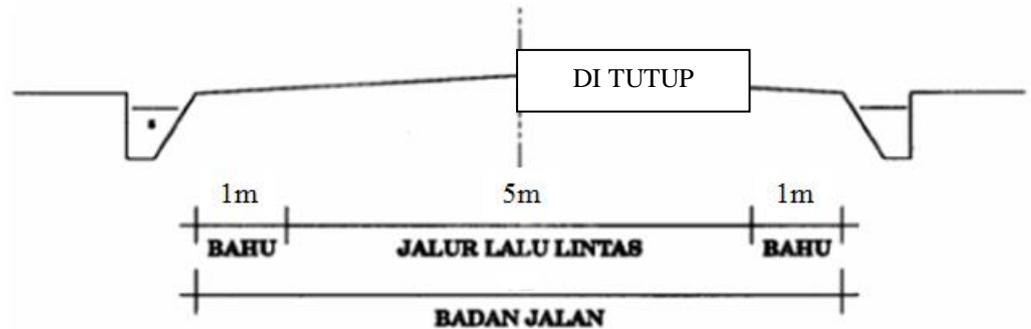
4.5. Evaluasi Ekonomi

Penanganan perbaikan perkerasan jalan dengan penutupan salah satu lajur (*alternative 1*) dan penanganan perbaikan perkerasan jalan dengan penutupan kedua lajur dan pelebaran bahu jalan (*alternative 2*).

Tabel 4.41. Perhitungan alternatif terlayak

	Alternatif 1	Alternatif 2	Selisih (Rp)
<i>Initial cost</i>	Rp. 941,207,848,578.81	Rp. 1,170,579,326,587.21	
<i>Operational cost</i>	Rp. 305,630,756,865.80	Rp. 305,630,756,865.80	
<i>Total cost</i>	Rp. 1,246,838,605,444.6	Rp. 1,476,210,083,453	Rp. 229,371,478,008.4
<i>User cost</i>	Rp. 1,013,940,646,605.58	Rp. 519,294,916,341.76	Rp. 494,645,730,263.83

1. Alternatif Perbaikan Pertama



Gambar 4.4. Potongan melintang jalan (alternatif 1)

Pada alternatif perbaikan perkerasan jalan pertama, yaitu dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan rentan waktu satu hari akan mengalami waktu tunda selama 2.13 jam, dikarenakan penutupan lajur tersebut berdampak pada lalu lintas yang ada, akibat penutupan satu lajur perkerasan kendaraan harus bergantian untuk melewati jalan Trans Papua Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel. Dengan asumsi satu hari 200 m³ pengerjaan, sehingga lama waktu pengerjaan perkerasan jalan sepanjang 273.91 km dengan *overlay* selama 1 tahun 6 bulan.

Benefit = Rp. 1,013,940,646,605.58

Cost = Rp. 1,246,838,605,444.6

B/C ratio = 0.81

B-C = Rp. 1,013,940,646,605.58 – Rp. 1,246,838,605,444.6

= - Rp. 232,897,958,839.02

2. Alternatif Perbaikan Kedua



Gambar 4.5. Potongan melintang jalan (alternatif 2)

Pada alternatif perbaikan perkerasan jalan 2, yaitu dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan, jalan tersebut tidak mengalami kemacetan dikarenakan lalu lintas pada jalan tersebut di alihkan ke bahu jalan, dengan waktu tempuh 5,7 jam. Dengan asumsi satu hari 400 m³ untuk pengerjaan *overlay* dan 8000 m³ untuk pengerjaan pelebaran bahu jalan, sehingga lama waktu pengerjaan perkerasan jalan selama 9 bulan dan lama waktu pengerjaan pelebaran bahu jalan selama 4 bulan 15 hari atau 1 tahun 1 bulan 15 hari.

Benefit = Rp. 519,294,916,341.76

Cost = Rp. 1,476,210,083,453

B/C ratio = 0.42

B-C = Rp. 519,294,916,341.76 – Rp. 1,476,210,083,453

= - Rp. 727,543,689,102.85

3. Perbandingan Alternatif

Benefit = Rp. 494,645,730,263.83

Cost = Rp. 229,371,478,008.4

B/C ratio = 2,16

B-C = Rp. 498,359,958,722.93 - Rp. 229,371,478,008.4

= Rp. 265,274,252,255.43

Karena nilai B/C ratio dari perbandingan alternatif perbaikan perkerasan jalan diatas lebih besar dari 1, dan nilai B/C ratio pada alternatif perbaikan perkerasan jalan pertama lebih besar dibandingkan alternatif perbaikan perkerasan

jalan kedua, maka di pilih menggunakan alternatif perbaikan perkerasan jalan pertama dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan lama waktu pengerjaan perbaikan perkerasan jalan selama 1 tahun 6 bulan.

Halaman Sengaja Dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan data, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai Studi Penentuan Alternatif Terlayak Secara Ekonomis Pada Perbaikan Jalan Trans Papua Ruas Jalan Kabupaten Merauke – Kabupaten Boven Digoel (Studi Kasus Kecamatan Merauke – Kecamatan Muting), sebagai berikut:

1. Alternatif perbaikan jalan pertama atau alternatif perbaikan jalan dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan rentan waktu (pagi dan siang) memerlukan biaya perbaikan jalan sebesar Rp. 941,207,848,578.81,- dengan waktu tunda selama 2.13 jam dan lama waktu pengerjaan perbaikan jalan selama 1 tahun 6 bulan dan.
2. Alternatif perbaikan jalan kedua atau alternatif perbaikan jalan dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan memerlukan biaya pelebaran bahu jalan sebesar Rp. 1,170,579,326,587.21,- dengan waktu tempuh 5.7 jam dan lama waktu pengerjaan perbaikan jalan selama 1 tahun 1 bulan 15 hari.
3. Perbandingan alternatif perbaikan jalan pertama atau alternatif perbaikan jalan dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan dengan alternatif perbaikan jalan kedua atau alternatif perbaikan jalan dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan didapat B/C ratio dan *net present value* (NPV) pada alternatif perbaikan jalan pertama dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan lebih besar dibandingkan dengan alternatif perbaikan jalan kedua dengan penutupan kedua lajur perkerasan jalan dan pelebaran bahu jalan. Sehingga, alternatif perbaikan jalan terlayak secara ekonomis yaitu pada alternatif perbaikan jalan pertama dengan penutupan satu lajur perkerasan jalan.

Halaman Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Bennett, C. R., De Solminihac, H., & Chamorro, A. (2007). *Data collection technologies for road management*, (December), 1–8. Washington, D.C.
- Citto Pacama Fajrinia, Hera Widiyastuti. (2013). *Analisis Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Gempol-Pasuruan*.
- Dejia Zhang, Fen Ye, Jingfen Yuan. (2013). *Life-cycle Cost Analysis (LCCA) on Steel Bridge Pavement Structural Composition*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 96 (2013) 785 – 789
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1983). *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*. No. 13/PT/B/1983. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1990). *Panduan Survai dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1995). *Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2005). *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metoda Lendutan - Pd T-05-2005-B*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (1990). *Petunjuk Teknis Perencanaan Dan Penyusunan Program Jalan Kabupaten SK. Nomor 77/KPTS/Db/1990*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (1995). *Panduan Analisa Biaya Dan Harga Satuan Pekerjaan Jalan Nomor 015/T/Bt/1995*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (1995). *Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Jalan Kabupaten Nomor 024/T/Bt/1995*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2016). *Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*

- Nomor 28/PRT/M/2016. Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2004). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*.
Kapasitas Jalan Luar Kota.
- ND Lea & Associates.(1975). *Biaya Operasional Kendaraan*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, (1985). *Tentang Jalan*. Nomor 26
Tahun 1985
- Peyman Babashamsi, Nur Izzi Md Yusoff, Halil Ceylan, Nor Ghani Md Nor,
Hashem Salarzadeh Jenatabadi. (2016) *Evaluation of Pavement Life Cycle
Cost Analysis: Review and Analysis*. International Journal of Pavement
Research and Technology 9 (2016) 241–254
- Rifan Ficry Kayori, T.K, Sendow, Longdong J., M.R.E. Manoppo. (2013).
*Analisa Derajat Kejenuhan Akibat Pengaruh Kecepatan Kendaraan Pada
Jalan Perkotaan Di Kawasan Komersil (Studi Kasus: Di Segmen Jalan
Depan Manado Town Square Boulevard Manado)*. Jurnal Sipil Statik Vol.1
No.9 (Agustus)
- Silvia Sukirman. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Granit
- Silvia Sukirman. (1999). *Dasar - dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung :
Nova
- Silvia Sukirman. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova
- Slobodan Ognjenovic, Alexander Ishkov, Dusan Cvetkovic, Dregan Peric, Marina
Romanovich. (2016). *Analyses of Costs and Benefits in the Pavement
Management System*. Procedia Engineering 165 (2016) 954 – 959.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). *Spesifikasi Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir)*.
Badan Standarisasi Nasional - SNI 6749:2008
- Suwardo dan Sugiharto. (2004). *Tingkat Kerataan Jalan Berdasarkan Alat
Rolling Straight Edge Untuk Mengestimasi Kondisi Pelayanan Jalan (PSI
dan RCI)*. Simposium VII FSTPT. Universitas Katolik Parahyangan.
Bandung
- Undang – Undang Republik Indonesia, (1980). *Tentang Jalan*. Nomor 13 Tahun
1980
- Undang – Undang Republik Indonesia, (2009). *Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*.
Nomor 22 Tahun 2009

LAMPIRAN ANALISA HARGA SATUAN PEKERJA

FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 MATA PEMBAYARAN : 6.3 (3a)
 URAIAN : Lataston Lapis Aus (HRS-WC)
 SATUAN PEMBAYARAN : M3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	Jam	0.1293	12,500.00	1,616.25
2.	Mandor	Jam	0.0185	18,100.00	334.85
JUMLAH HARGA TENAGA					1,951.10
B.	<u>BAHAN</u>				
1	Agr 5-10 & 10-5	M3	0.2440	2,400,000.00	585,600.00
2	Agr 0-5	M4	0.1560	2,400,000.00	374,400.00
3	Pasir halus	M5	0.2516	2,400,000.00	603,840.00
4	Filler	Kg	30.0000	2,946.25	88,387.50
5	Aspal	Kg	65.0000	20,982.50	1,363,862.50
JUMLAH HARGA BAHAN					3,016,090.00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1	Wheel Loader	Jam	0.0096	483,165.34	4,638.39
2	AMP	Jam	0.0294	6,278,472.78	184,587.10
3	Genset	Jam	0.0294	554,025.67	16,288.35
4	Dump Truck	Jam	0.2915	526,820.18	153,568.08
5	Asphalt Finisher	Jam	0.0185	482,724.86	8,930.41
6	Tendem Roller	Jam	0.0152	424,596.86	6,453.87
7	P.Tyre Roller	Jam	0.0042	462,173.74	1,941.13
8	Alat Bantu	Ls	1.0000	1,000.00	1,000.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					377,407.34
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				3,395,448.44
E.	OVERHEAD & PROFIT 10.00 % x D				339,544.84
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				3,734,993.28

**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN**

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 MATA PEMBAYARAN : 3.2 (2)
 URAIAN : Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian
 SATUAN PEMBAYARAN : M3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.0643	12,500.00	803.75
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0161	18,100.00	291.41
JUMLAH HARGA TENAGA					1,095.16
B. BAHAN					
1	Bahan Pilihan (M09)	M3	1.2000	90,000.00	108,000.00
JUMLAH HARGA BAHAN					108,000.00
C. PERALATAN					
1	Excavator	Jam	0.0161	483,165.34	7,778.96
2	Dump Truck	Jam	0.1205	526,820.18	63,481.83
3	Motor Grader	Jam	0.0077	619,689.51	4,771.61
4	Tandem	Jam	0.0060	424,596.00	2,547.58
5	Water tank truck	Jam	0.007	306,058.76	2,142.41
6	Alat Bantu	Ls	1.0000	500.00	500.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					81,222.39
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				190,317.55
E.	OVERHEAD & PROFIT 10.00 % x D				19,031.76
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				209,349.31

**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA Masing-Masing HARGA SATUAN**

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Preservasi Rehabilitasi Jalan Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 PROP / KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 MATA PEMBAYARAN : 10.1 (1) a
 URAIAN : Pemeliharaan Rutin untuk Pematangan Rumput
 SATUAN PEMBAYARAN : M2

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	Jam	0.2800	12,302.72	3,444.76
2.	Mandor	Jam	0.0700	15,874.15	1,111.19
JUMLAH HARGA TENAGA					4,555.95
B.	<u>BAHAN</u>				
JUMLAH HARGA BAHAN					-
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat Bantu	Ls	1.0000		
JUMLAH HARGA PERALATAN					-
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				4,555.95
E.	OVERHEAD & PROFIT			10.00 % x D	455.60
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				5,011.55

**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN**

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Preservasi Rehabilitasi Jalan Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 PROP / KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 ITEM PEMBAYARAN NO. : 10.1 (1) b
 JENIS PEKERJAAN : Pembersihan Rumija
 SATUAN PEMBAYARAN : M2

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	jam	0.0117	12,302.72	143.94
2.	Mandor	jam	0.0003	15,874.15	4.76
JUMLAH HARGA TENAGA					148.70
B.	<u>BAHAN</u>				
JUMLAH HARGA BAHAN					0.00
C.	<u>PERALATAN</u>				
	Alat Bantu	Ls	1.0000	10.00	10.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					10.00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				158.70
E.	OVERHEAD & LABA			10.0 % x D	15.87
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				174.57

**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN**

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Preservasi Rehabilitasi Jalan Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 PROP / KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 ITEM PEMBAYARAN NO. : 10.1 (4) b
 JENIS PEKERJAAN : Perawatan Patok Hektometer
 SATUAN PEMBAYARAN : Bh

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	0.4667	12,302.72	5,741.68
2.	Mandor (L03)	jam	0.0058	15,874.15	92.07
JUMLAH HARGA TENAGA					5,833.75
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Semen (M12)	Zak	6.9231	170,250.00	1,178,657.78
2.	Pasir (M01)	M3	0.4146	300,900.00	124,753.14
3.	Agregat Ka: (M03)	M3	0.6731	408,747.73	275,128.10
4.	Cat (M42)	M3	0.2500	25,000.00	6,250.00
5.	Bahan lainnya	Ls	1.0000	300.00	300.00
JUMLAH HARGA BAHAN					1,585,089.01
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat Bantu	Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					0.00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				1,590,922.76
E.	OVERHEAD & LABA 10.0 % x D				159,092.28
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				1,750,015.04

**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN**

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Preservasi Rehabilitasi Jalan Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 PROP / KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 ITEM PEMBAYARAN NO. : 10.1 (4) c
 JENIS PEKERJAAN : Perawatan patok pengarah
 SATUAN PEMBAYARAN : Bh

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	0.3111	12,302.72	3,827.38
2.	Mandor (L03)	jam	0.0039	15,874.15	61.91
JUMLAH HARGA TENAGA					3,889.29
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Cat (M42)	M3	0.0000	25,000.00	0.00
2.	Bahan lainnya	Ls	1.0000	300.00	300.00
3.	Pematul Cahaya (M4)	Bh	1.0000	25,000.00	25,000.00
JUMLAH HARGA BAHAN					25,300.00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat Bantu	Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					0.00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				29,189.29
E.	OVERHEAD & LABA 10.0 % x D				2,918.93
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				32,108.21

**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN**

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Preservasi Rehabilitasi Jalan Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 PROP / KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 ITEM PEMBAYARAN NO. : 10.1 (4) c
 JENIS PEKERJAAN : Perawatan Rambu Lalu lintas
 SATUAN PEMBAYARAN : Bh

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	0.2800	12,302.72	3,444.76
2.	Mandor (L03)	jam	0.0140	15,874.15	222.24
JUMLAH HARGA TENAGA					3,667.00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Cat (M42)	BH	0.2500	25,000.00	6,250.00
2.	Bahan lainnya	Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA BAHAN					6,250.00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat Bantu	Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					0.00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				9,917.00
E.	OVERHEAD & LABA			10.0 % x D	991.70
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				10,908.70

**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN**

SATKER/PPK : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Papua (Merauke)
 No. PAKET : 5
 NAMA PAKET : Preservasi Rehabilitasi Jalan Bts. Kab. Boven Digoel/ Muting - Merauke
 PROP / KAB / KODYA : Merauke
 PROPINSI : Papua
 ITEM PEMBAYARAN NO. : 10.1 (4) c
 JENIS PEKERJAAN : Perawatan Marka Jalan
 SATUAN PEMBAYARAN : Bh

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	0.2100	12,302.72	2,583.57
2.	Mandor (L03)	jam	0.0105	15,874.15	166.68
JUMLAH HARGA TENAGA					2,750.25
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Cat (M42)	BH	0.2008	25,000.00	5,020.00
2.	Bahan lainnya	Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA BAHAN					5,020.00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat Bantu	Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					0.00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				7,770.25
E.	OVERHEAD & LABA 10.0 % x D				777.03
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				8,547.28

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis Kholidia Ayunaning lahir di Merauke pada tanggal 11 Juni 1994, merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK TUNAS MELATI YAMRA Merauke, mulai pendidikan dasar di SDN 1 Merauke dan lulus tahun 2005, pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP N 1 Merauke lulus pada tahun 2008, kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA N 1 Merauke lulus tahun 2011. Penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur pada tahun 2011 dan berhasil menyelesaikan pendidikan pada Juni 2015. Setelah lulus jenjang pendidikan S1 penulis kemudian melanjutkan pendidikan pascasarjana bidang keahlian Manajemen dan Rekayasa Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis dapat dihubungi melalui email kholidiaayunaning@gmail.com