

**ANALISIS DAMPAK KERUSAKAN JALAN DITINJAU DENGAN BIAYA
OPERASIONAL KENDARAAN (BOK)**

(Studi Kasus : Jalan H.Adam Malik – Ranai, Kabupaten Natuna)

TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana S1
pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



Disusun Oleh:

ENDA DWI SETIAWAN

NPM. 133110001

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Segala puji bagi Allah, Sang Maha Pencipta dan Pengatur Alam Semesta, berkat Ridho-Nya penulis akhirnya mampu menyelesaikan makalah yang berjudul **“ANALISIS DAMPAK KERUSAKAN JALAN DITINJAU DENGAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN (BOK) (STUDI KASUS : JALAN H.ADAM MALIK – RANAI)”**.

Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu menghitung biaya operasional kendaraan (BOK) untuk mengetahui seberapa besar dampak kerusakan jalan terhadap pengguna jalan di jalan H.Adam Malik, Ranai dan kerugian yang dihasilkan oleh pengguna jalan di jalan tersebut.

Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Kritik dari pembaca untuk penellitian ini diharapkan bisa untuk penyempurnaan skripsi selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Pekanbaru, Desember 2020

ENDA DWI SETIAWAN

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrohmanirrohiim, assalamualaikum Wr. Wb

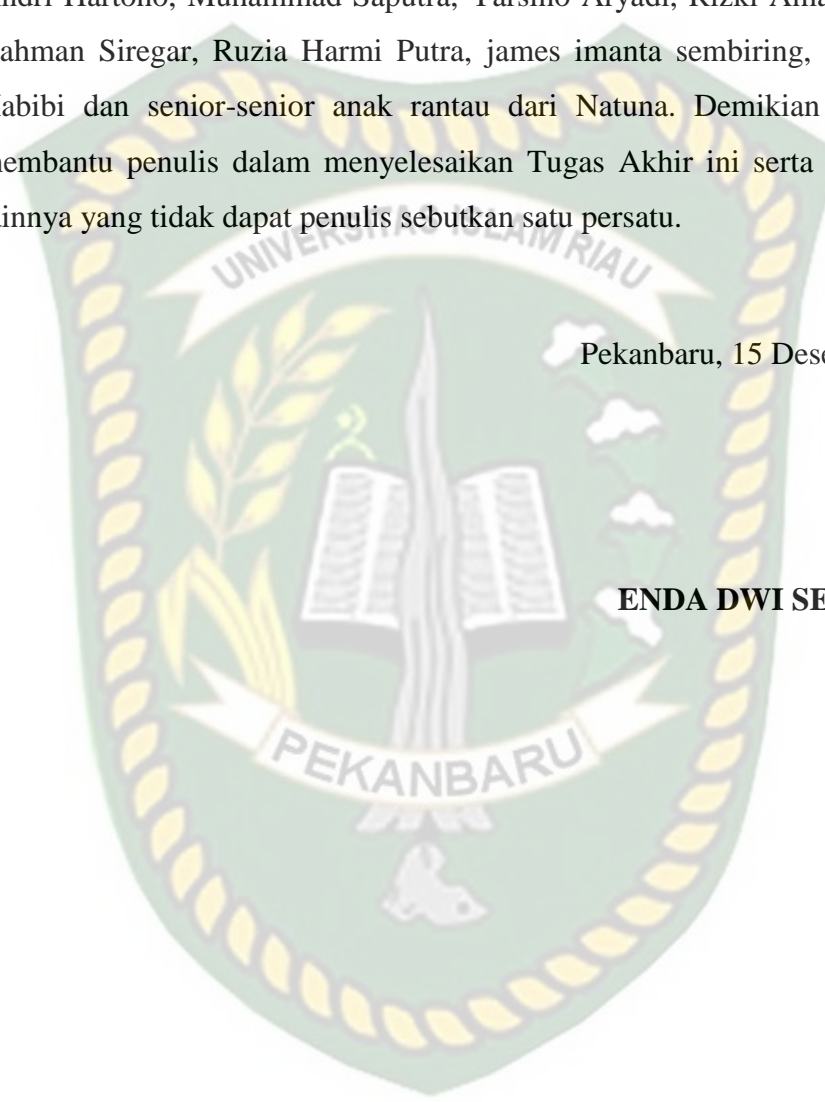
Puji dan syukur yang sebesar-besarnya penulis peruntukkan hanya pada Allah SWT yang telah memberikan semua rahmat dan nikmat serta karunia yang berlimpah kepada penulis dan tidak lupa ucapan terima kasih yang tulus penulis peruntukkan kepada semua yang telah banyak membantu baik bantuan moril, pikiran maupun materi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang tulus dan ikhlas kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis, antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C..L selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. Eng. Muslim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu DR. Kurnia Hastuti, selaku Wakil Dekan Bidang Akademis Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Ir. M. Aryon, ST, MT, selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan dan Kepegawaian Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc, selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, ST., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan Penguji pada penelitian tugas akhir ini.
8. Bapak Prof.Dr.Ir.H.Sugeng Wiyono,MMT.IP-U selaku Pembimbing pada penelitian tugas akhir ini.
9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT selaku penguji I pada penelitian tugas akhir ini.
10. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng selaku penguji II pada penelitian tugas akhir ini.
11. Bapak dan Ibu dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Seluruh Karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

13. Untuk keluarga papak, mamak, abang, kakak, adik dan khusus (Alm) mamak yang disurga yang telah mendukung penulis agar selalu semangat, sabar. dan saya ucapkan terimakasih banyak yang tak terhingga
14. Serta semua rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil 2013, Harmonis Emilwa, Andri Hartono, Muhammad Saputra, Yarsino Aryadi, Rizki Amarullah, Ulia Rahman Siregar, Ruzia Harmi Putra, james imanta sembiring, Muhammad Habibi dan senior-senior anak rantau dari Natuna. Demikian yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini serta pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Pekanbaru, 15 Desember 2020

ENDA DWI SETIAWAN

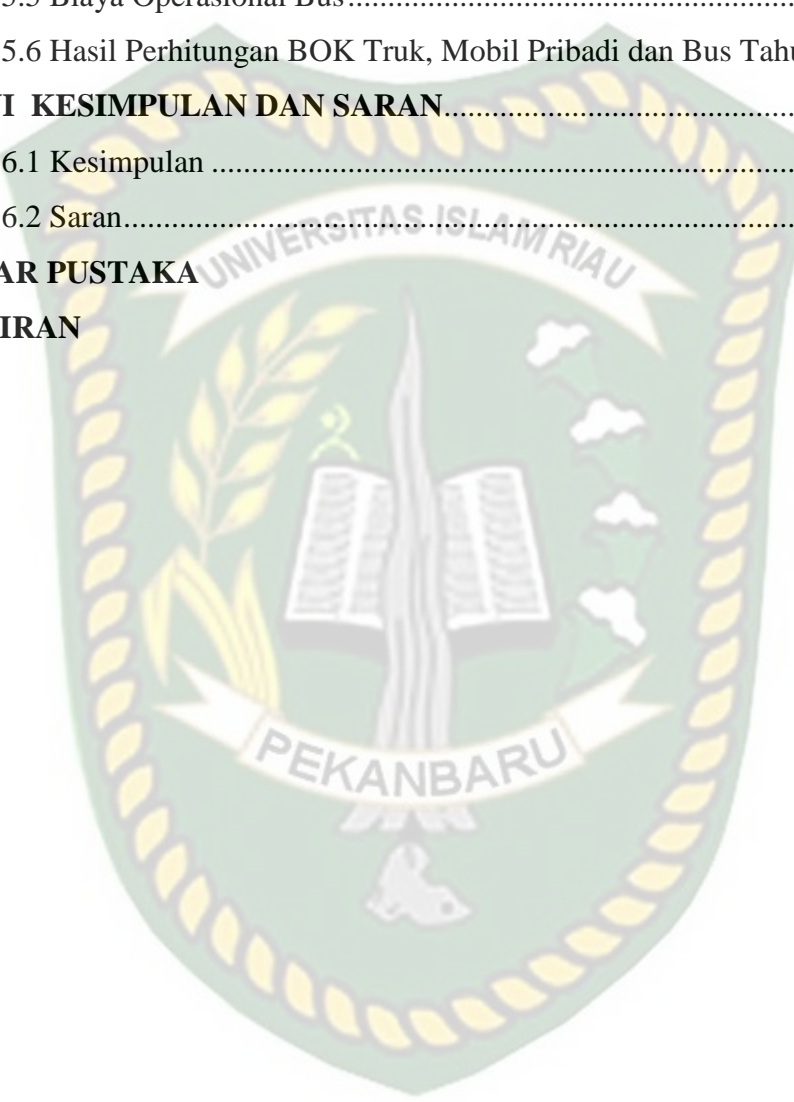


DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Umum.....	3
2.2 Penelitian Sebelumnya	3
2.3 Keaslian Penelitian.....	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	6
3.1 Jenis Struktur Perkerasan	6
3.2 Perkerasan Jalan	7
3.3 Perkerasan Kaku.....	9
3.4 Perkerasan Lentur.....	12
3.5 Perkerasan Komposit	14
3.6 Beban Pada Struktur Jalan	15
3.7 Jumlah Berat Yang Diizinkan	16

3.8 Lalu Lintas	17
3.8.1 Jumlah Lajur.....	17
3.8.2 Faktor Distribusi Lajur Dan Kapasitas Lajur	18
3.9 Kecepatan Rencana	18
3.10 Jenis-Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur	19
3.11 Dampak Kerusakan Jalan.....	23
3.11.1 Kecelakaan	23
3.11.2 Kenyamanan Pengendara.....	23
3.11.3 Perekonomian masyarakat	24
3.11.4 Sosial Budaya	24
3.11.5 Kemacetan.....	24
3.11.5 Keterlambatan	25
3.11.6 Biaya Overhead.....	25
3.12 Biaya Operasional Kendaraan (BOK).....	25
3.13 Biaya Tetap (<i>Standing Cost</i> atau <i>Fixed Cost</i>)	26
3.13.1 Biaya Penyusutan (BP)	26
3.13.2 Biaya Bunga Modal.....	26
3.13.3 Biaya Asuransi	27
3.14 Biaya Tidak Tetap (<i>Variable Cost</i> Atau <i>Running Cost</i>)	28
3.14.1 Simpanan Baku Percepatan.....	30
3.14.2 Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak.....	31
3.14.3 Biaya Konsumsi Oli	32
3.14.4 Biaya Konsumsi Suku Cadang.....	32
3.14.5 Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan	33
3.14.6 Biaya Konsumsi Ban.....	34
BAB IV METODE PENELITIAN	36
4.1 Tinjauan Umum	36
4.2 Lokasi Penelitian.....	36
4.3 Jenis Penelitian.....	37
4.4 Teknik Pengumpulan Data.....	37
4.5 Tahapan Analisis.....	37
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	39

5.1 Hasil Analisis Data Penelitian.....	39
5.2 Biaya Operasional Kendaraan	39
5.3 Biaya Operasional Truk	40
5.4 Biaya Operasional Mobil Pribadi.....	41
5.5 Biaya Operasional Bus.....	42
5.6 Hasil Perhitungan BOK Truk, Mobil Pribadi dan Bus Tahun 2019	44
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
6.1 Kesimpulan	45
6.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

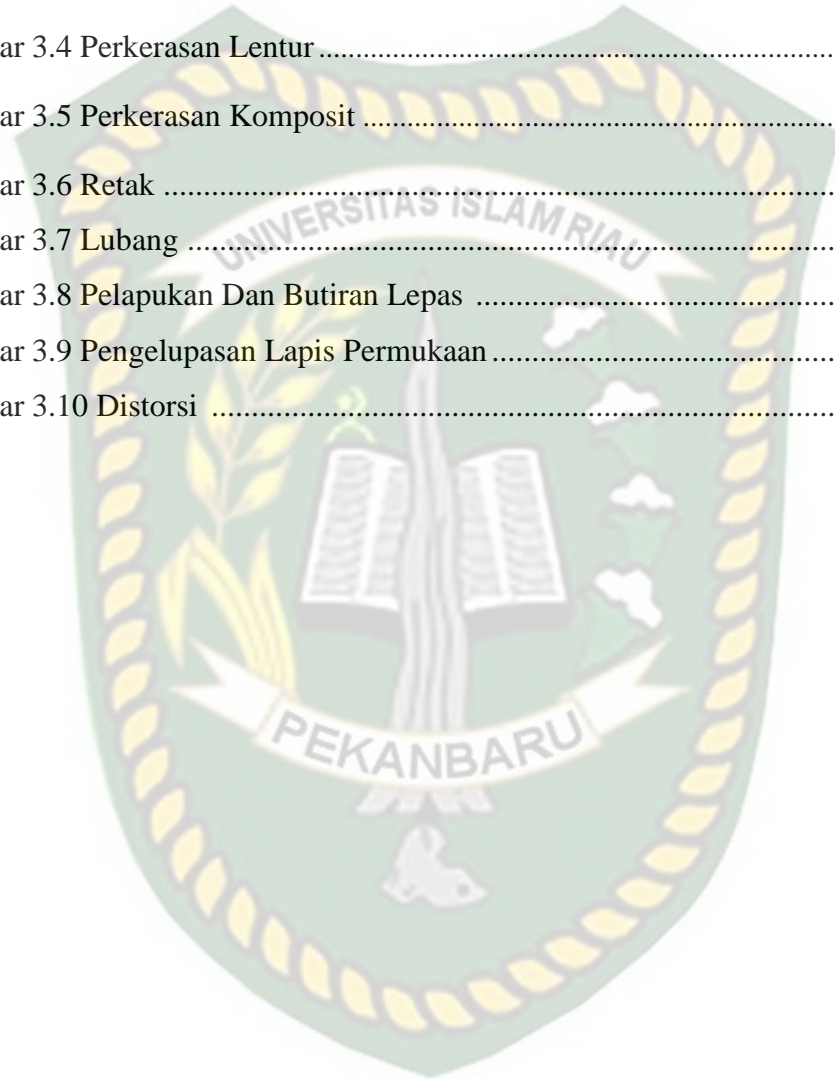


DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tipe Kendaraan Dan Distribusi Beban Sumbu	15
Tabel 3.2 Konfigurasi Beban Sumbu Dan JBI	16
Tabel 3.3 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Pd T-14-2003).....	17
Tabel 3.4 Faktor Distribusi Lajur (D_L) (Pt T-01-2002-B).....	18
Tabel 3.5 Kecepatan Rencana V_R Sesuai Klasifikasi jalan.....	18
Tabel 3.6 Kondisi Perkerasan Jalan	19
Tabel 3.7 Persamaan Perhitungan Biaya Tetap	27
Tabel 3.8 Berat Kendaraan Total Yang Direkomendasikan	28
Tabel 3.9 Kecepatan Kendaraan Yang Direkomendasikan	29
Tabel 3.10 Alinyemen Vertikal Yang Direkomendasikan	30
Tabel 3.11 Alinyemen Vertikal Yang Direkomendasikan Pada Medan Jalan.....	31
Tabel 3.12 Persamaan Perhitungan Biaya Tidak Tetap	34
Tabel 5.1 Data Kabupaten Natuna Dalam Angka.....	39
Tabel 5.2 Data Penelitian 1	39
Tabel 5.3 Data Penelitian 2	40
Tabel 5.4 BOK Truk (Rp/Km)	41
Tabel 5.5 BOK Mobil Pribadi (Rp/km)	42
Tabel 5.6 BOK Bus (Rp/km)	43
Tabel 5.7 Hasil Biaya Operasional Kendaraan Truk, Mobil Pribadi Dan Bus	43
Tabel 5.8 Hasil Perhitungan BOK Truk, Mobil Pribadi Dan Bus Tahun 2019	44

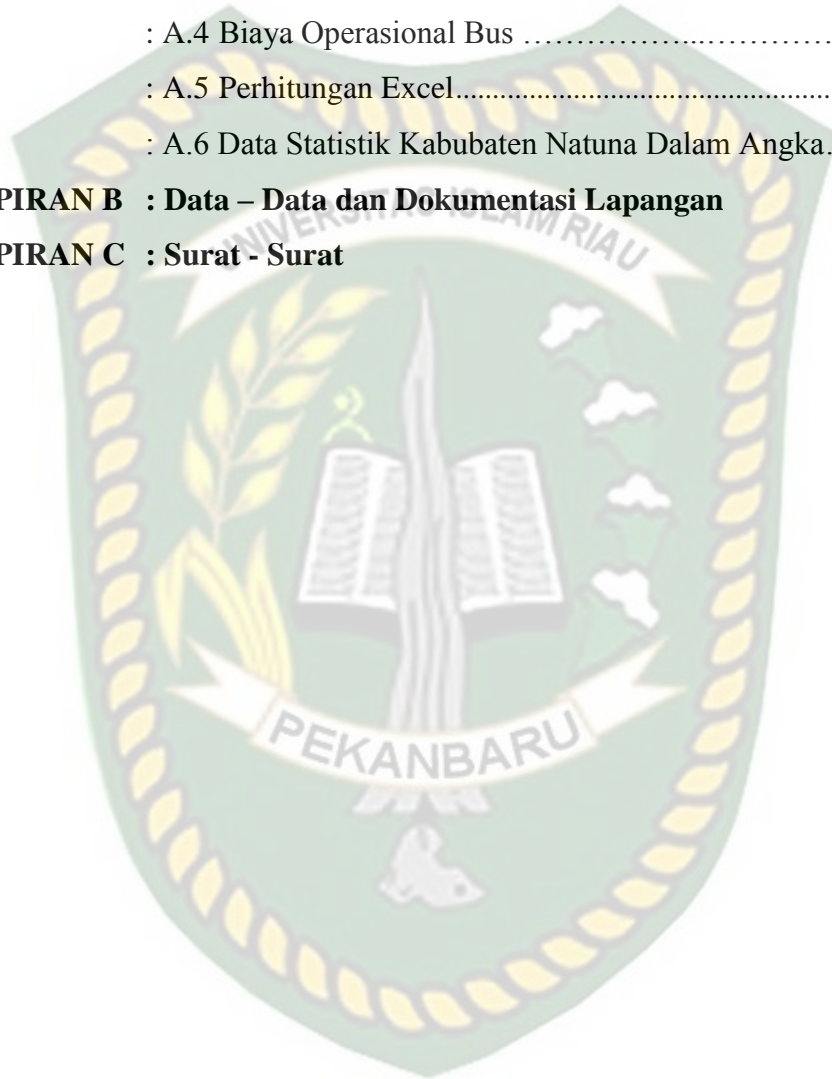
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tipikal Struktur Perkerasan Lentur (Lalu-Lintas Berat)	6
Gambar 3.2 Tipikal Struktur Perkerasan Kaku	7
Gambar 3.3 Skema Pembagian Beban Pada Perkerasan Kaku	9
Gambar 3.4 Perkerasan Lentur	12
Gambar 3.5 Perkerasan Komposit	14
Gambar 3.6 Retak	19
Gambar 3.7 Lubang	20
Gambar 3.8 Pelapukan Dan Butiran Lepas	21
Gambar 3.9 Pengelupasan Lapis Permukaan	22
Gambar 3.10 Distorsi	22



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	: A.1 Data Kendaraan Yang Ditinjau Dalam BOK.....	1
	: A.2 Biaya Operasional Truk	1
	: A.3 Biaya Operasional Mobil Pribadi	4
	: A.4 Biaya Operasional Bus	7
	: A.5 Perhitungan Excel.....	8
	: A.6 Data Statistik Kabupaten Natuna Dalam Angka.....	9
LAMPIRAN B	: Data – Data dan Dokumentasi Lapangan	
LAMPIRAN C	: Surat - Surat	



DAFTAR NOTASI

BS	= Beban Sumbu
C	= Koefisien distribusi lajur kendaraan
CBR	= California Bearing Ratio
D_L	= Distribusi Lajur
D_D	= Distribusi Arah
AE	= Angka ekivalen
JS	= Jumlah Sumbu
R	= Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
N	= tahun ke
SD	= Sumbu Depan
SB	= Sumbu Belakang
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda
STRG	= Sumbu tunggal roda Ganda
STRT	= Sumbu tunggal roda Tunggal
UR	= Umur Rencana
Rp	= Rupiah
Km	= Kilometer
M	= Meter
BOK	= Biaya Operasi Kendaraan
BBM	= Bahan Bakar Minyak
KKB	= Konsumsi Bahan Bakar
PKB	= Pajak Kendaraan Bermotor
%	= Persen
JK	= Jumlah Kendaraan
IRI	= International Roughness Index

**ANALISIS DAMPAK KERUSAKAN JALAN DITINJAU DENGAN BIAYA
OPERASIONAL KENDARAAN (BOK)
(Studi Kasus : Jalan H.Adam Malik, Ranai)**

ENDA DWI SETIAWAN
133110001

ABSTRAK

Masalah kerusakan jalan merupakan hal yang sering terjadi apabila lalu lintas yang padat hampir disetiap ruas jalan, Apabila kita melalui jalan H.Adam Malik di Ranai banyak kita temui jalan rusak ringan yang terjadi sepanjang jalan tersebut. Akibat dari kerusakan tersebut menimbulkan biaya sosial yang cukup tinggi, lamanya waktu perjalanan, bertambahnya konsumsi bahan bakar yang akan menimbulkan biaya transportasi semakin tinggi hingga berdampak pada bertambahnya angka kecelakaan dan tingkat emosional ditengah masyarakat.

Metode penelitian ini menggunakan perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sumber dari metode Bina Marga. Dengan meneliti biaya operasional kendaraan dari statistik pertumbuhan penduduk Kabupaten Natuna dalam angka tahun 2019 dan juga kondisi kerusakan jalan yang terjadi di jalan H.Adam Malik, Ranai.

Dari hasil analisis biaya operasional kendaraan (BOK) pada tahun 2019 BOK Truk adalah Rp.3.374.552,929, BOK Mobil Pribadi Rp.3.401.832,821 dan BOK Bus Rp.739.881.689 jalan H.Adam Malik diketahui jalan dalam keadaan rusak ringan dan kecepatan kendaraan yang melintas adalah 40 km/jam.

Kata Kunci : Biaya Operasi Kendaraan (BOK), Kerusakan Jalan, Statistik

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF ROAD DAMAGE ASSESSED BY VEHICLE
OPERATIONAL COSTS (VOC)
(Case Study: Street H. Adam Malik, Ranai)**

ENDA DWI SETIAWAN
133110001

ABSTRAK

The problem of road damage is something that often occurs when there is heavy traffic on almost every road. If we go through road H. Adam Malik in Ranai, we will find a lot of lightly damaged roads that occur along the road. As a result of this damage, it causes quite high social costs, long travel time, increased fuel consumption which will cause higher transportation costs, resulting in an increase in the number of accidents and emotional levels in the community.

This research method uses the calculation of Vehicle Operating Costs (BOK) from the Bina Marga method. By examining vehicle operating costs from population growth statistics for Natuna Regency in 2019 figures and also the condition of road damage that occurred on road H. Adam Malik, Ranai.

From the results of the analysis of vehicle operating costs (VOC) in 2019, VOC Truk was Rp. 3,374,552,929, VOC Private Car Rp. 3,401,832,821 and VOC Bus Rp. 739,881,689 road H. Adam Malik, it is known that the road is in a lightly damaged condition and speed. the vehicle passing is 40 km / hour.

Keywords: *Vehicle Operating Costs (VOC), Road Damage, Statistics*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah kerusakan jalan merupakan hal yang sering terjadi apabila lalu lintas yang padat hampir disetiap ruas jalan, akibat dari kerusakan tersebut menimbulkan biaya sosial yang cukup tinggi, lamanya waktu perjalanan, bertambahnya konsumsi bahan bakar yang akan menimbulkan biaya transportasi semakin tinggi hingga berdampak pada bertambahnya angka kecelakaan dan tingkat emosional ditengah masyarakat. Rendahnya pelayanan jalan berdampak terhadap besarnya biaya bagi pengguna jalan, semakin tingginya kecepatan kendaraan pada suatu ruas jalan maka biaya yang ditimbulkan akan semakin kecil dan maka kecepatannya rendah maka biaya yang di timbulkan akan semakin besar (Bennet, R., 2003).

Penurunan biaya operasi kendaraan baik karena prasarana maupun perbaikan kondisi lalu lintas, akan menimbulkan penghematan biaya bagi pengguna jalan, sehingga perhitungan biaya operasional kendaraan diperlu dilakukan untuk perencanaan dan penyusunan program transportasi darat. Berdasarkan pengamatan di jalan H.Adam Malik, Ranai masalah kerusakan jalan umumnya dipengaruhi oleh volume lalu lintas, muatan berlebih, kesalahan perencanaan dan pelaksanaan, serta pemeliharaan yang tidak memadai.

Apabila kita melalui jalan H.Adam Malik di Ranai banyak kita temui kerusakan yang terjadi sepanjang jalan tersebut. Hal ini tentu berpengaruh negatif bagi pengguna jalan dan lingkungan sekitar. Setelah mengetahui dampak yang ditimbulkan dari kerusakan jalan tersebut, lalu perlu dilakukan pemeliharaan rutin dan berkala untuk mempertahankan keamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan atau sampai umur rencana (Suwardo & Sugiarto 20014).

1.2 Rumusan Masalah

Berapa besar biaya operasional kendaraan (BOK) di jalan H.Adam Malik, Ranai ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :
Menganalisis berapa besar biaya operasional kendaraan (BOK) di jalan H.Adam Malik, Ranai.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini lebih terfokus dan jelas, maka ruang lingkup penelitian yang dilakukan penulis mencakup :

1. Penelitian akan dilakukan pada jalan H.Adam Malik, Ranai, Kabupaten Natuna.
2. Penelitian ini menghitung biaya operasional kendaraan (BOK) di jalan H.Adam Malik, Ranai, Kabupaten Natuna.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Membantu memberikan masukan kepada instansi pemerintah terkait tentang pengelolaan dan perawatan jalan agar mengurangi dampak yang ditimbulkan dari kerusakan jalan.
2. Memberikan tambahan ilmu dan pengetahuan bagi penulis di bidang transportasi sebagai tanggung jawab akademis dalam menyelesaikan Studi di Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka memuat tentang hasil – hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan yang erat dengan penelitian yang sedang dilakukan untuk pemecahan masalah pada penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian mengenai pengaruh beban sumbu berlebih (overload) terhadap umur layan perkerasan jalan. Beberapa referensi diantaranya yang melakukan penelitian ini adalah :

2.2 Penelitian Terdahulu

Dari berbagai penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa mahasiswa terkait dengan yang dilakukan oleh penulis, maka dalam hal ini penulis mencoba melakukan berdasarkan studi pustaka terhadap hasil penelitian yang ada dan literatur yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya :

Zainal, (2016), dengan judul “*Analisa Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan*”. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung umur perkerasan jalan da menghitung tebal penambahan perkersan jalan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga. Adapun dari hasil penelitian kendaraan berat yang banyak menyebabkan kerusakan jalan pada ruas jalan Pahlawan, Kec. Citereup, Kab. Bogor yaitu kendaraan berat dengan muatan yang melebihi batas Muatan Sumbu Terberat (MST) jalan Pahlawan dengan jenis kendaraan semi trailer dengan persentase pengaruhnya sampai 46,621%, dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) diatas 8 ton. Dari hasil analisa didapat umur perkerasan ruas jlan pahlawan yang seharusnya 1,61 tahun pada awal rencana, menjadi lebih singkat 0,51 tahun. Maka perlu ada penambahan perkerasan jalan dengan tebal 6 cm.

Hardian, (2017), dengan judul “*Analisa Dampak Overload Pada Struktur Perkerasan Lentur Terhadap Peningkatan Biaya Pemeliharaan Jalan*”. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa dampak overload pada struktur perkerasan kaku

dan pemeliharaan biaya jalan dengan menggunakan survey volume lalu lintas harian rata-rata LHR, dengan jumlah kendaraan dengan LHR total sebesar 3918 kendaraan. Untuk survey (aktual) nilai CESAL sebesar 10.636.982,9593 ESA, dengan peningkatan biaya pemeliharaan sebesar Rp.9.458.640.000,-/tahun umur pelayanan 2,569 tahun dan biaya kerugian *defisit design life cost* (DDLCC) sebesar Rp.69.101.313.347,64,-. Untuk beban normal CESAL sebesar 2.732.284,0728 ESA, dengan biaya pemeliharaan sebesar Rp.3.640.000.000,-/tahun umur pelayanan 10 tahun. Jika dikaji dengan beban overload 10%, 25%, 50% dan 100% maka nilai masing-masing untuk CESAL pertahun adalah 3,977.636,8619 ESA, 6.584.518,4475 ESA, 13.7764.808,2023 ESA dan 43.425.632,5726 ESA, untuk meningkatkan biaya pemeliharaan masing-masing sebesar Rp.1000.000.000,-/tahun, Rp.3.240.000.000,-/tahun, Rp.19.160.000.000,-/tahun.

Maryam, (2020), dengan judul “*Analisis Dampak Kerusakan Jalan Terhadap Biaya Operasional Kendaraan*” Tujuan Penelitian ini bertujuan untuk, Menganalisis jenis dan titik kerusakan pada ruas jalan, dengan (Pavement Condition Index / PCI) terhadap kondisi perkerasan jalan menurut jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pada Ruas Jalan Siahoni – Jamilu, Menganalisis Volume kerusakan dan strategi penanganan kerusakan jalan tersebut sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan, dan Mengetahui kerugian yang ditimbulkan akibat kerusakan jalan berdasarkan nilai biaya operasional Kendaraan /BOK. Dari hasil analisa di peroleh nilai LHR Ruas Siahoni-Jamilu pada Hari Kerja sebesar 13.90 smp/hari pada jam puncak pagi 17.00-18.00 wit, pada Hari Pendek diperoleh LHR terbesar adalah 13.49 smp/hari pada jam puncak pagi 10.00-11.00 wit, dan pada Hari Libur LHR sebesar 11.62 smp/hari pada jam puncak pagi 09.00-10.00 wit. Dan ketika dilakukan analisa tingkat kerusakan jalan dengan menggunakan metode PCI diperoleh Klasifikasi atau kondisi kerusakan jalan pada ruas Siahoni – Jamilu yakni untuk sisi kiri diperoleh nilai PCI = 44 dengan status kerusakan sedang dan untuk sisi kanan diperoleh nilai PCI = 66 dengan status kondisi jalan baik, dimana hasil analisa memperlihatkan besarnya Biaya Tetap dan Tidak Tetap yang mempengaruhi BOK Angkutan Umum pada Rute Terminal Namlea-Jamilu adalah masing-masing sebesar Rp. 69.029.999,00 dan Rp. 31,892,000.00 dan besarnya Biaya Operasi Kendaraan (BOK) Angkutan Umum

rute Terminal Namlea-Jamilu adalah Rp. 100,921,000.00 dengan selisih nilai BOK terhadap ruas jalan yang masih baik sebesar Rp. 2,837,000.00. berdasarkan hasil analisa dan hasil wawancara langsung menurut operator kendaraan belum ada tingkat kerugian yang berarti bagi pemilik kendaraan pada ruas tersebut, dan secara teknis kondisi jalannya pun masih tergolong baik dan belum perlu adanya suatu penanganan atau penaggulangan yang serius serta kondisi perkerasan yang ada saat ini juga tidak memberikan dampak atau pengaruh yang besar terhadap BOK kendaraan rute Terminal Namlea – Jamilu. Hal ini terlihat dari nilai ekonomis yang diperoleh per tahun yakni sebesar Rp. 1,035,505,000,00.

Leni, (2019), dengan judul “*Analisa Biaya Pengguna Jalan Akibat Kerusakan Jalan*” Tujuan penelitian ini adalah menghitung biaya operasi kendaraan (BOK) pada kerusakan jalan. Keadaan ini menyebabkan terjadinya penurunan pada tingkat pelayanan jalan dan biaya bagi pengguna jalan terutama (Road User Cost, RUC) dalam hal pemborosan bahan bakar dan waktu perjalanan menjadi lebih lama. RUC terdiri dari biaya operasi kendaraan (Vehicle Operating Cost, VOC) dan nilai waktu perjalanan (Value Of Time, VOT). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui biaya operasional kendaraan dan nilai waktu yang dikeluarkan akibat adanya kemacetan lalu lintas dengan menggunakan metode Bina Marga dan PCI (Pacific Consultant International). Hasil penelitian ini menunjukkan biaya BOK yang dialami oleh kendaraan yang melalui masing-masing titik selama 9 jam, titik 5 merupakan titik yang mengeluarkan biaya paling besar yaitu 36.939,96 Rp/kend.jam dan hasil analisis nilai waktu biaya pada titik 5 sebesar Rp. 14681.47,- jam/orang.

2.3 Keaslian Penelitian

Dari penelitian diatas, penulis menggunakan perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK), data yang telah dikumpulkan penulis untuk penelitian dari skripsi ini. Perbedaan penelitian yang penulis lakukan dengan penelitian sebelumnya adalah tidak membahas pemeliharaan jalan, tidak menghitung volume berat kendaraan, dan tidak menganalisa dampak overload kendaraan.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Jenis Struktur Perkerasan

Jenis perkerasan baru terdiri dari :

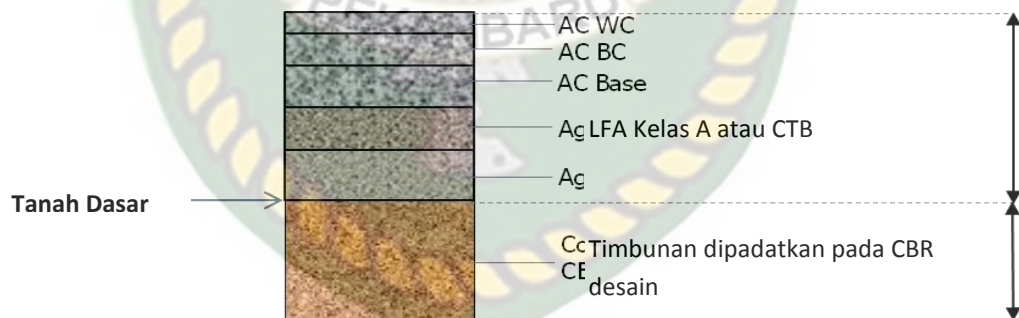
1. Perkerasan pada permukaan tanah asli.
2. Perkerasan pada timbunan.
3. Perkerasan pada galian.

Tipikal struktur perkerasan dapat dilihat pada gambar :

1. Perkerasan Lentur Pada Permukaan Tanah Asli (*At Grade*).



2. Perkerasan Pada Timbunan.

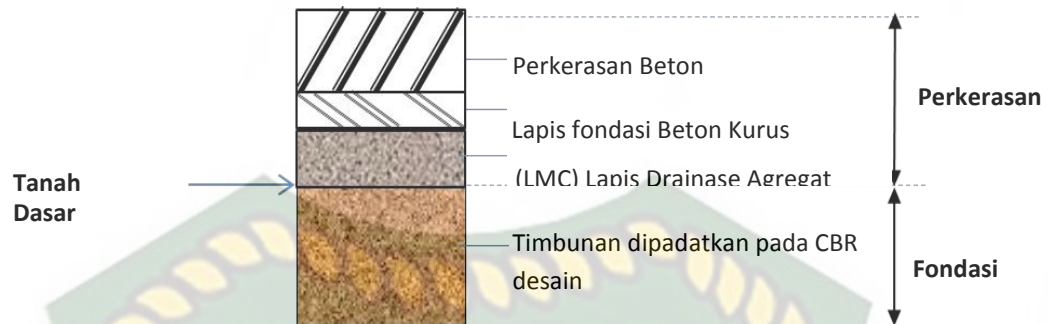


Gambar 3.1 Tipikal Struktur Perkerasan Lentur (Lalu-Lintas Berat)

1. Perkerasan Kaku Pada Permukaan Tanah Asli (*At Grade*).



2. Perkerasan Kaku Pada Timbunan.



3. Perkerasan Pada Galian.



Gambar 3.2 Tipikal Struktur Perkerasan Kaku

3.2 Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan jalan berkembang dengan pesat pada zaman keemasan Romawi. Pada saat itu telah mulai dibangun jalan - jalan yang terdiri dari beberapa lapis perkerasan. Perkembangan struktur perkerasan jalan seakan berhenti dengan mundumya kekuasaan Romawi sampai awal abad ke-18. Pada saat itu beberapa ahli dari Perancis, Skotlandia menemukan sistem - sistem struktur perkerasan jalan yang sebagian sampai saat ini masih umum digunakan di Indonesia maupun di negara - negara lain di dunia

John Louden Mac Adam (1756 - 1836), dari Skotlandia memperkenalkan struktur perkerasan yang terdiri dari batu pecah atau batu kali, pori - pori di atasnya ditutup dengan batu yang lebih kecil / halus. Jenis perkerasan ini terkenal dengan nama perkerasan Macadam. Untuk memberikan lapisan yang kedap *air*, maka di atas lapisan Macadam diberi lapisan aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan ditaburi pasir kasar.

Pierre Marie Jerome Tresquet (1716 - 1796) dari Perancis mengembangkan sistem lapisan batu pecah yang dilengkapi dengan drainase, kemiringan melintang serta mulai menggunakan pondasi dari batu.

Thomas Telford (1757 - 1834) dari Skotlandia membangun jalan mirip dengan apa yang dilaksanakan Tresquet. Struktur perkerasannya terdiri dari batu pecah berukuran 15/20 sampai 25/30 yang disusun tegak. Batu - batu kecil diletakkan di atasnya untuk menutup pori - pori yang ada dan memberikan permukaan yang rata.

Perkerasan jalan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat telah ditemukan pertama kali di Babylon pada 625 tahun sebelum Masehi, tetapi perkerasan ini tidak berkembang sampai ditemukannya kendaraan bermotor bensin oleh Gottlieb Daimler dan Karl Benz pada tahun 1880. Mulai tahun 1920 sampai sekarang teknologi struktur perkerasan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat maju pesat.

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah atau batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen ataupun tanah liat. Fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda kendaraan ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dan perkerasan, sehingga mengurangi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar, yaitu pada tekanan di mana tanah dasar tidak mengalami deformasi berlebihan selama masa pelayanan perkerasan. Menurut Hardiyatmo (2011), fungsi perkerasan jalan adalah sebagai berikut.

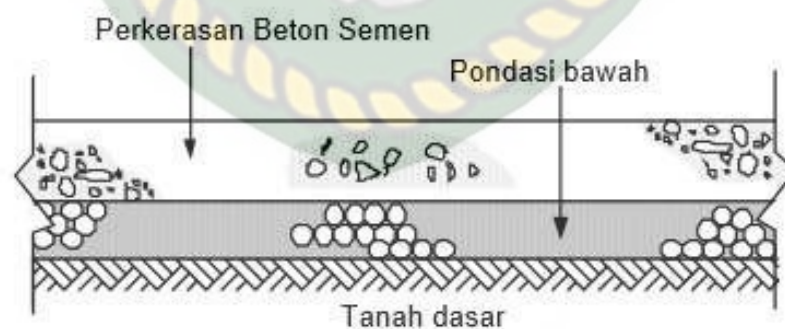
1. Untuk memberikan struktur yang kokoh dalam mendukung beban lalu lintas.
2. Untuk memberikan tanah gelincir atau kekesatan (*skid resistance*) pada permukaan perkerasan.
3. Untuk memberikan permukaan rata/aus bagi pengendara.
4. Untuk mendistribusikan beban roda kendaraan di atas pondasi tanah secara memadai, sehingga dapat melindungi tanah dari tekanan yang besar.
5. Untuk melindungi formasi tanah dari pengaruh perubahan cuaca yang buruk.

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa merusak konstruksi perkerasan itu sendiri. Dengan demikian, dalam perencanaannya perlu dipertimbangkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja perkerasan di antaranya umur rencana, lalu lintas yang merupakan beban perkerasan, kondisi lingkungan, tanah dasar, serta sifat dan mutu material yang tersedia.

3.3 Perkerasan Kaku

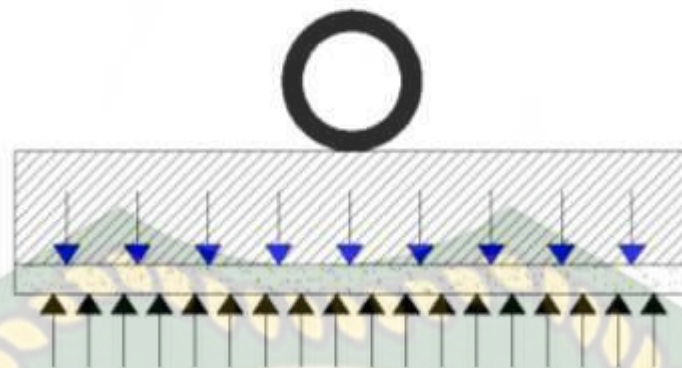
Perkerasan kaku (*rigid pavement*) atau perkerasan beton (*concrete pavement*) banyak digunakan untuk jalan-jalan utama dan bandara, jika perkerasan lentur terdiri dari beberapa komponen pokok seperti lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah, perkerasan kaku terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan pelat beton semen *portland*, dengan atau tanpa tulangan. Pada permukaan perkerasan beton, kadang-kadang ditambahkan lapisan aspal. Perkerasan beton cocok digunakan pada jalan raya yang melayani lalu lintas tinggi/berat, berkecepatan tinggi (Hardiyatmo, 2011).

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal (Pd T-14-2003).



Gambar 3.3 Struktur Perkerasan Beton Semen

Sumber : Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah, 2003



Gambar 3.3 Skema Pembagian Beban Pada Perkerasan Kaku

Sumber : Zahra, 2011

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pematatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut.

1. Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
2. Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat.
3. Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
4. Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya. Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm.

Perkerasan kaku (perkerasan beton semen) adalah suatu struktur perkerasan yang umumnya terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis beton semen dengan tulangan ataupun tanpa tulangan. Metode dasar perencanaan perkerasan kaku adalah perkiraan lalu lintas dan komposisinya selama umur

rencana, kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dengan *CBR* (%), kekuatan beton yang digunakan, jenis bahu jalan, jenis perkerasan dan jenis penyaluran beban (Saragi, 2014).

FHWA (2006) mendefinisikan perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari pelat beton semen *portland* yang dibangun di atas lapis pondasi (*base*) yang berada di atas tanah dasar. Jadi, ada perbedaan jenis lapisan (*base* atau *subbase*) yang berada di bawah pelat beton. Kesamaannya adalah di bawah pelat beton hanya ada satu lapis material saja, yaitu salah satu dari lapis pondasi bawah (*subbase*) atau lapis pondasi (*base*). Jika mengacu pada Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd. T-14-2003), material di bawah pelat beton adalah lapis pondasi bawah.

Beda antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang paling menonjol adalah cara keduanya dalam menyebarkan beban di atas tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan kaku yang terbuat dari pelat beton, oleh kekuatan dan modulus elastisitasnya yang tinggi, cenderung menyebarkan beban ke area yang lebih luas ke tanah dasar. Jadi, bagian terbesar dari kekuatan struktur perkerasan diberikan oleh pelat betonnya sendiri, sedang pada perkerasan lentur, kekuatan perkerasan diperoleh dari ketebalan lapisan-lapisan pondasi bawah (*subbase*), pondasi (*base*) dan lapis permukaan (*surface*).

Bergantung pada kondisinya, perkerasan beton dapat berupa pelat beton tanpa tulangan, diberikan sedikit tulangan, diberi tulangan secara kontinyu, prategang atau beton fiber. Pelat beton biasanya diletakan di atas material *granular* yang dipadatkan atau pondasi bawah yang dirawat (*treated subbase*) yang di bawahnya.

Kelebihan Perkerasan Kaku :

1. Life-cycle-cost lebih murah daripada aspal.
2. Tidak terlalu peka terhadap kelalaian pemeliharaan, bahan beton perkerasan tidak terlalu terpengaruh oleh adanya genangan air (banjir).
3. Tidak terlalu peka terhadap kelalaian pemanfaatan (*overloading*).
4. Semen adalah material produksi dalam negeri sehingga tidak tergantung dari import.

5. Keseluruhan tebal perkerasan jauh lebih kecil dari pada perkerasan aspal sehingga dari segi lingkungan / environment lebih menguntungkan.

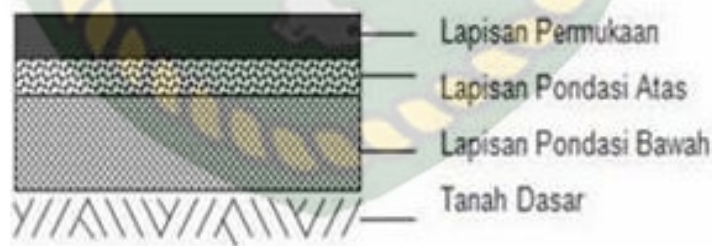
Kerugian Perkerasan Kaku :

1. Permukaan perkerasan beton semen mempunyai riding comfort yang lebih jelek dari pada aspal, akan terasa melelahkan untuk perjalanan jauh.
2. Perbaikan kerusakan sering kali merupakan perbaikan keseluruhan konstruksi perkerasan sehingga akan mengganggu lalu lintas.
3. Pelapisan ulang / overlay tidak mudah dilakukan.
4. Ketidaktepatan hasil pekerjaan akibat kurang telitinya pelaksanaan pekerjaan dilapangan tidak mudah diperbaiki.

3.4 Perkerasan Lentur

Menurut Sukirman (1999), perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan.



Gambar 3.4 Perkerasan Lentur

Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Konstruksi perkerasan menurut Sukirman (1999) terdiri dari:

1. Lapis permukaan (*surfacecourse*)

Lapis permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas. Untuk menahan beban selama masa pelayanan, lapisan ini menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Salah satu fungsi lapis permukaan adalah sebagai lapis penahan beban roda dan lapisaus.

2. Lapis pondasi atas (*basecourse*)

Lapisan ini terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Material yang digunakan pada lapisan ini haruslah material yang cukup kuat. Untuk lapis pondasi atas tanpa bahan pengikat dapat menggunakan material dengan CBR > 50% dan Plastisitas Indeks (PI) < 4%. Bahan yang digunakan dapat berupa batu pecah, kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dankapur.

3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Lapisan ini terletak dibawah lapis pondasi atas dan berada diatas tanah dasar (*subgrade*). Pada lapisan ini dapat menggunakan agregat yang bergradasi baik.

4. Tanah dasar (*subgrade*)

Lapis tanah dasar adalah lapisan dengan ketebalan 50-100 cm, yang selanjutnya akan diletakkan lapis pondasi bawah diatasnya. Tanah dasar dapat berupa tanah asli dari lokasi pengerjaan jika memenuhi syarat dan juga bisa dengan tanah dari lokasi lain. Sebelum lapis pondasi bawah diletakkan, tanah dasar harus dipadatkan dengan kepadatan tertentu agar tercapai kestabilan tanah dasar.

Kelebihan Perkerasan Lentur :

1. Dapat digunakan untuk semua tingkat lalu lintas.
2. Kerusakan tidak merambat ke bagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air.
3. Pada umumnya biaya awal konstruksi yang rendah, terutama untuk jalan lokal dengan volume lalu lintas rendah.
4. Pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan, dan lebih mudah menentukan perkiraan

pelapisan ulang.

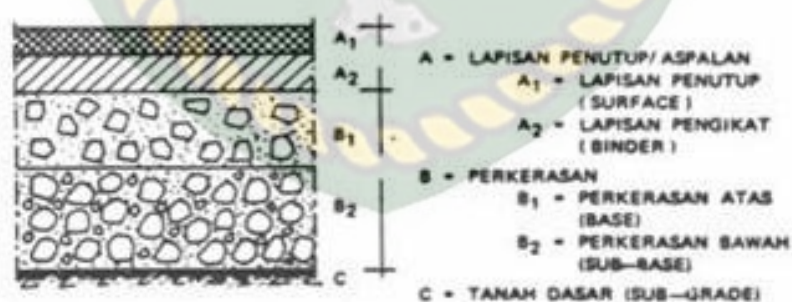
5. Tebal konstruksi perkerasan lentur adalah tebal seluruh lapisan yang ada ditanah dasar.

Kekurangan Perkerasan Lentur :

1. Kendali kualitas job mix lebih rumit.
2. Sulit bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.
3. Umur rencana relatif pendek 5-10 tahun.
4. Indeks pelayanan terbaik hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring waktu dan frekuensi beban lalu lintas.
5. Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan, mencapai lebih kurang dua kali lebih besar dari pada perkerasan kaku.

3.5 Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) dan lapisan perkerasan lentur (flexibel pavement) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton dibawah.



Gambar 3.5 Perkerasan Komposit

Kelebihan Perkerasan Komposit :

1. Proses rumit namun kualitas lebih baik dari perkerasan kaku dan lentur.
2. Biaya perawatan lebih efisien.

3. Kekuatan konstruksi lebih awet.
4. Struktur lebih kuat dan tahan lama.

3.6 Beban Pada Struktur Jalan

Beban lalu lintas merupakan beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas ini merupakan beban dinamis yang selalu terjadi secara berulang. Beban lalu lintas dinyatakan dalam akumulasi reperiisi beban sumbu standar selama umur rencana yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti distribusi kendaraan ke masing-masing lajur, berat kendaraan, ukuran ban, pertumbuhan lalu lintas, beban sumbu masing-masing kendaraan dan umur rencana. Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut.

1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan.
2. Roda kendaraan kendaraan.
3. Beban sumbu kendaraan.
4. Survei timbang.
5. Repitisi lintas sumbu standar.
6. Beban lalu lintas pada jalur rencana.

Tabel 3.1 Tipe kendaraan dan distribusi beban sumbu

No	Type Kendaraan	Berat Total (Ton)	Distribusi Beban Sumbu (Ton)		
			Depan	Belakang 1	Belakang 2
Umum					
1	Kendaraan Ringan	2	1	1	
2	Bus Kecil	6	2.04	3.96	
3	Bus Besar	9	3.06	5.94	
4	Truk 2 As	18.2	6.19	12.01	
5	Truk 3 As	25	6.25	18.75	
6	Truk Gandegan Trailer	42	7.56	11.76	22.68

Tabel Lanjutan 3.1 Tipe Kendaraan dan Distribusi beban sumbu					
Angkutan Kayu					
1	Truk 2 As		3.38	14.82	
2	Truk 3 As		4.57	27.33	
3	Truk Gandegan Trailer		5.36	17.7	21.3

Sumber : Wiyono (2014)

3.7 Jumlah Berat yang Diizinkan

Jumlah berat yang diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui, jumlah berat yang diizinkan semakin besar jika jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. JBI ditetapkan oleh Pemerintah dengan pertimbangan daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan. Sementara itu jumlah berat bruto (JBB) ditetapkan pabrikan sesuai dengan kekuatan rancangan sumbu, sehingga konsekuensi logisnya JBI tidak melebihi JBB. JBI untuk jalan kelas II dan kelas III dengan muatan sumbu terberat 10 ton dan truk jalan dengan muatan sumbu terberat 8 ton berbagai sumbu kendaraan.

Tabel 3.2 Konfigurasi Beban Sumbu dan JBI (jumlah berat yang diizinkan)

No	Golongan & Konfigurasi Sumbu	MST Maksimum			Berat Total (Ton)
		Sb I	Sb II	Sb III	
1	6a (1.1)	6	6		12
2	(11.22)	6,25	6,4	18,8	31
3	(1.2.22)	6	10	18	34
4	7c (1.22.22)	6	16	16	38
5	11.222	6	7	24	37

Sumber : Departemen Perhubungan (2008)

3.8 Lalu Lintas

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*comercial vehile*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalulintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir . kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

1. Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
2. Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
3. Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG)
4. Sumbu Tridem Roda Ganda. (STrRG)

3.8.1 Jumlah Lajur

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar (lajur dengan volume tertinggi). Umumnya lajur rencana adalah salah satu lajur dari jalan raya dua lajur atau tepi dari jalan raya yang berlajur banyak. Persentase kendaraan pada jalur rencana dapat juga diperoleh dengan melakukan survey volume lalu lintas. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka ditentukan dari lebar perkerasan menurut Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Pd T-14-2003)

Lebar perkerasan		Jumlah lajur
L < 5,50 m		1 lajur
5,50 m ≤ L <	8,25 m	2 lajur
8,25 m ≤ L < 11,25 m		3 lajur
11,25 m ≤ L <	15,00 m	4 lajur
15,00 m ≤ L <	18,75 m	5 lajur
18,75 m ≤ L <	22,00 m	6 lajur

Sumber : Bina Marga (2003)

3.8.2 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditetapkan dalam Tabel 3.2 Beban rencana pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu kepada Peraturan menteri PU No.19/PRT/M/2011 mengenai Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan Rasio Volume Kapasitas (RVK) yang harus dipenuhi. Kapasitas lajur maksimum agar mengacupada MKJI dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Faktor Distribusi Lajur (D_L) (Pt T-01-2002-B)

Jumlah lajur per arah	% beban gandar standar dalam lajur rencana
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber : Bina Marga (2002)

3.9 Kecepatan Rencana

Kecepatan yang dipilih untuk mengikat komponen perencanaan geometri jalan dinyatakan dalam kilometer perjam (km/h).

Tabel 3.5 Kecepatan Rencana (V_R) Sesuai klasifikasi jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan rencana, V_R (Km/h)
Arteri Primer	50 - 100
Kolektor Primer	40 - 80
Arteri Sekunder	50 - 80
Kolektor Sekunder	30 - 50
Lokal Sekunder	30 - 50

Sumber Bahan Perkuliahan Geometrik jalan Raya

Tabel 3.6 Kondisi Perkerasan Jalan

Nilai IRI m/km	Kategori	Kecepatan (Km/h)
$IRI \leq 4$	Baik	50 - 100
$4 < IRI \leq 8$	Sedang	40 - 80
$8 < IRI \leq 12$	Rusak Ringan	30 - 50
$IRI \geq 12$	Rusak Berat	20 - 30

Sumber Ditjen Bina Marga

3.10 Jenis-Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur

Untuk analisis kondisi kerusakan jalan yang terjadi disepanjang jalan H.Adam Malik, Ranai, Kabupaten Natuna dilihat dari hasil dokumentasi yang di dapat di sepanjang jalan yang ditinjau.

A. Retak

Retak adalah gejala kerusakan permukaan perkerasan sehingga akan menyebabkan air pada permukaan perkerasan masuk ke lapisan bawahnya dan hal ini merupakan salah satu faktor yang akan membuat parahnya suatu kerusakan (Departemen Pekerjaan Umum, 2007).



Gambar 3.6 Retak

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Faktor Penyebab :

1. Bahan material kurang bagus.
2. Pelapukan permukaan.
3. Tanah dasar dibawah permukaan kurang stabil.

Dampak yang ditimbulkan ke pengguna jalan :

1. Berkurangnya kecepatan kendaraan.
2. Ketidaknyamanan berkendara.
3. Menyebabkan Kecelakaan.

B. Lubang

Lubang merupakan kerusakan jalan berupa mangkuk yang memiliki ukuran bervariasi dari kecil hingga besar.



Gambar 3.7 Lubang
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Faktor Penyebab :

1. Retak setempat.
2. Penempatan dowel terlampau dekat ke permukaan perkerasan.

Dampak yang ditimbulkan ke pengguna jalan :

1. Meluasnya ukuran lubang yang membahayakan pengguna jalan.
2. Berkurangnya kenyamanan dan membahayakan keselamatan berkendara.

C. Pelapukan Dan Butiran Lepas (Weathering And Raveling)

Pelapukan dan Butiran lepas adalah disegrenasi permukaan perkerasan aspal melalui pelepasan partikel agregat yang berkelanjutan, berawal dari permukaan perkerasan mentijil kebawah atu dari pinggir ke atas.



Gambar 3.8 Pelapukan Dan Butiran Lepas
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Faktor Penyebab :

1. Campuran material aspal kurang baik.
2. Melemahnya bahan pengikat atau batuan.
3. Pemasatan kurang baik.
4. Agregat mudah menyerap air.

Dampak yang ditimbulkan ke pengguna jalan :

1. Mengganggu kenyamanan pengguna jalan.
2. Mengganggu lalu lintas.

D. Pengelupasan Lapis Permukaan (*Stripping*)

Pengelupasan lapis permukaan merupakan kerusakan yang disebabkan oleh kurangnya ikatan antar lapis permukaan dan lapis bawahnya atau terlalu tipis lapis permukaannya.



Gambar 3.9 Pengelupasan Lapis Permukaan (*Stripping*)

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Faktor Penyebab :

1. Kurangnya ikatan antar lapis permukaan dan bawahnya.
2. Terlalu tipis permukaannya.

Dampak yang ditimbulkan ke pengguna jalan :

1. Mengganggu kenyamanan pengguna jalan.
2. Permukaannya menjadi licin, membahayakan kendaraan.

E. Distorsi

Distorsi dapat terjadi terjadi atas lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas.



Gambar 3.10 Distorsi

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Faktor Penyebab :

1. Aspal yang dipakai mempunyai penetrasi yang tinggi.
2. Beban kendaraan yang berlebihan.

Dampak yang ditimbulkan ke pengguna jalan :

1. Membahayakan pengguna jalan
2. .Berkurangnya kenyamanan dan membahayakan keselamatan berkendara.

3.11 Dampak Kerusakan Jalan

Dengan terjadinya kerusakan pada jalan tentu menimbulkan pengaruh-pengaruh yang mengganggu pengguna jalan dan masyarakat. Oleh karena itu ketentuan kondisi jalan yang baik atau buruk dapat ditentukan dari beberapa sifat dan keadaan pengguna jalan dan masyarakat.

3.11.1 Kecelakaan

Menurut Malkhamah (1995) Data kecelakaan lalu lintas yang lengkap dan akurat sangat diperlukan untuk membantu memahami segala hal yang berhubungan dengan kecelakaan lalulintas, karakteristik kecelakaan yang terjadi, lokasi rawan kecelakaan. Dampak yang terjadi di jalanan akibat kondisi jalanan yang buruk antara lain terjadinya peningkatan angka kecelakaan yang terjadi karena pengemudi yang terperosok lubang yang ada di jalan atau karena menghindari kerusakan yang terjadi.

3.11.2 Kenyamanan pengemudi

Pengertian Kenyamanan adalah suatu kondisi perasaan seseorang yang merasa nyaman berdasarkan persepsi masing-masing individu. Sedangkan nyaman merupakan suatu keadaan telah terpenuhinya kebutuhan dasar manusia yang bersifat individual akibat beberapa faktor kondisi lingkungan. Kenyamanan dan rasa nyaman adalah penilaian komprehensif seseorang terhadap lingkungannya. Dengan terjadinya kerusakan jalan tentu mengganggu kenyamanan karena pada dasarnya kerusakan ini akan mengakibatkan kemacetan, dan apalagi saat hujan deras mengguyur kawasan rusak ini, air akan menggenang dan menutupi jalan rusak (berlubang) akhirnya masyarakat menjadi cemas dan was-

was. Kecemasan dan kemacetan inilah yang dimaksud mengganggu kenyamanan penggunajalan.

3.11.3 Perekonomian Masyarakat

Dampaknya terhadap masyarakat ialah pendapatan masyarakat menurun serta melonjaknya harga sejumlah kebutuhan sehari-hari. Dikarenakan akses jalan yang buruk sehingga perekonomian yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan ekonomi tidak dapat tercapai dengan baik. Pendapatan masyarakat yang menurun disebabkan karena dengan akses jalan yang sulit sehingga mobilitas manusia dan barang terhambat. Dengan terhambatnya mobilitas barang akibat kesulitan akses berdampak juga terhadap melonjaknya harga kebutuhan sehari-hari.

3.11.4 Sosial Budaya

Dampak terhadap aspek sosial ini meliputi kualitas lingkungan yang dirasakan oleh masyarakat dan kualitas interaksi kehidupan bermasyarakat yang berdampak pada kesejahteraan masyarakat. Dengan adanya kondisi jalan raya yang baik sangat membantu masyarakat dalam melaksanakan interaksi sosialnya, baik antar desa maupun wilayah lainnya sehingga setiap kegiatan yang menyangkut aktivitas sosial lainnya dapat terlaksana dengan baik. Namun dengan kondisi jalan yang rusak dapat menghambat interaksi antar masyarakat pada daerah tersebut.

3.11.5 Kemacetan

Dampak terhadap kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang lewat pada ruas jalan yang dilewati melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut mendekati 0 km/jam atau bahkan menjadi 0 km/jam sehingga mengakibatkan terjadinya antian. Terjadinya kemacetan dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan yang terjadi pada ruas jalan yang dilewati, dimana kemacetan terjadi jika nilai derajat kejenuhan terjadi lebih dari 0,8 (MKJI, 1997).

3.11.6 Keterlambatan

Dampak terhadap keterlambatan ini adalah kondisi dimana terjadinya penurunan kecepatan bebas ruas jalan yang ditinjau tanpa terjadinya adanya kemacetan. Keterlambatan lebih dipengaruhi oleh sikap pengemudi, bukan oleh nilai kelebihan kapasitas jalan. Pada kondisi ini tidak terjadi kejenuhan lalu lintas dimana nilai derajat kejenuhan dibawah atau sama dengan 0,8 (MKJI, 1997)

3.11.7 Biaya Overhead

Dampak terhadap biaya overhead ini adalah biaya yang secara tidak langsung dikeluarkan oleh pemilik kendaraan atau pengusaha angkutan penumpang yang akan dipergunakan untuk keperluan biaya operasional kendaraan, biaya keperluan kantor lainnya akibat kerusakan jalan dan untuk keperluan banyak hal.

3.12 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya operasional kendaraan adalah biaya total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kendaraan pada suatu kondisi lalu lintas dan jalan untuk suatu jenis kendaraan per kilometer jarak tempuh (dalam Rp/km). Menyebutkan bahwa biaya operasi kendaraan terdiri dari dua komponen utama yaitu biaya tidak tetap (*variable cost atau running cost*) dan biaya tetap (*standing cost atau fixed cost*).

Untuk menghitung biaya operasional kendaraan diperlukan daftar harga satuan komponen-komponen yang digunakan sebagai unit-unit perhitungan biaya operasional kendaraan.

Daftar harga satuan komponen-komponen dapat diperoleh dari data sekunder setelah dilakukan penelitian. Persamaan untuk menghitung biaya operasional kendaraan adalah :

$$\text{BOK} = \text{BTT} + \text{BT}$$

Dimana:

BOK= Biaya operasional kendaraan (Rupiah/km)

BTT = Biaya tidak tetap (Rupiah/Km)

BT = Biaya tetap (Rupiah/km)

3.13 Biaya Tetap (*Standing Cost atau Fixed Cost*)

Biaya tetap merupakan penjumlahan dari komponen-komponen yang terdiri dari biaya penyusutan, biaya awak kendaraan, biaya asuransi dan biaya modal. Persamaan untuk biaya tetap dengan rumus :

$$BT = B_{pi} + B_{ki}$$

Dimana :

BT = Biaya tetap (Rupiah/km)

B_{pi} = Biaya depresiasi/ penusutan kendaraan (Rupiah/km)

B_{ki} = Biaya awak kendaraan (Rupiah/km)

3.13.1 Biaya Penyusutan (BP)

Biaya penyusutan adalah yang dikeluarkan atas penyusutan nilai kendaraan karena berkurangnya umur ekonomis. Umur ekonomis didefinisikan sebagai waktu pemakaian alat yang masih memberikan keuntungan yang ekonomis, sedangkan nilai residu adalah nilai alat setelah umur ekonomisnya berakhir. Persamaan umur biaya penyusutan kendaraan adalah sebagai berikut :

$$\text{Mobil Penumpang : } Y = \frac{1}{2,5 s + 125}$$

$$\text{Bus : } Y = \frac{1}{8,756 s + 350}$$

$$\text{Truk : } Y = \frac{1}{6,125 s + 245}$$

Dimana :

Y = Penyusutan kendaraan per 1000 km, dikalikan dengan harga kendaraan

S = Kecepatan rata-rata kendaraan (Km/jam)

3.13.2 Biaya Bunga Modal

Biaya bunga modal adalah biaya yang dikeluarkan pengguna jalan untuk bunga modal dihitung berdasarkan besarnya pinjaman uang untuk pembelian kendaraan, baik pinjaman dari Bank atau pinjaman sendiri. Tingkat bunga dapat dihitung berdasarkan pada tingkat bunga kredit bank yang berlaku Persamaan Biaya bunga modal adalah sebagai berikut :

$$\text{Mobil Penumpang : } Y = \frac{120}{500 s}$$

$$\text{Bus : } Y = \frac{120}{2500 s}$$

$$\text{Truk} \quad : Y = \frac{120}{1750 S}$$

Dimana :

Y = Suku bunga per 1000 km, dikalikan dengan $1/2$ nilai kendaraan

S = Kecepatan rata-rata kendaraan (Km/jam)

3.13.3 Biaya Asuransi

Biaya Asuransi adalah biaya asuransi kecelakaan yang dibayarkan kepada suatu perusahaan asuransi. Persamaan biaya asuransi kendaraan adalah sebagai berikut :

$$\text{Mobil Penumpang} : Y = \frac{35,0 \times 0,5}{500 S}$$

$$\text{Bus} : Y = \frac{40,0 \times 0,5}{2500 S}$$

$$\text{Truk} : Y = \frac{60,0 \times 0,5}{1750 S}$$

Dimana :

Y = Biaya asuransi per 1000 km, dikalikan dengan nilai kendaraan

S = Kecepatan rata-rata kendaraan (Km/jam)

Tabel 3.7 Persamaan Perhitungan Biaya Tetap

No	Nama Persamaan	Mobil Pribadi	Bus	Truk
1	Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 1 / (2,5 S + 100)$	$Y = 1 / (6 S + 315)$	$Y = 1 / (6 S + 210)$
2	Travelling Time pengemudi & kondektur (jam kerja/1000 km)	Tidak Ada karena pengemudi adalah pemilik kendaraan	$Y = 1000 / S$	$Y = 1000 / S$
3	Asuransi (asuransi/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 38 / (500 S)$	$Y = 60 / (2571,42857 S)$	$Y = 61 / (1714,28571 S)$
4	Bunga Modal (Bunga Modal/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 150 / (500 S)$	$Y = 150 / (2571,42857 S)$	$Y = 150 / (1714,28571 S)$

Sumber Anonim (dalam Arafat 2000)

3.14 Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost atau Running Cost*)

Biaya tidak tetap (variable cost atau running cost) merupakan penjumlahan dari komponen-komponen yang terdiri dari konsumsi bahan bakar, biaya oli, biaya konsumsi suku cadang, biaya upah tenaga pemeliharaan dan ban.persamaan untuk biaya tidak tetap dinyatakan dengan rumus :

$$BTT = BiBBMj + BOi + Bpi + Bui + Bbi$$

Dimana :

BTT = Besaran biaya tidak tetap (Rupiah/km)

BiBBMj = Biaya konsumsi bahan bakar minyak (Rupiah/km)

Boi = Biaya konsumsi oli (Rupiah/km)

Bpi = Biaya pemeliharaan (Rupiah/km)

Bui = Biaya upah pemeliharaan (Rupiah/km)

Bbi = Biaya konsumsi ban (Rupiah/km)

a) Biaya konsumsi bahan bakar Kecepatan Rata-Rata Lalu Lintas Data kecepatan lalu lintas dapat diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung dengan metode “moving car observer” dan selanjutnya dilakukan perhitungan kecepatan rata-rata ruang. Apabila data kecepatan lalu lintas tidak tersedia maka kecepatan dapatdihitung dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

b) Berat Kendaraan Total Batasan berat kendaraan total (dalam ton) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.8 Berat Kendaraan Total Yang Direkomendasikan

Jenis kendaraan	Nilai minimum (ton)	Nilai maksimum (ton)
Sedan	1,3	1,5
Utiliti	1,5	2,0
Bus Kecil	3,0	4,0
Bus Besar	9,0	12,0

Truk Ringan	3,5	6,0
Truk Sedang	10,0	15,0
Truk Berat	15,0	25,0

Sumber: Bina Marga Pd T-15-2005-B

c) Kecepatan Kendaraan Batasan kecepatan rata-rata kendaraan (dalam km/jam) yang dicakup oleh model

Tabel 3.9 Kecepatan rata-rata kendaraan yang direkomendasikan

Jenis kendaraan	Nilai minimum (km/jam)	Nilai maksimum (km/jam)
Sedan	5,0	100,0
Utiliti	5,0	100,0
Bus Kecil	5,0	100,0
Bus Besar	5,0	100,0
Truk Ringan	5,0	100,0
Truk Sedang	5,0	100,0
Truk Berat	5,0	100,0

Sumber Bina Marga Pd T-15-2005-B

d) Tanjakan Dan Turunan Geometri jalan yang diperhitungkan dalam model persamaan hanya faktor alinemen vertikal, yang terdiri dari tanjakan dan turunan. Batasandan turunan yang dicakup oleh model :

Tabel 3.10 Alinyemen vertikal yang direkomendasikan

Jenis alinemen vertikal	Nilai minimum (m/km)	Nilai maksimum (m/km)
Tanjakan	0,0	+90,0
Turunan	-70,0	0,0

Sumber : Bina Marga Pd T-15-2005-B

e) Percepatan Rata-Rata Percepatan rata-rata lalu lintas dalam suatu ruas jalan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$AR = 0,0128x(V/C)$$

Dimana :

AR = Percepatan rata-rata

V = Volume lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

3.14.1 Simpangan Baku Percepatan

Simpangan baku percepatan lalu lintas dalam suatu ruas jalan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$SA = SA \max (1,04/(1+e(a_0+a_1)*V/C)$$

Dimana :

SA = Simpangan baku percepatan (m/s²)

SA max = Simpangan baku percepatan maksimum (m/s²) (tipikal/default = 0,75)

a₀, a₁ = Koefisien parameter (tipikal/default a₀ = 5,140; a₁ = -8,264)

V = Volume lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Tanjakan Dan Turunan Tanjakan rata-rata ruas jalan dapat dihitung berdasarkan data alinyemen vertikal dengan rumus berikut:

$$RR = \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{Li} \left[\frac{m}{km} \right]$$

Turunan rata-rata ruas jalan dapat dihitung berdasarkan data alinyemen vertikal dengan rumus berikut:

$$FR = \frac{\sum_{i=1}^n Fi}{L} \left[\frac{m}{km} \right]$$

Apabila data pengukuran tanjakan dan turunan tidak tersedia dapat digunakan nilai tipikal(default) sebagai berikut :

Tabel 3.11 Alinyemen vertikal yang direkomendasikan pada medan jalan

No	Kondisi jalan	Tnjakan rata-rata (m/km)	Turunan rata-rata (m/km)
1	Datar	2,5	-2,5
2	Bukit	12,5	-12,5
3	Pegunungan	22,4	-22,5

Sumber : Bina Marga Pd T-15-2005-B

3.14.2 Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak

Untuk perhitungan bahan bakar perlu ditentukan terlebih dahulu konsumsi bahan bakar rata-rata dari kendaraan penumpang dan kargo dalam satuan liter/km. Kemudian dengan mengetahui harga satuan bahan bakar, biaya bahan bakar dapat dihitung. Konsumsi bahan bakar kendaraan dapat dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan.

$$BiBBMj = KBBMi \times HBBMj$$

Dimana :

BiBBMi = Biaya konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan i, dalam rupiah/km

KBBMi = Konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan i, dalam liter/km

HBBMj = Harga bahan bakar untuk jenis BBM j, dalam rupiah/liter

I = Jenis kendaraan sedan (SD), utiliti (UT), bus kecil (BL), bus besar (BR), truk ringan (TR), truk sedang (TS) atau truk berat (TB)

J = Jenis bahan bakar minyak solar (SLR) atau z premium (PRM)

3.14.3 Biaya Konsumsi Oli

Perhitungan biaya konsumsi oli tidak membedakan kecepatan rata-rata. Sehingga hanya ada satu perhitungan biaya konsumsi oli untuk tiap jenis kendaraan.

$$OHK_i = KAPO_i / JPO$$

Dimana :

$KAPO_i$ = Kapasitas oli (liter)

JPO_i = Jarak penggantian oli (km)

$$KO_i = OHK_i + OHO_i \times KBBM_i$$

Dimana :

OHK_i = Oli hilang akibat kontaminasi (liter/km)

OHO_i = Oli hilang akibat operasi (liter/km)

$KBBM_i$ = Konsumsi bahan bakar (liter/km)

$$BO_i = KO_i \times Ho_j$$

Dimana :

Bo_i = Biaya konsumsi oli untuk jenis kendaraan i, dalam rupiah/km

Ko_i = Konsumsi oli untuk jenis kendaraan i, dalam liter/km

Ho_j = Harga oli untuk jenis oli j, dalam rupiah/liter

i = Jenis kendaraan

j = Jenis oli

3.14.4 Biaya Konsumsi Suku Cadang

Data harga kendaraan dapat diperoleh melalui survai harga suatu kendaraan baru jenis tertentu dikurangi dengan nilai ban yang digunakan. Harga kendaraan dihitung sebagai harga rata-rata untuk suatu jenis kendaraan tertentu. Survai harga dapat dilakukan melalui survai langsung di pasar atau mendapatkan data melalui survai instansional seperti asosiasi pengusaha kendaraan penumpang. Data kekasaran permukaan jalan dapat diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan Alat Pengukur Kerataan Permukaan Jalandengan satuan hasil pengukuran meter per kilometer (IRI).

$$P_i = (\emptyset + \gamma_1 \times \text{IRI}) (\text{KJTi}/100000) \gamma^2$$

Dimana :

P_i = Konsumsi suku cadang kendaraan jenis i per juta kilometer

\emptyset = Konstanta

γ_1 & γ_2 = Koefisien-koefisien parameter

IRI = Kekasaran jalan, dalam m/km

KJTi = Kumulatif jarak tempuh kendaraan jenis i , dalam km

i = Jenis kendaraan

$$B_{Pi} = P_i \times \text{HKBi} / 1000000$$

Dengan :

B_{Pi} = Biaya pemeliharaan kendaraan untuk jenis kendaraan i ,

HKBi = Harga kendaraan baru rata-rata untuk jenis kendaraan i

P_i = Nilai relatif biaya suku cadang terhadap harga kendaraan baru jenis i

i = Jenis kendaraan

3.14.5 Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan

Data upah tenaga pemeliharaan dapat diperoleh melalui survai penghasilan tenagaperbaikan kendaraan. Survai upah dapat dilakukan melalui survai langsung di bengkel atau mendapatkan data melalui instansional seperti Dinas Tenaga Kerja. Biaya upah perbaikan kendaraan untuk masingmasing jenis kendaraan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$B_{Ui} = J_{Pi} \times \text{UTP}/1000$$

Dimana :

B_{Ui} = Biaya upah perbaikan kendaraan (Rp/km)

J_{Pi} = Jumlah Jam Pemeliharaan (jam/1000km)

UTP= Upah Tenaga Pemeliharaan (Rp/jam)

Kebutuhan jumlah jam pemeliharaan untuk masing-masing jenis kendaraan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$J_{Pi} = a_0 \times P_{iai}$$

Dimana :

Jpi = Jumlah jam pemeliharaan (jam/1000km)

Pi = Konsumsi suku cadang kendaraan jenis i a0,

a1 = Konstanta

3.14.6 Biaya Konsumsi Ban

Perhitungan biaya konsumsi ban tidak membedakan kecepatan rata-rata maupun jarak tempuh tahunan. Yang pertama dilakukan dalam menghitung biaya konsumsi ban. adalah menghitung konsumsi ban untuk kendaraan.

$$KBi = X + \delta_1 \times IRI + \delta_2 \times TTR + \delta_3 \times DTR$$

Dimana :

KBi = Konsumsi ban untuk jenis kendaraan i

X = Konstanta

$\delta_1 \dots \delta_3$ = Koefisien-koefisien parameter

TTR =Tanjakan+turunan rata-rata

DTR = Derajat tikungan rata-rata

$$BBi = KBi \times HBj/1000$$

Dimana :

Bbi = Biaya konsumsi ban untuk jenis kendaraan i, dalam rupiah/km

Kbi = Konsumsi ban untuk jenis kendaraan i, dalam EBB/1000km

HBj= Jenis kendaraan

I = Harga ban baru jenis j, dalam rupiah/ban baru

J = Jenis ban

Tabel 3.12 Persamaan Perhitungan Biaya Tidak Tetap

No	Nama Persamaan	Mobil Pribadi	Truk	Bus
1	Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non tol / jalan arteri	$Y=0,05693 S^2 + 6,42593 S + 269,18567$	$Y = 0,21692 S^2 + 24,15490 S + 954,78624$	$Y=0,21557 S^2 - 24,17699 S + 947,80862$
2	Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll /arteri	$Y = 0,00037 S^2 + 0,04070 S + 22,0405$	$Y = 0,00209 S^2 + 0,24413 S + 13,29445$	$Y=0,00186 S^2 - 0,22035 S + 12,06486$

Tabel Lanjutan 3.11 Persamaan Perhitungan Biaya Tidak Tetap				
3	Pemeliharaan (pemeliharaan/1000km)	$Y = 0,0000064 S + 0,0005567$	$Y = 0,0000332 S + 0,0020891$	$Y = 0,000019 S + 0,00154$
4	Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)	$Y = 0,00362 S + 0,36267$	$Y = 0,02311 S + 1,97733$	$Y = 0,01511 S + 1,212$
5	Ban Kendaraan (ban/1000 km)	$Y = 0,0008848 S + 0,0045333$	$Y = 0,0012356 S + 0,0065667$	$Y = 0,0015553 S + 0,0059333$

Sumber Anonim (dalam Arafat, 2000)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metode merupakan suatu cara atau langkah yang ditempuh dalam memecahkan suatu masalah dengan cara mempelajari, mengumpulkan data, menganalisis data yang telah didapat. Penelitian suatu kasus perlu adanya metode yang berfungsi sebagai dasar acuan untuk studi pustaka maupun pengumpulan data yang diperlukan. Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Metode penelitian diawali dengan pengamatan lapangan dan pengumpulan data primer dan sekunder untuk mendapatkan hasil dari penelitian.

4.2 Lokasi Penelitian

Dalam lokasi penelitian ini lokasi yang dijadikan sebagai bahan penelitian oleh peneliti adalah jalan H.Adam Malik, Ranai Kabupaten Natuna jalan ini mempunyai panjang fungsional ± 2 Km dengan panjang efektif penanganan pekerjaan adalah 1 Km. Lokasi penelitian dapat dilihat seperti gambar 4.1



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian (Google Maps, 2019)

4.3 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk penelitian studi literatur dengan mencari referensi teori yang relevan dengan permasalahan yang ditemukan. Referensi teori yang diperoleh dengan studi literatur dijadikan sebagai pondasi dasar dan alat utama bagi praktek penelitian dilapangan.

4.4 Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini adalah data primer dengan melakukan observasi dan melihat keadaan fisik jalan sekaligus topografi jalan untuk mengetahui kondisi-kondisi yang terjadi di tempat penelitian.

1. Data Sekunder

Data sekunder ini diperoleh dari data statistik Kabupaten Natuna dalam angka yang diambil dari bappeda Kabupaten Natuna.

4.5 Tahapan Analisis

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah proses mempelajari, memahami, serta menganalisa masalah berdasarkan data yang ada. Adapun langkah yang harus diperhatikan antara lain :

1. Persiapan

Untuk melakukan persiapan alat dan bahan penelitian (formulir, alat tulis, smartphone).

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini diperoleh dari data sekunder.

3. Analisis Data

Analisa data dapat diartikan upaya untuk mengolah data menjadi satu informasi yang mudah dipelajari dan dipahami.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil analisa pembahasan biaya operasional kendaraan (BOK) akibat jalan rusak.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan pada penelitian ini adalah mengetahui biaya operasional kendaraan (BOK) akibat jalan rusak di jalan H.Adam Malik, Ranai tahun 2019.

Secara keseluruhan proses kegiatan penelitian ini dapat digambarkan seperti gambar 4.3



Gambar 4.3 Flowchart Penelitian

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.2 Hasil Analisis Data Penelitian

Untuk analisis data Kabupaten Natuna dalam angka yang didapat dari badan pusat statistik kabupaten natuna. Data Kabupaten natuna dalam angka tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data Kabupaten Natuna Dalam Angka

Rincian/ Description	Satuan / Unit	2017	2018	2019
Penduduk/ Population	Ribu/ Thousand	76,19	76,97	77,77
Laju Pertumbuhan penduduk	%	1,21	1,02	1,04

Sumber Kabupaten Natuna Dalam Angka

Pada Tabel 5.1 dapat diketahui data angka penduduk pada tahun 2019 adalah 77,77 ribu orang dan laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2019 adalah 1,04 %.

5.2 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Tabel 5.2 Data Penelitian 1

NO	Data Penelitian	Harga
1	Premium / Bensin	Rp.6.450/Liter
2	Pelumas / Oli Mobil	Rp.50.000/Kaleng
3	Upah Pengemudi	Rp.150.000/Hari
4	Kondektur	Rp.180.000/Hari
5	Upah Mekanik	Rp.150.000/Hari

Sumber : Unit Layanan Pengadaan Kabupaten Natuna

Tabel 5.3 Data Penelitian 2

NO	Data Penelitian	Harga
1	Truk	Rp.363.500.000
2	Mobil Pribadi	Rp.350.000.000
3	Bus	Rp.600.000.000
4	Ban Truk	Rp.2.100.000
5	Ban Bus	Rp.2.100.000
6	Ban Mobil Pribadi	Rp.1.800.000

Sumber : GAIKINDO (Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia)

5.3 Biaya Operasional Truk

Diketahui jalan dalam keadaan rusak ringan dan belum diperbaiki sehingga kendaraan yang melintas bergerak lambat yaitu 40 km/jam, dari kondisi tersebut dapat dihitung nilai BOK sebagai berikut:

$$S = 40 \text{ Km/jam}$$

$$Y (F) = 0,2169200 s^2 - 24,1549000 s + 954,7862400 \times 6.450 = 2.165.021$$

$$Y (O) = 0,0020900 s^2 - 0,2441300 s + 13,2944500 \times 48.000 = 343.662$$

$$Y (B) = 0,0012356 s + 0,0065667 \times 2.100.000 = 90.000$$

$$Y (M) = 0,0000332 s + 0,0020891 \times 363.500.000 = 1.242.116$$

$$Y (H) = 0,0231100 s + 1,9773300 \times 150.000 = 435.260$$

$$Y (P) = 1/(6s + 210) \times 363.500.000 = 1.009.722,22$$

$$Y (C) = 1000/s \times 330.000 = 8.250.000$$

$$\text{BOK Total} = 2.165.021 + 343.662 + 90.000 + 1.242.116 + 435.260 + 1.009.722,22 + 8.250.000$$

$$= 13.535.781,85$$

$$\text{BOK/Km} = 13.535.781,85$$

$$= 13.535.78$$

Keterangan :

Y (F) = Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non tol / jalan arteri

Y (O) = Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll /arteri

Y (B) = Ban Kendaraan (ban/1000 km)

Y (M) = Pemeliharaan (pemeliharaan/1000km)

Y (H) = Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)

Y (P) = Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan

Y (C) = Travelling Time pengemudi& kondektur (jam kerja/1000 km)

S = Kecepatan (bahan perkuliahan geometrik jalan raya)

Tabel 5.4 BOK Truk (Rp/km)

BOK Truk (Rp/Km)	
Jenis BOK	(Rp/Km)
Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non tol / jalan arteri	2.165.021
Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll /arteri	343.662
Ban Kendaraan (ban/1000 km)	90.000
Pemeliharaan (pemeliharaan/1000km)	1.242.116
Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)	435.260
Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan	1.009.722,22
Travelling Time pengemudi & kondektur (jam kerja/1000 km)	8.250.000
Total BOK/Km	13.535.78

Sumber: Hasil Perhitungan Excel Lampiran A

5.4 Biaya Operasional Mobil Pribadi

Diketahui jalan dalam keadaan rusak ringan dan belum diperbaiki sehingga kendaraan yang melintas bergerak lambat yaitu 40 km.jam, dari kondisi tersebut dapat dihitung nilai BOK sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 S &= 40 \text{ km/jam} \\
 Y (F) &= 0,0569300 s^2 - 6,4259300 s + 269,1856700 \times 6.450 &= 665.875 \\
 Y (O) &= 0,0003700 s^2 - 0,0407000 s + 22,0405000 \times 50.000 &= 1.050.225 \\
 Y (B) &= 0,0008848 s - 0,0045333 \times 1.800.000 &= 55.545,66 \\
 Y (M) &= 0,0000064 s + 0,0005567 \times 350.000.000 &= 284.445 \\
 Y (H) &= 0,0036200 s + 0,3626700 \times 150.000 &= 76.121 \\
 Y (P) &= 1/(2,5s + 100) \times 350.000.000 &= 1.750.000 \\
 \text{BOK Total} &= 665.875 + 1.050.225 + 55.545,66 + 284.445 + 76.121 + 1.750.000 \\
 &= 3.882.211,39 \\
 \text{BOK/Km} &= 3.882.211,39/1000 \\
 &= 3.882.21
 \end{aligned}$$

Keterangan :

Y (F) = Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non tol / jalan arteri

Y (O) = Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll /arteri

Y (B) = Ban Kendaraan (ban/1000 km)

Y (M) = Pemeliharaan (pemeliharaan/1000km)

Y (H) = Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)

Y (P) = Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan

Y (C) = Travelling Time pengemudi & kondektur (jam kerja/1000 km)

S = Kecepatan (bahan perkuliahan geometrik jalan raya)

Tabel 5.5 BOK Mobil Pribadi (Rp/km)

BOK Mobil Pribadi (Rp/Km)	
Jenis BOK	(Rp/Km)
Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non tol / jalan arteri	665.875
Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll /arteri	1.050.225
Ban Kendaraan (ban/1000 km)	55.545,66
Pemeliharaan (pemeliharaan/1000km)	284.445
Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)	76.121
Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan	1.750.000
Total BOK/Km	3.882.21

Sumber: Hasil Perhitungan Excel Lampiran A

5.5 Biaya Operasional Bus

Diketahui jalan dalam keadaan rusak ringan dan belum diperbaiki sehingga kendaraan yang melintas bergerak lambat yaitu 40 km.jam, dari kondisi tersebut dapat dihitung nilai BOK sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 S &= 40 \text{ km/jam} \\
 Y (F) &= 0,2155700 s^2 - 24,1769900 s + 947,8086200 \times 6.450 &= 2.100.384 \\
 Y (O) &= 0,0018600 s^2 - 0,2203500 s + 12,0648600 \times 50.000 &= 331.343 \\
 Y (B) &= 0,0015553 s + 0,0059330 \times 2.100.000 &= 118.185,9 \\
 Y (M) &= 0,0000190 s + 0,0015400 \times 600.000.000 &= 1.380.000 \\
 Y (H) &= 0,0151100 s + 1,2120000 \times 150.000 &= 273.460 \\
 Y (P) &= 1/(6s + 315) \times 600.000.000 &= 3.000.000 \\
 Y (C) &= 1000/s \times 330.000 &= 8.250.000 \\
 \text{BOK Total} &= 2.100.384 + 331.343 + 118.185,9 + 1.380.000 + 273.460 \\
 &+ 3.000.000 + 8.250.000 \\
 &= 15.432.373,48 \\
 \text{BOK/Km} &= 15.432.373,48/1000 \\
 &= 15.432.37
 \end{aligned}$$

Keterangan :

Y (F) = Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non tol / jalan arteri

Y (O) = Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll /arteri

Y (B) = Ban Kendaraan (ban/1000 km)

Y (M) = Pemeliharaan (pemeliharaan/1000km)

- Y (H) = Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)
 Y (P) = Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan
 Y (C) = Travelling Time pengemudi& kondektur (jam kerja/1000 km)
 S = Kecepatan (bahan perkuliahan geometrik jalan raya)

Tabel 5.6 BOK Bus (Rp/km)

BOK Bus (Rp/km)	
Jenis BOK	(Rp/Km)
Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non tol / jalan arteri	2.100.384
Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll /arteri	331.343
Ban Kendaraan (ban/1000 km)	118.185,9
Pemeliharaan (pemeliharaan/1000km)	1.380.000
Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)	273.460
Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan	3.000.000
Travelling Time pengemudi& kondektur (jam kerja/1000 km)	8.250.000
Total BOK/Km	15.432.37

Sumber: Hasil Perhitungan Excel Lampiran A

Tabel 5.7 Hasil Biaya Operasional Kendaraan Truk, Mobil Pribadi dan Bus

No	Jenis Kendaraan	BOK (Rp/Km)
1	Truk	Rp.13.536
2	Mobil Pribadi	Rp.3.882
3	Bus	Rp.15.542

Sumber: Hasil Perhitungan

5.6 Hasil Perhitungan BOK Truk, Mobil Pribadi dan Bus Tahun 2019

Setelah didapat jumlah kendaraan tahun 2019 dan BOK/Km, maka dapat dihitung BOK jalan rusak. Panjang jalan yang ditinjau = 2 Km.

BOK Truk 2019 = Penduduk x BOK/Km Truk x Panjang jalan

$$= \text{Rp.}3.374.552,929$$

BOK M. Pribadi 2019 = Penduduk x BOK/Km M.Pribadi x Panjang jalan

$$= \text{Rp.}3.401.832,821$$

BOK Bus 2019 = Penduduk x BOK/Km Bus x Panjang jalan

$$= \text{Rp.}739.881.689$$

Tabel 5.8 Hasil perhitungan BOK Truk, Mobil Pribadi dan Bus Tahun 2019

No	Jenis Kendaraan	BOK 2019
1	Truk	Rp.3.374.552.929
2	Mobil Pribadi	Rp.3.401.832.821
3	Bus	Rp.739.881.689

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel 5.6 dapat dilihat hasil BOK kendaraan truk, mobil pribadi dan bus saat melintasi jalan rusak ringan dengan kecepatan 40 km/jam adalah BOK truk Rp.3.374.552.929, BOK mobil pribadi Rp.3.401.832.821 dan BOK bus Rp.739.881.689.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.2 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian pada jalan H.Adam Malik, Ranai, Kabupaten Natuna dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis biaya operasional kendaraan (BOK) pada tahun 2019 BOK Truk adalah Rp.3.374.552,929, BOK Mobil Pribadi Rp.3.401.832,821 dan BOK Bus Rp.739.881.689 jalan H.Adam Malik diketahui jalan dalam keadaan rusak ringan dan kecepatan kendaraan yang melintas adalah 40 km/jam.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, peneliti menyampaikan saran sebagai berikut.

1. Perlu segera dilakukan penanganan terhadap tingkat kerusakan jalan untuk mengurangi kecelakaan dan memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Selain itu agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih tinggi pada perkerasan lentur tersebut. Dalam upaya mengendalikan tingkat kerusakan jalan diharapkan perlu adanya pengawasan dilapangan agar dapat menyesuaikan muatan pada kendaraan – kendaraan yang melewati jalan H.Adam Malik, Ranai, Kabupaten Natuna.
2. Untuk mengembangkan penelitian ini dapat digunakan metode penelitian yang berbeda dan data-data yang baru sehingga penelitian ini dapat memberikan bukti dan hal yang lebih pasti terkait biaya operasional kendaraan (BOK).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina Tri Lestari, (2018) *Hubungan Antara Kerusakan Jalan dan Biaya Operasional Kendaraan Pada jalan Kolektor Perkotaan Jember.*
- Arief W M. Mulki, Wiyono Sugeng. (2018) *analisa beban kendaraan terhadap kerusakan perkerasan jalan lentur (aspal) di jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru.*
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1990, Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan Di Wilayah Perkotaan, Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 2002, *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Pt-T-01-2002-B*, Yayasan Penerbit Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 2005, *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan (Pd T-05-2005-B)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2003, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*. BSN.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2004, pedoman survei pencacahan lalu lintas dengan cara manual. *(Pd. T-19-2004-B)*.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2017, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta.
- FHWA. 2006. *Geotechnical Aspect of Pavement*. Washington DC.
- Hardian, (2017), *Analisa Dampak Overload Pada Struktur Perkerasan Lentur Terhadap Peningkatan Biaya Pemeliharaan Jalan.*
- Leni Sriharyani. (2019) *Analisis Biaya Kerusakan Jalan Akibat Pengguna Jalan.*
- NAASRA. 2004. *A Guide to The Visual Assesment of Pavement Condition*. Australia.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Jalan Raya*, Penerbit NOVA, Bandung.