

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN PULAU  
SAROK – KABUPATEN ACEH SINGKIL TERHADAP  
MUATAN LEBIH  
(Studi Kasus)**

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

**Disusun Oleh:**

**ILHAM  
1207210006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ilham

NPM : 1207210006

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Anggaran Biaya Ruas Jalan Pulau Sarok –  
Kabupaten Aceh Singkil Terhadap Muatan Lebih (Studi  
Kasus)

Bidang ilmu : Transportasi.

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

Medan, Oktober 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Penguji

Ir. Zurkiyah, MT

Ir. Sri Asfiati, MT

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Penguji

Hj. Irma Dewi, ST, MSi

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil  
Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ilham

Tempat /Tanggal Lahir: Teluk Nibung / 03 September 1992

NPM : 1207210006

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Evaluasi Anggaran Biaya Ruas Jalan Pulau Sarok – Kabupaten Aceh Singkil Terhadap Muatan Lebih”,

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

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

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

Medan, Oktober 2017

Saya yang menyatakan



Ilham

## ABSTRAK

### EVALUASI ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN PULAU SAROK – KABUPATEN ACEH SINGKIL TERHADAP MUATAN LEBIH (STUDI KASUS)

Ilham

120721006

Ir. Zurkiyah, MT

Ir. Sri ASfiati, MT

Kabupaten Aceh Singkil mempunyai ruas jalan sekitar 15 km di mana sebanyak 46,91% mengalami kerusakan. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi terhadap kondisi jalan saat ini, khususnya jalan Kabupaten dengan cara survei kondisi jalan Pulau – Sarok. Hasil dapat dipakai untuk menentukan tipe pemeliharaan jalan sehingga tetap dapat mengakomodasi kebutuhan pergerakan dengan tingkat layanan tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah evaluasi terhadap kerusakan jalan dan sekitarnya untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan jalan serta tipe pemeliharaan terhadap jalan yang akan digunakan. Metode evaluasi kondisi jalan dengan menggunakan metode *Bina Marga* dan *AASHTO* 1993. Kemudian untuk menghitung beberapa variabel dalam metode *AASHTO* 1993, yaitu : nilai *Modulus Resilien* dari *Subgrade* ( $M_R$ ), nilai *Modulus Efektif* di atas *tanah dasar* ( $E_P$ ), dan kumulatif *ESAL aktual*. Hasil Analisis struktur memberikan nilai dan juga memberikan rekomendasi penanganan yang diperlukan dengan menggunakan kriteria penanganan menurut *Bina Marga*  $SN_{eff}/SN_j \geq 0,70$ . Perhitungan beban sumbu untuk kendaraan berat yang menggunakan *WIM* (*Weight In Motion*).

Kata kunci: Kerusakan jalan, pemeliharaan jalan, beban sumbu kendaraan.

## **ABSTRACT**

### **BUDGET COST EVALUTION OF SAROK ISLAND ROAD – SINGKIL ACEH DISTRICT TOWARDS MORE CARGO (CASE STUDY)**

Ilham  
120721006  
Ir. Zurkiyah, MT  
Ir. Sri ASfiati, MT

*Kabupaten Aceh Singkil has a road segment of about 15 km where as much as 46.91% is damaged. Therefore, it is necessary to evaluate the current condition of the road, especially the regency road by surveying the road condition of Island - Sarok. Results can be used to determine the type of road maintenance so that it can accommodate the needs of movement with a certain level of service. The purpose of this study is to evaluate the damage to the road and surrounding areas to determine the type and extent of road damage and the type of maintenance of the road to be used. Method of evaluating road conditions using DGH and AASHTO method 1993. Then to calculate some variables in AASHTO 1993 method, namely: Resilient Modulus value of Subgrade (MR), Effective Modulus value above ground (EP), and actual cumulative ESAL. Results Structural analysis gives value and also provides recommended handling by using handling criteria according to Bina Marga  $S_{Neff} / S_{Nf} \geq 0.70$ . Axis load calculations for heavy vehicles using WIM (Weight In Motion).*

*Keywords: Road damage, road maintenance, vehicle axis.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Anggaran Biaya Ruas Jalan Pulau Sarok – Kabupaten Aceh Singkil Terhadap Muatan Lebih” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Zurkiyah, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Hj. Irma Dewi ST, MSi, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal ST, MSc, selaku dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: M. Tamir, dan Nur'Afiah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Bayu Azhari, M. Satria, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, Oktober 2017

Ilham

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 STUDI PUSTAKA	5
2.1. Umum	5
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1 Kerusakan jalan	6
2.2.2 Tipe Kerusakan Perkerasan Lentur	9
2.2.3 Deformasi	9
2.2.4 Retak ( <i>Crack</i> )	12
2.2.4.1 Retak Pada Perkerasan Lentur	12
2.2.4.2 Retak Pinggir Perkerasan	14
2.2.4.3 Rusak Tekstur Permukaan	16
2.2.4.4 Lubang ( <i>Pot hole</i> )	17
2.2.4.5 Tambaln Lubang ( <i>Pate</i> )	18
2.3. Indeks Kondisi Perkerasan (Pavement Condition Indeks)	18
2.3.1 Kadar Kerusakan	19
	viii

2.3.2 Nilai Pengurangan (Deduct Value)	20
2.4. Lalu lintas Harian Rata – Rata (LHR)	20
2.4.1 Densitas (Kerapatan)	21
2.4.2 ESAL (Equivalent Single Axle Load)	21
2.5. Muatan Lebih (Overloading)	24
2.6. Rehabilitas Dan Pemeliharaan Jalan	25
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>29</b>
3.1. Bagan Alir Penelitian	29
3.2. Denah Lokasi Penelitian	30
3.3. Lokasi Penelitian	31
3.4. Teknik Pengolahan Data	31
3.4.1. Data Primer	31
3.4.2. Data Sekunder	31
3.5. Teknik Pengumpulan Data	32
3.6. Teknik Analisis Data	32
3.7. Penarikan Kesimpulan	33
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>34</b>
4.1. Skenario Muatan Lebih (Truk Kelapa Sawit)	34
4.2. Equivalent Single Axle Load (ESAL)	38
4.3. Rencana Anggaran Biaya	39
4.4. Analisis Biaya Akibat Muatan Lebih	40
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>45</b>
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Bergelombang	10
Tabel 2.2. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Alur	10
Tabel 2.3. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Amblas	11
Tabel 2.4. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Sungkar	11
Tabel 2.5. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Mengembang	12
Tabel 2.6. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Retak Memanjang dan Melintang	12
Tabel 2.7. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Retak Blok	13
Tabel 2.8. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Retak Buaya	14
Tabel 2.9. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Retak Slip	14
Tabel 2.10. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Retak Pinggir	15
Tabel 2.11. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Pinggir Turun	15
Tabel 2.12. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Pelapukan dan Butiran Lepas	16
Tabel 2.13. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Kegemukan	17
Tabel 2.14. Tingkat Kerusakan Perkerasan Aspal Lubang	17
Tabel 2.15. Tingkat Kerusakan Permukaan Aspal Tambalan Lubang	18
Tabel 2.16. Nilai PCI dan Perkerasan Jalan	18
Tabel 2.17. Tipe Kendaraan dan Golongan	22
Tabel 2.18. Kelas dan Fungsi Jalan	24
Tabel 3.5. Desain Survey	32
Tabel 3.6. Analisis Data	33
Tabel 4.1. Volume Kotak dan Berat Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 2.2	Denah Lokasi Penelitian	30

## DAFTAR NOTASI

$A_d$	= Luas Total Dari Jenis Perkerasan Untuk Setiap Tingkat Keparahaan
$A_s$	= Luas Total Unit Sample
CDV	= Nilai Maksimum
DV	= Nilai Pengurangan
ESAL	= Angka Yang Menyatakan Jumlah Lintasan Sumbu
LER	= Lintas Ekuivalen Rencana
$L_d$	= Panjang Total Kerusakan Untuk Tiap Tingkat Keparahan Kerusakan
MST	= Muatan Sumbu Terberat
TBS	= Muatan Lebih dengan Mencari Densitas Tandan Buah Segar

## **DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN**

LHR = Lalu – Lintas Harian Rata – Rata

RAB = Rencana Anggaran Biaya

ESAL = Equivalent Single Axle Load

MST = Muatan Sumbu Terberat

TBS = Tandan Buah Segar

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Prasarana jalan yang diakibatkan oleh volume lalu lintas yang tinggi dan berulang – ulang akan menyebabkan terjadi penurunan kualitas jalan. sebagai indikatornya dapat di ketahui dari kondisi permukaan jalan, baik kondisi struktur maupun fungsionalnya yang mengalami kerusakan. Dengan adanya kerusakan jalan mengindikasikan kondisi struktur dan fungsional jalan tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap pengguna jalan. penilaian terhadap kondisi perkerasan jalan merupakan aspek yang paling penting dalam hal menentukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan jalan. sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan (Suswandi dkk., 2008).

Muatan lebih pada kendaraan truk merupakan masalah yang besar yang sangat penting pada jalan raya seluruh dunia khususnya pada negara- negara yang sedang berkembang. Kerusakan dini pada perkerasan jalan menyebabkan biaya pengeluaran perbaikan jalan melebihi dari biaya yang di sediakan. Pengurangan muatan yang di akibatkan oleh kendaraan berat merupakan sebab utama kerusakan perkerasan jalan dan selalu ada pengaruh antara material perkerasan jalan, kondisi operasi lalu – lintas serta faktor lingkungan. Pengelola jalan perlu mengetahui pengaruh variasi beban gandar terhadap kerusakan infrastruktur jalan (Zhang dan Susan tigde, 2007).

Kerusakan jalan biasanya disebabkan oleh kendaraan yang berlebih sebagai penyebab utama. Kondisi ini bisa saja di gunakan oleh terjadinya perubahan dalam dimensi dan berat kendaraan yang melintas jalan tersebut jika dibandingkan terhadap dimensi dan berat kendaran yang digunakan dalam perencanaan. Setiap kendaraan dengan berat tertentu yang melintas suatu jalan, akan memberikan kontribusi terhadap perusakan jalan. Perusakan jalan oleh kendaraan di hitung dalam bentuk suatu faktor yang di sebut faktor perusakan jalan (Mulyono, 2002).

Kecamatan Singkil merupakan bagian dari propinsi Aceh yang di sahkan berdasarkan undang – undang nomor 27 tahun 2000 tentang pembentukan propinsi. Jalan pulau sarok kecamatan singkil merupakan jalan kabupaten yang mempunyai panjang ruas jalan 15 km dengan lebar jalan 6.5 m. Penduduk di Kecamatan Singkil sebagian besar petani kelapa sawit. Masalah yang timbul adalah truk – truk untuk mengangkat hasil pertanian khusus nya kelapa sawit menuju tempat pengolahan minyak sawit banyak yang melebihi kapasitas jalan hingga menyebabkan rusaknya perkerasan jalan. Minimnya dana pemeliharaan jalan kabupaten yang di anggarkan sehingga pemeliharaan terakhir di lakukan 2000 – 2001. dalam kurun waktu pada tahun 2004 – 2010 pemeliharaan yang di lakukan hanya tambahan lubang saja. Dengan melihat kondisi kerusakan jalan yang ada pada ruas jalan Pulau Sarok – Kecamatan Singkil.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi perkerasan jalan dilihat dari tingkat kerusakan yang terjadi.
2. Bagaimana nilai *equivalent single axle load* (ESAL) kendaraan yang bermuatan lebih ( truk pengangkut tandan buah segar kelapa sawit ).
3. Bagaimana kecukupan alokasi dana rehabilitas dan pemeliharaan jalan.
4. Berapa besar biaya muatan lebih kendaraan truk sawit dalam lintas kendaraan untuk berbagai skenario pembebanan sebagai kontribusi terhadap biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan.

## **1.3 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk panjang ruas jalan yang menjadi obyek penelitian ini adalah ruas Jalan Pulau Sarok – Kecamatan Singkil. Dilakukan penelitian sekitar 100 m.
2. Untuk Kendaraan yang di hitung adalah kendaraan truk pengangkut buah kelapa sawit yang melebihi muatan lebih.
3. Untuk mendapatkan biaya pemeliharaan dan rehabilitas jalan dengan menggunakan metode Bina Marga 2013.

4. Untuk mendapatkan kontribusi biaya tambah akibat muatan lebih.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang diinginkan di capai adalah :

1. Untuk mengetahui nilai kondisi perkerasan jalan dengan metode Bina Marga.
2. Untuk mengetahui ESAL (*Equivalent Single Axle Load*).
3. Untuk mengetahui biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan.
4. Untuk mengetahui kontribusi biaya tambah dari muatan lebih yaitu lintas kendaraan untuk berbagai skenario muatan lebih.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Menambah wawasan bagi peneliti dalam melaksanakan tugas pemeliharaan dan rehabilitas jalan raya khususnya Kabupaten Aceh Singkil.
2. Sebagai bahan referensi bagi staf teknik Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Aceh Singkil.
3. Sebagai bahan referensi bagi pengambil bahan kebijakan dalam pekerjaan pemeliharaan dan rehabilitas jalan raya.
4. Menambah referensi keilmuan rehabilitas dan pemeliharaan jalan raya.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

##### **BAB 1: PENDAHULUAN**

Dalam bab ini dibahas Latar Belakang, Rumusan Masalah, Ruang Lingkup, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

##### **BAB 2: UMUM**

Bab ini membahas mengenai landasan teori yang digunakan dalam masalah-masalah yang ada. Tinjauan Pustaka meliputi : Kerusakan jalan, Indeks kondisi perkerasan, akibat Muatan lebih, Rehabilitas dan Pemeliharaan jalan.

### BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang Bagan Alir Penelitian, Lokasi dan denah Penelitian, Teknik Pengolahan Data, Teknik Pengumpulan Data.

### BAB 4: DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang data Penelitian dan Analisis data yang telah dilakukan.

### BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dibuat kesimpulan mengenai hasil pengolahan data analisis sebagai perlengkapan laporan disertakan juga beberapa data hasil analisis sebagai lampiran.

## BAB 2

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Kemampuan struktur perkerasan jalan akan berkurang dengan bertambahnya lalu – lintas beban kendaraan, khususnya jika ada kendaraan berat dengan muatan berlebih yang melewati jalan tersebut. Analisis pengaruh kendaraan *overload* terhadap umur layan jalan dengan metode AASHTO 1993, faktor perusak jalan dan struktur number dihitung pada kondisi normal dan overload. hasil penelitiannya pada ruas jalan Pulau Sarok- Kabupaten Aceh Singkil terjadi pengurangan umur layan akibat adanya *overloading* (Langer, 2011).

Kendaraan berat yang overload dapat menyebabkan kerusakan struktur perkerasan jalan dan dapat mengurangi umur pelayanan jalan, analisis biaya perbaikan kerusakan struktur jalan akibat kendaraan berat bermuatan lebih pada ruas jalan Pulauo Sarok – Kabupaten Aceh Singkil. diberikan pada pengguna adalah  $60\% \times (DFC - DDLC)$  untuk tiap jenis sumbu kendaran (Mulyono dkk., 2010).

Lalu-lintas kendaraan truk yang overload di jalan raya merupakan masalah yang serius di seluruh dunia, di Negara – Negara berkembang kendaraan truk overload menyebabkan biaya tambah yang tak terduga pada pemeliharaan jalan akibat kerusakan awal perkerasan jalan, karena itu Negara-negara berkembang harus mengidentifikasi masalah yang ada akibat kendaraan truk yang overload tersebut dan merupakan strategi yang tepat. Penelitian investigasi terhadap hubungan yang erat antara truk overload dengan kondisi kerusakan jalan dengan menghitung kerugian ekonomi karena truk yang overload tersebut, beban gandar kendaraan digunakan untuk menghitung total *ESAL (Egivalent Single Axle Load)*, kesimpulannya adalah terjadi kerugian biaya dimana terjadi pengurangan umur perkerasan jalan dan bertambah biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan. Kerusakan yang timbul pada jalan raya akibat beban angkutan yang melebihi dari yang di tetapkan sangat besar sekali yaitu dengan perbandingan dari jumlah

masing – masing beban berpangkat empat dan dapat mengurangi umur perkerasan jalan.

Analisa teknik rehabilitas perkerasan jalan dengan metode *PCI* pada ruas jalan Pulau-Sarok nilai 18 (*very poor*). Perbaikan yang dilakukan menggunakan perkerasan kaku. Evaluasi kinerja dan sistem rehabilitas ruas jalan Pulau Sarok, dengan melihat tingkat pelayanan jalan dan tingkat kerusakan perkerasan jalan, menghasilkan angka derajat kejenuhan sebelum dan sesudah rehabilitas sama yaitu, 0,17, sedangkan nilai *PCI* = 23,4 *very poor*, metode penanganan jalan dengan metode Bina Marga (Dharma, 2009).

Kerusakan jalan di Kabupaten Aceh Singkil pada umumnya terjadi sebelum umur rencana tercapai akibat lapis perkerasan tidak mampu menahan beban lalu lintas dan terjadinya kegagalan pelaksanaan kontruksi, muatan kendaraan yang melebihi MST (Muatan Sumbu Terberat) mempengaruhi kekuatan lapis perkerasaan sehingga mengurangi umur rencana teknis jalan sekitar 55,62 % pertahun (Zainuddin dkk., 2009).

Penilaian untuk mengetahui dan mengkolompokkan jenis dan tingkat kerusakan perkerasan jalan dengan cara mencari nilai *Pavement Condition Index (PCI)* dan upaya perbaikan sebagai evaluasi tingkat kerusakan jalan untuk menunjang pengambilan keputusan pada ruas jalan lingkaran selatan Yogyakarta, prioritas penanganan pertama dilakukan pada unit sampel penelitian dengan nilai *PCI* terkecil (Suswandi dkk., 2008).

Studi kontribusi biaya rehabilitasi dan pemeliharaan jalan akibat kendaraan muatan lebih pada lintas singkil dan ujung bawang menunjukkan bahwa truk 2 sumbu memiliki beban optimum 12 ton dan truk 3 sumbu 19.5 ton, scenario pembebanan dilakukan untuk mendapatkan biaya transportasi truk yang paling minimum dan sat itu terjadi beban sumbu truk berada pada kondisi optimum (Artika, 2007).

Kajian pengaruh lalu- lintas angkutan kelapa sawit terhadap pemeliharaan jalan pada lubuk batang – suka pindah, menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 6 cm dan biaya beban pemeliharaan yang di bebaskan kepda truk sawit setara dengan 0.38% dari harga sebelumnya (Fajaruddin, 2007).

Analisis kerusakan jalan akibat *overloading* pada ruas jalan pulau sarok berdasarkan angka ekuivalen muatan lebih sumbu lapangan dengan menggunakan *trial and error* diperoleh umur rencana semula kurang lebih 10 tahun, berkurang akibat muatan lebih. Biaya kerusakan struktur akibat muatan lebih dibebankan kepada pengguna dengan menghitung *annual cost* untuk tiap jenis sumbu kendaraan (Sukoreno, 2005).

Analisis biaya perbaikan kerusakan struktur jalan akibat kendaraan berat bermuatan lebih yang di bebaskan kepada pengguna  $60\% \times (DFC+DDLDC)$  untuk setiap jenis sumbu kendaraan (Mulyono, 2002).

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Kerusakan Jalan**

Jenis kerusakan akibat pada perkerasan dapat di kelompokkan atas 2 macam (Tranggono, 2005), yaitu :

1. Kerusakan struktur adalah kerusakan pada struktur jalan sebagian atau seluruhnya, yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu menahan beban yang bekerja di atasnya untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari perkerasan dengan cara pemberian pelapisan ulang (*overlay*) atau perbaikan lapisan perkerasan yang ada.
2. Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan tersebut. Kerusakan itu ini dapat berhubungan atau tidak dengan kerusakan struktur. Perkerasan jalan masih mampu menahan beban yang bekerja namun tidak memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan seperti yang diinginkan. Untuk itu lapisan permukaan harus dirawat agar permukaan harus dirawat agar permukaan kembali baik.

Faktor penyebab kerusakan perkerasan jalan dapat dikelompokkan (Tranggono, 2005).

1. Faktor lalu lintas, kerusakan pada konstruksi jalan terutama disebabkan oleh lalu lintas tersebut ditentukan antara lain oleh beban kendaraan, distribusi

beban kendaraan pada kendaraan pada lebar perkerasan, pengulangan beban lalu lintas.

2. Faktor non lalu lintas, antara lain bahan perkerasan, pelaksanaan perkerasan dan lingkungan (cuaca).

Menurut (Hardiyanto, 2007) kerusakan perkerasan jalan dapat disebabkan oleh:

1. Beban lalu lintas yang berlebih.
2. Kondisi tanah dasar (*subgrade*) yang tidak stabil, sebagai akibat dari sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat-sifat tanah dasar memang jelek.
3. Kondisi tanah pondasi yang kurang baik, lunak atau mudah mampat, bila jalan terletak pada timbunan.
4. Kondisi lingkungan, yaitu termasuk akibat suhu udara dan curah hujan yang tinggi.
5. Material dari struktur perkerasan dan pengolahan yang kurang baik.
6. Penurunan akibat pembangunan utilitas di bawah lapisan perkerasan.
7. Drainase yang buruk sehingga akibat naiknya air kelapisan perkerasan akibat isapan atau kapilaritas.
8. Kadar aspal dalam campuran terlalu banyak atau terurainya lapisan.
9. Kelelahan (*fatigue*) dari perkerasan, pemadatan atau geseran yang berkembang pada tanah dasar, lapis pondasi bawah (*subbase*), lapis pondasi atas (*base*) dan lapis permukaan.

Struktur perkerasan jalan mengalami penurunan kinerja akibat berbagai sebab antara lain repetisi beban lalu lintas, air yang berasal dari air hujan, sistem drainase yang kurang baik, perubahan temperatur dan intensitas curah hujan, kondisi geologi lingkungan, kondisi tanah dasar yang kurang stabil dan prose pelaksanaan yang kurang baik (Sukirman, 2010).

Penyebab terjadinya kerusakan dini pada ruas-ruas jalan di Indonesia masih menjadi perdebatan diantara para ahli dan pakar jalan. Tetapi disinyalir banyak pihak bahwa kerusakan- kerusakan dini tersebut kemungkinan disebabkan oleh akibat adanya pelanggaran batas muatan maksimum yang diperkenankan, pelaksanaan perkerasan yang tidak sesuai dengan perencanaan dan kurangnya

pengetahuan tentang pembuatan jalan sehingga banyak faktor yang mempengaruhi perencanaan diabaikan (Lubis dan Mochtar, 2008).

### **2.2.2 Tipe Kerusakan Perkerasan Lentur**

Kerusakan pada perkerasan lentur jalan terdiri atas 4 (empat) modus kejadian, yaitu retak, cacat permukaan, deformasi dan cacat tepi perkerasan jalan (Sukirman, 2010) menurut Manual Pemeliharaan Jalan No:03/MN/B/1983 dikelompokkan menjadi :

1. Retak (*cracking*).
2. Perubahan bentuk (*distorai*).
3. Cacat permukaan.
4. Pengausan.
5. Kegemukan (*bleeding*).
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas.

Menurut (Mulyono dkk., 2010) dalam Shahin (1994), klasifikasi jenis – jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan lentur adalah :

1. Deformasi: bergelombang, alur, ambles, sungkur, mengembang, benjol dan turun.
2. Retak: memanjang, melintang, diagonal, reflektif, blok, kulit buaya dan bentuk bulan sabit.
3. Kerusakan testur permukaan: butiran lepas, kegemukan, agregat licin, terkelupas dan stripping.
4. Kerusakan lubang, tambalan dan perselingan jalan rel.
5. Kerusakan di pinggir perkerasan: pinggir retak atau pecah dan bahu turun.

### **2.2.3 Deformasi**

Deformasi adalah perubahan permukaan jalan dari profil aslinya (sesudah pembangunan). Deformasi merupakan kerusakan penting dari kondisi perkerasan, karena mempengaruhi kualitas kenyamanan lalu – lintas dan dapat mencerminkan kerusakan struktur perkerasan lentur jalan yaitu :

1. Bergelombang (*corrugation*)

bergelombang antara keriting adalah oleh akibat terjadinya deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang atau tegak lurus arah perkerasan aspal. Gelombang-gelombang terjadi pada jarak yang relative teratur, dengan panjang kerusakan kurang dari 3 mm di sepanjang perkerasan. Dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Tingkat kerusakan perkerasan aspal bergelombang (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Keriting mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan
M	Keriting mangakibatkan agak banyak mengganggu kenyamanan kendaraan
H	Keriting mengakibatkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan

## 2. Alur (*Rutting*)

Alur adalah deformasi permukaan perkerasan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan kearah memanjang pada lintasan roda kendaraan. Distorsi permukaan jalan yang membentuk alur-alur terjadi akibat lalu-lintas yang berulang-ulang pada lintasan roda sejajar *as* jalan. Dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Tingkat kerusakan perkerasan aspal alur (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman alur rata-rata 6-13 mm
M	Kedalaman alur rata-rata 13-25,5 mm
H	Kedalaman alur rata-rata > 25,5mm

## 3. Amblas (*Depression*)

Amblas adalah penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang mungkin diikuti dengan retak. Penurunan ditandai dengan adanya genangan air

pada permukaan kerusakan ambles. Tingkat kerusakan dan identifikasi kerusakan ambles dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Tingkat kerusakan perkerasan aspal ambles (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman maksimum 13-25 mm
M	Kedalaman maksimum 25-51 mm
H	Kedalaman > 51mm

#### 4. Sungkur (*Shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara local dan memanjang dari permukaan yang disebabkan oleh lalu-lintas. Ketika lalu-lintas mendorong perkerasan, maka mendadak timbul gelombang pendek di permukaannya. Pengelembungan local permukaan perkerasan Nampak dalam arah sejajar dengan arah lalu-lintas dan perpindahan horinzontal dari material permukaan. Dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Tingkat kerusakan perkerasan aspal sungkur (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Sungkur yang menyebabkan kancedikit gangguan kenyamanan kendaraan
M	Sungkur yang menyebabkan kenyamanan kendaraan
H	Sungkur menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan

#### 5. Mengembang (*Swell*)

Mengembang adalah gerakan ke atas lokal dari perkerasan akibat pengembangan (pembekuan air) dari tanah dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retak permukaan aspal. Pengembangan dapat di karakteristikkan

dengan gerakan perkerasan aspal, dengan panjang gelombang > 3 mm. kerusakan mengembang seperti dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Tingkat kerusakan perkerasan aspal mengembang (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Pengembangan menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan
M	Pengembangan menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan
H	Pengembangan menyebabkan besar gangguan kenyamanan kendaraan

## 2.2.4 Retak (*Crack*)

### 2.2.4.1 Retak Pada Perkerasan Lentur

Retak pada perkerasan lentur dapat dibedakan menurut bentuknya antara lain :

#### 1. Retak memanjang (*longitudinal cracks*)

Retak berbentuk memanjang pada perkerasan jalan dapat terjadi dalam bentuk tunggal atau berderet yang sejajar dan kadang-kadang sedikit bercabang. Dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Tingkat kerusakan perkerasan aspal retak memanjang dan melintang (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retak tak terisi, lebar 10 mm</li> <li>2. Retak terisi sembarang, (pengisi kondisi bagus)</li> </ol>
M	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retak tak terisi, lebar 10-76 mm</li> <li>2. Retak tak terisi, sembarang lebar sampai 76 mm dikelilingi retak acak ringan</li> <li>3. Retak terisi, sembarang lebar dikelilingi retak agak acak</li> </ol>

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
H	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sembarang retak terisi atau dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang sampai tinggi</li> <li>2. Retak tak terisi lebar &gt; 76 mm</li> <li>3. Retak sembarangan lebar, dengan beberapa mm disekitar retak dan pecah</li> </ol>

1. Retak Melintang (*Transverse Craks*)

Retak melintang merupakan retak melintang tunggal (tidak bersambungan satu sama lain) yang melintang perkerasan. Kerusakan retak melintang ditunjukkan.

2. Retak Diagonal (*Diagonal Craks*)

Retak diagonal adalah retakan yang tidak bersambungan satu sama lain yang arahnya diagonal terhadap perkerasan.

3. Retak berkelok- kelok (*Meandering Craks*)

Retak berkelok-kelok adalah retak yang tidak saling berhubungan, polanya tidak teratur dan arahnya bervariasi biasanya sendiri – sendiri.

4. Retak Blok (*Blok Craks*)

Retak blok berbentuk blok-blok besar yang saling berhubungan, dengan ukuran sisi blok 0.2 – 3 mm dan dapat membentuk sudut atau pojok yang tajam. Dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Tingkat kerusakan perkerasan aspal retak blok (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Blok didefinisikan oleh retak tingkat kerusakan rendah
M	Blok didefinisikan oleh retak tingkat kerusakan

Tabel 2.7: *Lanjutan.*

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
	Sedang
H	Blok didenifikasikan oleh retak tingkat kerusakan tinggi

#### 5. Retak Kulit Buaya (*Alligator Craks*)

Retak kulit buaya adalah retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang bersegi banyak (*poligon*) kecil – kecil yang menyurapai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. tingkat kerusakan dan identifikasi kerusakann ditunjukkan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Tingkat kerusakan perkerasan aspal retak buaya (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Halus, retak rambu/halus memanjang sejajar satu sama lain atau tanpa berhubungan satu sama lain, retakan tidak mengalami gompal.
M	Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompal ringan.
H	Jaringan dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat di ketahui dengan mudah dan terjadi gompal di pinggir.

#### 6. Retak Slip (*Slippage Craks*)

Retak slip atau retak bulan sabit yang di akibatkan oleh kurangnya ikatan antara lapisan permukaan dengan apisan di bawahnya. Kerusakan retak slip menunjukan tingkat kerusakan dan identifikasi kerusakan retak slip pada Tabel 2.9

Tabel 2.9: Tingkat kerusakan perkerasan aspal retak slip (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak rata – rata 10 mm
M	Retak rata – rata 10 – 38 mm
H	Retak rata – rata > 38 mm

#### 2.2.4.2 Retak Pinggir Perkerasan

Kerusakan di pinggir perkerasan adalah retak yang terjadi di sepanjang pertemuan antara permukaan perkerasan aspal dengan bahu jalan.

##### 1. Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

Retak pinggir terjadi sejajar dengan pinggir perkerasan dan berjarak antara 0,3-0,6 mm dari pinggir perkerasan jalan. Kerusakan retak pinggir perkerasan. Tingkat dan identifikasi kerusakan di tunjukan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Tingkat kerusakan perkerasan aspal retak pinggir (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak sedikit sampai sedang dengan tanpa pecahan atau butiran lepas
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas
H	Banyak pecahan atau butiran lepas di sepanjang tepi perkerasan

##### 2. Pinggir Turun (*Edge Drop-off*)

Jalur / bahu jalan trun adlah beda evalasi antara pinggir perkerasan dan bahu jalan. Kerusakan pinggir turun yang menunjukkan tingkat dan identifikasi kerusakan.

Tabel 2.11: Tingkat kerusakan perkerasan aspal pinggir turun (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Beda elevasi antara pinggir perkerasan dan bahu jalan 25 – 51
M	Beda elevasi 51 – 102 mm
H	Beda elevasi > 102 mm

### 2.2.4.3 Rusak Tekstur Permukaan

Kerusakan tekstur permukaan merupakan kehilangan material perkerasan secara beransur-ansur dari lapisan permukaan ke bawah.

#### 1. Pelapukan dan butiran lepas (*Weathering and Raveling*)

Pelapukan dan butiran lepas adalah disintegrasi permukaan perkerasan aspal melalui pelepasan partikel agregat yang berkelanjutan, berawal dari permukaan perkerasan menuju ke bawah atau dari pinggir kedalam. Visualisasi kerusakan pelapukan butiran ditunjukkan pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Tingkat kerusakan perkerasan aspal pelapukan dan butiran lepas (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Agregat atau bahan pengikat mulia lepas di beberapa tempat, permukaan mulai berlubang. Jika ada tumpahan oli, genangan oli dapat terlihat, tapi permukaannya keras, tak dapat ditembus mata uang logam
M	Agregat pengikat telah lepas. Tekstur permukaan kasar dan berlubang. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak dan dapat ditembus mata

Tabel 2.11: *Lanjutan.*

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
	Uang logam
H	Agregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan mengakibatkan banyak lubang. Diameter lubang 10 mm dan 13 mm

## 2. Kegemukan (*Bleeding/Flushing*)

Kegemukan adalah hasil dari aspal pengikat yang berlebihan, yang berimigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kerusakan kegemukan ditunjukkan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13: Tingkat kerusakan perkerasan aspal kegemukan (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kegemukan terjadi hanya pada derajat rendah dan Nampak hanya beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak melekat pada sepatu atau roda kendaraan
M	Kegemukan oleh menghasilkan aspal melekat pada sepatu atau roda kendaraan, paling tidak beberapa minggu pada setahun
H	Kegemukan telah begitu nyata dan banyak aspal melekat pada sepatu atau roda kendaraan, lebih dari beberapa minggu dalam setahun

### 2.2.4.4 Lubang (*Pot Hole*)

Lubang adalah lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan *aus* dan material lapis pondasi (*base*). Tingkat kerusakan dan identifikasi kerusakan lubang di tunjukkan pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14: Tingkat kerusakan perkerasan aspal lubang (Mulyono dkk., 2002).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Diameter 102 – 203 mm dan 203 – 457 mm dengan kedalaman lubang 12,7-25,4 mm. diameter Lubang 102 – 103 mm dengan kedalaman lubang 25,4 – 50,8 mm
M	Diameter 457 -762 mm dan 203 mm kedalaman lubang 203-457 mm dengan kedalaman 25,4-50,8 mm. diameter 103-203 mm dan 203-457 mm dengan kedalaman lubang 50,8 mm
L	Diameter 457-762 mm dengan kedalaman lubang 25,4-50,8 mm dan > 50,8

#### 2.2.4.5 Tambalan Lubang (*Patch*)

Tambalan (*patch*) adalah penutupan bagian perkerasan yang mengalami perbaikan. Kerusakan ditunjukkan pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15: Tingkat kerusakan permukaan aspal tambalan lubang (Mulyono dkk., 2010).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kenyamanan kendaraan di nilai terganggu sedikit atau lebih baik
M	Tambalan sedikit rusak dan kenyamanan kendaraan agak terganggu
H	Tambalan sangat rusak dan kenyamanan kendaraan sangat terganggu

### 2.3 Indeks Kondisi Perkerasan (*Pavement Condition Indeks*)

Indeks kondisi perkerasan atau PCI adalah tingkat kondisi permukaan perkerasan dan ukuran yang di tinjau dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan kerusakan di permukaan perkerasan yang terjadi (Mulyono dkk., 2010).

Tabel 2.16: Nilai PCI dan kondisi perkerasan jalan (Mulyono dkk., 2010).

Niai PCI	Kondisi
86-100	Sempurna ( <i>Exelent</i> )
71-85	Sangat baik ( <i>Very good</i> )
56-70	Baik ( <i>Good</i> )
41-55	Sedang ( <i>Fair</i> )
26-40	Buruk ( <i>poor</i> )
11-25	Sangat buruk ( <i>Very poor</i> )
0-10	Gagal ( <i>failed</i> )

PCI ini merupakan indeks numerik yang nilainya berkisar di antara 0 sampai 100. Nilai 0 menunjukkan perkerasan dalam kondisi sangat rusak dan nilai 100 menunjukkan perkerasan masih sempurna.

Dalam sistem penilain ini, tingkat keparahan kerusakan perkerasan merupakan fungsi dari faktor utama, yaitu :

1. Tipe kerusakan
2. Tingkat keparahan kerusakan
3. Jumlah atau kerapatan kerusakan

#### 2.3.1 Kadar Kerusakan

*Density* atau kadar kerusakan adalah presentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang di ukur dalam meter panjang persegi atau meter panjamg. Nilai *density* suatu jenis kerusakan dibedakan juga berdasarkan tingkat kerusakannya.

Rumusan mencari nilai *density* :

$$Density = (A_d / A_s) \times 100\% \quad (2.1)$$

$$\text{Atau } Density = (L_d / A_s) \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan,

$A_d$  = Luas total dari jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan ( $m^2$ ).

$A_s$  = Luas total unit sample ( $m^2$ )

$L_d$  = Panjang total kerusakan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan

Luas total ( $A_d$ ) merupakan penjumlahan dari beberapa luas kerusakan jalan yang mempunyai jenis dan tingkat kerusakan yang sama. Luas masing –masing jenis kerusakan sesuai dengan tingkat keparahannya juga bisa di hitung dengan menggunakan rumus *density*. Luas bagian yang di tinjau (Shahin 1994) menyarankan angka  $457 m^2$ -  $1067 m^2$ . Penelitian (Suswandi dkk., 2008). Memberi luas jalan yang di tinjau setiap 100 m panjang jalan, dengan lebar 3,5 m, sehingga luas bagian yang ditinjau  $100 m \times 3,5 m = 350 m$ .

### 2.3.2 Nilai Pengurangan (*Deduct Value*)

Nilai pengurangan atau *Deduct Value (DV)* adalah suatu nilai untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari hubungan antara *density* dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Nilai pengurangan juga dibedakan atas tingkat kerusakan untuk tiap-tiap jenis kerusakan. Beberapa monogram dibuat oleh (shahin,1994) sesuai dengan jenis kerusakan jalan. Sebagai contoh kerusakan retak buaya, apabila nilai densitas suatu jenis kerusakan dan tingkat keparahan kerusakan diketahui maka nilai *DV* bisa diperoleh dengan menghubungkan nilai *density* dengan tingkat kurva keparahan, yaitu dengan menarik garis vertikal densitas tersebut ke atas sampai memotong kurva tingkat keparahan kerusakan, kemudian tarik garis horizontal ke kiri sampai ke sumbu *deduct value*. Nilai *dv* yang di peroleh disesuaikan dengan jenis perkerasan jalan apakah merupakan perkerasan aspal atau perkerasan beton. Untuk perkerasan aspal di gunakan nilai *DV* lebih besar dari 2 ( $q=2$ ),artinya nilai *dv* yang boleh digunakan harus lebih besar dari 2. Untuk perkerasan beton dan bandara digunakan nilai dari 5. Apabila nilai *dv* lebih besar dari 5 ( $q=5$ ). Artinya nilai *dv* yang boleh digunakan harus lebih besar dari 5. Apabila nilai *dv* hanya 1 maka boleh langsung digunakan

sebagai  $tdv$  sebagai nilai pengurangan. Jika dari nilai  $dv$  lebih dari satu maka harus di cari  $CDV$  maksimum.

## 2.4 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata dalam adalah volume lalu lintas rata – rata, ada 2 jenis LHR yaitu :

1. Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT), volume lalu lintas harian yang di peroleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh. LHRT dinyatakan dalam kendaraan/hari/2arah.
2. Lalu lintas harian rata-rata (LHR), volume lalu lintas yang di peroleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan. LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah.

Untuk mengetahui nilai LHR, penelitian (Santosa, 2006) terhadap ruas jalan pangkalan DAS selama 3 (tiga) hari dalam waktu 12 jam, penelitian (Dharma, 2009) pada ruas jalan Slok-Aceh selama 4 (empat) hari dalam waktu 12 jam dan penelitian (Suryadi, 2009) terhadap ruas jalan Pulau-Sarok selama hari dalam waktu 12 jam.

### 2.4.1 Densitas (Kerapatan)

Densitas atau karapatan kepadatan merupakan perbandingan antara berat dan volume seperti pada rumus :

$$D = \frac{\text{berat}}{\text{volume}} \quad (2.3)$$

Dengan,

Berat = dalam kilogram (kg) atau ton (t)

Volume = dalam  $\text{cm}^2$  atau  $\text{m}^3$

Untuk menghitung volume bak truk dengan rumus:

$$V = P \times L \times T \quad (2.4)$$

Dengan,

V = Volume ( $\text{m}^3$ )

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

T = Tinggi (m)

Beberapa istilah dalam densitas,

1. *True Density*, yaitu perbandingan antara berat dari volume, rongga-rongga dalam volume tidak perhitungkan (diabaikan).
2. *Bulk Density*, yaitu perbandingan antara berat dan volume, rongga-rongga dalam volume di perhitungkan (volume rongga di tambahkan kedalam volume kepadatan)
3. *Apparent Density*, perbandingan antara berat dan volume, artinya volume kepadatan ditambah dengan volume rongga yang tidak berhubungan dengan udara luar.

#### **2.4.2 ESAL (*Equivalent Single Axle Load*)**

Kendaraan yang memiliki berbagai konfigurasi sumbu roda dan variasi total beban yang di angkatnya, diseragamkan dengan menggunakan satuan lintasan sumbu standar (*Iss*) atau *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* (Sukirman, 2010). Setiap kendaraan memiliki minimal dua sumbu, yaitu sumbu depan disebut juga disebut sumbu kendali dan sumbu belakang atau sumbu penahan beban. Masing-masing ujung sumbu dilengkapi dengan satu atau dua roda. Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki di ujung-ujung sumbu, maka sumbu kendaraan dibedakan atas :

1. Sumbu tunggal roda tunggal.
2. Sumbu tunggal roda ganda.
3. Sumbu ganda atau sumbu tandem roda tunggal.
4. Sumbu ganda atau sumbu tandem roda ganda.
5. Sumbu tripel roda ganda.

Konfigurasi berbagai sumbu kendaraan menurut manual perkerasan jalan dengan alat *Benkelman Beam No.01/MN/BM 83* (Mulyono dkk., 2010). Penggolongan berbagai jenis kendaraan antara lain :

1. Tipe kendaraan sedan, jeep, mempunyai konfigurasi sumbu tunggal dengan roda tunggal dan selanjutnya dapat di kelompokkan menjadi kendaraan ringan (Dharma, 2009) dan (Suryadi, 2010).
2. Tipe kendaraan bus kecil (golongan 5<sub>a</sub>) adalah kendaraan penampang umum dengan tempat duduk 16 s/d 26 kursi dengan konfigurasi sumbu bagian belakang sumbu tunggal roda ganda dan panjang kendaraan maksimum 9 m.
3. Tipe kendaraan bus berat (golongan 5<sub>b</sub>) adalah kendaraan penampang umum dengan tempat duduk 30 s/d 50 kursi dengan konfigurasi sumbu bagian belakang sumbu tunggal roda ganda dan panjang kendaraan maksimal 12 m.
4. Tipe kendaraan truk 2 as L (2 sumbu *light*) adalah kendaraan barang dengan konfigurasi sumbu bagian belakang sumbu tunggal roda ganda.

Tabel 2.17: Tipe kendaraan dan golongan (Mulyono dkk., 2010).

No	Tipe Kendaraan	Golongan	Esal
1	Sedan ,jeep	2	0.0005
2	Pick-up,combi	3	0.2174
3	Truk 2 as (L)	4	0.2174
4	Bus kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174
5	Bus besar	5 <sub>b</sub>	0.3006
6	Truk 2 as (H)	6	2.4159
7	Truk 3 as	7 <sub>a</sub>	2.7416
8	Trailer 4 as, truk gandeng	7 <sub>b</sub>	3.9083
9	Truk s. Trailer	7 <sub>c</sub>	4.1718

Dimensi, berat kendaraan dan beban yang di muat akan menimbulkan gaya tekan pada sumbu kendaraan. Gaya tekan pada sumbu selanjutnya di salurkan ke permukaan perkerasan dan akan memberikan kontribusi pada perusakan jalan. sesuai dengan ketentuan UU lalu- lintas dan angkuatan jalan tahun 1992 suatu kelas jalan tertentu mempunyai batasan maksimum berat sumbu terdapat 4 katogori kendaraan dengan izin beroperasi di jalan-jalan umum sebagai berikut (Iskandar, 2008) dalam (mulyono dkk., 2010) :

1. Kendaraan kecil dengan panjang dan lebar maksimum 9000 - 2100 mm, dengan Muatan Sumbu Terbesar (MST)  $\leq 8$  ton. Di iijinkan maengunakan jalan pada sumua kategori fungsi jalan yaitu jalan lingkuangan, jalan local, jalan keloktor dan jalan arteri.
2. Kendaraan sedang dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm , serta MST  $\leq 8$  ton,diiijinkan terbatas hanya beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi kolektor dan arteri ; kendaraan sedanng di larang memasuki jalan local dan jalan lingkungan.
3. Kendaraan besar dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta MST  $\leq 10$  ton, diinjinkan terbatas beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri saja.
4. Kendaraan besar khususnya dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta MST  $> 10$  ton, di iijinkan sangat terbats beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi sebagai arteri dan kelas 1 (satu) saja. Baik kendaraan basar maupun kendaraan besar khusus di larang memasuki jalan lingkungan, jalan local dan jalan kolektor.

Kendaraan-kendaraan menurut fungsi terdiri dari kendaraan angkutan penumpang dan angkutan barang, dengan berbagai ukuran, UU No.14/1994 tentang lalu-lintas beserta PP No.43/1993 dan PP No.44/1993 mengatur kreteria klasifikasi saran tranportasi darat, pengaturan ini di selanjutnya dimasukkan ke dalam rencangan undang-undang lalu-lintas angkutan darat (Dipublikasikan tanggal 10 Oktober 2006) yang berkaitan dengan kelas jalan dimensi maksimum.

Tabel 2.18: Kelas dan fungsi jalan (Mulyono dkk., 2010).

No	Kelas jalan	Fungsi jalan	Dimensi Kendaraan (Maksimum)			
			Lebar mm	Panjang mm	Tinggi mm (PP No.44/1993)	MST TON
1	I	Ateri	2500	18000	4200 mm dan $\leq$ 1.7 x lebar	$>10$
2	II	Arteri	2500	18000		$\leq 10$

Tabel 2.18: *Lanjutan.*

	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan (Maksimum)			
			Lebar mm	Panjang mm	Tinggi mm (pp No.44/1993)	MST TON
3	111A	Arteri	2500	18000		≤ 8
4	111B		2500	12000		≤ 8
5	111C		21020	9000		≤ 8

## 2.5 Muatan Lebih (*Overloading*)

Muatan lebih (*overloading*) ditekankan kepada jumlah muatan yang terjadi melebihi dari muatan maksimum yang diijinkan. Beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas beban maksimum yang diijinkan, terjadinya kerusakan dini akibat beban rencana lalu lintas dicapai lebih dari yang diperkirakan (Iskandar, 2008). Menurut (Kusnandar, 2008) muatan lebih adalah apabila nilai *Lintas Ekuivalen Rencana* (LER) terpenuhi lebih.

Penyimpanan beban lalu-lintas terjadi jika kendaraan berat ( dalam hal ini truk atau tronton) mengangkut muatan melebihi daya angkut yang diijinkan. Salah satu dampak yang timbul akibat penyimpangan beban tersebut adalah angka ekuivalen bertambah besar. Kerusakan jalan yang diakibatkan oleh berat dan lintasan kendaraan dinyatakan dalam angka ekuivalen (E) atau *Equivalent Single Axle Load (ESAL)*, yaitu angka yang menyatakan jumlah lintasan sumbu tunggal seberat 8.160 kg ( 18.000 lbs) yang akan menyebabkan derajat yang sama apabila beban sumbu tersebut lewat satu kali.

Rumus angka ekuivalen kendaraan dibedakan sesuai dengan jenis sumpunya.

1. Sumbu tunggal ( muatan sumbu maksimum 8 ton atau 10 ton

$$E = \left( \frac{\text{muatan sumbu (kg)}^4}{8160 \text{ kg}} \right) \quad (2.5)$$

2. Sumbu tandem (muatan sumbu maksimum 15 ton atau 18 ton

$$E = \left( \frac{\text{muatan sumbu (kg)}^4}{8160 \text{ kg}} \right)$$

3. Sumbu tripel (muatan sumbu maksimum 20 ton atau 25 ton)

$$E = \left( \frac{\text{muatan sumbu (kg)}^4}{8160 \text{ kg}} \right)$$

## 2.6 Rehabilitasi dan Pemeliharaan Jalan

Rehabilitasi dari pemeliharaan jalan khususnya penanganan kerusakan jalan mengikuti metode pertahanan standar Direktur Jendral Bina (Anonim 2, 1995).

1. Metode perbaikan P1 (penebaran pasti)

- a. Jenis kerusakan yang di tangani : kegemukan sepal

- b. Langkah penanganan :

- Mobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Memberi tanda yang akan di perbaiki.
- Membersihkan daerah dengan air compressor.
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus (tebal > 10 mm) diatas permukaan yang terpengaruh kerusakan.
- Melakukan pemadatan dengan pemadatan ringan ( 1- 2) ton sampai permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

2. Metode perbaikan P2 (pelaburan aspal setempat)

- a. Jenis kerusakan yang ditangani :

- Kerusakan tepi bahu jalan beraspal.
- Retak buaya < 2 mm.
- Retak garis lebar < 2 mm.
- Terkelupas.

- b. Langkah penanganan :

- Mobilisasi peralatan,pekerja dan material ke lapangan
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan air compressor, permukaan jalan harus bersih dan kering.
- Menyemprot dengan aspal keras sebanyak  $1,5 \text{ kg/m}^2$  dan untuk cut back 1 liter/ $\text{m}^2$
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus 5 mm hingga rata.

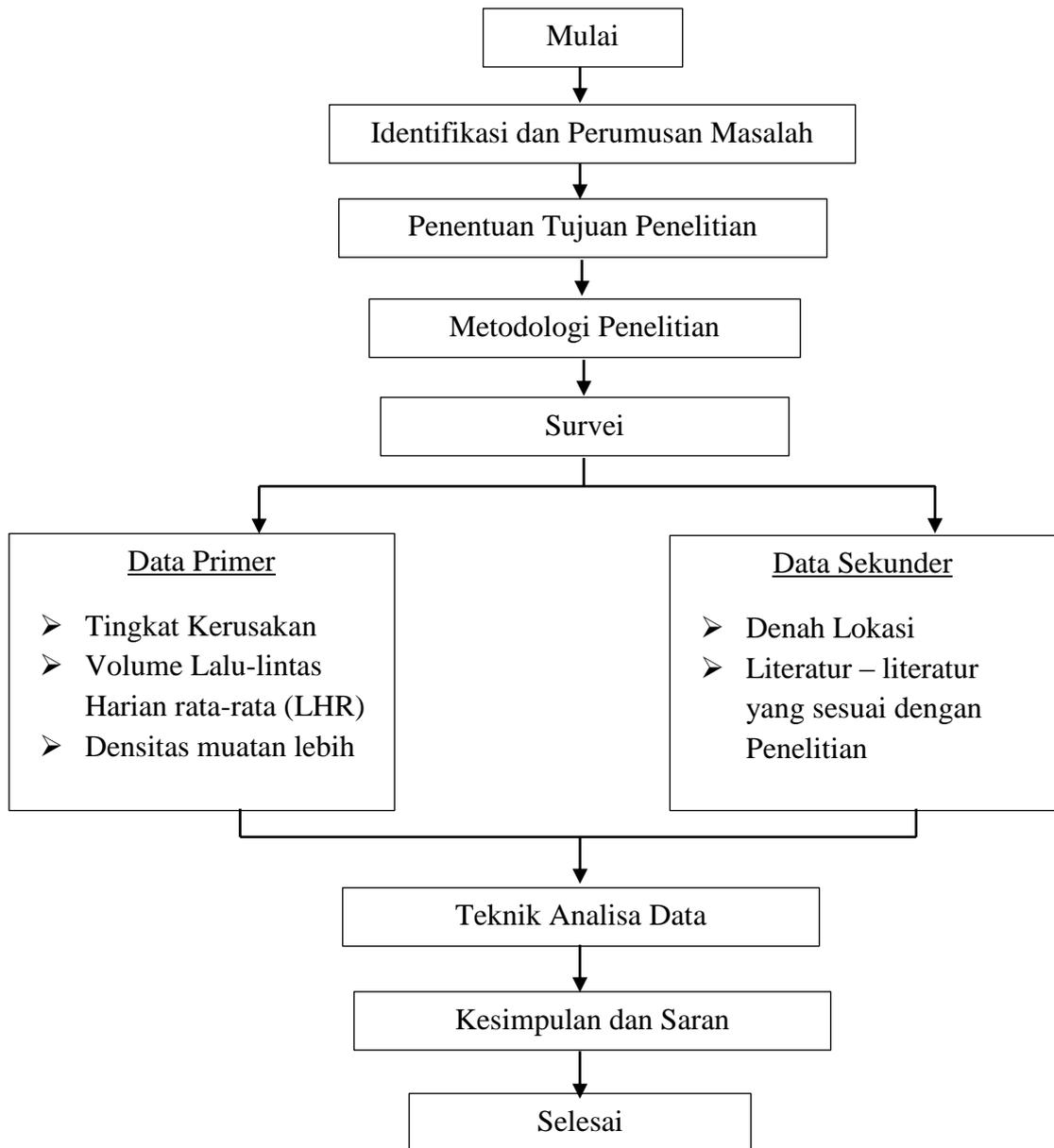
- Melakukan pemadatan mesin pneumatic sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).
3. Metode perbaikan P3 (pelapisan retakan)
- a. Jenis kerusakan yang ditangani
- Lokasi – lokasi retak satu arah dengan lebar retakan < 2 mm
- b. Langkah penanganan
- Mobilisasi peralatan, pekerja dan material kelapangan
  - Membersihkan bagian yang ditangani dengan air compressor, permukaan jalanharus bersih dan kering.
  - Menyemprotkan tack coat (0.2 liter/m<sup>2</sup> di daerah yang akan diperbaiki).
  - Tebar dan retakan campuran aspal beton pada seluruh daerah yang sudah diberi tanda.
  - Pemadatan ringan (1- 2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan optimum (kepadatan 95%).
4. Metode perbaikan P4 (pengisian retak)
- a. Jenis kerusakan yang ditangani :
- Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan > 2 mm.
- b. Langkah penanganan
- Mobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
  - Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor* permukaan jalan harus bersih dan kering
  - Mengisi retakan dengan aspal *cut back* 21/m<sup>2</sup> menggunakan aspal sprayer atau dengan tenaga manusia.
  - Menebarkan pasir kasar pada retakan yang telah diisi aspal (tebal 10 mm).
  - Memadatkan minimal 3 lintasan dengan *baby roller*.
5. Metode perbaikan P5 (penambalan lubang-lubang)
- a. Jenis kerusakan yang ditangani :
- Lubang kedalaman > 50 mm.
  - Keriting kedalaman > 30 mm.
  - Alur kedalaman > 30 mm.

- Ambles kedalaman > 50 mm.
  - Jembul kedalaman > 50 mm.
  - Retak buaya lebar > 2 mm.
- b. Langkah penanganan
- Gali material sampai mencapai lapisan di bawahnya.
  - Membersihkan bagian yang akan ditangani.
  - Semprotkan lapis resap pengikat prime coat dengan takaran 0.5 liter/m<sup>2</sup>
  - Tebarkan dan padatkan campuran aspal beton sampai dipeoleh yang rata.
  - Pemadatan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).
6. Metode perbaikan P6 (perataan)
- a. Jenis kerusakan yang ditangani
- Lokasi kriting dengan kedalaman < 30 mm
  - Lokasi lubang dengan kedalaman < 50 mm
  - Lokasi alur dengan kedalaman < 30 mm
  - Lokasi terjadinya penurunan dengan kedalaman < 50 mm
  - Lokasi jembul dengan kedalaman < 50 mm.
- b. Langkah penanganan
- Membersihkan bagian yang akan ditangani.
  - Laburkan *tack coat* 0,5 liter/50 mm.
  - Menaburkan campuran beton kemudian memadatkannya sampai diperoleh permukaan yang rata.
  - Pemadatan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).

**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir Penelitian**

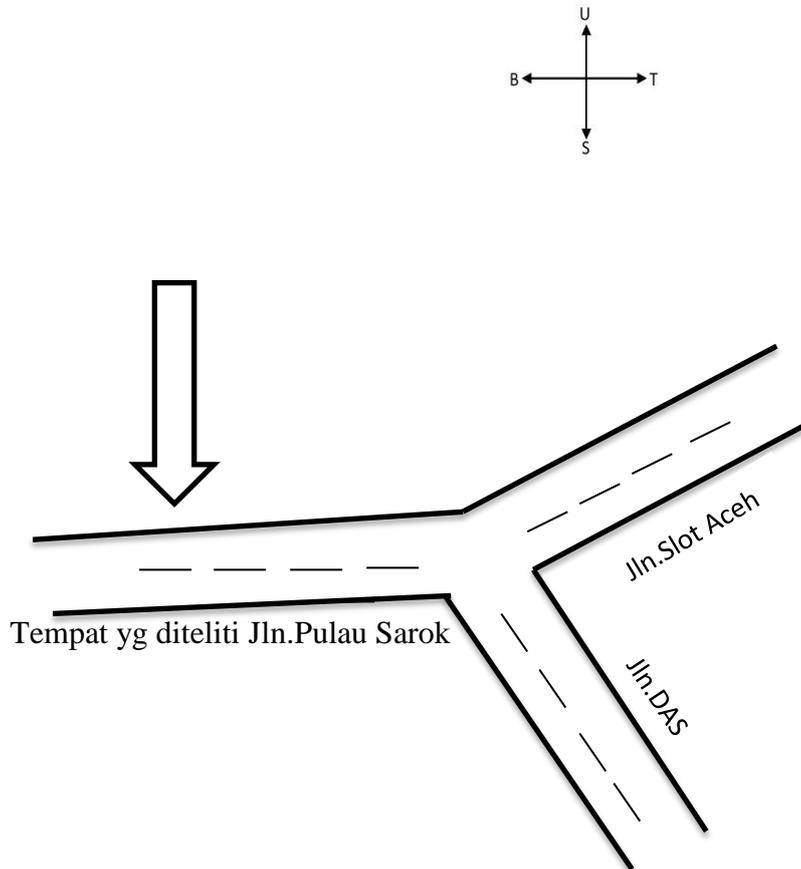
Langkah – langkah dalam penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

### 3.2 Denah Lokasi

Denah lokasi adalah berupa gambaran yang dapat mempermudah kita untuk melakukan suatu penelitian.



Gambar 3.2: Denah lokasi penelitian.

### **3.3 Lokasi Penelitian**

Kecamatan Singkil – jalan Pulau Sarok merupakan salah satu dari delapan kecamatan yang masuk kedalam wilayah Kabupaten Aceh Singkil. Ruas jalan ini merupakan jalur lalu-lintas jalur angkutan kelapa sawit. Berdasarkan data Biro Kabupaten Aceh singkil. Kecamatan Singkil merupakan penghasil kelapa sawit terbesar dari seluruh kecamatan yang ada, dan di tambah lagi kendaraan-kendaraan truk tersebut mengangkut bahan material berupa pasir di Kabupaten Aceh Singkil. Kelas fungsi jalan pada ruas ini adalah kelas IIIC local dengan lalu lintas rendah ( $< 500$  kendaraan) dan muatan sumbu  $\leq 8$  Ton. Tetapi dengan adanya aktifitas perkebunan kelapa sawit, kendaraan-kendaraan truk pengangkut kelapa sawit mengangkut muatan melebihi muatan yang diijinkan untuk ruas jalan ini.

### **3.4 Teknik Pengolahan Data**

#### **3.4.1 Data Primer**

Data primer di peroleh dari melalui pengamatan tingkat kerusakan dan survey di lapangan :

1. Pencacatan jenis dan tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Pulau Sarok -Kabupaten Aceh Singkil.
2. Vulome lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Pulau Sarok – Kabupaten Aceh Singkil.
3. Densitas muatan truk pengangkut kelapa sawit pada ruas jalan Pulau Sarok-Kabupaten Aceh Singkil.

#### **3.4.2 Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerja Umum Kabupaten Aceh Singkil yang dibutuhkan adalah :

1. Denah lokasi jalan kecamatan singkil.
2. Data struktur perkerasan yang ada.

3. Data anggaran biaya rehabilitasi dan pemeliharaan jalan Kecamatan Singkil- Kabupaten Aceh Singkil.

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Data-data yang telah diperoleh baik berupa data-data primer maupun data sekunder dikumpulkan dan dipisahkan sesuai dengan bagiannya. Data-data tersebut sesuai yang dipakai dalam penelitian. Data kerusakan jalan di dapatkan dengan melakukan survey kondisi perkerasan jalan di lapangan. Demikian pula dengan data LHR diperoleh dengan melakukan survey di lapangan selama 7 hari pada ruas jalan tersebut. Untuk mempermudah pengumpulan data-data survey yang diperuntukkan bagi penelitian ini di buat suatu tabel desain survey.

Tabel 3.5: Desain Survey (Mulyono dkk., 2010).

Data yang diperoleh		Cara memperoleh data
Primer	Sekunder	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jenis kerusakan jalan.</li> <li>• Lalu lintas harian rata - rata (LHR) dan muatan kendaraan.</li> <li>• Densitas truk pengangkut kelapa sawit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dena lokasi jalan.</li> <li>• Data kontruksi perkerasan jalan.</li> <li>• Data anggaran rehabilitasi dan pemeliharaan jalan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Survey lapangan</li> <li>• Survey LHR</li> <li>• Kantor PU</li> </ul>

### 3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan proses pencarian dan penyusunan data yang sistematis melalui transkrip wawancara cacatan lapangan, serta dokumentasi yang secara akumulasi mempermudah pemahaman peneliti terhadap yang ditemukan. Seperti pada Tabel dibawah ini

Tabel 3.6: Analisis data (Mulyono dkk., 2010).

Bahasan	Metode	Tujuan
Kondisi perkerasan jalan	PCI	Menentukan nilai kondisi perkerasan jalan
LHR	ESAL	Menentukan esal normal Menentukan esal muatan lebih
Rehabilitas & pemeliharaan jalan	Bina Marga dan metode analisa komponen	Rehabilitas dan pemeliharaan jalan dengan metode bina marga dan overlay
Biaya rehabilitas & pemeliharaan	Petujuk teknis analisa biaya harga	Menghitung biaya berdasarkan survey kondisi perkerasan
Anilasis biaya muatan lebih	Tarif overload	Biaya muatan lebih Rp/lintas kendaraan.

### 3.7 Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini, setelah di lakukan analisis dan pembahasan terhadap data-data yang disajikan, maka dapat dilakukann penarikan kesimpulan. Kemudian berdasarkan kesimpulan yang diperoleh akan dicoba memberikan suatu saran maupun masukan bagi pihak terkait dengan harapan dapat mengatasi masalah yag terjadi pada lokasi penelitian.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Skenario Muatan Lebih (Truk Kelapa Sawit)

Pos jembatan Timbang sebagai sarana untuk mengetahui dan membatasi muatan truk Kelapa Sawit belum ada pada ruas Jalan yang menjadi Obyek penelitian. Skenario muatan lebih dilakukan dengan mencari densitas tandan buah segar (TBS).

1. Langkah ke-1 (satu), kotak kosong di siapkan sebagai tempat untuk menampung tandan buah segar (TBS).
2. Langkah ke-2 (dua), tandem buah segar (TBS) kelapa sawit yang telah dipanen disiapkan dan dimasukkan kedalam kotak kosong sampai kotak terisi penuh dengan buah tandan segar. Volume rongga yang terjadi antara buah tandan segar diasumsikan terjadi kerapatan (densitas) *bulk* atau rongga.
3. Langkah ke-3 (tiga), tandan buah segar (TBS) kelapa sawit yang dimasukkan kedalam kotak kosong dikeluarkan satu demi satu, kemudian ditimbang dan di catat beratnya.
4. Langkah ke-4 (empat), dimensi bak truk pengangkut tandan buah segar (TBS) kelapa sawit diukur dan dicatat.

Hasil pengukuran pada kotak kosong, diperoleh panjang (P) = 0.63 m, lebar (L) = 0.38 dan tinggi (T) = 0.50, menghitung volume kotak kosong dengan persamaan rumus (2.4)

$$V = P \times L \times T$$

Dengan,

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$P = \text{Panjang (m)}$$

$$L = \text{Lebar (m)}$$

$$T = \text{Tinggi (m)}$$

$$V = 0.63 \times 0.38 \times 0.50$$

$$V = 0.1197 \text{ m}^3$$

Kotak kosong yang telah disiapkan, hanya bisa menampung 3 (tiga) tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. Hasil penimbangan terhadap ke-3 (tiga) tandan buah segar kelapa sawit memiliki berat yang sama sebesar 25 kg, Sehingga berat total tandan buah segar (TBS) adalah,

$$\text{Berat total TBS} = \text{TBS}_1 + \text{TBS}_2 + \text{TBS}_3$$

$$\text{Berat total TBS} = 25+25+25$$

$$\text{Berat total TBS} = 75 \text{ kg}$$

Dimensi, berat kotak kosong dan berat tanda buah segar (TBS) kelapa sawit ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Volume kotak kosong dan berat tandan buah segar (TBS) kelapa sawit (Mulyono dkk., 2010).

Dimensi			Berat TBS (kg)	
Kotak (m)			TBS <sub>1</sub>	25
P	L	T	TBS <sub>2</sub>	25
0.63	0.38	0.50	TBS <sub>3</sub>	25
V = 0.1197 m <sup>3</sup>			Berat total TBS Σ = 75kg = 0.075 ton	

Perhitungan Densitas tandan buah segar (TBS) dan muatan truk sawit antara lain :

$$D = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$$

$$D = \frac{\text{Berat Total TBS}}{\text{Volume}}$$

$$D = \frac{0.075}{0.1197}$$

$$= 0.6265 \text{ ton/m}^3$$

Langkah selanjutnya dengan mengukur dimensi bak truk pengangkut muatan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit di peroleh ukuran panjang (P) = 4.34 m, lebar (L) = 1.98 m dan tinggi 1.3 m. Volume bak truk sawit dihitung dengan rumus (4.1),

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 4.34 \times 1.98 \times 1.3$$

$$V = 11.171 \text{ m}^3$$

Hubungan antara volume bak truk kelapa sawit dengan muatan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit dihitung dengan persamaan rumus (2.3).

$$D = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$$

$$D = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{\text{Volume}}$$

$$0.6265 = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{11.171}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat muatan truk kelapa sawit} &= 0.6265 \times 11.171 \\ &= 6.99 \text{ ton} = 7 \text{ ton} \end{aligned}$$

Muatan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit yang diangkat oleh truk kelapa sawit diasumsikan sebesar 50 cm di atas bak truk kelapa sawit, sehingga skenario muatan lebih dilakukan dengan variasi kenaikan tinggi muatan tandan buah segar (TBS) di atas kelapa sawit setiap 10 cm di atas bak truk kelapa sawit. Berdasarkan asumsi dapat di buat yaitu :

1. Skenario muatan lebih 1 (satu)

Volume bak truk kelapa sawit

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 4.34 \times 1.98 \times 1.3$$

$$V = 11.71$$

Berat muatan truk kelapa sawit

$$0.6265 = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{11.171}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat muatan truk kelapa sawit} &= 0.6265 \times 11.171 \\ &= 6.99 \text{ ton} = 7 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Skenario muatan lebih 2 (dua)

Volume bak truk kelapa sawit

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 4.34 \times 1.98 \times 1.4$$

$$V = 12.030$$

Berat muatan truk kelapa sawit

$$0.6265 = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{12.030}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat muatan truk kelapa sawit} &= 0.6265 \times 12.030 \\ &= 7.54 \text{ ton}\end{aligned}$$

3. Skenario muatan lebih 3 (tiga)

Volume bak truk kelapa sawit

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 4.34 \times 1.98 \times 1.5$$

$$V = 11.71$$

Berat muatan truk kelapa sawit

$$0.6265 = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{12.889}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat muatan truk kelapa sawit} &= 0.6265 \times 12.889 \\ &= 8.07 \text{ ton}\end{aligned}$$

4. Skenario muatan lebih 4 (empat)

Volume bak truk kelapa sawit

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 4.34 \times 1.98 \times 1.6$$

$$V = 13.749$$

Berat muatan truk kelapa sawit

$$0.6265 = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{13.749}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat muatan truk kelapa sawit} &= 0.6265 \times 13.749 \\ &= 8.61 \text{ ton}\end{aligned}$$

5. Skenario muatan lebih 5 (lima)

Volume bak truk kelapa sawit

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 4.34 \times 1.98 \times 1.7$$

$$V = 14.608$$

Berat muatan truk kelapa sawit

$$0.6265 = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{14.608}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat muatan truk kelapa sawit} &= 0.6265 \times 14.608 \\ &= 9.15 \text{ ton}\end{aligned}$$

6. Skenario muatan lebih 6 (enam)

Volume bak truk kelapa sawit

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 4.34 \times 1.98 \times 1.8$$

$$V = 15.467$$

Berat muatan truk kelapa sawit

$$0.6265 = \frac{\text{Berat Muatan Truk Kelapa Sawit}}{15.467}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat muatan truk kelapa sawit} &= 0.6265 \times 15.467 \\ &= 9.69 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### 4.2 Equivalent Single Axle Load (ESAL)

Muatan sumbu terberat (MST) ruas jalan Pulau Sarok- Kabupaten Aceh Singkil  $\leq 8$  ton dengan kelas jalan IIC dilintasi kendaraan truk sawit muatan lebih dari 8 ton. *Damage factor* ( $ESAL_{\text{muatan lebih}}$ ) dan ( $ESAL_{\text{normal}}$ ) dihitung berdasarkan, yaitu  $E = \left(\frac{P}{8160 \text{ kg}}\right)^4$  dan konfigurasi sumbu kendaraan berdasarkan T Perhitungan untuk muatan truk kelapa sawit 7000 kg (skenario muatan lebih 1) :

$$\begin{aligned} \text{Berat total} &= \text{Berat kosong} + \text{Berat truk kelapa sawit} \\ &= 2300 \text{ kg} + 7000 \text{ kg} \\ &= 9300 \text{ kg} \end{aligned}$$

Konfigurasi sumbu kendaraan truk kelapa sawit pada Tabel 2.17 adalah konfigurasi sumbu dengan tipe 1.2L Truk dengan konfigurasi sumbu dengan 34% dan sumbu belakang 66%, sehingga konfigurasi sumbu truk kelapa sawit dihitung dengan,

$$\text{Konfigurasi sumbu depan} = 34\% \times 9300 = 3162 \text{ kg}$$

$$\text{Konfigurasi sumbu belakang} = 66\% \times 9300 = 6138 \text{ kg}$$

$ESAL$  kendaraan truk kelapa sawit dihitung :

$$ESAL_{\text{sumbu depan}} = \left(\frac{P}{8160 \text{ kg}}\right)^4$$

$$ESAL_{\text{sumbu depan}} = \left(\frac{3162}{8160 \text{ kg}}\right)^4$$

$$ESAL_{\text{sumbu depan}} = 0.023$$

$$ESAL_{\text{sumbu belakang}} = \left(\frac{P}{8160 \text{ kg}}\right)^4$$

$$ESAL_{\text{sumbu belakang}} = \left(\frac{6138}{8160 \text{ kg}}\right)^4$$

$$ESAL_{\text{sumbu belakang}} = 0.320$$

$$\begin{aligned}
ESAL_{sumbu\ depan} &= 0.023 \\
ESAL_{muatan\ lebih} &= ESAL_{sumbu\ depan} + ESAL_{sumbu\ belakang} \\
&= 0.023 + 0.320 \\
&= 0.343
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan  $ESAL_{normal}$  sama seperti perhitungan  $ESAL_{muatan\ lebih}$  berat kosong kendaraan truk kelapa sawit sebesar 2300 kg dan berat muatan truk kelapa sawit sebesar 6000 kg sehingga berat total maksimum kendaraan truk kelapa sawit adalah 8300 kg. konfigurasi sumbu kendaraan untuk sumbu depan adalah 34% dan sumbu belakang 66%.

$ESAL_{normal} = 0.217$  mempunyai angka yang sama untuk setiap skenario pembebanan. Angka  $ESAL_{muatan\ lebih}$   $ESAL_{normal}$  sehingga telah terjadi muatan lebih yang melintas ruas jalan yang diteliti.

### 4.3 Rencana Anggaran Biaya

Renacana anggaran biaya Rehabilitas dan Pemeliharaan jalan dilakukan dengan memperbaiki kondisi permukaan jalan dengan overlay. Sebelum dilakukan pekerjaan overlay, permukaan pekerasan jalan diperbaiki terlebih dahulu sesuai dengan data jenis dan tingkat kerusakn jalan yang telah disurvey. Perhitungan rencan anggaran biaya dengan mempergunakan daftar Analisis harga Satuan Upah Bahan Kabupaten Aceh Singkil tahun 2016 (Anonim 4, 2014). Volume lapis resap pengikat dihitung berdasarkan jumlah luas kerusakan seluruhnya dikurangi dengan luas retak buaya ( $L$ ):

$$\text{Lapis resep pengikat} = 6880.17 - 1777.73 = 5102.44 \text{ m}^2$$

$$\text{Lapis resep pengikat} = 5102.44 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ liter/ m}^2 = 2551.22 \text{ liter}$$

Volume lapis perekat merupakan selisih antara keseluruhan jelas dengan luas lapis resep pengikat, yaitu  $67500 - 5102.44 = 62397.56$ . Volume tersebut dikalikan dengan  $0.5 \text{ liter/m}^2$  menjadi 31198.78 liter.

Perhitungan biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan mempergunakan data survey kerusakan jalan tahun 2016 diperoleh biaya Rp 7,208,356,562.00 dengan asumsi dalam kondisi tersebut nilai  $PCI$  adalah 100, sedangkan Rencana

Anggaran Biaya APBD Kabupaten Aceh Singkil 2016 sebesar 2,300,000,000,00. Untuk mencapai nilai *PCI* 100 (sempurna) dengan anggaran yang ada, diperlukan dana anggaran 3 (tiga) kali dari anggaran yang ada.

$$\text{Anggaran yang diperlukan} = \frac{Rp,7.208,356,562,00}{Rp,2,300,000,000,00}$$

$$\text{Anggaran yang diperlukan} = 3,134.406.807.00$$

Perhitungan selisih biaya Rehabilitas dan Pemeliharaan jalan dengan anggaran *APBD* Kabupaten Aceh Singkil Tahun 2014 adalah.

$$\Delta \text{ Biaya} = Rp 7,208,356,562,00 - 2,300,000,000,00$$

$$\Delta \text{ Biaya} = Rp 4,908,356,562,00$$

#### 4.4 Analisis Biaya Akibat Muatan Lebih

Terbatasnya anggar APBD Kabupaten Aceh Singkil 2016 dan besarnya biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan maka Analisis biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan terhadap muatan lebih truk kelapa sawit merupakan salah satu jalan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Data- data analisis yang dibutuhkan adalah data Lalu Lintas Harian Rata-Rata truk kelapa sawit. Data LHR Tahun 2017 menjadi acuan untuk menghitung LHR Tahun 2016. LHR truk kelapa sawit adalah sebesar 12 kendaraan/hari/2arah dan dalam perhitungan dipisahkan jumlahnya dengan truk 2<sub>as L</sub> sehingga LHR truk 2<sub>as L</sub> menjadi,

$$\text{LHR Truk } 2_{as} = 110 - \text{LHR truk kelapa sawit}$$

$$\text{LHR Truk } 2_{as} = 110 - 12$$

$$\text{LHR Truk } 2_{as} = 98 \text{ kendaraan/hari/2arah}$$

Biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan akibat muatan lebih dapat dihitung:

$$\text{Biaya}_{\text{muatan lebih}} = \alpha \times (\text{Biaya Rehabilitas pemeliharaan jalan} - \text{Biaya } APBD)$$

Untuk menghitung (koefisien pengali) adalah:

$$\alpha = \beta \times \gamma$$

$$\beta = \frac{C \text{ ESAL } i}{T \text{ ESAL}}$$

$$\beta = \frac{1688,079}{35193,808}$$

$$\beta = 0.04$$

faktor untuk menormalisasikan  $\beta$  yaitu  $\gamma$  dihitung sesuai dengan skenario muatan lebih,

1. Skenario muatan lebih 1.

$$\gamma = \frac{C \text{ ESAL } i}{\sum \text{ ESAL}}$$

$$\gamma = \frac{1502,34}{20402,259}$$

$$\gamma = 0.07$$

2. Skenario muatan lebih 2.

$$\gamma = \frac{C \text{ ESAL } i}{\sum \text{ ESAL}}$$

$$\gamma = \frac{1879}{20778,939}$$

$$\gamma = 0.09$$

3. Skenario muatan lebih 3.

$$\gamma = \frac{C \text{ ESAL } i}{\sum \text{ ESAL}}$$

$$\gamma = \frac{2321,4}{21221,319}$$

$$\gamma = 0.11$$

4. Skenario muatan lebih 4.

$$\gamma = \frac{C \text{ ESAL } i}{\sum \text{ ESAL}}$$

$$\gamma = \frac{2847}{21746,919}$$

$$\gamma = 0.13$$

5. Skenario muatan lebih 5.

$$\gamma = \frac{C \text{ ESAL } i}{\sum \text{ ESAL}}$$

$$\gamma = \frac{3460,2}{22360,119}$$

$$\gamma = 0.15$$

6. Skenario muatan lebih 1.

$$\gamma = \frac{C \text{ ESAL } i}{\sum \text{ ESAL}}$$

$$\gamma = \frac{4117,2}{23017,119}$$

$$\gamma = 0.17$$

Hasil perhitungan  $\beta$  dan  $\gamma$  :

Faktor pengali  $\alpha$  merupakan perkalian antara  $\beta$  dan  $\gamma$ , sehingga

1. Skenario muatan lebih 1 ( $\alpha_1$ )

$$\alpha_1 = \beta_1 \times \gamma_1$$

$$\alpha_1 = 0.04 \times 0.07$$

$$\alpha_1 = 0.0028$$

2. Skenario muatan lebih 2 ( $\alpha_2$ )

$$\alpha_2 = \beta_2 \times \gamma_2$$

$$\alpha_2 = 0.04 \times 0.09$$

$$\alpha_2 = 0.0036$$

3. Skenario muatan lebih 3 ( $\alpha_3$ )

$$\alpha_3 = \beta_3 \times \gamma_3$$

$$\alpha_3 = 0.04 \times 0.11$$

$$\alpha_3 = 0.0044$$

4. Skenario muatan lebih 4 ( $\alpha_4$ )

$$\alpha_4 = \beta_4 \times \gamma_4$$

$$\alpha_4 = 0.04 \times 0.13$$

$$\alpha_4 = 0.0052$$

5. Skenario muatan lebih 5 ( $\alpha_5$ )

$$\alpha_5 = \beta_5 \times \gamma_5$$

$$\alpha_5 = 0.04 \times 0.15$$

$$\alpha_5 = 0.006$$

6. Skenario muatan lebih 6 ( $\alpha_6$ )

$$\alpha_6 = \beta_6 \times \gamma_6$$

$$\alpha_6 = 0.04 \times 0.17$$

$$\alpha_6 = 0.0068$$

Biaya muatan lebih untuk semua skenario ;

1. Skenario muatan lebih 1

$$\text{Biaya muatan lebih} = \alpha \times \Delta \text{Biaya}$$

$$\text{Biaya muatan lebih} = 0.0028 \times 4,908,356,562,00$$

$$\text{Biaya muatan lebih} = \text{Rp } 13,743,398,00$$

Biaya tersebut dihitung dalam waktu satu tahun anggaran sehingga untuk menghitung biaya dalam 1 (satu) hari yaitu,

$$\text{Biaya muatan lebih} = \frac{\text{Rp } 13,743,398,00}{(15km \times 365)}$$

$$\text{Biaya muatan lebih} = \text{Rp } 2.510,00$$

2. Skenario muatan lebih 2

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \alpha \times \Delta \text{ Biaya} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= 0.0036 \times 4,908,356,562,00 \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 17,670,083,00 \end{aligned}$$

Biaya tersebut dihitung dalam waktu satu tahun anggaran sehingga untuk menghitung biaya dalam 1 (satu) hari yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \frac{\text{Rp } 17,670,356,562}{(15\text{km} \times 365)} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 3,227,00 \end{aligned}$$

### 3. Skenario muatan lebih 3

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \alpha \times \Delta \text{ Biaya} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= 0.0044 \times 4,908,356,562,00 \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 21,596,768,00 \end{aligned}$$

Biaya tersebut dihitung dalam waktu satu tahun anggaran sehingga untuk menghitung biaya dalam 1 (satu) hari yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \frac{\text{Rp } 21,596,768,00}{(15\text{km} \times 365)} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 3,944,00 \end{aligned}$$

### 4. Skenario muatan lebih 4

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \alpha \times \Delta \text{ Biaya} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= 0.0052 \times 4,908,356,562,00 \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 25,523,454,00 \end{aligned}$$

Biaya tersebut dihitung dalam waktu satu tahun anggaran sehingga untuk menghitung biaya dalam 1 (satu) hari yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \frac{\text{Rp } 25,523,454,00}{(15\text{km} \times 365)} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 4,661,00 \end{aligned}$$

### 5. Skenario muatan lebih 5

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \alpha \times \Delta \text{ Biaya} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= 0.006 \times 4,908,356,562,00 \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 29,450,139,00 \end{aligned}$$

Biaya tersebut dihitung dalam waktu satu tahun anggaran sehingga untuk menghitung biaya dalam 1 (satu) hari yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Biaya muatan lebih} &= \frac{\text{Rp } 29,450,139,00}{(15\text{km} \times 365)} \\ \text{Biaya muatan lebih} &= \text{Rp } 5,379,00 \end{aligned}$$

6. Skenario muatan lebih 1

$$\text{Biaya}_{\text{muatan lebih}} = \alpha \times \Delta \text{Biaya}$$

$$\text{Biaya}_{\text{muatan lebih}} = 0.0068 \times 4,908,356,562,00$$

$$\text{Biaya}_{\text{muatan lebih}} = \text{Rp } 33,376,824,00$$

Biaya tersebut dihitung dalam waktu satu tahun anggaran sehingga untuk menghitung biaya dalam 1 (satu) hari yaitu,

$$\text{Biaya}_{\text{muatan lebih}} = \frac{\text{Rp } 33,376,824,00}{(15\text{km} \times 365)}$$

$$\text{Biaya}_{\text{muatan lebih}} = \text{Rp } 6,096,00$$

Biaya muatan lebih yang dihitung pada setiap skenario muatan lebih 1 sampai dengan skenario muatan lebih 6, adalah biaya muatan lebih perlintas kendaraan truk kelapa sawit.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Hasil analisis dan perhitungan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut,

1. Nilai kondisi perkerasan ruas jalan Pulau Sarok – Kabupaten Aceh Singkil adalah 46,91% dengan kondisi buruk (*poor*).
2. Nilai *ESAL* setiap skenario muatan lebih adalah muatan lebih 1 sebesar 0.343, skenario muatan lebih 2 sebesar 0.429, skenario muatan lebih 3 sebesar 0.530, skenario muatan lebih 4 sebesar 0.650, skenario muatan lebih 5 sebesar 0.790 dan skenario muatan lebih 6 sebesar 0.940. Semua nilai *ESAL* pada setiap semua skenario muatan lebih mempunyai nilai *ESAL* normal artinya muatan lebih kendaraan truk kelapa sawit yang mengangkut muatan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit memiliki nilai *ESAL* yang lebih besar dari nilai normal ( $ESAL_{muatan\ lebih} > ESAL_{normal}$ ), sehingga telah terjadi muatan lebih pada ruas jalan tersebut.
3. Rehabilitas dan pemeliharaan jalan akibat muatan lebih yang dilakukan dengan dana APBD Kabupaten Aceh Singkil tahun 2016 adalah sebesar 2.300,000,000,00, perhitungan rencana anggaran biaya berdasarkan survey kondisi perkerasan tahun 2016 adalah sebesar Rp.7,208,356,562,00, sehingga biaya yang dianggarkan tidak mencukupi. Kekurangan biaya rehabilitas dan pemeliharaan jalan sebesar Rp.4,908,356,562,00, terhadap anggaran yang telah ditetapkan.
4. Analisis muatan lebih dari kendaraan truk kelapa sawit dengan skenario muatan lebih 1 menghasilkan biaya perlintas kendaraan sebesar Rp.2.510.00, skenario muatan lebih 2 sebesar Rp.3.227.00, skenario muatan lebih 3 sebesar Rp.3.994.00, skenario muatan lebih 4 sebesar Rp.4.661.00, skenario muatan lebih 5 sebesar Rp.5.379.00 dan skenario muatan lebih 6 sebesar Rp.6.096.00

## **4.2 Saran**

Beberapa saran dapat dibuat dalam penelitian ini :

1. Pemerintah daerah Kabupaten Aceh Singkil harus membangun sebuah jembatan timbang pada lokasi ruas jalan yang dilewati oleh kendaraan-kendaraan berat, sehingga pengukuran muatan sumbu terberat kendaraan akan lebih akurat, tidak hanya kendaraan truk sawit saja tetapi semua jenis kendaraan berat lainnya.
2. Analisis perhitungan terhadap kendaraan berat lainnya perlu ditinjau agar kontribusi biaya muatan lebih perlintas kendaraan mendekati keadilan.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1993) *Pengaruh umur rencana Jalan Terhadap Beban Lebih.*
- Hardiyanto (2007) *Pemeliharaan jalan raya, Gajah madah. University Pres, Yokyakarta.*
- Iskandar (2008) *Perencanaan lalu lintas untuk angkutan, jalan USU Institutional Repository.*
- Mulyono dkk. (2010) *Tingkat kerusakan perkerasan aspal, Universitas diPonegoro.*
- Suswandi dkk. (2008) *Perbandingan metode Bina Marga dan metode PC (Parement Condition Indeks) dalam penilaian kondisi perkerasan jalan University Nusa Cendana, Kupang.*
- Shahin (1994) *Parement management for airport, Roads, and parking lots, technical report M-294. u.s army contruction engincering laboratory.*
- Sukirman (2010) *Perencanaan tebal struktur perkerasan lentur, Bandung.*
- Tranggono (2005) *Teknik evaluasi kinerja perekerasan lentur – seri pemeliharaanjalan kabupaten, depertemen pekerjaan umum. Pusat penelitian pengembangan prasarana transportasi, Bandung.*

# LAMPIRAN

Tabel L.1: Lalu lintas harian rata – rata truk kelapa sawit.

No	Tanggal	Harian	Muatan	
			Kosong	Lebih
1	03/06/2017	Senin	12	12
2	04/06/2017	Selasa	12	12
3	05/06/2017	Rabu	12	12
4	06/06/2017	Kamis	12	12
5	07/06/2017	Jum'at	12	12
6	08/06/2017	Sabtu	12	12
7	09/06/2017	Minggu	12	12
		Jumlah	$\Sigma = 84$	$\Sigma = 84$
		LHR	$\Sigma = 84/7 = 12$	$\Sigma = 84/7 = 12$

Tabel L.2: Skenario muatan Lebih truk kelapa sawit.

No	Tinggi Muatan TBS (cm)	Muatan Lebih (cm)
1	0	7.00
2	10	7.54
3	20	8.07
4	30	8.61
5	40	9.15
6	50	9.69

Tabel L.3: *Esal*<sub>muatan lebih</sub> semua skenario muatan lebih.

No	Berat Kosong (kg)	Berat Muatan Truk Kelapa sawit (kg)	Berat Total (kg)	Konfigurasi Sumbu		ESAL		ESAL Total Muatan Lebih
				Depan 34%	Belakang 66%	Depan	Belakang	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)= (6)+(7)
1	2300	7000	9300	3162.0	6138.0	0.023	0.320	0.343
2	2300	7540	9840	3345.6	6494.4	0.028	0.401	0.429
3	2300	8070	10370	3525.8	6844.2	0.035	0.495	0.530
4	2300	8610	10910	3079.4	7200.6	0.043	0.606	0.650
5	2300	9150	11450	3893.0	7557.0	0.052	0.736	0.790
6	2300	9690	11990	4076.0	7913.4	0.060	0.880	0.940

Tabel L.4: *Esal*<sub>normal</sub>.

No	Berat Kosong (kg)	Berat Muatan Truk Kelapa sawit (kg)	Berat Total (kg)	Konfigurasi Sumbu		ESAL		ESAL Total Muatan Lebih
				Depan 34%	Belakang 66%	Depan	Belakang	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	2300	6000	8300	2822	5474	0.014	0.203	0.217

Tabel L.5: RAB rehabilitas dan pemeliharaan jalan.

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Kontruksi				
1	Agregat Kelas A	798.63	m <sup>3</sup>	522,942.24	370,572,559.53
2	Lapis Resep pengikat	2551.22	Liter	8,187.35	20,887,731.07
3	Lapis perekat	31198.78	Liter	9,491.23	296,114,796.70
4	AC WC Tebal 6 cm	67500	M <sup>2</sup>	96,604.17	6,520,781,475.00
					7,208,356,562.00

Tabel L.6: LHR kendaraan Tahun 2016.

Kendaraan		LHR Kendaraan/hari/2arah (3)
Type (1)	Golongan (2)	
Kendaraan Ringan	2	119.011
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	97.372
Bus besar	5 <sub>b</sub>	7.728
Truk 2 as L	4	75.734
Truk kelapa Sawit	4	9.274

Tabel L.7: *ESAL* kendaraan Tahun 2016.

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	119.011	0.060	21.719
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174	97.372	21.169	7726.604
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	7.728	2.323	847.905
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	75.734	16.465	6009.581
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	9.274	2.016	735.867
			Jumlah		15341.677

Tabel L.8: LHR kendaraan Tahun 2017.

Kendaraan		LHR Kendaraan/hari/2 arah (4)
Type (1)	Golongan (2)	
Kendaraan Ringan	2	154
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	126
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	10
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	98
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	12

Tabel L.9: *ESAL* kendaraan Tahun 2017.

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	154	0.077	28.105
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174	126	27.3924	9998.226
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	10	3.006	1097.19
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	98	21.3052	7776.398
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	12	2.6088	925.212
			Jumlah		19852.131

Tabel L.10: Total kumulatif *ESAL* semua jenis kendaraan.

Tahun (1)	Total <i>ESAL</i> per Tahun (2)	Kumulatif <i>ESAL</i> (3)
2016	15341.647	15341.677
2017	19852.131	35193.808

Tabel L.11: Kumulatif *ESAL* truk kelapa sawit.

Tahun (1)	<i>ESAL</i> per Tahun (3) = (2) x 365	Kumulatif <i>ESAL</i>
2016	15341.647	735.867
2017	19852.131	1688.079

Tabel L.12: *ESAL* kendaraan truk kelapa sawit Tahun 2017.

Skenario Muatan lebih (1)	Berat Total (kg) (2)	<i>ESAL</i> (3)	LHR (4)	<i>ESAL</i> per Tahun (5) = (3)x(4)x365
Skenario Muatan Lebih 1	9300	0.3430	12	1502.34
Skenario Muatan Lebih 2	9840	0.429	12	1879.02
Skenario Muatan Lebih 3	10370	0.53	12	2321.4
Skenario Muatan Lebih 4	10910	0.65	12	2847
Skenario Muatan Lebih 5	11450	0.79	12	3460.2
Skenario Muatan Lebih 6	11990	0.94	12	4117.2

Tabel L.13: *ESAL* kendaraan Tahun 2017 dengan muatan lebih truk kelapa sawit 9300 kg (skenario muatan lebih 1).

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	154	0.077	28.105
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174	126	27.3924	9998.226
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	10	3.006	1097.19
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	98	21.3052	7776.398
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.3430	12	4.116	1502.34
			Jumlah		20402.259

Tabel L.14: *ESAL* kendaraan Tahun 2017 dengan muatan lebih truk kelapa sawit 9840 kg (skenario muatan lebih 2).

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	154	0.077	28.105
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174	126	27.3924	9998.226
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	10	3.006	1097.19
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	98	21.3052	7776.398
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.429	12	5.148	1879.02
			Jumlah		20778.939

Tabel. L.15: *ESAL* kendaraan Tahun 2017 dengan muatan lebih truk kelapa sawit 10370 kg (skenario muatan lebih 3).

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	154	0.077	28.105
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174	126	27.3924	9998.226
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	10	3.006	1097.19
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	98	21.3052	7776.398
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.53	12	6.36	2321.4
			Jumlah		21221.319

Tabel L.16: *ESAL* kendaraan Tahun 2017 dengan muatan lebih truk kelapa sawit 10910 kg (skenario muatan lebih 4).

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	154	0.077	28.105
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174	126	27.3924	9998.226
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	10	3.006	1097.19
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	98	21.3052	7776.398
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.65	12	7.8	2847
			Jumlah		21746.919

Tabel L.17: *ESAL* kendaraan Tahun 2017 dengan muatan lebih truk kelapa sawit 11450 kg (skenario muatan lebih 5).

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	154	0.077	28.105
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174	126	27.3924	9998.226
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	10	3.006	1097.19
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	98	21.3052	7776.398
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.79	12	9.48	3460.2
			Jumlah		22360.119

Tabel L.18: *ESAL* Kendaraan Tahun 2017 dengan muatan lebih truk kelapa sawit 11990 kg (skenario muatan lebih 6).

Kendaraan			LHR (4)	Jumlah (5) = (3)x(4)	<i>ESAL</i> per Tahun (6) = (5)x365
Type (1)	Gol (2)	<i>ESAL</i> (3)			
Kendaraan Ringan	2	0.0005	154	0.077	28.105
Bus Kecil	5 <sub>a</sub>	0.2174 <sub>s</sub>	126	27.3924	9998.226
Bus Besar	5 <sub>b</sub>	0.3006	10	3.006	1097.19
Truk 2 <sub>as</sub> L	4	0.2174	98	21.3052	7776.398
Truk Kelapa Sawit 2 <sub>as</sub> L	4	0.94	12	11.28	4117.2
			Jumlah		23017.119

Tabel L.19: Hasil perhitungan  $\beta$  dan  $\gamma$ .

No	Skenario Muatan Lebih	Kenaikan Muatan di atas bak Truk (cm)	Muatan Lebih (kg)	$\beta$	$\gamma$
1	Skanario Muatan Lebih 1	0	9300	0.04	0.07
2	Skanario Muatan Lebih 2	10	9840	0.04	0.09
3	Skanario Muatan Lebih 3	20	10370	0.04	0.11
4	Skanario Muatan Lebih 4	30	10910	0.04	0.13
5	Skanario Muatan Lebih 5	40	11450	0.04	0.15
6	Skanario Muatan Lebih 6	50	11990	0.04	0.17

Tabel L.20: Biaya muatan lebih per lintas kendaraan truk kelapa sawit.

Skenario Muatan Lebih (1)	$\alpha$ (2)	$\Delta$ Biaya (3)	Biaya per Lintas (4) = $\frac{(2) \times (3)}{(15 \times 365)}$
Skenario Muatan Lebih 1	0.0028	Rp.4,908,356,562,00	Rp.2,510.00
Skenario Muatan Lebih 2	0.0036	Rp.4,908,356,562,00	Rp.3,227.00
Skenario Muatan Lebih 3	0.0044	Rp.4,908,356,562,00	Rp.3,944.00
Skenario Muatan Lebih 4	0.0052	Rp.4,908,356,562,00	Rp.4,661.00
Skenario Muatan Lebih 5	0.0060	Rp.4,908,356,562,00	Rp.5,379.00
Skenario Muatan Lebih 6	0.0068	Rp.4,908,356,562,00	Rp.6,069.00

Tabel L.21: Skenario muatan lebih tinggi, berat dan biaya per lintas kendaraan truk kelapa sawit.

Skenario Muatan lebih	Tinggi Muatan di Atas Bak Truk Kelapa Sawit (cm)	Berat Total Muatan lebih (kg)	Biaya per Lintas Kendaraan Truk Kelapa Sawit
Skenario Muatan lebih 1	0	9300	Rp.2,510.00
Skenario Muatan lebih 2	10	9840	Rp.3,227.00
Skenario Muatan lebih 3	20	10370	Rp.3,944.00
Skenario Muatan lebih 4	30	10910	Rp.4,661.00
Skenario Muatan lebih 5	40	11450	Rp.5,379.00
Skenario Muatan lebih 6	50	11990	Rp.6,096.00

Tabel L.22: Luas dan presentase kerusakan jalan.

No	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Luas Kerusakan (m <sup>2</sup> )	Presentase Kerusakan (%)
1	Retak Buaya	<i>L</i>	1777.73	25.83
2	Retak Buaya	<i>M</i>	52.65	0.76
3	Retak Buaya	<i>H</i>	240.60	3.49
4	Retak memanjang	<i>M</i>	76.15	1.10
5	Tambalan Lubang	<i>M</i>	771.06	11.20
6	Lubang	<i>H</i>	120.22	1.74
	Jumlah		299.26	46.91

Tabel L.23: Lalu – lintas harian rata – rata.

Jam	Sepeda Motor kend/jam	Kendaraan ringan Kend/jam	Bus Kecil Kend/jam	Bus Besar Kend/jam	Kendaraan Besar Kend/jam
06.00 – 07.00	64	8	8	0	12
07.00 – 08.00	72	9	8	2	9
08.00 – 09.00	57	10	7	1	10
09.00 – 10.00	79	12	7	0	7
10.00 – 11.00	73	4	9	0	8
11.00 – 12.00	92	4	9	0	12
12.00 – 13.00	41	6	8	1	6
13.00 – 14.00	33	1	0	1	11
14.00 – 15.00	16	0	4	0	9
15.00 – 16.00	43	0	7	0	7
16.00 – 17.00	95	7	0	0	8
17.00 – 18.00	43	8	5	0	11
$\Sigma$	708	69	72	5	110

## DAFTAR GAMBAR



Gambar L.1: Pinggir kerusakan jalan (Berlubang).



Gambar L.2: Tengah kerusakan jalan (Berlubang).



Gambar L.3: Pinggir dan tengah kerusakan jalan (Berlubang dan Retak).



Gambar L.4: Pinggir dan tengah kerusakan jalan (Berlubang dan Amblas).



Gambar L.5: Pinggir kerusakan jalan (Amblas).



Gambar L.6: Pinggir kerusakan jalan (Belubang).



Gambar L.7: Penimbangan buah kelapa sawit.



Gambar L.8: Pengangkut truk kelapa kelapa sawit berlebih.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI

Nama Lengkap : Ilham  
Panggilan : Ham  
Tempat, Tanggal Lahir : Teluk Nibung, 03 September 1992  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat Sekarang : JL. Setia Jadi Ujung, No.28 Medan Timur  
Nomor KTP : 1110010309920001  
Alamat KTP : JL. Jambu Air, Kec. Pulau Banyak, Kab. Aceh Singkil  
No. Telp Rumah : -  
No. HP/ Telp.Seluler : 082165183587  
E-mail : [ilhamnasri1993@gmail.com](mailto:ilhamnasri1993@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1207210006  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
PerguruanTinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jln. Kapten Muchtar Basri BA, No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat Pendidikan	Tahun
1	SD	SDN Teluk Nibung	2000-2006
2	MTSN	MTSN Singkil	2006-2009
3	SMA	SMA Pulau Banyak	2009-2012
4	Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2012-2017