



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS BIAYA OPERASI KENDARAAN JENIS SEPEDA
MOTOR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**CHAIRUL MUBIN
0405017013**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JANUARI 2011**



UNIVERSITY OF INDONESIA

**VEHICLE OPERATING COST ANALYSIS FOR
MOTORCYCLES**

UNDERGRADUATE THESIS

Proposed as a requirement to get bachelor degree

**CHAIRUL MUBIN
0405017013**

**ENGINEERING FACULTY
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
DEPOK
JANUARY 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

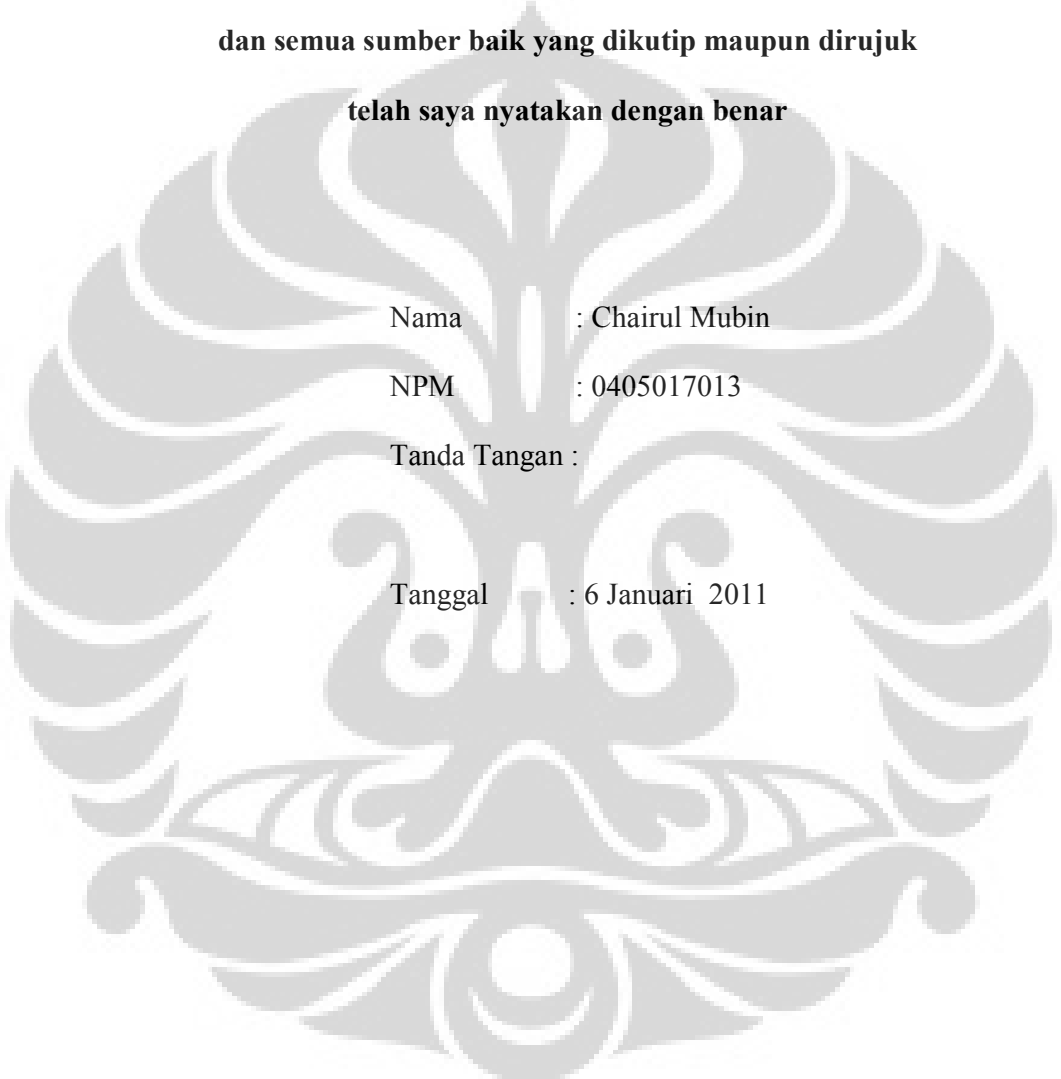
**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Chairul Mubin

NPM : 0405017013

Tanda Tangan :

Tanggal : 6 Januari 2011



ORIGINALITY PAGE

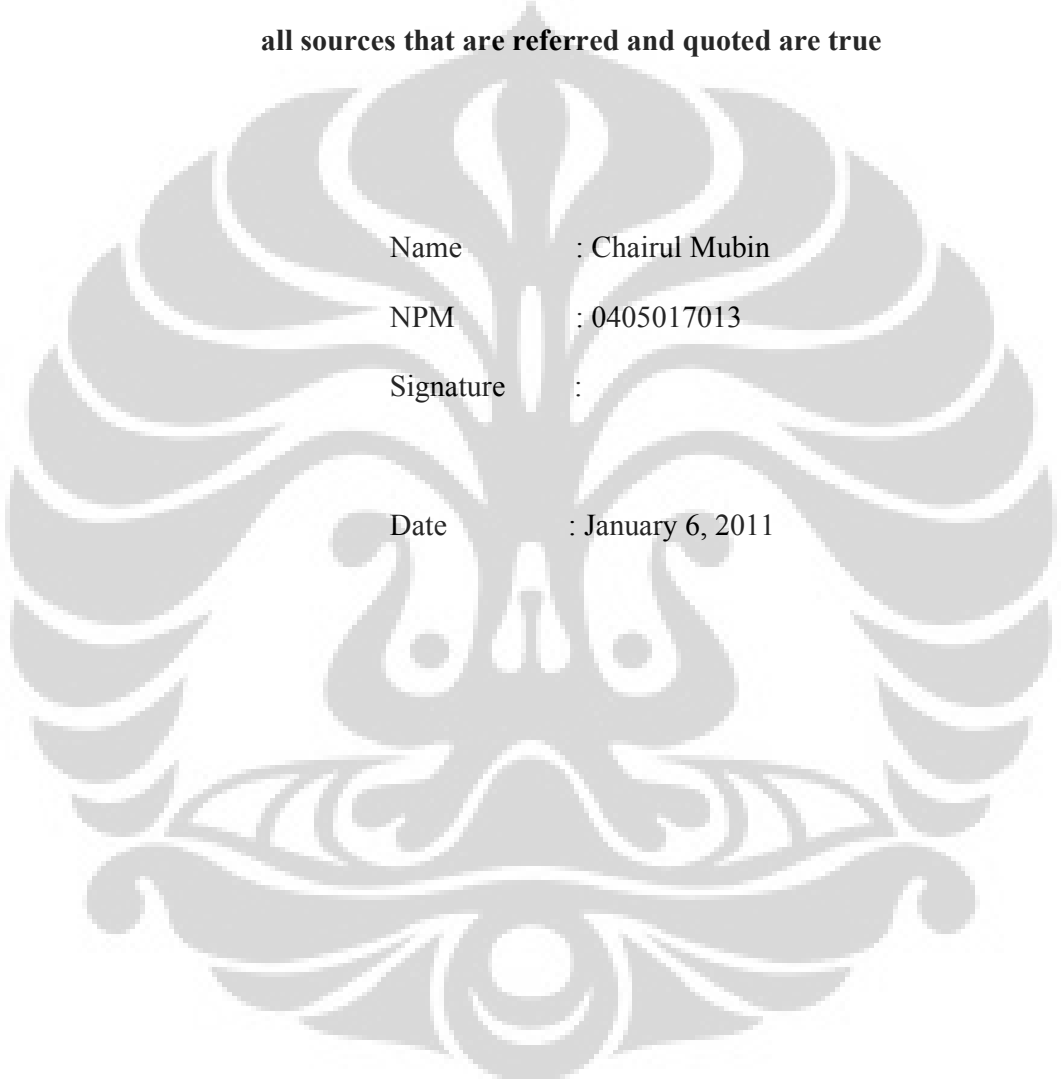
**This undergraduate thesis report is my own creation, and
all sources that are referred and quoted are true**

Name : Chairul Mubin

NPM : 0405017013

Signature :

Date : January 6, 2011



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Chairul Mubin
NPM : 0405017013
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Biaya Operasi Kendaraan Jenis Sepeda Motor

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Heddy R. Agah, M.Eng (.....)

Pembimbing : Andyka Kusuma, S.T. M.Sc. (.....)

Penguji : Ir. Tri Tjahjono, M.Sc. Ph.D. (.....)

Penguji : Ir. Martha Leni Siregar, M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 6 Januari 2011

APPROVAL PAGE

This Undergraduate thesis is submitted by :
Name : Chairul Mubin
NPM : 0405017013
Study Programme : Civil Engineering
Title : Vehicle Operating Cost Analysis for Motorcycles

Has been successfully defended in front of the board of examiners and has been accepted as part of the requirements necessary to obtain a Bachelor of Engineering at Civil Engineering Program Faculty of Engineering, University of Indonesia.

BOARD OF EXAMINERS

Supervisor : Ir. Heddy R. Agah, M.Eng (.....)

Supervisor : Andyka Kusuma, S.T. M.Sc. (.....)

Examiner : Ir. Tri Tjahjono, M.Sc. Ph.D. (.....)

Examiner : Ir. Martha Leni Siregar, M.Sc. (.....)

Defined in : Depok
Date : January 6, 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Heddy R. Agah, M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Andyka Kusuma, S.T. M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 6 Januari 2011

Chairul Mubin

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Chairul Mubin

NPM : 0405017013

Program Studi : Teknik Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS BIAYA OPERASI KENDARAAN JENIS SEPEDA MOTOR

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 6 Januari 2011

Yang menyatakan

(Chairul Mubin)

ABSTRAK

Nama : Chairul Mubin
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Analisis Biaya Operasi Kendaraan Jenis Sepeda Motor

Skripsi ini membahas biaya operasi kendaraan (BOK) untuk kendaraan jenis sepeda motor. Penelitian ini menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi besar biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor. Dua faktor yang mempengaruhi biaya operasi kendaraan, yaitu kecepatan rata-rata kendaraan dan jarak tempuh tahunan disimulasikan untuk mendapatkan variasi biaya. Untuk mengembangkan model BOK, penelitian ini menggunakan metode yang telah dikembangkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, untuk biaya variabel, dan penggunaan ekonomi teknik untuk perhitungan biaya tetap. Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menunjukkan bahwa BOK dari sepeda motor dipengaruhi oleh kecepatan rata-rata dan jarak tempuh tahunan, dan BOK minimum didapatkan pada kecepatan optimum kendaraan 54 km/jam. Hasil penelitian menyarankan agar perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor untuk membandingkannya dengan moda transportasi lain dan juga untuk penyusunan rencana transportasi darat.

Kata kunci:

Biaya operasi kendaraan, sepeda motor, kecepatan rata-rata, dan jarak tempuh tahunan.

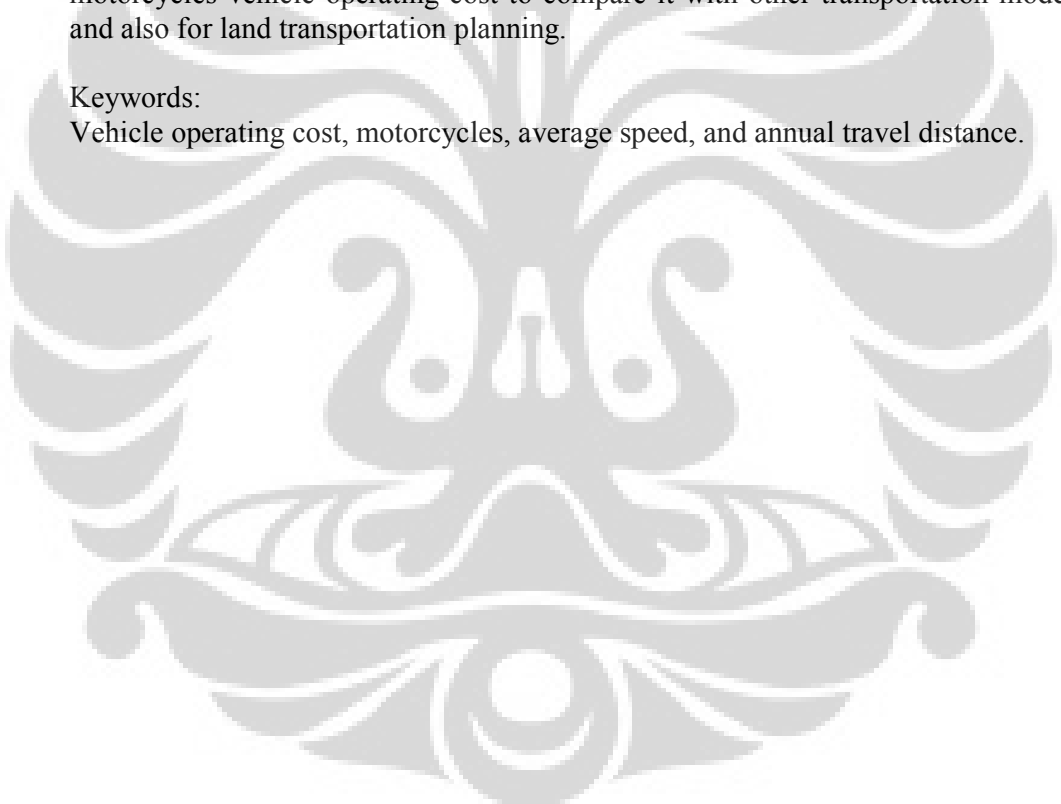
ABSTRACT

Name : Chairul Mubin
Study Program: Civil Engineering
Title : Vehicle Operating Cost Analysis for Motorcycles

The focus of this study is determining the Vehicle Operating Cost (VOC) for motorcycles. This study tries to capture all variables that influence the VOC of motorcycles. Two variables influencing vehicle operating cost, average speed and annual travel distance, simulated for getting cost variation. To develop the VOC model, this research uses method developed by Public Works Department, for variable costs, and use engineering economy technique for fixed costs. Base on the analysis, the research shows VOC of motorcycles influenced by average speed and annual travel distance, and the minimum of VOC appear at the optimum speed of 54 km/hour. The researcher suggests conducting further study about motorcycles vehicle operating cost to compare it with other transportation mode and also for land transportation planning.

Keywords:

Vehicle operating cost, motorcycles, average speed, and annual travel distance.



DAFTAR ISI

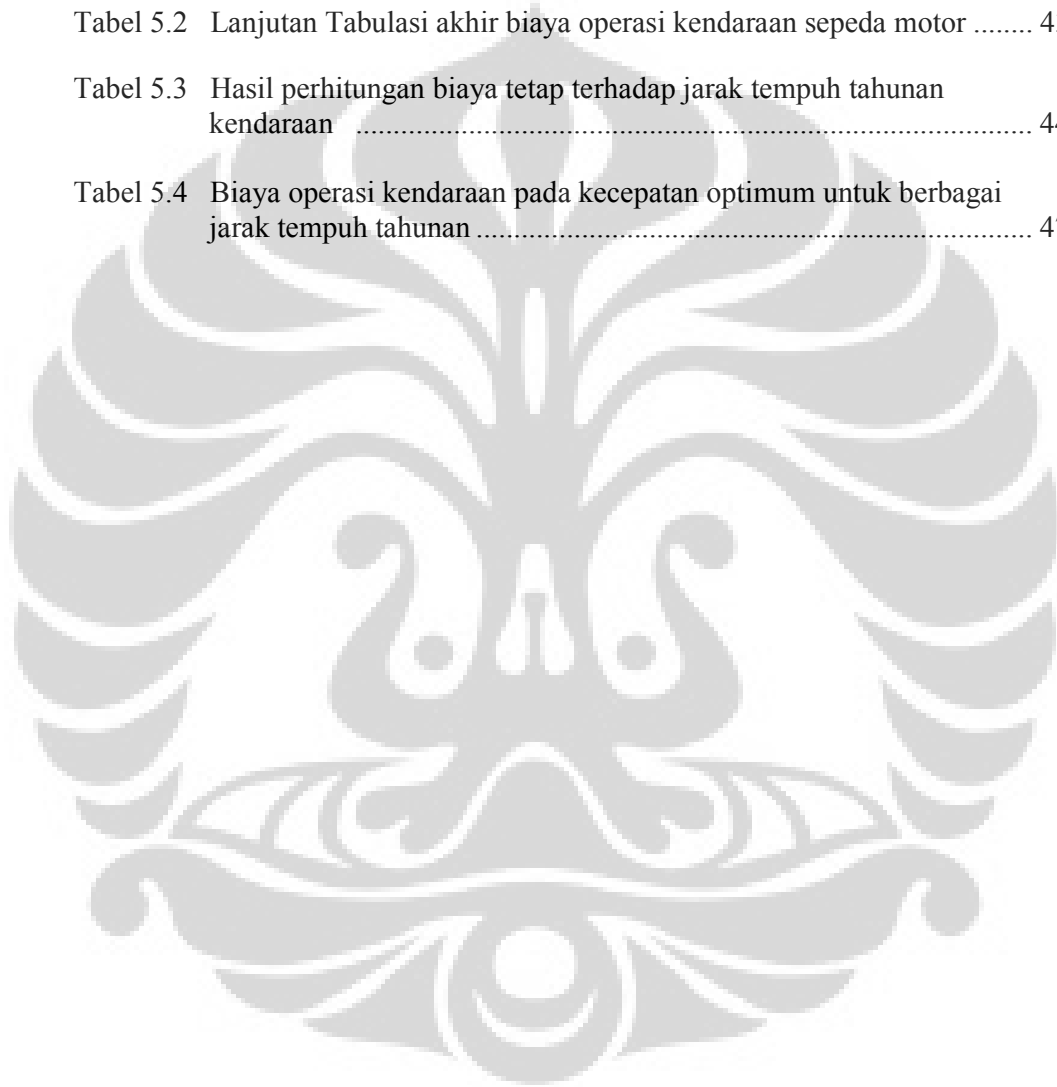
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metodologi Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
2. DASAR TEORI	5
2.1 Biaya	5
2.1.1 Biaya-biaya untuk Diperkirakan	5
2.1.2 Pendekatan Estimasi Biaya	6
2.1.3 Akurasi dari Estimasi	6
2.2 Biaya Operasi Kendaraan	7
2.2.1 Pengertian Biaya Operasi Kendaraan	7
2.2.2 Model Konsumsi Bahan Bakar	7
2.2.3 Model Elemental Moda-Pengendaraan	8
2.2.4 Model Kecepatan Rata-rata	9
2.3 Ekonomi Teknik	10
2.3.1 Terminologi dan Simbol	10
2.3.2 Faktor Pembayaran Tunggal/ <i>single payment factors</i> (F/P dan P/F)	11
2.3.3 <i>Uniform Series Present Worth Factor</i> dan <i>Capital Recovery Factor</i> (P/A dan A/P)	11
2.4 Depresiasi	12
2.4.1 Terminologi Depresiasi	13
2.4.2 Depresiasi Garis Lurus/ <i>Straight Line Depreciation</i>	14
2.4.3 Depresiasi <i>Declining Balance</i>	15
3. METODOLOGI	17
3.1 Diagram Alir Penelitian Analisis Biaya Operasi Kendaraan Jenis Sepeda Motor	17
3.2 Analisis Komponen Biaya Operasi Kendaraan	18
3.3 Pengumpulan Data	19
3.4 Perhitungan Unit-unit Biaya dan Pembuatan Alat Hitung	20
3.4.1 Perhitungan Biaya Variabel	20
3.4.2 Biaya Konsumsi Bahan Bakar	22

3.4.3 Biaya Konsumsi Oli.....	24
3.4.4 Biaya Konsumsi Suku Cadang	25
3.4.5 Biaya Konsumsi Ban	26
3.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Biaya	27
4. PENGOLAHAN DATA	29
4.1 Perhitungan Biaya Tetap.....	29
4.1.1 Perhitungan Depresiasi	29
4.1.2 Perhitungan Pajak Kendaraan.....	30
4.2 Perhitungan Biaya Variabel.....	31
4.2.1 Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak.....	31
4.2.2 Biaya Konsumsi Oli.....	33
4.2.3 Biaya Konsumsi Suku Cadang	34
4.2.4 Biaya Konsumsi Ban	35
4.3 Perhitungan Biaya Total	35
5. ANALISIS.....	40
5.1 Analisis Metode	40
5.2 Analisis Perhitungan.....	41
5.3 Analisis Hasil.....	44
6. PENUTUP.....	48
6.1 Kesimpulan	48
6.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR TABEL

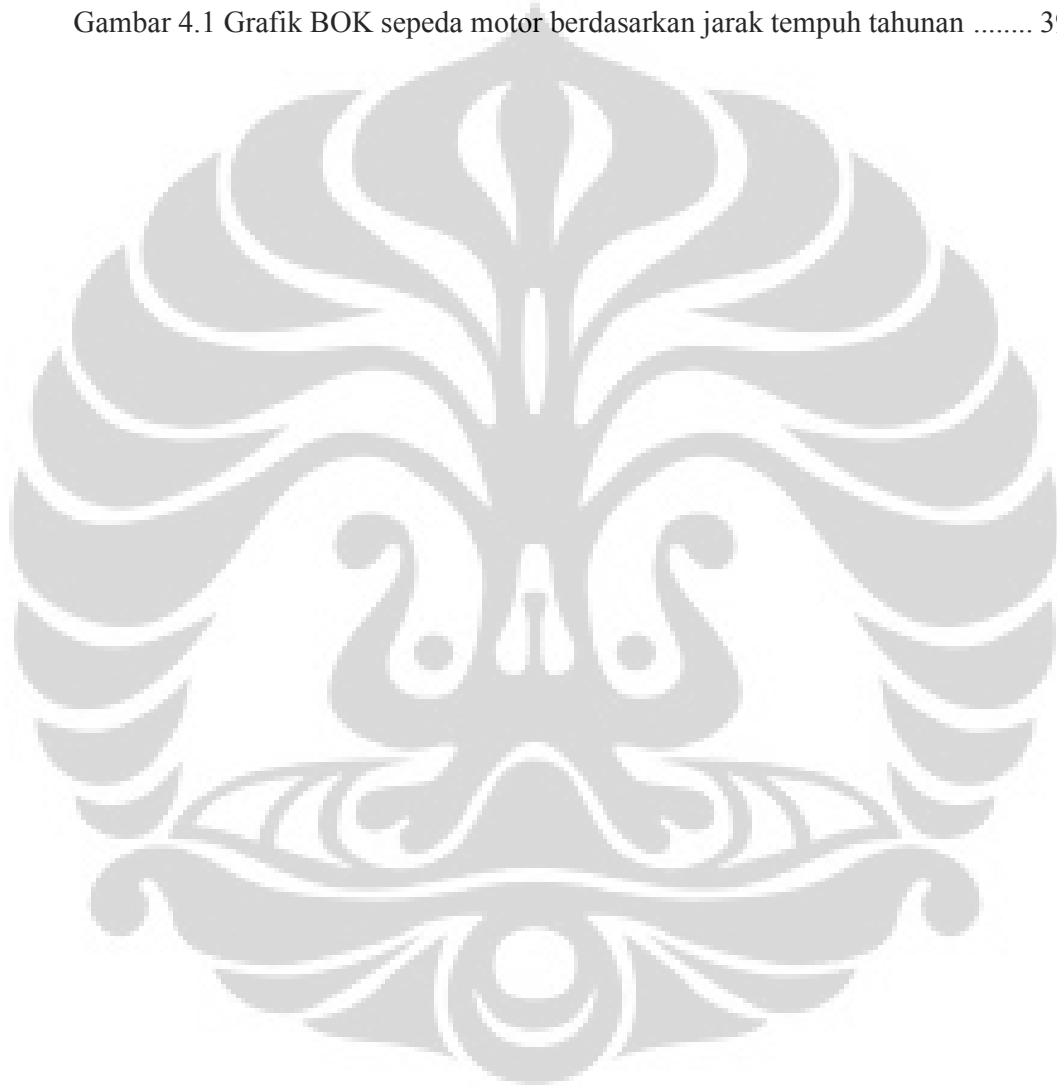
Tabel 3.1. Komponen-komponen Biaya Operasional Kendaraan.....	19
Tabel 3.2 Alinemen vertikal yang direkomendasikan pada berbagai medan jalan	21
Tabel 3.3 Nilai konstanta dan koefisien-koefisien parameter model konsumsi BBM	21
Tabel 3.4 Nilai tipikal JPOi, KPOi dan OHOi yang direkomendasikan	21
Tabel 3.5 Nilai tipikal Φ , γ_1 dan γ_2	22
Tabel 3.6 Nilai tipikal χ , δ_1 , δ_2 dan δ_3	22
Tabel 3.7 Tabulasi Biaya Operasional Kendaraan (Rp/km)	28
Tabel 4.1 Perhitungan Depresiasi Kendaraan	29
Tabel 4.2 Perhitungan Biaya Depresiasi per km	30
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Biaya Pajak per km.....	31
Tabel 4.4 Biaya Bahan Bakar Minyak	33
Tabel 4.5 Biaya Suku Cadang	35
Tabel 4.6 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 6000 km	36
Tabel 4.7 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 6000 km.....	36
Tabel 4.8 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 12000 km	37
Tabel 4.9 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 12000 km	37
Tabel 4.10 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 18000 km	37
Tabel 4.11 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 18000 km	38
Tabel 4.12 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 24000 km	38

Tabel 4.13 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 24000 km	38
Tabel 4.14 Tabulasi Akhir BOK Sepeda Motor dalam Rp/km	39
Tabel 4.15 Lanjutan Tabulasi Akhir BOK Sepeda Motor dalam Rp/km.....	39
Tabel 5.1 Tabulasi akhir biaya operasi kendaraan sepeda motor.....	43
Tabel 5.2 Lanjutan Tabulasi akhir biaya operasi kendaraan sepeda motor	43
Tabel 5.3 Hasil perhitungan biaya tetap terhadap jarak tempuh tahunan kendaraan	44
Tabel 5.4 Biaya operasi kendaraan pada kecepatan optimum untuk berbagai jarak tempuh tahunan	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arus Kas (<i>cashflow</i>).	12
Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Berbagai Jenis Kendaraan Terhadap Kecepatan.....	27
Gambar 4.1 Grafik BOK sepeda motor berdasarkan jarak tempuh tahunan	39



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi lalu lintas di kota Jakarta menjadi semakin padat karena pertumbuhan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan pertumbuhan jalan. Pertumbuhan jumlah kendaraan ini didominasi oleh kendaraan pribadi terutama oleh sepeda motor. Bertambahnya jumlah sepeda motor ini mengakibatkan banyak kerugian seperti menambah kemacetan, meningkatkan risiko kecelakaan, meningkatkan polusi lalu lintas, dan lain sebagainya.

Di lain sisi, keberadaan sepeda motor ini di butuhkan masyarakat karena dianggap sebagai alat transportasi yang murah dan cepat. Sepeda motor lebih diminati masyarakat dibandingkan angkutan umum karena banyak alasan seperti lebih cepat (mobilitas tinggi), dapat melayani dari rumah ke tempat tujuan (aksesibilitas tinggi), sebagai alat untuk menunjukkan status sosial, sebagai gaya hidup, dapat diuangkan kembali (alat untuk menyimpan kekayaan), dan biaya transportasi yang lebih murah. Biaya perjalanan dengan menggunakan sepeda motor oleh masyarakat awam hanya berupa biaya bahan bakar tanpa mempertimbangkan biaya-biaya lainnya seperti biaya perawatan, biaya pembelian kendaraan, pajak kendaraan, dan biaya-biaya lainnya.

Salah satu komponen biaya pemakai jalan (*road user cost*) adalah biaya operasi kendaraan (*vehicle operating cost*). Penurunan biaya operasi kendaraan, baik karena perbaikan prasarana maupun perbaikan kondisi lalu lintas, akan menimbulkan penghematan biaya pemakai jalan. Sehingga perhitungan biaya operasi kendaraan perlu dilakukan untuk perencanaan dan penyusunan program transportasi darat. Sepeda motor adalah moda transportasi darat yang memiliki jumlah kendaraan yang sangat besar tetapi belum ada perhitungan biaya operasi kendaraan yang baku untuk jenis kendaraan ini.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari karya tulis ini antara lain:

- Memperkirakan besar biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor pada kondisi lalu lintas dan pemakaian tertentu
- Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi besar biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor
- Menghitung biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor yang berguna untuk perencanaan dan penyusunan program transportasi darat, terutama untuk mengetahui penghematan biaya transportasi akibat perbaikan jalan dan lalu lintas

1.3 Batasan Masalah

Dalam karya tulis ini dilakukan pembatasan masalah dari obyek yang akan diteliti agar karya tulis ini tidak terlalu meluas. Pembatasan yang digunakan dalam karya tulis ini antara lain:

- Pembatasan pada sepeda motor jenis *underbone* (motor bebek) dengan kapasitas silinder tertentu.
- Mengambil sudut pandang pengguna sepeda motor
- Penelitian hanya pada aspek ekonomi.
- Biaya yang diperhitungkan dalam estimasi biaya operasi kendaraan hanya depresiasi, pajak, biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya suku cadang dan biaya konsumsi ban.
- Dalam simulasi perhitungan hanya digunakan variasi kecepatan rata-rata kendaraan dan jarak tempuh tahunan.

1.4 Metodologi Penelitian

Karya tulis ini menggunakan sebuah metodologi penelitian agar didapatkan karya tulis yang baik. Metodologi dalam karya tulis ini antara lain menganalisis komponen-komponen biaya operasional kendaraan, elemen-elemen biaya dari

komponen biaya operasional kendaraan, dan faktor-faktor yang mempengaruhi biaya operasional kendaraan. Membuat alat hitung dalam bentuk program spreadsheet yang mengacu pada metode perhitungan unit-unit biaya (*unit cost method*) untuk memperkirakan biaya perjalanan dengan menggunakan sepeda motor. Mengumpulkan data yang akan digunakan sebagai masukan dari program spreadsheet. Mengolah data yang dihasilkan dari program dan menganalisis data tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

Karya tulis ini menggunakan suatu sistematika penulisan agar didapatkan gambaran yang jelas dan terurut dari penelitian yang dilakukan. Sistematika yang digunakan dalam karya tulis ini yaitu:

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Dasar Teori

Bab ini berisi teori-teori yang digunakan dalam penyusunan karya tulis ini, yaitu antara lain teori biaya, teori *net present value* dan *uniform series*, dan depresiasi.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini berisi metode yang digunakan dalam penyusunan karya tulis yaitu analisis komponen-komponen biaya operasional kendaraan dan elemen-elemen biayanya, perhitungan unit-unit biaya, pembuatan alat hitung untuk tiap elemen-elemen biaya operasi kendaraan, analisis faktor-faktor yang mempengaruhi biaya, dan pengumpulan data yang relevan dengan penyusunan karya tulis.

Bab 4 Pengolahan Data

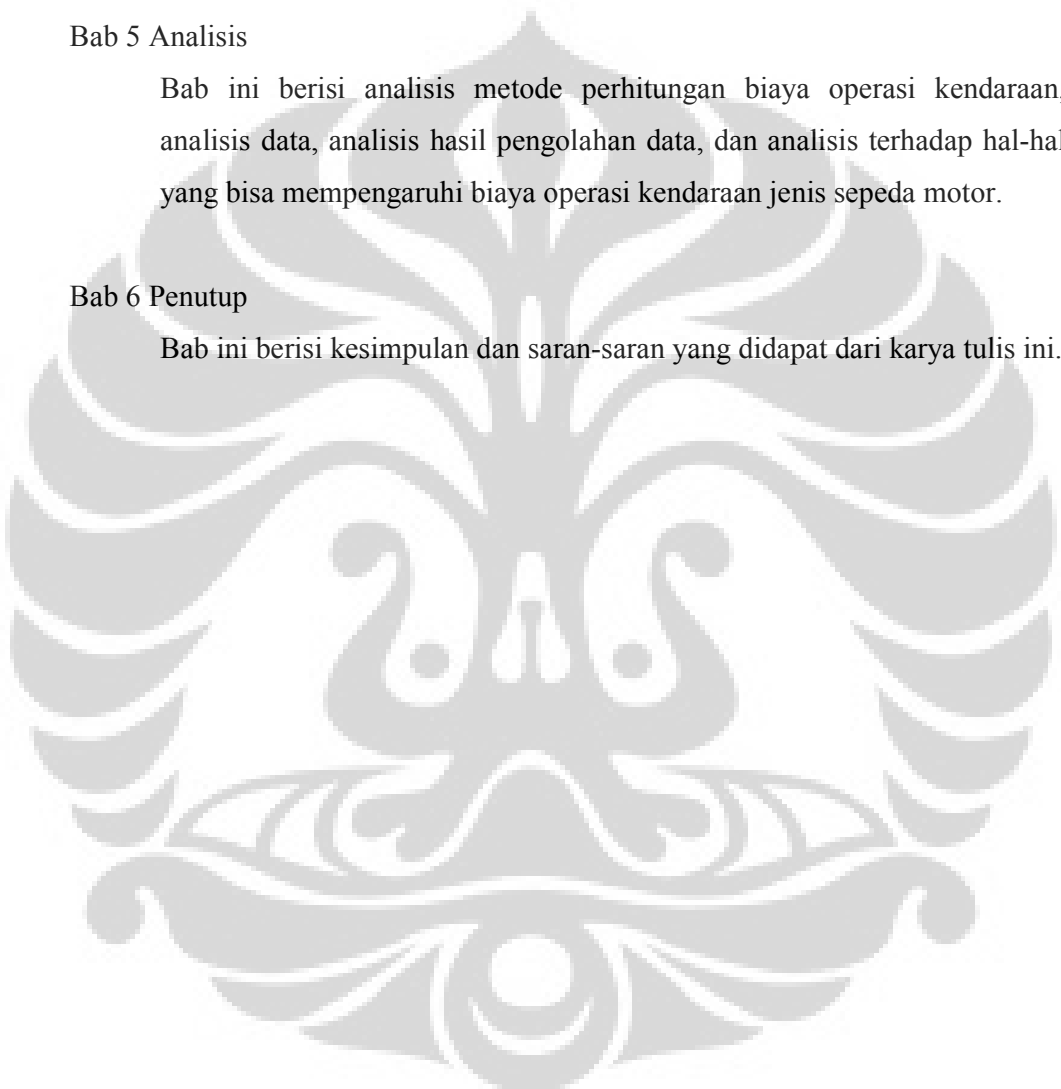
Bab ini berisi perhitungan unit-unit biaya, perhitungan depresiasi dan pajak, perhitungan biaya bahan bakar, perhitungan biaya pelumas dan suku cadang, perhitungan biaya variabel total tiap km, dan perhitungan biaya operasi kendaraan total dengan satuan Rp/km.

Bab 5 Analisis

Bab ini berisi analisis metode perhitungan biaya operasi kendaraan, analisis data, analisis hasil pengolahan data, dan analisis terhadap hal-hal yang bisa mempengaruhi biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor.

Bab 6 Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran yang didapat dari karya tulis ini.



BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Biaya

Pengetahuan mengenai biaya-biaya atau nilai dari suatu produk atau pelayanan merupakan hal yang sangat penting. Sebelum mendapatkan biaya rata-rata, akan lebih mudah jika biaya-biaya dibagi menjadi biaya tetap, biaya tidak tetap, dan biaya total (Khisty,2003).

Biaya tetap adalah biaya yang harus dikeluarkan dan tidak tergantung jumlah produksi atau dalam hal pelayanan adalah jumlah operasi. Jika sebuah pabrik menghasilkan 500 truk per hari dan pabrik tersebut mengeluarkan biaya Rp 10 juta untuk beroperasi, artinya meskipun yang diproduksi 1 buah truk atau 100 truk, biayanya tetap Rp 10 juta. Biaya tetap untuk satu truk yang diproduksi akan semakin berkurang jika truk yang diproduksi semakin banyak, meskipun total biaya tetapnya tidak berubah.

Biaya tidak tetap atau biaya variabel, di sisi lain, akan meningkat dengan output atau bertambahnya produksi. Sebagai contoh, jika biaya tenaga kerja untuk merakit sebuah truk adalah Rp 1.000.000, maka biaya tenaga kerja untuk merakit dua truk bisa menjadi Rp 1.900.000. Biaya total produksi merupakan penjumlahan biaya tetap dan biaya tidak tetap, dan akan bertambah seiring bertambahnya produksi. Untuk tingkat produksi tertentu, biaya rata-rata dari satu unit truk dapat diperoleh dengan membagi total biaya dengan jumlah unit yang diproduksi.

2.1.1 Biaya-Biaya Untuk Diperkirakan

Jika sebuah proyek memerlukan hanya satu unit peralatan, maka komponen-komponen biaya akan menjadi lebih sederhana dan sedikit jika dibandingkan komponen-komponen dari sistem yang lengkap, contohnya sistem pemesanan pembelian. Sehingga, penting untuk mengetahui sampai sejauh mana pekerjaan

estimasi akan terlibat. Contoh dari komponen-komponen biaya adalah biaya awal P dan biaya operasi tahunan, juga bisa disebut biaya-biaya perawatan dan operasi peralatan. Masing-masing komponen akan memiliki beberapa elemen-elemen biaya, beberapa diperkirakan secara langsung, yang lain memerlukan peninjauan dari proyek-proyek serupa, dan yang lainnya harus dimodelkan dengan teknik-teknik estimasi (Blank, 2002).

2.1.2 Pendekatan Estimasi Biaya

Secara tradisional dalam industri, bisnis, dan sektor publik, pendekatan bawah-ke-atas untuk estimasi biaya digunakan. Tahapannya sebagai berikut: komponen-komponen biaya dan elemen-elemennya diidentifikasi, elemen-elemen biaya diperkirakan, dan perkiraan-perkiraan tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan biaya langsung total. Harga kemudian ditentukan dengan menambah biaya tidak langsung dan margin keuntungan, yang biasanya dalam bentuk persentase dari biaya total (Blank, 2002).

Pendekatan estimasi biaya yang lain adalah pendekatan desain-ke-biaya, atau pendekatan atas-ke-bawah, menggunakan harga yang bersaing sebagai variable input dan estimasi biaya sebagai variable output. Pendekatan ini lebih menekankan akurasi dari kegiatan estimasi harga. Target biaya harus realistis, atau akan menjadi disinsentif bagi staf desain dan rekayasa (Blank, 2002).

2.1.3 Akurasi Dari Estimasi

Tidak ada estimasi biaya yang dianggap tepat, tetapi bisa dianggap beralasan dan cukup akurat untuk menopang penilaian ekonomi. Metode unit adalah teknik estimasi paling mendasar yang populer. Estimasi biaya total didapatkan dengan mengalikan jumlah unit dengan faktor biaya tiap unit (Blank, 2002).

2.2 Biaya Operasi Kendaraan

2.2.1 Pengertian Biaya Operasi Kendaraan

Kata biaya menunjukkan biaya tunggal yang berhubungan dengan penyediaan suatu barang atau pelayanan. Secara prinsip suatu biaya total terhadap masyarakat, hasil produksi atau pelayanan seperti transportasi, dapat ditentukan. Tetapi biasanya kata biaya ini dihubungkan dengan biaya yang harus ditanggung seseorang, kelompok, atau organisasi, dan oleh karena itu berbeda dengan biaya total terhadap masyarakat. Karakteristik yang beraneka ragam dari biaya ini timbul karena umumnya biaya-biaya yang harus ditanggung seseorang atau kelompok adalah berbeda satu dengan yang lain, dan biasanya orang atau kelompok ini hanya menaruh perhatian terhadap biaya yang dibebankan kepada mereka sendiri. Biaya ini bukan hanya sekedar uang yang dikeluarkan tetapi juga termasuk biaya lain seperti waktu dan biaya-biaya psikologis (Morlok,1978).

Untuk pengguna kendaraan pribadi, biaya transportasi dapat ditentukan dengan menggunakan analisis biaya operasi kendaraan dengan mengabaikan biaya-biaya yang tidak dapat diuangkan seperti waktu, kesehatan, biaya psikoogis, dan biaya-biaya lain. Biaya operasi kendaraan adalah biaya total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kendaraan pada suatu kondisi lalu lintas dan jalan untuk suatu jenis kendaraan per kilometer jarak tempuh. Satuannya rupiah per kilometer.

2.2.2 Model Konsumsi Bahan Bakar

Model konsumsi bahan bakar merupakan hubungan matematis yang memberikan konsumsi bahan bakar sebagai fungsi kuantitas yang terukur atau terhitung yang biasanya dikumpulkan dari bagian sistem transportasi yang sedang dianalisis. Kuantitas yang terukur atau terhitung dapat berupa kendaraan-mil yang ditempuh, banyaknya perhentian per satuan waktu, total keterlambatan kendaraan per satuan waktu, kecepatan rata-rata dan sebagainya. Dua bentuk yang terbukti paling banyak digunakan sekarang ialah model elemental moda-pengendaraan dan model kecepatan rata-rata (Khisty, 2003).

2.2.3 Model Elemental Moda-Pengendaraan

Seperti disiratkan dari namanya, model elemental moda pengendaraan ini tersusun atas elemen-elemen yang memberikan kontribusi terhadap konsumsi bahan bakar sewaktu berkendara (yakni, bahan bakar yang digunakan selama menjelajah, berhenti/stasioner, dan berakselerasi). Anggapan dasar dalam model elemental ini ialah bahwa elemen-elemennya bebas dan penjumlahannya sama dengan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi. Bentuk paling sederhana model elemental moda-pengendaraan ialah (Khisty, 2003):

$$G = f_1L + f_2D + f_3S \quad (2.1)$$

Dengan:

G = bahan bakar yang dikonsumsi per kendaraan sepanjang jarak yang diukur (total jarak lintasan)

L = total jarak lintasan yang ditempuh

D = jeda waktu berhenti per kendaraan (yakni, waktu yang dihabiskan selama menunggu)

S = jumlah perhentian

f_1 = laju konsumsi bahan bakar per satuan jarak selama menjelajah

f_2 = laju konsumsi bahan bakar per satuan waktu selama berhenti/stasioner

f_3 = bahan bakar berlebih yang digunakan sewaktu memperlambat hingga berhenti dan berakselerasi kembali ke kecepatan jelajahnya

Suatu prosedur yang digunakan di Amerika Serikat melibatkan penggunaan grafik untuk memperoleh nilai-nilai konsumsi bahan bakar untuk kecepatan seragam dan untuk perubahan kecepatan. Prosedur ini pada dasarnya sama dengan model elemental.

2.2.4 Model Kecepatan Rata-rata

Model dasar yang menghubungkan konsumsi bahan bakar dengan waktu perjalanan atau kebalikannya, kecepatan rata-rata, ialah (Khisty, 2003):

$$F = k_1 + k_2T \quad \text{atau} \quad F = k_1 + \frac{k_2}{v} \quad \text{Untuk } 10 \leq v \leq 56 \text{ km/jam} \quad (2.2)$$

Dengan:

F = bahan bakar yang dikonsumsi per kendaraan per satuan jarak (yakni, liter/km atau gal/mil)

T = waktu perjalanan per satuan jarak (yakni, menit/km atau menit/mil)

v = kecepatan rata-rata yang diukur sepanjang perjalanan, termasuk berhenti dan mengubah kecepatan

k_1 = parameter yang dikaitkan dengan bahan bakar yang dikonsumsi untuk melawan hambatan laju, kira-kira sebanding dengan bobot kendaraan (galon/kendaraan-mil)

k_2 = parameter yang kira-kira sebanding dengan konsumsi bahan bakar selama stasioner/berhenti (galon/jam)

Bentuk model kecepatan rata-rata ini tidak berlaku untuk kecepatan-kecepatan yang lebih tinggi dari 56 km/jam (35 mpj) karena pada kecepatan-kecepatan tinggi ini pengaruh hambatan udara menjadi semakin kuat. Untuk kecepatan-kecepatan yang lebih rendah dari 15 km/jam (9 mpj) konsumsi bahan bakar bertambah dengan cepat dan rumus yang lebih cocok dengan data tersebut adalah:

$$F = F_R + \frac{800F_O}{v(v+8)} \quad (2.3)$$

Dengan:

F_R = bahan bakar yang dikonsumsi sewaktu bergerak (liter/100km)

F_O = bahan bakar yang dikonsumsi selama berhenti pada keadaan stasioner (liter/jam)

v = kecepatan rata-rata (km/jam)

2.3 Ekonomi Teknik

Ekonomi teknik bisa dinyatakan sebagai kegiatan yang terdiri dari merumuskan, memperkirakan dan mengevaluasi hasil-hasil ekonomi dari alternatif-alternatif untuk memenuhi suatu tujuan tertentu. Cara lain untuk mendefinisikan ekonomi teknik adalah kumpulan teknik-teknik matematika untuk memudahkan perbandingan ekonomi. Teknik-teknik dan model-model dari ekonomi teknik membantu orang dalam membuat keputusan (Blank, 2002).

Perubahan dalam jumlah uang selama periode tertentu disebut nilai waktu dari uang, hal ini adalah konsep terpenting dalam ekonomi teknik. Bunga adalah manifestasi dari nilai waktu dari uang (*time value of money*). Dalam perhitungan, bunga adalah perbedaan antara jumlah uang pada akhir dengan jumlah uang pada permulaan. Ada dua sudut pandang terhadap jumlah bunga, yaitu bunga yang dibayarkan dan bunga yang didapatkan. Bunga dibayarkan ketika seseorang atau organisasi meminjam uang dan membayar kembali dengan jumlah yang lebih besar. Bunga didapatkan jika seseorang menyimpan, menginvestasikan, atau meminjamkan uang dan mendapatkan jumlah yang lebih besar.

2.3.1 Terminologi dan Simbol

Persamaan dan prosedur dari ekonomi teknik menggunakan istilah dan simbol-simbol sebagai berikut.

$P =$ nilai atau jumlah uang pada waktu yang dinyatakan sebagai saat ini atau waktu 0.

$F =$ nilai atau jumlah uang pada waktu mendatang

$A =$ angkaian dari jumlah uang yang berurutan, bernilai sama, pada akhir periode

$n =$ jumlah dari periode bunga

$i =$ tingkat suku bunga atau tingkat pengembalian per periode waktu

$T =$ waktu, yang dinyatakan sebagai periode

2.3.2 Faktor Pembayaran Tunggal/*single payment factors* (F/P dan P/F)

Faktor mendasar dalam ekonomi teknik adalah yang menyatakan jumlah uang F yang terkumpul setelah n tahun (atau periode) dari PW tunggal, dengan bunga ditambahkan satu kali tiap tahun (atau periode). Formula faktor pembayaran tunggal dapat dinyatakan sebagai:

$$F = P(1+i)^n \quad (2.4)$$

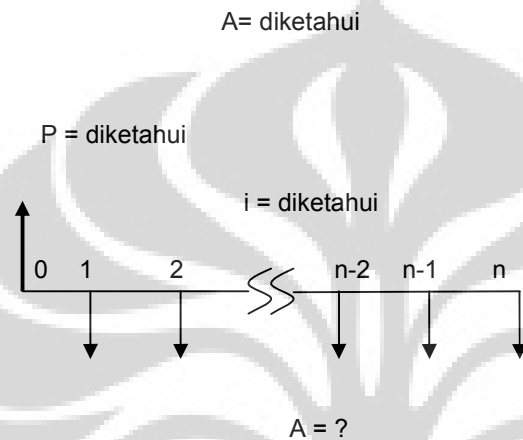
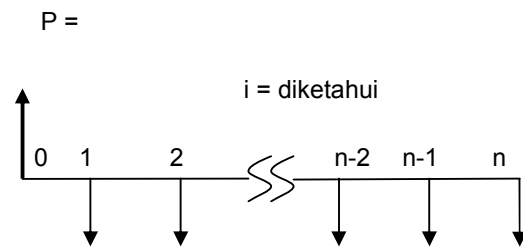
Faktor $(1+i)^n$ disebut faktor jumlah pembayaran tunggal atau biasa disebut faktor F/P. Jika persamaan tersebut dibalik untuk menentukan nilai P dengan nilai F yang diketahui pada waktu periode n di masa depan, maka akan didapatkan:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (2.5)$$

Persamaan dalam kurung dikenal sebagai faktor nilai sekarang pembayaran tunggal, atau faktor P/F.

2.3.3 *Uniform Series Present Worth Factor* dan *Capital Recovery Factor* (P/A dan A/P)

Arus kas dari nilai sekarang PW ekuivalen dari seri seragam pada akhir periode A ditunjukkan dalam gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Arus Kas (*cashflow*)

Faktor uniform series present worth, atau P/A dinyatakan sebagai

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (2.6)$$

Dan kebalikannya yaitu faktor capital recovery, atau faktor A/P , adalah

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (2.7)$$

2.4 Depresiasi

Depresiasi adalah penurunan nilai dari aset. Metode yang digunakan untuk mendepresiasi aset adalah cara untuk menurunkan nilai aset kepada pemilik dan mewakili penurunan nilai (jumlah) dari dana yang diinvestasikan kepada aset tersebut. Jumlah depresiasi tahunan D_t tidak mewakili arus kas yang

sesungguhnya, juga tidak benar-benar mewakili pola penggunaan dari aset selama masa kepemilikan (Blank, 2002).

2.4.1 Terminologi Depresiasi

Depresiasi buku menunjukkan investasi yang menurun dari aset berdasarkan pola penggunaan dan umur penggunaan yang diharapkan dari aset. Ada beberapa metode klasik yang digunakan untuk menentukan nilai depresiasi buku: *straight line*, *declining balance*, dan kadang-kadang digunakan metode *sum-of-year digit*.

Biaya awal adalah biaya pengiriman dan instalasi dari aset termasuk biaya pembelian, dan ongkos pengiriman dan pemasangan, dan biaya-biaya lain yang dikeluarkan untuk mempersiapkan penggunaan aset. Nilai buku mewakili investasi modal yang tersisa setelah biaya depresiasi total pada saat tersebut telah dikurangkan dari nilai dasar.

Periode pengembalian adalah umur depresiasi n dari aset dalam tahun. Nilai n ini bisa berbeda dari perkiraan umur produktif aset. Nilai pasar adalah jumlah uang yang masuk akal didapatkan jika aset tersebut dijual di pasar bebas. Karena struktur dari hukum depresiasi, nilai buku dan nilai pasar bisa berbeda jauh.

Nilai sisa adalah nilai jual atau nilai pasar yang diperkirakan pada akhir masa penggunaan aset. Nilai sisa, S dapat dinyatakan dalam satuan uang atau persentase dari biaya awal. Tingkat depresiasi adalah bagian dari biaya awal yang dikurangkan oleh depresiasi tiap tahun. Tingkat ini, dinyatakan dengan d_t , bisa sama tiap tahun, yang disebut tingkat garis lurus, atau berbeda tiap tahun selama periode pengembalian.

2.4.2 Depresiasi Garis Lurus/ *Straight Line Depreciation*

Depresiasi garis lurus mendapatkan namanya dari fakta bahwa nilai buku menurun secara linear seiring dengan waktu. Tingkat deprsiasi $d = 1/n$ adalah sama setiap tahun untuk periode pengembalian n .

Straight line dianggap sebagai standar dimana model depresiasi yang lain dibandingkan. Untuk keperluan depresiasi buku, metode ini memberikan perwakilan yang sangat baik dari nilai buku untuk setiap aset yang digunakan secara reguler selama jumlah tahun yang diperkirakan.

Depresiasi tahunan straight line ditentukan dengan mengkalikan biaya awal yang telah dikurangi nilai sisa dengan d . Dalam bentuk persamaan,

$$\begin{aligned} D_t &= (B - S)d \\ D_t &= \frac{B - S}{n} \end{aligned} \tag{2.8}$$

Dimana :

- t = tahun ($t=1,2,3,\dots,n$)
- D_t = biaya depresiasi tahunan
- B = biaya awal
- S = nilai sisa yang diperkirakan
- n = periode pengembalian
- d = tingkat depresiasi = $1/n$

Karena aset didepresiasi dengan jumlah yang sama tiap tahun, nilai buku setelah t tahun umur pelayanan, dinyatakan dengan BV_t , akan sama dengan nilai awal B dikurangi depresiasi tahunan dikali T .

2.4.3 Depresiasi *Declining Balance*

Metode declining balance biasanya digunakan sebagai depresiasi buku. Declining balance juga dikenal sebagai metode persentase tetap atau persentase seragam. Depresiasi DB mempercepat penurunan nilai aset karena depresiasi tahunan ditentukan dengan mengalikan nilai buku pada awal tahun dengan persentase d yang tetap/seragam, yang dinyatakan dalam bentuk desimal. Tingkat depresiasi tahunan maksimum untuk metode DB adalah dua kali metode garis lurus, yaitu:

$$d_{max} = 2/n \quad (2.9)$$

dalam kasus ini disebut metode double declining balance.

Depresiasi untuk tahun t adalah tingkat yang tetap d dikali nilai buku pada akhir periode tahun sebelumnya.

$$D_t = (d)BV_{t-1} \quad (2.10)$$

Tingkat depresiasi tahunan untuk tiap tahun t , relatif terhadap biaya awal B , adalah:

$$d_t = d(1-d)^{t-1} \quad (2.11)$$

jika BV_{t-1} tidak diketahui, depresiasi pada tahun t dapat dihitung menggunakan B dan d_t dari persamaan sebelumnya.

$$\begin{aligned} BV_t &= B(1-d)^t \\ BV_t &= BV_{t-1} - D_t \end{aligned} \quad (2.12)$$

Adalah penting untuk mengetahui bahwa nilai buku untuk metode DB tidak pernah nol, karena nilai buku selalu diturunkan dengan persentase yang tetap. Nilai sisa yang tersirat setelah n tahun dari BV_n adalah:

$$\text{Nilai sisa yang tersirat} = S \text{ yang tersirat} = BV_n = B(1-d)^n \quad (2.13)$$

Jika nilai sisa aset diperkirakan, nilai sisa yang diperkirakan ini tidak digunakan dalam metode DB atau DDB untuk menghitung depresiasi tahunan. Jika S yang tersirat kurang dari S yang diperkirakan, adalah benar untuk menghentikan depresiasi lebih jauh ketika nilai buku berada pada atau dibawah nilai buku yang diperkirakan. Dalam banyak kasus, nilai S yang diperkirakan berada di antara nol dan nilai S yang tersirat. Jika persentase tetap tidak dinyatakan, tingkat tetap yang tersirat dapat ditentukan dengan menggunakan nilai S yang diperkirakan, jika $S > 0$. Jangkauan untuk $0 < d < 2/n$.

$$d \text{ yang tersirat} = d_{\text{yangtersirat}} = 1 - \left(\frac{S}{B}\right)^{1/n} \quad (2.14)$$

BAB 3
METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penelitian Analisis Biaya Operasi Kendaraan Jenis Sepeda Motor



3.2 Analisis Komponen Biaya Operasi Kendaraan

Biaya operasi kendaraan tersusun dari berbagai komponen biaya. Untuk mendapatkan biaya perjalanan dari suatu moda transportasi, yang pertama dilakukan adalah membagi biaya-biaya menjadi biaya tetap, biaya variabel, dan biaya total. Setelah dibagi-bagi menjadi komponen biaya tetap dan komponen biaya variabel, kemudian komponen biaya ini dibagi-bagi lagi menjadi elemen-elemen biayanya, dan kemudian elemen-elemen biaya ini bisa dibagi lagi menjadi elemen-elemen tingkat berikutnya. Proses ini sama seperti *work breakdown structure* dalam pekerjaan suatu proyek.

Biaya tetap dalam penggunaan moda transportasi sepeda motor terdiri dari biaya depresiasid dan pajak. Depresiasi dapat ditentukan dengan menggunakan biaya pembelian, nilai sisa (*salvage value*), suku bunga dan umur pemakaian kendaraan. Sedangkan pajak dan asuransi dapat ditentukan dengan metode perhitungan masing-masing. Hasil dari seluruh elemen biaya tetap ini dijumlahkan untuk mendapatkan biaya tetap total dengan satuan Rp/tahun.

Biaya variabel dalam penggunaan moda transportasi sepeda motor terdiri dari biaya bahan bakar, biaya perawatan, biaya pelumas, biaya suku cadang, parkir, dan biaya tak terduga. Dalam penulisan tugas akhir ini, elemen-elemen biaya yang dipakai adalah biaya depresiasi, pajak kendaraan, biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya suku cadang, dan biaya pemakaian ban. Sedangkan biaya-biaya lain seperti asuransi, parkir, biaya tak terduga, dan lainnya tidak diperhitungkan. Hasil dari seluruh elemen biaya variabel ini dijumlahkan untuk mendapatkan biaya variabel total dengan satuan Rp/km.

Untuk mendapatkan biaya total, satuan dari biaya tetap total dan biaya variabel total harus disamakan. Dengan menentukan jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun maka biaya tetap total dapat dijadikan ke dalam satuan Rp/km dan kemudian dijumlahkan dengan biaya variabel total untuk mendapatkan biaya total.

Tabel 3.1. Komponen-komponen Biaya Operasi Kendaraan

Biaya Tetap	Biaya Variabel
Depresiasi	Bahan bakar
Pajak	Suku cadang
	Pelumas
	Pemakaian Ban

3.3 Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian analisis biaya operasi kendaraan untuk jenis sepeda motor, diperlukan berbagai data yang bisa digolongkan ke dalam data primer dan data sekunder. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti data-data dari produsen sepeda motor, data-data dari instansi-instansi terkait, dan data-data dari penelitian lain yang berkaitan dengan penelitian biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor. Data-data sekunder tersebut antara lain:

- Karakteristik kendaraan
- Unit-unit biaya
- Karakteristik lalu lintas

Sedangkan data primer diperoleh dengan cara wawancara atau kuesioner terhadap pengguna atau pemilik sepeda motor. Dengan terlebih dahulu membuat daftar kuesioner yang berkaitan dengan data-data yang ingin didapatkan. Data primer yang dikumpulkan tersebut mencakup:

- Karakteristik operasi kendaraan, seperti: jarak tempuh, waktu perjalanan, dan kecepatan rata-rata.
- Harga kendaraan dan pajak tahunan kendaraan.

3.4. Perhitungan Unit-unit Biaya dan Pembuatan Alat Hitung

Dalam penghitungan biaya operasi kendaraan digunakan unit-unit biaya dalam bentuk satuan uang untuk penggunaan kendaraan. Untuk penghitungan biaya tetap, yang tidak terpengaruh oleh penggunaan kendaraan, unit biaya yang digunakan adalah Rp/tahun yang kemudian akan dikonversi menjadi Rp/km sedangkan untuk biaya variabel unit biaya yang digunakan adalah Rp/km.

Setelah unit-unit biaya diketahui, dibuat suatu alat hitung dalam bentuk program *spreadsheet* yang akan digunakan untuk mengolah data. Data-data yang digunakan sebagai masukan program perlu dicari dengan memperhitungkan berbagai faktor yang terkait dan menggunakan metode biaya operasi kendaraan.

Untuk perhitungan depresiasi, diperlukan data-data seperti harga pembelian kendaraan, nilai sisa, suku bunga, dan umur pemakaian. Harga pembelian kendaraan dapat diperoleh dari produsen sepeda motor ditambah dengan biaya administrasi yang dapat diperoleh dari instansi terkait. Nilai sisa (*salvage value*) dapat ditentukan dengan nilai jual kendaraan sejenis setelah umur pemakaian tertentu. Dalam penelitian ini, umur pemakaian untuk sepeda motor adalah lima tahun. Untuk perhitungan depresiasi rata-rata digunakan enam sampel merk sepeda motor, yaitu tiga merk dengan kapasitas mesin kelas 110 cc dan tiga merk dengan kapasitas mesin kelas 125 cc. Perhitungan depresiasi ini akan dikonversi dari Rp/tahun menjadi Rp/km, dengan menentukan jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun.

3.4.1 Perhitungan Biaya Variabel

Biaya variabel dari biaya operasi kendaraan adalah biaya yang jumlahnya tergantung penggunaan kendaraan. Yang termasuk biaya variabel dari biaya operasi kendaraan antara lain biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya suku cadang, dan biaya ban. Biaya variabel ini memiliki satuan Rp/km dan dipengaruhi oleh berbagai hal. Dalam perhitungan biaya dari penelitian ini, hanya digunakan

variasi jarak tempuh dan kecepatan rata-rata dari kendaraan. Rumus-rumus dan nilai default tipikal dari perhitungan biaya dari penelitian ini bersumber dari Perhitungan BOK Departemen Pekerjaan Umum tahun 2005.

Tabel 3.2 Alinemen vertikal yang direkomendasikan pada berbagai medan jalan

No.	Kondisi Medan	Tanjakan rata-rata (m/km)	Turunan rata-rata (m/km)
1	Datar	2,5	-2,5
2	Bukit	12,5	-12,5
3	Pegunungan	22,5	-22,5

Tabel 3.3 Nilai konstanta dan koefisien-koefisien parameter model konsumsi BBM

Jenis Kendaraan	α	$1/V_R$	V_R^2	R_R	F_R	F_R^2	DT_R	A_R	SA
		β_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
Sedan	23,78	1181,2	0,0037	1,265	0,634	-	-	-0,638	36,21
Utiliti	29,61	1256,8	0,0059	1,765	1,197	-	-	132,2	42,84
Bus Kecil	94,35	1058,9	0,0094	1,607	1,488	-	-	166,1	49,58
Bus Besar	129,60	1912,2	0,0092	7,231	2,790	-	-	266,4	13,86

Tabel 3.4 Nilai tipikal JPOi, KPOi dan OHOi yang direkomendasikan

Jenis Kendaraan	JPOi (km)	KPOi (km)	OHOi (liter/km)
Sedan	2000	3,5	$2,8 \times 10^{-6}$
Utiliti	2000	3,5	$2,8 \times 10^{-6}$
Bis Kecil	2000	6	$2,1 \times 10^{-6}$
Bis Besar	2000	12	$2,1 \times 10^{-6}$

Tabel 3.5 Nilai tipikal Φ , γ_1 dan γ_2

Jenis Kendaraan	Koefisien parameter		
	Φ	γ_1	γ_2
Sedan	-0,69	0,42	0,1
Utiliti	-0,69	0,42	0,1
Bis Kecil	-0,73	0,43	0,1
Bis Besar	-0,15	0,13	0,1

Tabel 3.6 Nilai tipikal χ , δ_1 , δ_2 dan δ_3

Jenis Kendaraan	χ	IRI	TT_R	DT_R
		δ_1	δ_2	δ_3
Sedan	-0,01471	0,01489	-	-
Utiliti	0,01905	0,01489	-	-
Bis Kecil	0,02400	0,02500	0,003500	0,000670
Bis Besar	0,10153	-	0,000963	0,000244

3.4.2 Biaya Konsumsi Bahan Bakar

Untuk perhitungan konsumsi bahan bakar minyak untuk sepeda motor, terlebih dahulu dihitung konsumsi bahan bakar minyak untuk kendaraan sedan sebagai acuan. Kemudian konsumsi bahan bakar minyak untuk sepeda motor dihitung dengan melihat perbandingan konsumsi bahan bakar sedan dengan konsumsi bahan bakar sepeda motor dari grafik konsumsi bahan bakar.

Konsumsi bahan bakar untuk masing-masing kendaraan dihitung untuk berbagai tingkat kecepatan, yaitu 15 km/jam, 20 km/jam, 25 km/jam, 30 km/jam, 35 km/jam, 40km/jam, 45 km/jam, 50 km/jam, 55 km/jam, 60 km/jam, 65 km/jam, dan 70 km/jam.

Untuk perhitungan biaya bahan bakar, perlu ditentukan terlebih dahulu konsumsi bahan bakar rata-rata dari sepeda motor dalam satuan liter/km. Kemudian dengan mengetahui harga satuan bahan bakar, yaitu Rp 4500,- /liter untuk bahan bakar jenis premium biaya bahan bakar dapat dihitung. Konsumsi bahan bakar kendaraan dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan, dengan kecepatan optimum untuk konsumsi bahan bakar adalah antara 45 km/jam sampai 65 km/jam (Khisty, 2003). Dalam penelitian ini akan digunakan beberapa kecepatan rata-rata kendaraan untuk mendapatkan variasi biaya bahan bakar.

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung biaya bahan bakar minyak yang berasal dari Departemen Pekerjaan Umum. Rumus 3.1 adalah rumus untuk menghitung biaya bahan bakar yang memerlukan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar, yang didapat dari rumus 3.2, dan harga bahan bakar.

$$\mathbf{BiBBMj = KBBMi \times HBBMj} \quad (3.1)$$

Dimana :

\mathbf{BiBBMj} = biaya konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan i dalam rupiah/km

\mathbf{KBBMi} = konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan i dalam liter/km

\mathbf{HBBMj} = harga bahan bakar untuk jenis \mathbf{BBMj} dalam rupiah/liter (Premium Rp.4.500,-/lt)

\mathbf{i} = jenis kendaraan sedan (SD) dan sepeda motor (SM)

\mathbf{j} = jenis bahan bakar minyak premium (PRM)

$$\mathbf{KBBMi = (\alpha + \beta_1/V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DT_R + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000} \quad (3.2)$$

Dimana:

α = konstanta

$\beta_1.. \beta_{12}$ = koefisien parameter

- V_R = kecepatan rata-rata
- R_R = tanjakan rata-rata
- F_R = turunan rata-rata
- DT_R = derajat tikungan rata-rata
- A_R = percepatan rata-rata
- SA = simpang baku percepatan
- BK = berat kendaraan

3.4.3 Biaya Konsumsi Oli

Perhitungan Biaya Konsumsi Oli tidak membedakan kecepatan rata-rata. Sehingga hanya ada satu perhitungan biaya oli untuk tiap jenis kendaraan. Pada karya tulis ini digunakan rumus dari Departemen Pekerjaan Umum untuk menghitung biaya konsumsi oli. Perhitungan biaya konsumsi oli memiliki beberapa tahapan. Yang pertama adalah menghitung oli yang hilang akibat kontaminasi dengan menggunakan rumus 3.3. kemudian dilakukan perhitungan konsumsi oli dengan rumus 3.4 dan terakhir menghitung biaya konsumsi oli dengan rumus 3.5. Berikut ini adalah rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan biaya konsumsi oli :

$$\mathbf{OHKi = KPOi : JPOi} \quad (3.3)$$

Dimana:

- $OHKi$ = oli hilang akibat kontaminasi dalam liter/km
- $KPOi$ = kapasitas oli dalam liter
- $JPOi$ = jarak penggantian oli

$$\mathbf{KOi = OHKi + OHOi \times KBBMi} \quad (3.4)$$

Dimana:

- KO_i = konsumsi oli untuk jenis kendaraan i dalam liter/km
- $OHKi$ = oli hilang akibat kontaminasi dalam liter/km

OHOi = oli hilang akibat operasi dalam liter/km
 KBBMi = konsumsi bahan bakar dalam liter/km

$$\mathbf{BOi = KOi \times HOj} \quad (3.5)$$

Dimana:

BOi = biaya konsumsi oli untuk jenis kendaraan i dalam rupiah/km
 KOi = konsumsi oli untuk jenis kendaraan i dalam liter/km
 HOj = harga oli untuk jenis oli j dalam rupiah/liter (Rp.34.500,-/lt)
 i = jenis kendaraan
 j = jenis oli (Enduro 4T)

3.4.4 Biaya Konsumsi Suku Cadang

Biaya konsumsi suku cadang dihitung dengan rumus yang berasal dari Departemen Pekerjaan Umum. Yang pertama dilakukan adalah mencari konsumsi suku cadang kendaraan per-juta kilometer dengan menggunakan rumus 3.6 dan kemudian dihitung biaya konsumsi suku cadang dengan menggunakan rumus 3.7. berikut ini adalah rumus-rumus tersebut :

$$\mathbf{Pi = (\varphi + \gamma_1 \times IRI) . (KJT_i / 100000)^{\gamma_2}} \quad (3.6)$$

Dimana :

Pi = konsumsi suku cadang kendaraan jenis i per-juta kilometer
 φ = konstanta
 γ_1, γ_2 = koefisien parameter
 IRI = kekasaran jalan dalam m/km (dipakai 5 m/km =5)
 KJT_i = kumulatif jarak tempuh kendaraan jenis i dalam km
 i = jenis kendaraan

$$\mathbf{BPi = Pi \times HKBi / 1000000} \quad (3.7)$$

Dimana :

BPi = biaya pemeliharaan kendaraan untuk jenis kendaraan i dalam rupiah/km

HKBi = harga kendaraan baru rata-rata untuk jenis kendaraan i dalam rupiah (SD Rp.250.000.000,- ; SM Rp.12.000.000,-)

Pi = nilai relatif biaya suku cadang terhadap harga kendaraan baru jenis i

i = jenis kendaraan

3.4.5 Biaya Konsumsi Ban

Perhitungan biaya konsumsi ban tidak membedakan kecepatan rata-rata maupun jarak tempuh tahunan. Pada penelitian ini digunakan rumus yang berasal dari Departemen Pekerjaan Umum. Yang pertama dilakukan dalam menghitung biaya konsumsi ban adalah menghitung konsumsi ban untuk kendaraan dengan menggunakan rumus 3.8. Kemudian biaya konsumsi ban dihitung dengan menggunakan rumus 3.9. Berikut ini adalah rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung biaya konsumsi ban :

$$\mathbf{KBi = \chi + \delta_1 \times IRI + \delta_2 \times TTR + \delta_3 \times DTR} \quad (3.8)$$

Dimana:

KBi = konsumsi ban untuk jenis kendaraan i

χ = konstanta

δ_1, δ_3 = koefisien

TTR = Tanjakan Turunan rata-rata

DTR = Derajat Tikungan rata-rata

$$\mathbf{BBi = KBi \times HBj / 1000} \quad (3.9)$$

Dimana:

BBi = biaya konsumsi ban untuk jenis kendaraan i

KBi = konsumsi ban untuk jenis kendaraan i

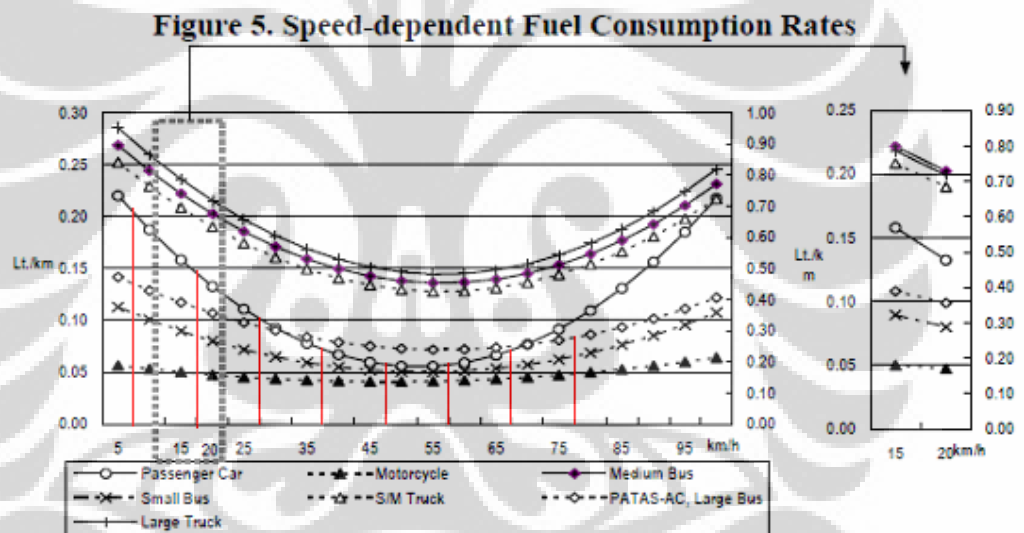
HBj = harga ban baru jenis j dalam rupiah (100.000,-)

i = jenis kendaraan

j = jenis ban

3.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Biaya

Biaya perjalanan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang bisa digolongkan ke dalam faktor kendaraan, faktor jalan, faktor lalu lintas, dan faktor manusia. Salah satu faktor yang bisa digunakan untuk melakukan simulasi adalah kecepatan kendaraan yang dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas. Konsumsi bahan bakar pada keadaan tertentu dapat ditentukan dengan menggunakan grafik konsumsi bahan bakar terhadap kecepatan kendaraan, kemudian dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar pada keadaan dasar. Konsumsi bahan bakar akan berubah sesuai dengan kecepatan lalu lintas. Keadaan macet yang menyebabkan penurunan kecepatan lalu lintas akan menyebabkan meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar.



Note: Large Truck and Large Bus (PATAS-AC) apply the right axis.
Source : SITRAMP 2004

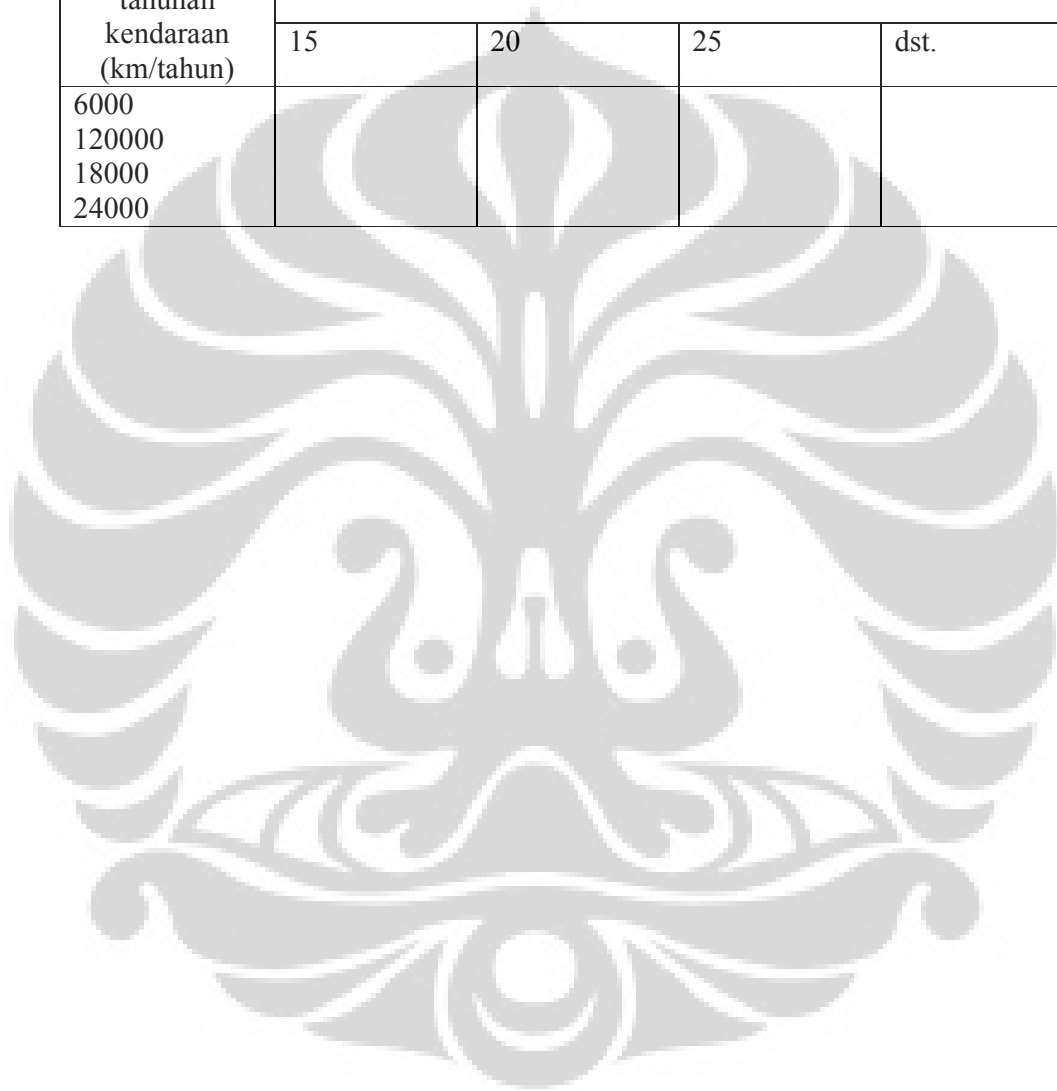
Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Berbagai Jenis Kendaraan Terhadap Kecepatan

Selain kecepatan kendaraan, dalam penelitian ini digunakan variasi jarak tempuh tahunan dari kendaraan jenis sepeda motor. Variasi jarak tempuh ini akan mempengaruhi biaya tetap rata-rata tiap km. Semakin jauh jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun maka biaya tetap rata-rata kendaraan tiap km cenderung akan semakin mengecil. Variasi kecepatan dan jarak tempuh dalam

satu tahun akan digunakan untuk mensimulasikan biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor.

Tabel 3.7
Tabulasi Biaya Operasi Kendaraan (Rp/km)

Jarak Tempuh tahunan kendaraan (km/tahun)	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)			
	15	20	25	dst.
6000				
12000				
18000				
24000				



BAB 4
PENGOLAHAN DATA

4.1. Perhitungan Biaya Tetap

Perhitungan biaya tetap dari Biaya Operasi Kendaraan antara lain perhitungan depresiasi dan pajak. Untuk perhitungan depresiasi digunakan metode *straight line*. Depresiasi tahunan *straight line* ditentukan dengan membagi biaya awal yang telah dikurangi nilai sisa dengan d (jarak tempuh tahunan). Dan dalam perhitungan pajak digunakan besar pajak tahunan Rp 120.000,- .

4.1.1 Perhitungan Depresiasi

Untuk perhitungan depresiasi dibutuhkan data-data jenis/merk kendaraan, harga kendaraan baru, dan harga kendaraan bekas, dalam perhitungan ini menggunakan harga kendaraan bekas yang berumur lima tahun yang didapatkan dari <http://harga-motor.com/>. Pada tabel 4.1 disajikan perhitungan biaya depresiasi setelah lima tahun yaitu harga baru tahun 2010 dengan harga bekas kendaraan dengan tahun pembuatan 2005.

Tabel 4.1 Perhitungan Depresiasi Kendaraan

Merk Sepeda Motor	Produsen	Harga Baru produksi tahun 2010	Harga Bekas (umur kendaraan 5 tahun) produksi tahun 2005	Depresiasi selama 5 tahun
Kelas 110 cc	Honda	11.850.000	6.500.000	5.350.000
	Yamaha	11.525.000	5.750.000	5.775.000
	Suzuki	10.700.000	6.000.000	4.700.000
Depresiasi Rata-rata untuk kelas 110 cc				5.275.000
Kelas 125 cc	Honda	14.400.000	6.500.000	7.900.000
	Yamaha	13.750.000	6.750.000	7.000.000
	Suzuki	13.400.000	5.250.000	8.150.000
Depresiasi Rata-rata untuk kelas 125 cc				7.683.333

Depresiasi Rata-rata Sepeda Motor	6.479.167
Depresiasi Rata-rata Tahunan (Rp/tahun)	1.295.833

Karena hasil yang didapatkan memiliki satuan Rp/tahun sedangkan untuk perhitungan biaya operasi kendaraan dibutuhkan satuan Rp/km, maka hasil perhitungan yang didapatkan dikonversi dengan membagi biaya depresiasi tahunan dengan jarak tempuh tahunan kendaraan.

$$\begin{aligned} \text{Biaya depresiasi per km} &= \text{biaya depresiasi tahunan/jarak tempuh tahunan} \\ \text{Untuk jarak tempuh kendaraan} &= 6000 \text{ km/tahun} \\ \text{Biaya depresiasi per km} &= (\text{Rp } 1.295.833, \text{-/tahun}) / (6000 \text{ km/tahun}) \\ &= \text{Rp } 215,97, \text{-/km} \end{aligned}$$

Pada tabel 4.2 disajikan tabulasi perhitungan biaya depresiasi dengan berbagai jarak tempuh tahunan kendaraan.

Tabel 4.2 Perhitungan Biaya Depresiasi per km

Jarak tempuh kendaraan (km/tahun)	Biaya depresiasi (Rp/km)
6000	215,97
12000	107,99
18000	71,99
24000	53,99

4.1.2 Perhitungan Pajak Kendaraan

Besar pajak kendaraan sepeda motor rata-rata adalah Rp 120.000 per tahun. Sehingga perlu diubah menjadi Rp per km dengan cara dibagi dengan jarak tempuh tahunan.

Biaya pajak per km = pajak tahunan/jarak tempuh tahunan
 Untuk jarak tempuh kendaraan = 6000 km/tahun
 Biaya depresiasi per km = (Rp 120.000,-/tahun) / (6000 km/tahun)
 = Rp 20,-/km

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Biaya Pajak per km

Jarak tempuh kendaraan (km/tahun)	Biaya Pajak (Rp/km)
6000	20
12000	10
18000	6.67
24000	5

4.2. Perhitungan Biaya Variabel

Biaya variabel dari biaya operasi kendaraan adalah biaya yang jumlahnya tergantung penggunaan kendaraan. Yang termasuk biaya variabel dari biaya operasi kendaraan antara lain biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya suku cadang, dan biaya ban. Biaya variabel ini memiliki satuan Rp/km dan dipengaruhi oleh berbagai hal. Dalam perhitungan biaya dari penelitian ini, hanya digunakan variasi jarak tempuh dan kecepatan rata-rata dari kendaraan.

4.2.1 Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak

Perhitungan biaya bahan bakar menggunakan rumus 3.1 dan 3.2 dengan memasukkan data-data default untuk perhitungan yaitu tanjakan rata-rata sebesar 2.5 m/km turunan rata-rata sebesar -2.5 m/km percepatan rata-rata sebesar 0,01 dan simpang baku percepatan sebesar 0,75. Perhitungan bahan bakar untuk sepeda motor dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu biaya bahan bakar untuk kendaraan jenis sedan sebagai acuan. Kemudian dari Gambar 3.1 diperoleh perbandingan biaya bahan bakar untuk kendaraan jenis sepeda motor dengan sedan sebesar 0,25 dan hasil dari perhitungan biaya bahan bakar untuk sedan

tersebut dikali dengan perbandingan biaya bahan bakar untuk dua jenis kendaraan tersebut.

Untuk perhitungan konsumsi bahan bakar minyak untuk sepeda motor, terlebih dahulu dihitung konsumsi bahan bakar minyak untuk kendaraan sedan sebagai acuan. Kemudian konsumsi bahan bakar minyak untuk sepeda motor dihitung dengan melihat perbandingan konsumsi bahan bakar sedan dengan konsumsi bahan bakar sepeda motor dari grafik konsumsi bahan bakar.

Konsumsi bahan bakar untuk masing-masing kendaraan dihitung dengan variasi kecepatan rata-rata, yaitu 15 km/jam, 20 km/jam, 25 km/jam, 30 km/jam, 35 km/jam, 40km/jam, 45km/jam, 50km/jam, 55km/jam, 60km/jam, 65km/jam, dan 70km/jam.

Berikut ini adalah perhitungan biaya bahan bakar untuk jenis kendaraan sepeda motor dengan menggunakan kecepatan rata-rata sebesar 15 km/jam.

$$\begin{aligned} \text{KBBMi (SD)} &= (\alpha + \beta_1/V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DT_R \\ &+ \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000 \\ &= (23,78 + 1181,2/15 + 0,0037 \times 15^2 + 1,265 \times 2,5 + 0,634 \times (-2,5) + \\ &0 + 0 + (-0,638) \times 0,01 + 36,21 \times 0,75 + 0 + 0 + 0) / 1000 \\ &= 132 / 1000 = 0,132 \text{ liter/km} \end{aligned}$$

$$\text{BiBBMj (SD)} = 0,132 \text{ liter/km} \times \text{Rp } 4.500,- = \text{Rp. } 594,39 / \text{ km}$$

$$\text{BiBBMj (SM)} = 25\% \text{ Sedan} = 25\% \times \text{Rp } 594,39. = \text{Rp } 148,60. / \text{ km}$$

Untuk biaya bahan bakar kendaraan jenis sepeda motor pada kecepatan rata-rata 20 km/jam, 25 km/jam, 30 km/jam, 35 km/jam, dan 40km/jam disajikan hasil perhitungannya dalam tabel 4.4. Berikut ini adalah tabulasi dari hasil perhitungan biaya bahan bakar minyak, untuk berbagai kecepatan rata-rata kendaraan:

Tabel 4.4 Biaya Bahan Bakar Minyak

Kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam)	Biaya bahan bakar minyak (Rp/km)
15	148,60
20	127,18
25	114,83
30	107,11
35	102,14
40	98,95
45	98,95
50	97,03
55	96,06
60	95,82
65	96,20
70	97,10

4.2.2 Biaya Konsumsi Oli

Dalam perhitungan biaya pelumas atau biaya oli digunakan rumus 3.3, 3.4, dan 3.5. Perhitungan Biaya Konsumsi Oli tidak membedakan kecepatan rata-rata. Sehingga hanya ada satu perhitungan biaya oli untuk tiap jenis kendaraan. Data-data yang digunakan untuk perhitungan biaya pelumas antara lain harga oli sebesar Rp 34.500,-, kapasitas oli dari sepeda motor sebesar 0,8 liter dan jarak penggantian oli yaitu 2000 km untuk sepeda motor.

Berikut ini adalah perhitungan biaya konsumsi oli:

$$\begin{aligned} \text{OHKi (SM)} &= \text{KPOi} / \text{JPOi} \\ &= 0,8 \text{ liter} / 2000 \text{ km} = 0,0004 \text{ liter/km} \end{aligned}$$

$$\text{KOi (SM)} = \text{OHKi} + \text{OHOi} \times \text{KBBMi}$$

$$= 0,0004 \text{ liter/km} + 2,8 \times 10^{-6} \text{ lt/km} \times \text{lt/km}$$

$$= 0,0004 \text{ liter/km}$$

$$\text{BOi (SM)} = \text{KOi} \times \text{HOj}$$

$$= 0,0004 \text{ lt/km} \times \text{Rp. } 34.500,-$$

$$= \text{Rp. } 13,8/ \text{ km}$$

Didapatkan biaya konsumsi oli/pelumas sebesar Rp. 13,8/ km untuk semua kecepatan dan jarak tempuh tahunan.

4.2.3 Biaya Konsumsi Suku Cadang

Biaya konsumsi suku cadang dihitung dengan menggunakan rumus 3.6 dan 3.7, dengan data-data yang digunakan antara lain kekasaran jalan 5 m/km kumulatif jarak tempuh kendaraan sebesar 15000 km untuk jarak tempuh tahunan 6000 km, 30000 km untuk jarak tempuh tahunan 12000 km, 45000 km untuk jarak tempuh tahunan 18000 km dan 60000 km untuk jarak tempuh tahunan 24 km. Selain itu digunakan harga baru kendaraan jenis sepeda motor sebesar Rp. 12.604.167,-.

Dalam perhitungan biaya konsumsi suku cadang dibedakan untuk beberapa jarak tempuh tahunan. Jarak tempuh tahunan ini akan digunakan untuk memperkirakan kumulatif jarak tempuh. Berikut ini adalah perhitungan biaya suku cadang untuk kendaraan jenis sepeda motor dengan jarak tempuh tahunan 6000 km.

$$\text{Pi (SM)} = (-0,69 + 0,42 \times 5) (15000 / 100000)^{0,10}$$

$$= 1,166$$

$$\text{BPi (SM)} = 1,166 \times \text{Rp. } 12.604.167,-/1000000$$

$$= \text{Rp. } 14,7 / \text{ km}$$

Pada tabel 4.5 berikut ini disajikan hasil perhitungan biaya suku cadang kendaraan jenis sepeda motor untuk berbagai jarak tempuh tahunan:

Tabel 4.5 Biaya Suku Cadang

Jarak Tempuh Tahunan (km)	Biaya Suku Cadang (Rp/km)
6000	14,70
12000	15,76
18000	16,41
24000	16,89

4.2.4 Biaya Konsumsi Ban

Perhitungan biaya konsumsi ban menggunakan rumus 3.8 dan 3.9. Perhitungan biaya konsumsi ban tidak membedakan kecepatan rata-rata maupun jarak tempuh tahunan. Dalam perhitungan ini digunakan acuan perhitungan konsumsi ban untuk sedan dan digunakan harga ban baru untuk sepeda motor sebesar Rp.100.000,-. Perhitungan biaya konsumsi ban untuk kendaraan jenis sepeda motor diuraikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{KBi (SM)} &= \chi + \delta_1 \times \text{IRI} + \delta_2 \times \text{TTR} + \delta_3 \times \text{DTR} \\
 &= -0,01471 + 0,01489 \times 5 + 0 + 0 \\
 &= 0,05974
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BBi (SM)} &= \text{KBi} \times \text{HBj} / 1000 \\
 &= 0,05974 \times \text{Rp.100.000,-} / 1000 \\
 &= \text{Rp. 5.974/ km}
 \end{aligned}$$

4.3 Perhitungan Biaya Total

Setelah biaya-biaya tetap dan biaya-biaya variabel dari Biaya Operasi Kendaraan dihitung. Kemudian biaya total dari biaya operasi kendaraan untuk tiap variasi kecepatan dan jarak tempuh tahunan dapat dihitung. Berikut ini adalah perhitungannya:

Untuk jarak tempuh tahunan (d) 6000 km dan kecepatan rata-rata (V) 15 km/jam

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{depresiasi} + \text{pajak} + \text{biaya bahan bakar} + \text{biaya pelumas} + \text{biaya suku} \\ &\quad \text{cadang} + \text{biaya ban} \\ &= 215,97 + 20 + 148,60 + 13,8 + 14,7 + 5,97 \\ &= \text{Rp } 419,05 \end{aligned}$$

Pada tabel 4.6 sampai tabel 4.13 berikut ini ditampilkan perhitungan Biaya Operasi Kendaraan untuk jarak tempuh tahunan 6000 km, 12000 km, 18000 km, dan 24000 km dengan komponen-komponen biayanya pada variasi kecepatan rata-rata 15 km/jam sampai 70 km/jam.

Tabel 4.6 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 6000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	15	20	25	30	35	40
Depresiasi	215,97	215,97	215,97	215,97	215,97	215,97
Pajak	20	20	20	20	20	20
Bahan Bakar	148,60	127,18	114,83	107,11	102,14	98,95
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	419,05	397,62	385,27	377,55	372,58	369,39

Tabel 4.7 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 6000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	45	50	55	60	65	70
Depresiasi	215,97	215,97	215,97	215,97	215,97	215,97
Pajak	20	20	20	20	20	20
Bahan Bakar	97,03	96,06	95,82	96,20	97,10	98,45
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	367,47	366,50	366,27	366,65	367,54	368,89

Tabel 4.8 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 12000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	15	20	25	30	35	40
Depresiasi	107,99	107,99	107,99	107,99	107,99	107,99
Pajak	10	10	10	10	10	10
Bahan Bakar	148,60	127,18	114,83	107,11	102,14	98,95
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	302,11	280,69	268,34	260,62	255,65	252,46

Tabel 4.9 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 12000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	45	50	55	60	65	70
Depresiasi	107,99	107,99	107,99	107,99	107,99	107,99
Pajak	10	10	10	10	10	10
Bahan Bakar	97,03	96,06	95,82	96,20	97,10	98,45
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	250,54	249,57	249,34	249,72	250,62	251,96

Tabel 4.10 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 18000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	15	20	25	30	35	40
Depresiasi	71,99	71,99	71,99	71,99	71,99	71,99
Pajak	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
Bahan Bakar	148,60	127,18	114,83	107,11	102,14	98,95
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	16,41	16,41	16,41	16,41	16,41	16,41
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	263,44	242,02	229,67	221,95	216,98	213,79

Tabel 4.11 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 18000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	45	50	55	60	65	70
Depresiasi	71,99	71,99	71,99	71,99	71,99	71,99
Pajak	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
Bahan Bakar	97,03	96,06	95,82	96,20	97,10	98,45
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	16,41	16,41	16,41	16,41	16,41	16,41
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	211,87	210,89	210,66	211,04	211,94	213,29

Tabel 4.12 Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 24000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	15	20	25	30	35	40
Depresiasi	53,99	53,99	53,99	53,99	53,99	53,99
Pajak	5	5	5	5	5	5
Bahan Bakar	148,60	127,18	114,83	107,11	102,14	98,95
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	16,89	16,89	16,89	16,89	16,89	16,89
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	244,25	222,83	210,48	202,76	197,79	194,6

Tabel 4.13 Lanjutan Tabulasi BOK Sepeda Motor Untuk Jarak Tempuh Tahunan 24000 km

Komponen BOK	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	45	50	55	60	65	70
Depresiasi	53,99	53,99	53,99	53,99	53,99	53,99
Pajak	5	5	5	5	5	5
Bahan Bakar	97,03	96,06	95,82	96,20	97,10	98,45
Pelumas	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Suku Cadang	16,89	16,89	16,89	16,89	16,89	16,89
Ban	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
Total	192,68	191,71	191,48	191,86	192,75	194,10

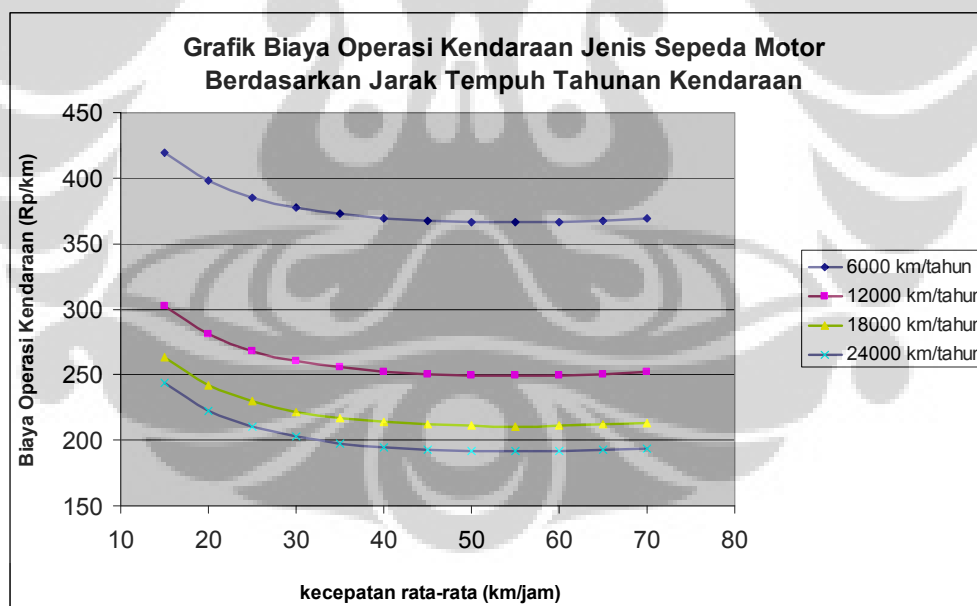
Kemudian hasil perhitungan biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor dengan variasi kecepatan rata-rata dan jarak tempuh tahunan disajikan dalam tabel 4.14 dan 4.15 dan juga grafik 4.1.

Tabel 4.14 Tabulasi Akhir BOK Sepeda Motor dalam Rp/km

Jarak Tempuh Tahunan Kendaraan (km/tahun)	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	15	20	25	30	35	40
6000	419,05	397,63	385,28	377,56	372,59	369,40
12000	302,12	280,70	268,35	260,63	255,66	252,47
18000	263,44	242,02	229,67	221,96	216,98	213,79
24000	244,26	222,84	210,48	202,76	197,79	194,61

Tabel 4.15 Lanjutan Tabulasi Akhir BOK Sepeda Motor dalam Rp/km

Jarak Tempuh Tahunan Kendaraan (km/tahun)	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	45	50	55	60	65	70
6000	367,47	366,50	366,27	366,65	367,54	368,89
12000	250,54	249,57	249,34	249,72	250,62	251,96
18000	211,87	210,89	210,66	211,04	211,94	213,29
24000	192,68	191,71	191,48	191,86	192,75	194,10



Gambar 4.1 Grafik BOK sepeda motor berdasarkan jarak tempuh tahunan

BAB 5

ANALISIS

5.1 Analisis Metode

Dalam perhitungan biaya operasi kendaraan ada beberapa metode yang bisa digunakan, seperti menggunakan rumus-rumus yang telah dibuat oleh instansi tertentu, menggunakan program komputer dan menggunakan kuesioner kepada pengguna/pemilik kendaraan. Dalam penulisan tugas akhir ini, metode perhitungan biaya operasi kendaraan yang digunakan adalah metode dari Departemen Pekerjaan Umum untuk perhitungan biaya variabel dan perhitungan ekonomi teknik untuk biaya tetap.

Semua metode memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Untuk penggunaan metode yang telah dibuat atau disusun oleh instansi tertentu seperti menggunakan rumus-rumus ataupun program komputer seperti *HDM*, memiliki keuntungan seperti mudah dilakukan perhitungan hanya dengan memasukkan data-data yang diperlukan seperti jenis kendaraan, keadaan lalu lintas dan sebagainya. Kelemahan dari metode yang telah dibuat adalah terjadinya perubahan keadaan saat ini dengan saat pembuatan metode. Hal yang menimbulkan perubahan seperti perkembangan teknologi kendaraan seperti efisiensi mesin dan bahan bakar, dan juga perilaku masyarakat yang menggunakan kendaraan.

Keuntungan dari metode kuesioner adalah mewakili pendapat pengguna kendaraan terhadap biaya-biaya yang timbul. Kekurangan dari metode kuesioner adalah hasil yang didapat bergantung kepada pendapat responden yang belum tentu mewakili keadaan yang semestinya, karena tidak semua responden mengetahui dan juga melakukan penggunaan kendaraan dengan benar.

5.2 Analisis Perhitungan

Pada penelitian ini digunakan simulasi kecepatan rata-rata kendaraan dan jarak tempuh tahunan kendaraan untuk menghitung biaya operasi kendaraan, sedangkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi biaya operasi kendaraan seperti kondisi jalan dan kondisi kendaraan dianggap sama dan tidak divariasikan dalam simulasi perhitungan biaya. Untuk beberapa nilai yang digunakan dalam perhitungan biaya seperti kekasaran jalan, tanjakan rata-rata, turunan rata-rata dan lain sebagainya digunakan nilai tipikal default yang direkomendasikan.

Jarak tempuh tahunan yang digunakan dalam perhitungan adalah 6000 km, 12000 km, 18000 km, dan 24000 km. Pemilihan ini berdasarkan perkiraan jarak tempuh harian antara 20 km sampai 80 km. Dengan menganggap satu bulan kendaraan digunakan selama 25 hari dan satu tahun terdiri dari 12 bulan. Maka untuk jarak tempuh harian 20 km, didapatkan jarak tempuh tahunan sebesar $10 \times 25 \times 12 = 6000$ km. Begitu pula untuk jarak tempuh harian 40 km, 60 km, dan 80 km akan menghasilkan jarak tempuh tahunan 12000 km, 18000 km, dan 24000 km. Kecepatan rata-rata yang digunakan untuk perhitungan adalah 15 km/jam sampai dengan 40 km/jam, karena kecepatan ini adalah kecepatan yang wajar untuk lalu lintas di jalan perkotaan.

Dalam perhitungan biaya operasi kendaraan untuk tugas akhir ini, dilakukan penyederhanaan komponen-komponen biaya dengan cara mengabaikan beberapa komponen biaya seperti asuransi, biaya tidak terduga dan biaya parkir. Penyederhanaan ini dilakukan untuk mempermudah penelitian dan juga biaya-biaya yang tidak diperhitungkan tersebut sulit untuk diperhitungkan.

Perhitungan biaya tetap menggunakan perhitungan ekonomi teknik sederhana. Biaya tetap dalam penelitian ini adalah biaya depresiasi dan biaya pajak kendaraan. Besar biaya depresiasi dan pajak memiliki satuan rupiah per tahun, karena digunakan biaya depresiasi tahunan dan juga pajak kendaraan yang dibayar tiap tahun. Besar biaya depresiasi kendaraan digunakan selisih harga kendaraan

untuk tipe/model yang sama antara produksi tahun 2005 dan harga kendaraan baru pada tahun 2010 sehingga didapatkan biaya depresiasi selama lima tahun.

Dalam perhitungan biaya variabel digunakan metode dari Departemen Pekerjaan Umum yang disesuaikan dengan kendaraan jenis sepeda motor. Karena dalam metode tersebut tidak terdapat perhitungan untuk sepeda motor, maka digunakan acuan kendaraan jenis sedan. Biaya variabel ini terdiri dari biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya pemakaian suku cadang dan biaya pemakaian ban. Dalam perhitungan biaya bahan bakar digunakan acuan konsumsi bahan bakar kendaraan jenis sedan dengan variasi kecepatan rata-rata dan menggunakan nilai default tipikal untuk tanjakan dan turunan rata-rata, percepatan rata-rata dan simpang baku percepatan. Setelah didapatkan konsumsi bahan bakar kendaraan jenis sedan, kemudian konsumsi bahan bakar tersebut dikali dengan 25%, yaitu perbandingan konsumsi bahan bakar sepeda motor dengan sedan. Hal ini dilakukan dengan variasi kecepatan rata-rata kendaraan.

Dalam perhitungan biaya pelumas/oli, rumus yang digunakan cocok untuk sepeda motor karena jarak penggantian oli dan kapasitas oli sudah diketahui. Dalam perhitungan biaya pelumas, terdapat pengaruh konsumsi bahan bakar yang sangat kecil. Karena konsumsi bahan bakar terpengaruh oleh kecepatan rata-rata kendaraan, maka biaya konsumsi pelumas terpengaruh oleh kecepatan rata-rata. Tetapi karena pengaruhnya sangat kecil, hal ini dapat diabaikan dan dalam perhitungan biaya operasi kendaraan hanya digunakan satu biaya konsumsi pelumas.

Dalam perhitungan biaya pemakaian suku cadang, yang pertama dilakukan adalah mencari P_i , yaitu nilai relatif biaya suku cadang terhadap harga baru kendaraan jenis I, kemudian dicari biaya pemakaian suku cadang dalam rupiah/km. Pemakaian suku cadang ini dipengaruhi oleh jarak tempuh kumulatif kendaraan yang dipengaruhi oleh jarak tempuh tahunan kendaraan. Dalam perhitungan biaya suku cadang digunakan nilai IRI sebesar 5, yang berarti kekasaran jalan 5 m/km.

Dalam perhitungan biaya pemakaian ban, faktor yang mempengaruhi adalah kekasaran jalan, tanjakan dan turunan rata-rata, dan derajat tikungan rata-rata. Nilai kekasaran jalan yang digunakan adalah IRI 5. Untuk kendaraan selain bus dan truk, tanjakan dan turunan rata-rata dan derajat tikungan rata-rata tidak mempengaruhi konsumsi ban.

Setelah semua komponen biaya didapatkan, dilakukan penghitungan biaya operasi kendaraan total untuk tiap kecepatan dan jarak tempuh sehingga didapat empat puluh delapan besar biaya operasi kendaraan dengan biaya terendah 191,48 Rp/km dan biaya tertinggi 419,05 Rp/km. Berikut ini disajikan kembali tabulasi akhir biaya operasi kendaraan untuk sepeda motor pada tabel 5.1 dan tabel 5.2.

Tabel 5.1 Tabulasi Akhir Biaya Operasi Kendaraan Sepeda Motor dalam Rp/km

Jarak Tempuh Tahunan Kendaraan (km/tahun)	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	15	20	25	30	35	40
6000	419,05	397,63	385,28	377,56	372,59	369,40
12000	302,12	280,70	268,35	260,63	255,66	252,47
18000	263,44	242,02	229,67	221,96	216,98	213,79
24000	244,26	222,84	210,48	202,76	197,79	194,61

Tabel 5.2 Lanjutan Tabulasi Akhir Biaya Operasi Kendaraan Sepeda Motor dalam Rp/km

Jarak Tempuh Tahunan Kendaraan (km/tahun)	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)					
	45	50	55	60	65	70
6000	367,47	366,50	366,27	366,65	367,54	368,89
12000	250,54	249,57	249,34	249,72	250,62	251,96
18000	211,87	210,89	210,66	211,04	211,94	213,29
24000	192,68	191,71	191,48	191,86	192,75	194,10

Kemudian dari hasil perhitungan tersebut dibuat grafik dengan menggunakan program spreadsheet.

5.3 Analisis Hasil

Perhitungan biaya operasi kendaraan untuk biaya tetap bergantung pada jarak tempuh kendaraan. Biaya tetap memiliki satuan Rp/tahun dan besar biaya tersebut tidak terpengaruh dengan penggunaan kendaraan. Karena satuan biaya operasi kendaraan adalah Rp/km, maka biaya tetap dengan satuan Rp/tahun dibagi dengan jarak tempuh tahunan kendaraan yang memiliki satuan km/tahun sehingga didapatkan satuan Rp/km. Pada tabel 5.3 berikut ini disajikan kembali hasil perhitungan untuk biaya tetap.

Tabel 5.3 Hasil perhitungan biaya tetap terhadap jarak tempuh tahunan kendaraan

Jarak tempuh kendaraan (km/tahun)	Biaya depresiasi (Rp/km)	Biaya Pajak (Rp/km)
6000	215,97	20
12000	107,99	10
18000	71,99	6.67
24000	53,99	5

Hasil perhitungan biaya tetap per kilometer semakin menurun dengan semakin tingginya jarak tempuh tahunan karena perhitungan biaya tetap berbanding terbalik dengan jarak tempuh tahunan kendaraan.

Hasil perhitungan biaya bahan bakar menunjukkan bahwa besarnya biaya bahan bakar per kilometer tergantung dengan kecepatan rata-rata kendaraan. Pada kecepatan rata-rata kendaraan 15 km/jam sampai dengan 55 km/jam, biaya bahan bakar semakin menurun jika kecepatan rata-rata kendaraan bertambah, yaitu sebesar Rp 148,60,-/km untuk kecepatan rata-rata kendaraan 15 km/jam berkurang menjadi Rp 96,06,-/km. Sedangkan pada kecepatan 55 km/jam sampai dengan 70 km/jam, biaya bahan bakar semakin bertambah, yaitu sebesar Rp 96,06,-/km untuk kecepatan rata-rata kendaraan 55 km/jam bertambah menjadi Rp 97,10,-/km . Dengan menggunakan rumus 3.1 dan 3.2 dapat ditentukan konsumsi

bahan bakar optimum dengan menggunakan kecepatan rata-rata 54 km/jam, yaitu dalam perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned}
 \text{KBBMi (SD)} &= (\alpha + \beta_1/V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times \text{DT}_R + \beta_7 \times A_R \\
 &\quad + \beta_8 \times \text{SA} + \beta_9 \times \text{BK} + \beta_{10} \times \text{BK} \times A_R + \beta_{11} \times \text{BK} \times \text{SA}) / 1000 \\
 &= (23,78 + 1181,2/54 + 0,0037 \times 54^2 + 1,265 \times 2,5 + 0,634 \times (-2,5) + \\
 &\quad 0 + 0 + (-0,638) \times 0,01 + 36,21 \times 0,75 + 0 + 0 + 0) / 1000 \\
 &= 85,17 / 1000 = 0,08517 \text{ liter/km}
 \end{aligned}$$

$$\text{KBBMj (SD)} = 25\% \text{ Sedan} = 25\% \times 0,08517 \text{ liter/km} = 0,0213 \text{ liter/km}$$

Didapatkan konsumsi bahan bakar minimum sebesar 0,0213 liter/km atau bisa diubah menjadi 46,96 km/liter (dengan cara perhitungan $1/0,0213$ liter/km). Konsumsi bahan bakar yang didapat lebih tinggi dengan konsumsi bahan bakar sepeda motor dari beberapa pabrikan yaitu antara 50 km/liter sampai 65/km liter. Hal ini dikarenakan rumus yang digunakan adalah modifikasi dari rumus untuk perhitungan biaya bahan bakar jenis kendaraan sedan, selain itu rumus tersebut adalah rumus lama yang belum disesuaikan dengan kondisi sekarang dan grafik konsumsi bahan bakar yang digunakan dalam perhitungan juga grafik lama buatan tahun 2004. Walaupun demikian hasil perhitungan konsumsi bahan bakar cukup mendekati karena selisih yang didapatkan kecil, yaitu 50 km/liter, dari pendapat umum, dengan 46,96 km/liter, dari hasil perhitungan pada karya tulis ini.

Biaya pelumas dipengaruhi oleh biaya bahan bakar, sedangkan biaya bahan bakar dipengaruhi oleh kecepatan rata-rata. Tetapi pengaruh yang terjadi sangat kecil sehingga bisa diabaikan, kecuali untuk kendaraan besar seperti bus dan truk. Dalam perhitungan biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor digunakan besar biaya pelumas Rp 13,8,- /km. Biaya ban tidak terpengaruh oleh kecepatan rata-rata maupun jarak tempuh tahunan sehingga dalam perhitungan biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor hanya digunakan satu biaya pemakaian ban, yaitu Rp 5,97,- /km.

Biaya suku cadang terpengaruh oleh jarak tempuh tahunan, semakin tinggi jarak tempuh tahunan maka semakin besar biaya suku cadang. Konsumsi suku cadang terendah sebesar Rp 14,7,-/km pada jarak tempuh tahunan 6000 km/tahun dan tertinggi Rp 16,89,-/km pada jarak tempuh tahunan 24000 km/tahun. Hal ini dikarenakan semakin tinggi penggunaan kendaraan maka semakin banyak komponen kendaraan yang perlu diganti atau diperbaiki.

Biaya yang memiliki persentase tertinggi adalah biaya bahan bakar pada kecepatan rata-rata 15 km/jam dan jarak tempuh tahunan 24000 km/tahun, yaitu 60,84 % dari biaya operasi kendaraan total. Selain biaya bahan bakar, biaya yang memiliki persentase terbesar adalah biaya depresiasi pada kecepatan rata-rata 55 km/jam dan jarak tempuh tahunan 6000 km/tahun, yaitu 58,97 % dari biaya total. Sehingga dapat dikatakan semakin tinggi penggunaan kendaraan maka pengaruh biaya tetap, seperti biaya depresiasi akan semakin menurun terhadap biaya total, sedangkan pengaruh biaya variabel akan semakin tinggi.

Secara umum, penggunaan kendaraan yang dapat diwakili oleh jarak tempuh tahunan kendaraan akan berpengaruh terhadap biaya tetap. Semakin sering digunakan maka komponen biaya tetap dari biaya operasi kendaraan akan semakin berkurang walaupun biaya tahunannya sama, sedangkan besar biaya variabel untuk biaya tahunan akan bertambah tetapi untuk biaya operasi kendaraan total komponen biaya variabel cenderung tetap, kecuali untuk biaya suku cadang yang semakin tinggi dengan semakin bertambahnya jarak tempuh tahunan.

Biaya operasi kendaraan memiliki nilai minimum pada kecepatan rata-rata optimum kendaraan jika kecepatan rata-rata kendaraan lebih rendah ataupun lebih tinggi dari kecepatan optimum ini maka biaya operasi kendaraan akan bertambah. Berikut ini adalah perhitungan biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor untuk jarak tempuh tahunan (d) 24000 km dan kecepatan rata-rata (V) 54 km/jam:

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} &= \text{depresiasi} + \text{pajak} + \text{biaya bahan bakar} + \text{biaya pelumas} + \text{biaya suku} \\
 &\quad \text{cadang} + \text{biaya ban} \\
 &= 53,99 + 5 + 95,82 + 13,8 + 16,89 + 5,97 \\
 &= \text{Rp } 191,48
 \end{aligned}$$

Pada tabel 5.4 berikut ini adalah tabulasi dari biaya operasi kendaraan untuk kecepatan optimum, pada beberapa jarak tempuh tahunan.

Tabel 5.4 Biaya operasi kendaraan pada kecepatan optimum untuk berbagai jarak tempuh tahunan

Jarak tempuh kendaraan (km/tahun)	Biaya Operasi Kendaraan (Rp/km)
6000	366,27
12000	249,34
18000	210,66
24000	191,48

Dalam penelitian ini didapatkan kecepatan rata-rata optimum kendaraan 54 km/jam, dengan besar biaya operasi kendaraan Rp 191,48 untuk jarak tempuh tahunan 24000 km.

BAB 6

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu antara lain:

- Besar biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor dipengaruhi oleh kecepatan rata-rata kendaraan dan jarak tempuh tahunan.
- Pada kecepatan kendaraan rata-rata di bawah kecepatan rata-rata optimum, semakin rendah kecepatan rata-rata kendaraan maka semakin tinggi biaya operasi kendaraan.
- Pada kecepatan kendaraan rata-rata di atas kecepatan rata-rata optimum, semakin tinggi kecepatan rata-rata kendaraan maka semakin tinggi biaya operasi kendaraan.
- Semakin tinggi jarak tempuh perjalanan maka semakin rendah biaya operasi kendaraan karena biaya tetap rata-rata semakin berkurang.
- Biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor terbesar pada penelitian ini didapatkan pada kecepatan rata-rata 15 km/jam dan jarak tempuh kendaraan tahunan 6000 km, yaitu Rp 419,05,-/km.
- Biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor terkecil pada penelitian ini didapatkan pada kecepatan rata-rata 54 km/jam dan jarak tempuh kendaraan tahunan 24000 km, yaitu Rp 191,48,-/km.

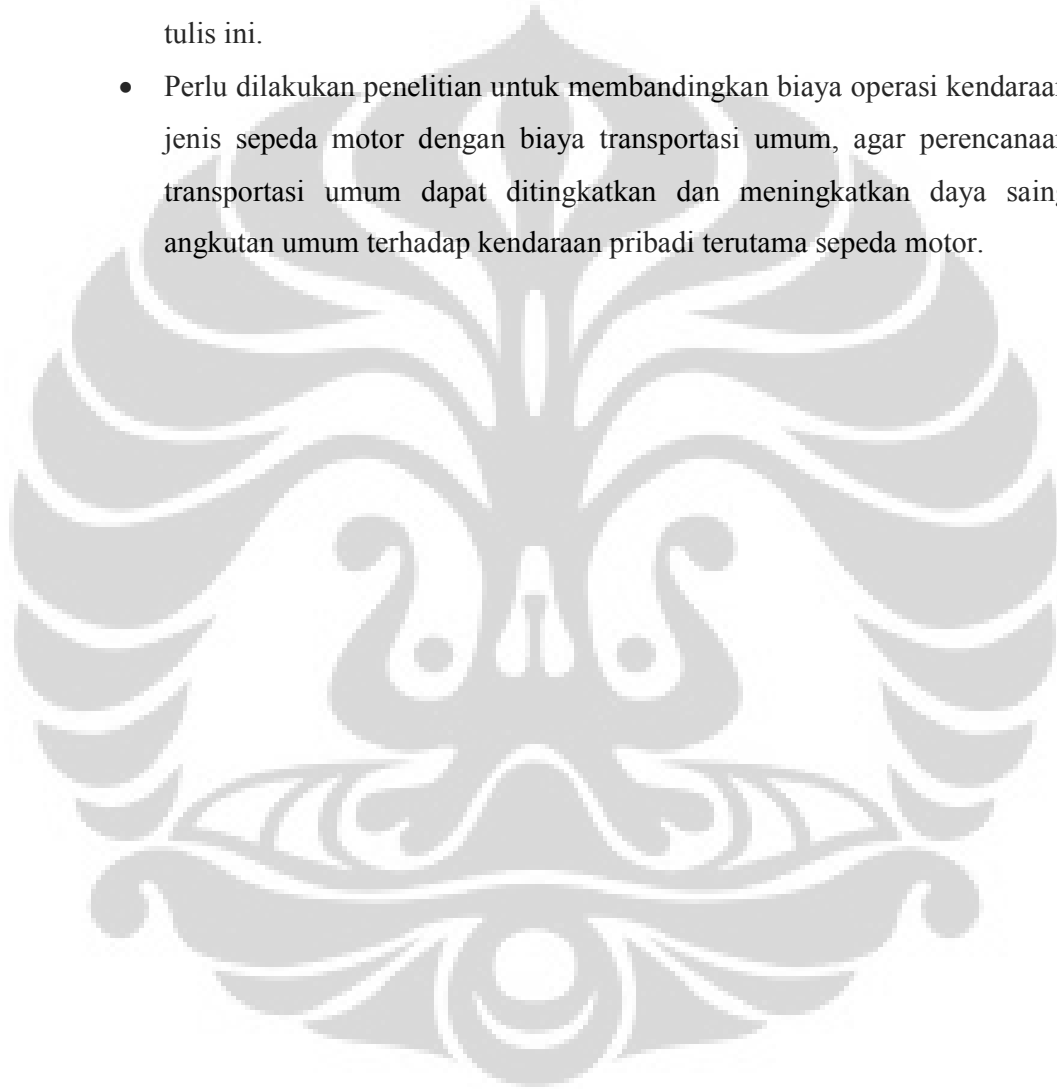
6.2 Saran

Ada beberapa saran yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu antara lain:

- Penelitian lebih lanjut mengenai biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor perlu dilakukan dengan metode-metode lain yang kemudian bisa dibandingkan dengan hasil penelitian ini.
- Komponen-komponen biaya yang tidak diperhitungkan dalam penelitian ini perlu ditambahkan dalam penelitian lanjutan. Komponen-komponen

biaya yang dimaksud antara lain biaya yang timbul akibat kecelakaan, biaya parkir, dan biaya waktu.

- Penelitian ini menggunakan nilai default untuk berbagai faktor yang mempengaruhi biaya operasi kendaraan, seperti kemiringan jalan, kekasaran jalan, dan percepatan rata-rata. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk nilai-nilai default yang digunakan dalam karya tulis ini.
- Perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan biaya operasi kendaraan jenis sepeda motor dengan biaya transportasi umum, agar perencanaan transportasi umum dapat ditingkatkan dan meningkatkan daya saing angkutan umum terhadap kendaraan pribadi terutama sepeda motor.



DAFTAR PUSTAKA

Asri, Dalil Umamil & Budi Hidayat. (2005). *Current Transportation Issues in Jakarta and Its Impacts on Environment, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 1792 – 1798.

Blank, Leland T. & Anthony J. Tarquin. (2002). *Engineering Economy: Fifth Edition*, Mc Graw Hill, New York.

Departemen Pekerjaan Umum. (2005), *Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan*, Jakarta.

<http://harga-motor.com/> (2010)

Khisty, C. Jotin & B. Kent Lall. (2003). *Transportation Engineering: An Introduction*, Prentice Hall International, Inc, New Jersey.

Morlok, Edward K. (1978). *Introduction to Transportation and Planning*, Erlangga.

Setyaningsih, Anita. (2006). *Implikasi Pemanfaatan Lahan dan Manajemen Lalu Lintas Jalan terhadap Konsumsi BBM di Kota Tegal*, Universitas Diponegoro, Semarang.

Universitas Indonesia. (2008). *Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa*, Universitas Indonesia, Depok.

Widodo, Amrih Priyo. (2010). *Kajian Penutupan Perlintasan Sebidang antara Jalan Kereta Api dengan Jalan Raya pada lokasi Jalan KH. Mas Mansyur dan Jalan Abdul Syafi'ie Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta*, Universitas Gunadarma, Depok.

Lampiran: Hasil Survey Penggunaan Sepeda Motor

No.	Harga pembelian kendaraan	Pajak kendaraan	Jarak tempuh kendaraan rata-rata dalam satu hari (pulang pergi)	Waktu perjalanan kendaraan rata-rata dalam satu hari	hari dalam satu minggu melakukan perjalanan dengan menggunakan sepeda motor	V rata-rata (km/jam)	Jarak tempuh tahunan (Km/tahun)
1	13000000	140000	8	1.35	5	5.93	2080
2	12500000	130000	5	0.75	1	6.67	260
3	10000000	162500	2	0.25	5	8	520
4	13000000	130000	10	1	7	10	3640
5	10000000	110000	7	0.5	7	14	2548
6	16000000	220000	35	2.25	7	15.56	12740
7	15000000	120000	12	0.75	5	16	3120
8	13000000	125000	10	0.5	3	20	1560
9	10500000	130000	5	0.25	5	20	1300
10	12500000	220000	15	0.75	5	20	3900
11	13000000	120000	10	0.5	5	20	2600
12	13000000	120000	60	3	7	20	21840
13	12000000	130000	5	0.25	4	20	1040
14	13000000	130000	20	1	7	20	7280
15	13500000	190000	25	1.25	7	20	9100
16	11500000	135000	14	0.65	7	21.54	5096
17	13000000	130000	33	1.5	5	22	8580
18	13000000	120000	50	2	6	25	15600
19	17000000	175000	50	2	7	25	18200
20	9500000	110000	35	1.25	5	28	9100
21	12000000	120000	60	2	2	30	6240
22	15000000	189000	60	2	3	30	9360
23	12500000	175000	104	3	1	34.67	5408
24	8000000	130000	45	1.25	7	36	16380
25	12500000	120000	25	0.65	5	38.46	6500
26	10000000	120000	40	1	5	40	10400
27	13000000	125000	60	1.5	6	40	18720
28	15500000	200000	60	1.5	5	40	15600
29	15500000	244500	60	1.5	1	40	3120
30	12500000	190000	35	0.75	5	46.67	9100
31	16900000	190000	70	1.5	1	46.67	3640
32	13500000	125000	100	2	5	50	26000
33	9500000	170000	15	0.25	5	60	3900
34	16000000	220000	80	1.25	5	64	20800
35	10000000	110000	50	0.5	6	100	15600
Rata-rata	12754285	150742.86	36.43	1.21	4.91	30.12	8596.34
StDev	2205253.	38477.72	27.70	0.73	1.88	18.86	6962.77