

Kajian Submodel Biaya Operasi Kendaraan Pada Model HDM-4

Christopher Pentury¹, Idwan Santoso², Sony Sulaksono Wibowo³

¹Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

Gmail : q2phat@gmail.com

²Staf Pengajar Institut Teknologi Bndung, Jalan Ganesa No. 10 Bandung

Gmail : idwan2003@yahoo.com

³Staf Pengajar Institut Teknologi Bndung, Jalan Ganesa No. 10 Bandung

Gmail : sonyssw@si.itb.ac.id

Abstract

Vehicle operating costs (BOK) are costs incurred to own and use vehicles, consisting of fixed costs and costs of movement. Motion costs are costs incurred for using a vehicle. Savings in vehicle movement costs are calculated as benefits due to road construction and transportation policies. Therefore the process of determining transportation policy needs to consider the BOK factor. The HDM-4 model can be used to predict BOK with input characteristics of roads, vehicles, and traffic. This study compares the predictive value of BOK components by the HDM-4 with the results of the actual data collection issued by the vehicle operator. The research will be conducted on the Trans Metro Bandung DAMRI bus corridor 1 Cibeureum - Cibiru. The BOK components studied included: fuel costs, tire costs, lubricant costs (oil), spare parts costs, and maintenance wage costs. The predicted fuel cost by HDM-4 gives a value of 31% less than the actual cost. The prediction of tire costs by HDM-4 is 6% less than the actual cost. Prediction of lubricant costs by HDM-4 is 37% greater than actual costs. Calculation of the cost of parts and wages for vehicle maintenance by HDM-4 is far greater than the actual cost. The HDM-4 model need to be adjusted especially in terms of the effect of traffic congestion and vehicle idle conditions that directly affect fuel costs and other components indirectly.

Keywords: *Vehicle operating costs, HDM-4 model.*

1. PENDAHULUAN

Perhitungan BOK penting dalam penentuan kebijakan transportasi. Khusus pada transportasi darat, BOK memegang peranan penting dalam penentuan kebijakan lalu lintas maupun pembangunan jalan. Perubahan BOK merupakan salah satu akibat pembangunan jalan maupun diterapkannya kebijakan lalu lintas tertentu. Nilai BOK merupakan komponen dari biaya transportasi yang mempengaruhi tarif kendaraan angkutan umum. Nilai BOK turut menentukan besaran biaya pembelian layanan transportasi swasta oleh pemerintah.

Model HDM-4 dari *World Bank* memprediksi BOK dengan memperhitungkan karakteristik jalan, lalu lintas, dan kendaraan. Namun karena HDM disusun berdasarkan berbagai hasil penelitian dari berbagai daerah di luar Indonesia, dapat terjadi ketidaksesuaian hasil perhitungan dengan kondisi lapangan.

BOK dapat dihitung melalui pendataan yang dikeluarkan oleh pemilik kendaraan. Dengan membandingkan hasil prediksi dan perhitungan nilai komponen BOK dari model HDM-4 dengan biaya aktual kendaraan, dapat diketahui perbedaan nilai prediksi metode tersebut terhadap biaya aktual.

Berdasarkan latar belakang tersebut dirasakan perlu dilakukan kajian prediksi nilai BOK oleh model HDM-4 dibandingkan dengan pengeluaran aktual operator. Penelitian difokuskan kepada komponen biaya tidak tetap BOK yaitu konsumsi bahan bakar, konsumsi ban, konsumsi oli, konsumsi suku cadang, dan upah perawatan kendaraan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

(1) Mengetahui bagaimana prediksi BOK oleh model HDM-4 dibandingkan dengan biaya actual yang dikeluarkan operator kendaraan dan (2) mengevaluasi apa saja factor dan alasan yang dapat menyebabkan perbedaan hasil prediksi dengan biaya actual yang dikeluarkan pemilik kendaraan.

2 BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah biaya yang dikeluarkan untuk memiliki dan menggunakan kendaraan, terdiri dari biaya tetap dan biaya gerak. Biaya Tetap adalah biaya yang dikeluarkan karena memiliki kendaraan. Biaya Gerak ialah biaya yang dikeluarkan karena menggunakan kendaraan. Dalam *life cycle cost analysis*, penghematan dalam Biaya Operasional Kendaraan diperhitungkan sebagai manfaat (*benefit*) akibat dilakukannya peningkatan maupun konstruksi jalan. Sebaliknya, bilamana tidak dilakukan perawatan maupun peningkatan terhadap jalan yang ada, maka Biaya Operasional Kendaraan cenderung akan semakin tinggi dari waktu ke waktu.

Biaya Tetap Kendaraan tidak dipengaruhi intensitas penggunaan kendaraan. Sebaliknya Biaya Gerak Kendaraan bertambah seiring dengan meningkatnya intensitas penggunaan kendaraan. Selain intensitas kendaraan, komponen Biaya Gerak Kendaraan juga dipengaruhi berbagai factor. Ketika kondisi jalan raya berubah maka besar kemungkinan respons pengguna jalan akan berubah. Bilamana terjadi kemerosotan kondisi jalan raya, pengguna jalan akan bereaksi untuk meminimalkan dampak kerusakan pada biaya perjalanan mereka. Jumlah kendaraan disesuaikan dan pengguna memiliki opsi membeli kendaraan yang lebih baik, sehingga sekalipun biaya pembelian kendaraan lebih tinggi tapi biaya perawatan berkurang. Bilamana dilakukan perbaikan jalan raya, pengguna jalan akan berusaha memaksimalkan manfaat yang dapat diperoleh melalui penurunan biaya. Namun beberapa biaya operasional, misalnya biaya bahan bakar per kilometer, dapat naik - bahkan biaya pemeliharaan mungkin tidak turun secara signifikan setelah perbaikan. Peningkatan tersebut lebih kecil bila dibandingkan dengan pengurangan biaya penggunaan kendaraan akibat peningkatan jalan. Biaya operasional per unit kendaraan dapat menjadi sangat mahal saat jalan raya memburuk. Hal ini memiliki implikasi penting untuk interpretasi hasil studi biaya pengguna jalan.

Beberapa factor yang mempengaruhi biaya gerak kendaraan secara signifikan antara lain:

- Kecepatan dan percepatan kendaraan
- Geometri jalan
- Tipe Kendaraan
- Kondisi permukaan (Kekasaran dan kerusakan) jalan

Biaya Tidak Tetap BOK Model HDM

Model konsumsi bahan bakar HDM-4 menggunakan prinsip penggunaan daya kendaraan. Bahan bakar yang dikonsumsi kendaraan digunakan untuk :

- *engine Loss (Waste Heat)*,
- waktu *Standby* kendaraan (*idle*),
- daya untuk menjalankan aksesoris kendaraan, dan
- daya gerak kendaraan.

Model HDM-4 mendefinisikan kebutuhan konsumsi bahan bakar seketika ialah fungsi dari nilai terbesar diantara Total daya yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan atau total daya minimum kendaraan. Faktor utama yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar ialah :

- atribut jalan,
- lalu lintas,
- karaktersitik kendaraan.

Model HDM hanya memperhitungkan biaya konsumsi oli mesin, dan mengabaikan biaya pelumas lainnya karena nilainya sangat kecil. Model konsumsi oli pada HDM-4 menghubungkan konsumsi oli mesin dengan oli yang hilang karena operasi dan terjadinya kontaminasi oli. Kehilangan oli akibat operasi adalah fungsi dari konsumsi bahan bakar. Oli terkontaminasi adalah fungsi dari jarak penggantian oli dan kapasitas oli. Pengoperasian kendaraan yang tidak sesuai standar akan meningkatkan konsumsi oli kendaraan.

Model konsumsi ban HDM-4 didasarkan pada prinsip *slip-energy*. Slip ban adalah gerakan keliling ban relatif terhadap pelek roda. Slip-energy adalah produk dari jarak total yang dilewati oleh ban dikalikan dengan gaya horizontal pada ban. Model HDM-4 memperhitungkan factor kelengkungan kurva horizontal jalan dan factor efek interaksi lalu lintas. Biaya konsumsi ban kendaraan diperhitungkan dengan mempertimbangkan keausan karet permukaan ban dan kerusakan rangka (karkas) ban kendaraan.

Setelah mencapai masa penggunaan tertentu, kendaraan perlu dilakukan perawatan berkala untuk menjaga performa kendaraan. Dua komponen utama dalam perawatan berkala ialah biaya jasa perbaikan dan pembelian spare part kendaraan. Komponen biaya Service Kendaraan dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain: jenis kendaraan, kondisi perkerasan jalan, lengkung jalan, kecepatan, tanjakan/turunan, dan percepatan/perlambatan kendaraan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis komparativ perbandingan hasil dan metode prediksi BOK oleh HDM-4 terhadap pengeluaran actual operator kendaraan. Sebagian besar data yang

dibutuhkan untuk melakukan prediksi BOK ialah data sekunder berupa karakteristik jalan, lalu lintas, dan kendaraan. Sedangkan pengeluaran aktual komponen BOK oleh operator diperoleh dari wawancara langsung.

4. DATA INPUT HDM-4

Data input model HDM-4 untuk prediksi BOK terbagi atas 3 bagian besar yaitu: data kendaraan, karakteristik jalan, dan kondisi lalu lintas.

Data Kendaraan

Data kendaraan yang diperoleh untuk penelitian ini antara lain:

- Tipe dan harga kendaraan
- Tipe Ban
- Jenis bahan bakar dan pelumas
- Jarak tempuh kendaraan tahunan
- Jam operasional tahunan
- Umur Kendaraan
- Jumlah Penumpang, dan
- Berat kendaraan

Berdasarkan beratnya, kendaraan yang diteliti dikategorikan dalam jenis kendaraan bus besar. HDM mengklasifikasikan bus besar memiliki berat antara 7,5 – 12 ton. kendaraan DAMRI merk Hino RK8j memiliki berat 9,34 ton.

Karakteristik Jalan dan lalu lintas

Sebelum melakukan input dan perhitungan, jalan sepanjang rute Koridor 1 TMB dibagi dalam 16 segmen menurut lebar jalan dan jenis lapis permukaan jalan. Hal ini dikarenakan kedua factor tersebut tidak dapat dirata-ratakan untuk memperoleh nilai input maupun variable yang mewakili. Faktor yang menjadi input dan variable perhitungan dari prediksi BOK oleh HDM-4 antara lain:

- Kekasaran jalan (IRI)
- Lebar jalur dan tipe lajur
- Jenis perkerasan permukaan
- Geometri (vertical dan horizontal)
- Batas kecepatan pengemudi
- Hambatan samping lalu lintas
- Kedalaman tekstur permukaan jalan
- Lalu lintas harian rata-rata

5. ANALISIS DATA

Hasil prediksi 5 komponen Biaya Operasi kendaraan (bahan bakar, ban, pelumas, suku cadang, dan upah perawatan) dihitung dengan 2 metode yang berbeda

(model HDM-4, dan wawancara operator kendaraan) disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2 Nilai Perhitungan komponen BOK

Komponen BOK	Perhitungan	
	HDM-4 Rp./Km	Aktual Rp./Km
Bahan Bakar	2.417,10	3.485,33
Pelumas (oli)	102,38	75,00
Ban	260,28	277,50
Sk. Cadang	900,19	209,07
Upah	185,88	38,75
Pemeliharaan		

Perbandingan dilakukan antara hasil perhitungan model HDM-4 dengan biaya actual. Selisih tiap komponen BOK dihitung presentase terhadap biaya actual. **Tabel 3** memberikan gambaran tersebut.

Tabel 3 Perbandingan hasil Perhitungan komponen BOK

Komponen BOK	HDM-4 & Riel	
	Selisih Rp/Km	%
Bahan Bakar	1.068	31
Pelumas (oli)	27	37
Ban	17	6
Sk. Cadang	691	331
Upah	147	380
Pemeliharaan		

5.1 Analisis Biaya Bahan Bakar

Model biaya bahan bakar oleh HDM-4 memprediksi kebutuhan bahan bakar sebanding dengan kebutuhan daya kendaraan. Secara garis besar berdasarkan rumus perhitungan model HDM-4, factor yang mempengaruhi daya kendaraan antara lain:

- Konsumsi Bahan bakar minimum
 - Efisiensi konsumsi bahan bakar
 - Konsumsi bahan bakar akibat akselerasi kendaraan
- Konsumsi bahan bakar minimum dapat terjadi pada dua kondisi yaitu keadaan kendaraan diam dengan mesin yang menyala (*idle*) atau kendaraan bergerak tanpa mengeluarkan daya tambahan untuk percepatan. Dalam kedua kondisi tersebut, konsumsi bahan bakar ditentukan terutama oleh factor karakteristik kendaraan. Kondisi idle dapat terjadi akibat kemacetan maupun kesengajaan pengemudi menunggu penumpang dengan mesin menyala.

Efisiensi mesin berkurang pada tingkat pengeluaran daya yang tinggi. Pada penggunaan daya yang besar, rasio antara konsumsi bahan bakar dengan daya yang digunakan akan lebih besar dibanding pada saat penggunaan daya kendaraan yang rendah. Pada kondisi penelitian, daya kendaraan diperkirakan cukup rendah. Hal ini diindikasikan dari kecepatan kendaraan yang rendah (sekitar 30 km/jam) dengan gradient rendah hampir sepanjang sepanjang rute kendaraan. Maka efisiensi bahan bakar diperkirakan cukup tinggi.

HDM-4 memperhitungkan penggunaan daya kendaraan untuk mengatasi gaya yang menghambat (berlawanan dengan) gerak kendaraan. Gaya tersebut terdiri dari gaya Aerodinamik, tahanan gelinding roda kendaraan, gaya akibat gradient positif jalan, gaya akibat belokan jalan, dan tahanan inersia kendaraan. Gaya aerodynamic kendaraan berbanding lurus dengan proyeksi area depan kendaraan dan berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan kendaraan terhadap angin. Tahanan gelinding roda kendaraan sebanding dengan berat kendaraan. Tahanan akibat gradient jalan berbanding lurus dengan gradient jalan. Tahanan kurva jalan sebanding dengan derajat kelengkungan jalan. Tahanan inersia sebanding dengan masa efektif kendaraan dan percepatan kendaraan.

Pada kecepatan rendah, daya kendaraan lebih banyak digunakan untuk mengatasi hambatan internal mesin dan daya aksesoris kendaraan. Sedangkan jarak tempuh kendaraan (per satuan waktu) tidak signifikan karena rendahnya kecepatan kendaraan. Hal ini mengakibatkan tingginya konsumsi bahan bakar. Pada kecepatan tinggi, konsumsi bahan bakar sebagian besar digunakan untuk akselerasi dan melawan gaya aerodinamis penghambat gerak kendaraan. Pada penelitian ini, kecepatan kendaraan cenderung rendah, tidak melebihi 40 km/jam. Karena itu pengaruh kecepatan rendah terhadap konsumsi bahan bakar, lebih dominan (pada penelitian ini) dibanding pengaruh kecepatan tinggi. Kecepatan yang rendah ini diakibatkan oleh karakteristik lalu lintas yang padat. Namun karakteristik pengemudi juga mempengaruhi kecepatan kendaraan. Penelitian di lapangan mengungkapkan seringnya pengemudi menjalankan kendaraan pada kecepatan rendah sambil menunggu penumpang ataupun sekedar menjaga jarak dengan bus komersial lain di depannya.

Model HDM-4 memperhitungkan kemacetan dengan faktor d_{FUEL} yang merupakan peningkatan tambahan konsumsi bahan bakar akibat kemacetan lalu lintas. Pada penelitian ini, pengaruh kemacetan diabaikan karena tidak dapat ditentukan input yang tepat terhadap nilai yang dimaksud. Kondisi kendaraan idle pada penelitian dihitung sebesar 42%.

Tabel 4 memberikan gambaran mengenai perbandingan analisis biaya konsumsi bahan bakar.

5.2 Analisis Biaya Ban

Konsumsi ban terutama dipengaruhi oleh keausan permukaan karet ban yang mengalami kontak dengan permukaan jalan. Keausan permukaan ban dapat dipengaruhi oleh berat kendaraan, alinemen jalan, tingkat akselerasi kendaraan, dan tekstur permukaan jalan.

Keausan permukaan ban juga berbanding terbalik dengan gaya normal (NFT) pada ban. Berat kendaraan berbanding lurus dengan biaya ban. Alinemen jalan mempengaruhi tingkat keausan ban kendaraan. Semakin semakin tinggi derajat kelengkungan jalan, semakin besar sudut yang dibentuk roda dengan arah kendaraan (α), semakin tinggi nilai slip ban akibat perbedaan sudut ban dengan arah tempuh kendaraan (λ_l), semakin tinggi keausan ban yang terjadi. Kelengkungan jalan berbanding lurus dengan konsumsi ban. Tingkat keausan ban dipengaruhi tekstur permukaan dan kekasaran jalan. Semakin dalam tekstur permukaan jalan, semakin tinggi keausan ban yang terjadi.

Tingkat percepatan dan perlambatan kendaraan mempengaruhi besaran slip sirkumferensial (λ_c) searah gelinding roda. Kondisi lalu lintas jalan sangat mempengaruhi percepatan dan perlambatan kendaraan (FNC). Pada penelitian ini, factor FNC akibat kemacetan diabaikan seperti pada perhitungan konsumsi bahan bakar. Hal ini dapat menjadi salah satu penyebab perbedaan nilai prediksi HDM-4 dengan biaya konsumsi ban yang dikeluarkan operator.

5.3 Analisis Biaya Pelumas

Biaya yang dikeluarkan operator untuk konsumsi oli mesin ialah Rp. 40,10/Km, jauh lebih kecil dari prediksi biaya Pelumas (oli) oleh model HDM-4. Model HDM-4 memperhitungkan biaya oli mesin berdasarkan factor oli terkontaminasi dan factor kehilangan oli. Oli terkontaminasi dapat terjadi akibat

masuknya kotoran dari proses pembakaran maupun dari sumber eksternal (debu atau udara yang kotor). Namun dalam perhitungannya, kandungan kotoran/debu pada udara dimana kendaraan dijalankan, tidak diperhitungkan. Faktor Kontaminasi oli diperoleh dengan membagi kapasitas oli dengan frekuensi penggantian oli. Frekuensi kapasitas oli dan frekuensi (atau jarak) penggantian oli tidak diperhitungkan secara spesifik oleh model HDM-4. Sedangkan menurut penelitian di lapangan, kapasitas dan jarak penggantian oli yang menjadi penentu utama konsumsi oli (mesin) kendaraan.

Kehilangan oli diakibatkan kerusakan seal maupun kebocoran oli ke ruang pembakaran mesin. Dalam perhitungan model HDM-4, factor kehilangan oli dikalikan factor konsumsi bahan bakar. Sehingga konsumsi bahan bakar sangat mempengaruhi perhitungan model HDM-4. Kehilangan oli biasanya terjadi pada mesin kendaraan dengan umur yang sudah tua. Kendaraan bus yang diteliti senantiasa dilakukan pembaharuan kendaraan setiap 5 tahun. Hal ini meminimalisir kemungkinan terjadinya kebocoran oli ke ruang pembakaran bahan bakar.

5.4 Analisis Biaya Suku Cadang

Prediksi biaya suku cadang oleh HMD-4 berkaitan erat dengan factor kekasaran jalan (IRI) dan jarak tempuh kumulatif kendaraan. HDM-4 tidak memperhitungkan karakteristik lalu lintas maupun factor jalan lainnya dalam prediksi biaya suku cadang. Hal ini dapat menjadi penyebab tingginya nilai prediksi biaya suku cadang, karena kecepatan rata-rata kendaraan ini relative rendah. Faktor kemacetan lalu lintas dihitung berdasarkan rata-rata deviasi percepatan yang terjadi. Namun dalam penelitian ini, factor tersebut tidak diperhitungkan.

5.5 Analisis Biaya Upah Perawatan

Model HDM-4 memprediksi nilai biaya upah pemeliharaan sebagai fungsi dari konsumsi suku cadang. Prediksi biaya upah pemeliharaan berbanding lurus dengan konsumsi suku cadang. Maka factor-faktor yang mempengaruhi prediksi konsumsi suku cadang turut mempengaruhi prediksi nilai biaya upah pemeliharaan. Faktor yang mempengaruhi prediksi konsumsi suku cadang turut mempengaruhi prediksi upah pemeliharaan, seperti kekasaran jalan (IRI) dan jarak tempuh kumulatif kendaraan. Faktor kecepatan lalu lintas tidak diperhitungkan dalam prediksi oleh

oleh HDM-4. Factor ini dapat menjadi penyebab tingginya nilai prediksi biaya upah perawatan kendaraan.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan, prediksi komponen BOK oleh model HDM-4 maupun pedoman Pd T-15-2005-B belum mendekati pengeluaran aktual biaya operator kendaraan.
2. Tidak diperhitungkannya kemacetan dan karakteristik pengendara merupakan faktor utama yang menyebabkan perbedaan prediksi BOK (oleh HDM-4 maupun Pd T-15-2005-B) terhadap biaya aktual.

7. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diusulkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan lingkup jenis kendaraan yang lebih bervariasi.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh nilai input factor perubahan percepatan akibat kemacetan lalu lintas, pada model HDM-4.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh nilai pengaruh waktu idle kendaraan terhadap prediksi komponen BOK terutama biaya bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Archondo-Callao, Rodrigo. 2004. *Roads Economic Decision Model. Software User Guide & Case Studies. Sub-Saharan Africa Transport Policy Program SSATP Working Paper No. 78.*
- Archondo-Callao, Rodrigo S dan Faiz, Asif. 1994. *Estimating Vehicle Operating Costs.* World Bank Technical Paper Number 234. Washington, DC : The World Bank.
- Bennett, CR dan Paterson, WDO. 2000. *HDM-4 volume 5 A Guide to Calibration and Adaptation. The Highway Development and Management Series.* Paris : The World Road Association (PIARC) dan Washington DC : The World Bank.

- Chesher, Andrew and Harrison, Robert. 1987. *Vehicle Operating Costs*. The Highway Design and Maintenance Standards Series. Baltimore : The Johns Hopkins University Press
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta
- Hofmeyr, Melanie Kemp. 2015. *Modified Simplification of HDM-4 Methodolody For The Calculation of Vehicle Operating Cost to Incorporate Terrain and Expanded to All Vehicle Typed for Use In The Western Cape Context*. Stellenbosch University.
- Maptuhi, Azmi Chorul dkk. 2018. Kerugian Finansial Akibat Kemacetan Ditinjau dari Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Garut. ISSN : 2302-7312 Vol. 16 No.2 2018.
- Watanatada, Thawat dkk. 1987. *Volume 1 Description of the HDM-III Model*. The Highway Design and Maintenance Standards Model. Baltimore : The Johns Hopkins University Press.

Tabel 4. Perbandingan Analisis Biaya Konsumsi Bahan Bakar

No.	Faktor	Metode Perhitungan Model HDM-4	Kondisi Penelitian
1	Karakteristik Kendaraan (Kapasitas tangki bahan bakar dan Teknologi kendaraan)	Tidak diperhitungkan secara spesifik sebagai variable input	Konsumsi bbm pada kondisi idle kendaraan dipengaruhi kapasitas tangki bahan bakar dan teknologi kendaraan
2	Karakteristik Pengemudi	–	Pengemudi seringkali berhenti untuk menunggu penumpang dengan kondisi mesin menyala. Kendaraan juga jarang dimatikan mesinnya di halte ketika menunggu penumpang.
3	Efisiensi konsumsi bahan bakar ξ pada kecepatan tinggi	$IFC = \max(FC_{min}, \xi P_{tot} (1 + dFUEL))$	Kecepatan kendaraan selalu rendah, sehingga faktor efisiensi tidak berpengaruh signifikan.
4	Proyeksi Area Depan Kendaraan (AF)	$P_{tr} = F_{tr} \times v / 1000$ $F_{tr} = F_a + F_r + F_g + F_c + F_i$ $F_a = 0.5 \rho C_D A F v r^2$	
5	Kecepatan kendaraan terhadap angin (vr) Kecepatan Kendaraan (VR)	$F_a = 0.5 \rho C_D A F v r^2$	Kendaraan yang diteliti cenderung berjalan pada kecepatan rendah
6	berat kendaraan (M) (BK)	$F_r = M g C_R$ $F_g = M g \sin(\theta)$	Berat kendaraan bervariasi sepanjang perjalanan akibat naik-turunnya penumpang.
7	Gradien jalan ($\sin \theta$), Tanjakan (RR) Turunan (FR)	$F_g = M g \sin(\theta)$	Gradien jalan pada rute kendaraan yang diteliti tidak besar. Sehingga pengaruh gradien jalan terhadap konsumsi lalu lintas dan perbedaan prediksi, sangat kecil.
8	Derajat Kelengkungan jalan (Φ) Derajat tikungan (DTR)	$F_{cr} = F f \tan(\Phi)$	Derajat kelengkungan jalan pada rute kendaraan yang diteliti tidak besar. Sehingga pengaruh kelengkungan jalan terhadap konsumsi lalu lintas dan perbedaan prediksi, sangat kecil.
9	Perubahan percepatan akibat kemacetan (dFUEL) Simpangan baku percepatan (SA)	$IFC = \max(\alpha, \xi P_{tot} (1 + dFUEL))$	Kemacetan parah terjadi pada waktu siang dan sore hari.
10	Percepatan (AR)	–	Kondisi lalu lintas mengakibatkan kendaraan seringkali mengalami percepatan maupun perlambatan.