



## Analisis Biaya *Fuel Consumption* Alat Angkut *Dump Truck* dalam Aktivitas Pengangkutan *Overburden* PIT A9 PT. Mitra Abadi Mahakam Jobsite PT. Baiduri Energi

Fajar Ramadhan<sup>1\*</sup>, Harjuni Hasan<sup>2</sup>, Albertus Juvensius Pontus<sup>3</sup>, Henny Magdalena<sup>4</sup>, Ardhan Ismail<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Universitas Mulawarman, Indonesia

Universitas Mulawarman Jl. Sambaliung No 9

Korespondensi penulis: [fajar.ramadhn99@gmail.com](mailto:fajar.ramadhn99@gmail.com)<sup>1\*</sup>

**Abstract.** PT. Mitra Abadi Mahakam as a contractor operating at PT. Baiduri Energi's jobsite, especially in the Pit A9 area, faces operational challenges related to variations in haul road grades. Differences in road gradients on the overburden hauling route have the potential to cause significant differences in fuel consumption between dump truck units, which ultimately affects the overall efficiency of hauling activities. The study was conducted quantitatively with primary and secondary data requirements and through 3 stages. The study resulted in an average fuel consumption value in loaded conditions of 1.41 liters and in unloaded conditions of 0.18 liters. The average fuel ratio value in loaded conditions was 0.62 liters/second and in unloaded conditions of 0.32 liters/second. The cost of fuel consumption in loaded conditions was Rp. 4,972,800 (\$301.92) and in unloaded conditions of Rp. 2,607,360 (\$158.30)

**Keywords:** Fuel Consumption, Fuel Ratio, Fuel Cost

**Abstrak.** PT. Mitra Abadi Mahakam sebagai kontraktor yang beroperasi di jobsite PT. Baiduri Energi, khususnya di area Pit A9, menghadapi tantangan operasional terkait variasi *grade* jalan angkut. Perbedaan tingkat kemiringan jalan pada rute pengangkutan *overburden* berpotensi menyebabkan perbedaan signifikan dalam konsumsi bahan bakar antar unit *dump truck*, yang pada akhirnya memengaruhi efisiensi keseluruhan kegiatan *hauling*. Penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan kebutuhan data primer dan sekunder dan melalui 3 tahap. Penelitian tersebut menghasilkan Nilai rata-rata konsumsi bahan bakar pada kondisi bermuatan sebesar 1,41 liter dan pada kondisi tanpa muatan sebesar 0,18 liter. Nilai rata-rata *fuel ratio* pada kondisi bermuatan sebesar 0,62 liter/detik dan pada kondisi tanpa muatan sebesar 0,32 liter/detik. Biaya konsumsi bahan bakar pada kondisi bermuatan sebesar Rp. 4.972.800 (\$301,92) dan pada kondisi tanpa muatan sebesar Rp. 2.607.360 (\$158,30)

**Kata kunci:** Konsumsi Bahan Bakar, *Fuel Ratio*, Biaya Bahan Bakar

### 1. LATAR BELAKANG

PT. Mitra Abadi Mahakam sebagai kontraktor yang beroperasi di jobsite PT. Baiduri Energi, khususnya di area Pit A9, menghadapi tantangan operasional terkait variasi *grade* jalan angkut. Perbedaan tingkat kemiringan jalan pada rute pengangkutan *overburden* berpotensi menyebabkan perbedaan signifikan dalam konsumsi bahan bakar antar unit *dump truck*, yang pada akhirnya memengaruhi efisiensi keseluruhan kegiatan *hauling*.

Oleh karena itu perlu dilakukan optimalisasi *fuel consumption* pada alat angkut *heavy dump truck* dalam aktivitas pengangkutan *overburden* untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar. Penggunaan bahan bakar dapat dilihat dari *fuel ratio* untuk mengetahui perusahaan mengalami kerugian atau mendapat keuntungan yang lebih kecil jika bahan bakar yang digunakan berlebihan. *Fuel ratio* merupakan perbandingan antara total konsumsi bahan bakar

dengan total produksi, maka harus mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhinya agar penggunaan *fuel* dapat diminimalisir oleh perusahaan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Menurut Amiruddin dkk (2020), untuk menunjang kinerja peralatan mekanis maka diperlukan bahan bakar sebagai penggerak mesin, penggunaan bahan bakar haruslah sesuai dengan apa yang di tergetkan oleh perusahaan. Seiring dengan meningkatnya permintaan bahan bakar khususnya minyak, maka perlu dilakukan pengkajian terhadap penggunaan bahan bakar agar dapat mengantisipasi tingginya angka *fuel ratio* dalam aktivitas penambangan. Untuk menentukan besarnya nilai konsumsi bahan bakar minyak dalam hal ini *dump truck* dapat digunakan persamaan berikut:

$$FR = \frac{1}{LHV} \left[ \left( \frac{k \times N \times Vd}{2000} \right) + \frac{P}{n} \right] \quad (1)$$

Dengan : FR = *Fuel Ratio* (kg/s)

LHV = *Fuel Lower Heating Value* (kj/kg)

k = *Engine Friction* (kPa)

N = Kecepatan mesin (rps)

Vd = *Engine displacement* (liter)

P = Daya atau *power dump truck* (kW)

n = Efisiensi roda gandeng (%)

Pada persamaan di atas terdapat istilah *engine displacement* yang merupakan volume yang ditinggalkan oleh piston untuk melakukan satu kali pukulan piston. Nilai *engine displacement* biasanya berbeda-beda tergantung dari spesifikasi alat yang digunakan (Giannelli dkk, 2005).

Selain itu persamaan di atas juga menyebutkan mengenai *engine friction* (k) atau nilai dari gesekan mesin. *Engine friction* adalah gaya penggerak antar komponen mekanis yang ditandai dengan adanya fluida yang mengalir melewati mesin dan menyebabkan adanya gerakan secara relatif untuk menghasilkan tenaga. Perlu diketahui bahwa sekian persen dari tenaga yang dihasilkan di dalam silinder mesin biasanya akan hilang akibat faktor gesekan mesin.

Penggunaan aksesoris tambahan pada mesin biasanya juga akan mengurangi output tenaga yang dapat dihasilkan dari engkol mesin dan hal ini sering di klasifikasikan sebagai salah satu penyebab adanya tenaga yang hilang akibat faktor gesekan mesin (Giannelli dkk, 2005).

Kecepatan merupakan waktu yang dibutuhkan unit untuk dapat menempuh jarak tertentu dalam hal ini waktu yang dibutuhkan alat *hauler* untuk memindahkan *overburden* ke *disposal* dalam jarak persatuan waktu, dalam aktivitas penambangan, tinggi atau rendahnya nilai kecepatan akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan produksi unit

$$v = \frac{s}{t} \quad (2)$$

Keterangan :

v = Kecepatan (m/s)

s = Jarak (m)

t = Waktu tempuh (s)

Pada umumnya kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam satuan (%), kemiringan jalan secara keseluruhan dapat dihitung dengan rumus :

$$Grade = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

$\Delta h$  = Beda tinggi (meter)

$\Delta x$  = jarak (meter)

Biaya bahan bakar dapat dihitung dengan mengalikan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi alat dengan harga satuannya bahan bakar yang digunakan pada *heavy duty truck* adalah jenis solar, dengan pemakaian bahan bakar solar liter/jam dan harga solar Rp per liter dari segi harga untuk harga solar tidak selalu berada pada nominal yang tetap hal ini disesuaikan dengan naik turunnya harga bahan bakar jenis solar untuk pada bulan mei 2025 harga solar berada pada nominal Rp 14.000 per liter. Maka biaya bahan bakar solar yang diperlukan untuk *dump truck* adalah.

Biaya solar (Rp/jam) = Harga solar x penggunaan solar per jam

= Rp x Liter/jam

= Rp /jam (5)

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan PT. Mitra Abadi Mahakam. jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif. Data primer diantaranya travel time dan speed unit, RPM. Data sekunder diantaranya spesifikasi unit, Jam kerja efektif, payload, grade jalan dan rolling resistance. Tahap yang dilakukan dimulai dari tahap pra lapangan, tahap lapangan, dan tahap pasca lapangan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Kondisi Jalan

Pada lokasi penelitian Pit A9 terdapat dua jalan yang menghubungkan *front* area kerja menuju *disposal* yang digunakan sebagai jalur transportasi alat angkut, sehingga penulis membagi enam segment dari jalan tersebut. Adapun dua nama jalan tersebut yaitu jalan pinang dan jalan imoek. Selanjutnya dari kedua jalan tersebut ditentukan beberapa sampel untuk diamati. *Segment* jalan ini dipilih dengan memperhatikan kondisi jalan secara aktual dilapangan yang dianggap dapat mewakilkan dan menunjukkan konsumsi bahan bakar yang berpotensi berlebihan. *Segment* jalan ini memiliki total jarak sepanjang 3,028 km yang diukur secara langsung oleh penulis dibantu dengan beberapa alat bantu *handphone*, dan nilai *grade* jalan per *segment* yang telah ditentukan diperoleh dengan menggunakan *software*. Adapun pembagian *segment* jalan sebagai berikut:

**Tabel 1 Kondisi jalan**

No	Nama Jalan	Segment	Jarak (m)	Grade (%)
1	Pinang	A-A'	76,63	+9
2		B-B'	24,93	+3
3	Imoek	C-C'	69,63	+6
4		D-D'	54,03	+4
5	Imoek	E-E'	42,87	+7
6		F-F'	47,64	+1

Berdasarkan tabel diatas, jalan dibagi menjadi 2 nama jalan yaitu jalan pinang dan jalan imoek. Selanjutnya dari kedua jalan tersebut dibagi menjadi 6 segmen dengan masing masing jarak dan kemiringan. Pada segmen A-A' memiliki jarak 76,63 meter dan kemiringan jalan 9%. Pada segmen B-B' memiliki jarak 24,93 meter dan kemiringan jalan 3%. Pada segmen C-C' memiliki jarak 69,63 meter dan kemiringan jalan 6%. Pada segmen D-D' memiliki jarak

54,03 meter dan kemiringan jalan 4%. Pada segmen E-E' memiliki jarak 42,87 meter dan kemiringan 7%. Pada segmen F-F' memiliki jarak 47,64 meter dan kemiringan 1%.

## 2. *Horsepower*

*Horsepower* adalah daya yang dibutuhkan oleh alat angkut saat melintasi suatu jalur tertentu. Besarnya *horsepower* HD 785-7 dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti nilai *rolling resistance*, *total resistance*, *payload*, berat mekanis total (*gross mechanical weight*), dan kecepatan. Nilai *horsepower* tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2 Tabel hasil perhitungan *horsepower***

No	Nama jalan	Simbol	Grade (%)	<i>Horsepower</i>			
				Bermuatan		Tanpa muatan	
				HP	kW	HP	Kw
1	Pinang	A-A'	+9	1733,50	1292,67	1028,51	766,96
2		B-B'	+3	921,10	686,87	506,43	377,65
3	Imoek	C-C'	+6	1781,49	1328,46	1023,64	763,34
4		D-D'	+4	1220,72	910,29	508,93	379,51
5		E-E'	+7	1511,52	1127,15	1009,81	753,02
6		F-F'	+1	339,62	253,26	497,23	370,80

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh hasil perhitungan *horsepower* kedua jalan dengan masing-masing segmen yang telah ditentukan pada kondisi bermuatan dan pada kondisi tanpa muatan. Maka diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa *horsepower* yang dikeluarkan pada kondisi bermuatan lebih besar daripada kondisi tanpa muatan, hal ini menunjukkan bahwa pengaruh berat beban muatan yang diangkut suatu alat angkut mempengaruhi tenaga yang dikeluarkan serta tingkat kemiringan jalan yang semakin besar membutuhkan tenaga lebih besar untuk melalui setiap jalan dengan kondisi kemiringan jalan yang beragam.

## 3. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi Bahan bakar pada Kondisi Bermuatan

Penggunaan konsumsi bahan bakar pada kondisi bermuatan berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan dapat di lihat pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 3 hasil perhitungan konsumsi bahan bakar kondisi bermuatan**

Konsumsi Bahan Bakar HD Komatsu 785-7				
No	Segmen jalan	Grade (%)	Fuel ratio (liter/s)	Fuel consumption (liter)
1	A-A'	+9	0,85	2,30
2	B-B'	+3	0,46	0,89
3	C-C'	+6	0,87	1,95
4	D-D'	+4	0,60	1,24
5	E-E'	+7	0,74	1,80
6	F-F'	+1	0,18	0,28

Nilai *engine displacement* sebesar 30,48 liter yang didapatkan dari *handbook* Komatsu (lampiran B), akan menjadi acuan untuk mendapatkan nilai *engine friction* (k) dan efisiensi roda penggerak (n) berdasarkan tabel 2.1. Adapun nilai *engine friction* sebesar 220,8 kPa dan nilai efisiensi roda penggerak sebesar 42%.

#### Konsumsi Bahan Bakar Kondisi Tanpa Muatan

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar alat angkut pada kondisi tanpa muatan, terlebih dahulu ditentukan nilai *rimpull*, kecepatan unit (*travel speed*), waktu tempuh (*travel time*), serta *horsepower* pada unit yang diamati. Nilai *rimpull* diperoleh melalui proses *plotting* pada grafik performa unit HD komatsu 785-7 (Lampiran F). Setelah nilai *rimpull* diketahui, dilakukan perhitungan kecepatan dan waktu tempuh perjalanan yang dibagi berdasarkan *segment* jalan dalam kondisi tanpa muatan. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam tabel sebagai berikut:

**Tabel 4 hasil perhitungan konsumsi bahan bakar kondisi tanpa muatan**

Konsumsi Bahan Bakar HD Komatsu 785-7				
No	Segmen jalan	Grade (%)	Fuel ratio (liter/s)	Fuel consumption (liter)
1	F'-F	+1	0,11	0,08
2	E'-E	+7	0,32	0,18
3	D'-D	+4	0,30	0,13
4	C'-C	+6	0,40	0,23
5	B'-B	+3	0,25	0,06
6	A'-A	+9	0,56	0,42

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh hasil perhitungan konsumsi bahan bakar tanpa muatan dengan masing-masing segmen beserta nilai kemiringan jalan yang telah ditentukan. Maka diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar yang dikeluarkan pada setiap segmen berbeda, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai kemiringan jalan yang dilalui alat angkut maka semakin besar pengeluaran bahan bakar solar suatu alat dan sebaliknya semakin rendah nilai kemiringan jalan maka konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan semakin kecil atau dapat diminimalisir.

#### 4. Biaya Konsumsi Bahan Bakar

*Fuel cost HD 785-7*

##### 1. Fuel cost pada kondisi bermuatan

Setelah dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar pada kondisi bermuatan dan tanpa muatan, maka dapat dihitung biaya konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan sebagai berikut :

**Tabel 5 hasil perhitungan *fuel cost* bermuatan**

Konsumsi solar HD Komatsu 785-7 (liter)						
NO	SIMBOL	GRADE	FR (liter/S)	FR (liter/jam)	FC (Rp)	FC (\$)
1	A-A'	9%	0,85	51,0	Rp1.142.400	69,36
2	B-B'	3%	0,46	27,6	Rp618.240	37,54
3	C-C'	6%	0,87	52,2	Rp1.169.280	70,99
4	D-D'	4%	0,60	36,0	Rp806.400	48,96
5	E-E'	7%	0,74	44,4	Rp994.560	60,38
6	F-F'	1%	0,18	10,8	Rp241.920	14,69
Total				222	Rp4.972.800	301,92

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh besaran biaya konsumsi bahan bakar alat angkut yang dikeluarkan per tiap *segment* jalan dengan masing-masing nilai *grade* jalan yang di amati oleh penulis. Pada kondisi bermuatan diperoleh *fuel ratio* yang dapat digunakan untuk menghitung *fuel cost* suatu unit. Pada *segment A-A'* *fuel ratio* sebanyak 51,0 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$69,36. Pada *segment B-B'* *fuel ratio* sebanyak 27,6 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$37,54. Pada *segment C-C'* *fuel ratio* sebanyak 52,2 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$70,99. Pada *segment D-D'* *fuel ratio* sebanyak 36,0 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar

\$48,96. Pada *segment E-E'* *fuel ratio* sebanyak 44,4 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$60,38. Pada *segment F-F'* *fuel ratio* sebanyak 10,8 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$14,69. Maka dihasilkan total biaya keseluruhan pada kondisi bermuatan sebesar Rp4.972.800 (Empat juta sembilan ratus tujuh puluh dua ribu delapan ratus rupiah) dengan harga dollar sebesar \$301,92.

## 2. *Fuel cost* pada kondisi tanpa muatan

Setelah dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar pada kondisi bermuatan, maka dapat dihitung biaya konsumsi bahan bakar tanpa muatan yang dikeluarkan sebagai berikut :

**Tabel 6 hasil perhitungan fuel cost tanpa muatan**

Konsumsi solar HD Komatsu 785-7 (liter)						
NO	SIMBOL	GRADE	FR (liter/S)	FR (liter/jam)	FC (Rp)	FC (\$)
1	A'-A	9%	0,56	33,6	Rp752.640	45,70
2	B'-B	3%	0,25	15,0	Rp336.000	20,40
3	C'-C	6%	0,40	24,0	Rp537.600	32,64
4	D'-D	4%	0,30	18,0	Rp403.200	24,48
5	E'-E	7%	0,32	19,2	Rp430.080	26,11
6	F'-F	1%	0,11	6,60	Rp147.840	8,98
Total			116,4		Rp2.607.360	158,30

Pada kondisi tanpa muatan diperoleh *fuel ratio* yang dapat digunakan untuk menghitung *fuel cost* suatu unit. Pada *segment F'-F* *fuel ratio* sebanyak 6,60 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$8,98. Pada *segment E'-E* *fuel ratio* sebanyak 19,2 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$26,11. Pada *segment D'-D* *fuel ratio* sebanyak 18,0 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$24,48. Pada *segment C'-C* *fuel ratio* sebanyak 24,0 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$32,64. Pada *segment B'-B* *fuel ratio* sebanyak 15,0 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$20,40. Pada *segment A'-A* *fuel ratio* sebanyak 33,6 liter/jam sehingga diperoleh biaya bahan bakar sebesar \$45,70. Maka dihasilkan total biaya keseluruhan pada kondisi tanpa muatan sebesar Rp2.607.360 (Dua juta enam ratus tujuh ribu tiga ratus enam puluh rupiah) dengan harga dollar sebesar \$158,30.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh besaran biaya konsumsi bahan bakar alat angkut pada kondisi bermuatan dan tanpa muatan yang dikeluarkan per tiap *segment* jalan dengan masing-masing nilai *grade* jalan pada jarak total 3,028 km yang di amati oleh penulis.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Biaya konsumsi bahan bakar pada kondisi bermuatan sebesar Rp. 4.972.800 (\$301,92) dan pada kondisi tanpa muatan sebesar Rp. 2.607.360 (\$158,30). Sebaiknya terus di tingkatkan maintenance jalur jalan angkut HD 785-7 sehingga *fuel consumption* dan *fuel cost* dapat terkontrol dengan baik.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen yang telah membimbing, mengarahkan serta memberi saran kepada penulis dalam penyusunan jurnal ini. Terima kasih juga kepada PT. Mitra Abadi Mahakam yang telah mewadahi penulis selama melaksanakan penelitian serta kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis disebutkan satu persatu.

## DAFTAR REFERENSI

- Amiruddin, F., Uyu, S., & Riswan. (2020). Analisis kegiatan produktivitas terhadap fuel ratio alat angkut dan alat gali muat pada Pit 2 PT Pro Sarana Cipta. *Jurnal Himasapta*, 5(2), 41–46. Banjarmasin. ISSN 2527-4619.
- Attari, M. Y. N., Babak, E., & Torkayesh, A. E. (2021). Fuel consumption in mining industry using partial least squares structural equation modeling approach. *International Journal of Energy*. Emerald Publisher.
- Budi Setiyana. (2013). Analisis pengaruh tekanan dan beban pada ban tipe radial terhadap rolling resistance kendaraan penumpang. *Departemen Teknik Mesin Universitas Diponegoro*, 53(9), 1689–1699.
- Giannelli, R. A., Nam, E. X., Helmer, K., Younglove, T., et al. (2005). Heavy-duty diesel vehicle fuel consumption modeling based on road load and power train parameters. *SAE Technical Paper 2005-01-3549*. <https://doi.org/10.4271/2005-01-3549>
- Himawan, A., Nurhakim, & Annisa. (2020). Analisis optimalisasi fuel ratio peralatan mekanis dalam aktivitas penggalian dan pengangkutan overburden PT Madhani Talatah Nusantara. *Jurnal Himasapta*, 4(2), 77–80. Banjarmasin. ISSN 2527-4619.
- Kementerian ESDM. (2018). *Kepmen ESDM 1827 K: Pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik*.
- Komatsu. (2009). *Specification and application handbook* (Ed. 30). Japan.
- Magdalena, H. (2019). *Diktat evaluasi ekonomi tambang*. Samarinda.

- Mushawir, M., Hasan, H., & Magdalena, H. (2022). Optimasi konsumsi fuel dump truck terhadap pengaruh grade jalan pada aktivitas penambangan pada PT. Pamapersada Nusantara Kecamatan Sangatta Utara Kabupaten Kutai Timur. *Mineral*, 7(2), 8–13. <https://doi.org/10.33019/mineral.v7i2.3338>
- Octariando, R. (2015). Pengaruh grade jalan terhadap konsumsi bahan bakar minyak (solar) pada dump truck di PT. Bukit Baiduri Energi Kutai Kartanegara Kalimantan Timur (Skripsi tidak dipublikasikan). Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Octaviani, B. P. (2020). Analisa kewajaran atas penggunaan bahan bakar pada alat gali-muat dan alat angkut menggunakan uji dua-ujung PT. Bara Tabang (Bayan Group). *Prosiding TPT XXXIX Perhapi*.
- Partanto, P. (1996). *Pemindahan tanah mekanis*. ITB.
- Partanto, P. (2000). *Pemindahan tanah mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan ITB.
- Rochmanhadi. (1990). *Pengantar dan dasar-dasar pemindahan tanah mekanis PTM*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi. (1992). *Kapasitas dan produksi alat-alat berat*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Wong, J. Y. (2001). *Theory of ground vehicle*. John Wiley & Sons, Inc.