

Perhitungan Rencana Kebutuhan Bahan Bakar Solar *Dumptruck* Nissan Diesel CWA 260MX di Tambang Andesit PT Gunung Lagadar Abadi di Desa Lagadar, Kecamatan Marga Asih Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Calculation of Diesel Fuel Consumption for *Dumptruck* Nissan Diesel CWA 260MX PT Gunung Lagadar Abadi in Lagadar Village, Marga Asih District, Bandung Regency, West Java Province

¹Andrianto Setiadi, ²Dono Guntoro, ³Yuliadi.

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹andriandreey@gmail.com, ²dono_guntoro@yahoo.com, ³yuliadi_ms@yahoo.com

Abstract. Fuel consumption for Nissan Diesel CWA 260MX can be affected by several factors, one of them is road hauling. Road hauling has a important role in masterplaning of fuel efficiency use. Based on research at the mineplan map there are some road segments have not match the calculation wide straight road and wide road on a bend. According to "AASHTO 1965" the minimum width of the straight 10,625 m, while for the minimum width of the road bend is 17,8 m. The optimum ability of vehicle to climb is 15%. This calculation based on the ability to overcome rimpull. The optimum superelevation is 0,05⁰ in order to pass the bend conveyence with maximum speed, based on the width of the road created, cross section that have be made at 24 cm. Carrying material can be classified to medium hard rock that has carrying capacity of soil 97648,55 kg/m². Travel time with empty load vehicle is 76,02 seconds with long road 687,78 metre and with full capacity at 87,65 seconds. With fuel consumption for once cycle time 1,0616 litre/rotate or 11,34 litre/hour. Diesel fuel efficiency can be affected by several parameters specifcly is power, payload, environment and driving skill.

Keywords: Fuel Consumption, Road Geometry, Power, *Dumptruck*.

Abstrak. Penggunaan bahan bakar solar pada *dumptruck* Nissan Diesel CWA 260MX dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah jalan angkut tambang. Geometri jalan memiliki peranan penting dalam perencanaan kebutuhan bahan bakar alat angkut. Berdasarkan hasil pengamatan pada peta rencana penambangan terdapat beberapa segmen jalan yang rancangan geometri jalan belum optimal terutama pada lebar jalan lurus dan lebar jalan saat tikungan. Berdasarkan "AASHTO 1965" lebar jalan lurus minimal 10,625 m dan lebar jalan tikungan minimal 17,8 m. Kemampuan optimal alat untuk mengatasi tanjakan adalah 15% berdasarkan perhitungan rimpul alat terhadap hambatan dan kemiringan, serta superelevasi pada tikungan sebesar 0,05⁰ agar alat dapat berbelok dengan kecepatan optimal dan kemiringan melintang dibuat sebesar 24 cm. Daya dukung jalan diklasifikasikan sebagai batuan sedang hingga keras yang dapat menahan beban hingga 97648,55 kg/m². Waktu tempuh ketika alat tanpa muatan adalah 76,02 detik dan dengan muatan penuh memerlukan waktu 87,65 detik dengan jarak tempuh sejauh 687,78 meter. Dengan konsumsi bahan bakar 1,0616 liter/ritase atau 11,34 liter/jam. Konsumsi bahan bakar dapat dipengaruhi oleh banyak faktor tetapi faktor yang sangat menentukan adalah, tenaga mesin, muatan, lingkungan dan cara berkendara.

Kata Kunci : Konsumsi Bahan Bakar, Geometri Jalan, Daya, Truk Jungkit.

A. Pendahuluan

Secara umum jalan angkut berfungsi untuk menunjang proses pengangkutan, dimana geometri jalan angkut harus diperhatikan, terutama lebar jalan, kemiringan jalan serta daya dukung jalan untuk menahan beban. Sebelum menentukan geometri jalan angkut maka terlebih dahulu harus diketahui alat angkut yang akan melaluinya. Alat angkut tidak dapat

beroperasi secara optimal dikarenakan kondisi jalan angkut yang sempit, tanjakan yang curam, permukaan jalan yang licin, daya dukung jalan terhadap beban yang rendah hingga kemampuan alat angkut dalam mengatasi *rimpull* yang terlalu besar, sehingga akan mempengaruhi waktu tempuh dalam proses pengangkutan. Waktu tempuh yang lebih lama akan mengakibatkan penggunaan bahan bakar per ritase yang

lebih besar. Serta keadaan geometri jalan angkut dapat mempengaruhi daya yang dibutuhkan mesin alat angkut. Oleh sebab itu geometri jalan angkut harus sesuai dengan standar yang ditetapkan agar alat angkut dapat bergerak dengan normal dan optimal. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap penggunaan bahan bakar adalah jarak dari *dumping point* menuju *loading point*, *payload*, kecepatan alat dan topografi lokasi penambangan. Dikarenakan bahan bakar menjadi salah satu parameter yang berpengaruh terhadap dalam *operating cost*. Maka dengan adanya parameter tersebut diperlukan perencanaan geometri jalan angkut untuk mendapatkan suatu perhitungan kebutuhan bahan bakar yang dapat digunakan sebagai acuan ketika tambang beroperasi.

Proses pengangkutan merupakan salah satu kegiatan yang membutuhkan sekitar 20% biaya produksi sehingga pengoptimalan pada beberapa sektor dapat menghasilkan efisiensi dalam estimasi kebutuhan bahan bakarnya. Identifikasi masalah yang dapat diamati, yaitu:

Keadaan topografi dan peta rencana *layout* tambang.

Target produksi.

Penentuan jenis dan spesifikasi alat angkut.

Kemampuan mengangkut material (*payload*).

Penentuan geometri jalan angkut tambang.

Material perkerasan jalan yang digunakan.

Waktu tempuh alat angkut dari *loading point* menuju *dumping point*.

Proyeksi kebutuhan bahan bakar yang digunakan alat angkut.

B. Landasan Teori

Penggunaan bahan bakar pada setiap kendaraan untuk menjalankan

suatu pekerjaan berbeda-beda sesuai berat material yang dipindahkan. *Fuel Ratio* yaitu suatu nilai rasio perbandingan penggunaan bahan bakar per jam (Liter/jam) dengan produksi yang dihasilkan per jam (LCM/jam). Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi dalam pembakaran bahan bakar pada suatu kendaraan, yaitu:

1. Kemiringan jalan
2. Jarak angkut
3. Berat material yang di angkut
4. *Cycle Time* alat

Nilai *fuel ratio* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$FR = \frac{FC}{P}$$

Ket: FR = *Fuel Ratio* (Liter/LCM)

FC = Konsumsi bahan bakar (L)

P = Produksi (LCM)

Penggunaan bahan bakar adalah kebutuhan dari setiap mesin pada suatu kendaraan. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Jarak angkut,
2. Kemiringan jalan,
3. Berat kendaraan,
4. Kecepatan,
5. Percepatan kendaraan,
6. Tahanan gulir,
7. Tahanan aerodinamis,
8. Sikap operator dan
9. Perawatan kendaraan

Di setiap industri pertambangan yang berskala besar sering mengangkut material lepas dengan jarak yang sangat jauh setiap tahun, sehingga bahan bakar adalah faktor penting dalam memperhitungkan biaya untuk setiap alat angkut. Kebutuhan bahan bakar menjadi perhitungan penting dalam memperhitungkan keuntungan dalam bisnis pertambangan. Dalam menghitung kebutuhan setiap bahan bakar dapat ditentukan dengan persamaan (*Sahoo, Santanu, Benerje, 2010*). Dengan memasukan parameter-parameter dari produsen kendaraan. Untuk menentukan besarnya konsumsi

bahan bakar dalam (kg/jam), dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m = m_a + m_k$$

Keterangan:

m = Masa pada konsumsi bahan bakar (kg/jam)

m_a = Masa pada konsumsi bahan bakar saat membawa material (kg/jam)

m_k = Masa pada konsumsi bahan bakar saat tanpa material (kg/jam)

Dalam menghitung nilai m_a dan m_k di tentukan dari rumus sebagai berikut:

$$m_a + m_k = (P_a \times BF_a) + (P_k \times BF_k)$$

$$P_a = V_a \times (a \times V_a^2) + (b \times Wl)$$

$$P_k = V_k \times (a \times V_k^2) + (c \times We)$$

Keterangan:

P_a = Tenaga yang dibutuhkan saat mengangkut material (kW)

P_k = Tenaga yang dibutuhkan saat tidak mengangkut material (kW)

BF_a = *Brake Spesific Fuel Consumption* saat membawa material (gram/kW.jam)

BF_k = *Brake Spesific Fuel Consumption* ketika tanpa material (gram/kW.jam)

V_a = Kecepatan angkut rata-rata dari *loading point* ke *dumping point* (m/s)

V_k = Kecepatan angkut rata-rata dari *dumping point* ke *loading point* (m/s)

a,b,c = Konstanta

Wl = Berat kendaraan saat bermuatan material (kg)

We = Berat kendaraan kosong (kg)

Untuk mencari konstanta a, b, c dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$a = 0.5 \times Cd \times \rho \times A_f$$

$$b = (g \times \cos \theta \times (f \times Crr)) + (g \times \sin \theta)$$

$$c = (g \times \cos \theta \times (f \times Crr)) - (g \times \sin \theta)$$

Keterangan :

Cd = Koefisien hambatan aerodinamis

ρ = Density udara (Kg/m³)

A_f = Luas bag. depan kendaraan (m²)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

θ = Sudut kemiringan jalan (°)

f = Koef. gesekan ban dengan jalan

Crr = Koefisien tahanan gulir

$$BF_a = \frac{r_a}{P_a}$$

$$BF_b = \frac{r_b}{P_b}$$

Keterangan :

r = Laju konsumsi bahan bakar (gram/jam)

P = Tenaga yang dihasilkan mesin (kW)

Rumus – rumus tersebut dapat menghitung kebutuhan bahan bakar setiap ritase alat angkut (gram/jam). Untuk memperoleh nilai konsumsi bahan bakar per jam alat angkut dihitung dengan menggunakan per ritase terhadap jumlah ritase jam alat angkut. Hasilnya dibagi dengan densitas bahan bakar, sehingga didapatkan konsumsi bahan bakar per jam.

$$FC = \frac{m \times \frac{60}{Ca}}{FD}$$

Ket :

FC = *Fuel Consumption* (Liter/jam)

m = masa konsumsi bahan bakar (kg/jam)

Ca = *Cycle Time* alat angkut (menit)

FD = *Fuel density* (gr/Liter)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Perhitungan kebutuhan bahan bakar alat angkut untuk setiap segmen jalan didapatkan dari hasil kali persentase daya setiap segmen terhadap penggunaan bahan bakar diketahui hasil tes pabrikan Nissan CWA 260MX dengan metode ECE R40 didapatkan hasil 3 km/liter atau 33,33 Liter/100km dengan fuel density 0,741 kg/L. Saat keadaan kosong kecepatan rata-rata didapat 9,45 m/s atau 34,02 km/h sehingga apabila dikonversikan dalam kg/jam adalah sebagai berikut:

Fuel Consumption Teoritis

$$= \frac{33,33 \text{ L}}{100 \text{ km}} \times 0,741 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} = 0,247 \frac{\text{kg}}{\text{km}}$$

$$= 0,247 \text{ kg/km} \times 34,02 \text{ km/h}$$

$$= 8,40294 \text{ kg/h} \sim 11,34 \text{ L/h}$$

Cycle Time = Waktu tempuh isi + Waktu tempuh kosong

$$= 87,65 + 76,025$$

$$= 163,68 \text{ detik} \sim 2,728 \text{ menit}$$

FC Ritase Teoritis = 11,34 L/h : 60 menit
 = 0,189 L/menit
 = 2,728 menit x 0,189 L/menit
 = 0,5156 L/rit (Kosong)

Perhitungan bahan bakar terhadap daya yang di hasilkan dapat dihitung dengan cara menghitung banyaknya massa bahan bakar persatuan waktu di bagi dengan daya yang dihasilkan oleh mesin. Untuk perhitungan SFC dapat dihitung seperti perhitungan di bawah ini, (*Specific gravity fuel diesel* = 0,826 gr/ml)

$$\text{Massfuel (Mf)} = \frac{\text{Sgf} \times \text{Vf}}{\text{tf}} \times 3.600$$

$$= \frac{0,826 \times 0,0745}{10,73} \times 3.600 = 20.650,28 \text{ gr/jam}$$

$$\text{SFC} = \frac{\text{Mf}}{\text{P}}$$

$$= \frac{20.650,28 \text{ gr/jam}}{34,555+8,966} = 474.4847 \frac{\text{gr}}{\text{KW}} \text{ jam}$$

Perhitungan waktu rencana produksi penambangan untuk mendapatkan waktu kerja efektif sehingga diketahui lamanya kerja alat angkut. Dilakukan dengan beberapa parameter kegiatan.

Waktu kerja yang dimaksud adalah waktu yang berlaku pada area penelitian untuk melaksanakan kegiatan penambangan, yaitu penggalian, pemuatan, pengangkutan, dan penimbunan baik lapisan penutup dan batu andesit. Waktu kerja yang digunakan adalah 9 jam/*shift* dan 1 *shift*/hari.

Target produksi rata-rata batu andesit yang ingin dicapai adalah 222.704,2 LCM/tahun dengan natural density 2,55 ton/m³ dan menggunakan 3 unit *dumpruck* dengan kapasitas masing-masing 20 ton.

Untuk memenuhi target produksi digunakan 3 alat angkut (*dumpruck*) dan satu alat muat. Sehingga didapat jumlah ritase alat dan kebutuhan bahan bakar untuk memenuhi target produksi.

Ritase= Total material/jam : (jumlah alat muat x kapasitas *dumpruck* x

jumlah truk)
 = 344,77 ton/jam : (1 x 20 ton x 3)
 = 5,75 ritase/jam
 = 5,75 ritase/jam x 6,1 jam x 300 hari = 10.515,44 ritase/tahun/truk

Bahan bakar per tahun untuk 3 *dumpruck* adalah

Bahan bakar = ritase setahun per truk x jumlah *dumpruck* x bahan bakar per ritase
 = 10.515,44 x 3 x 1,0616
 = 33.489,56 liter

Untuk tahun berikutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 8. Kebutuhan Bahan Bakar per Tahun

Ritase /Tahun/Truk (Ritase)	Fuel Consumption /Truk / Tahun (Liter)	Total Fuel Consumption (Liter)
10.515,44	11.163,19	33.489,56
10.833,25	11.500,58	34.501,73
11.806,50	12.533,78	37.601,34
11.815,00	12.542,80	37.628,41
11.467,39	12.173,78	36.521,35

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa poin kesimpulan yaitu:

1. Geometri jalan angkut direncanakan dengan berbagai parameter maka ukuran dan bentuk jalan adalah sebagai berikut:
 - a. Panjang jalan = 687,78 m
 - b. Lebar minimum jalan lurus angkut dua jalur = 10,625 m
 - c. Lebar minimum jalan tikungan angkut dua jalur = 17,8 m
 - d. *Superelevasi* optimum = 0,05⁰
 - e. *Cross section minimal* = 24 cm
 - f. Beban roda depan terhadap

- jalan = $67.149,04 \text{ kg/m}^2$
- g. Beban roda depan terhadap jalan = $67.148,70 \text{ kg/m}^2$
 - h. Daya dukung jalan = $97.648,55 \text{ kg/m}^2$
 - i. Persen kemiringan optimum = $<16\%$
 - j. Persen kemiringan rata-rata = $7,82\%$
2. Hambatan jalan yang harus dihadapi oleh alat angkut didapat dari hasil perhitungan dan simulasi terhadap panjang dan bentuk jalan angkut maka didapat sebagai berikut:
 - a. *Rolling resistance* jalan = 2%
 - b. *Grade* jalan maksimum = 15%
 - c. *Grade resistance* bermuatan = $520 \text{ lbs per } 1\% \text{ grade}$
 - d. *Grade resistance* kosong = $120 \text{ lbs per } 1\% \text{ grade}$
 - e. *Rolling resistance* bermuatan = $2.600 \text{ lbs} \sim 1.179,34 \text{ kg}$
 - f. *Rolling resistance* kosong = $600 \text{ lbs} \sim 272,15 \text{ kg}$
 - g. *Acceleration resistance* = $520 \text{ lbs} \sim 235.87 \text{ kg}$
 - h. *Acceleration resistance* kosong = $120 \text{ lbs} \sim 54,43 \text{ kg}$
 - i. *Total resistance* maksimum kosong = $2.674,29 \text{ lbs} \sim 1.213,04 \text{ kg}$
 - j. *Total resistance* maksimum bermuatan = $1.760 \text{ lbs} \sim 798.32 \text{ kg}$
 3. *Rimpull* dan efisiensi mesin yang dihasilkan oleh alat angkut berdasarkan kondisi lingkungan dan geometri jalan angkut maka dihasilkan sebagai berikut:
 - a. *Rimpull* maksimum
 - b. = $25.185,68 \text{ lbs} \sim 11.424.03 \text{ kg}$
 - c. *Rimpull* minimum = $1.992,54 \text{ lbs} \sim 903.80 \text{ kg}$
 - d. Efisiensi mesin teoritis = 51%
 4. Daya yang dibutuhkan alat angkut untuk melewati jalan angkut berdasarkan kondisi lingkungan, bahan bakar yang digunakan dan geometri jalan angkut maka didapat sebagai berikut:
 - a. Daya yang dihasilkan Nissan Diesel CWA 260MX = 190 Kw
 - b. Kebutuhan daya kosong maksimum = $10,432 \text{ Kw}$
 - c. Kebutuhan daya bermuatan maksimum = $1,482 \text{ Kw}$
 5. Waktu Tempuh yang didapat dari hasil perhitungan dan simulasi terhadap panjang dan bentuk jalan angkut maka didapat sebagai berikut:
 - a. Waktu tempuh kosong = $76,02 \text{ detik}$
 - b. Waktu tempuh bermuatan = $87,65 \text{ detik}$
 - c. Waktu tempuh ritase = $163,67 \text{ detik}$
 6. Konsumsi bahan bakar berdasarkan parameter lingkungan dan kondisi jalan didapat sebagai berikut:
 - a. Konsumsi bahan bakar kosong = $0,5156 \text{ liter/ritase}$
 - b. Konsumsi bahan bakar bermuatan = $0,5460 \text{ liter/ritase}$
 - c. Konsumsi bahan bakar ritase = $1,0616 \text{ liter/ritase}$
 - d. Konsumsi bahan bakar per satuan waktu = $11,34 \text{ liter/jam}$
 - e. Massa bahan bakar rata-rata (MF) = $23853,43 \frac{\text{gr/jam}}{\text{segmen}}$
 - f. *Specific Fuel Consumption* rata-rata (SFC) = $1541,48 \frac{\text{gr/Kw/jam}}{\text{segmen}}$

g. g Jumlah ritase alat angkut rata-rata per tahun
 = 11.287,52
 ritase/tahun/trukh.

Konsumsi bahan bakar alat angkut rata-rata per tahun = 35.948,48 liter/tahun

E. Saran

Penggunaan bahan bakar dapat dipengaruhi beberapa faktor maka dari itu saran di bawah ini diharapkan dapat meminimalisir faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar.

1. Perawatan jalan secara rutin sehingga kondisi jalan selalu prima dan alat angkut dapat berjalan dengan lancar
2. Menggunakan bahan bakar sesuai spesifikasi mesin sehingga dapat meningkatkan tenaga dan memperpanjang umur mesin alat angkut
3. Perawatan kendaraan secara berkala sesuai jarak yang ditempuh sehingga efisiensi mesin terus terjaga dan umur kendaraan dapat dioptimalkan
4. Memasang rambu-rambu lalu lintas untuk membantu operator memahami kondisi jalan dan dapat berkendara dengan aman
5. Selalu utamakan faktor keamanan dan keselamatan dalam mengoperasikan alat angkut dan patuhi aturan yang berlaku

Daftar Pustaka

Anonim, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2001. A policy on Geometric Design Of Highway And Streets. American Association of State Highway and Transportation Officials, United States of America.

Clemen, George dkk. 1975 "Capital and Operating Cost Estimating System", Bureau of mines. Colorado.

Firdaus, Riki. 2012 "Analisis Fuel Burning Rate Pada Truck Liebherr T282E", Skripsi Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Partanto. 1993. "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Sahoo, Lalit K, Santanu and R. Banerjee. 2010, "Energy Performance of Dumptruck in Open Cast Mine", Department of Energy. Bombay

Suganda, 1971. "Aerodynamics Resistance for Vehicles", Skripsi Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Reif, K. 2014. "Basics Principles Of Vehicle Dynamics", Springer.

Simatupang, Maragin, dkk, "Pengantar Pertambangan Indonesia", Asosiasi Pertambangan Indonesia.

US Army, 1986, "Organizational Maintenance", Volume 1 of 3. Alderman Library, West Virginia.

Wedhanto, Sonny, 2009, "Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, Malang.