

MODIFIKASI *VESSEL* NISSAN CWB45-ALDN45 UNTUK PENINGKATAN KAPASITAS ANGKUT UNIT TRUK

Herman Budi Harja, Adhitya Sumardi, Luthfi

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
 Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135
 Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649
 Email: h_b.harja@polman-bandung.ac.id

Abstrak

Pada industri pertambangan, kegiatan pemindahan hasil tambang sangat berpengaruh terhadap nilai *production rate* perusahaan. Selain rekayasa pada rute lalu lintas pemindahan, rekayasa kapasitas unit alat angkut truk dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas angkut hasil tambang. *Vessel* merupakan salah satu komponen kendaraan angkut khusus seperti pada truk, berbentuk bejana terbuka dan berfungsi sebagai wadah pengangkut material pasir, batu bara ataupun hasil tambang lainnya. Makalah ini memaparkan kajian modifikasi *tipper vessel* nissan cwb45-aldn45 dalam rangka peningkatan kemampuan kapasitas unit angkut. Pada penelitian ini dibahas mulai dari tahapan penentuan besar kenaikan kapasitas angkut, identifikasi spesifikasi teknik sistem *loading_unloading vessel* hingga perhitungan analisa statis dan perhitungan simulasi software khususnya pada *tipping gear* dan *pin hinge bracket* untuk memastikan fisibilitas *load* yang memungkinkan masih mampu diterima konstruksi. Modifikasi yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan konstruksi ke arah atas setinggi 350mm dapat meningkatkan kapasitas angkut sebesar 23% dari kapasitas angkut awal 22m³. Selain itu, setelah modifikasi *vessel* dilakukan *tipping gear* dan *pin hinge bracket* mampu menerima *load*.

Kata kunci: *kapasitas angkut, modifikasi vessel, load ripping gear dan pin hinger bracket.*

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi sumber energi batubara yang cukup tinggi yaitu 19.3 miliar ton, dan hal ini mendukung program Blueprint Pengelolaan energi Nasional 2006-2030 yaitu pengalihan pemanfaatan energi kepada alternatif sumber energi lain sehingga tahun 2015 ketergantungan Negara Indonesia terhadap minyak sudah berkurang [1]. Terkait hal tersebut banyak perusahaan pertambangan batubara meningkatkan kinerjanya mulai dari eksplorasi hingga distribusi (pemindahan) batubara untuk memenuhi demand kebutuhan batubara sebagai sumber energi pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).

Pada industri pertambangan. Alat angkut berfungsi sebagai pemindah hasil tambang dari suatu tempat ke tempat lain. Kegiatan pemindahan hasil tambang sangat berpengaruh terhadap nilai *production rate* perusahaan, dimana produktivitas pemindahan ditentukan oleh 2 faktor yaitu (1) waktu tempuh yang ditentukan rute dan hambatan lalu lintas; (2) Kapasitas jenis kendaraan [2].

Pada industri pertambangan yang alat angkutnya menggunakan kendaraan unit truk. Upaya untuk meningkatkan produktivitas pemindahan hasil tambang, selain dilakukan melalui rekayasa pada rute lalu lintas pemindahan, juga rekayasa kapasitas unit alat angkut yaitu dengan penambahan volume *vessel* truk. *Vessel* merupakan salah satu komponen kendaraan angkut khusus seperti pada truk, berbentuk bejana terbuka dan berfungsi sebagai wadah pengangkut material seperti pasir, batu bara ataupun hasil tambang lainnya.

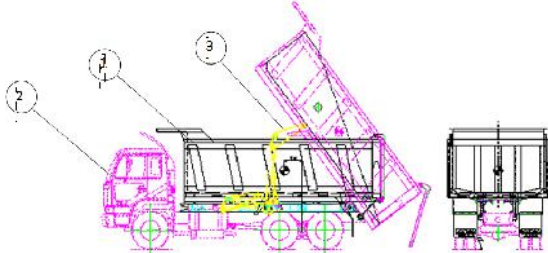
Beberapa aspek yang diperhatikan pada penentuan dimensi *vessel* adalah komponen penyusun, dinamika kendaraan, fenomena fisik (infrastruktur jalan/ lintasan dan jenis muatan) dan kebutuhan pelanggan (jenis *head truck*) [3].

Pada makalah ini dikhususkan untuk memaparkan kajian mengenai modifikasi *tipper vessel* nissan cwb45-aldn45 dalam rangka peningkatan kapasitas unit angkut.

2. Metodologi

2.1 Tipper vessel dan truk Nissan cw45-aldn 6x4

Kendaraan truk Nissan cw45-aldn 6x4 adalah jenis truk pengangkut bahan tambang tipe medium vessel seperti *dump vessel* atau *tipper vessel*, dengan dimensi tinggi 2.870mm, panjang 7800mm dan lebar 2490mm.

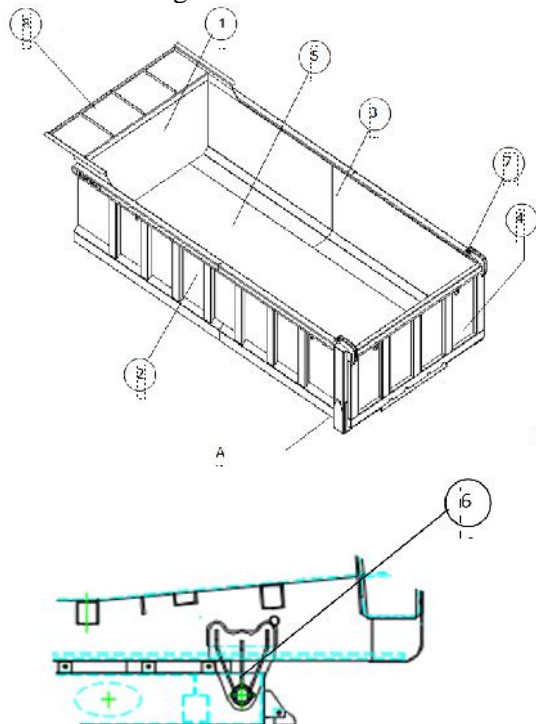


Gambar 1. *Tipper vessel* Truk Nissan cw45 aldn 6x4

Tabel 1. Nama bagian *Tipper vessel* Truk Nissan

No	Nama bagian
1	<i>Tipper vessel</i> 22 m ³ PATRIA
2	Nissan truck cw45 aldn 6x4
3	<i>Tipping gear</i> shinmaywa KRM-201

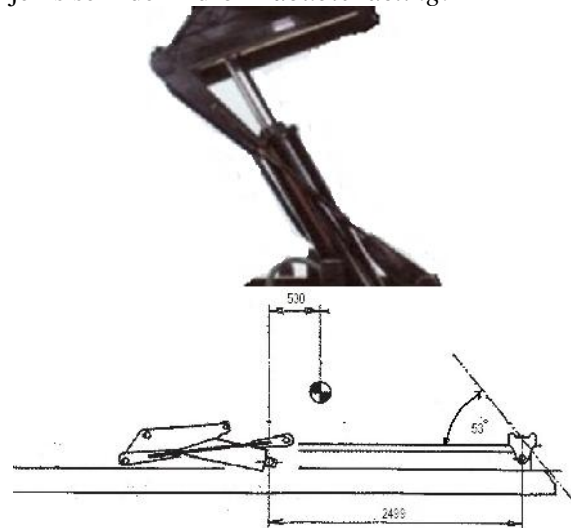
Tipper vessel merupakan salah satu tipe dari *vessel* truk yang memiliki pintu (*tailgate*) pada bagian belakang untuk melakukan buangan ke arah belakang. *Tipper vessel* 22m³ adalah jenis medium *vessel* yang dibuat untuk mengangkut material tambang .



Gambar 2. *Vessel* 22m³ Patria
Tabel 2. Keterangan gambar *Vessel* 22 m³

No	Nama bagian	No	Nama bagian
1	<i>Front wall</i>	5	<i>Bottom plate</i>
2	<i>Side wall L-H</i>	6	<i>Hinge Bracket</i>
3	<i>Side wall R-H</i>	7	<i>Bracket tailgate</i>
4	<i>Tailgate</i>	8	<i>Canopy</i>

Tipping gear adalah sebuah alat angkat yang berfungsi mengangkat *vessel* saat proses *tipping* dengan silinder sistem *hydraulic*. *Tipping gear* yang digunakan adalah *tipping gear* shinmaywa KRM-201 yang memiliki spesifikasi seperti berat vessel 32.000kg, W max silinder 16.000 kg dan jenis selinder hidrolik *double acting*.



Gambar 3. *Tipping gear* shinmaywa KRM-201

2.2 Modifikasi vessel truk Nissan cw45-aldn 6x4

Proses modifikasi vessel dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari tahapan penentuan besar kenaikan kapasitas angkut, identifikasi spesifikasi teknik sistem *loading Unloading vessel* hingga perhitungan analisa statis dan perhitungan simulasi *software* khususnya pada *tipping gear* dan pin hinge braket untuk memastikan fisibilitas *load* yang memungkinkan masih mampu diterima konstruksi.

2.2.1 Penentuan Besar Kapasitas Angkut

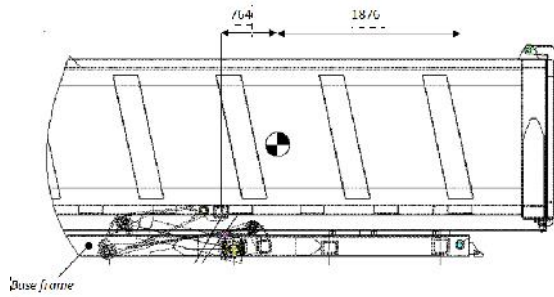
Peningkatan kapasitas angkut dilakukan melalui modifikasi perubahan volume vessel. Penentuan perubahan dimensi vessel harus mempertimbangkan beberapa hal yaitu peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 55 tentang kendaraan dan resiko adanya

kenaikan besar beban terhadap komponen pendukung vessel[4].

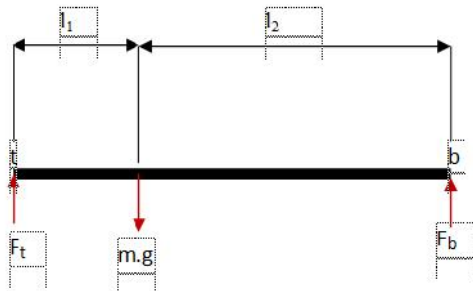
2.2.2 Identifikasi dan perhitungan beban.

Beberapa komponen yang akan langsung menerima kenaikan beban gaya setelah proses modifikasi adalah *tipping gear* dan *pin hange bracket*.

Beban maksimal yang diterima *tipping gears* adalah pada sesaat *vessel* mulai *tipping* atau terangkat dari *base frame* (Gambar 5). Posisi titik berat didapat dengan bantuan *software* (PRO ENGINEER) dan tim *engineering*. Berikut analisa sesaat *vessel* mulai terangkat :



Gambar 4. Vessel truk.



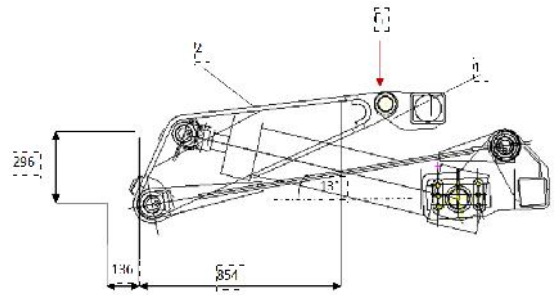
Gambar 5. Diagram benda bebas Vessel sesaat mulai *tipping* atau terangkat

Gaya *tipping gear* (F_t) dapat dihitung menggunakan rumus :

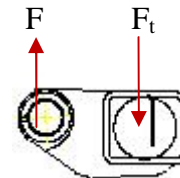
$$M_b = 0 = (m \cdot g \cdot l_2) - (F_t \cdot (l_1 + l_2)) \quad (1)$$

Dimana lambang huruf m sebagai gross vehicle mass [kg] yang merupakan penjumlahan antara berat vessel dan berat bahan tambang, g adalah percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$), jarak antara titik berat vessel terhadap titik t dilambangkan dengan l_1 [m] dan l_2 menunjukkan jarak antara titik berat vessel dengan sumbu engsel vessel di titik b .

Besar gaya (F) di poros engsel komponen 1 (Gambar 6 dan 7.) adalah sebesar F_t .

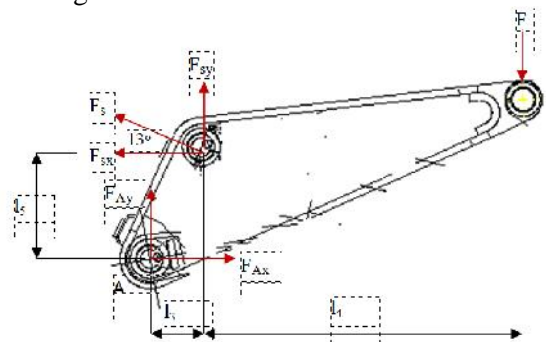


Gambar 6. Reaksi gaya pada *tipping gear*



Gambar 7. Diagram benda bebas reaksi pada *tipping gear*

selanjutnya besar gaya yang terjadi pada selinder *tipping gear* (F_s) (Gambar 8) dapat dihitung adalah :



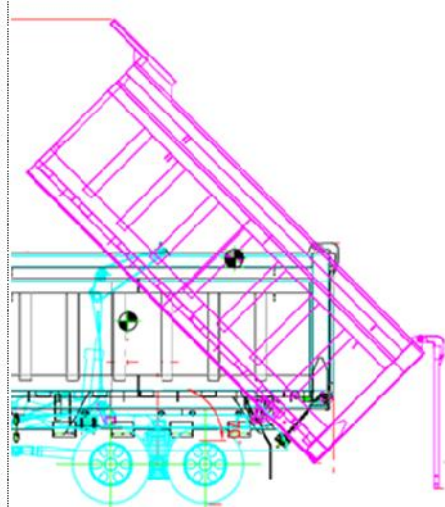
Gambar 8. Diagram benda bebas reaksi gaya pad komponen 2

$$\begin{aligned} M_A &= 0 \\ &= (F_s \cdot x \cdot l_5) + (F_s \cdot y \cdot l_3) - (F \cdot (l_3 + l_4)) \\ &= (F_s \cos 13^\circ \cdot l_5) + (F_s \sin 13^\circ \cdot l_3) \\ &\quad - (F \cdot (l_3 + l_4)) \quad (2) \end{aligned}$$

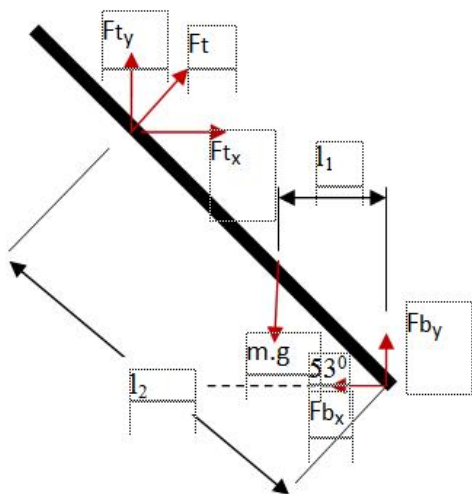
Dimana gaya pada selinder *tipping gear* dilambangkan F_s [N], F_sX merupakan gaya selinder *tipping gear* arah x [N], gaya selinder *tipping gear* arah y [N] dinotasikan F_sY , F_{Ay} adalah gaya arah x di titik A pada komponen 2, gaya arah y di titik A pada komponen 2 dilambangkan F_{Ax} , l_3 adalah jarak horizontal antara titik sumbu selinder *tipping gear* dengan titik A [m], dan l_4 merupakan jarak horizontal antara titik A dengan titik sumbu engsel komponen 1 [m] serta jarak vertikal antara titik sumbu selinder *tipping gear* dengan titik A [m],

Besar gaya yang terjadi pada selinder *tipping gear* dikatakan mampu menahan perubahan

kapasitas *vessel* hasil modifikasi jika tidak melebihi 16.000 kg atau 156,8 kN
 Beban maksimum pada pin *hinge bracket* terjadi pada saat proses *tipping* seperti pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. *Tipping position*



Gambar 10. Diagram benda bebas *tipping position*

Keterangan

- m : 25484.16 kg
- Ft : Gaya *tipping gear* [N]
- Fb : Gaya *Hinge Bracket* [N]
- Fs : Gaya selinder *tipping gear*
- l₁ : jarak antara titik berat terhadap titik b arah horizontal [m]
- l₂ : 187 mm
- g : percepatan gravitasi [9.8 m/s²]

Posisi titik berat didapat dengan bantuan *software* (PRO ENGINEER)

Gaya pada *tipping gear* (Ft) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$M \text{ Hinge bracket} = 0$$

$$F_t = (m \cdot g \cdot L_1) / L_2 \tag{3}$$

Besar gaya *Hinge bracket* (F_b) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$F_y = 0$$

$$= (F_t \cdot \sin 53^\circ) - (m \cdot g) + F_{b_y}$$

$$F_{b_y} = (m \cdot g) - (F_t \cdot \sin 53^\circ)$$

$$F_x = 0$$

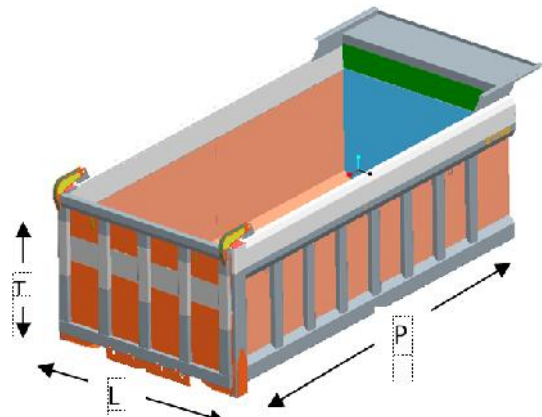
$$= (F_t \cdot \cos 53^\circ) - F_{b_x}$$

$$F_{b_x} = (F_t \cdot \cos 53^\circ)$$

$$F_b = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \tag{4}$$

3 Hasil dan Pembahasan

Penentuan perubahan dimensi *vessel* truk dilakukan berdasarkan peraturan pemerintah no.55 tahun 2012 pasal 55 ayat 3(d) tentang batasan dimensi *vessel* kendaraan sehingga untuk spesifikasi dimensi truk Nissan cwb 45 dengan type *vessel* ini ukuran lebar *vessel* tetap, penambahan volume *vessel* dilakukan dengan menambah dimensi tinggi *vessel*.



Gambar 11. *vessel* setelah modifikasi

Tabel 3. Perubahan beberapa item spesifikasi *vessel*.

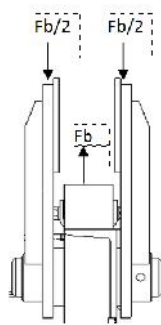
	Sebelum modifikasi	Setelah modifikasi	Perubahan
Tinggi	1,63 m	1,98 m	0,35 m
Panjang	5,705 m	5,705 m	0 m
Lebar	2,772 m	2,772 m	0 m
Volume	22 m ³	27 m ³	5 m ³
Berat vessel	3437,56 kg	3884,16 kg	446,6 kg
Play load	17600 kg	21600kg	4000 kg
Gross vehicle mass	21037,56 kg	25484,16 kg	4446,6 kg

Setelah *vessel* dimodifikasi terjadi perubahan kapasitas angkut batubara sebesar 23% dan nilai *gross vehicle mass* menjadi 25484,16 kg. *Gross vehicle mass* merupakan penjumlahan berat *vessel* dengan *play load* (batubara).

Kenaikan nilai *Gross vehicle mass* menjadikan penambahan beban gaya terhadap komponen *tipping gear* dan *pin hinge bracket*. Sehingga diperlukan perhitungan ulang mengenai kemampuan menerima beban dari komponen-komponen tersebut.

Diketahui nilai l_1 0,764m, l_2 1,876m, l_3 0,136m, l_4 0,854m dan l_5 0,296m. Dengan demikian, mengacu pada persamaan (1) beban maksimum gaya yang diterima *tipping gear* (F_t) pada sesaat *vessel* mulai *tipping* atau terangkat dari *base frame* adalah 29136,8 N. Menggunakan persamaan (2) besar gaya pada selinder *tipping gear* (F_s) adalah 90422,6 N atau 9226,7 kg artinya silinder *tipping gear* masih mampu menahan perubahan kapasitas *vessel* hasil modifikasi karena $F_s < W_{maks}$ atau 9.226,7 kg < 16.000 kg.

Beban maksimum pada pin *hinge bracket* terjadi pada saat proses *tipping* dimana sebagian besar beban *gross vehicle mass* diterima oleh pin *hinge bracket*. Hasil perhitungan menggunakan persamaan (3) dan (4) diketahui gaya tersebut (F_b) adalah 227152,8 N. Karena F_b ini terdistribusi pada 2 *hinge bracket* sejajar (RH dan LH seperti terlihat pada gambar 12) maka F_b pada masing-masing adalah $F_b' = 113576,4$ N



Gambar 12. *hinge bracket*

Pin *hinge bracket* menggunakan ukuran diameter 60mm dengan material ST 37, diketahui tegangan izin geser (τ) adalah $0,8 \times R_m = 0,8 \times 370 = 296 \text{ N/mm}^2$ [5].

geser yang terjadi

$$\frac{\sum F}{\sum A} = \frac{113576,4}{2 \times \pi 30^2} = 20, \text{ N/mm}^2$$

geser yang terjadi < tegangan izin geser
 $20, \text{ N/mm}^2 < 296 \text{ N/mm}^2$

Sehingga pin tersebut masih mampu untuk menahan beban setelah *vessel* dimodifikasi.

4 Kesimpulan

Dari penelitian modifikasi *vessel* Nissan untuk peningkatan kapasitas angkut truk ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Modifikasi *vessel* dapat meningkatkan kapasitas angkut unit truk sebesar 23%.
- Hasil perhitungan statis setelah *vesse* termodifikasi bahwa pada *tipping gear* dan *pin hinge bracket* masih mampu menerima beban *gross vehicle mass*.
- Diperlukannya kajian lebih lanjut dengan memasukkan faktor dinamika kendaraan dan infrastruktur lintasan jalan laluan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada POLMAN dan PT United Tractors Pandu Engineering yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Referensi/Daftar Pustaka

- [1] "Indonesia energy statistics, blueprint energi nasional". Peraturan Pemerintah no.5 2006, Diakses tanggal 14 Mei 2014, dari <http://www.ESDM.go.id>
- [2] Bachtiar, Y., Pratama, M. dan Yamin, M., "Variabel yang Berpengaruh Terhadap Produktivitas Angkutan Batubara yang Melalui Kota Banjarmasin", *Jurnal Transportasi*, volume 10 No 1, (2010), pp. 77-86.
- [3] Yuwono, B., dan Suweca, W., "Multidiciplinary Design Optimization (MDO) pada Perancangan Vessel Truck Menggunakan Augmented Lagrange Multiplier Method", *Jurnal Teknik Mesin*, Volume 10 No.1, (2008), PP. 15-27.
- [4] Peraturan Pemerintah No.55 No.2012., Diakses tanggal 12 Mei 2014, dari <http://www.hubdat.dephub.go.id>.
- [5] Hanser, Carl., *Tabellen Diagrame Formeln*, (1988), Hanser, München.