

EVALUASI PERFORMA GERAK KENDARAAN TEMPUR TANK SEDANG INDONESIA UNTUK MEMENUHI SPESIFIKASI TEKNIS MILITER

PERFORMANCE EVALUATION OF MEDIUM TANK INDONESIA TO COMPLY WITH MILITARY'S TECHNICAL SPECIFICATION

Apid Rustandi, Agus Suprianto, Nurhadi Pramana

Pusat Teknologi Industri Pertahanan dan Keamanan – BPPT
Gd Hankam No. 256 Kawasan PUSPIPTEK - Serpong, Tangerang Selatan – 15314, Indonesia
Telp. 021-75791262 (ext. 322), Fax 021. 75791295
e-mail: apid.rustandi@bppt.go.id, agus.suprianto@bppt.go.id, nurhadi.pramana@bppt.go.id

Abstrak

Tahun 2014 Indonesia mendatangkan kendaraan tempur angkut personel Marder-1A3 dari Austria berkelas *Infantry Fighting Vehicle* untuk Infantri TNI-AD. Di samping itu, didatangkan juga kendaraan tempur pemukul dan penghancur yang sesuai dengan medan geografis Indonesia, yaitu Tank Leopard dari Jerman untuk Kavaleri TNI-AD. Indonesia memerlukan tank kelas menengah yang sesuai dengan medan geografis, untuk mendukung mobilitas pasukan dan mempunyai daya gempur tinggi. Untuk itu, Indonesia mengembangkan kendaraan tempur jenis tank sedang. Untuk mendapatkan gambaran performa kendaraan tempur Tank Sedang Indonesia, maka pada pengkajian ini dilakukan tinjauan kemampuan mesin dan transmisi dari Tank Sedang Indonesia dengan tank Marder-1A3 sebagai pembandingan. Metode yang dipakai adalah metode kuantitatif untuk menghitung performa kemampuan rancangan kendaraan tempur, khususnya pada sistem mesin dan transmisi. Selanjutnya adalah metode kualitatif yaitu perhitungan dua dimensi atas kemampuan kendaraan tempur terhadap persyaratan dari regulator. Dari hasil pengkajian, didapatkan performa rancangan Tank Sedang Indonesia mampu menggerakkan wahana dengan gaya translasi 223.700 N serta mampu menanjak pada kemiringan 31° pada *gear shift* 2nd dan 40° pada *gear shift* 1th. Kecepatan maksimum yang dihasilkan dengan *ratio gearbox* percepatan 6 (*gearshift* 6th) mampu mencapai 47 mil/jam atau 75 km/jam. Secara keseluruhan, rancangan kendaraan tempur Tank Sedang Indonesia memenuhi spesifikasi teknis yang disyaratkan oleh Kementerian Pertahanan.

Kata kunci : Tank Marder-1A3, Medium Tank Indonesia, Spesifikasi Teknis-Kementerian Pertahanan, Gaya Translasi, Kemampuan menanjak, Kecepatan maksimum.

Abstract

In 2014, Indonesia government had imported Armored Personal Carrier, which is Marder-1A3, intended for Indonesia's Military Infantry division. Meanwhile, they also ordered Leopard tank for the military cavalry division. Both of these vehicles are needed by Indonesia's military due to its lethality and mobility. Therefore, Indonesia government proposed to develop armored vehicle which inherit both vehicle's capability. It is Medium Tank Indonesia (MTI). The vehicle's performance

should comply with the armored vehicle regulation test. This research has been made to show the result of engine performance, including translation force, velocity and gradient ability. By using quantitative method for performance and then using qualitative method to evaluate the achievements. Parameters are Vehicle weight, Engine, Transmission and Sprocket Diameter. Requirements are longitudinal slope and maximum velocity. According to calculation, translation force of MTI is 223.700N at the 6,2 transmission ratio. While climbing ability of MTI are complied to satisfy the requirement, which is 31° at the 2nd gear and 40° at 1st gear. Maximum velocity reached by MTI is 47 mile/hour or 75 km/hour at the 6th gear. Theoretically, MTI has more decent capability to overcome the obstacles rather than Marder-1A3 and it has been complied with the armored vehicle regulation test.

Keywords: *Ranpur Marder M-1A3, Medium Tank Indonesia (MTI), the armored vehicle regulation test, Translation Forces, Gradient Climbing ability and Top speed ability.*

Diterima (received) : 13 Oktober 2017, Direvisi (revised) : 08 November 2017
Disetujui (Accepted) : 29 November 2017

PENDAHULUAN

Pada tahun 2014 Pemerintah Indonesia mengadakan kendaraan tempur (Ranpur) angkut personil (*Armor Personal Carrier/ APC*) untuk satuan Infanteri TNI-AD. Ranpur tersebut jenis Tank - Marder 1A3 (M-1A3), kelas *Infantry Fighting Vehicle* (IFV) buatan Austria, Ranpur M-1A3 dengan berat total 33 ton, menggunakan *tank platform* memakai roda rantai serta dilengkapi dengan perlindungan STANAG level 2 dan meriam / *Arsenal* 20 mm, ditampilkan seperti pada Gambar 1. Ranpur APC kelas ini termasuk kelas baru di Indonesia berbeda dengan tipe APC yang dimiliki Indonesia sebelumnya seperti Panzer Anoa, BTR-80. Ditinjau dari segi kesesuaian penggunaan untuk medan di Indonesia maka ranpur ini dapat dijadikan rujukan untuk membuat rancangan Tank Sedang Indonesia (MTI, Medium Tank Indonesia).

Pada tahun yang sama, untuk kebutuhan satuan Kavaleri TNI-AD, Indonesia juga mengadakan ranpur jenis tank penghancur Tank Leopard dari Jerman. Tank Leopard (TL) memiliki spesifikasi berat 60-80 ton dengan perlindungan STANAG level 4 dan meriam (*Arsenal Turret Cannon*) 120 mm.

Pengembangan rancangan MTI akan mengkombinasikan penggunaan rancangan *platform* M-1A3 dan kemampuan sistem persenjataan dari Tank Leopard (TL). Dengan penggunaan sistem persenjataan yang mengacu pada ranpur TL, maka konsep rancangan MTI sebagaimana yang diwacanakan akan mengalami penambahan

berat. Hal ini perlu dikaji lebih mendalam, terkait dengan rancangan MTI dalam uji performa pemenuhan persyaratan teknis (*Technical Requirement*) yang dikeluarkan TNI dalam bentuk *Design Requirement Objective* (DR&O) ¹⁾.

Pengkajian ini ditujukan untuk menganalisis prestasi kerja/ performa dari sistem propulsi/mesin terkait dengan total bobot kendaraan tempur yang dimiliki TNI terhadap medan uji di Indonesia.



Gambar 1.
Tank Marder 1A3 - Austria

BAHAN DAN METODOLOGI

Sebagai bahan utama dalam kajian disini adalah rancangan ranpur MTI ²⁾, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2.
Konseptual Desain MTI

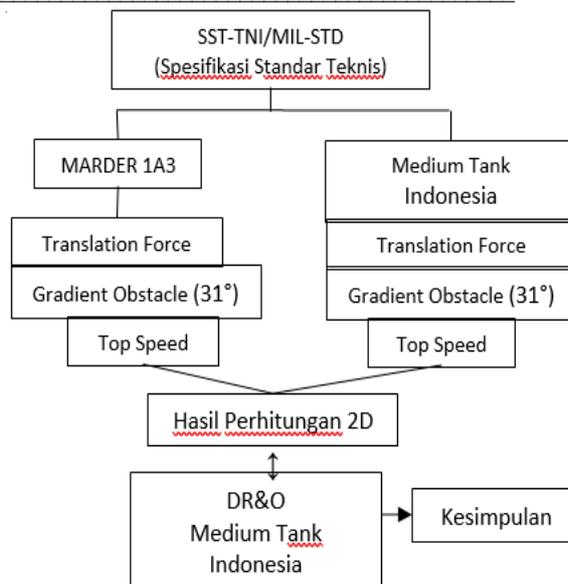
Sebagaimana diterapkan dalam doktrin pertempuran, peran dan misi penggunaan ranpur tank adalah mampu melakukan penggempuran jarak menengah. Disini digunakan ranpur penggempur (*main battle tank*) dengan klasifikasi kelas sedang (*medium tank*) antara 20-40 ton, dipersenjatai meriam kaliber 90mm / 100mm / 105mm, memiliki sistem pelindung yang tangguh, sehingga menghasilkan daya kejut & daya gempur yang dahsyat.

Untuk itu MTI perlu dilengkapi sistem komunikasi, dan sistem navigasi, sehingga setelah suatu wilayah pertempuran dapat dilumpuhkan dan dikuasai, maka tank jenis APC M-1A3 dapat memasuki wilayah untuk melakukan pembersihan dan melakukan pertahanan wilayah (*clearance area and defensive*) dan diikuti pasukan infantri masuk kesuatu wilayah penyerbuan musuh dengan aman.

Sedangkan metode pendekatan yang digunakan untuk pengkajian ini adalah secara kuantitatif dengan melakukan perhitungan awal dua dimensi (2D) sesuai dengan Spesifikasi Standar Teknis (SST) Kemenhan untuk perhitungan performa ranpur. Setelah itu dilakukan uji kualitatif menggunakan komparasi antara hasil perhitungan dengan persyaratan teknis (*Technical Requirement*) yang ditetapkan oleh Kemenhan²⁾.

Pada Gambar 3 ditampilkan diagram alur untuk pengkajian performa gerak Tank Marder-1A3 dan MTI, yang meliputi kinerja gaya gerak translasi, kinerja gaya gerak menyudut naik dan kecepatan tank maksimum pada ratio roda gigi (*gear box*) optimum.

Adapun materi yang akan dievaluasi mengambil data dari spesifikasi teknis pada kedua jenis tank M-1A3 dan MTI.



Gambar 3.
Alur Pengkajian Kinerja Gerak
Ranpur M-1A3 dan MTI

Bagan SST/MIL-STD adalah tahapan untuk mengidentifikasi standar-standar pengujian performa kendaraan terutama power/tenaga mesin terhadap bobot dan medan/kontur. Pada tahap ini standar yang dipakai untuk evaluasi meliputi uji *translation force* yaitu daya mesin untuk menggerakkan bobot pertama kali, uji *gradient contour* yaitu daya mesin untuk menggerakkan bobot pada sudut 31° serta uji kecepatan pada *gear ratio*.

Bagan Marder-1A3 dan MTI adalah tahap identifikasi spesifikasi teknis dari masing-masing ranpur ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Sedangkan pada Bagan hasil perhitungan 2D merupakan hasil dan grafik/ *line chart* dari kemampuan masing-masing penggerak/ daya/mesin terhadap bobot dan medan uji. Bagan DR&O merupakan persyaratan teknis (*Technical Requirement*), memuat data-data yang menerangkan maksud dan capaian yang diinginkan dari sebuah rancangan tank.

Dari urutan evaluasi bagan-bagan tersebut terakhir adalah melakukan proses kajian kualitatif untuk menguji antara hasil perhitungan 2D dan persyaratan teknis (*Technical Requirement*) dari DR&O.

Tabel 1.
Spesifikasi Teknis Platform Ranpur M-1A3 dan MTI

No	Parameter	Marder-1A3 Austria	MTI
1	Weight	33 ton	36 ton
2	Power Pack	MTU MB 883 (591 HP)	MTU 6V890 (720 HP)
3	Vehicle Legth	6.790 mm	7.500 mm
4	Vehicle Width	3.240 mm	3.300 mm
5	Vehicle Height	2.980 mm	3.500 mm
6	Ground Clearance	400 mm	400 mm
7	Maximum speed	60 km/jam	75 km/jam
8	Gradient	60% (31°)	60% (31°)
9	Track length	3.900 mm	4.000 mm
10	Track width	2.620 mm	2.714 mm
11	Track link width	450 mm	450 mm

(Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian)³⁾

Tabel 2.
Spesifikasi Teknis Drive line Ranpur M-1A3 dan MTI

	MARDER-1A3	MTI
Weight Vehicle	33 ton	36 ton _(MIN) (Op.Req)
P to W Ratio	18,1 HP/ton	20 HP/ton _(MIN) (Op.Req)
Velocity_(MAX)	60 km/jam	75 km/jam (Asumsi)
Engine	MTU MB 833 Ea-500	MTU 8V 199 Euro 3 (Op.Req)
Power_(MAX)/rpm	591 hp/2.200 rpm	720 hp/2.300 rpm (Op.Req)
Torque_(MAX)/rpm	1.914,14 N.m/ 1.500 rpm atau 1.410,89 ft.lbs/ 1.500 rpm	2.700 N.m/ 1.500 rpm (Op.Req) atau 1.991 ft.lbs/ 1.500 rpm (Op.Req)
Transmission (use)	RENK HSWL 194 (power range 400 s/d 500 kw).	RENK HSWL 256 (power range 500 s/d 700 kw).
- overall transmission ratio	- 6,3	- 6,2

(Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian)³⁾

Dari hasil evaluasi ini dapat disimpulkan hasil kajian berupa pendekatan awal nilai kemampuan daya penggerak/mesin MTI dalam memenuhi syarat spesifikasi teknis operasi dari Kemenhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

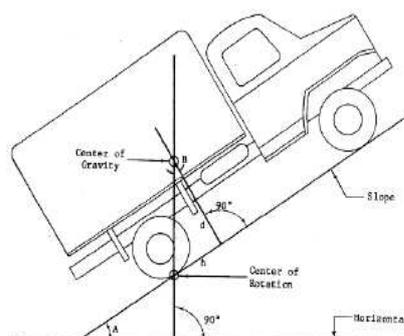
3.1 Persyaratan Teknis/MIL-STD

Untuk memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan Kemenhan/ Military Standard (MIL-STD), maka ranpur M-1A3 dan MTI dilakukan evaluasi melalui pengujian kinerja gerak. Prosedur pengujian kemampuan kinerja ranpur tersebut merujuk pada standar uji: "Test Operations Procedure, yang dikeluarkan US-ARMY Developmental Test Command – 2009"⁴⁾. Dalam standar ini dijelaskan metode tes yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja kendaraan beroda ban maupun rantai.

Terlingkup juga prosedur untuk mengevaluasi mesin, transmisi, sistem rem, dan kinerja sistem bahan bakar dan stabilitas kendaraan dan kontrol selama pengujian pada kondisi sisi jalan datar dan kemiringan

menggunakan informasi pada "Milbrook Defense"⁸⁾.

Dari hal-hal tersebut diatas, maka hal pokok yang akan dibahas dalam evaluasi tersebut meliputi: (1) Transmisi, (2) Kemiringan/ gradient/ Critical angle dan (3) Kecepatan optimal & kontrol. Adapun model pengujian kendaraan militer ditampilkan pada seperti Gambar 4.



Gambar 4.
Critical Angle for Vehicle

on Longitudinal Slope

Pada Gambar 4, dijelaskan pengujian kemampuan ranpur untuk beroperasi di bidang miring/lereng pada sudut tertentu yaitu 31° yang telah disyaratkan oleh regulasi atau Spesifikasi Standar Teknik (SST) ¹⁾. Pada

pengujian ini dimaksudkan untuk uji kemampuan operational kendaraan militer tersebut dalam situasi taktis di medan. Evaluasi *gradient ability* dan sisi kinerja kemiringan kendaraan dinilai dan dikalibrasi untuk penilaian traksi mesin ranpur tersebut.

Tabel 3.
Persyaratan Teknis Ranpur MTI

Performance Aspect	Performance value
Crew	3
Maximum speed	80 Km/hour
Cruising range	500 Km
Vertical obstacle	0.8 meter
Trench	0.75 meter
Gradient	60 %
Departure angle	45°
Approach angle	40°

(Sumber data: BALITBANG Kemenhan.2014 ¹⁾)

3.2 Spesifikasi Teknis Kendaraan

Kendaraan tempur Marder-1A3 dan MTI mempunyai spesifikasi teknis detail kendaraan sebagai mana ditampilkan pada Tabel.1 dan spesifikasi drive line ranpur M-1A3 dan MTI pada Tabel 2.

$$E_{ff\ transmissi} = \text{efisiensi } 0.88$$

Perhitungan tahap ini adalah untuk mendapatkan nilai performa mesin terhadap sistem *drive line* berupa transmisi, *torque converter*, *final drive* dan *sprocket*.

3.3 Evaluasi Gaya Gerak Translasi Datar (*Translation Force*)

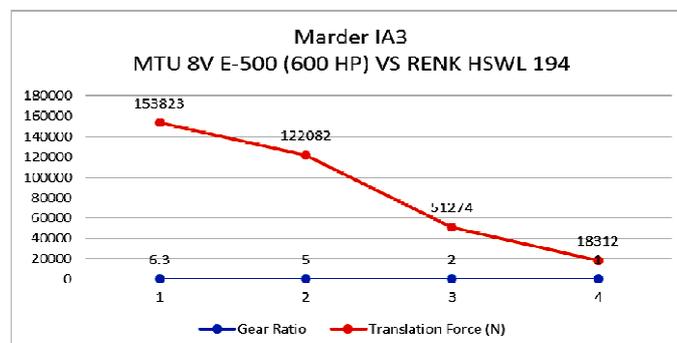
Perhitungan gaya dorong total gerak translasi datar ranpur dihitung dengan persamaan ^{3),5),6)} :

Pada perhitungan ini tidak mengasumsikan berat kendaraan dan friksi terhadap permukaan jalan sebagai faktor yang memengaruhi nilai performa mesin ranpur. Dari persamaan (1) gaya translasi datar kendaraan tempur M-1A3 dan MTI dapat dihitung ⁸⁾. Hasilnya dapat digambarkan bahwa translasi yang terjadi pada ranpur M-1A3 dengan mesin sebesar 591 HP dapat menghasilkan gaya sebesar 153.823 N, pada rasio transmisi sebesar 6,3.

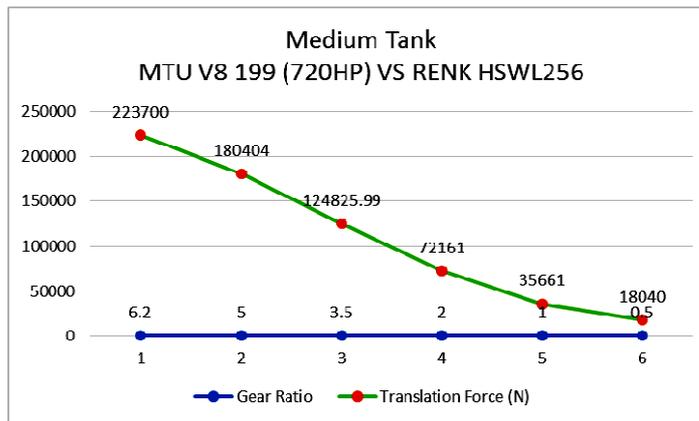
$$F_{dorong\ (total)} = \frac{i_{tr} \cdot i_{F.D} \cdot M_e}{r} \cdot E_{ff\ transmissi} \quad (1)$$

dimana :

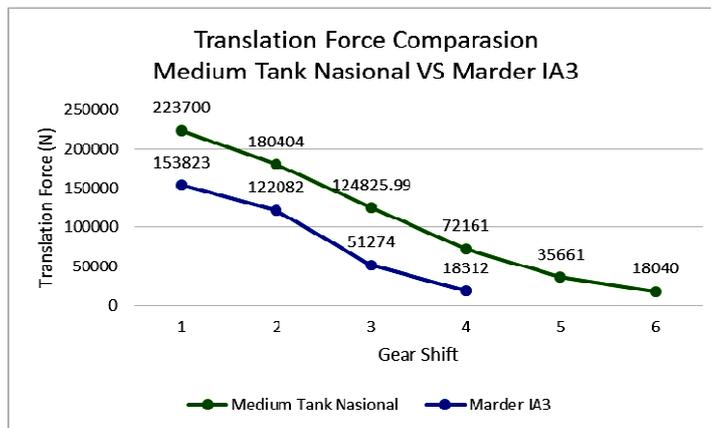
- i_{tr} = Rasio Transmisi
- i_{FD} = Rasio Final Drive
- M_e = Engine Torque
- r = Radius Sporcket (720 cm)



Gambar 5.
Line chart translation force ranpur Marder 1A3



Gambar 6.
Line chart translation force ranpur MTI



Gambar 7.
Line chart translation force ranpur M-IA3 dibandingkan ranpur MTI

Sedangkan pada ranpur MTI dengan tenaga mesin 720 HP menghasilkan gaya garak tranlasi sebesar 223.700 N pada ratio 6,2. Pada gambar 5, dan gambar 6 menampilkan grafik besaran gaya translasi pada ranpur M-1A3 dan MTI masing-masing sesuai tipe mesin dan gear ratio yang digunakan. Pada Gambar 7 ditampilkan grafik perbandingan besar gaya translasi pada ranpur M-1A3 dan MTI, terlihat bahwa untuk ranpur MTI besar gaya translasi datar dapat meningkat hampir 50% pada gear ratio maksimum

3.4 Evaluasi Medan Tanjak (Gradient)

Evaluasi performa ranpur pada medan tanjakan dipengaruhi oleh

beberapa faktor: gaya hambat (*drag*), berat, friksi dan hambatan lain, seperti dihitung pada rumusan dibawah ^{3),7)}:

$$\sin \theta + \mu \cos \theta = \frac{\text{Torque} \cdot E_{tl} \cdot i_{tr} \cdot i_{fd} \cdot E_f}{W \cdot R} \quad (2)$$

Dimana :

E_{tl} = Factor to compensate torque loses (9,5)

E_f = Factor to compensate engine loses (8,76)

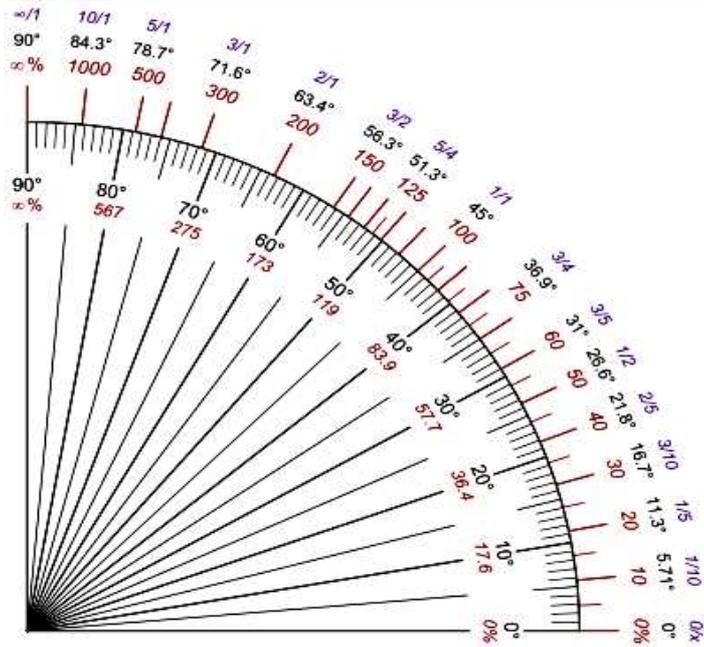
i_{tr} = Rasio Transmisi

i_{fd} = Rasio Final Drive

W = Weight

R = Radius sprocket

$\mu \cos$ = Koefisien gesek antar material

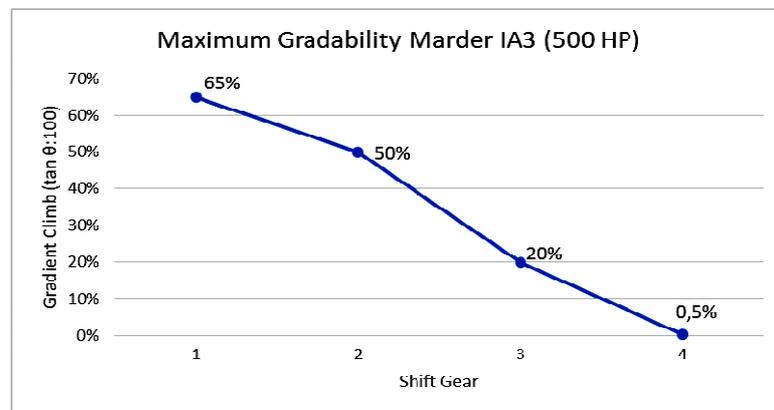


Gambar 8.
Nomenklatur Performa Menanjak (*Gradient Ability*)

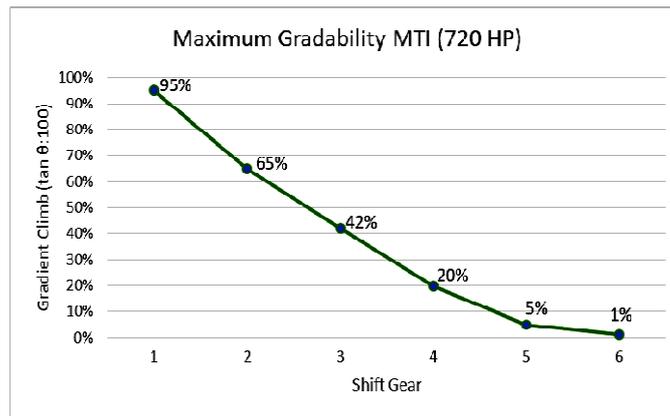
$$\alpha = \arctan \frac{\% \text{ slope}}{100} \quad (3)$$

Dari Gambar 8 dapat dijelaskan bahwa pada ranpur M-IA3 dengan GVW 35.000 kg yang dilengkapi mesin ber-torsi 1419 N.m pada gear shift 1, ratio transmisi (i_{rt}) ; 6,3 serta final drive (i_{fd}): 5,16, menghasilkan performa menanjak (*gradient ability*) max. 33%. Hal ini berarti pada gear shift 1, ranpur M-1A3 mampu menanjak pada kemiringan medan dengan sudut max 33° atau

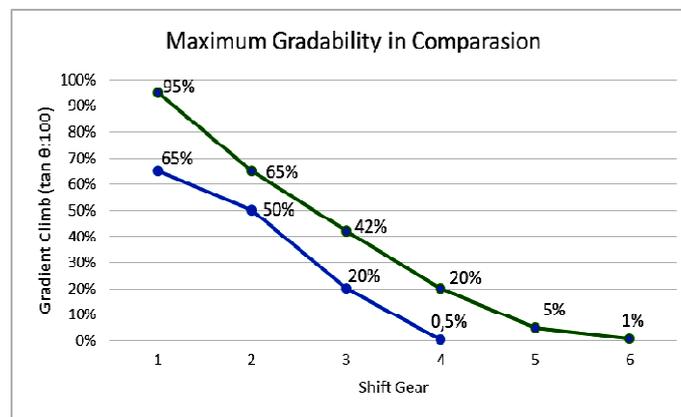
65%/100. Sedangkan pada Gambar 9 dapat dijelaskan bahwa ranpur MTI dengan spesifikasi GVW 37.000 kg, mesin bertorsi max 1.991 N.m pada gear shift 1, dengan ratio transmisi (i_{rt}): 6,2 dan final drive (i_{fd}): 5,4 tampak mampu menghasilkan nilai performa menanjak (*gradient ability*) max. 40°.



Gambar 9.
Line chart gradient ability ranpur M-IA3



Gambar 10.
Line chart gradient ability ranpur ranpur MTI



Gambar 11.
Line chart gradient ability ranpur M- IA3 dibandingkan ranpur MTI

Hal ini berarti pada gear shift 1, ranpur MTI mampu menahan dengan sudut max 40° atau 95/100%. Sedangkan pada Gambar 10 ditampilkan evaluasi perbandingan kemampuan *gradient ability* antara ranpur M-1A3 dan MTI, tampak bahwa kemampuan performa mesin ranpur MTI lebih tinggi 30% dari ranpur M-1A3 dalam kondisi medan menanjak. Secara umum, performa mesin terhadap berat kendaraan dan gradient, disini tercatat hasilnya melebihi persyaratan teknis (*Technical Requirement*) yang ditetapkan oleh TNI baik pada rampur M-IA3 maupun ranpur MTI.

3.5 Evaluasi Kecepatan Maksimum
Evaluasi kecepatan maksimum (V_{max}) kendaraan tempur dihitung dari rumus 3),5),7) :

$$V_{max} = \frac{RPM}{i_{tr} \cdot i_{fd}} D\pi \quad (3)$$

Dimana :

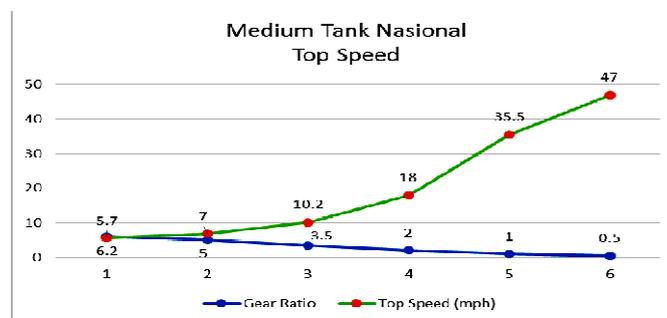
- RPM = Putaran mesin
- D = Diameter Sprocket
- i_{tr} = Rasio Transmisi
- i_{fd} = Rasio Final Drive



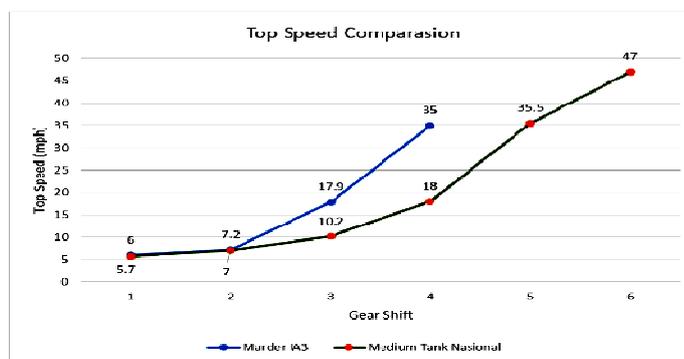
Gambar 12. Grafik kecepatan maksimum ranpur Marder-1A3

Dari grafik pada Gambar 11 dapat terlihat bahwa performa mesin ranpur M-IA3 dihitung melalui nilai maksimum RPM terhadap gear shift (i_{rt}) : 1, dengan ratio transmisi 6,3 dan final drive (i_{fd}) : 5,16 kemudian diteruskan ke radius sprocket sehingga mampu menghasilkan kecepatan maksimum pada gear shift tersebut sebesar 6 mil/jam pada RPM 2.200/ 1.419 N.m. Sedangkan kecepatan optimal dicapai pada gear shift 4th, menghasilkan kecepatan sebesar 35 mil/jam,

sebagaimana ditampilkan pada *line chart*. Sedangkan pada gambar 12 didapat performa mesin ranpur MTI dengan gear shift (i_{rt}) : 1, ratio transmisi 6,2 dan final drive (i_{fd}) 5,4 kemudian diteruskan ke radius sprocket, mampu menghasilkan kecepatan maksimum pada gear shift tersebut sebesar 5,7 mil/jam pada RPM 2.300/ 1.991 N.m. Sedangkan kecepatan optimal dicapai pada gear shift 6, menghasilkan kecepatan sebesar 47 mil/jam, sebagaimana ditampilkan pada *line chart*.



Gambar 13. Grafik kecepatan maksimum ranpur MTI



Gambar 14. Grafik perbandingan kecepatan maksimum Marder-IA3 dan MTI

Pada Gambar 13 dengan membandingkan dua wahana ranpur M-1A3 dan MTI dengan spesifikasi bobot, mesin dan diameter sprocket masing masing berbeda, terlihat bahwa M-1A3 dengan bobot 28-30 ton, konfigurasi mesin sebesar 550 HP dan diameter sprocket $D=72$ cm, serta ranpur MTI, dengan bobot 35-38 ton, konfigurasi mesin 700-720 HP dan diameter sprocket $D=72$ cm, akan menghasilkan gaya translasi datar yang cukup untuk mampu menggerakkan wahana atau ranpur tersebut sesuai dengan bobotnya.

Pada ranpur MTI memiliki kemampuan menanjak pada gear 2nd sampai sekitar 35°, melebihi standar sudut kemiringan tanjakan yang ditetapkan 31°. Sedangkan kecepatan maksimum dari kedua ranpur mencapai 35.5 mil/jam atau 57 km/jam untuk M-1A3 sedangkan MTI dapat mencapai hingga 47 mil/jam atau 75 km/jam.

SIMPULAN

Dengan membandingkan dua wahana ranpur M-1A3 dan MTI sesuai dengan spesifikasi masing masing, maka terlihat dengan peningkatan bobot dari 28-30 ton ke 35-38 ton (21%), peningkatan daya mesin 550 HP ke 700-720 HP (23 %), pada diameter sprocket yang sama $D=72$ cm akan menghasilkan peningkatan gaya translasi datar sebesar 33% yaitu 223.700N. Ditinjau dari segi kemampuan kendaraan menanjak, maka ranpur MTI meningkat 17.5% dari Max 33° ke 40° demikian juga untuk kecepatan maksimum meningkat 25% dari 37 mil/jam ke 47 mil/jam sesuai dengan ketentuan teknis yang disyaratkan Kementerian Pertahanan sebesar 47 mil/jam atau 75 km/jam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kajian penulisan ini, penulis berterimakasih kepada pihak Balitbang Kemenhan yang telah memaparkan kegiatan Rancang bangun MTI dan memberikan laporan rancang bangun tersebut kepada pihak PTIPK. Tidak lupa juga penulis berterimakasih kepada institusi Pusat Teknologi Industri Pertahanan dan Keamanan (PTIPK-BPPT) yang menaungi penulis dan tempat mengabdikan untuk dapat mengkases laporan- laporan dan terlibat pada kegiatan Rancang bangun Medium Tank Indonesia. Terakhir, adalah PT. Pindad (Persero) yang telah banyak memberikan

informasi melalui diskusi-diskusi mengenai Rancang bangun MTI.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Technical Requirement Medium Tank Indonesia*, Balitbang KEMHAN, Kavaleri TNI AD dan PT.Pindad, 2014, (Tidak dipublikasikan).
2. Kementerian Pertahanan (KEMHAN), *RANCANG BANGUN (TECHNOLOGY DEVELOPMENT) Medium Tank Indonesia*. BALIBANG KEMHAN, Jakarta, 2014 (Tidak dipublikasikan).
3. Rustandi, A. *Technical Report: Perhitungan Awal Performa Kendaraan Tempur Marder. Laporan Kegiatan Program Kajian Teknis Pengembangan Ranpur Medium Tank*. PTIPK-BPPT, 2015 (Tidak dipublikasikan).
4. US ARMY DEVELOPMENTAL TEST COMMAND. *Defense Technical Information Center (DTIC)*, Washington-USA, 2009.
5. Prof.Ir.I Nyoman Sutantra, M. P. (2010). *Teknologi Otomotif* (Edisi Kedua ed.). Surabaya: Guna Widya. Diakses Oktober 2015
6. Agus Suprianto S, *Perhitungan Gaya Translasi Pada Medium Tank. Laporan Kegiatan Program Kajian Teknis Pengembangan Ranpur Medium Tank*. PTIPK-BPPT, 2015 (Tidak dipublikasikan).
7. Corp., M. F. (2016, June). *Operating Manual*. Diakses dari Mitsubishi Fuso Truck & Bus Corp.: <http://www.mitsubishi-fuso.com/en/technology/>.html diakses Agustus 2015
8. Millbrook. (2016, April). *millbrook Defence*. Diakses dari <http://www.millbrook.co.uk>: <http://www.millbrook.co.uk/sectors/defence/> diakses Agustus 2015
9. Dr. Peterson. (2003, Juni). *Slope Angle*. Diakses dari <http://mathforum.org/library/drmath/view/63099.html> diakses Desember 2015
10. Hahn, Rubert. (2002, April). *Rigid Body Dynamics of Mechanisms I: Theoretical Basis*. New York: Springer