

ANALISA *HYDROPNEUMATIC BRAKE SYSTEM* PADA RANTIS KOMODO

Ketut Gede Adi P.S.¹, Sudjatmiko^{2*}, Eko Djunaedi¹

¹Jurusan Teknik Otoranpur, Poltekad

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

*Email *corresponding author*: sudjatmiko@unmer.ac.id

Abstrak

Indonesia sebagai negara berkembang cukup menunjukkan kelas di dunia militer. Salah satunya adalah mobil tempur tangguh buatan PT Pindad (Persero) bernama Komodo. Rantis Komodo merupakan salah satu alutsista TNI AD mobil tempur versi ringan dan mulai dipergunakan sebagai kendaraan operasional. Salah satu sistem yang terdapat pada kendaraan yang menjamin keamanan dan kenyamanan dalam berkendara adalah sistem rem. Rantis Komodo menggunakan *hydropneumatic brakesystem*, yaitu gabungan dari sistem *pneumatic* dan *hydraulic*. Penggunaan sistem ini menghasilkan daya pengereman yang lebih kuat dengan tenaga pengendalian yang lebih ringan. Yang membedakan sistem ini adalah *brake valve* tidak langsung menekan *air booster* (air master), melainkan hanya membuka dan menutup katup, kemudian udara pada kompresor (udara bertekanan) mengalir, dan menekan *air booster*, sehingga pengereman sesuai dengan jarak yang diinginkan dan lebih sempurna.

Kata kunci : Rantis Komodo, *Hydropneumatic Brake System*, Alutsista.

Abstract

Indonesia as a developing country is quite showing class in the military world. One of them is a tough combat car made by PT Pindad (Persero) named Komodo. Rantis Komodo is one of the military defense equipment for the light version of the combat car and is starting to be used as an operational vehicle. One of the systems contained in vehicles that ensure safety and comfort in driving is the brake system. Rantis Komodo uses a hydropneumatic brakesystem, which is a combination of a pneumatic and hydraulic system. The use of this system produces stronger braking power with lighter controlling power. What distinguishes this system is that the brake valve does not directly press the water booster (air master), but only opens and closes the valve, then the air to the compressor (air pressure) flows, and presses the booster, so braking according to the desired distance and is more perfect.

Keywords: Rantis Komodo, *Hydropneumatic Brake System*, Alutsista.

PENDAHULUAN.

Latar Belakang.

Kemandirian alat utama sistem persenjataan (alutsista) dan industri pertahanan merupakan salah satu kepentingan nasional di bidang pertahanan untuk menghindari ancaman embargo senjata (Karim, 2014). Salah satunya adalah mobil tempur tangguh buatan PT Pindad

(Persero) bernama Komodo. Mobil perang komodo ini memiliki kemampuan yang sangat luar biasa. Mobil tempur berbasis *All Wheel Drive (AWD)* ini mampu melampaui saingannya dari negara lain seperti *Humvee* buatan Amerika dan juga *Sherpa* buatan Perancis (Hankam, 2012).

Salah satu sistem yang terdapat pada kendaraan yang menjamin keamanan dan

kenyamanan dalam berkendara adalah sistem rem. Rantis Komodo menggunakan *hydropneumatic brakesystem*, yaitu gabungan dari sistem *pneumatic* dan *hydraulic*. Penggunaan sistem ini menghasilkan daya pengereman yang lebih kuat dengan tenaga pengendalian yang lebih ringan.

Dengan mengkaji hasil penelitian di atas dan karakteristik yang dimiliki Rantis Komodo PT. PINDAD diharapkan mampu mengatasi tuntutan tugas yang dibebankan kepada TNI dimasa mendatang, maka penulis akan menganalisa *hydropneumatic brakesystem* yang terdapat pada Rantis Komodo yang ada di jajaran TNI-AD.

Rumusan Masalah.

Dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat diteliti oleh penulis bagaimana performahydropneumatic brakesystem pada rantis Komodo dengan memvariasikan kecepatan kendaraan ?

Batasan Masalah.

Agar tidak memperluas permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini, maka dalam analisa di atas penulis melakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- a. Menghitung jarak pengereman *Hydropneumatic Brake System*.
- b. Menghitung gaya pengereman yang dibutuhkan.
- c. Menghitung perlambatan maksimum dan efisiensi pengereman.

Tujuan Penelitian.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat beberapa aspek untuk meninjau keberhasilan yang di peroleh dalam penelitian yaitu :

- a. Mengetahui pengaruh kecepatan dengan jarak pengereman.
- b. Mengetahui pengaruh pengereman terhadap medan aspal, krikil dan lumpur.
- c. Sebagai masukan tentang perawatan Alutsista dan pengetahuan tentang kendaraan yang digunakan di TNI AD.

Manfaat Penelitian.

Diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

- a. Sebagai tolak ukur penggunaan *brake* terhadap medan aspal, krikil dan lumpur.
- b. Sebagai tolak ukur untuk modal perawatan rantis Komodo menggunakan *hydropneumatic brake system*.

TINJAUAN PUSTAKA.

Dalam analisa ini membahas berapakah kemampuan pengereman menggunakan *hydropneumatic brake system* dengan memvariasikan kecepatan kendaraan yang sudah

ditentukan sehingga mendapatkan hasil yang diperoleh.

a. Sistem Pengereman.

Salah satu sistem yang terdapat pada kendaraan yang menjamin keamanan dan kenyamanan dalam berkendara adalah sistem rem. Rem berfungsi untuk mengurangi dan menghentikan kecepatan suatu benda dengan cara mengkonversikan energi kinetis menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan.

Rantis Komodo Pindad menggunakan *hydropneumatic brakesystem*, yaitu gabungan dari sistem pneumatik dan hidrolik untuk memperoleh tekanan/injakan pada *foot brake* lebih ringan tetapi menghasilkan

tekanan/cengkraman pada roda lebih kuat, sehingga pengereman lebih sempurna.

b. Sistem Kerja Rem Hidrolik.

Sistem kerja rem hidrolik yaitu hidrolik menekan mekanisme rem dan menyalurkan tenaga rem dan mekanisme pengereman akan menimbulkan daya pengereman. Daya pengereman tersebut dihasilkan dari gesekan antara kanvas rem dan trombol rem pada kendaraan. Bagian-bagian rem hidrolik. Pada rangkaian sistem rem hidrolik ini, mempunyai banyak komponen yang bekerja secara bergantian dan saling berhubungan. Dalam pemasangan rem hidrolik, komponen yang bekerja saling mendukung dan berkesinambungan.

c. Sistem Kerja Rem Pneumatik.

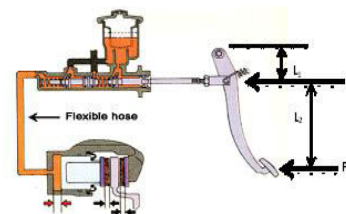
Pneumatik berasal dari bahasa Yunani "Pneumatic" yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan sistem Pneumatik. Sistem ini banyak digunakan sebagai sistem automasi, dipabrik/industri sebagai penggerak otomatis.

d. *Hydropneumatic Brake System.*

Udara yang dihasilkan dari kompresor ditampung pada tangki tekanan tinggi untuk melayani *brakesystem* dan tekanan rendah yang diatur dari *protection valve* untuk melayani *systemcrabotage, blocage (lock differential) handbrake* dan *exhaust brakeretarder*.

1. *Foot Brake Valve.*

Berfungsi sebagai pedal rem dan mengatur aliran udara ke *cylinder brake* secara beraturan sesuai dengan kebutuhan pengereman. Gaya injakan kaki manusia pada pedal rem diasumsikan sebesar 8-12 kg. (Syamsir, A.Muin. 1990



Gambar 1. Pedal Rem

(Sumber : Toyota New Step 1 Sistem Rem 4-2)

Dimana :

F_a : Gaya pada pedal rem (N).

F_b : Gaya pada batang pendorong (N).

L_2 : Jarak ujung pedal dengan batang pendorong (m).

L_1 : Jarak batang pendorong dengan pedal rem (m).

Maka didapatkan persamaan untuk mencari moment (Nm), yaitu :

$$\sum M = 0$$

$$F_a \cdot (L_1 + L_2) - (F_b \cdot L_2)$$

$$F_b = \frac{F_a \cdot (L_1 + L_2)}{L_2}$$

Dimana :

M = Moment (Nm)

F_a = Gaya pada pedal rem (N)

Bila disubstitusikan pada persamaan diatas maka :

$$M = F_a \cdot (L_1 + L_2)$$

$$F_a = \frac{M}{L_1}$$

(Sumber: Prof.Emiritus, Sears Zemansky, 1997)

2. *Cylinder Break.*

Berfungsi untuk mengubah gaya tekan pedal rem menjadi tekanan fluida cair oleh piston pada master silinder. Tekanan ini diteruskan melalui pipa rem dan akan bekerja pada sepatu rem, sehingga menghasilkan gaya pengereman. Tekanan yang ada tergantung pada ukuran luasan

permukaan dan gaya yang melawan, sehingga berdasarkan prinsip perpindahan tekanan, menyatakan akan berbanding terbalik dengan luas permukaan, dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{F_{ms}}{A_{ms}} (N/m^2)$$

Dimana :

F_{ms} = Gaya yang menekan master silinder (N)

P = Tekanan minyak rem (N/m^2)

A_{ms} = Luas penampang master silinder (m^2)

(Sumber : Prof. Emiritus, Sears Zemansky, 1997).

e. Gaya Gesek Cakram ($f_{s_{cakram}}$).

$$f_{s_{cakram}} = F_{ms} \times \mu_{AC} (N)$$

Dimana :

$f_{s_{cakram}}$ = Gaya gesek cakram (N).

F_{ms} = Gaya tekanan master silinder (N).

$\mu_{asbes + Cakram}$ = Koefisien gesek asbes dan cakram (0,6)

(Sumber : Sears. Zemansky Fisika untuk Universitas 1 hal.36)

NO	Permukaan jalan	Koefisien gesek
1	Jalan Aspal	0,9
2	Jalan Kerikil	0,7
3	Jalan Lumpur	0,5

f. Koefisien Gesekan Ban dan Jalan.

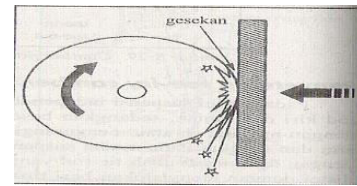
Ada beberapa jenis/kondisi jalan dan masing-masing memiliki nilai koefisien. Nilai koefisien dari jalan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Koefisien gesek maksimum untuk beberapa jalan.

(Sumber, Teknik jalan raya, Clarkson H, tahun 1999)

Kekasaran permukaan jalan adalah merupakan faktor utama yang mempengaruhi koefisien gesek antara ban dan jalan. Untuk jalan yang kering dengan permukaan yang halus akan memberikan koefisien gesek yang besar antara ban dan jalan, namun sebaliknya jika ia dalam

keadaan basah maka akan memberi koefisien gesek yang kecil. Gaya gesek/hambat Roda dan aspal dapat di hitung dengan persamaan :



Gambar 2. Gesekan Ban dan Jalan. (Sumber: Toyota New Step 1 Sistem Rem 5-54)

$$f_{s_{RA}} = W_{ran} \times \mu_{RA} (N)$$

Dimana :

$f_{s_{roda + aspal}}$ = Gaya gesek roda dan aspal (N).

W_{ran} = Berat kendaraan (N).

$\mu_{roda + aspal}$ = Koefisien gesek roda dan aspal

g. Gaya Dorong Kendaraan.

Kendaraan berhenti apabila besarnya gaya dorong kendaraan sama dengan gaya gesek/hambat roda dan aspal ditambah gaya hambat/gesek cakram.

$$\Sigma F = 0$$

$$F_d + f_{s_{RA}} + f_{s_{cakram}} = 0$$

$$F_d = f_{s_{RA}} + f_{s_{cakram}} (N)$$

Dimana :

F_d = Gaya dorong kendaraan (N).

$f_{s_{roda + aspal}}$ = Gaya gesek roda dan aspal (N).

$f_{s_{cakram}}$ = Gaya hambat Cakram (N).

h. Persamaan Kemampuan Pengereman.

Kemampuan sistem pengereman dapat ditentukan berdasarkan panjang jarak yang dicapai mulai pengereman bekerja sampai kendaraan berhenti. Apabila energy kecepatan yang harus dihabiskan sampai kendaraan berhenti maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{W \cdot V^2}{2g} = \frac{F_d \cdot d}{D} \cdot S \cdot 4$$

$$S = \frac{W \cdot V^2 \cdot D}{2g \cdot F_d \cdot d \cdot 4} (m)$$

Dimana :

- W = Berat seluruh kendaraan (N).
 - V = Kecepatan kendaraan (m/dt).
 - F_d = Gaya dorong kendaraan (N).
 - D = Diameter ban (m).
 - d = Diameter piringan cakram (m).
 - S = Jarak pengereman (m).
 - 4 = Jumlah silinder roda.
 - g = 9,81 m/dt².
- (Sumber :Sularso, MSME, 2004)

i. Perlambatan dan Efisiensi Pengereman.

1. Perlambatan. Lamanya pengereman berlangsung tergantung dari besarnya perlambatan (a), yaitu :

$$S = \frac{V}{2 \cdot a}$$

$$v = S \cdot 2 \cdot a$$

$$a = \frac{v^2}{2 \cdot S} \text{ (m/det}^2\text{)}$$

Dimana :

- t = Waktu (detik).
- v = Kecepatan (m/det).
- a = Perlambatan (m/det²).
- S = Jarak pengereman (m).

2. Efisiensi Pengereman η (%). Efisiensi pengereman didefinisikan sebagai perbandingan antara besar perlambatan maksimum yang dapat dicapai sebelum salah satu roda mencapai *lock* dengan besar koefisien jalan (μ). Efisiensi pengereman dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{a/g}{\mu} \cdot 100 \%$$

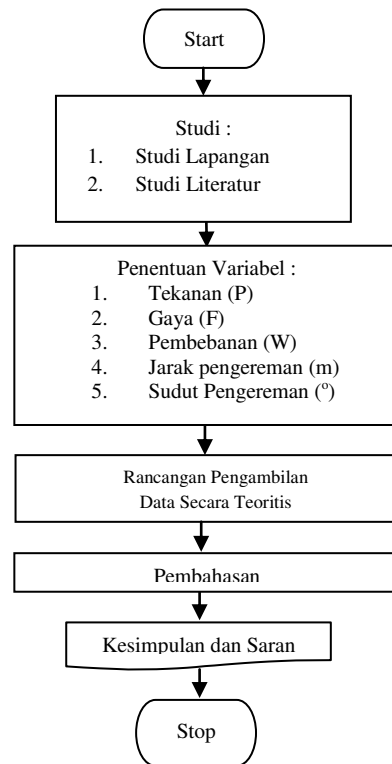
Dimana :

- η = Efisiensi pengereman (%).
- a = Perlambatan (m/det²).
- g = Gravitasi (m/det²).
- μ = Koefisien jalan.

(Sumber : Prof. I NyomanSutatra, 2001)

METODE PENELITIAN.

Diagram Alir Metode Penelitian.



Gambar 3. Digram Alir Penelitian.

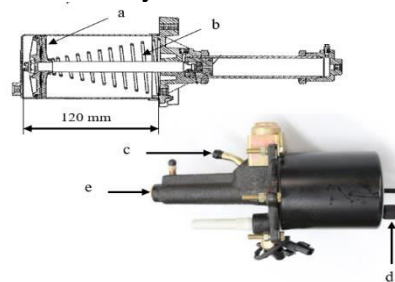
Variabel Penelitian.

Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam rangka penulisan dan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel Bebas yaitu variasi kecepatan kendaraan
2. Variabel Terikat :
 - a. Permukaan jalan aspal
 - b. Permukaan jalan krikil
 - c. Permukaan jalan lumpur

Alat dan Bahan.

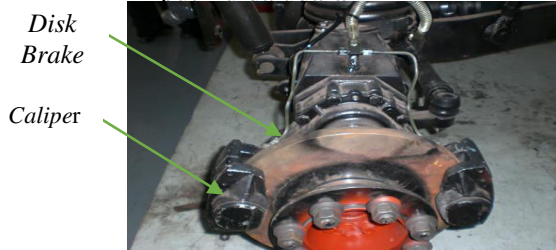
a. Master cylinder.



Gambar 4. MasterCylinder (Sumber : PT. Pindad Persero)

Keterangan :

- a. Master Silinder
- b. Pegas Pengembali
- c. Input fluida cair
- d. Input fluida udara



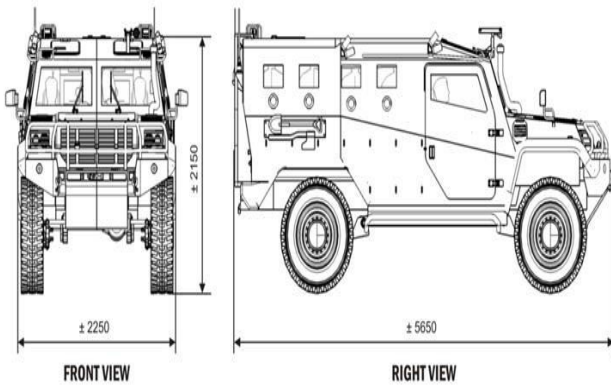
Gambar 5. Disk Brake and Caliper
(Sumber : PT. Pindad Persero)

c. Air Tank.



Gambar 6. Air Tank / Tangki Udara
(Sumber : PT. Pindad Persero)

d. Spesifikasi Kendaraan. Adapun data teknik dirantis Komodo adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Rantis Komodo
(Sumber : PT. Pindad Persero)

1) Spesifikasi :

- a) Jenis Mesin : Diesel, In-Line 4 cylinder
- b) Daya : 220 HP
- c) Transmisi : Manual (6 Maju dan 1 Mundur)
- d) Ground Clearance : 400 mm

- e) Kapasitas Tangki : 200 liter
- f) Daya Jelajah : 450 km
- g) Kecepatan : 100 km/jam

2) Dimensi :

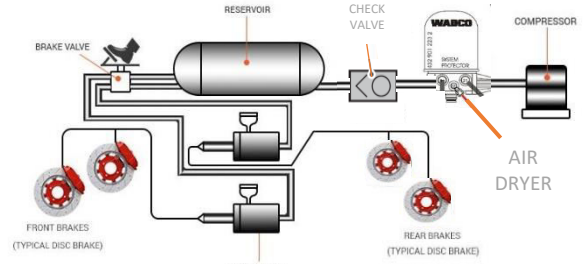
- a) Berat Kosong : 76440 N
- b) Berat Tempur : 83300 N
- c) Panjang : 6300 mm
- d) Lebar : 2190 mm
- e) Tinggi : 2105 mm

g. Data sistem rem pada rantis komodo

- a) Diameter master silinder (D_{ms}) = 113,54 mm
- b) Diameter silinder roda (D_{sr}) = 50 mm
- c) Diameter piringan cakram (d) = 400 mm
- d) Jarak antara batang pendorong dengan pedal rem (L_1)
- e) Jarak ujung pedal dengan batang pendorong (L_2) = 250 mm
- f) Diameter roda (D) = 1268 mm
- g) Berat kendaraan kosong (W_k) = 76440 N
- h) Berat kendaraan Tempur (W_t) = 83300 N

sebagai berikut:

Rancangan Skema Kerja.



Gambar 8. Rancangan Skema Kerja
(Sumber : PT. Pindad Persero)

Tempat dan Waktu Penelitian.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, pelaksanaan dibagi menjadi beberapa tahapan penulisan yang dimulai dari penelitian tentang masalah yang dihadapi, serta pengolahan data.

- a. Tempat Penelitian. Untuk menganalisa system pengereman rantis Komodo dengan *Hydropneumatic brake system*, peneliti melaksanakan pengambilan data yang dilaksanakan secara teoritis.
- b. Waktu Pelaksanaan. Pengambilan data dan pengolahan data dimulai pada bulan Maret s/d Juli 2018.

PEMBAHASAN DAN PERHITUNGAN.

Dalam analisa alat ini yaitu diperlukan dasar-dasar teori dan referensi- referensi. Dari Teori dan referensi ini nantinya akan dapat dijadikan sebagai pedoman dalam penganalisaan.

Hasil Pengambilan Data.

Perhitungan Sistem Rem.

- a. Luas Penampang pada master silinder A_{ms} (mm²). Untuk diameter master silinder yang telah dilakukan pengukuran dengan dimensi 113,54 mm sehingga :

$$\begin{aligned} A_{ms} &= \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \text{ (mm}^2\text{)} \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot (113,54)^2 \\ &= 10,119 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tekanan yang terjadi pada master silinder :

$$\begin{aligned} P &= \frac{P}{A_{ms}} \\ &= \frac{117,6 \text{ N}}{10,119 \text{ mm}^2} \\ &= 11,621 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan Moment. Perhitungan rem yang terjadi pada kendaraan rantis Komodo. Besar injakan kaki manusia diasumsikan sebesar 8-12 kg. sehingga :

$$\begin{aligned} M &= F \cdot (L_1 + L_2) \text{ (N.mm)} \\ &= 117,6 \text{ N} \cdot (150 \text{ mm} + 250 \text{ mm}) \end{aligned}$$

$$= 47040 \text{ N.mm}$$

- c. Gaya yang terjadi pada batang pendorong F_a (N)

$$\begin{aligned} F_a &= \frac{M}{L_1} \text{ (N)} \\ &= \frac{47040 \text{ N.mm}}{150 \text{ mm}} \\ &= 313,6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_b &= \frac{F_a \cdot (L_1 + L_2)}{L_2} \text{ (N)} \\ &= \frac{313,6 \text{ N} \cdot (150 \text{ mm} + 250 \text{ mm})}{250 \text{ mm}} \\ &= 501,6 \text{ N} \end{aligned}$$

- d. Gaya *out put* pada pedal rem (tekanan udara) menjadi tekanan fluida.

$$\begin{aligned} F_{ms} &= P \cdot A_{ms} \text{ (N)} \\ &= 11,621 \text{ N/mm}^2 \times 10,119 \text{ mm}^2 \\ &= 117,59 \text{ N.} \end{aligned}$$

- e. Tekanan pada silinder roda P_{sr} (N/m²). Untuk diameter silinder roda depan dan belakang setelah dilakukan pengukuran adalah sebesar 50 mm, sehingga :

$$\begin{aligned} A_{sr} &= \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \text{ (mm}^2\text{)} \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot (50)^2 \\ &= 1963 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{sr} &= \frac{F_{ms}}{A_{sr}} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ &= \frac{117,59 \text{ N}}{1963 \text{ mm}^2} \\ &= 0,0599 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

- f. Tekanan pada silinder roda depan dan belakang P_{rd} (N/m²).

$$\begin{aligned}
 P_{rd} &= \frac{P_{sr}}{4} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\
 &= \frac{0,0599 \text{ N/mm}^2}{4} \\
 &= 0,01497 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Gaya Gesek Cakram, Ban dan Jalan. Gaya hambat Cakram ($f_{s_{cakram}}$) dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 f_{s_{cakram}} &= F_{ms} \times \mu_{AC} \text{ (N)} \\
 &= 117,59 \text{ N} \times 0,6 \\
 &= 14,9 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan gaya gesek/hambat Roda dan jalan aspal dapat di hitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 f_{s_{RA}} &= W_{ran} \times \mu_{RA} \text{ (N)} \\
 &= 83300 \text{ N} \times 0,9 \\
 &= 74970 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan gaya gesek/hambat Roda dan jalan kerikil dapat di hitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 f_{s_{RK}} &= W_{ran} \times \mu_{RK} \text{ (N)} \\
 &= 83300 \text{ N} \times 0,7 \\
 &= 58310 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan gaya gesek/hambat Roda dan jalan lumpur dapat di hitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 f_{s_{RL}} &= W_{ran} \times \mu_{RL} \text{ (N)} \\
 &= 83300 \text{ N} \times 0,5 \\
 &= 41650 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan

Untuk Gaya dorong kendaraan pada jalan aspal adalah :

$$\begin{aligned}
 F_d &= f_{s_{RA}} + f_{s_{cakram}} \text{ (N)} \\
 &= 74970 \text{ N} + 70,6 \text{ N} \\
 &= 75040,6 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Untuk Gaya dorong kendaraan pada jalan kerikill adalah :

$$\begin{aligned}
 F_d &= f_{s_{RK}} + f_{s_{cakram}} \text{ (N)} \\
 &= 58310 \text{ N} + 70,6 \text{ N} \\
 &= 58380,6 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Untuk Gaya dorong kendaraan pada jalan lumpur adalah :

$$\begin{aligned}
 F_d &= f_{s_{RL}} + f_{s_{cakram}} \text{ (N)} \\
 &= 41650 \text{ N} + 70,6 \text{ N} \\
 &= 41720,6 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Jarak Pengereman.

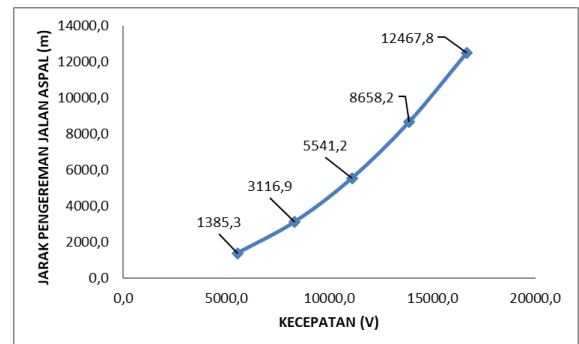
Pengambilan data diambil dengan beberapa variasi kecepatan kendaraan.

NO	Kecepatan (V)	Jarak pengereman jalan Aspal (S)	Jarak pengereman jalan Kerikil (S)	Jarak pengereman jalan Lumpur (S)
	mm/detik	mm	mm	mm
1	5555,6	1385,3	1780,6	2491,7
2	8333,3	3116,9	4006,3	5606,2
3	11111,1	5541,4	7122,5	9966,7
4	13888,9	8658,1	11128,9	15573
5	16666,7	12467,8	16025,7	22425,2

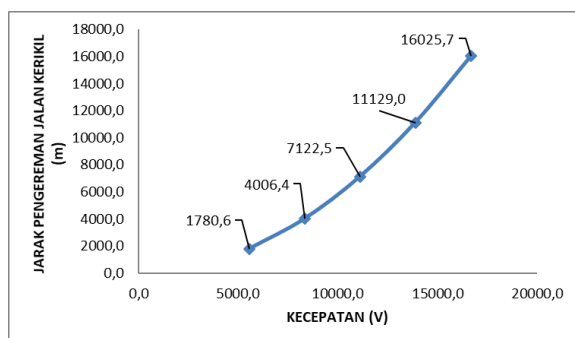
Tabel 1. Hasil Perhitungan Jarak Pengereman.

Analisa Grafik

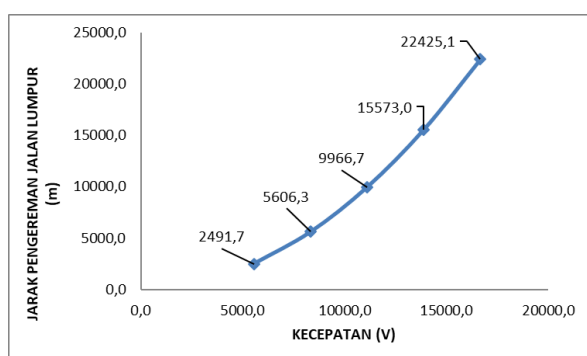
a. Hubungan antara kecepatan dengan jarak pengereman pada jalan aspal.



b. Hubungan antara kecepatan dengan jarak pengereman pada jalan kerikil.



c. Hubungan antara kecepatan dengan jarak pengereman pada jalan lumpur.



Perhitungan Perlambatan dan Efisiensi Pengereman.

a. Kendaraan dengan kecepatan 20 km/jam
= 5555,6 m/detik

1). Perlambatan maksimum pada jalan aspal adalah :

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{v}{2 \cdot S} \text{ (mm/detik}^2\text{)} \\
 &= \frac{(5555,6 \frac{\text{mm}}{\text{detik}})^2}{2 \times 1385,3 \text{ mm}} \\
 &= 11140 \text{ mm/detik}^2
 \end{aligned}$$

2)Efisiensi pengereman jalan aspal adalah :

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{a/g}{\mu} \times 100\% \\
 &= \frac{11140 \frac{\text{mm}}{\text{detik}^2} / 9800 \frac{\text{mm}}{\text{detik}^2}}{0,9} \times 100\% \\
 &= 102 \%
 \end{aligned}$$

3)Perlambatan maksimumnya pada jalan kerikil adalah :

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{v}{2 \cdot S} \text{ (mm/detik}^2\text{)} \\
 &= \frac{(5555,6 \frac{\text{mm}}{\text{detik}})^2}{2 \times 1780,6 \text{ mm}} \\
 &= 8666,9 \text{ mm/detik}^2
 \end{aligned}$$

4)Efisiensi pengereman jalan kerikil adalah :

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{a/g}{\mu} \times 100\% \\
 &= \frac{8666,9 \frac{\text{mm}}{\text{detik}^2} / 9800 \frac{\text{mm}}{\text{detik}^2}}{0,7} \times 100\% \\
 &= 61,91 \%
 \end{aligned}$$

5)Perlambatan maksimumnya pada jalan lumpur adalah

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{v}{2 \cdot S} \text{ (mm/detik}^2\text{)} \\
 &= \frac{5555,6 \frac{\text{mm}}{\text{detik}^2}}{2 \times 2491,7 \text{ mm}} \\
 &= 6193 \text{ mm/detik}^2
 \end{aligned}$$

6)Efisiensi pengereman jalan lumpur adalah :

$$\eta = \frac{a/g}{\mu} \times 100\%$$
$$= \frac{6193 \frac{\text{mm}}{\text{detik}^2} / 9800 \frac{\text{mm}}{\text{detik}^2}}{0,5} \times 100\%$$
$$= 31,60\%$$

SIMPULAN

Dalam menganalisa kendaraan Rantis Komodoini disimpulkan beberapa hasil perhitungan pengereman yang dilakukan dari beberapa kecepatan yaitu :

a. Jarak pengereman untuk kendaraan Komodoberjalan pada jalan aspal dengan kecepatan kendaraan yang bervariasi dan koefisien gesek jalan 0,9 adalah:

1) Jarak pengereman pada kecepatan kendaraan 20 km/jam.

$$\text{Jarak pengereman (S)} = 1385,3 \text{ mm.}$$

2) Jarak pengereman pada kecepatan kendaraan 40 km/jam.

$$\text{Jarak pengereman (S)} = 5541,4\text{mm.}$$

3) Jarak pengereman pada kecepatan kendaraan 60 km/jam.

$$\text{Jarak pengereman (S)} = 12467,8\text{mm.}$$

b. Dari hasil analisa tersebut, jarak pengereman pada Rantis Komodo sesuai dengan SST (*Standart Syarat Type*).

DAFTAR PUSTAKA

Clarkson, H. 1999. *Teknik Jalam Raya*. Penerbit: Gramedia. . Jakarta.

Karim, Silmy. 2014. *Membangun Kemandirian Industri Pertahanan Indonesia*.Penerbit: KepustakaanPopuler Gramedia. Jakarta.

Sears Zemansky, 1997, *Fisika Untuk Universitas1*. Penerbit: Bina Cipta Indonesia. Jakarta.

Sugi Hartono, 1988, *Sistim Kontrol Dan Pesawat Tenaga Hidrolik*, Penerbit : Tarsito. Bandung.

Sularso. 2004. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*.Penerbit: Pradya Paramita. Jakarta

Sutatra, I Nyoman. 2001. *Teknologi Otomotif*. Penerbit : Guna Widya. Surabaya

Tubagus ahmad D, Prasasta.2016. *Strategi Pengembangan Produk Terintegrasi Dan Modular (Ppt-M) Pada Litbang Desain Rantis Komodo Di PT. Pindad*. Bandung: Kepustakaan ITB.

Toyota. 1995. *“New Step 1 Training Manual”*. PT. Toyota Astra Motor. Jakarta.