

## Analisa Getaran Mekanik Pada Panser Badak

Andoyo Rifky Widighda<sup>1)</sup>, I.G.B Wijaya Kusuma<sup>1)</sup>, I.G.N Nitya Santhiarsa<sup>1)</sup>,  
Ni Made Dwidiani<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

### Abstrak

Dalam pemerintahan Presiden Jokowi sekarang ini beberapa peralatan perang Indonesia diwajibkan dibuat bangsa Indonesia sendiri setidaknya 30% komponen lokal dan 70% nya boleh mengimpor. Pada kesempatan ini penelitian difokuskan pada kendaraan khusus yang diproduksi oleh PT. Pindad (Persero) yaitu Panser BADAk. Karena Panser BADAk ini dilengkapi persenjataan sehingga pada saat melakukan penembakan akan terjadi getaran pada *turret* maupun bodi nya itu sendiri. Di dalam getaran sendiri ada beberapa parameter yang harus diperhatikan yaitu seperti osilasinya, *error*, dan stabilitas *turret* panser. Oleh sebab itu perlu diteliti getaran yang terjadi pada panser BADAk agar menghasilkan simpangan dan kesalahan sekecilnya pada saat dioperasikan.

Kata kunci: Getaran mekanis, osilasi, error dan stabilitas turret, Panser BADAk

### Abstract

*The current administration of President Jokowi some Indonesian war equipment is required to be made by the Indonesian nation alone at least 30% of local components and 70% of them may import. On this occasion research focused on special vehicles manufactured by PT. Pindad (Persero) is Panzer BADAk. Because Panzer BADAk is equipped with weaponry so that at the time of the shooting will occur vibration on the turret or body itself. In the vibration itself there are several parameters that must be considered, such as oscillation, error, and stability of the turret panser. Therefore it is necessary to investigate the vibrations that occur in the BADAk tank to produce the deviation and errors as small as when operated.*

*Keywords: Mechanical vibration, oscillation, error and stability of turret, Panzer BADAk*

### 1. PENDAHULUAN

Selama ini pemerintah Indonesia masih mengandalkan alat pertahanan dari negara asing, baik peralatan maupun suku cadangnya. Dalam pemerintahan Presiden Jokowi sekarang ini beberapa peralatan perang Indonesia diwajibkan dibuat bangsa Indonesia sendiri setidaknya 30% komponen lokal dan 70% nya boleh mengimpor. Akan tetapi, alangkah lebih baiknya apabila seluruh komponen buatan Indonesia sendiri. Indonesia memiliki sebuah industri yang mampu menjawab tantangan pertahanan dan globalisasi yaitu PT. Pindad (Persero) yang memproduksi kebutuhan operasional baik sipil maupun militer.

Pada kesempatan ini penelitian akan difokuskan pada kendaraan khusus yang diproduksi oleh PT. Pindad (Persero) yaitu Panser BADAk. Kendaraan ini adalah kendaraan yang digunakan oleh pasukan infanteri dalam pengamanan dalam kota dengan ukuran yang

tidak besar atau dalam istilah militernya disebut *small size tank*. Panser BADAk dilengkapi persenjataan dengan menggunakan peluru biasa dan meriam, sehingga pada prakteknya mampu bertahan dalam pertempuran skala besar maupun kecil di perkotaan. Karena Panser BADAk ini dilengkapi persenjataan sehingga pada saat melakukan penembakan akan terjadi getaran pada *turret* maupun bodi nya itu sendiri. Getaran merupakan gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Di dalam getaran sendiri ada beberapa parameter yang harus diperhatikan yaitu seperti osilasinya, *error*, dan stabilitas *turret* panser. Oleh sebab itu perlu diteliti getaran yang terjadi pada panser BADAk agar menghasilkan simpangan dan kesalahan sekecilnya pada saat dioperasikan.

## **2. METODE**

### **2.1. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini menganalisis getaran mekanik yang terjadi pada meriam Panser BADAk pada bodi, pada saat gerak memutar *turret*, gerakan naik-turun meriam dan maju-mundur pada saat melakukan *firing*. Analisis getaran mekanis untuk memperoleh frekuensi natural, simpangan, dan rasio redaman.

### **2.2. Metoda**

Metoda penelitian ini adalah merancang simpangan maksimum dari *turret* pada saat melontarkan meriam. Gerak horizontal pada saat meriam dilontarkan oleh panser Badak produksi PT. Pindad (Persero) sebenarnya masih bisa dilakukan peningkatan performansinya. Osilasi, simpangan, dan frekuensi natural akan menjadi fokus utama penulis untuk melakukan analisis pada *turret* panser Badak ini.

### **2.3. Proses Pengambilan Data**

#### **2.3.1. Data Primer**

Data primer langsung yang bersumber dari observasi lapangan serta pengukuran parameter secara langsung ke lapangan, dalam hal ini seperti geometri ukuran daripada meriam, *turret*, serta keterangan-keterangan pendukung sewaktu pengambilan data di PT. Pindad (Persero) di Bandung.

#### **2.3.2. Data sekunder**

Data teoritis didapatkan dari berbagai referensi pustaka, baik berupa buku, makalah dari instansi mengenai materi terkait, ataupun jurnal serta artikel yang berhubungan dengan materi laporan, seperti massa, peredam dan pegas.

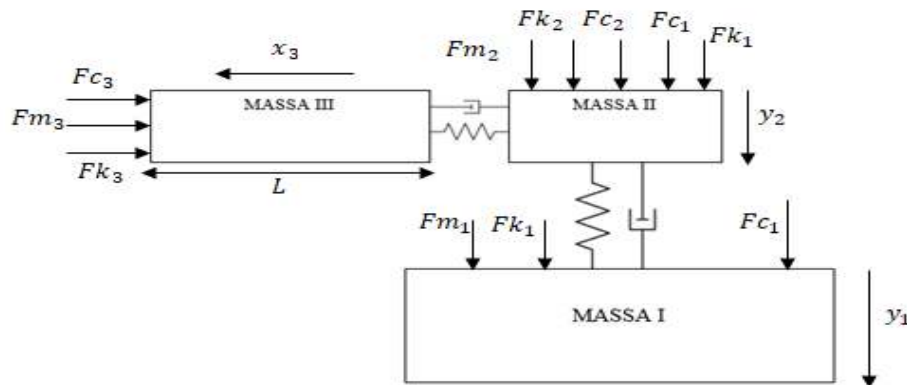
### **2.4. Jenis Data**

Data yang diambil adalah Variabel kontrol: 4 *degree of freedom*, waktu, Variabel bebas: konstanta pegas dan konstanta redaman, massa dan Variabel terikat : frekuensi natural, rasio redaman, dan simpangan.

### **2.5. Pengolahan Data**

Berdasarkan analisa data yang dilakukan lebih terfokuskan kepada analitis dan kajian literatur terkait, namun dalam tahap awal pengerjaan proses simulasi akan sangat dibutuhkan demi menentukan parameter-parameter yang tidak diketahui sebelumnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Free body diagram keseluruhan

#### Persamaan Getaran

##### 1. Persamaan Getaran I

Metode *Lagrangian*

$$\frac{\partial T}{\partial[\partial\dot{y}_1]} = m_1\ddot{y}_1, \quad \frac{\partial D}{\partial\dot{y}_1} = c_1(\dot{y}_1 - \dot{y}_2), \quad \frac{\partial V}{\partial y_1} = k_1(y_1 - y_2)$$

Sehingga persamaan getarannya menjadi

$$m_1\ddot{y}_1 + c_1(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) + k_1(y_1 - y_2) = 0$$

##### 2. Persamaan Getaran II

$$\frac{\partial T}{\partial[\partial\dot{y}_2]} = m_2\ddot{y}_2, \quad \frac{\partial D}{\partial\dot{y}_2} = c_1(\dot{y}_2 - \dot{y}_1) + c_2(\dot{y}_2 - \dot{y}_3),$$

$$\frac{\partial V}{\partial y_2} = k_1(y_1 - y_2) + k_2(y_2 - y_3)$$

Sehingga persamaan getarannya menjadi

$$m_2\ddot{y}_2 + c_1(\dot{y}_2 - \dot{y}_1) + c_2(\dot{y}_2 - \dot{y}_3) + k_1(y_1 - y_2) + k_2(y_2 - y_3) = 0$$

##### 3. Persamaan Getaran III

Karena pada persamaan 3 yang terjadi adalah getaran *forced vibration* sehingga

$$Q_3 = F(t)$$

$$\frac{\partial T}{\partial[\partial\dot{x}_3]} = m_3\ddot{x}_3, \quad \frac{\partial D}{\partial\dot{x}_3} = c_2(\dot{y}_3 - \dot{y}_2), \quad \frac{\partial V}{\partial x_3} = k_2(y_3 - y_2)$$

$$F_{(t)} = F_0 \sin \Omega t \cos \Omega t$$

Sehingga persamaan getarannya menjadi

$$m_3\ddot{x}_3 + c_2(\dot{y}_3 - \dot{y}_2) + k_2(y_3 - y_2) = F_0 \sin \Omega t \cos \Omega t$$

##### 4. Persamaan Getaran IV

$$\frac{\partial T}{\partial[\partial\dot{\theta}_3]} = I_3\ddot{\theta}_3, \quad \frac{\partial D}{\partial\dot{\theta}_3} = c_2(\dot{y}_3 - L\dot{\theta}_3)\frac{L}{2}, \quad \frac{\partial V}{\partial \theta_3} = k_2(y_3 - L\theta_3)\frac{L}{2}$$

Sehingga persamaan getarannya menjadi

$$I_3\ddot{\theta}_3 + c_2(\dot{y}_3 - L\dot{\theta}_3)\frac{L}{2} + k_2(y_3 - L\theta_3)\frac{L}{2} = 0$$

di mana  $I = \frac{1}{12} mL^3$

### Menghitung frekuensi natural dan rasio redaman

#### 1. Data I Pada Persamaan Pertama

$$m : 30000 \text{ kg}$$

$$c : 1500 \text{ kg/s}$$

$$k : 4620 \text{ N/m}$$

Frekuensi natural

$$w_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{4620}{30000}} = 0.392 \text{ Hz}$$

Rasio redaman

$$\zeta = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{2\omega_n m} = \frac{1500}{2(0.392)(30000)} = 0.063$$

#### 2. Data II Pada Persamaan Kedua

$$m : 11083.5 \text{ kg}$$

$$c : 2054.175 \text{ kg/s} + 1500 \text{ kg/s} = 3554.175 \text{ kg/s}$$

$$k : 5145.284 \text{ N/m} + 4620 \text{ N/m} = 9765.284 \text{ N/m}$$

Frekuensi natural

$$w_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{9765.284}{11083.5}} = 0.566 \text{ Hz}$$

Rasio redaman

$$\zeta = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{2\omega_n m} = \frac{3554.175}{2(0.566)(11083.5)} = 0.283$$

#### 3. Data III Pada Persamaan Ketiga

$$m : 1000 \text{ kg}$$

$$c : 2054.175 \text{ kg/s}$$

$$k : 5145.284 \text{ N/m}$$

Frekuensi natural

$$w_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{5145.284}{1000}} = 2.268 \text{ Hz}$$

Rasio redaman

$$\zeta = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{2\omega_n m} = \frac{2054.175}{2(2.268)(1000)} = 0.452$$

#### 4. Data IV Pada Persamaan Keempat

$$I : 1937.228 \text{ kg}$$

$$c : 1466.16 \text{ kg/s}$$

$$k : 1389.72 \text{ N/m}$$

Frekuensi natural

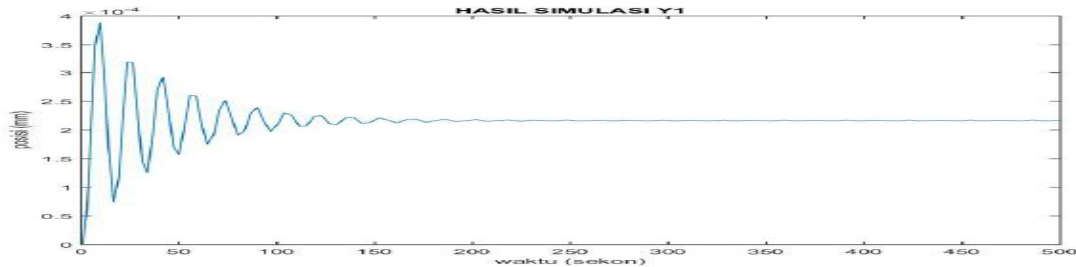
$$w_n = \sqrt{\frac{k}{I}} = \sqrt{\frac{1389.72}{1937.228}} = 0.846 \text{ Hz}$$

Rasio redaman

$$\zeta = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{2\omega_n m} = \frac{1466.16}{2(0.846)(1937.228)} = 0.447$$

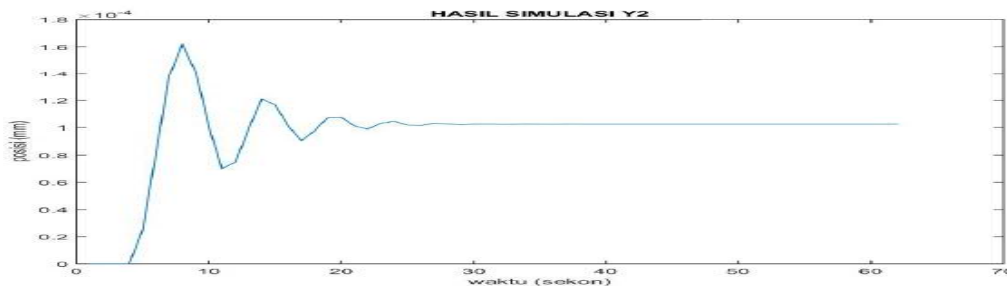
### Simulasi

Hasil simulasi dari keempat persamaan tanpa/dengan PID *Controller* menggunakan *software* MATLAB Simulink berikut dengan blok diagram dapat dilihat di bawah ini:



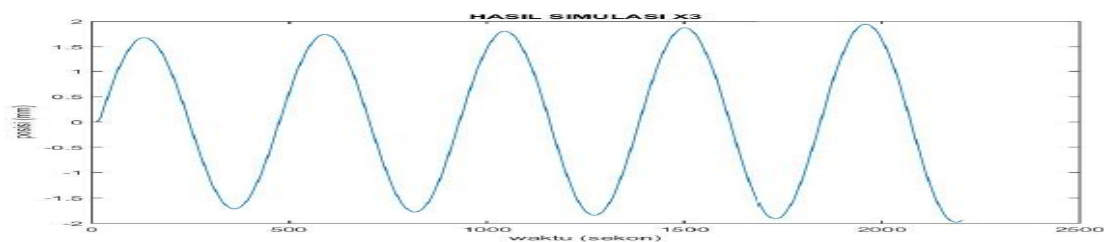
Gambar 2. Grafik Simulasi Sistem I

Dapat dilihat pada simulasi terlihat sangat baik grafiknya dengan frekuensi natural sebesar 0.392 Hz dan rasio redaman 0.063 getaran pada bodi stabil pada waktu 250 detik.



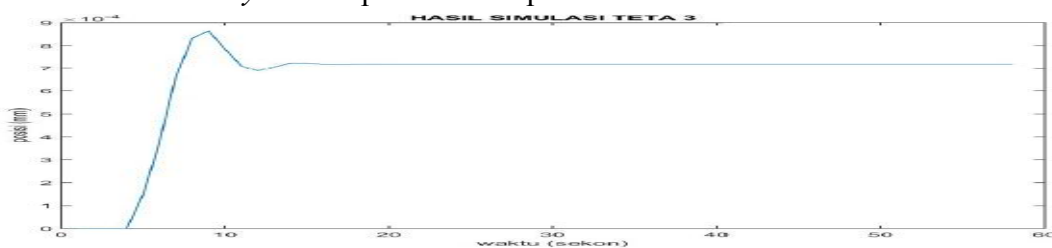
Gambar 3. Grafik Simulasi Sistem II

Dapat dilihat pada simulasi dengan perhitungan frekuensi natural sebesar **0.566 Hz** dan rasio redaman 0,283 getaran pada *casing turret* stabil pada waktu 30 detik.



Gambar 4. Grafik Simulasi Sistem III

Pada percobaan ketiga di mana *turret* melakukan penembakan terlihat bahwa getaran termasuk dalam *forced vibration* di mana grafiknya tidak berhenti dikarenakan penjumlahan antara *transien* dan *steady state* seperti terlihat pada hasil simulasi di atas.



Gambar 5. Grafik Simulasi Sistem IV

Untuk percobaan terakhir terlihat getaran yang terjadi sangat kecil dan cepat teredam hanya dalam waktu kurang dari 20 sekon di mana getaran ini terjadi pada saat *turret* memutar membentuk sudut teta ( $\theta$ ).

#### 4. SIMPULAN

Simulasi sistem kontrol getaran mekanis yang dilakukan memberikan kesimpulan bahwa semakin besar harga  $k$  atau pegas maka akan semakin besar osilasi yang terjadi dan apabila harga  $c$  atau redaman semakin besar maka osilasi yang terjadi kecil sehingga suatu sistem akan lebih cepat teredam. Untuk getaran paling baik teredam terjadi pada saat *turret* melakukan gaya angkat yang membentuk sudut teta di dapat pada waktu kurang dari 20 sekon.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anda, D. (2011). Frekuensi Natural. Diambil kembali dari [dee-anda.blogspot.co.id:](http://dee-anda.blogspot.co.id/) <http://dee-anda.blogspot.co.id/2011/07/frekuensi-natural.html> diakses 18 Januari 2017
- [2] Effendy, N., Kurniawan, S. I., K, I. P., & Utami, N. A. (2008). Peredaman Osilasi Getaran Pada Suatu Sistem Dengan Permodelan Pegas-Damper Menggunakan Kendali Logika Fuzzy. Jurnal Seminar Nasional Informatika UPN Yogyakarta. Vol 1. No 3
- [3] Fortek Pembangunan. (2013). Sistem Hidrolik dan Pompa Hidrolik. Diambil kembali dari [fortek-pembangunan.blogspot.co.id:](http://fortek-pembangunan.blogspot.co.id/) <http://fortek-pembangunan.blogspot.co.id/2013/05/sistem-hidrolik-dan-pompa-hidrolik.html> diakses 19 Januari 2017
- [4] Junior, N. R., & Ahmad, F. H. (1987). Comparison of Measures of Vibration Affecting Occupants of Military Vehicles. Mississippi: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- [5] Karyasa, T. B. (2011). Dasar-Dasar Getaran Mekanis. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- [6] Krylov, V. V. (2011). Ground Vibrations From Tracked Vehicles: Theory and Applications. Paper of 8th International Conference on Structural Dynamics, Page 762-769.
- [7] Ogata, K., & Laksono, E. (1994). Teknik Kontrol Automatik. Jakarta: Erlangga.
- [8] Parr, A. (2003). Hidrolika dan Pneumatika Pedoman bagi Teknisi dan Insinyur. Jakarta: Erlangga.
- [9] Pengertian Energi Menurut Ilmu Pengetahuan. (2013). Diambil kembali dari [Benergi.com:](http://benergi.com/) <http://benergi.com/pengertian-energi-mekanik-menurut-ilmu-pengetahuan> diakses 21 Januari 2017
- [10] Rao, S. S. (2000). Mechanical Vibrations. Indiana: Purdue University Press.
- [11] Susatio, Y., & Biyanto, T. R. (2006). Percancangan Sistem Suspensi Aktif pada Kendaraan Roda Empat Menggunakan Pengendali Jenis Robust Proporsional, Integral, dan Derivatif. Jurnal Teknik Fisika - Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. halaman 44-48.