

## STUDI KARAKTERISTIK NILAI *ROLLING RESISTANCE* PADA PRODUK *SINGLE ROW DEEP GROOVE BALL BEARING TIPE 6000*

Muhammad Ihsan<sup>1</sup>, Gaguk Jatisukamto<sup>2</sup>, Mahros Darsin<sup>2</sup>  
M Asrofi<sup>2</sup>, Agus Triono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember - Jl. Kalimantan 37 Jember  
Email: mhmdihsann@gmail.com

### ABSTRACT

*Rolling resistance in bearings is rolling resistance in bearings that move rolling without sliding. The amount of rolling resistance force occurs depending on the magnitude of the coefficient of friction between the ball bearing and the outer and inner surfaces of the bearing. This research is in the form of testing the characteristics of rolling resistance values by experimental methods when given variations in rotational speed parameters and radial load variations. The results of research on single row deep groove ball bearing type 6000 with 207 Newton loading at 300 rpm rotation showed a rolling resistance value of 1.0823 Newton.*

**Keywords:** *Rolling resistance, Bearing 6000*

### PENDAHULUAN

Sarana transportasi mayoritas menggunakan energi fosil. Energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbarui. Pada tahun 2014, Kementerian ESDM menginformasikan bahwa energi fosil mendominasi konsumsi energi primer, dimana konsumsi minyak bumi 88 juta TOE atau 41,0 % dari total konsumsi, energi nasional, batubara 69 juta TOE atau 32,3 %, gas 42 juta TOE atau 19,7 %, biomassa 6 juta TOE atau 2,9 %, dan panas bumi 2 juta TOE atau 1,1 %. Menurut Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional (DEN) kebutuhan dan ketersediaan energi di Indonesia pada tahun 2015 mencatat cadangan minyak bumi mengalami penurunan 2,3 %. Cadangan minyak pada tahun 2014 sebanyak 3,75 miliar barel, sedangkan cadangan terbukti 3,62 miliar barel. [1].

Mobil listrik digerakkan oleh motor listrik dari energi listrik yang disimpan dalam baterai. Mobil listrik sangat efektif dalam penggunaannya karena bersifat ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polusi udara. Kinerja kendaraan ditentukan oleh berat kendaraan (*mass*), hambatan aerodinamis (*aerodynamic resistance*) dan hambatan gelinding (*rolling resistance*) [4].

*Rolling resistance* merupakan tahanan gelinding terhadap roda yang menggelinding akibat adanya gaya gesekan. *Rolling resistance* adalah momen yang digerakkan roda untuk melawan arah gerakan, setara dengan gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan roda maju [3]. *Rolling resistance* memiliki dampak yang besar pada konsumsi bahan bakar kendaraan dimana pengurangan 10% *rolling resistance* dapat menghemat bahan bakar 2-3%.

Angka *rolling resistance* juga dipengaruhi oleh komponen yang berputar yaitu bantalan [2].

Bantalan (*Bearing*) adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros dalam kondisi berputar dan menahan beban pada saat elemen mesin saling bergerak [6]. Gerakan *bearing* saat bekerja didukung oleh *ball* atau *roller* yang terdapat antara *inner* (cincin dalam) dan *outer* (cincin luar). Pada saat cincin mengelinding atau berputar akan menghasilkan gesekan yang dapat menyebabkan adanya hambatan gelinding pada kendaraan. Gesekan yang terjadi pada *ball bearing* akan menimbulkan keausan yang mengakibatkan umur pakai dari *ball bearing* akan berkurang [5]. Gesekan dapat diminimalisir dengan cara menambahkan pelumas pada komponen mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi nilai *rolling resistance* pada tipe bantalan 6000 terhadap pengaruh variasi diameter *bearing* tipe *single row deep groove ball bearing*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah nilai *rolling resistance* digunakan sebagai acuan untuk memilih *bearing* yang sesuai dengan kebutuhan.

### METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan memulai perancangan desain rangka alat uji *rolling resistance*. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Baja ST-37

Dari rancangan desain yang dilakukan, dipersiapkan komponen-komponen pendukung sebagai berikut:

a) poros

b) cluth

c) *flywheel*

- d) flens
- e) bearing.

Komponen penggerak menggunakan motor listrik dilengkapi dengan pengendali instalasi kelistrikannya. Sistem pemindah daya menggunakan clutch yang dipasang untuk menghasilkan putaran pada *flywheel* yang optimum.

1. Pengujian alat

Dalam pengujian menggunakan berbagai variabel adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel yang digunakan

Variabel	Nilai variabel
Type bearing	Single Row deep Groove ball bearing 6000
Beban flywheel	165, 177, 207 N
Kecepatan putar	380, 400, 420 rpm

Tabel 1 menampilkan variabel yang akan digunakan adalah *type bearing*, jenis pelumas, beban, dan kecepatan putar.

2. Perhitungan dan inteprestasi data

Perhitungan dan intepretasi data berdasarkan metode yang dipilih adalah sebagai berikut:

- a) Momen inersia pada sebuah bantalan. Sesuai dengan hal tersebut maka rumus momen inersia (I) digunakan dalam penelitian ini merupakan momen inersia silinder berongga:

$$I = \frac{1}{2} m (R_2^2 + R_1^2) \tag{1}$$

dengan:

- I : Momen inersia (kgm<sup>2</sup>)
- M : Massa benda (kg)
- R : Jarak sumbu benda/jari-jari benda (m)

- b) *Rolling resistance* dihitung dari nilai yang didapatkan dari pengujian *bearing* ketika diberi pada variasi pembebanan, W (*newton*) dan variasi putaran, n (rpm). Gaya hambat (F<sub>D</sub>) pada *bearing* terjadi karena adanya torsi terhadap sumbu rotasi [1].

$$\tau = R_d \cdot F_D = -I \frac{d\omega}{dt} \tag{2}$$

dengan:

- τ : Torsi (Nm)
- F<sub>D</sub> : Gaya hambat (N)
- R<sub>d</sub> : Jari-jari *inner* bantalan (m)
- I : Momen inersia (kgm<sup>2</sup>)
- dω : Perubahan kecepatan sudut (rad/s)
- dt : Selisih waktu (s)

- c) Koefisien *rolling resistance* (Cr), dihitung dengan membagi gaya hambat dengan beban

terhadap gaya gravitasi. Sehingga Cr memiliki persamaan berikut:

$$Cr = \frac{1}{2} \cdot \frac{(R_2^2 + R_1^2)d\omega}{g R_d dt} \tag{3}$$

dengan:

- Cr : Koefisien *rolling resistance*
- R<sub>2</sub> : jari – jari *flywheel* (m)
- R<sub>1</sub> : Jari – jari *outer* bantalan (m)
- R<sub>d</sub> : Jari – jari *inner* bantalan (m)
- dω : Perubahan kecepatan sudut (rad/s)
- dt : Selisih waktu (s)
- g : Gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

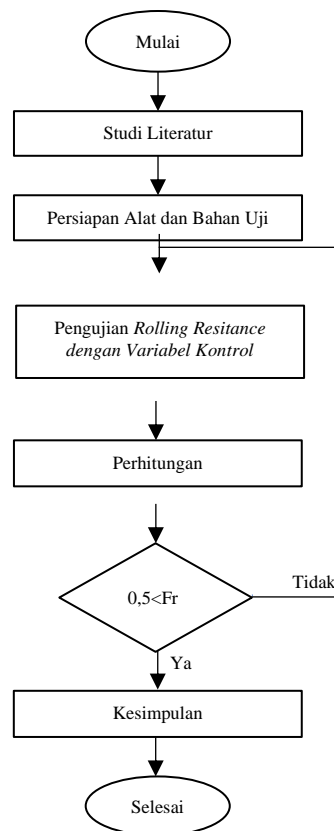
- d) Gaya *rolling resistance* merupakan perhitungan dari nilai koefisien *rolling resistance* (Cr) yang terjadi pada elemen bantalan dengan gaya angkat (F<sub>L</sub>) yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi pada *flywheel*.

$$Fr = Cr \cdot W \tag{4}$$

dengan:

- Fr : Nilai *rolling resistance* (N)
- Cr : Koefisien *rolling resistance*
- W : Berat *Flywheel* (N)

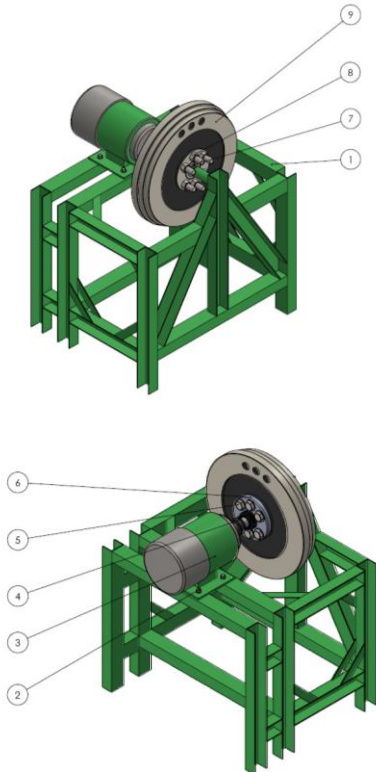
3. Diagram alir pengujian alat uji *rolling resistance*



Gambar 1. Diagram alir pengujian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

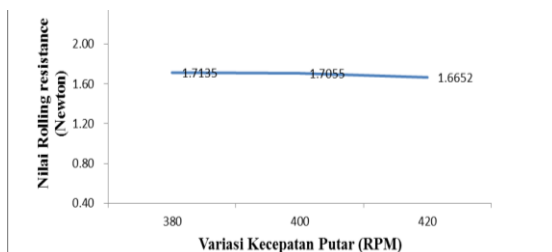
Desain rangka alat uji *rolling resistance* ditunjukkan pada gambar 2. Beban elemen mesin yang bekerja pada masing-masing batang (*beam*). Berikut adalah bentuk rangka dari alat uji *rolling resistance*:



Gambar 2. Desain alat uji *rolling resistance*

Nama bagian:

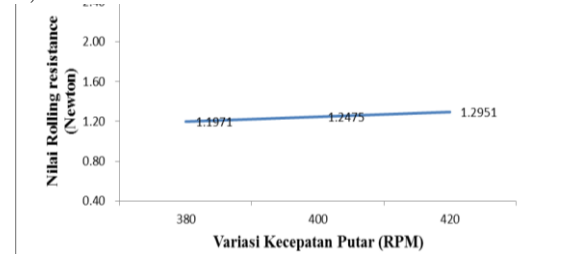
1. Rangka
2. Baut M6
3. Motor listrik
4. Clutch
5. Baut M14
6. Flens
7. *Ball bearing*
8. Mur M14
9. *Flywheel*



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Pada beban 165 Newton

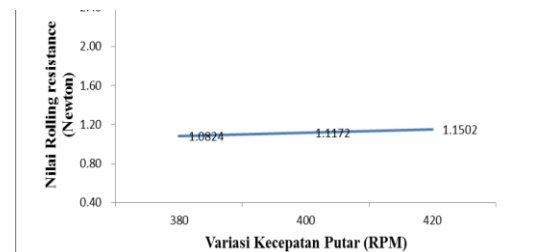
Pada variasi pembebanan 165 newton nilai yang diamati yaitu perubahan kecepatan sudut ( $\omega$ ) dan selisih waktu ( $dt$ ) sebagai data untuk

perhitungan koefisien *rolling resistance* ( $Cr$ ). Setelah mengetahui nilai ( $Cr$ ), ( $Cr$ ) digunakan sebagai faktor pengali terhadap ( $W$ ) untuk memperoleh nilai *rolling resistance* ( $Fr$ ). Berdasarkan perhitungan pada persamaan 4. diperoleh nilai *rolling resistance* ( $Fr$ ) terendah pada variasi kecepatan putar 420 rpm dengan nilai 1,6652 newton.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Pada beban 177 Newton

Pada variasi pembebanan 177 newton nilai yang diamati yaitu perubahan kecepatan sudut ( $\omega$ ) dan selisih waktu ( $dt$ ) sebagai data untuk perhitungan koefisien *rolling resistance* ( $Cr$ ). Setelah mengetahui nilai ( $Cr$ ), ( $Cr$ ) digunakan sebagai faktor pengali terhadap ( $W$ ) untuk memperoleh nilai *rolling resistance* ( $Fr$ ). Berdasarkan perhitungan pada persamaan 4. diperoleh nilai *rolling resistance* ( $Fr$ ) terendah pada variasi kecepatan putar 380 rpm dengan nilai 1,1971 newton.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Pada beban 207 Newton

Pada variasi pembebanan 207 newton nilai yang diamati yaitu perubahan kecepatan sudut ( $\omega$ ) dan selisih waktu ( $dt$ ) sebagai data untuk perhitungan koefisien *rolling resistance* ( $Cr$ ). Setelah mengetahui nilai ( $Cr$ ), ( $Cr$ ) digunakan sebagai faktor pengali terhadap ( $W$ ) untuk memperoleh nilai *rolling resistance* ( $Fr$ ). Berdasarkan perhitungan pada persamaan 4. diperoleh nilai *rolling resistance* ( $Fr$ ) terendah pada variasi kecepatan putar 380 rpm dengan nilai 1,1971 newton.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian *rolling resistance* didapatkan nilai yang optimum dengan mengatur kecepatan putar bearing 380

rpm, beban 207 N, menggunakan bantalan *type single row deep groove ball bearing* 6000 di peroleh nilai *rolling resistance* 1,0823 newton

2. Semakin bertambah variasi kecepatan putar nilai *rolling resistance* semakin meningkat, dan nilai *rolling resistance* semakin menurun terhadap bertambahnya variasi beban.

#### **Saran**

Setelah melakukan penelitian adapun saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Dalam pengujian *rolling resistance* pada *type single row deep groove ball bearing*, untuk hasil variabel putaran *bearing* dan beban radial adalah salah dua variabel pengujian, perlu penambahan variabel pada penelitian selanjutnya.
2. Faktor yang mempengaruhi *rolling resistance bearing*, *number seri bearing* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi *rolling resistance*. Untuk penelitian selanjutnya jenis pelumasan, material *bearing*, umur pemakaian, serta getaran mempengaruhi *rolling resistance*.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Dewan Energi Nasional, 2015. *Outlook Energi Indonesia*. ISSN 2503-1597. Jakarta Selatan: Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional.
- [2] Chatti, Karim. 2012. *Estimating the Effects of Pavement Condition on Vehicle Operating Costs*. Washington: Michigan State University.
- [3] Gomez, J. L., A. Bourdon, H. Andre, dan D. Remond. 2016. Modeling Deep Groove Ball Bearing Localized Defect Inducing Instantaneous Angular Speed Variations. *Tribology International*.
- [4] Juhala, M. 2014. *Improving Vehicle Rolling Resistance and Aerodynamics. Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*: 462-475.
- [5] Sularso, Ir., dan K. Suga. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita