

SIMULASI GETARAN PADA RODA DAYA YANG DIDUKUNG BANTALAN MAGNET PERMANEN

Djill Van Itrantoi, Renova Sibarani¹⁾, Michael Rembet²⁾, Stenly Tangkuman³⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

Email: jilvanjil6@gmail.com

ABSTRAK

Benda seperti halnya roda daya, pasti memiliki frekuensi natural sebagai satu parameter getaran. Jika gaya eksitasi terjadi pada frekuensi yang sama dengan frekuensi natural, maka resonansi akan terjadi. Akibatnya, deformasi berlebihan pada struktur bisa terjadi. Dalam penelitian ini, frekuensi natural dari roda daya akan dihitung. Perhitungan ini dilakukan dengan bantuan metode elemen hingga pada perangkat lunak. Selain itu, rentang frekuensi kerja maupun deformasi struktur akibat getaran juga akan dihitung. Perhitungan deformasi ini dilakukan karena deformasi mempengaruhi jarak antara roda daya dan rumah. Namun, simulasi dilakukan hanya pada lima mode getar pertama.

Penelitian ini terdiri dari empat tahap. Keempat tahap tersebut adalah studi literatur, analisis f_n batang sederhana, pengukuran awal baterai mekanik dan analisis f_n baterai mekanik. Pengukuran awal baterai mekanik dilakukan karena baterai mekanik yang akan dianalisis adalah baterai mekanik yang telah dirancang di Laboratorium Perancangan, Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa lima mode getar terjadi pada frekuensi putar sebesar 32,21 Hz, 88,71 Hz, 173,96 Hz, 287,48 Hz dan 429,32 Hz. Selain itu, rentang kerja terlebar berada diantara mode getar dua sampai mode getar ketiga. Kemudian, deformasi yang mempengaruhi jarak antara roda daya dan rumah bantalan berada pada mode getar kedua, ketiga dan kelima.

Kata Kunci: Roda Daya, Frekuensi Natural, Simulasi Getaran dengan Perangkat Lunak

ABSTRACT

Object such as Fly Wheel, it is bound to have natural frequency as one of it is vibration parameter. If excitation is applied at the same frequency as natural frequency, then resonance will occur. As the result, excess deformation on the structure can occur. In this research, the natural frequency from the Fly Wheel was calculated. The calculation was conducted with the help of Finite Element on a software. Followed with the calculation of the working frequency range and structure deformation as a result of the vibration that occurred. The deformation calculation was conducted because deformation will effect the size (dimension) between the wheel and the housing. However, the simulation that was conducted only on the first five vibration mode.

This Research is consisted of four stages. The four stages are literature study, f_n analysis of a basic road, preliminary measurement mechanical battery and f_n analysis of the mechanical battery. Preliminary measurement was conducted because the mechanical battery that was analysed is already constructed in Construction Laboratory, Department of Mechanical Engineering, University of Sam Ratulangi.

The Result of the simulation indicated that five vibration mode occurred on these spinning frequency are 32.21 Hz, 88.71 Hz, 173.93 Hz, 287.48 Hz, and 429.32 Hz. Followed, the biggest working range are between vibration mode two to three. Finally, deformation that effected the size between Fly Wheel and housing bearing it is on two, three and five.

Key Words: Fly Wheel, Natural Frequency, Vibration Simulation with Software.

1. PENDAHULUAN

Baterai mekanik merupakan pengembangan fungsi roda daya. Baterai ini bekerja dengan cara kecepatan putar rotor ditingkatkan setinggi mungkin. Ini karena, energi sistem baterai mekanik disimpan dalam bentuk energi rotasi. Akibatnya, semakin tinggi kecepatan putar, semakin besar pula energi sistem yang tersimpan. Ketika energi tersebut diekstraksi, kecepatan putar rotor akan menurun sebagai akibat dari keseimbangan energi (James, 2018).

Roda daya berputar dengan ditopang oleh bantalan. Pada umumnya, bantalan dibagi dalam dua jenis. Kedua jenis bantalan ini adalah bantalan gelinding dan bantalan luncur. Pada bantalan gelinding, gaya ditopang oleh elemen gelinding yang dapat berupa bola, rol atau jarum. Ini berarti terjadi kontak antar elemen padat yang berputar. Sebaliknya, pada bantalan luncur, gaya ditopang oleh fluida bertekanan. Ini berarti hampir tidak terjadi kontak antar elemen padat yang berputar (Sularso 2002).

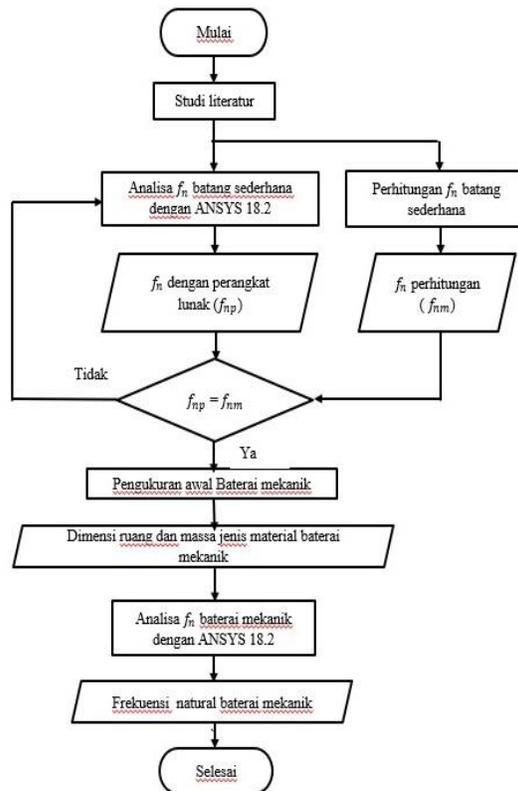
Pada penelitian ini, roda daya ditopang oleh bantalan magnet. Pada bantalan magnet, gaya ditopang oleh gaya magnet. Ini berarti tidak terjadi kontak antar elemen padat yang berputar. Namun pada celah antara kedua magnet penopang terdapat fluida udara. Jadi, bantalan magnet dapat bersifat seperti bantalan luncur.

Setiap benda yang berputar seperti poros memiliki putaran kritis. Putaran kritis suatu sistem adalah putaran dengan amplitudo getaran yang berlebihan jika sistem ini diberi gaya eksitasi dengan frekuensi yang sama dengan putaran sistem. Peristiwa ini juga disebut sebagai resonansi. Ini berarti putaran kritis adalah sama dengan frekuensi natural sistem. Besarnya frekuensi natural dari suatu poros tergantung dari massa dan kekakuan dari poros tersebut. Sistem dengan satu derajat kebebasan (*single degree of freedom*) memiliki satu frekuensi natural, sedangkan sistem dengan banyak derajat kebebasan (*multi degree of freedom*) mempunyai banyak frekuensi natural. Agar tidak terjadi resonansi, maka frekuensi kerja sistem tidak boleh sama dengan frekuensi natural sistem. Dengan kata lain, frekuensi natural tidak boleh

berada dalam pita frekuensi operasi mesin. Jadi, pada perancangan suatu benda yang berputar, putaran kritis harus diketahui. Putaran kritis ini dapat diketahui dengan bantuan metode elemen hingga.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian ini dilakukan seperti pada Gambar 1. Pada gambar ini terlihat bahwa penelitian dilakukan dalam empat tahap. Keempat tahap tersebut adalah studi literatur, analisis f_n batang sederhana, pengukuran awal baterai mekanik dan analisis f_n baterai mekanik.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Analisis f_n batang sederhana dilakukan agar parameter simulasi dapat ditentukan dengan benar. Pada langkah ini, mula-mula frekuensi natural batang sederhana ditentukan dengan bantuan perangkat lunak. Ini dilakukan dengan berdasarkan parameter simulasi. Selanjutnya, perhitungan manual frekuensi natural batang sederhana dilakukan. Kedua frekuensi natural di atas kemudian saling dibandingkan. Jika kedua frekuensi tersebut berbeda, maka penentuan frekuensi natural batang sederhana dengan bantuan perangkat lunak dilakukan kembali. Namun, parameter simulasi pada penentuan ini diubah. Langkah ini dibuat hingga frekuensi natural hasil simulasi sama dengan frekuensi natural hasil perhitungan. Jika kedua frekuensi natural itu sama, maka dilanjutkan pada pengukuran awal baterai mekanik.

Pengukuran awal baterai mekanik dilakukan karena baterai mekanik yang akan dianalisis adalah baterai mekanik yang telah dirancang. Perancangan baterai ini dilakukan di Laboratorium Perancangan, Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi. Ukuran awal baterai mekanik yang diukur ada dua. Ukuran

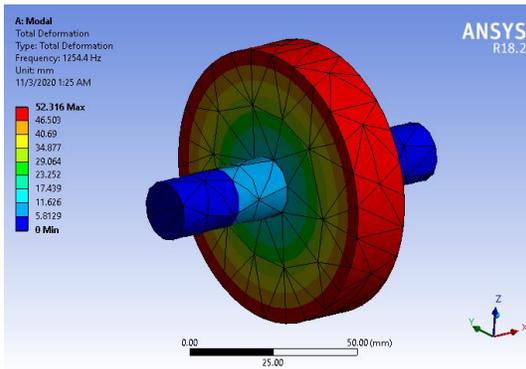
pertama adalah dimensi ruang seperti panjang dan diameter poros penopang baterai mekanik serta lebar dan diameter roda daya. Ukuran kedua adalah massa dan kekakuan baterai mekanik.

Langkah terakhir adalah analisa frekuensi natural pada baterai mekanik. Analisa ini dilakukan dengan cara simulasi metode elemen hingga menggunakan perangkat lunak. Parameter pada simulasi ini sama dengan parameter yang digunakan pada simulasi perhitungan frekuensi natural batang sederhana.

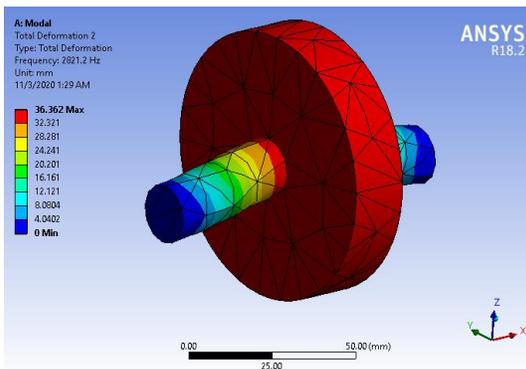
3. ANALISA DAN PERHITUNGAN

3.1 Hasil Simulasi Roda Daya

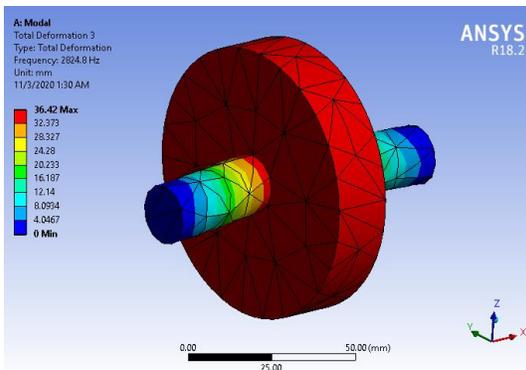
Hasil simulasi roda daya yang dilakukan dengan perangkat lunak, diambil lima data mode getar awal. Hasil ini berupa gambar seperti pada Gambar 2. Pada gambar ini terlihat bahwa defleksi pada mode getar pertama adalah defleksi puntir roda daya terhadap sumbu x. Kemudian, defleksi pada mode getar kedua dan ketiga adalah defleksi linear pada poros. Selanjutnya, defleksi pada roda daya terhadap sumbu y dan sumbu z terjadi di mode getar keempat dan kelima.



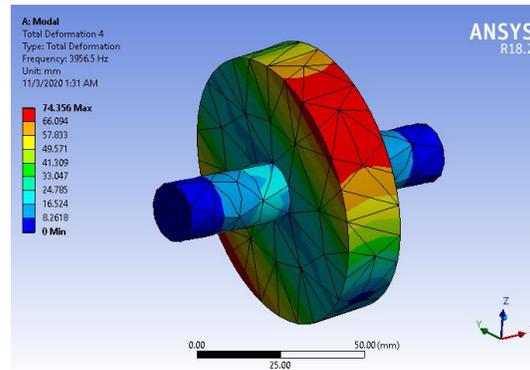
Gambar 2.a. Mode Getar Pertama



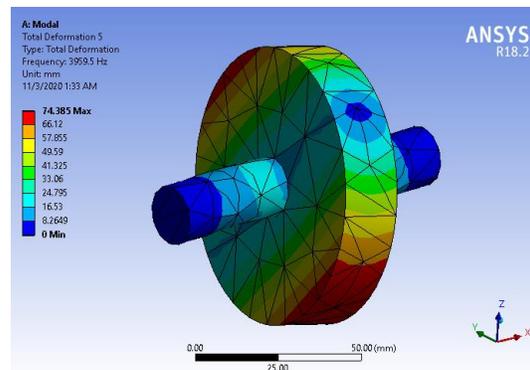
Gambar 2.b. Mode Getar Kedua



Gambar 2.c. Mode Getar Ketiga



Gambar 2.d. Mode Getar Kempat



Gambar 2.e. Mode Getar Kelima

3.2 Frekuensi Kerja Roda Daya

Frekuensi kerja roda daya ditabelkan dalam Tabel 1. Pada tabel ini juga dicantumkan rentang antar frekuensi natural. Dari kelima rentang ini, rentang antar frekuensi natural terlebar berada di antara mode getar pertama dan kedua. Lebar rentang tersebut yaitu 1566,8 Hz. Ini berarti energi terbanyak yang dapat disimpan oleh baterai mekanik adalah jika baterai ini bekerja pada rentang frekuensi tersebut. Ini berarti rentang frekuensi kerja

baterai mekanik adalah dari 1254,4 Hz hingga 2821,2 Hz.

Tabel 1. Rentang Data Frekuensi Natural

f_n (Hz)	Rentang Frekuensi Kerja (Hz)
0 - 1254,4	1254,4
1254,4 - 2821,2	1566,8
2821,2 - 2824,8	3,6
2824,8 - 3956,5	1131,7
3956,5 - 3959,5	3

3.3 Pengaruh Deformasi Roda Daya

Pengaruh deformasi roda daya diperhitungkan sebagai faktor yang turut menentukan dimensi rumah baterai mekanik. Pada mode getar pertama, roda daya mengalami deformasi puntir. Ini berarti deformasi tidak mempengaruhi dimensi rumah baterai mekanik. Deformasi yang mempengaruhi dimensi tersebut adalah deformasi yang terjadi pada mode getar kedua hingga mode getar kelima.

Pada Gambar 2 di atas, terlihat bahwa deformasi terbesar yang menyimpang terhadap sumbu x adalah deformasi pada mode getar ke lima. Pada mode getar ini, defleksi pada sumbu x adalah sebesar 74,385 mm. Di lain pihak, defleksi terbesar terhadap sumbu y terjadi

pada mode getar kedua sebesar 36,362. Kemudian, defleksi terbesar terhadap sumbu z terjadi pada mode getar ketiga sebesar 36,42 mm.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik adalah simulasi getaran pada roda daya di atas dilakukan pada lima mode getar awal. Kelima mode getar tersebut terjadi pada frekuensi putar sebesar 32,21 Hz; 88,71 Hz; 173,96 Hz; 287,48 Hz dan 429,32 Hz. Kesimpulan lainnya adalah rentang kerja roda daya terlebar berada di antara mode getar dua sampai mode getar ketiga sebesar 1566,8 Hz. Kesimpulan terakhir adalah deformasi yang terjadi pada mode getar kedua, ketiga dan kelima mempengaruhi jarak antara roda daya dan rumah bantalan.

Daftar Pustaka

- Momoh, A James. 2018. *Energi Processing and Smart Grid*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Sularso, Kiyokatsu Suga. 2002. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita.

Hugh D Young & Roger A F. 2000.
UNIVERSITY PHYSICS, Edisi
kesepuluh Addison Wesley
Longman.Inc

Cetakan keenam. The McGraw-
Hill Companies, Inc. New York

Thomson W T. 2004. Teori Getaran
dengan Penerapan. Penerjemah,
Leo Prastyo, Erlangga, Jakarta.

Pain H J. 2005. *The Physics of vibrations
and Wave*, John Wiley & Sons Ltd,
England.

Mott Robert L. 2004. *Machine elements
in mechanical design*. Upper
Saddle River, New Jersey.

Nurhadiyanto D. 2015. GETARAN
STRUKTUR, Cetakan pertama,
Penerbit K-Media, Yogyakarta.

Mauro Caresta, Caresta. *Beam Vibrations*.
[https://www.colorado.edu/physics/
phys1240/phys1240_fa15/homela
bs/Beam_vibration_Mauro%20Ca
resta_UNS](https://www.colorado.edu/physics/phys1240/phys1240_fa15/homelabs/Beam_vibration_Mauro%20Caresta_UNS). 2 februari 2020

Ferdinand P Bear dkk.2012.
MECHANICS OF MATERIALS.