

MODAL ANALISIS PADA ROTARY KILN DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Modal Analysis in Rotary Kiln Using Finite Element Method

Wahyu Rahmat Hidayat*, Dedi Suryadi

Prodi. Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu,
Jl. WR Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, Indonesia 38371

*) Email : wahyurahmat291@gmail.com

Abstract

This research is based on the general damage to the rotary kiln due to continuous use. Then the results from the burned in a Rotary Kiln So we need a prevention to overcome it. Testing the vibration mode on a rotary kiln machine is a solution to overcome the limit on the use of the finite element method. With the completion procedure of finite element software with the step of Rotary Kiln Geometry Modeling Process, Rotary Kiln Geometry Import Process, Rotary Kiln Geometry Import Process, Material Data Input Process, Meshing Process, Determination of Boundary Conditions, Running Process, and Post Processing. The results of this study are from the finite element simulation obtained in the form of the frequency value of the natural response of the structure and the deflection due to vibrations that occur in the rotary kiln Indarung IV PT Semen Padang. And it was concluded that the vibration mode experienced by the rotary kiln has a natural frequency value, the vibration mode of the rotary kiln structure obtained a maximum value of 63.3 Hz, while the minimum value obtained a value of 41.805 Hz. The maximum deflection of the rotary kiln is obtained from the analysis results of 0.058981 mm while the minimum deflection value is 0.045 mm.

Keyword : Modal analysis, rotary kiln, vibrate mode, finite element method, frequency, deflection

1. PENDAHULUAN

Semen merupakan salah satu bahan pembuatan bangunan dan infrastruktur yang paling penting dalam dunia konstruksi saat ini. Salah satu industri semen yang memproduksi semen dalam skala besar. Industri semen yang tertua di Indonesia yang membuat semen yang dipergunakan untuk keperluan berbagai pembangunan konstruksi seperti rumah, gedung, jalan tol, dan infrastruktur lainnya [1]. Semen yang diproduksi di industri semen terdapat semen Basah dan semen kering. Dalam proses produksinya industri semen ini menggunakan *rotary kiln*. *Rotary kiln* merupakan alat yang digunakan sebagai tempat pengurangan kadar air dari material bahan baku semen, *rotary kiln* akan cepat mengalami kerusakan salah satunya getaran, karena digunakan secara terus-menerus [1]. Agar tidak terjadi kerusakan pada *rotary kiln* maka dilakukan modal analisa. Modal analisa merupakan untuk mengetahui modal parameter dari sebuah struktur agar mencegah mesin sebelum mengalami resonansi sehingga tidak dapat beroperasi [2].

Rotary Kiln merupakan sebuah alat pembakaran produk dari *rawmill* menjadi klinker di pabrik semen, peranannya sangat besar sebagai komponen utama penghasil produk semen [3]. *Rotary kiln* berfungsi sebagai tanur pembakaran yang berguna untuk mencampur semua bahan utama dari pembuatan semen. Mesin yang dioperasikan dalam keadaan tidak normal secara terus menerus, berpotensi menyebabkan terjadinya kerusakan pada mesin. Hal ini harus dihindari dalam kegiatan produksi, karena akan memakan biaya perawatan (*maintenance*) yang tinggi [4].

Oleh karena itu diperlukan sistem pemeliharaan yang tepat agar mesin dapat beroperasi dengan baik, maka dilakukan modal analisis pada mesin menggunakan analisis elemen hingga dengan *software* ANSYS untuk mengetahui perbedaan yang dapat diterima antara *operating speed* dan frekuensi sehingga dapat diketahui *range* operasi aman dari mesin [5].

Mesin *rotary kiln* merupakan silinder baja yang dipasang secara horizontal yang mengalami getaran ketika sedang beroperasi, getaran yang dihasilkan pada putaran mesin mengindikasikan adanya resonansi pada mesin yang bisa membahayakan mesin [6]. Nilai frekuensi pada mesin dianalisa menggunakan *software* ANSYS [7]. Hasil dari analisa diolah dan dianalisa menggunakan metode elemen hingga untuk mengetahui *range* putaran ketika menghasilkan frekuensi [8].

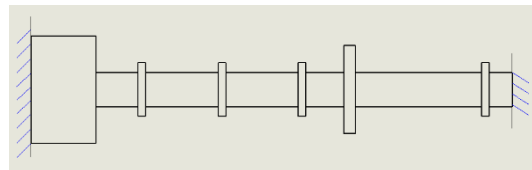
Modal analisis pada rotary kiln diharapkan bisa menjadi solusi untuk mengurangi kesalahan dalam pengoperasian mesin dan untuk mengurangi biaya perawatan yang terlalu tinggi [9]. Maka dari itu pada penelitian ini dilakukan untuk analisa modus getar pada *rotary kiln* [10]. Pengujian ini dilakukan pada mesin *rotary kiln* di industri semen agar bisa digunakan sebagai referensi dalam penggunaan putaran agar memperoleh frekuensi sebanding dengan range putaran yang digunakan pada mesin rotary kiln pabrik indarung IV di industry semen [11].

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui frekuensi dan defleksi ketika *Rotary Kiln* mengalami putaran. Pada *rotary kiln* dimensi yang digunakan panjang 80 m dan diameter 5 m. tumpuan yang digunakan pada *rotary kiln* merupakan tumpuan jenis jepit dan material yang digunakan pada *rotary kiln* adalah ASTM 516 Grade 70, serta putaran yang digunakan sebesar 1.40 rpm. Dalam proses permodelan dilakukan beberapa langkah.

2.1 Permodelan *Rotary Kiln* di Industri Semen

Modal Analisa pada *Rotary Kiln* dilakukan untuk mendapatkan nilai frekuensi dan defleksi pada *Rotary Kiln* tersebut. Permodelan modus getar pada mesin *rotary kiln* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Permodelan *Rotary Kiln*

2.2 Prosedur Permodelan

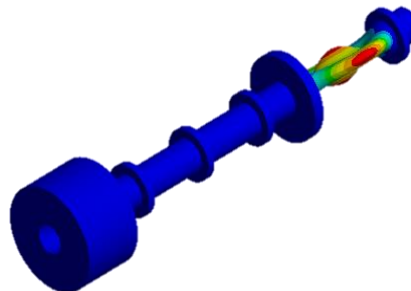
Permodelan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai frekuensi dan defleksi pada *rotary kiln* di industri semen. Dalam proses permodelan dilakukan beberapa langkah.

- Melakukan permodelan Geometri *Rotary Kiln* menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2018.
- Melakukan *Import* Geometri *Rotary Kiln* yang telah disimpan dalam format SolidWorks *Part* (.STEP) pada SolidWorks 2018, selanjutnya *diimport* ke Ansys Workbench 2016.
- Melakukan proses input data material menggunakan jenis material ASTM 516 Grade 70.
- Melakukan proses meshing untuk membagi geometri menjadi bagian kecil agar memperoleh hasil akurat.
- Penentuan kondisi batas.
- Proses Running.
- Post Processing

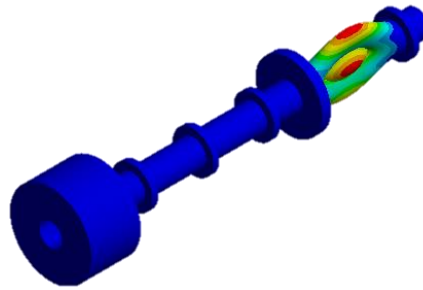
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Permodelan pada mesin *rotary kiln* dilakukan dengan menggunakan software Ansys Workbench 2016. Hasil modal analisa pada berupa frekuensi dan defleksi. Pada Gambar 2 ditampilkan sepuluh buah modus getar dari rotary kiln yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan program Ansys Workbench 2016.

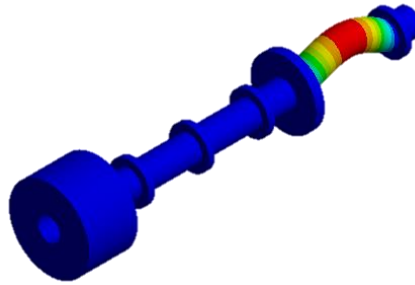
Modus Getar 1
 Frekuensi = 41,805 Hz
 Defleksi = 0,058873mm



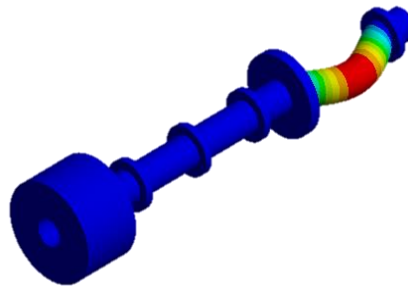
Modus Getar 2
Frrekuensi =41,836 Hz
Defleksi =0,58981mm



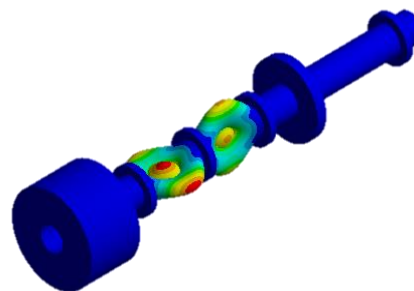
Modus Getar 3
Frrekuensi =43,856 Hz
Defleksi =0,045022mm



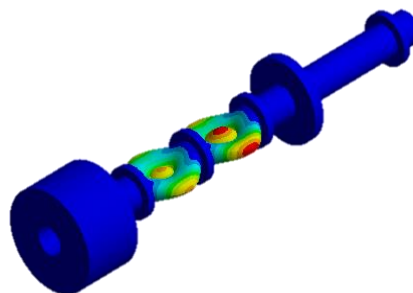
Modus Getar 4
Frrekuensi =43,872 Hz
Defleksi =0,045014mm



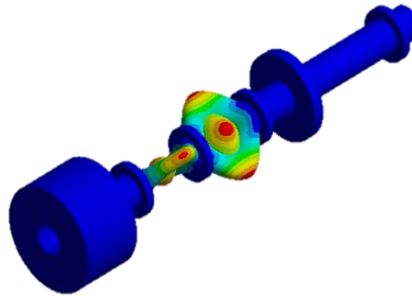
Modus Getar 5
Frrekuensi =63,08 Hz
Defleksi =0,058703mm



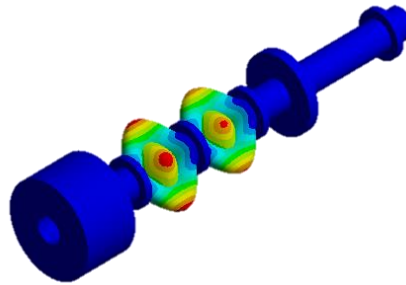
Modus Getar 6
Frrekuensi =63,093 Hz
Defleksi =0,58794mm



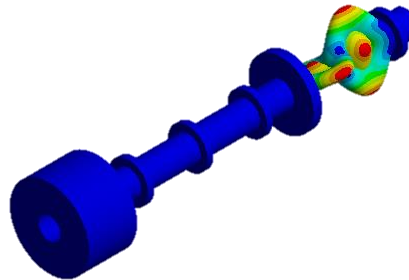
Modus Getar 7
 Frekuensi = 63,118 Hz
 Defleksi = 0,056011mm



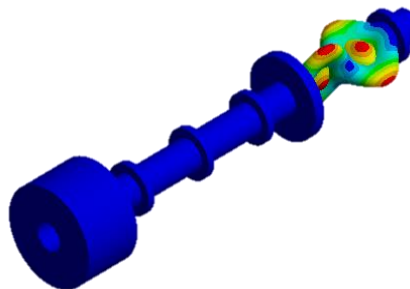
Modus Getar 8
 Frekuensi = 63,13 Hz
 Defleksi = 0,055952mm



Modus Getar 9
 Frekuensi = 63,13 Hz
 Defleksi = 0,055952mm

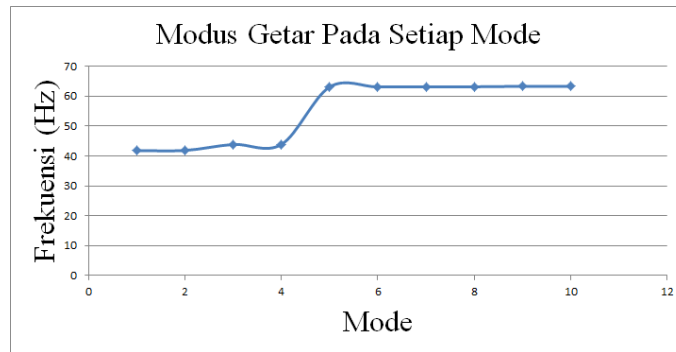


Modus Getar 10
 Frekuensi = 63,306 Hz
 Defleksi = 0,055999mm

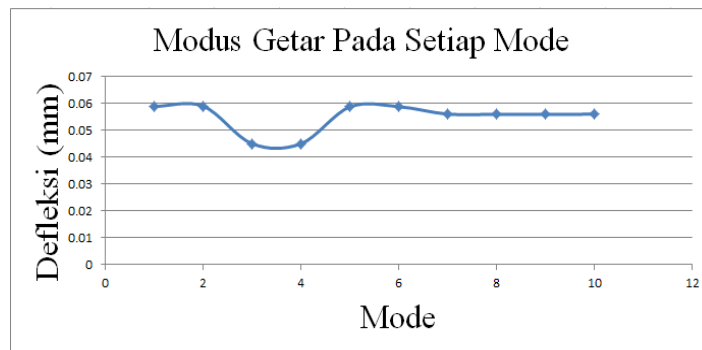


Gambar 2. Hasil Simulasi Modus Getar

Kemudian data frekuensi dan defleksi dari hasil pengujian tersebut disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran kenaikan frekuensi pada mode ke 5 mengalami kenaikan yang cukup besar, dikarenakan terjadi 2 bentuk pola respon getaran sehingga nilai frekuensi mengalami kenaikan yang cukup besar. Hasil defleksi pada gambar 4 menunjukkan bahwa pada modus getar ke 4 dan ke 5 terjadi bentuk respon getaran yang membengkok secara visual. Untuk mengetahui batas penggunaan pada mesin maka dilakukan analisa untuk mengetahui bentuk pola ketika alat dioperasikan dengan frekuensi yang digunakan.



Gambar 3. Grafik Frekuensi Modus Getar *Rotary Kiln*



Gambar 4. Grafik Defleksi Modus Getar *Rotary Kiln*

Dalam modal analisis yang dilakukan pada struktur *rotary kiln* dapat dilihat nilai frekuensi alami dan total deformasi setelah percobaan. Nilai frekuensi alami dan total deformasi yang terjadi pada *rotary kiln* dapat dipengaruhi oleh material yang digunakan ataupun bentuk geometri dari *rotary kiln* tersebut. Hasil dari pengujian ini berupa grafik frekuensi alami dan grafik total deformasi dari modus getar pada *rotary kiln*. Dalam analisis ini terdapat 10 bentuk modus getar pada *rotary kiln*.

Hasil analisa modus getar dari modal analisis pada *rotary kiln* menunjukkan bahwa nilai frekuensi alami dari *rotary kiln*. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai frekuensi alami pada mode yang ke-5 mengalami jauh lebih besar dibandingkan pada mode yang ke-4 dan disebabkan oleh adanya 2 bentuk modus getar pada mode yang ke-5 sampai mode berikutnya. Jaraknya perbedaan pada mode yang ke-4 adalah 19,208 Hz.

Hasil analisa modus getar dari modal analisis pada *rotary kiln* menunjukkan bahwa nilai total deformasi dari *rotary kiln*. Grafik ini nilai perbedaannya cukup jauh untuk nilai maksimalnya yang berada pada mode yang ke-3 dan mode yang ke-4. Akan tetapi walaupun memiliki nilai maksimum yang jauh, nilai minimum dari total deformasi dari modus getar *rotary kiln* hanya berbeda 0,013689mm pada modus getar yang ke-4 dengan yang ke-5.

Dari hasil dan pembahasan tersebut didapatkan kesimpulan bahwa modus getar yang dialami oleh *rotary kiln* memiliki nilai frekuensi alami, serta total deformasi lebih besar pada bagian yang mendekati pangkal dari *rotary kiln* dan juga pada bagian ujung dari *rotary kiln* lebih kemungkinan lebih besar bergetar karena dengan frekuensi rendah.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa modus getar dari struktur *rotary kiln* diperoleh nilai maksimum sebesar 63,3 Hz, sedangkan untuk nilai minimum diperoleh nilai sebesar 41,8 Hz.. Defleksi maksimum dari *rotary kiln* didapatkan dari hasil analisa sebesar 0.059 mm sedangkan untuk nilai defleksi minimum sebesar 0.045 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Henmaidi. **2015**. *Evaluasi dan penentuan kebijakan persediaan bahan baku kantong semen tipe pated pada PT Semen Padang*. Jurnal Optimasi Sistem Industri : 14 (1): 39-54.
- [2] Irawati, N., Putri, N.T., Ba, A.H. **2015**. *Strategi Perencanaan Jumlah Material Tambahan Dalam Memproduksi Semen Dengan Biaya Produksi (Studi Kasus PT. Semen Padang)*. Jurnal Optimasi Sistem Industri : 14 (1): 176–191.
- [3] Iheukwumere. L.O., Yunusa, A. **2021**. *Knowledge criticality assessment and codification framework for major maintenance activities: A case study of cement rotary kiln plant*. Sustainability: 13 (9) : 4619, 2021.
- [4] Islahuddin, Rusli, M., Bur, M. **2016**. Kajian Eksperimental Parameter Modal Bangunan Dua Lantai dengan Metode Modal Analisis. Jurnal Energi dan Manufaktur : 9 (1) : 91-97.
- [5] Ghaisani, D.N., Ulfiana, A., Abadi, C.S. **2020**. Analisis Natural Frequency Poros Boiler Feed Pump Turbine dengan Finite Element Analysis,” Jurnal Mekanik Terapan : 1 (1) : 27–34..
- [6] C. N. Akbar, Haryanto, I., Widodo, A. **2016**. Analisa Dinamis Struktur Sayap Plat Pesawat Udara Dengan Equivalent Plate Model. Jurnal Teknik Mesin Undip : 4 (1) : 71–78.
- [7] Son, L., Afandi, R. **2018**. Analisis Frekuensi Pribadi Dan Modus Getar Struktur Pesawat Tanpa Awak Tipe Flying Wings. Met. J. Sist. Mek. dan Termal : 2 (2) : 36-43.
- [8] Kholil, A., Setyawan, C., Saputro, H. **2015**. Analisis Karakteristik Getaran Struktur Lengan Ayun Sepeda Motor Jenis Suspensi Twinshock Menggunakan Metode Elemen Hingga dan Eksperimental,” *J. Konversi Energi dan Manufaktur* : 2 (1) : 36–42.
- [9] Ofrial, M.T.A., Noerochim, L., Hidayat, M.I.P. 2017. Analisis Numerikal Frekuensi Natural Pada Poros Low Pressure Boiler Feed Pump PT.PJB UP Gresik. Jurnal Teknik ITS : 6 (1) : F1-F6.
- [10] Soegihardjo, O., Suhardjono, S., Pramujati, B., Pramono, A.S. 2014. Experimental Modal Analysis (EMA) untuk Mengetahui Modal Parameter pada Analisis Dinamik Balok Kayu yang Dijepit di Satu Ujung. *J. Tek. Mesin* : 15 (1) : 1–7, 2014.
- [11] Nikumbe, A.Y., Tamboli, V.G., Wagh, H.S. 2018. *Modal Analysis of Vertical Turbine Pump*. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology : 2 (5) : 117 – 121.