

Teknosia

**Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi
Murni Disiplin dan Antar Disiplin**

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. II, No. 17, Tahun X, September 2016

- **MODIFIKASI NEBULIZER KOMPRESOR DENGAN MENAMBAHKAN PENGATURAN TIMER DAN DETEKTOR CAIRAN OBAT SEBAGAI BATASAN WAKTU TERAPI PEMBERIAN OBAT PADA PENDERITA ASMA** 1
Oleh *Andica Fernando¹, Alex Surapati², Faisal Hadi³*, Teknik Elektro UNIB
- **ANALISA PENGOLAHAN KELAPA SAWIT DENGAN KAPASITAS OLAH 30 TON/JAM DI PT. BIO NUSANTARA TEKNOLOGI** 12
Oleh *Agus Suandi¹, Nurul Iman Supardi², Angky Puspawan³*, Teknik Elektro UNIB
- **ANALYSIS OF HEADLOSS AND EFFICIENCY OF UGA-301AB TYPE-CENTRIFUGAL PUMP FROM COOLING TOWER INSTALLATION TO DUST CHAMBER ON UREA P-IV MAINTENANCE DIVISION (CASE STUDY IN PT. PUPUK SRIWIDJAJA, PALEMBANG CITY, SOUTH SUMATERA PROVINCE)** 20
Oleh *Angky Puspawan¹, Agus Nuramal², Agus Suandi³, Nurul Iman Supardi⁴*, Teknik Sipil UNIB
- **PENYULINGAN MINYAK NILAM MENGGUNAKAN UAP PANAS LANJUT** 27
Oleh *Syukuran¹, Saifuddin², Elfiana³*, Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
- **ANALISIS EFISIENSI MOTOR INDUKSI PADA KONDISI TEGANGAN NON RATING DENGAN METODE SEGREGATED LOSS** 32
Oleh *Samuel Sudibyo. P¹, M. Khairul Amri. Rosa², Afriyastuti Herawati³*, Teknik Elektro UNIB
- **PENGARUH PELETAKAN SENSOR ACCELEROMETER TERHADAP HASIL PENGUKURAN FREKUENSI GETARAN** 41
Oleh *Dedi Suryadi¹, Redo Vanesa¹, Ahmad Fauzan¹, Veky M Fikry²*, ¹Teknik Mesin UNIB, ²Balai MEPPPOBPPT
- **SOLAR TRACKER DAN LENS FRESNEL UNTUK OPTIMASI KINERJA OUTPUT SOLAR CELL** 47
Oleh *Anizar Indriani¹, Rio Rustandi², Yuli Rodiah³, Ika Novia Anggraini⁴*, Teknik Elektro UNIB
- **PENJERNIHAN AIR DENGAN PROSES KOAGULASI DAN FLOKULASI MENGGUNAKAN FERRI SULFAT** 52
Oleh *Yusuf*, Fakultas Teknik UNIVED

Diterbitkan Oleh :

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123

Telp. : (0736) 21170, Fax. : (0736) 22105 E-mail: teknosia@unib.ac.id

PENGARUH PELETAKAN SENSOR ACCELEROMETER TERHADAP HASIL PENGUKURAN FREKWENSI GETARAN

Dedi Suryadi¹, Redo Vanesa¹, Ahmad Fauzan¹, Veky M Fikry²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bengkulu

²Balai MEPPPO, BPPT

Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu. Telp. (0736) 21170

Email : dedi_suryadi@unib.ac.id

ABSTRACT

Vibration testing in industry is important to be carried out to identify vibration characteristics, namely natural frequency, mode shape, and damping ratio. However, error in vibration testing is frequently happened during experiment which may provide inaccurate data. There are some factors affecting error on vibration testing including time record length, line frequency, and accelerometer sensor placement. Therefore, the effect of sensor placement on structure will be considered in this paper. In order to obtain the result, comparison between simulation and vibration testing will be carried out. Considered structure used in this research is cantilever with dimensions of 100mm x 520mm and thickness of 15mm. Simulation will be modelled by finite element method. Then, vibration testing on cantilever is using Scope coder integrating to accelerometer sensor with Frequency Response Function (FRF) method. The results show that error between simulation and vibration testing appears. The highest error of 19.05% appears at first mode and the lowest error of 0.14% appears at eighth mode. Moreover, the sensor placement on cantilever dominantly influence the captured vibration signal.

Keywords: *Natural Frequency, Mode Shape, Accelerometer, Vibration Testing, error.*

1. PENDAHULUAN

Fenomena getaran seringkali dijumpai dalam dunia industri, khususnya dalam sistem permesinan. Putaran pada mesin umumnya menjadi pemicu terjadinya getaran pada sistem permesinan. Getaran timbul sebagai efek dinamis atas kontak antar bagian mesin, hilangnya keseimbangan putaran poros, dan berbagai hal lainnya. Getaran yang berlebih dapat bersifat merusak dan menurunkan performa dari sistem permesinan itu sendiri.

Seiring dengan kemajuan sistem permesinan, ilmu yang mempelajari tentang getaran pun turut berkembang. Saat ini pengukuran nilai dari getaran dapat dilakukan dengan pemodelan dan simulasi menggunakan *software*. Pengukuran getaran secara eksperimental terhadap objek dapat dilakukan menggunakan alat bantu pengukuran seperti *ScopeCorder*.

Dalam penelitian yang dilakukan Soegihardjo dan rekan [1] pada analisa dinamik batang kayu yang dijepit salah satu ujungnya, diketahui bahwa nilai frekwensi pribadi yang didapat melalui metode eksperimental ternyata tidak sama persis dengan nilai yang didapat melalui metode simulasi.

Dalam penelitian ini akan dibahas pengaruh peletakan sensor accelerometer pada benda uji terhadap frekwensi getaran yang

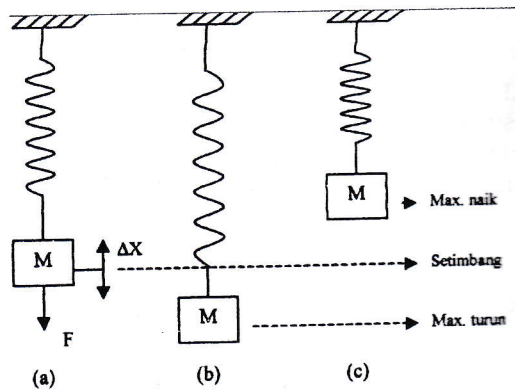
diterima. Penelitian ini dilakukan secara simulasi dan pengujian getaran pada batang cantiliver. Dengan membandingkan bentuk dari modus getar setiap nilai frekwensi pribadi melalui metode simulasi dan posisi peletakan sensor pada metode eksperimental. Dalam penelitian ini dapat mengetahui bagaimana bentuk dari modus getar sebuah struktur akan memberi pengaruh terhadap pembacaan respon getaran dari sensor.

2. TINJAUAN PUSTAKA

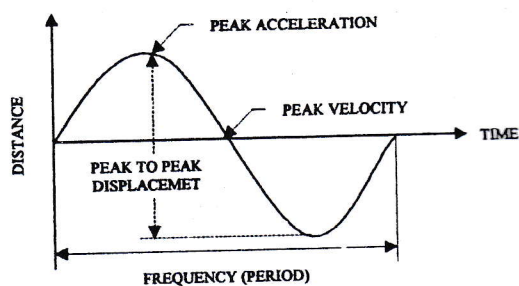
2.1 Getaran Mekanik

Setiap benda/bagian yang memiliki massa dan elastisitas akan mampu untuk bergetar. Bergetar adalah kondisi saat bagian tersebut bergerak secara periodik (bolak-balik) terhadap posisi referensinya (setimbang) atau posisi titik diam benda tersebut [2]. Secara sederhana bisa dilihat pada Gambar 1.

Dalam suatu sistem massa-pegas, karakteristik getaran dapat dipelajari dengan memplotkan pergerakan massa terhadap waktu seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Getaran pada sistem pegas sederhana



Gambar 2 Karakteristik Getaran

Gerak massa dari posisi netralnya kebatas atas kemudian kembali ke posisi netral (setimbang) dan bergerak lagi kebawah kemudian kembali lagi ke posisi setimbangnya menunjukkan gerakan satu siklus. Ini disebut dengan periode, sedangkan jumlah siklus yang dihasilkan dalam satu interval waktu tertentu disebut dengan frekwensi.

Dalam pengukuran nilai frekwensi getaran, ada yang disebut dengan amplitudo. Amplitudo adalah besarnya nilai penyimpangan terhadap titik referensi awal untuk setiap nilai frekwensi yang diukur. Amplitudo bisa di definisikan dalam berbagai nilai besaran sesuai dengan parameter acuan yang digunakan dalam pengukuran getaran. Pada ISO 1000, untuk gelombang sinusoidal parameter itu antara lain adalah akselerasi, kecepatan dan perpindahan [3, 4].

2.2 Perlengkapan Pengukuran Getaran Piezoelectric Accelerometer

Transducer/ sensor yang sekarang ini secara luas digunakan untuk mengukur nilai dari getaran adalah *Piezoelectric Accelerometer*. *Transducer* ini memiliki lebar frekwensi dan range dinamik yang bagus. *Accelerometer* menghasilkan output akselerasi yang proporsional serta terintegrasi untuk

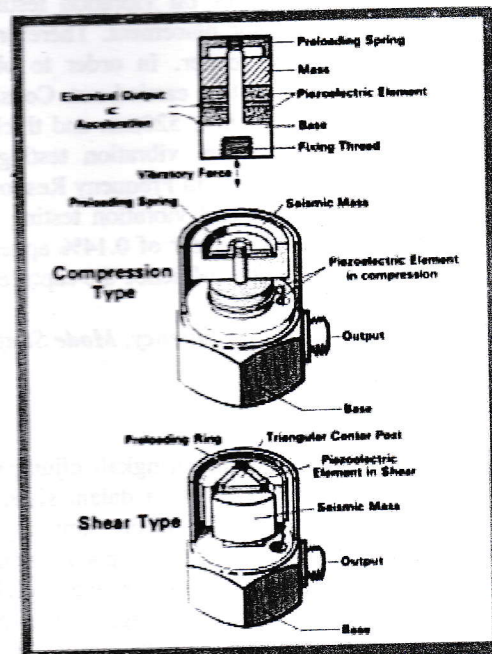
memberikan sinyal kecepatan dan perpindahan [5].

Umumnya *accelerometer* ini dibagi atas jenis tekan dan geser. Bisa dilihat pada Gambar 3.

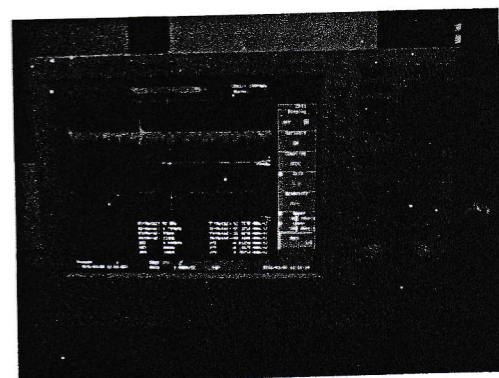
Oscilloscope/ Scope Corder

Oscilloscope adalah alat ukur elektronik yang dapat memetakan atau memproyeksikan sinyal listrik dan frekwensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan mudah dipelajari.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Yokogawa DL750P. Bisa dilihat pada Gambar 4.



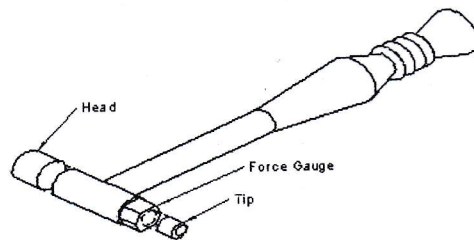
Gambar 3 Accelerometer berdasarkan prinsip kerja



Gambar 4 Yokogawa DL 750P ScopeCorder

Impact Hammer

Untuk memicu getaran pada objek pengukuran frekwensi, biasanya digunakan *impact hammer*. Bentuknya bisa dilihat pada Gambar 5. *Impact hammer* memiliki beragam beragam tipe, umumnya dibedakan oleh lebar dan besarnya kepala impak. Ini dipengaruhi oleh kemampuannya untuk memperpanjang range gaya dan frekwensi saat diujikan ke struktur yang berbeda-beda. Dalam fungsinya, terdapat semacam karet yang di gunakan ke *hammer tip*. Impaknya terintegrasi dengan *transducer* gaya.

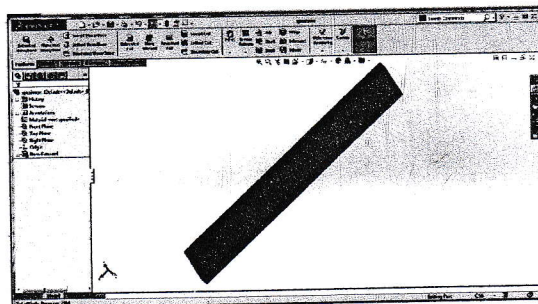


Gambar 5 Bagian *Impact Hammer*

3. METODOLOGI

3.1 Pemodelan Sistem Uji Getaran

Dalam penelitian ini, frekwensi pribadi dari suatu *cantilever* akan ditentukan dengan cara simulasi dan pengujian getaran. Tahap pertama adalah simulasi model dengan bantuan perangkat lunak. Pada tahap ini, model dari struktur yang dijadikan benda uji akan digambar dalam bentuk 3D model seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pemodelan *cantilever* dengan menggunakan *Software*

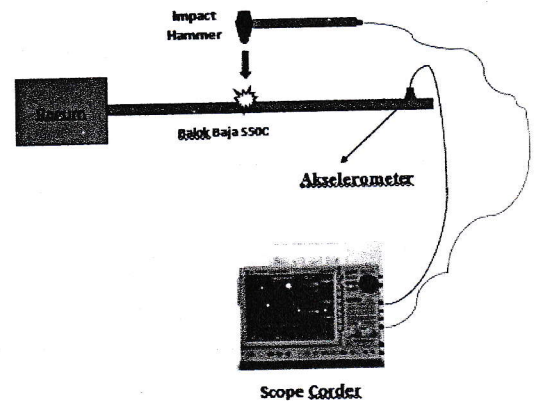
Setelah dilakukan pemodelan, tahap selanjutnya adalah penentuan jenis material dan kondisi batas. Di sini, material yang digunakan adalah baja ASTM 1050. Pada simulasi ini, tumpuan dimodelkan dengan *Fixed Support*.

Dalam simulasi pemodelan ini, hasil yang diharapkan berupa frekwensi pribadi sistem dan modus getarnya (*mode shape*). Hasil simulasi ini akan dibandingkan dengan hasil

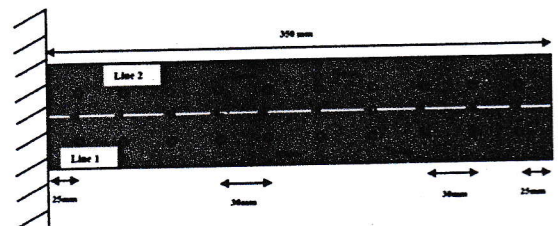
pengujian getaran dengan menggunakan *scopeCoder*.

3.2 Pengujian Getaran pada Struktur Cantilever

Tahan selanjutnya adalah pengujian getaran pada struktur *cantilever* dengan metode Fungsi Respon Frekwensi (FRF). Model pengujian terdiri atas benda uji, sensor *accelerometer*, *impact hammer*, dan *scope coder* seperti yang terlihat pada Gambar 7. Benda uji (*cantilever*) yang digunakan dalam pengujian berupa plat persegi panjang berukuran 520mm x 100mm dengan ketebalan 15mm. Pada saat pengujian, peletakan sensor pada plat dibagi menjadi dua jalur seperti pada Gambar 8. Proses pengujian getaran pada struktur *cantilever* diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 7 Perangkat alat uji getaran



Gambar 8 Pembagian titik uji



Gambar 9 Pengambilan Data

Pada Gambar 9, *impact hammer* digunakan untuk memberi gaya input terhadap balok baja, sedangkan *accelerometer* digunakan untuk mengukur respon balok baja (output) berupa percepatan.

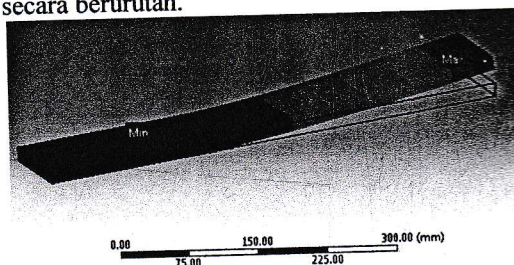
Posisi pemukulan *impact hammer* dilakukan di bagian tengah dari pelat baja. Namun posisi *impact hammer* jangan terlalu dekat dengan *accelerometer* agar tidak terjadi kesalahan pemukulan yang menyebabkan rusakanya *accelerometer*.

Data hasil pengujian berupa gaya input dari *impact hammer* dan respon balik balok baja dalam bentuk percepatan yang dibaca *accelerometer* akan direkam di *scope corder* dalam bentuk domain waktu. Untuk mendapatkan harga frekwensi, data pengukuran dalam domain waktu dirubah menjadi data dalam domain frekwensi dengan menu fungsi *math Power Spectrum (PS)* yang merupakan fungsi dari FFT (*Fast Fourier Transform*).

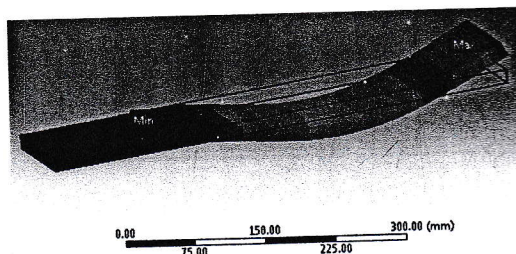
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi

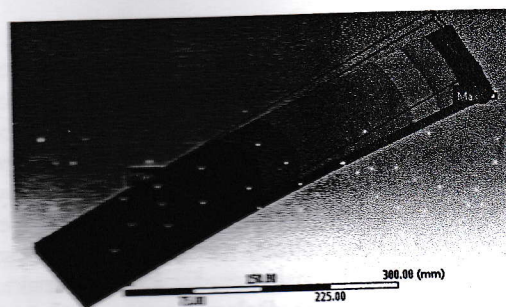
Hasil simulasi menyajikan sepuluh (10) bentuk modus getar pertama pada struktur balok *cantilever* beserta frekwensi pribadi yang muncul. Hasil simulasi untuk sepuluh frekwensi pertama ditampilkan pada Gambar 10-19 secara berurutan.



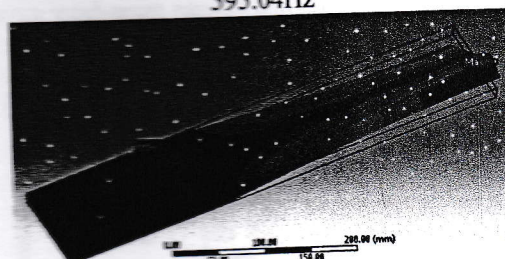
Gambar 10 Modus ke-1 dengan frekwensi 92.262 Hz



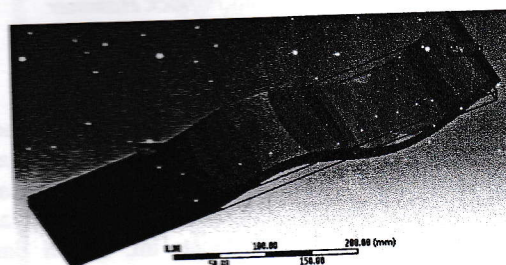
Gambar 11 Modus ke-2 dengan frekwensi 574.56 Hz



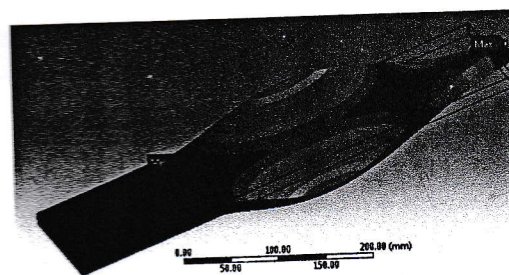
Gambar 12 Modus ke-3 dengan frekwensi 595.04 Hz



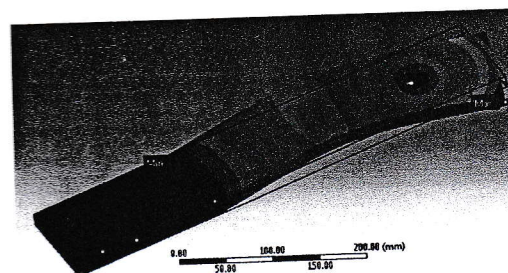
Gambar 13 Modus ke-4 dengan frekwensi 672.39 Hz



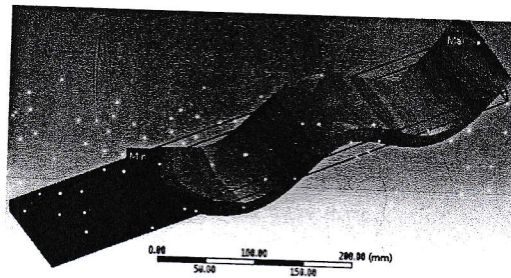
Gambar 14 Modus ke-5 dengan frekwensi 1591.6 Hz



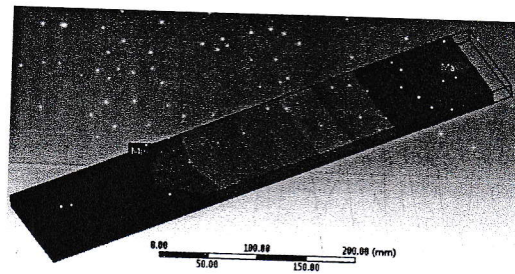
Gambar 15 Modus ke-6 dengan frekwensi 2074.7 Hz



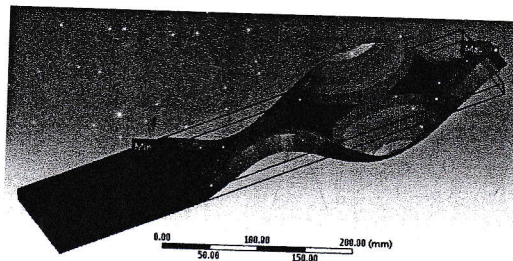
Gambar 16 Modus ke-7 dengan frekwensi 2966.4 Hz



Gambar 17 Modus ke-8 dengan frekuensi 3058.8 Hz



Gambar 18 Modus ke-9 dengan frekuensi 3322.4 Hz



Gambar 19 Modus ke-10 dengan frekuensi 3636 Hz

Berdasarkan Gambar 10~19 terlihat bahwa frekuensi pribadi struktur meningkat dengan peningkatan modus getarnya. Selain itu, bentuk defleksi struktur berubah untuk setiap modus getar.

Hasil Pengujian Respon Getaran

Berdasarkan pengujian FRF yang telah dilakukan, diperoleh sepuluh frekuensi pribadi pertama. Hasil pengujian ini dibandingkan dengan hasil simulasi yang telah dilakukan sebelumnya. Perbandingan simulasi dan pengujian ditampilkan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1, nilai frekuensi pribadi hasil simulasi dan pengujian terdapat perbedaan (selisih). Dari hasil perbandingan, didapatkan bahwa pada modus getar ke-3 dengan nilai frekuensi pribadi 595.04Hz, modus getar ke-7 dengan frekuensi pribadi 2966.4Hz, dan modus getar ke-9 dengan frekuensi pribadi 3322.4Hz tidak satupun yang terbaca di alat ukur. Ini

berkutan dengan modus getar dari ketiga nilai frekuensi tersebut. Jika diperhatikan, arah bergetar dari struktur di ketiga nilai frekuensi pribadi ini adalah searah horizontal. Sehingga *accelerometer* dianggap tidak mampu merespon bentuk getaran tersebut dan akhirnya tidak terbaca di osiloskop.

Tabel 1 Perbandingan hasil simulasi dan pengujian FRF struktur *cantilever*

Modus Ke-	Nilai Frekuensi Simulasi (Hz)	Nilai Frekuensi Rata-Rata pengujian (Hz)
1	92.262	74.45
2	574.56	546.33
3	595.04	Tidak Terbaca
4	672.39	640.64
5	1591.6	1549.63
6	2074.7	2080.5
7	2966.4	Tidak Terbaca
8	3058.5	3054.2
9	3322.4	Tidak Terbaca
10	3636	3650.83

Namun pada modus getar lainnya, yaitu modus getar ke-1, 2, 4, 5, 6, 8, dan 10, nilai frekuensi pribadi struktur dapat direkam dengan jelas pada saat pengujian. Hal ini dikarenakan defleksi akibat getaran pada modus ini terjadi pada arah vertikal, sehingga sensor *accelerometer* dapat merekam respon getaran. Hasil simulasi dan pengujian menunjukkan adanya perbedaan nilai frekuensi yang diperoleh (*error*).

Pembahasan

Berdasarkan hasil perbandingan simulasi dan pengujian pada Tabel 1, *error* tertinggi terdapat pada frekuensi pribadi pertama sebesar 19.02%. Dan yang terendah sebesar 0.14% pada frekuensi pribadi ke-8. Perbedaan hasil simulasi dan pengujian dikarenakan pada saat pengujian, tumpuan jepit pada *cantilever* digunakan ragam jenis vertikal. Penggunaan ragam jenis vertikal ini diyakini benar-benar memberi efek. Karena pelat baja dikhawatirkan melendut saat sisi sampingnya searah horizontal karena ditekan oleh ragam dari sisi samping. Sehingga ada perubahan modus getar pada spesimen itu sendiri. Atau metode pemukulan *impack hammer* pada saat pengambilan data bisa jadi tidak sempurna hingga benda tidak memberikan respon getaran yang bagus.

Selanjutnya, berdasarkan peletakan sensor *accelerometer*, posisi sensor mempengaruhi terbaca atau tidaknya frekwensi pada setiap modus getar.

Pada modus ke-1, pembacaan juga mampu dilakukan oleh sensor di seluruh posisinya. Hanya saja terdapat selisih eror yang cukup besar pada nilai rata-rata yang mampu dibaca oleh sensor alat ukur. Berdasarkan bentuk modus getarnya, harusnya pembacaan di titik A hingga titik D (lihat Gambar 8) akan memberikan hasil yang mendekati simulasi. Sedangkan karena kecilnya nilai simpangan di titik E hingga J, diperkirakan akan memberi hasil pembacaan yang berselisih cukup jauh terhadap simulasi. Namun karena semua titik melakukan pembacaan yang hampir sragam, faktor selain modus getar seperti jepitan ragum diyakini memberikan pengaruh. Karena memungkinkan lempeng baja membengkok sehingga getaran tidak sempurna terdeteksi oleh *accelerometer*.

Pada ke-6 dengan nilai frekwensi pribadi 2074.7Hz, semua titik pada alat ukur mampu menampilkan nilai frekwensi yang mendekati. Dengan eror rata-rata sebesar 0.27%. Padahal pada bentuk modus getarnya, terlihat ada daerah yang dianggap tidak akan memberikan respon getaran karena posisinya diam. Daerah ini adalah daerah dengan simpangan paling kecil dan dicitrakan berwarna biru tua. Jika diperhatikan daerah ini lebih cenderung ke titik C. Namun titik C tetap memberikan pembacaan nilai getaran yang hampir serupa dengan simulasi.

Pada modus yang lain, daerah yang paling kritis mengalami getaran dicitrakan dengan warna kuning hinggamenuju merah malah tidak dapat terbaca nilai frekwensinya di alat ukur. Seperti terlihat pada modus ke-8 yang banyak nilai frekwensi yang tidak terbaca di daerah kritis. Daerah yang dianggap titik C, dan H jika dilihat dari skema peletakan sensor harusnya mampu memberikan pembacaan dari nilai frekwensi pribadi struktur baja tersebut.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan simulasi, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- ✧ Hasil pengujian dan simulasi memiliki selisih nilai (*error*) yang dinyatakan dalam persen (%). Error tertinggi terdapat pada fekuensi pribadi pertama sebesar 19.02%. Dan yang terendah sebesar 0.14% pada frekwensi pribadi ke-8. Terdapat juga nilai tak terdefinisi.

- ✧ Pada metode eksperimental penggunaan *accelerometer* yang hanya membaca pada satu arah getaran mengakibatkan nilai fekuensi pribadi ke-3, ke-7, dan ke-9 tidak terbaca di alat ukur. Sehingga presentase nilai *error*-nya tidak dapat dinyatakan.

- ✧ Peletakan posisi sensor yang diubah-ubah memberikan hasil pembacaan nilai frekwensi yang berbeda pula di setiap titik peletakan sensor. Ini dipengaruhi oleh bentuk dari modus getar benda yang berbeda intensitas penyimpangannya di setiap permukaan benda.

Reference

- [1]. Soegihardjo, 2014, *Experimental Modal Analysis (EMA) untuk Mengetahui Modal Parameter pada Analisis Dinamik Balok Kayu yang Dijepit di Satu Ujung*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya : Indonesi.
- [2]. Thomson, Willian T., 1993, *Theory Of Vibration With Aplication, Fourth Edition*, California
- [3]. Tawari, Rajiv., 2008, *Vibration Measurementing Equipment's And Signal Processing*, Indian Institute Of Technology Guwahati, India
- [4]. Smith, Steven W., *The Scientist and Engineer's Guide To Digital Processing*, Second Edition, California Technical Publishing, California
- [5]. Bruel and Kjaer, 1983, *Measuring Vibration*, Naerum : Denmark