

ANALISIS VIBRASI RANGKA CNC ROUTER 3 SUMBU SECARA NUMERIK

Andi Prasetyo²⁾ Irawan Malik^{1)*}, Azharuddin¹⁾,

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139 Telp : 0711-353414, Fax : 0711-453211

*Email: irawanmalik@yahoo.com

Abstrak

Vibrasi pada sebuah mesin merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan karena dari sebuah vibrasi timbul banyak sekali kesalahan dan merusak komponen-komponen pada mesin tersebut. Salah satu cara untuk mengetahui vibrasi pada mesin yaitu dengan cara simulasi pada mesin itu sendiri khususnya pada rangka. Banyak sekali Software pendukung simulasi untuk vibrasi namun untuk saat ini peneliti menggunakan *Software Solidworks 2019 Premium* dengan metode yang digunakan adalah Metode Elemen Hingga untuk vibrasi pada Rangka CNC Router 3 Sumbu. Untuk mendapatkan hasil simulasi dengan solidworks yang optimal, maka dilakukan penelitian yang dimulai dari pemodelan rangka, pemilihan constraint, memasukkan jenis material, pemilihan *meshing*, memasukkan *fixtures* dan *running solving*. Keluaran hasil analisa Rangka CNC Router 3 sumbu ini selanjutnya diolah lagi dengan menggunakan *Linier Dynamic Frequency* dengan memilih *Random Frequency*. Berdasarkan hasil simulasi dimana pada saat frame disimulasikan menggunakan frequency pribadi mendapatkan frequency minimum 0,005719 Hz dengan 174,87 s dan frequency maksimum 0,016593 Hz dengan 60,266 s. Hasil simulasi dimana pada saat random frequency mendapatkan nilai Stress minimum $2,262 \times 10^{-1}$ dan Stress maksimum $4,427 \times 10^4$ sedangkan untuk nilai Displacement minimum $1,000 \times 10^{-30}$ dan Displacement maksimum $6,742 \times 10^4$.

Kata Kunci : Vibrasi, Rangka CNC Router 3 Sumbu, MEH, Solidworks 2019

Abstract

Vibration on a machine is a very important thing to noticed because from vibration there are a lot of errors arise and damage the components on the machine. One way to find out the vibration on the machine is by simulating the machine itself, especially on the frame. There are many simulation support software for vibrations, but for now researchers are using the Solidworks 2019 Premium Software with the method used is the Finite Element Method for vibrations in the Axis CNC Router 3 Frame. To obtain optimal simulation results with solidworks, a study was conducted starting from frame modeling, constraint selection, inputting material types, selecting meshing, inserting fixtures and running solving. For the next, Output from the analysis of Frame CNC Router with 3 axis router is processed again using Linear Dynamic Frequency by selecting Random Frequency. Based on the simulation results when the frame is simulated using a private frequency get a minimum frequency of 0.005719 Hz with 174.87 s and a maximum frequency of 0.016593 Hz with 60,266 s. The simulation results where the random frequency get a minimum Stress value of 2.262×10^{-1} and Stress maximum of 4.427×10^4 while for the Displacement value of a minimum of $1,000 \times 10^{-30}$ and a maximum Displacement of 6.742×10^4 .

Keywords: *Vibration, Frame CNC Router 3 Axis, FEM, Solidworks 2019*

1. PENDAHULUAN

Pengukuran Vibrasi merupakan hal yang sangat penting dalam dunia ilmu pengetahuan khususnya dunia teknik. Dengan melakukan pengukuran kita dapat mengetahui besaran dari parameter-parameter fisika, kimia, dan biologi

seperti panjang, kadar gas, suhu kadar gula darah, waktu dll. Dalam dunia teknik, pengukuran digunakan untuk kepentingan sistem proteksi dan untuk sistem kendali suatu proses. Pada setiap pengukuran dibutuhkan sebuah alat ukur yang bertindak sebagai pengindra sekaligus penampil.

Contoh alat ukur sederhana adalah mistar atau penggaris digunakan untuk mengukur panjang.

Kondisi optimum pada CNC router ditinjau dari waktu permesinan didapatkan pada kondisi *cutting speed* 565,2 waktu tercepat terdapat pada kondisi dimana *feeding cutting* 80 dan *depth of cut* 1. Pada kondisi optimum ini, *cutting speed* berpengaruh secara tidak nyata, sementara *feeding cutting* dan *depth of cut* berpengaruh secara signifikan terhadap waktu proses permesinan (Setiawan, J,dkk. 2015).

Berbagai metode Numerik telah banyak tersedia, namun Metode Elemen Hingga (MEH) telah membuktikan kehandalannya dalam memecahkan persoalan-persoalan dibidang mekanika kontinyu. Bahkan dalam perkembangan yang terakhir, masalah-masalah perpindahan panas, mekanika fluida, maupun Numerik dapat dengan mudah diselesaikan dengan menggunakan MEH. Metode ini akan melakukan pendekatan terhadap harga-harga yang tidak diketahui pada setiap titik secara diskrit. Sehingga kita dapat memperhitungkan besar tegangan, regangan, dan defleksi yang terjadi pada struktur *frame* (Abidin, Z. Rama, R.B. 2017).

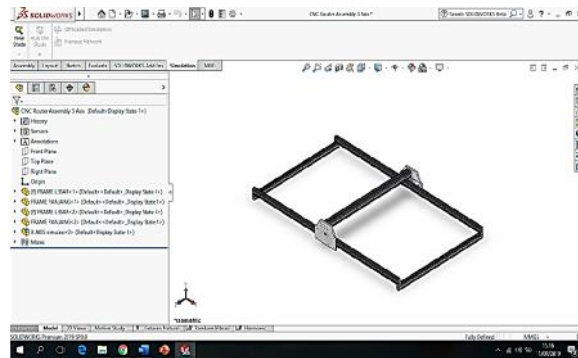
Dengan perangkat komputer, khususnya perangkat lunak *Solidworks*, desain untuk pembuatan suatu produk dapat dikontrol dengan baik sehingga diharapkan kualitas hasil produk akan lebih baik. Pengujian karakteristik statik secara eksperimental akan memerlukan biaya yang tidak sedikit. Untuk itu diperlukan bantuan perangkat lunak *software* yang mampu menganalisis karakteristik statik suatu modul seperti *Solidworks*. Oleh karena itu peneliti memilih Metode Numerik dengan menggunakan *software* yang berbasis Metode Elemen hingga *Finite Element Analysis Program*, yaitu dengan *software Solidworks* (Abidin, Z. Rama, R.B. 2017)

2. BAHAN DAN METODA

Bahan dan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.1 Rangka

Rangka merupakan sistem yang terhubung oleh bagian-bagian yang mendukung ataupun menyalurkan gaya dan menahan beban yang bekerja pada system (Malik, Irawan., dkk. 2019).



Gambar 1. Desain Rangka CNC Router

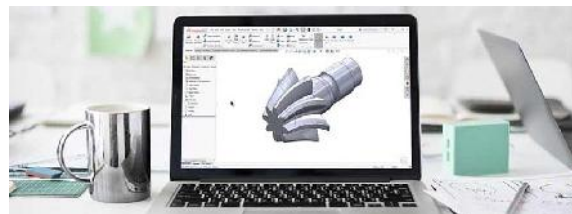
Material yang dipilih adalah material *aluminium profil 6063-T5* dengan ukuran 20 x 20 mm.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Mekanik *aluminium profil 6063-T5*

Property	Value	Units
Elastic Modulus	6900	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.33	N/A
Shear Modulus	25800	N/mm ²
Mass Density	2700	Kg/m ³
Tensile Strength	185	N/mm ²
Compressive Strength	280	N/mm ²
Yield Strength	145	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	2.34e-05	/K
Thermal Conductivity	209	W/(m.K)
Specific Heat	900	J/(kg.K)
Material Damping Ratio	0,01	N/A

2.2 Personal Computer

Personal Computer (Laptop) berfungsi sebagai media untuk menjalankan perangkat lunak (*software solidworks*) sehingga dapat digunakan dalam pemodelan maupun analisis (Fedianto, A. 2017)



Gambar 2. Personal Computer

2.3 Software Solidworks

Software Solidworks digunakan untuk membuat baik gambar 2D atau 3D serta dapat menyimulasikan pergerakan benda secara animasi. Pada penelitian ini *solidworks* akan

digunakan untuk menggambar semua dari mesin CNC Router 3 Sumbu dan menyimulasikan uji kinerjanya.



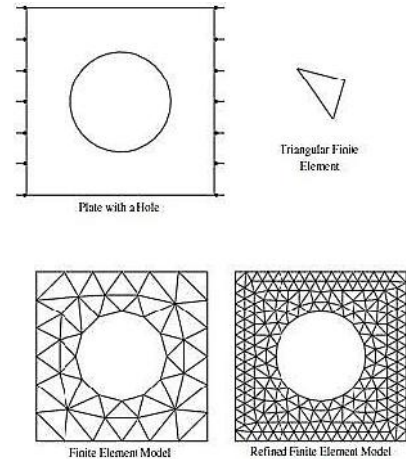
Gambar 3. Software Solidworks

2.4 Metode Numerik

Penelitian ini dilakukan secara komputasi numeris berbasis komputer. Metode Penelitian menggunakan Metode Elemen Hingga. Metode elemen hingga *Finite Element Method* (FEM) adalah prosedur numerik untuk memperoleh solusi permasalahan yang ditemukan dalam analisa teknik. Metode elemen hingga mengkombinasikan beberapa konsep matematika untuk menghasilkan persamaan sistem linier atau nonlinier. Jumlah persamaan yang dihasilkan biasanya sangat besar sehingga mencapai lebih dari 20.000 persamaan (Seegerling, 1984). *Finite Element Method* (FEM) atau biasanya disebut *Finite Element Analysis* (FEA), adalah prosedur numeris yang dapat dipakai untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang rekayasa (*engineering*), seperti analisa tegangan pada struktur, frekuensi pribadi dan *mode shape*-nya, perpindahan *panas*, *elektromagnetis*, dan *aliran fluida*. Metode ini digunakan pada masalah-masalah rekayasa dimana *exact solution/analytical solution* tidak dapat menyelesaikannya.

Inti dari FEM adalah membagi suatu benda yang akan dianalisa, menjadi beberapa bagian dengan jumlah hingga (*finite*). Bagian-bagian ini disebut elemen yang tiap elemen satu dengan elemen lainnya dihubungkan dengan nodal (*node*). Kemudian dibangun persamaan matematika yang menjadi representasi benda tersebut. Proses pembagian benda menjadi beberapa bagian disebut *meshing*. Secara umum proses perhitungan FEA (*Finite Element Analysis*) terdiri atas 3 bagian utama: *pre-processor*, *processor*, dan *post-processor*.

(Nelson, K.A. 2018) pada tahap *pre-processor* sebuah benda atau ruangan yang akan dianalisa dibagi-bagi dengan jumlah grid tertentu atau sering juga disebut dengan *meshing*.



Gambar 4. Meshing Pada Plate

Tahap selanjutnya adalah *processor*, pada tahap ini dilakukan proses simulasi dinamik beserta perhitungan data-data input dengan persamaan yang terlibat. Tahap akhir merupakan tahap *post-processor* dimana hasil perhitungan diinterpretasikan kedalam gambar, grafik bahkan animasi atau kontur warna dengan pola tertentu^[5].

2.5 Analisis Vibrasi

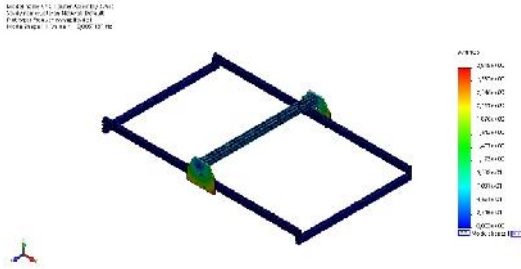
Simulasi dengan perangkat lunak dengan memasukkan variabel yang diperlukan. Model CAD yang telah dibuat kemudian dianalisis dan proses simulasi sendiri memakan waktu yang bervariasi tergantung dari spesifikasi *hardware* yang dimiliki masing-masing individu. Angka-angka yang ditampilkan dari hasil pengujian vibrasi dari desain *Frame CNC Router 3 Sumbu* kemudian dipaparkan dan dideskripsikan. Data-data yang dianalisis adalah angka dan tabel yang diperoleh dari hasil pengujian vibrasi menggunakan *Software Solidworks*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

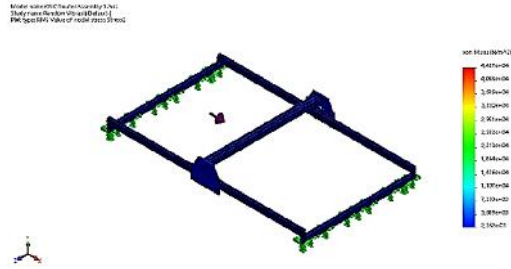
Hasil simulasi dengan menggunakan *software solidworks* dengan metode elemen hingga Untuk mengetahui *Natural Frequency* dan *Random Vibration* yang terjadi pada *Frame CNC Router 3 Sumbu*. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

3.1 Natural Frequency

Pensimulasian *Natural Frequency* dilakukan sebanyak 5 mode dan memberikan 5 *Natural Frequency* sebagai *outputnya*.



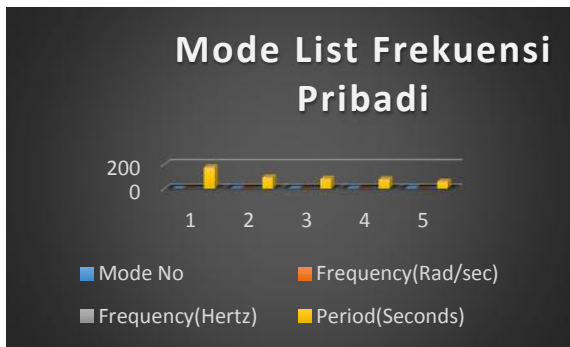
Gambar 5. Amplitude 1 Frequency



Gambar 7. Random Vibration Stress Result

Tabel 2. Mode list Natural Frequency

No	Frequency(Rad/s)	Frequency(Hz)	Period(S)
1	0,035932	0,005719	174,87
2	0,068162	0,010848	92,18
3	0,076081	0,012109	82,585
4	0,079835	0,012706	78,703
5	0,10426	0,016593	60,266

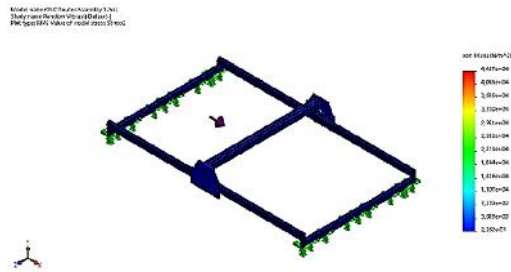


Gambar 6. Grafik Mode List Natural Frequency

3.2 Random Vibration

Random Vibration bisa diartikan sebagai satu getaran yang timbul pada waktu yang sama. Getaran acak bersifat *non-periodik*. Pada pensimulasian kali ini, hasil yang didapat berupa *stress* dan *displacement* dari objek. Tegangan salah satu *post-processor* adalah hasil perhitungan hubungan tegangan-regangan pada model benda, regangan diperoleh dan *deformation* yang dialami model. Tegangan ekuivalen yang digunakan *Von-Mises*.

Selain tegangan, nilai perpindahan juga dapat dilihat pada simulasi kali ini seperti pada gambar berikut.

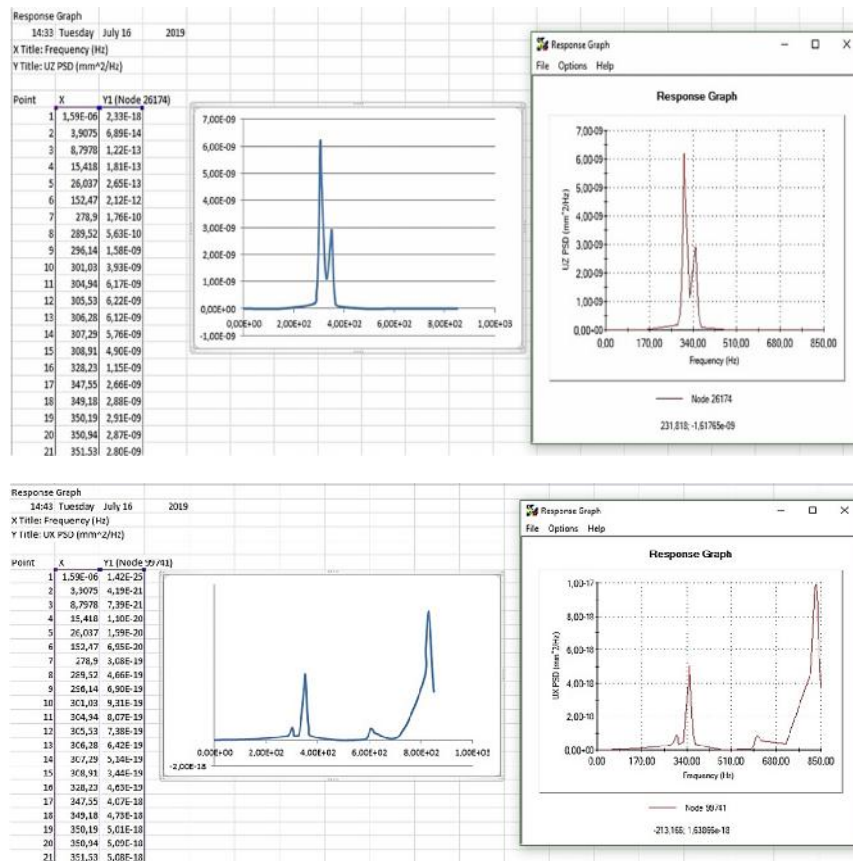


Gambar 8. Random Vibration Displacement Result

Desain *frame* yang berbeda akan menghasilkan reaksi yang berbeda. Simulasi yang dilakukan menggunakan *Software Solidworks 2019* menghasilkan reaksi dalam wujud tegangan (tegangan max dan tegangan min) dan *Displacement Vibration* (perpindahan posisi max dan perpindahan posisi min).

Tabel 3. Rekapitulasi Simulasi Random Vibration

Hasil Simulasi		Nilai
Stress	Maximum	4,427 x 10 ⁴
	Minimum	2,262 x 10 ⁻¹
Displacement	Maximum	6,742 x 10 ⁴
	Minimum	1,000 x 10 ⁻³⁰



Gambar 9. Response Graph Vibration

Pensimulasian getaran yang telah dilakukan ini menggunakan perangkat lunak *Solidworks Simulation 2019 Premium*, menunjukkan bahwa rangka CNC Router 3 Axis ini memiliki nilai maksimum 0,10426 rad/s, 0,016593 Hz, dan 60,266 s pribadi frekuensi. *Random Vibration* juga menunjukkan hasil dengan *resultan amplitude maximum* 0,02 dan *resultan amplitude minimum* 0 serta memiliki *Stress maximum* $4,427 \times 10^4$ N/m² dan *Stress minimum* sebesar $2,262 \times 10^{-1}$ N/m². Hasil utama dari analisis struktur menggunakan metode elemen hingga adalah *displacement*. Berikut ini adalah hasil analisis total *displacement* pada model yang telah disimulasikan dengan menunjukkan bahwa total *displacement* terbesar pada rangka bagian X Axis sebesar $6,742 \times 10^4$ mm dan total *displacement* terkecil pada rangka X Axis yaitu sebesar $1,000 \times 10^{-30}$ mm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi terhadap Rangka CNC Router 3 Axis menggunakan perangkat lunak *Solidworks 2019*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu Proses desain dilakukan berdasarkan pengumpulan data dari berbagai literatur dan survey lapangan yang selanjutnya

dilakukan *general assembly* pada *software* yang sama untuk memudahkan proses simulasi lalu dilanjutkan dengan pemilihan material. Material yang digunakan pada rangka yaitu aluminium profil 20 x 20 dan untuk bagian *gantry x axis* menggunakan *plastic ABS* yaitu hasil dari 3d printing.

Pensimulasian ini menggunakan *Software Solidworks Simulation 2019* dengan pertama yaitu Menentukan *constraint*, *Constraint* yang berikan berupa fixed geometry pada kedua rangka lebar Rangka CNC Router dilanjutkan dengan *Meshing*, Pada simulasi saat ini, *frame* dijadikan 147.607 *elements* dan 257.168 *node* dan tentunya Pembebanan, beban yang diberikan pada simulasi ini merupakan beban alami atau beban dari rangka CNC Router itu sendiri.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa frekuensi yang terjadi memiliki nilai yang relatif bagus yaitu 0,005 Hz dan 0,016 Hz sehingga dapat dikategorikan aman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Setiawan, J,D. Caesarendra, W. Ariyanto, M. 2015. "Perancangan Struktur Frame Quadrator". Universitas Diponegoro.

- Abidin, Z. Rama, R.B. 2017. "Analisa Distribusi Tegangan dan Defleksi *Connecting Rod* Sepeda Motor 100 CC Menggunakan Metode Elemen Hingga". Universitas Sriwijaya.
- Malik, Irawan., Azharuddin., Dewi, K.C. 2019. "Aplikasi Hasil Rancang Bangun Mesin CNC Router Terhadap Proses Permesinan (*Cutting Speed, Feeding Cutting, dan Depth of Cut* Terhadap Waktu). Jurnal Austenit, Vol 11, No 1, April 2019. p-ISSN: 2085-1286, e-ISSN: 2622-7649. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Fedianto, A. 2017. "Perancangan Rangka Sepeda Bambu Menggunakan Software Solidworks 2017". Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nelson, K.A. 2018. "Aplikasi Hasil Rancang Bangun CNC Router 3 Axis terhadap Proses Kalibrasi Sumbu Z". Politeknik Negeri Sriwijaya.