

## BAB 4

### PROFIL DATA DAN TAHAPAN SIMULASI

#### 4.1. Hardware

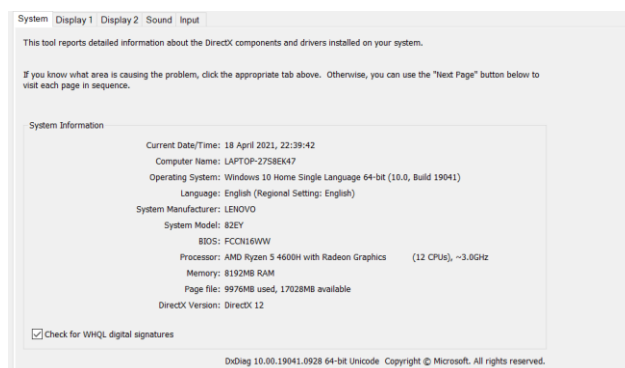
Peneliti melakukan proses *Redrawing* dan simulasi desain menggunakan satu *software* yaitu SOLIDWORK 2018 2018, maka spesifikasi komputer yang harus peneliti miliki adalah spesifikasi komputer yang dapat menjalankan *software* SOLIDWORK 2018 2018. Tabel 4.1 berikut berisikan data spesifikasi yang diperlukan untuk menjalankan SOLIDWORK 2018 2018.

**Tabel 4.1. SOLIDWORK 2018 System Requirement**

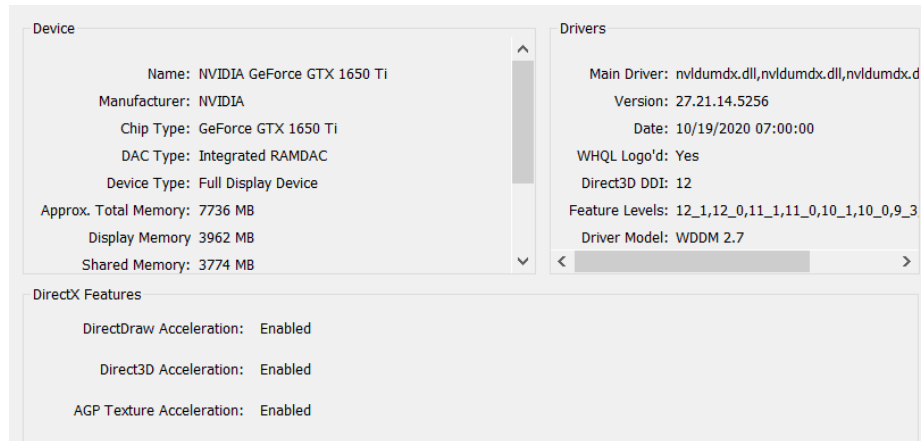
<i>Part</i>	Spesifikasi
<i>Operating System</i>	<i>Windows 7 or newer(64-bit)</i>
<i>Processor</i>	<i>Dual Core CPU, Quad core (Recommended)</i>
<i>RAM</i>	<i>8 GB RAM , 16 GB (Recommended)</i>
<i>Memory</i>	<i>2 GB Free Disk Space, 5 GB (Recommended)</i>
<i>Graphic Card</i>	<i>NVIDIA Graphic Card</i>

(Sumber : [https://help.SOLIDWORK 2018s.com/2018/English/SOLIDWORK 2018s/install\\_guide/c\\_viz\\_prereqs\\_system\\_reqs.htm](https://help.SOLIDWORK 2018s.com/2018/English/SOLIDWORK 2018s/install_guide/c_viz_prereqs_system_reqs.htm), diakses tanggal 4 Oktober 2020)

Peneliti telah menjelaskan pada bab 3 bahwa *Hardware* yang digunakan adalah *Lenovo Ideapad Gaming 3*. Spesifikasi laptop yang peneliti gunakan dapat dilihat pada gambar 4.1. dan 4.2 berikut ini.



**Gambar 4.1. Spesifikasi Sistem Komputer Peneliti**



**Gambar 4.2. Spesifikasi Grafis Komputer Peneliti**

#### 4.2. Data Material

Material-material yang digunakan dalam penelitian ini merupakan material yang menjadi bahan dasar pembuat mesin *Spinner* seperti yang telah disebutkan pada bab 3. Material tersebut adalah besi St. 37, Aluminium (6061), dan *Cast Carbon Steel* (*Structural Steel*). Sifat-sifat material ini diperlukan untuk menjalankan simulasi desain menggunakan *Finite Element Analysis*. Data sifat material yang dibutuhkan akan dijelaskan pada bagian ini. Besi St 37 yang digunakan sebagai poros mesin memiliki sifat teknis yang ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut ini.

**Tabel 4.2. Karakteristik Besi St. 37**

<i>Property</i>	Nilai	satuan
<i>Elastic Modulus</i>	2.05e+11	N/m <sup>2</sup>
<i>Poisson's Ratio</i>	0.29	
<i>Tensile Strength</i>	385000000	N/m <sup>2</sup>
<i>Yield Strength</i>	325000000	N/m <sup>2</sup>
<i>Thermal Expansion Coefficient</i>	1.2e-05	/K
<i>Mass Density</i>	7870	kg/m <sup>3</sup>
<i>Hardening Factor</i>	0.85	

(Sumber : *SOLIDWORK 2018 Materials*)

Bagian Tabung luar, Tabung Penyaring, dan Tutup Mesin yang menggunakan material aluminium memiliki sifat yang ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut ini

**Tabel 4.3. Karakteristik Aluminium 6061**

<i>Property</i>	Nilai	Satuan
<i>Elastic Modulus</i>	6.9e+10	N/m <sup>2</sup>
<i>Poisson's Ratio</i>	0.33	
<i>Shear Modulus</i>	2.6e+10	N/m <sup>2</sup>
<i>Mass Density</i>	2700	kg/m <sup>3</sup>
<i>Tensile Strength</i>	124084000	N/m <sup>2</sup>
<i>Specific Heat</i>	1300	J/(kg·K)
<i>Yield Strength</i>	55148500	N/m <sup>2</sup>
<i>Thermal Expansion Coefficient</i>	2.4e-05	/K
<i>Thermal Conductivity</i>	170	W/(m·K)

(Sumber : *SOLIDWORK 2018 Materials*)

Bagian lain dari mesin yang merupakan tambahan seperti rangka mesin menggunakan *Cast Carbon steel* sebagai materialnya memiliki sifat yang ditunjukkan tabel 4.4.

**Tabel 4.4. Karakteristik *Cast Carbon Steel***

<i>Property</i>	nilai	satuan
<i>Elastic Modulus</i>	2e+11	N/m <sup>2</sup>
<i>Poisson's Ratio</i>	0.32	
<i>Shear Modulus</i>	7.6e+10	N/m <sup>2</sup>
<i>Mass Density</i>	7800	kg/m <sup>3</sup>
<i>Tensile Strength</i>	482549000	N/m <sup>2</sup>
<i>Yield Strength</i>	248168000	N/m <sup>2</sup>
<i>Thermal Expansion Coefficient</i>	1.2e-05	/K
<i>Thermal Conductivity</i>	30	W/(m·K)
<i>Specific Heat</i>	500	J/(kg·K)
<i>Elastic Modulus</i>	2e+11	N/m <sup>2</sup>

(Sumber : *SOLIDWORK 2018 Materials*)

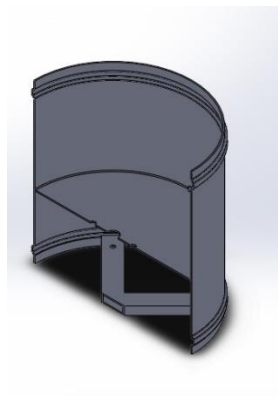
Sifat-sifat material yang ada pada tabel 4.2 sampai 4.4 nantinya akan digunakan dalam perhitungan *Finite Element Method* yang akan dikerjakan oleh *Software SOLIDWORK 2018*.

### 4.3. Desain 3D Mesin

Peneliti telah menyebutkan bahwa rangkaian mesin *Spinner* terdiri dari 8 *part* yaitu Tabung Luar, Tabung Penyaring, Poros Mesin, Rangka Luar, Motor Listrik, *Pulley*, *Housing Bearing*, dan *Belt Drive*. Empat buah *part* yang telah disebutkan seperti Tabung Luar, Tabung Penyaring, Poros Mesin dan Rangka Luar merupakan *part* yang dibuat sendiri oleh *Engineer* pembuat mesin sehingga dimensi-dimensi yang digunakan peneliti didapatkan dengan cara mengukur mesin menggunakan alat ukur meteran dan jangka sorong. Empat *part* lainnya seperti *Pulley*, *Housing Bearing*, Motor Listrik, dan *Belt Drive* merupakan *part* yang bisa dibeli dalam bentuk barang jadi sehingga data ukurannya merupakan ukuran standar. Hasil data ukuran yang peneliti dapatkan digunakan untuk menggambar ulang sehingga didapatkan data desain 3D *SOLIDWORK 2018* seperti berikut.

#### a. Tabung Luar.

Tabung luar *Spinner* merupakan *part* yang harus dibuat sendiri dari bahan baku. *Part* ini terbuat dari bahan baku pelat aluminium yang digulung membentuk tabung dengan ukuran  $\varnothing 390\text{mm}$ . tabung memiliki tinggi 400 mm. ketebalan pelat yang digunakan untuk membuat tabung tersebut adalah 3 mm. pada bagian tengah tabung terdapat pelat berbentuk tabung dengan ketebalan 3 mm yang berfungsi sebagai sekat antara bagian bawah dan atas tabung. Bagian bawah tabung juga terdapat aluminium *hollow* dengan ukuran 50 x 50 x 3 mm yang dilas pada dinding bagian dalam tabung. Fungsi dari aluminium *hollow* ini adalah sebagai tempat peletakan Motor Listrik dan *Housing Bearing*. data berat dan letak titik berat dari tabung luar peneliti dapatkan dari hasil *redrawing part*. Tabung luar memiliki berat sebesar 5,5 kg dan titik berat pada koordinat yang dapat dilihat pada Gambar 4.3

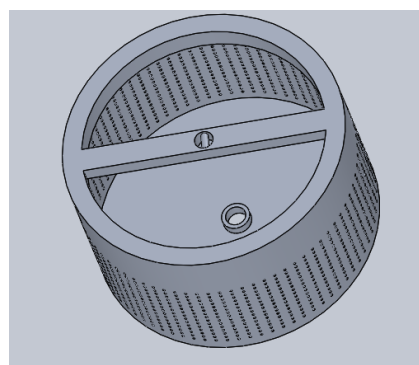


Mass properties of body		
Configuration: Default		
Coordinate system: -- default --		
Density = 0.00 grams per cubic millimeter		
Mass = 5502.38 grams		
Volume = 2037920.03 cubic millimeters		
Surface area = 1359000.32 square millimeters		
Center of mass: ( millimeters )		
X = -0.01		
Y = 167.25		
Z = 0.00		
Principal axes of inertia and principal moments of inertia: ( grams * square milli		
Taken at the center of mass.		
ix = (-0.04, 0.00, 1.00)	Px = 156911387.35	
iy = ( 1.00, 0.00, 0.04)	Py = 157172951.83	
iz = ( 0.00, 1.00, 0.00)	Pz = 174194017.86	
Moments of inertia: ( grams * square millimeters )		
Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system.		
Lxx = 157172441.10	Lyy = 4425.81	Lzz = -11541.45
Lyx = 4425.81	Lyz = 174193728.94	Lzy = -70524.44
Lzx = -11541.45	Lzy = -70524.44	Lzz = 156912187.00
Moments of inertia: ( grams * square millimeters )		
Taken at the output coordinate system.		
iox = 311087057.52	iyy = -626.92	ioz = -11541.33
iyx = -626.92	iyz = 174193729.18	ioz = -74025.28
ioz = -11541.33	ioz = -74025.28	ioz = 310826803.50

**Gambar 4.3. Desain Potongan 3D Tabung Luar dan Data Berat Tabung**

b. Tabung Penyaring

Tabung penyaring juga merupakan salah satu *part* yang harus dibuat dari bahan baku. *Part* ini berbentuk seperti tabung yang bagian bawahnya ditutup menggunakan pelat tipis. Bagian dinding dari tabung terdapat lubang-lubang kecil yang berfungsi untuk mengeluarkan minyak dari makanan. Ukuran dari tabung penyaring adalah  $\varnothing$  350 mm dengan ketinggian 200 mm. ketebalan dinding dan pelat penutup bagian bawah adalah 3mm. bagian atas dari tabung terdapat aluminium profil U yang dilas pada dinding tabung. Aluminium profil ini berfungsi sebagai penghubung tabung penyaring dan poros mesin. Berat tabung penyaring adalah sebesar 3,01 kg dan titik beratnya bisa dilihat pada gambar 4.4. berikut.

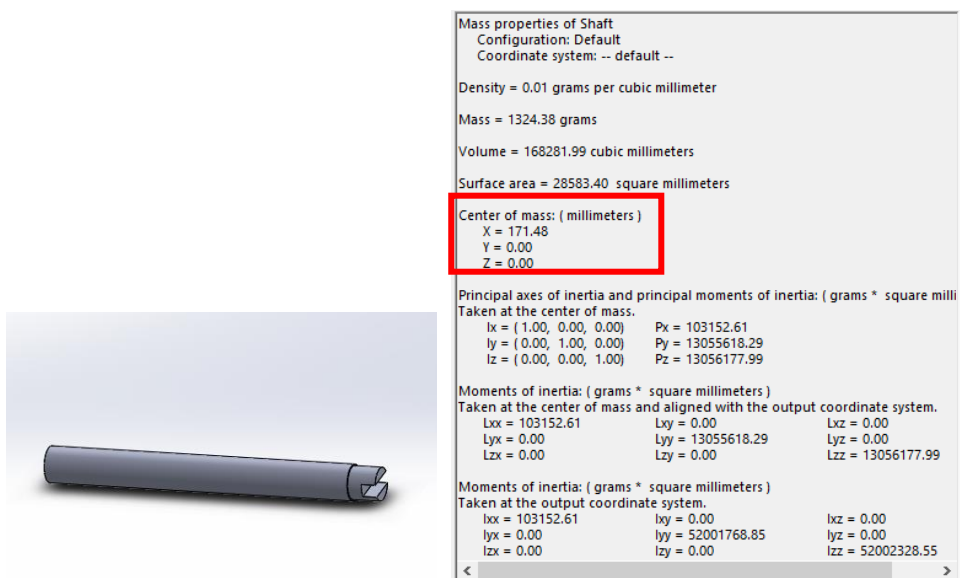


Mass properties of tabung penyaring		
Configuration: Default		
Coordinate system: -- default --		
Density = 0.00 grams per cubic millimeter		
Mass = 3013.54 grams		
Volume = 1116125.43 cubic millimeters		
Surface area = 778706.71 square millimeters		
Center of mass: ( millimeters )		
X = 0.00		
Y = 92.26		
Z = 0.00		
Principal axes of inertia and principal moments of inertia: ( grams * square milli		
Taken at the center of mass.		
ix = ( 0.00, 0.00, 1.00)	Px = 53438595.74	
iy = ( 1.00, 0.00, 0.00)	Py = 54688615.88	
iz = ( 0.00, 1.00, 0.00)	Pz = 72976014.74	
Moments of inertia: ( grams * square millimeters )		
Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system.		
Lxx = 54688615.88	Lyy = 3.97	Lzz = 0.57
Lyx = 3.97	Lyz = 72976014.74	Lzy = 1.32
Lzx = 0.57	Lzy = 1.32	Lzz = 53438595.74
Moments of inertia: ( grams * square millimeters )		
Taken at the output coordinate system.		
iox = 80342273.45	iyy = -3.58	ioz = 0.57
iyx = -3.58	iyz = 72976014.74	ioz = -3.01
ioz = 0.57	ioz = -3.01	ioz = 79092253.31

**Gambar 4.4. Desain 3D Tabung Penyaring *Spinner* dan Data Berat**

c. Poros

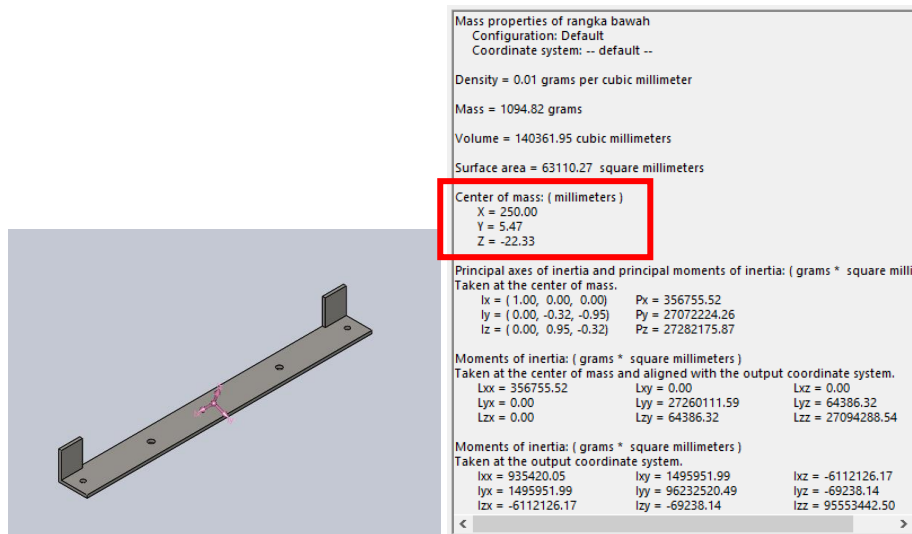
Poros yang digunakan pada mesin *Spinner* merupakan poros besi pejal dari material *St. 37* dengan ukuran  $\varnothing 25$  mm sepanjang 350 mm. salah satu ujung poros memiliki diameter lebih kecil yaitu  $\varnothing 20$  mm sepanjang 30 mm. hal ini memiliki fungsi agar poros bisa masuk ke lubang tabung penyaring. Bagian muka poros juga diberi *slot* dengan ukuran 10 mm kedalaman 20mm sebagai penyambung dengan tabung penyaring. Poros mesin *Spinner* memiliki berat sebesar 1,3 kg dan titik berat yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5. Desain 3D Poros Mesin

d. Rangka

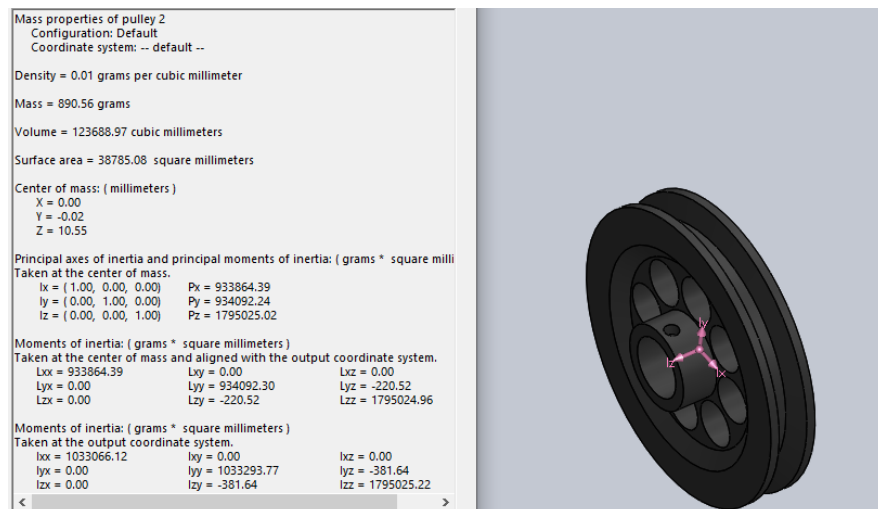
Rangka yang digunakan pada mesin *Spinner* merupakan rangka sederhana yang terbuat dari *Structural Steel* dengan profil L yang dipotong pada bagian tengahnya. Dimensi rangka yang digunakan adalah besi profil L dengan ukuran 50 x 50 mm sepanjang 500 mm dan tebal 5 mm. Bagian tengah dari rangka dipotong agar mesin *Spinner* dapat diletakkan di atas rangka. Pemasangan rangka ke mesin menggunakan bantuan *Bolt* dan *Nut* sehingga rangka harus dilubangi sesuai ukuran *Bolt* dan *Nut* yang digunakan yaitu  $\varnothing 8$  mm. berat satu buah rangka menurut hasil *redrawing SOLIDWORK 2018* berkisar 1,09 kg dan titik berat rangka dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini.



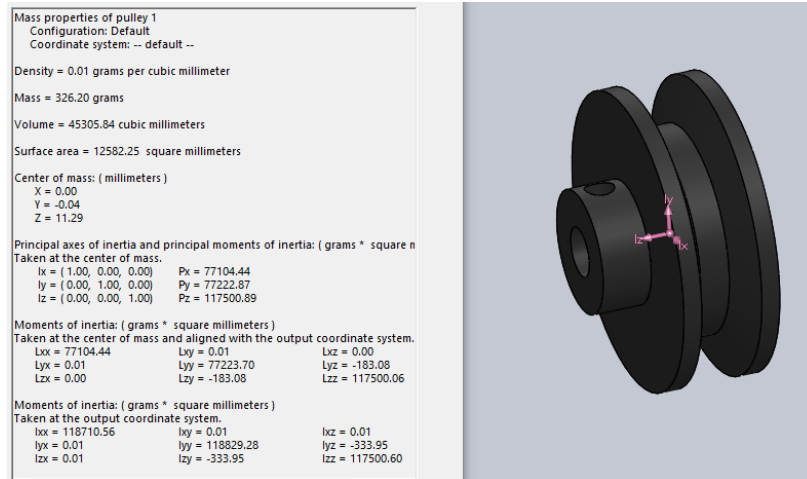
Gambar 4.6. Desain 3D Rangka dan Data Berat

e. Pulley

*Pulley* yang digunakan mesin *Spinner* ada dua. Perbandingan rasio *Pulley* yang digunakan adalah 1 : 2 sehingga diameter *Pulley* yang digunakan adalah Ø 60 mm dan Ø 120 mm. berat kedua buah *Pulley* ini berkisar 0,36 kg dan 0,89 kg, data tersebut peneliti dapatkan dari hasil *Redrawing Pulley* dengan *SOLIDWORK 2018*. Gambar 4.7 dan 4.8 berikut menunjukkan data berat dan desain *Pulley* yang digunakan.



Gambar 4.7 Desain 3D dan Data Berat *Pulley* Ø120 mm



**Gambar 4.8. Gambar 3D dan Data Berat Pulley Ø 60 mm**

f. Motor Listrik

Penggerak utama dari mesin *Spinner* adalah motor listrik XD-135. Spesifikasi dari motor listrik yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini

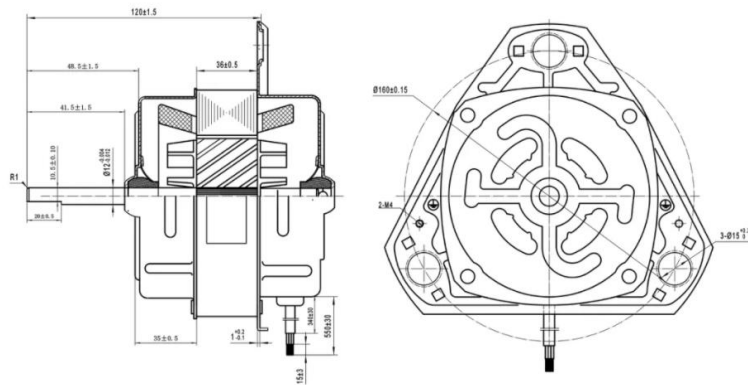
**Tabel 4.5. Spesifikasi Motor Listrik**

Spesifikasi	Ukuran
Model	XD-135
Berat	3.3 kg
Voltase	220 VAC
Frekuensi	60 Hz
RPM	1350
Torsi maksimal	0.5 nm
Power	250 W
Perputaran	CW & CCW

Sumber : <https://fine-watt.en.made-in-china.com/product/eCYJwbPGAjhZ/China-Top-Loading-Mini-Washing-Machine-Motor-50W-High-Speed-1350r.html>

Desain motor juga digunakan dalam *Redrawing* mesin. Tujuan *Redrawing* dari motor listrik tersebut adalah memastikan bahwa motor listrik yang digunakan bisa dirangkai ke dalam mesin. Desain motor dapat dilihat pada gambar 4.9





**Gambar 4.9. Desain Motor Listrik**

Sumber : <https://fine-watt.en.made-in-china.com/product/eCYJwbPGAjhz/China-Top-Loading-Mini-Washing-Machine-Motor-50W-High-Speed-1350r.html>

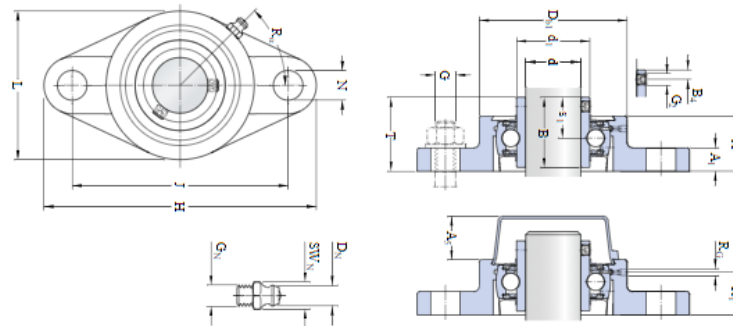
**g. Housing Bearing**

*Housing Bearing* yang digunakan untuk merakit *Shaft* ke Tabung Luar mesin merupakan *Housing Bearing* SKF dengan tipe UCFL 205. Spesifikasi dari produk ini dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.10. berikut.

**Tabel 4.6. Spesifikasi Housing Bearing**

Notasi	Ukuran
d	25 mm
d <sub>1</sub>	≈ 33.74 mm
A	27 mm
A <sub>1</sub>	13 mm
A <sub>5</sub>	20.5 mm
B	34.1 mm
B <sub>4</sub>	5 mm
D <sub>b1</sub>	68 mm
H	130 mm
J	99 mm
L	68 mm
N	16 mm
s <sub>1</sub>	19.8 mm
T	35.8 mm
Berat	0.61 kg

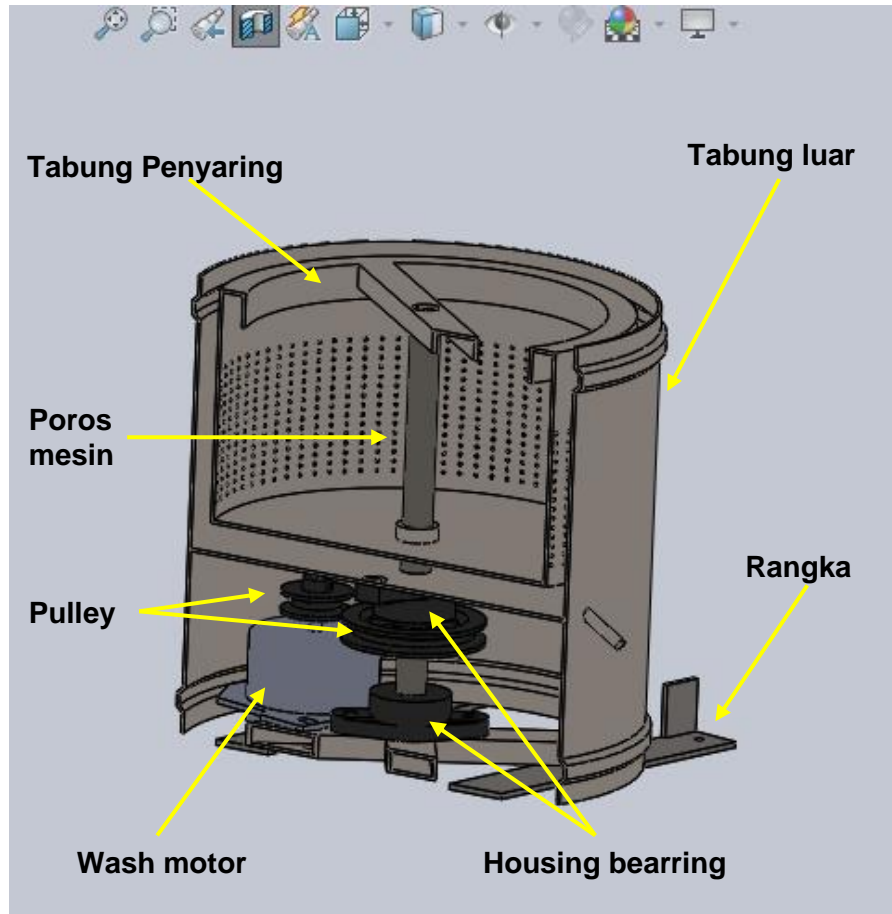
Sumber : <https://www.skf.com/group/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/flanged-ball-bearing-units/productid-Y%2FUCFL%20205%2FH>



**Gambar 4.10. Penjelasan Notasi *Housing Bearing***

Sumber : <https://www.skf.com/group/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/flanged-ball-bearing-units/productid-Y%2FUCFL%20205%2FH>

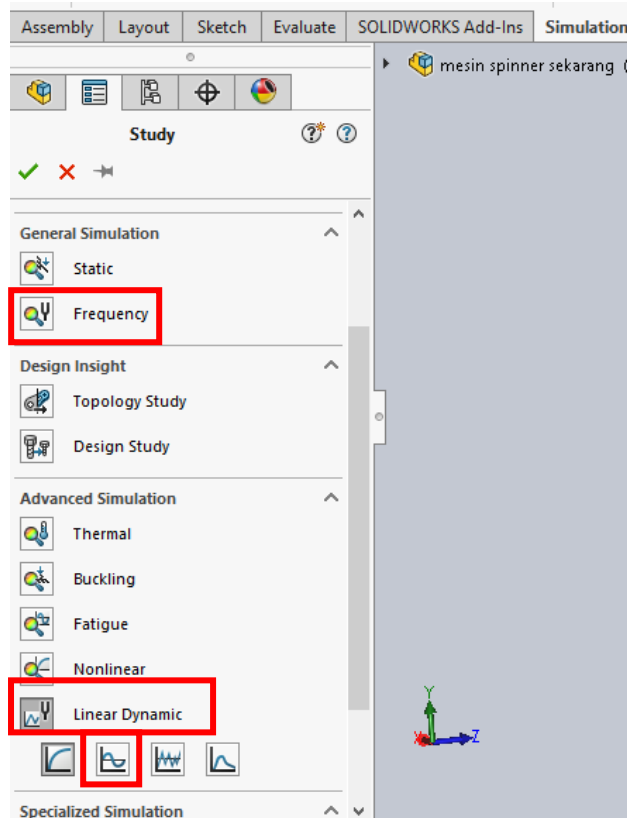
Setiap *part* yang sudah didesain pada langkah-langkah selanjutnya kemudian dirangkai menjadi sebuah *assembly* dengan menggunakan *software SOLIDWORK 2018*. Jumlah beberapa *part* harus disesuaikan agar mesin dapat berjalan dengan baik seperti contohnya *Housing Bearing* yang digunakan adalah dua. Gambar 4.11 berikut ini menunjukkan hasil rakitan desain mesin *Spinner* di UMKM Putri 21.



**Gambar 4.11. Gambar Potongan Rakitan Mesin Spinner**

#### **4.4. Tahapan Simulasi**

Proses simulasi desain juga peneliti lakukan menggunakan *software SOLIDWORK 2018* 2018. Peneliti menggunakan 2 jenis simulasi yaitu *Frequency Simulation* untuk mencari nilai *Natural Frequency* dari desain mesin *Spinner* dan *Linear Dynamic Simulation* untuk melihat *Harmonic Response* dari desain. Dua analisis tersebut dipilih karena mengacu pada buku yang ditulis oleh Robert F Steidel (1980) dan Haym Benaroya (2009) yang mengatakan bahwa gaya yang terjadi pada analisis getaran biasanya berbentuk *Harmonic Motion* dan pergeseran yang terjadi sangat dipengaruhi oleh nilai *Natural Frequency*. Simulasi tersebut dapat dipilih pada tab new Study di *SOLIDWORK 2018 Simulation* (Gambar 4.12)



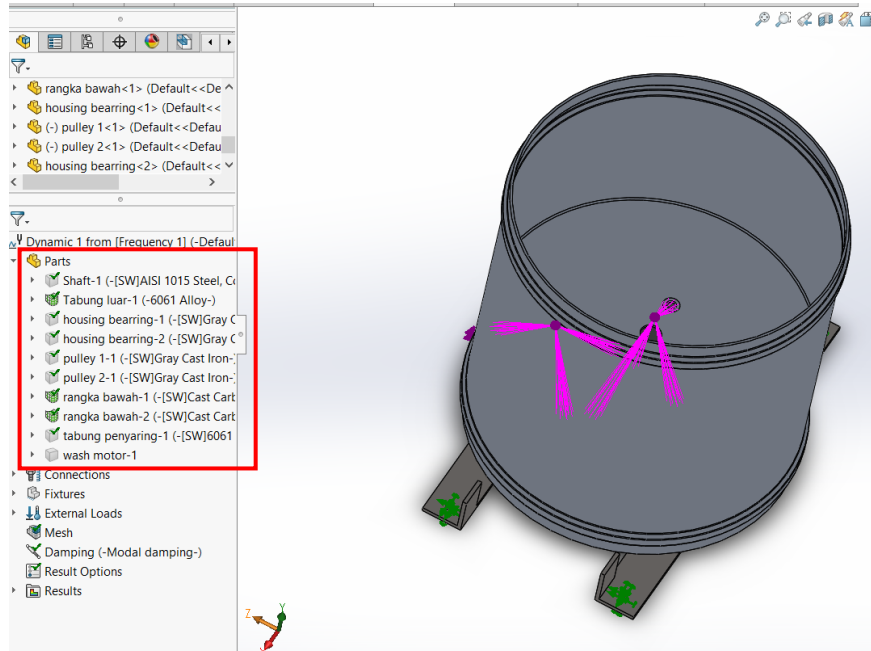
**Gambar 4.12. Simulasi yang Digunakan**

Langkah selanjutnya adalah mengisi data-data sesuai modul yang disediakan oleh *SOLIDWORK 2018 Simulation*. Tahapan simulasi mesin *Spinner* akan dijelaskan pada bagian ini.

a. Penyederhanaan gambar (*Modul Part*)

Sebelum peneliti melakukan proses simulasi desain, peneliti melakukan proses persiapan dengan cara menyederhanakan desain yang akan disimulasi. Tujuan dari adanya penyederhanaan ini adalah agar proses simulasi menjadi lebih efisien dengan cara menghilangkan atau mengganti beberapa fitur atau *part* yang bisa menghambat proses simulasi mesin. Beberapa contoh penyederhanaan gambar yang penulis lakukan adalah mengeluarkan beberapa *part* dari simulasi desain. *Part* yang penulis keluarkan adalah *part* Poros (*Shaft*), Tabung Penyaring, *Pulley*, *Housing Bearing*, Motor Listrik. Alasan peneliti melakukan penyederhanaan gambar tersebut akan peneliti jelaskan pada bab 5, namun *part* yang peneliti keluarkan juga masih memberikan dampak bagi getaran yang terjadi pada simulasi, maka dari itu peneliti akan menambahkan beberapa gaya berat (*Mass*) yang dihubungkan

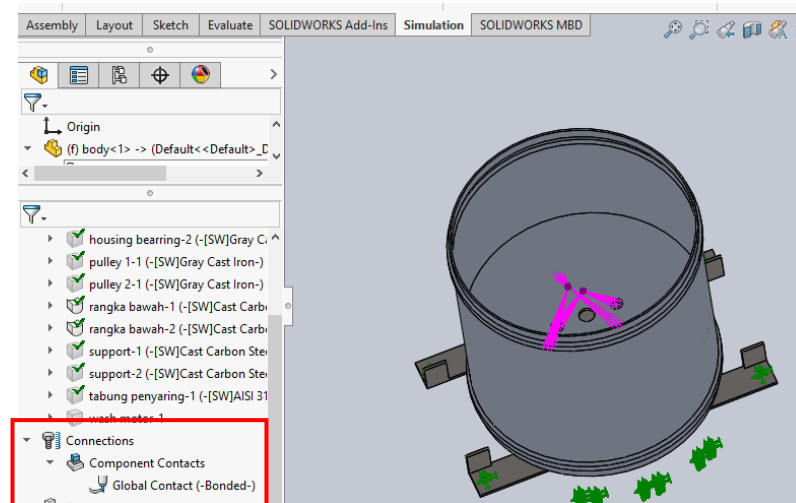
pada tabung luar sebagai pengganti *part* yang dikeluarkan dari simulasi. Hasil dari penyederhanaan desain dapat dilihat pada gambar 4.13.



**Gambar 4.13. Penyederhanaan Part Simulasi**

b. Modul *Connection*

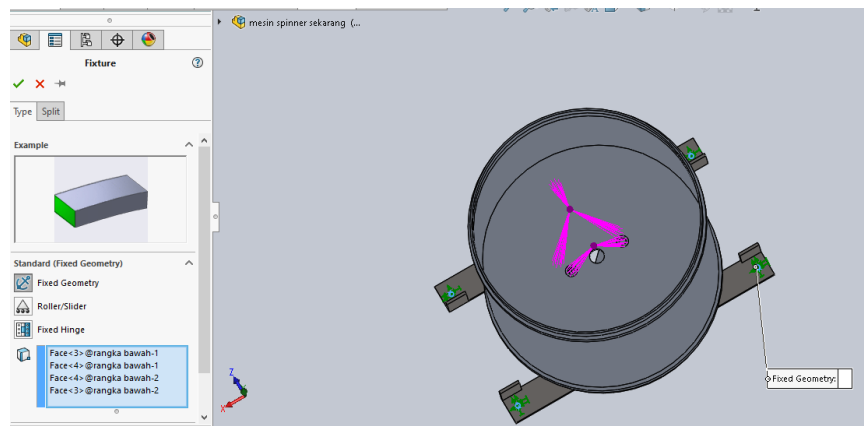
Peneliti telah menjelaskan pada bab 2 bahwa pada modul *connection* ini hubungan antar *part* diatur dalam simulasi. Peneliti menggunakan *setting default* dari *SOLIDWORK 2018* yaitu *Globally contact* (Gambar 4.14)



**Gambar 4.14. Modul Connection Simulasi.**

c. Modul *Fixture*

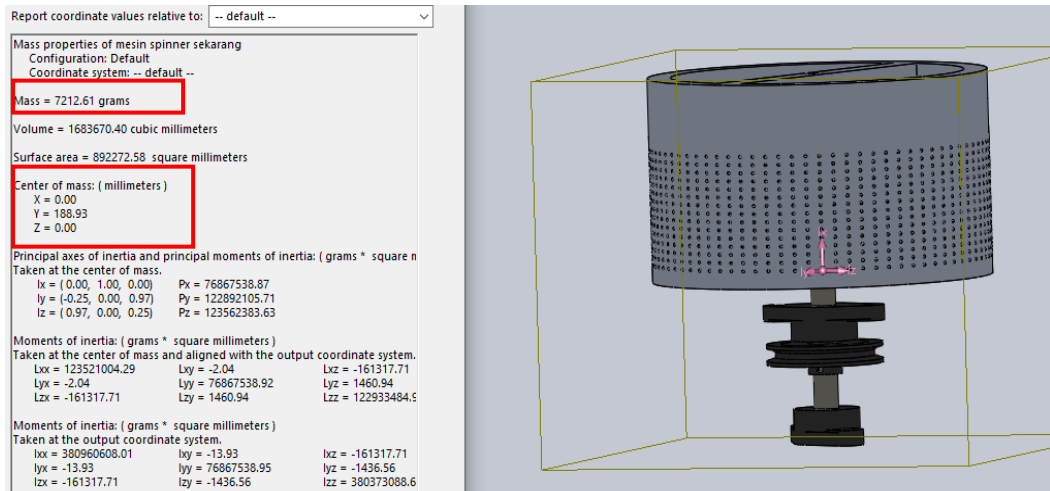
Peneliti memasukkan data penahan gerakan dari sistem yang disimulasikan pada modul *Fixture* ini. Gaya penahan yang ada pada mesin *Spinner* adalah 4 buah *Foundational Bolt* yang berada pada ujung-ujung rangka mesin. Jenis penahan yang digunakan adalah *Fixed Fixture* dan berada di bagian dalam lubang pada rangka, agar dapat menggambarkan bahwa rangka ditahan oleh 4 buah *Foundational Bolt and Nut* (gambar 4.15).



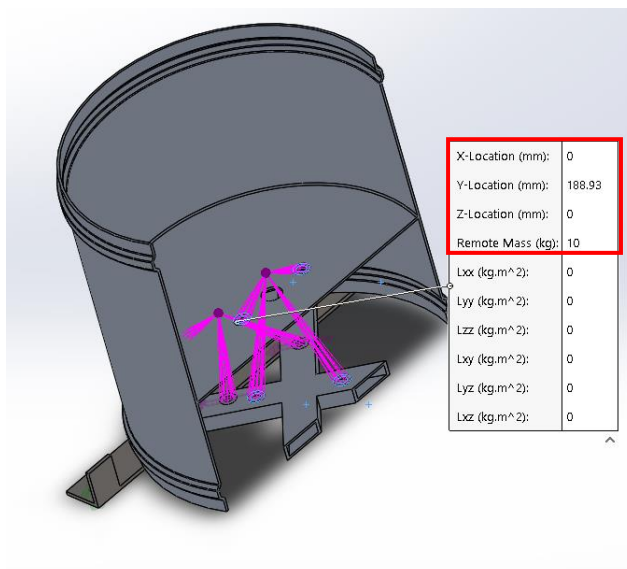
**Gambar 4.15. Fixture Module**

d. *External Load*.

Terdapat beberapa data *Eksternal Load* yang peneliti masukan ke dalam simulasi mesin. Data pertama adalah *Eksternal Load* berupa *Mass*. Ada dua buah masa yang ada pada simulasi mesin yaitu masa yang menggantikan Motor Listrik dan *Pulley* Kecil serta masa yang menggantikan rangkaian Poros, Tabung Penyaring, *Housing Bearing*, *Pulley* Besar dan bahan yang diproses dalam *Spinner*. Modul *Eksternal Load* dengan tipe *Mass* akan berisikan dengan data berat dan titik berat dari benda yang diwakilkan serta bagaimana hubungan benda tersebut terhadap sistem yang di simulasi. Tata cara pengisian modul *External Load* dapat dilihat pada gambar 4.16 sampai dengan 4.20

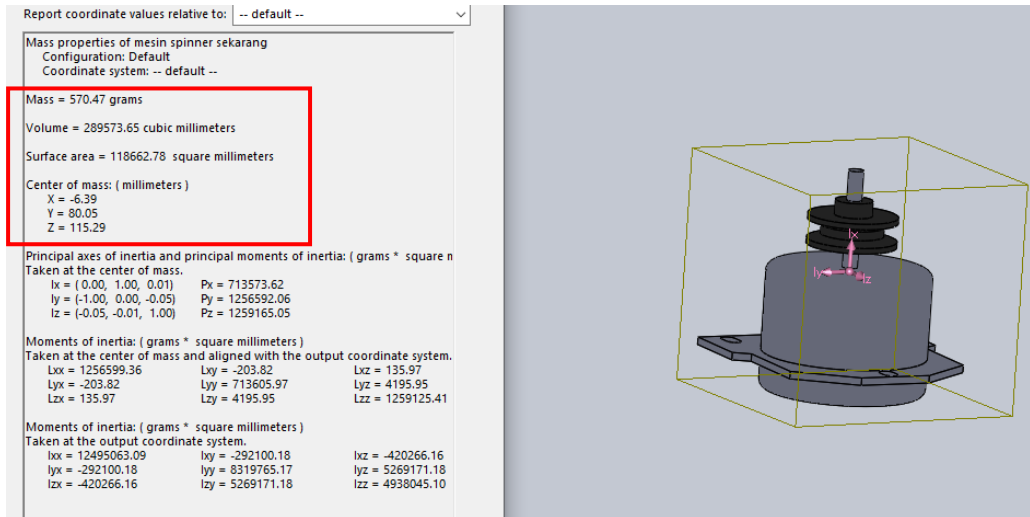


**Gambar 4.16. Data Berat dan Titik Berat Rangkaian Poros.**

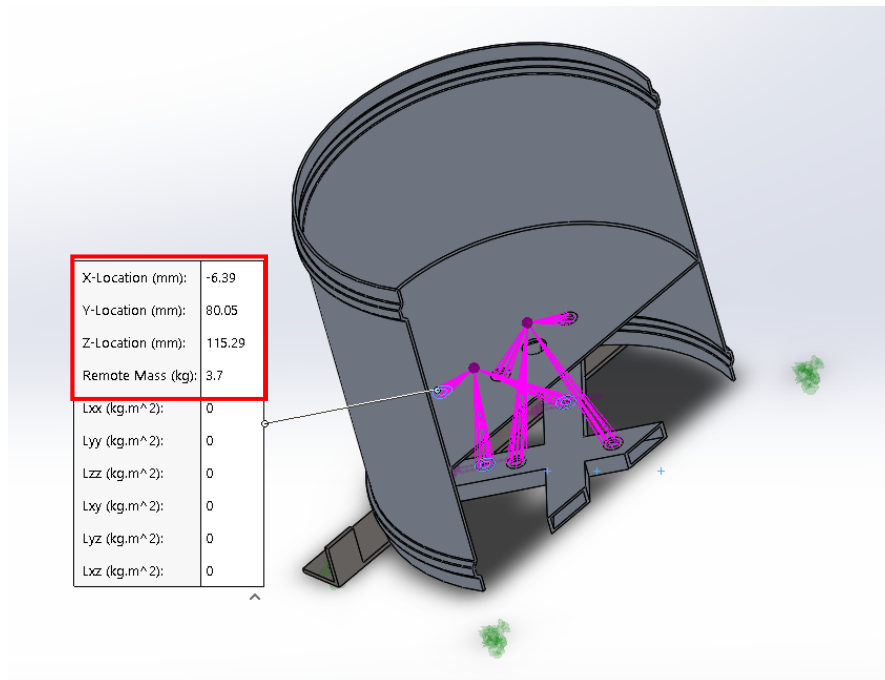


**Gambar 4.17. Penambahan *Mass* Poros pada Sistem.**

Berat yang dimasukkan pada rangkaian *Mass* poros ditambah beberapa kilogram sebagai perwakilan bahan atau keripik yang berada di dalam tabung penyaring ketika proses *Spinner*.



**Gambar 4.18. Data Berat dan Titik Berat Rangkaian Motor**

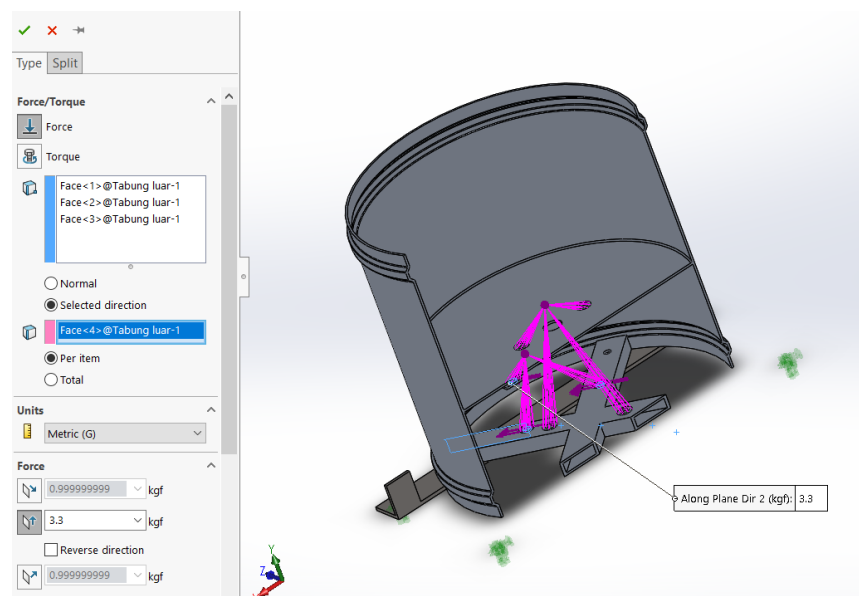


**Gambar 4.19. Penambahan Mass Rangkaian Motor Pada Sistem**

Simulasi *Harmonic Response* memiliki *Eksternal Force* yang sedikit berbeda dengan simulasi *Natural Frequency*. Tujuan simulasi *Natural Frequency* adalah mendapatkan nilai frekuensi desain mesin akan mengalami resonansi sedangkan tujuan dari simulasi *Harmonic Response* adalah mengetahui reaksi desain dalam pengaruh getaran tertentu, sehingga pada simulasi *Harmonic Response* data *Eksternal Force* ditambah dengan getaran motor yang terjadi. Nilai getaran motor disesuaikan dengan hasil penelitian yang ditemukan oleh Manish Y. Uphadye (2015) dan Mikhail Tyskin (2013) yaitu frekuensi getaran



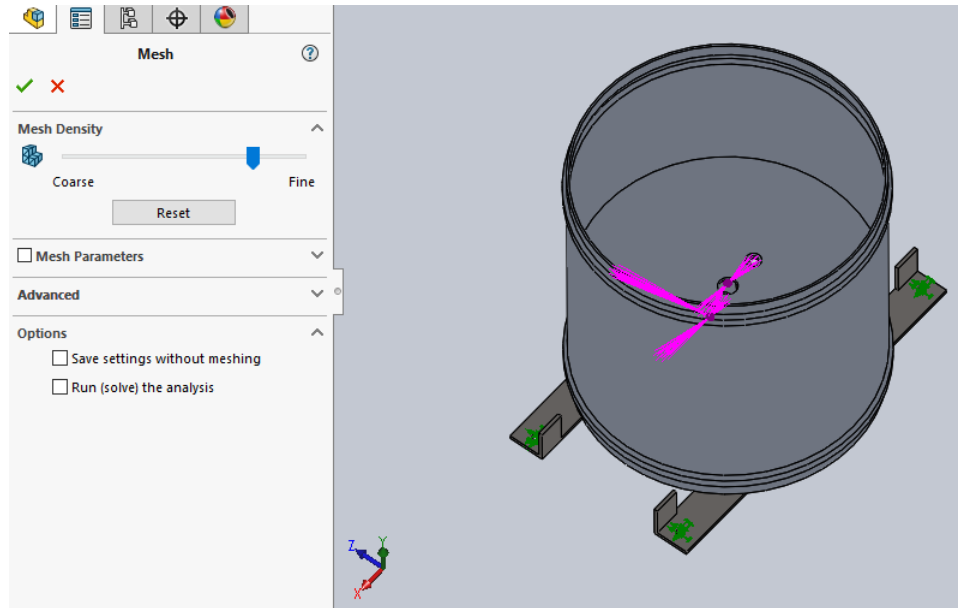
120 Hz ( 2 kali nilai frekuensi listrik 60 Hz) dengan percepatan pergeseran sebesar 1 G. Gaya yang dialami mesin Ketika bergetar dapat diperoleh dengan menggunakan hukum newton II di mana nilai gaya merupakan hasil perkalian antara masa benda dengan percepatan yang dialami, sehingga nilai percepatan pergeseran yang ditemukan dalam penelitian sebelumnya dikonversi menjadi gaya (*Force*) dalam satuan kgf dengan cara mengalikan percepatan tersebut dengan berat motor listrik yaitu 3.3 kg. Gaya sebesar 3.3 kgf dimasukkan ke dalam simulasi *Harmonic Response* dengan arah sumbu XZ tepatnya tegak lurus dengan permukaan aluminium tempat motor listrik dipasang (gambar 4.21.)



**Gambar 4.20. Gaya Getaran Motor**

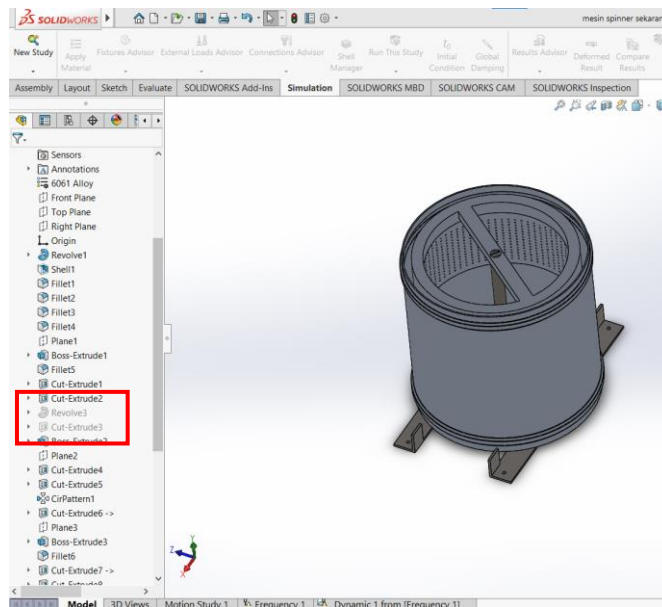
e. Modul *Mesh*

Peneliti menggunakan level *Density* mendekati nilai *Fine* (gambar 4.21.) pada Modul *Mesh* simulasi desain mesin *Spinner*. Tujuannya agar proses simulasi yang terjadi tetap akurat tetapi tidak terlalu berat sehingga bisa selesai lebih cepat.



**Gambar 4.21. Level Density Mesh**

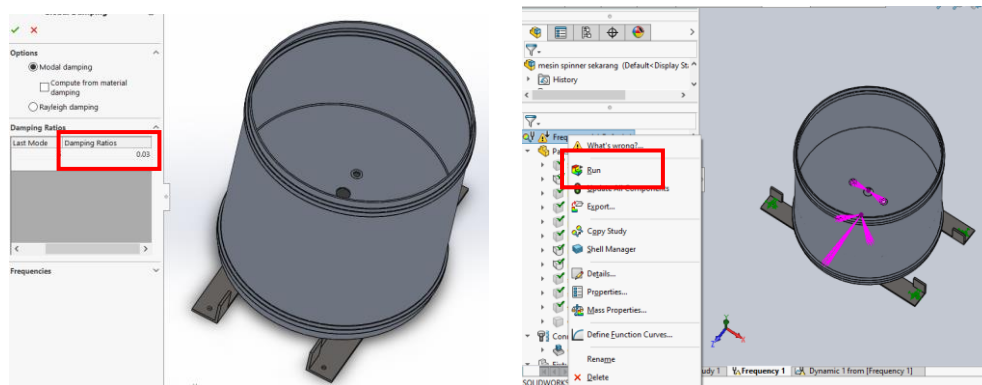
Proses *mesh* Awal yang peneliti lakukan menghasilkan sebuah *Error* yang membuat proses simulasi tidak bisa dilakukan. Peneliti kemudian melakukan proses penyederhanaan gambar ulang dengan cara menghilangkan pipa kecil tempat sebagai jalan keluar minyak pada *part* Tabung luar sehingga tidak menyebabkan *error* pada proses *Mesh* berikutnya. Gambar 4.22 berikut menunjukkan proses tersebut.



**Gambar 4.22. Penyederhanaan Gambar Desain Tabung Luar**

f. *Run Analysis*

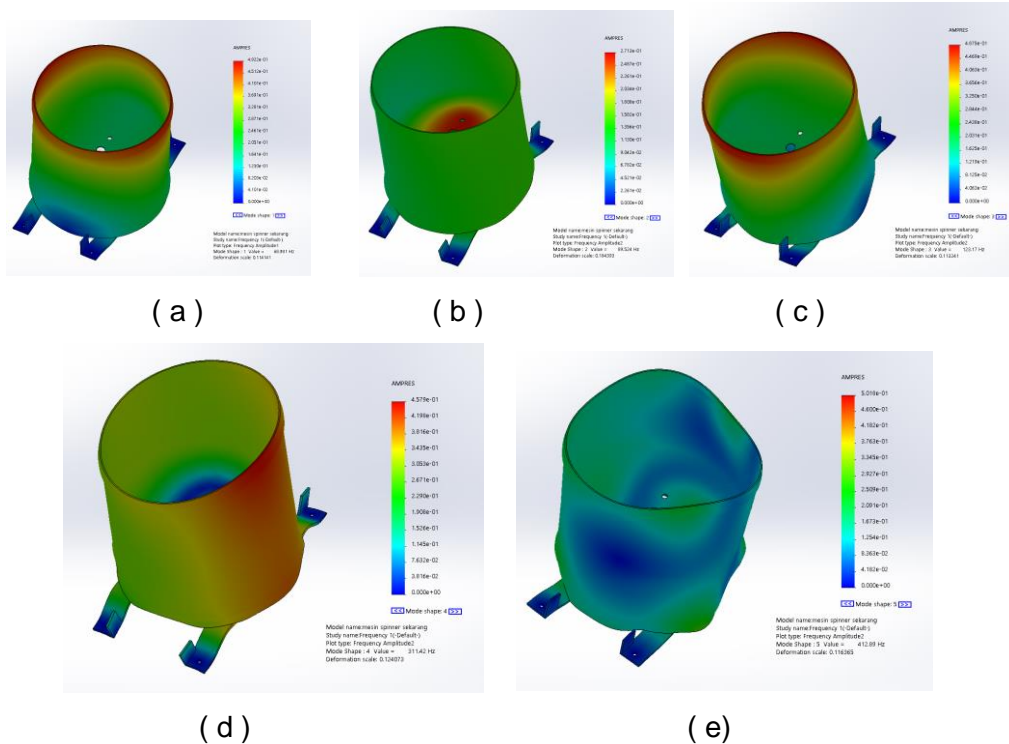
Proses selanjutnya Ketika hasil *Meshing* telah didapat adalah melakukan *Run Simulation* (gambar 4.23) sehingga hasil dari simulasi bisa didapatkan, tetapi pada simulasi *Harmonic Response* terdapat 1 tambahan modul lagi yaitu modul *Damping*. Modul ini digunakan untuk memasukkan data *Damping Ratio* pada sistem. Nilai *Damping Ratio* yang digunakan mengacu pada tabel 2.2 sehingga peneliti memilih damping ratio 0,03 karena karakteristik mesin hampir sama dengan *Riveted Steel Structure*.



**Gambar 4.23. Damping Ratio dan Run Simulation**

#### 4.5. Hasil Simulasi

hasil dari simulasi desain yang dilakukan akan ditampilkan dalam 2 macam grafik yaitu grafik garis yang menggambarkan pergeseran pada setiap frekuensi dan grafik yang menggambarkan pergeseran pada frekuensi tertentu. Grafik kedua digambarkan pada desain mesin secara langsung sesuai dengan *part* yang dimasukkan ke dalam simulasi. Hasil simulasi *Natural Frequency* hanya bisa ditampilkan menggunakan grafik pada frekuensi tertentu, karena tujuan dari simulasi ini adalah mencari nilai frekuensi di mana desain bisa beresonansi sehingga menciptakan pergeseran yang cukup besar. Gambar 4.24 dan tabel 4.7 berikut ini menggambarkan 5 titik *Natural Frequency* (5 Mode Shape) dari desain awal mesin *Spinner*.



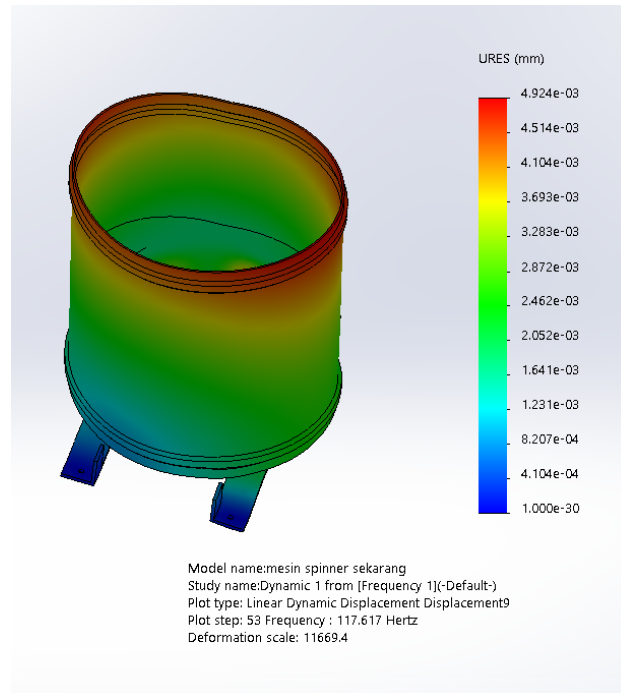
**Gambar 4.24. Hasil Simulasi Natural Frekuensi ( a ) Mode 1, ( b ) mode 2, ( c ) Mode 3, ( d ) Mode 4, ( e ) Mode 5**

Daerah yang berwarna merah pada gambar menunjukkan lokasi dengan *Resultant Amplitude* tertinggi adapun data frekuensi dan pergeseran dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.7. Natural Frekuensi dan Pergeseran**

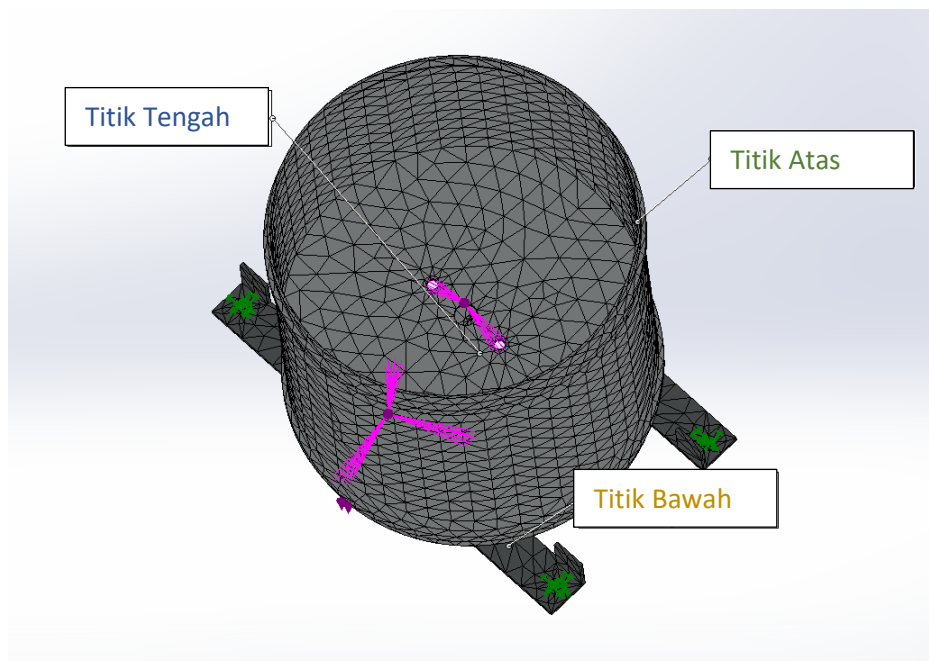
Mode No.	Frekuensi (Hz)	Max <i>Resultan Amplitude</i> (mm)
1	68.981	0,4922
2	89.524	0,2713
3	123.17	0,4875
4	311.42	0,4579
5	412.89	0,5018

Hasil dari simulasi *Harmonic Response* ditunjukkan dengan grafik garis karena pada simulasi ini akan dilihat pergeseran yang terjadi jika desain bekerja di bawah rentang nilai frekuensi tertentu. Gambar 4.25 dan 4.27 berikut ini menunjukkan hasil *Harmonic Response* dari desain mesin .

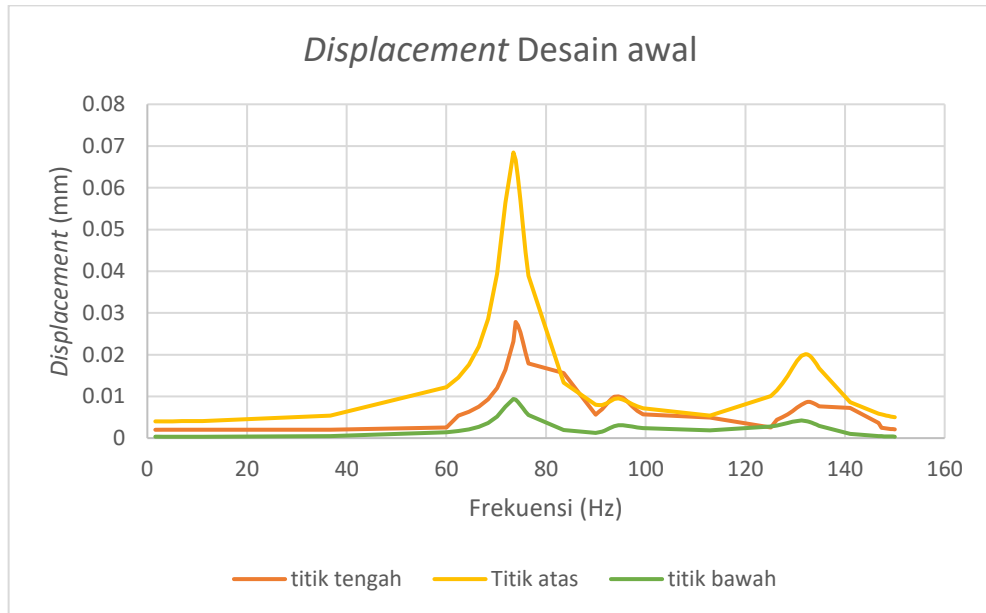


**Gambar 4.25. Harmonic Response Pada Frekuensi 117.6 Hz**

Grafik pergeseran yang peneliti amati merupakan pergeseran pada 3 titik pada mesin (gambar 4.26) dalam kondisi frekuensi 0-150 Hz. Hasil grafiknya dapat dilihat pada gambar 4.27



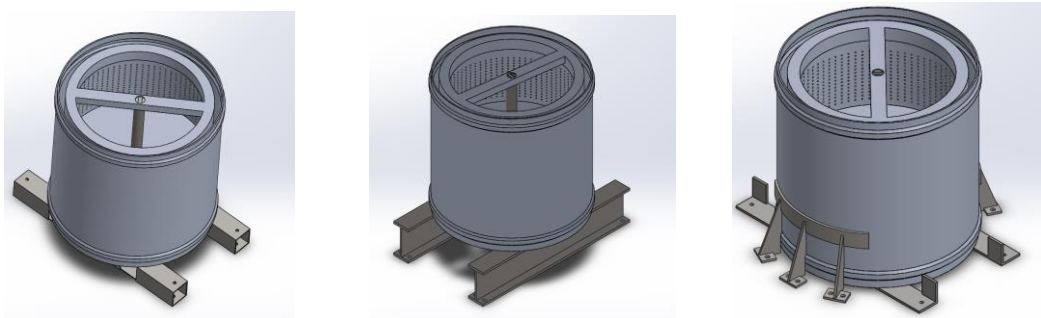
**Gambar 4.26. Tiga Titik Pengamatan Pergeseran**



**Gambar 4.27. Grafik *Harmonic Response* pada 3 Titik Pengamatan**

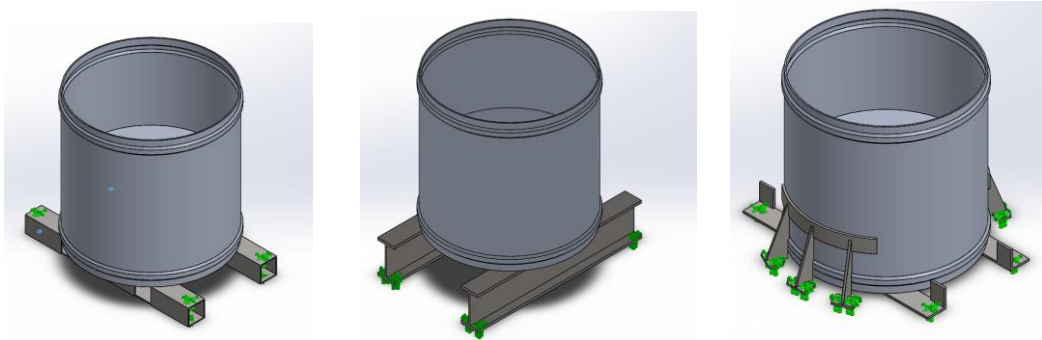
#### 4.6. Perbaikan Desain

Peneliti telah melakukan perbaikan desain rangka mesin *Spinner* yang lebih kuat dalam menahan getaran yang terjadi. Peneliti memberikan tiga alternatif redesain rangka mesin *Spinner*. Alternatif perubahan yang peneliti lakukan adalah mengganti bentuk profil rangka bawah atau memberikan *part* tambahan sebagai *support* rangka. Profil besi yang digunakan untuk mengganti besi L adalah besi dengan profil *Iwf* dan besi *Hollow*. Gambar 4.28 berikut ini menunjukkan alternatif desain rangka yang peneliti analisis.



**Gambar 4.28. Desain Alternatif Rangka**

Syarat dari rangka yang peneliti pilih adalah memiliki ketebalan yang sama atau mendekati dari ketebalan besi profil L, jadi spesifikasi besi *Hollow* dan profil *Iwf* yang peneliti gunakan memiliki ketebalan yang mendekati 5 mm. perubahan rangka yang terjadi pada desain mesin *Spinner* juga menyebabkan terjadinya perubahan data pada modul *Fixture*. Jumlah *Fixture* yang sebelumnya hanya ada 4 titik menjadi bertambah akibat perubahan desain rangka ( gambar 4.29)



**Gambar 4.29. Modul Fixture hasil redesain**

Jumlah *Fixture* yang ditunjukkan oleh warna hijau pada gambar 4.29 bertambah menjadi 8 buah pada alternatif desain 1 yaitu rangka besi *Hollow*. Jenis *Fixture* yang digunakan adalah 4 buah *Fixed Geometry* dan 4 buah *Fixed Hinge*. *Fixture* pada alternatif desain 2 yaitu besi profil *Iwf* berjumlah 8 buah dengan jenis *Fixture* berupa *Fixed Geometry*. Alternatif desain 3 yaitu penambahan *Support* memiliki jumlah *Fixture* 16 buah dengan jenis *Fixture* berupa *Fixed Geometry*.

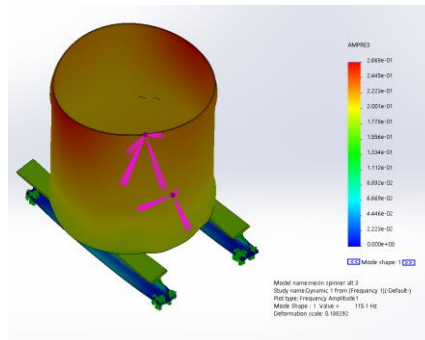
#### **4.7. Hasil Simulasi Perbaikan Desain**

Simulasi desain yang dilakukan sama seperti simulasi desain sebelumnya yaitu *Natural Frequency* dan *Harmonic Response*. Desain alternatif baru memberikan hasil respons yang berbeda pula dari segi *Natural Frequency* dan *Harmonic Response*. Perubahan hasil simulasi dari *Natural Frequency* dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut

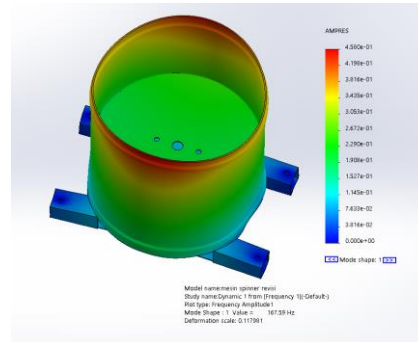
**Tabel 4.8 Natural Frequency Desain Alternatif**

Mode	Frekuensi (Hertz)			
	Desain awal (Besi L)	Alternatif 1 (besi <i>Hollow</i> )	Alternatif 2 (besi <i>lwf</i> )	Alternatif 3 ( <i>Support</i> )
1	68.981	167.79	115.1	129.34
2	89.524	213.78	202.67	257.41
3	123.17	251.78	255.39	344.73
4	311.42	453.82	432.02	457.92
5	412.89	526.35	471.1	509.79

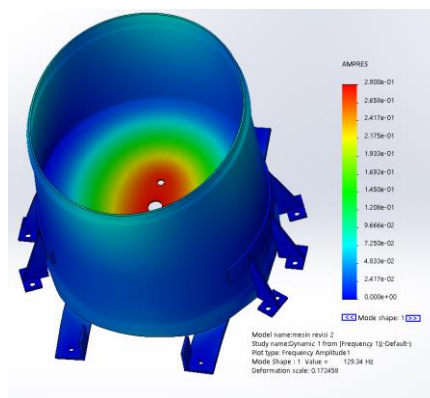
Beberapa gambaran pergeseran mesin akibat *Natural Frequency* dapat dilihat pada gambar 4.30.



( a )



( b )

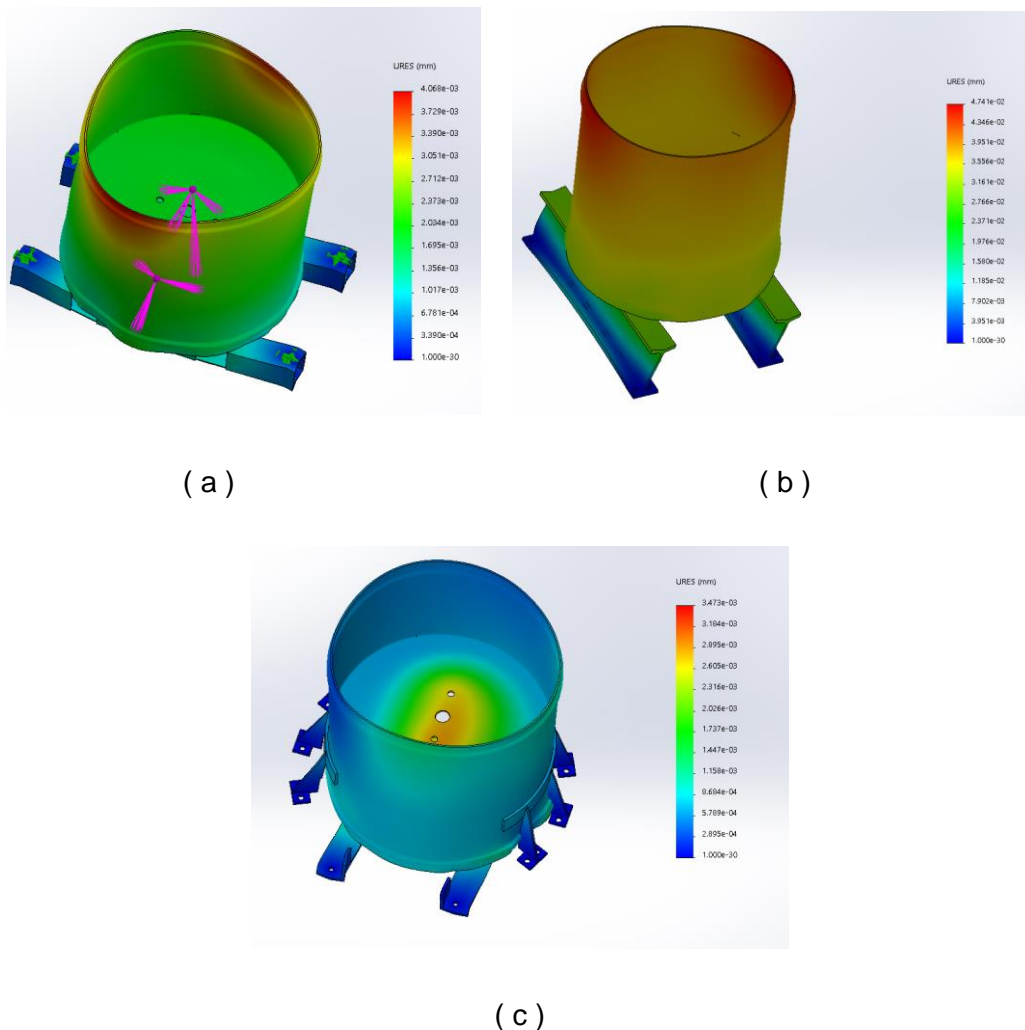


( c )

**Gambar 4.30. Contoh Hasil *Natural Frequency* Desain Alternatif (a) Mode 1 Alternatif 1 (b) Mode 1 Alternatif 2 (c) Mode 1 Alternatif 3**

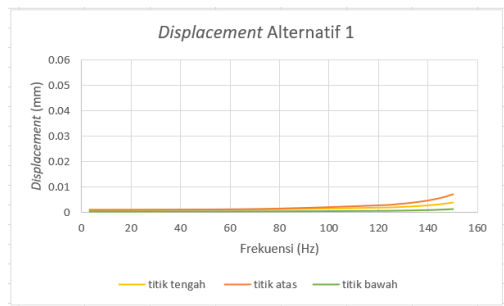


Hasil simulasi *Harmonic Response* juga memberikan beberapa perubahan pergeseran. Hasil simulasi tersebut dapat dilihat pada gambar 4.31

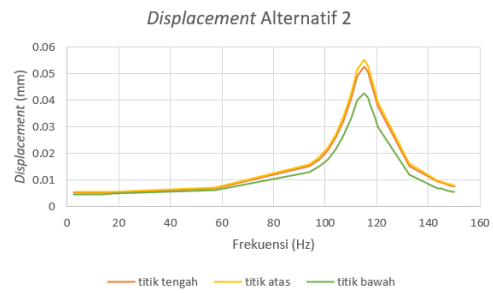


**Gambar 4.31. *Harmonic Response* pada Frekuensi 120 Hz (a) Alternatif 1 (b) Alternatif 2 (c) Alternatif 3**

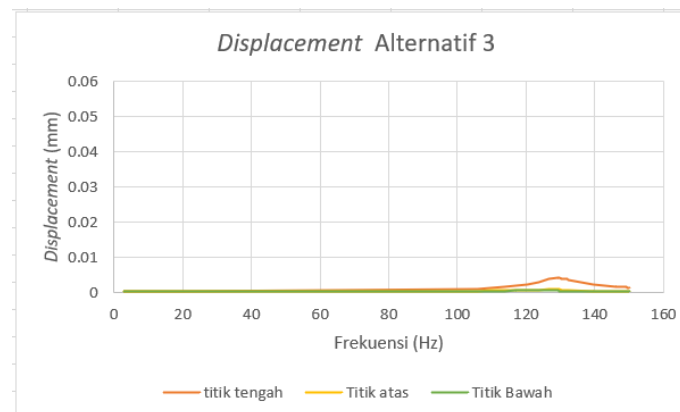
Hasil simulasi *Harmonic Response* yang ditunjukkan dilakukan dalam kondisi getaran sebesar 120 Hz sesuai dengan penelitian Mikhail T. (2013). Peneliti juga mengamati pergeseran pada 3 titik sama seperti yang peneliti lakukan pada desain awal. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.32 berikut ini



( a )



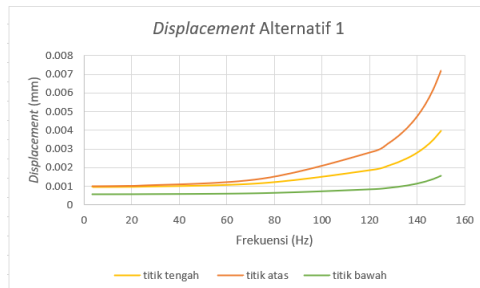
( b )



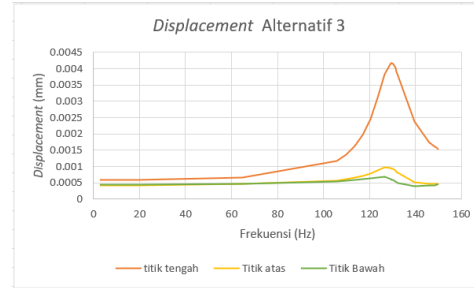
( c )

**Gambar 4.32. Grafik Pergeseran 3 Titik Desain Alternatif (A) Alternatif 1, (B) Alternatif 2, (C) Alternatif 3**

Titik pengamatan yang peneliti buat masih sama dengan yang ditunjukkan oleh gambar 4.26. Gambar 4.32 menunjukkan bahwa desain alternatif 2 memberikan respons getaran yang lebih buruk daripada desain yang lain sehingga bisa dieliminasi. Perbandingan desain dilakukan kembali pada desain alternatif 1 dan alternatif 3 dengan skala yang lebih kecil. Grafik pergeseran yang lebih detail antara 2 alternatif berikut dapat dilihat pada gambar 4.33.



( a )



( b )

**Gambar 4.33. Grafik Pergeseran Skala Kecil (a) Alternatif 1, (b) Alternatif 3**

Alternatif 3 memberikan reaksi *displacement* yang sedikit lebih buruk daripada desain alternatif 1, jika dilihat dari segi frekuensi pergeserannya. Peneliti memutuskan bahwa mesin dengan desain alternatif 1 atau rangka menggunakan besi *Hollow* merupakan desain mesin yang paling optimal dalam menahan getaran. Alasan dari pernyataan tersebut akan dijelaskan pada Bab 5.