

TUGAS AKHIR

SIMULASI GETARAN PADA PIRINGAN GANDA DIBEBAT PERUBAHAN FREKUENSI MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

MHD. SALMAN HRP
1307230034



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : MHD SALMAN HRP
NPM : 1307230034
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Simulasi getaran pada piringan ganda akibat perubahan frekuensi menggunakan *software solidworks*
Bidang ilmu : Kontruksi dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III

Rahmatullah, S.T., M.Sc

Dosen Penguji IV



Khairul Umurani, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandy, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Mhd Salman Hrp
Tempat /Tanggal Lahir: Sei Berombang/28 Mei 1995
NPM : 1307230034
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Simulasi Getaran Pada Piringan Ganda Akibat Perubahan Frekuernsi Menggunakan *Software Solidworks...*”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

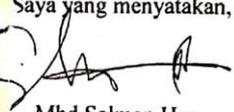
Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2019



Saya yang menyatakan,


Mhd Salman Hrp

ABSTRAK

Getaran telah menjadi fenomena fisis yang penting. Getaran adalah gerak bolak balik suatu benda yang terjadi secara periodik atau berkala yaitu gerak benda tersebut berulang-ulang selang waktu yang tetap. Ada dua kelompok getaran yang umum yaitu, getaran bebas dan getaran paksa. Getaran bebas merupakan getaran dengan frekuensi naturalnya sedangkan getaran paksa merupakan getaran yang terjadi karena adanya gaya rangsangan dari luar. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mensimulasikan getaran pada mesin balancing, dimana untuk mengetahui hasil dari simulasi getaran pada piringan ganda dengan menggunakan variasi frekuensi. Dalam penelitian ini menggunakan *software solidworks* dan pembahasan hanya di titik beratkan pada simulasi getaran. Hasil penelitian menunjukkan pada simulasi 20 hertz diperoleh 3 nilai yaitu, 6,911 yang berwarna biru menunjukkan getaran mulai bereaksi dan masih terlihat normal, nilai 3,253 terjadi perubahan warna menjadi warna hijau dimana getaran sudah bereaksi dan mengalami perubahan pada piringan ganda, nilai 5,376 terjadi lagi perubahan warna menjadi warna merah dimana piringan ganda tersebut bergetar sangat keras. Begitu juga dengan frekuensi 40 hertz diperoleh 3 nilai yaitu, nilai 2,572 yang berwarna biru menunjukkan getaran mulai bereaksi dan masih terlihat normal. Pada nilai 4,212 terjadi perubahan warna menjadi warna hijau dimana getaran sudah bereaksi dan mengalami perubahan pada piringan ganda, nilai 5,695 terjadi lagi perubahan warna menjadi warna merah dimana piringan ganda tersebut bergetar sangat keras. Dan selanjutnya 60 hertz diperoleh 3 nilai yaitu, (1,555), (3,433), dan (5,774).

Kata kunci : Getaran, Simulasi, *Solidworks*, frekuensi

ABSTRACT

Vibration has become an important physical phenomenon. Vibration is the movement back and forth of an object that occurs periodically or periodically, namely the motion of the object repeatedly a fixed time interval. There are two general groups of vibrations, namely, free vibration and forced vibration. Free vibration is a vibration with its natural frequency while forced vibration is a vibration that occurs because of the external stimulation force. This research uses a descriptive method. The purpose of this final project is to simulate vibrations in balancing machines, where to find out the results of vibration simulations on a double disk using frequency variations. In this study using software solidworks and discussion only focused on vibration simulation. The results showed that the 20 hertz simulation obtained 3 values, namely, 6.911 which showed blue vibrations began to react and still looked normal, the value of 3.253 changed color to green where the vibration had reacted and had a change in the double disk, 5,376 change color again. becomes red where the double disk vibrates very hard. Likewise, with a frequency of 40 hertz, there are 3 values, namely, the value of 2.572 in blue indicates that the vibration starts reacting and still looks normal. At the value of 4.212 there is a change in color to green where the vibration has reacted and has changed to a double disk, the value of 5.695 occurs again changes in color to red where the double disk vibrates very hard. And then 60 hertz obtained 3 values, namely, (1,555), (3,433), and (5,774).

Keywords: *Vibration, Simulation, Solidworks, frequency*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Simulasi Getaran piringan ganda akibat perubahan putaran Menggunakan Aplikasi *Solidworks2016*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Khairul Umurani , S.T., M.T selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bekti Suroso, S.T., M.eng selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak SudirmanLubis, S.T., M.T selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan juga membantu penulis selama Tugas Akhir ini.

8. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada penulis.
11. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Raflidin Harahap, dan Ibunda Erlina daulay yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Akhir ini.
12. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
13. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas A-1 dan B1-Pagi.
14. Para sahabat tercinta dan keluarga dirumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, Maret 2019

M.salman Harahap

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang lingkup	2
1.4 Tujuan	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Simulasi Getaran	5
2.1.1 Struktur dasar simulasi	6
2.1.2 Defenisi Simulasi	6
2.2 Defenisi Getaran	8

2.2.1	Ciri-Ciri Getaran	9
2.2.2	Jenis-jenis Getaran	9
2.2.3	Karakteristik Getaran	11
2.3	Balancing	13
2.3.1	Cara Kerja Balancing	14
2.3.2	Jenis Lain Mesin Balancing	15
BAB 3	METODE PENELITIAN	19
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	19
3.1.1	Tempat Penelitian	19
3.1.2	Waktu	19
3.2	Alat Penelitian	20
3.2.1	Laptop	20
3.2.2	Softwere Solidworks	20
3.3	Diagram Alir	21
3.4	Tahap Mendesain Piringan dan poros	22
3.4.1	Menyalakan Komputer Dan Pilih Softwere Solidwork	22
3.5	Mendisain Model Poros Balancing	22
3.6	Mendisain Model Piringan Ganda Pada Poros	23
3.7	Melanjutkan Ke Tahap Assembly	24
3.8	Tahapan Menggunakan Solidworks add-ins	25
3.8.1	Tampilan Awal Solidworks	25
3.8.2	Memilih Solidworks add-ins	26
3.8.3	Menentukan analisis system getaran	27
3.8.4	Menentukan Material	28

BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Hasil Konsep Simulasi Getaran Pada Piringan Ganda	30
4.1.1	Membuat Simulasi Getaran satu Dengan frekuensi 20 hertz	30
4.1.2	Hasil Simulasi Dari Frekuensi 20 hertz	30
4.1.3	Hasil Bentuk Simulasi Getaran Pada frekuensi 20 hertz	31
4.1.4	Hasil grafik dari getaran frekuensi 20 hertz	32
4.2	Membuat Simulasi Getaran Dua Dengan Frekuensi 40 Hertz	33
4.2.1	Hasil Simulasi Dari Frekuensi 40 Hertz	34
4.2.2	Hasil Bentuk Simulasi Getaran Pada Frekuensi 40 Hertz	35
4.2.3	Hasil grafik dari getaran frekuensi 40 hertz	35
4.3	Membuat Simulasi Getaran Tiga Dengan Frekuensi 60 Hertz	36
4.3.1	Hasil Simulasi Dari Frekuensi 60 Hertz	37
4.3.2	Hasil Bentuk Simulasi Getaran Pada Frekuensi 60 Hertz	38
4.3.3	Hasil grafik dari getaran frekuensi 60 hertz	39
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI		
RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Time line kegiatan	19
Tabel 4.1 : Hasil getaran frekuensi 1	31
Tabel 4.2 : Hasil getaran frekuensi 2	34
Tabel 4.3 : Hasil getaran frekuensi 3	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 :	Jenis-jenis Ketidak Lurusan	11
Gambar 2.2 :	Krakteristik Getaran	11
Gambar 2.3 :	beda fasa perpindahan,kecepatan,percepatan	13
Gambar 3.1 :	Diagram Alir	20
Gambar 3.2 :	Tampilan Layar Komputer	21
Gambar 3.3 :	poros pada balancing	22
Gambar 3.4 :	Piringan Ganda	23
Gambar 3.5 :	assembly/penggabungan	24
Gambar 3.6 :	Tampilan Awal Solidworks	25
Gambar 3.7 :	Solidworks add-ins	26
Gambar 3.8 :	Analisis system	27
Gambar 3.9 :	Menentukan Material	28
Gambar 4.1 :	Dengan Frekuensi 20 hertz	29
Gambar 4.2 :	Hasil Simulasi Dari Frekuensi 20 hertz	30
Gambar 4.3 :	Grafik hasil Frekuensi 20 hertz	32
Gambar 4.4 :	Dengan frekuensi 40 hertz	32
Gambar 4.5 :	Hasil simulasi dengan 40 hertz	33
Gambar 4.6 :	Grafik hasil Frekuensi 40 hertz	35
Gambar 4.7 :	Dengan frekuensi 60 hertz	35
Gambar 4.8 :	Hasil simulasi dengan 60 hertz	36
Gambar 4.9 :	Grafik hasil frekuensi 60 hertz	38

DAFTAR NOTASI

Notasi		Satuan
D	= Diameter piringan	(cm)
D	= Diameter tengah piringan	(cm)
D	= Diameter tebal piringan	(cm)
D	= Diameter ujung kecil	(cm)
D	= Diameter besar poros	(cm)
P	= Panjang poros	(cm)
F	= Frekuensi	(Hz)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Getaran dapat didefinisikan sebagai gerak bolak-balik suatu benda yang terjadi secara periodik atau berkala yaitu gerak benda tersebut berulang-ulang pada selang waktu yang tetap. Getaran telah menjadi salah satu fenomena *fisis* yang penting. Prinsip getaran banyak diterapkan pada alat-alat yang digunakan manusia. Getaran berhubungan dengan *erakosilasi* benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa mengalami getaran sampai derajat tertentu dengan rancangannya memerlukan pertimbangan sifat *osilasi* dari getaran tersebut (Soedjo, 1999).

Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangan (KEP-51/MEN/1999). Getaran terjadi saat mesin atau alat dijalankan dengan motor, sehingga pengaruhnya bersifat mekanis (Sugeng Budiono, 2003). Getaran ialah gerakan *osilasi* di sekitar titik (J.M. Harrington, 1996). *Vibrasi* adalah gerakan, dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanis, misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya (J.F. Gabriel, 1996). Getaran merupakan efek suatu sumber yang memakai satuan ukuran *hertz* (Depkes, 2003). Getaran adalah suatu faktor fisik yang menjalar ke tubuh manusia, mulai dari tangan sampai keseluruhan tubuh turut bergetar (*oscillation*) akibat getaran peralatan mekanis yang dipergunakan dalam tempat kerja (Emil Salim, 2002).

Ada dua kelompok getaran yang umum yaitu, getaran bebas dan getaran paksa. Sistem yang bergetar dengan satu frekuensi naturalnya disebut dengan sistem satu derajat kebebasan, sedangkan sistem yang bergetar dengan dua frekuensi naturalnya disebut sistem dengan dua derajat kebebasan.

Getaran yang terjadi karena adanya gaya rangsangan dari luar disebut getaran paksa. Jika rangsangan tersebut beresilasi atau bergetar, maka sistem di paksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem maka akan di dapat keadaan resonansi

dan osilasi besar yang berbahaya mungkin terjadi. Jika getaran yang terjadi sama atau lebih besar dari frekuensi natural sistem, getaran tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sistem.

Tujuan tugas akhir ini bertujuan untuk mensimulasikan getaran pada mesin *balancing*, dimana untuk mengetahui hasil dari simulasi getaran pada piringan ganda di mesin *balancing* dengan menggunakan variasi frekuensi, berdasarkan uraian di atas penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “SIMULASI GETARAN PADA PIRINGAN GANDA AKIBAT PERUBAHAN FREKUENSI MENGGUNAKAN *SOFTWARE SOLIDWORKS*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam tugas akhir ini adalah bagaimana simulasi getaran pada piringan ganda pada frekuensi yang bervariasi dan pengaruh getaran terhadap piringan ganda.

1.3 Ruang Lingkup

Untuk menghindari meluasnya masalah dalam simulasi getaran pada piringan ganda, maka penulis akan membahas masalah yang berkaitan dengan simulasi getaran, antara lain :

1. Simulasi menggunakan software *solidworks*.
2. Pembahasan hanya dititik beratkan pada simulasi getaran.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan akan dilakukan pada simulasi ini yaitu tujuan umum dan tujuan khusus.

1.4.1 Tujuan Umum

Secara umum simulasi ini bertujuan untuk mempresentasikan atau meniru kondisi real dalam bentuk animasi computer 3D.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus pada simulasi ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik getaran pada frekuensi 20 *hertz*, 40 *hertz*, dan 60 *hertz*.
2. Mengembangkan pengertian mengenai intraksi bagian-bagian dari sebuah sistem, dan pengetahuan mengenai system secara keseluruhan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari simulasi getaran ini adalah :

1. Sebagai suatu penerapan atau pembelajaran tentang simulasi getaran yang diperoleh pada saat di bangku perkuliahan.
2. Sebagai bahan untuk bekal di dunia pekerjaan yang terutama perindustrian dan lain lain.
3. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang simulasi getaran.

1.6 SistematikaPenulisan

Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaannya secara garis besar adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan. Dalam bab ini diuraikan secara jelas latar belakang penulisan melakukan penelitian, serta maksud dan tujuan penelitian tersebut untuk dijadikan landasan dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori-teori serta rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Bab ini juga berisi teori-teori yang didapat dari sumber lainnya seperti internet yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan membahas tentang langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini. Dalam bab ini juga

diterangkan secara jelas pengambilan data, pengolahan data, dan analisa data. Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Data primer, yaitu data-data yang berhubungan langsung dari penelitian yang dilakukan.
2. Data sekunder, yaitu data-data yang bersumber dari instansi yang terkait, dan teori-teori yang diperoleh dari buku-buku *literature*, internet dan sumber lainnya.

BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini merupakan sajian data penerapan teknis analisa yang sesuai dengan objek studi. Kemudian data-data tersebut dibahas dan dianalisa guna mencapai tujuan dan sarana studi yang dimaksud.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisa data dan bukti yang disajikan sebelumnya, yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Simulasi Getaran

Simulasi adalah metode pembelajaran yang menyajikan pelajaran dengan menggunakan situasi atau proses nyata, dengan peserta didik terlibat aktif dalam berinteraksi dengan situasi di lingkungannya. Peserta didik mengaplikasikan pengetahuannya yang telah dipelajari sebelumnya. Hal ini berguna untuk memberikan respons (membuat keputusan atau melakukan tindakan) untuk mengatasi masalah /situasi dan menerima umpan balik tentang respons tersebut (Rheba de dan Martha A. Thompson, 1987).

Menurut Pusat Bahasa Depdiknas (2005) simulasi adalah satu metode pelatihan yang memperagakan sesuatu dalam bentuk tiruan (imakan) yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya; simulasi: penggambaran suatu sistem atau proses dengan peragaan memakai model statistic atau pemeran.

Menurut Udin Syaefudin Sa'ud (2005: 129) simulasi adalah sebuah replikasi atau visualisasi dari perilaku sebuah sistem, misalnya sebuah perencanaan pendidikan, yang berjalan pada kurun waktu yang tertentu. Jadi dapat dikatakan bahwa simulasi itu adalah sebuah model yang berisi seperangkat variabel yang menampilkan ciri utama dari sistem kehidupan yang sebenarnya. Simulasi memungkinkan keputusan-keputusan yang menentukan bagaimana ciri-ciri utama itu bisa dimodifikasi secara nyata.

Menurut Sri Anitah, W. DKK (2007) metode simulasi merupakan salah satu metode pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran kelompok. Proses pembelajaran yang menggunakan metode simulasi cenderung objeknya bukan benda atau kegiatan yang sebenarnya, melainkan kegiatan mengajar yang bersifat pura-pura. Kegiatan simulasi dapat dilakukan oleh siswa pada kelas tinggi di sekolah dasar.

Simulasi merupakan salah satu cara memecahkan berbagai persoalan yang dihadapi di dunia nyata (real word). Banyak metode yang dibangun dalam operations research dan system analyst untuk kepentingan pengambilan keputusan dengan menggunakan berbagai analisa data. Pendekatan yang digunakan untuk

memecahkan berbagai masalah yang tidak pasti dan kemungkinan jangka panjang yang tidak dapat di perhitungkan dengan seksama adalah dengan simulasi.

Simulasi adalah suatu peniruan sesuatu yang nyata, keadaan sekelilingnya (state of affairs), atau proses. Aksi melakukan simulasi sesuatu secara umum mewakili suatu karakteristik kunci atau kelakuan dari sistem-sistem fisik atau abstrak.(Wikipedia,2009).

2.1.1 Struktur dasar model simulasi

Setiap model umumnya akan memiliki unsur-unsur berikut ini :

- a. Komponen-komponen model, yakni entitas yang membentuk model, didefinisikan sebagai objek sistem yang menjadi perhatian pokok.
- b. Variabel, yakni nilai yang selalu berubah
- c. Parameter, yakni nilai yang tetap pada suatu saat, tapi bias berubah pada waktu yang berbeda.
- d. Hubungan fungsional, yakni hubungan antar komponen-komponen model.
- e. Konstrain, yakni batasan dari permasalahan yang di hadapi.

2.1.2 Defenisi Simulasi

Simulasi dapat di artikan sebagai meniru suatu sistem nyata yang kompleks yang penuh dengan sifat probalistik,tanpa harus mengalami keadaan yang sesungguhnya. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat sebuah miniature yang representative dan valid dengantujuan sampling dan survey statistic pada sistem nyata dapat dilakukan pada tiruan ini.Proses simulasi juga berhubungan dengan penyusunan tiruan sistem dengan menggunakan interaksi antar bilangan random yang menuruti distribusi dari pola data tertentu. Sehingga diperlukan suatu distribusi tertentu untuk mensimulasikan suatu sistem.

Model simulasi ada dua (2) macam :

a. Simulasi Analog

Yaitu simulasi yang mempergunakan representasi fisik untuk menjelaskan karakteristik penting dari suatu masalah. Contoh : model hidraulik sistem ekonomi makro.

b. Simulasi simbolik

Pada dasarnya meniru model matematik yang pemecahnya (dipermudah) dengan menggunakan computer, disebut simulasi computer.

Terdapat tiga (3) komponen utama yang mendasari simulasi :

- a. Metode analisis sistem
- b. Metode statistic
- c. Pemograman computer

Komponen –komponen penyusun simulator

a. Obyek

Obyek adalah bagian terkecil dari suatu sistem yang mempunyai volume sehingga memerlukan lokasi dan mempunyai karakteristik tertentu, berupa data dan metode sebagai kumpulan operasi tertentu (*function and procedure*) yang membedakan antara tipe obyek satu dengan yang lainnya. Obyek dapat berubah dan bergerak sesuai keinginannya, selain juga dipengaruhi oleh obyek lain didalam sistem. Dengan adanya metode, obyek akan mempunyai aktifitas sehingga akan mempunyai aksi dan di sisi lain akan dapat memberikan suatu interaksi atas aksi dari obyek lain yang terkait dalam sistem tersebut.

Implementasi pendefinisian obyek digunakan dalam bentuk OOP (*Object oriented programming*) baik dalam pascal, C++, SMALLTALK, dll. Pada dasarnya, obyek didalam simulasi dibedakan menjadi dua (2) :

- Obyek yang bersifat permanen yaitu obyek yang paling tidak lebih lama berada didalam sistem dari pada obyek sementara. Keberadaannya selalu tetap selama sistem mempunyai aktifitas proses/ selama simulasi berlangsung.
- Obyek yang bersifat sementara yaitu obyek yang tidak harus berada dalam sistem selama proses simulasi berlangsung. contoh : obyek yang datang dari luar sistem.

Simulasi merupakan program software computer yang berfungsi untuk menirukan perilaku sistem nyata. Manipulasi sebuah model sedemikian rupa sehingga model tersebut bekerja dalam ruang dan waktu.

- Sulit diselesaikan dengan cara analisis : dynamic programming, rangkaian listrik kompleks dll
- Memiliki ukuran data dan kompleksitas yang tinggi : traveling salesman problem, assignment, scheduling.
- Sangat sulit diimplementasikan secara langsung, karena biaya yang sangat tinggi. *Optimasi radio base station* atau *optimasi channel assignment*.
- Ketika hubungan antar variable tidak linier
- Ketika model memiliki variable acak.

2.2. Defenisi getaran

Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangan (KEP-51/MEN/1999). Getaran terjadi saat mesin atau alat dijalankan dengan motor, sehingga pengaruhnya bersifat mekanis (Sugeng Budiono, 2003). Getaran ialah gerakan osilasi disekitar titik (J.M. Harrington, 1996). Vibrasi adalah gerakan, dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanis, misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya (J.F. Gabriel, 1996). Getaran merupakan efek suatu sumber yang memakai satuan ukuran hertz (Depkes, 2003). Getaran adalah suatu factor fisik yang menjalar ke tubuh manusia, mulai dari tangan sampai keseluruhan tubuh turut bergetar (oscilation) akibat getaran peralatan mekanis yang dipergunakan dalam tempat kerja (Emil Salim, 2002).

Ketidakseimbangan (*unbalance*) ini akan menyebabkan bantalan-bantalan poros menerima gaya sentrifugal tambahan yang disebabkan beban *unbalance*. Kondisi tersebut akan mengakibatkan getaran berlebihan yang akan menimbulkan kebisingan, dan selanjutnya akan menurunkan efisiensi mesin serta mengganggu kerja operator mesin tersebut.

2.2.1 Ciri-Ciri Getaran

Ciri-Ciri Getaran terbagi atas tiga yakni periode, frekuensi dan amplitudo. Penjelasan macam-macam ciri-ciri getaran adalah sebagai berikut.

- a. Arti Periode getaran adalah waktu yang diperlukan dalam melakukan satu getaran lengkap. Ciri getaran ini yakni Periode dilambangkan dengan T . Satuan periode dalam SI adalah sekon.
- b. Frekuensi. Pengertian frekuensi sendiri adalah banyaknya getaran sempurna yang dilakukan selama satu satuan waktu seperti satu sekon. Ciri getaran frekuensi ini disimbolkan dengan f dan adapun satuan frekuensi dalam SI adalah Hertz (Hz) atau S^{-1} .
- c. Definisi Amplitudo getaran adalah jarak antara titik keseimbangan dengan posisi maksimum. Pada jenis ciri getaran Amplitudo ini, dilambangkan dengan A dan bersatuan dalam SI adalah meter.

Peristiwa getaran selalu ditandai oleh amplitudo atau simpangan maksimum dan frekuensi. Periode tidak bergantung dari amplitudo. Periode tidak bergantung pada Amplitudo. Periode berbanding terbalik dengan frekuensi.

2.2.2 Jenis-Jenis Getaran

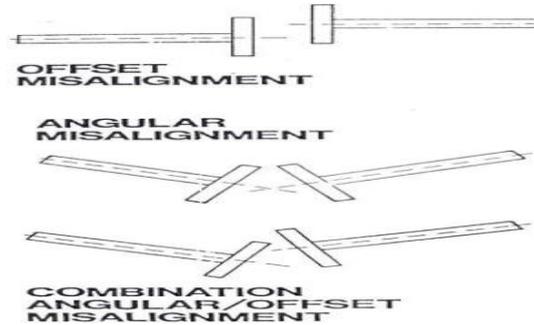
Adapun jenis-jenis getaran terbagi dua. Jenis getaran tersebut adalah getaran mekanis dan getaran non mekanis.

- a. Getaran mekanis sebagai salah satu jenis-jenis getaran memiliki arti. Pengertian getaran mekanis adalah getaran suatu benda yang bergetar mengalami suatu pergeseran linear atau pergeseran sudut. Adapun contoh dari salah satu jenis-jenis getaran atau contoh getaran mekanis adalah jung pegas, getaran pada bandul, getaran senar gitar saat dipetik, getaran atom pada zat padat, dll.
- b. Sedangkan getaran nonmekanis yang juga jenis-jenis getaran selain dari getaran mekanis memiliki pengertian sebagai suatu gerakan yang melibatkan adanya
- c. Perubahan pada besaran-besaran fisika. Adapun contoh gerakan nonmekanis adalah medan listrik dan juga medan magnet.

Selain dari pada itu, jenis-jenis getaran juga disebut dengan getaran bebas dan getaran paksa.

- a. Getaran Bebas. Getaran Bebas adalah getaran yang terjadi saat sistem mekanis dimulai dengan adanya gaya awal yang bekerja pada sistem itu sendiri, kemudian dibiarkan dengan bergetar secara bebas. Getaran bebas kemudian akan menghasilkan frekuensi yang natural karena dapat bersifat dinamika dan disitribusi massa dan kekuatan yang membuat getaran. Contohnya bandul pada saat ditarik kemudian dilepaskan dan dibiarkan hingga menghasilkan suatu getaran sampai pergerakan bandul tersebut dapat berhenti.
- b. Getaran Paksa. Arti dari getaran paksa, adalah getaran yang terjadi saat gerakan bolak-balik karena terdapat gaya luar yang secara paksa menciptakan suatu getaran pada sistem. Contohnya getaran rumah yang roboh ketika gempa.
- c. Getaran Karena Ketidakseimbangan (*Unbalance*)
Getaran yang di sebabkan oleh ketidakseimbangan (*unbalance*) terjadi pada 9 rpm elemen yang mengalami *unbalance* dan amplitude getaran sebanding dengan besarnya *unbalance* yang terjadi. Pada mesin dengan poros putar, amplitude terbesar akan terukur pada arah radial. *Unbalance* dapat disebabkan oleh cacat coran, eksentrisitas, adanya alur pasak dan pasak, distorsi, korosi, dan aus. Bagian mesin yang tidak seimbang akan menghasilkan momen putar yang tidak sama besar selama benda berputar, sehingga akan menyebabkan getaran.
- d. Getaran Karena Ketidaklurusan (*Misalignment*)
Sangat sulit meluruskan dua poros dan sambungannya sedemikian hingga tidak ada gaya yang menyebabkan getaran. Ketidaklurusan ini biasanya terjadi pada kopling. Tipe ketidaklurusan pada kopling dapat dibedakan menjadi tiga macam (gambar 2.4), yaitu:
 - a) *Angular*, jika sumbu kedua poros membentuk sudut dengan besar tertentu.
 - b) *Offset*, jika sumbu kedua poros paralel dan tidak berimpit satu sama lain.

- c) Kombinasi, jika terjadi ketidaklurusan *angular* dan *offset* secara bersamaan dalam satu sistem.

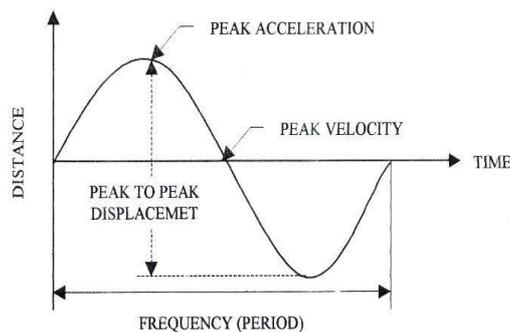


Gambar 2.1 Jenis-Jenis Ketidak lurusan (*Misalignment*)

Misalignment pada kopling menghasilkan gaya dalam arah aksial dan radial, yang menyebabkan getaran dalam kedua arah tersebut. Gaya dan getaran yang dihasilkan bertambah dengan bertambahnya *misalignment*. Frekuensi getaran biasanya adalah 1X rpm, tetapi bila *misalignment* besar bisa terjadi frekuensi getaran 2X atau 3X rpm.

2.2.3 Karakteristik Getaran

Kondisi mesin dan kerusakan mekanis dapat diketahui dengan mempelajari karakteristik getarannya. Pada suatu sistem pegas-massa, karakteristik getaran dapat dipelajari dengan membuat grafik pergerakan beban terhadap waktu



Gambar 2.2. Karakteristik Getaran

Gerak beban dari posisi netralnya ke batas atas kemudian kembali ke posisi netral (kesetimbangan) dan bergerak lagi ke batas bawah kemudian kembali ke posisi kesetimbangan, menunjukkan gerakan satu siklus. Waktu

untuk melakukan gerak satu siklus ini disebut *periode*, suatu Karakteristik getaran suatu sistem dapat dilihat pada gambar 2.2.

a. Frekuensi Getaran (*Vibration Frequency*)

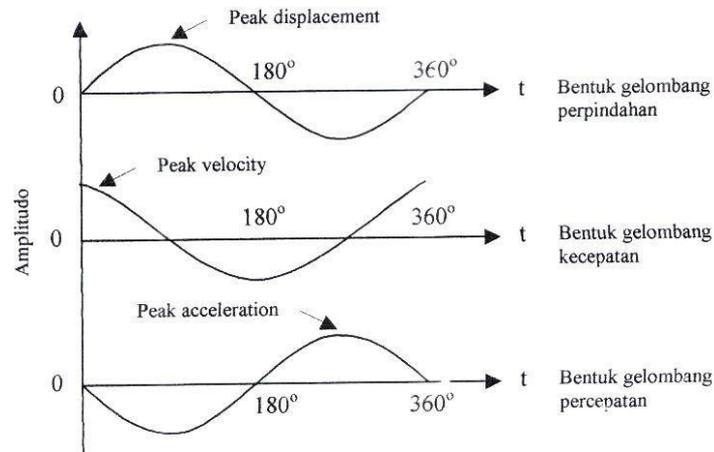
Frekuensi adalah jumlah siklus pada tiap satuan waktu. Besarnya dapat dinyatakan dengan siklus per detik (*cycles per second/cps*) atau siklus per menit (*cycles per minute/cpm*). Frekuensi getaran penting diketahui dalam analisis getaran mesin untuk menunjukkan masalah yang terjadi pada mesin tersebut. Dengan mengetahui frekuensi getaran, akan memungkinkan untuk dapat mengidentifikasi bagian mesin yang salah (*fault*) dan masalah yang terjadi. Gaya yang menyebabkan getaran dihasilkan dari gerak berputar elemen mesin. Gaya tersebut berubah dalam besar dan arahnya sebagaimana elemen putar berubah posisinya terhadap titik netral. Akibatnya, getaran yang dihasilkan akan mempunyai frekuensi yang bergantung pada putaran elemen yang telah mengalami *trouble*. Oleh karena itu, dengan mengetahui frekuensi getaran akan dapat diidentifikasi bagian dari mesin yang bermasalah.

Salah satu besaran yang sering dipakai untuk menggambarkan karakter sebuah getaran adalah frekuensi. Jumlah pengulangan atau getaran lengkap yang terjadi tiap satuan waktu dinamakan frekuensi getaran dan dilambangkan sebagai f . Jadi satuan getaran dapat berupa getaran/menit, bahkan getaran/jam. Bila satuan waktunya dinyatakan dalam sekon maka didapatkan satuan getaran/sekon atau sering juga dinamakan siklus/sekon dan $1 \text{ getaran/sekon} = 1 \text{ siklus/sekon} = 1 \text{ Hz}$ (Hertz, mengikuti nama fisikawan Jerman, Heinrich Hertz). Jadi getaran dengan frekuensi 200 Hz menyatakan bahwa dalam satu sekon terjadi 200 getaran lengkap. Benda yang bergetar dengan frekuensi yang tinggi menandakan bahwa dalam suatu waktu tertentu benda itu melakukan banyak getaran lengkap, sementara getaran dengan frekuensi rendah menandakan bahwa jumlah getaran lengkap yang terjadi hanya sedikit.

b. Fasa (*Phase*)

Fasa didefinisikan sebagai posisi elemen getaran terhadap titik tertentu atau elemen getaran lainnya. Fasa menunjukkan perbedaan awal siklus terjadi. Hubungan fasa antara perpindahan, kecepatan, dan percepatan diilustrasikan pada gambar 2.3, kecepatan puncak maju (*peak forward velocity*) terjadi pada 90°

sebelum puncak perpindahan positif (*peak positive displacement*). Dengan kata lain, kecepatan mendahului 90° terhadap perpindahan, sedangkan percepatan tertinggal 180° terhadap perpindahan.



Gambar 2.3 Beda fasa antara perpindahan, kecepatan, dan percepatan

Pengukuran fasa memberikan cara yang tepat untuk membandingkan gerakan getaran antara satu dengan lainnya atau untuk menentukan bagaimana suatu elemen bergetar relatif terhadap elemen lain. Perbandingan gerak relatif dari dua atau lebih elemen mesin atau struktur sering diperlukan dalam diagnosis kerusakan spesifik suatu mesin. Sebagai contoh, bila analisis menyatakan bahwa getaran suatu mesin tidak serasa dengan getaran *base*-nya, maka mungkin terjadi kelonggaran baut atau mesin dari *base*-nya.

2.3. Balancing

Mesin balancing merupakan alat pengukuran yang di gunakan untuk menyeimbangkan setiap bagian mesin yang berputar seperti rem cakram, baling baling, ban dan lain lain. Setiap bagian mesin yang berputar, getaran pada suspense akan terdeteksi oleh sensor. Informasi dari sensor ini akan digunakan untuk mengetahui nilai ke tidak seimbangan pada bagian yang di uji.

Sebuah *balancing machine* adalah alat ukur yang digunakan untuk menyeimbangkan berputar bagian mesin seperti rotor untuk motor listrik, kipas angin, turbin, rem cakram, disc drive, baling-baling dan pompa. Mesin biasanya terdiri dari dua tiang kaku, dengan suspensi dan bantalan di atas mendukung platform pemasangan. Unit yang diuji melekat ke platform dan diputar baik

dengan belt-, ber, atau akhir-drive. Sebagai bagian diputar, getaran dalam suspensi terdeteksi dengan sensor dan informasi yang digunakan untuk menentukan jumlah ketidakseimbangan di bagian. Seiring dengan informasi fase, mesin dapat menentukan berapa banyak dan di mana untuk menambahkan bobot untuk menyeimbangkan bagian.

Ada dua jenis utama dari *balancing machine*, hard-bantalan dan lembut-bearing. Perbedaan antara mereka, bagaimanapun, adalah dalam suspensi dan bukan bantalan. Dalam mesin keras bantalan, balancing dilakukan pada frekuensi yang lebih rendah daripada frekuensi resonansi dari suspensi. Dalam mesin soft-bantalan, balancing dilakukan pada frekuensi yang lebih tinggi daripada frekuensi resonansi dari suspensi. Kedua jenis mesin memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan. Sebuah mesin hard-bearing umumnya lebih fleksibel dan dapat menangani potongan dengan sangat bervariasi beban, karena mesin keras bantalan mengukur efek sentrifugal dan hanya memerlukan kalibrasi satu kali. Hanya lima dimensi geometris perlu dimasukkan ke dalam unit pengukuran dan mesin siap digunakan. Oleh karena itu, ia bekerja dengan sangat baik untuk rendah dan menengah ukuran volume produksi dan bengkel reparasi.

Sebuah mesin soft-bearing tidak begitu serbaguna dengan hormat terhadap jumlah berat rotor harus seimbang. Penyusunan mesin soft-bantalan untuk jenis rotor individu lebih memakan waktu, karena itu perlu dikalibrasi untuk jenis bagian yang berbeda. Hal ini sangat cocok untuk volume produksi yang tinggi dan balancing tugas presisi tinggi. Keras dan mesin bantalan lembut dapat otomatis untuk menghilangkan berat badan secara otomatis, misalnya dengan pengeboran atau penggilingan, tapi mesin keras bantalan lebih kuat dan dapat diandalkan. Kedua prinsip mesin dapat diintegrasikan ke dalam jalur produksi dan dimuat oleh lengan robot atau gantry, yang memerlukan kontrol manusia sangat sedikit.

2.3.1 Cara Kerja

Dengan bagian berputar bertumpu pada bantalan, sensor getaran melekat pada suspensi. Dalam kebanyakan mesin soft-bearing, sensor kecepatan digunakan. Sensor ini bekerja dengan memindahkan magnet dalam kaitannya dengan kumparan tetap yang menghasilkan tegangan sebanding dengan kecepatan

getaran. Accelerometers, yang mengukur percepatan getaran, juga dapat digunakan.

Sebuah photocell (kadang-kadang disebut phaser a), sensor jarak, atau encoder digunakan untuk menentukan kecepatan rotasi, serta fase relatif dari bagian yang berputar. Informasi Fase ini kemudian digunakan untuk menyaring informasi getaran untuk menentukan jumlah gerakan, atau kekuatan, dalam satu rotasi bagian. Juga, perbedaan waktu antara fase dan puncak getaran memberikan sudut di mana ketidakseimbangan yang ada. Jumlah ketidakseimbangan dan sudut ketidakseimbangan memberikan vektor ketidakseimbangan.

Kalibrasi dilakukan dengan menambahkan berat badan yang dikenal dengan sudut yang diketahui. Dalam mesin soft-bantalan, bobot sidang harus ditambahkan dalam pesawat koreksi untuk setiap bagian. Hal ini karena lokasi pesawat koreksi sepanjang sumbu rotasi tidak diketahui, dan oleh karena itu tidak diketahui berapa banyak jumlah yang diberikan berat akan mempengaruhi keseimbangan. Dengan menggunakan bobot trial, berat dikenal pada sudut yang dikenal ditambahkan, dan mendapatkan vektor ketidakseimbangan yang disebabkan oleh itu.

2.3.2 Jenis Lain Balancing machine:

Mesin balancing statis berbeda dari mesin keras dan bantalan lembut di bagian ini tidak diputar untuk mengambil pengukuran. Bukannya bertumpu pada bantalan nya, bagian terletak vertikal di pusat geometris nya. Setelah istirahat, setiap gerakan oleh bagian dari pusat geometris nya terdeteksi oleh dua sensor tegak lurus di bawah meja dan kembali sebagai ketidakseimbangan. Balancers Static sering digunakan untuk menyeimbangkan bagian dengan diameter lebih besar dari panjang mereka, seperti kipas. Keuntungan menggunakan penyeimbang statis adalah kecepatan dan harga. Namun penyeimbang statis dapat hanya benar dalam satu pesawat, sehingga akurasinya terbatas.

Sebuah mesin pisau balancing mencoba untuk menyeimbangkan bagian dalam perakitan, sehingga koreksi minimal diperlukan nanti. Balancers pisau yang digunakan pada bagian-bagian seperti kipas, baling-baling, dan turbin. Pada penyeimbang pisau, pisau masing-masing untuk dirakit ditimbang dan beratnya

menandatangani paket perangkat lunak balancing. Perangkat lunak ini kemudian macam pisau dan mencoba untuk menemukan pengaturan pisau dengan paling sedikit ketidakseimbangan.

Portabel mesin balancing digunakan untuk menyeimbangkan bagian yang tidak dapat dipisahkan dan memakai mesin balancing, biasanya bagian yang saat ini beroperasi seperti turbin, pompa, dan motor. Balancers portabel datang dengan sensor perpindahan, seperti akselerometer, dan fotosel, yang kemudian dipasang ke tiang atau kandang bagian berjalan. Berdasarkan getaran terdeteksi, mereka menghitung ketidakseimbangan bagian itu. Banyak kali perangkat ini mengandung spektrum analyzer sehingga kondisi bagian dapat dipantau tanpa menggunakan fotosel dan non-rotasi getaran dapat dianalisis.

Tujuan *balancing* adalah menyeimbangkan mesin putar, yang pada akhirnya akan mengurangi getaran (Tim Getaran Mekanis, 2002). Getaran yang rendah (*low vibration*) pada mesin akan:

- a. Mengurangi kebisingan
- b. Menyebabkan bantalan lebih awet dipakai
- c. Mengurangi kelelahan (*fatigue*) pada struktur rangka mesin
- d. Mengurangi kelelahan dan stress pada operator mesin
- e. Menaikkan efisiensi mesin
- f. Mengurangi biaya perawatan mesin

Sebelum tahun 1850 hanya dikenal *static balancing*. Mesin-mesin pada waktu itu merupakan mesin dengan putaran rendah sekitar 600 rpm. Setelah ditemukan motor listrik pada pertengahan abad 19, poros dapat berputar pada putaran 900 rpm, 1200 rpm, 1800 rpm, dan 3600 rpm. Pada putaran ini gaya sentrifugal mempengaruhi konstruksi mesin secara keseluruhan (Wowk, 1995).

Saat ini *balancing* merupakan aspek yang sangat penting dari desain dan operasi semua mesin yang menggunakan poros putar. Pada umumnya *balancing* dilakukan setelah tahap akhir proses *assembling* sistem, tetapi pada beberapa sistem seperti fan untuk pabrik, rangkaian roda gigi dan penggerak, *balancing* dilakukan segera setelah dilakukan perbaikan, *rebuild* dan perawatan. Sistem poros putar jarang sekali yang dapat diseimbangkan secara sempurna tetapi hanya

pada derajat *balance* tertentu yang diperlukan agar mesin dapat bekerja dengan baik (Structures/Motion Lab, 2003).

Metode *balancing* yang sering dilakukan di dalam laboratorium adalah *single-plane balancing* dan *two-plane balancing* (Dimaragonas, 1992; Wowk, 1995; dan Structures/ Motion Lab, 2003). Tiap metode ini menggunakan beban uji (*trial weight*) dan pengukuran beda fasa.

Balancing biasanya dilakukan untuk putaran poros tertentu. Untuk poros kaku, *balancing* yang dilakukan di bawah putaran kritis I (*bending*) dapat efektif untuk setiap putaran poros (Structures/Motion Lab, 2003). Sedangkan untuk poros *flexible* yakni poros dengan perbandingan panjang terhadap diameter poros yang besar, maka *balancing* hanya akan efektif pada putaran poros yang tertentu saat dilakukan *balancing* (Wowk, 1995).

Balancing yang dilakukan dekat dengan putaran kritis kebanyakan dihindari. Meskipun *balancing* yang dilakukan jauh dari putaran kritis akan menghasilkan respon getaran yang kecil sehingga lebih sulit diukur, akan tetapi ketika *balancing* dilakukan dekat dengan putaran kritis akan menghasilkan respon getaran yang besar sehingga lebih mudah diukur, namun dengan perubahan putaran sedikit saja dapat mempengaruhi pembacaan amplitudo dan fasa (Abidin, 2007).

Fleksibilitas pada rotor dicapai tidak secara tiba-tiba, tetapi secara bertahap dengan bertambahnya putaran, dan meningkat secara kuadratis ketika dekat dengan resonansi atau putaran kritis. Pada kenyataannya banyak rotor akan menjadi fleksibel jika dipercepat ke putaran tinggi (Wowk, 1995). Secara umum, rotor yang beroperasi di bawah 70% dari putaran kritisnya adalah masih dalam kondisi kaku (*rigid rotor*), sedangkan rotor yang dioperasikan di atas 70% dari putaran kritisnya akan mengalami lendutan yang disebabkan gaya *unbalance*, selanjutnya disebut sebagai rotor fleksibel (*flexible rotor*) (IRD Entek, 1996).

Pada proses *balancing* yang dilakukan mendekati putaran kritis sistem, akan sering muncul 'harmonik', yaitu ketika sistem diputar mendekati putaran kritis akan terjadi getaran yang besar, akibatnya sistem berperilaku sebagai sistem tak linier sehingga respon yang terjadi tidak lagi *sinusoidal*. Hal ini berarti selain

frekuensi dasarnya, akan muncul frekuensi-frekuensi lain yang lebih tinggi
(Abidin, 2007)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat dilakukannya studi simulasi getaran pada piringan ganda menganalisa menggunakan *software solidworks 2016* di lakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu

Pengujian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing hingga selesai.

Tabel 3.1: Tempat Dan Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
1	Study literatur	■					
2	Pembuatan spesimen	■		■			
4	Pengujian Spesimen			■	■		
5	Evaluasi data penelitian				■	■	

3.2 Alat Penelitian

3.2.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang di gunakan dalam studi numeric ini adalah sebagai berikut :

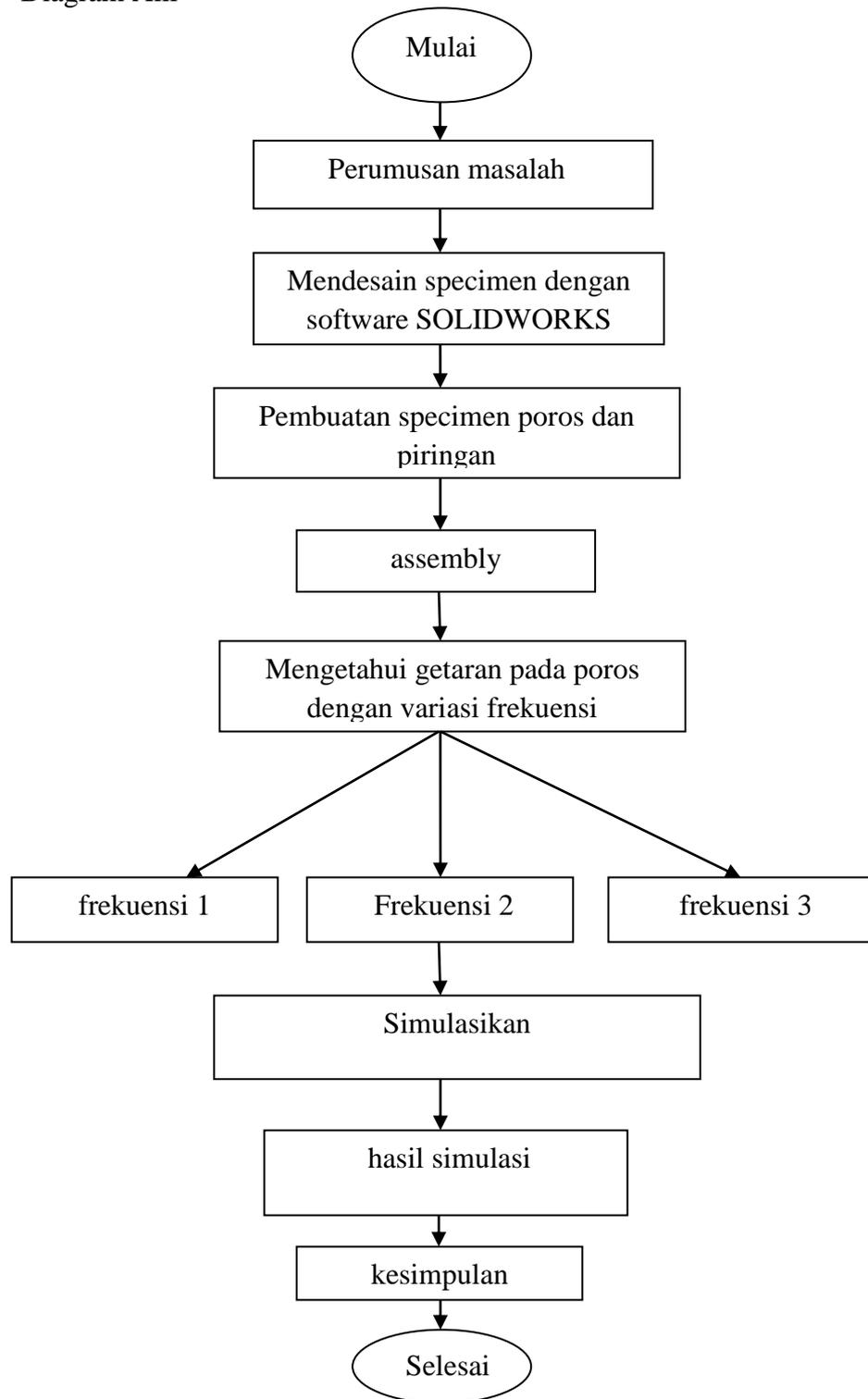
1. Processor : INTEL CORE i5
2. RAM : 4 GB (1.47 GB USTABLE).
3. Operation system : Windows 10 64 bit operation system

3.2.2 Software solidworks

Software solidworks yang sudah terinstal pada laptop adalah solidworks 2016 64 bit yang di dalamnya terdapat skech gambar 3D dengan persyaratan system pada computer adalah sebagai berikut :

1. Processor : INTEL COREi5
2. RAM : 4 GB or More.
3. Disk Space: 5 GB or More.

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram alir

3.4 Tahap Mendesain Poros Pada *Balancing*

3.4.1 Menyalakan Komputer Dan Memilih *Software Solidworks*

Sebelum memulai proses menggambar bahwasanya software solidworks telah terinstal di computer atau laptop siap di gunakan.

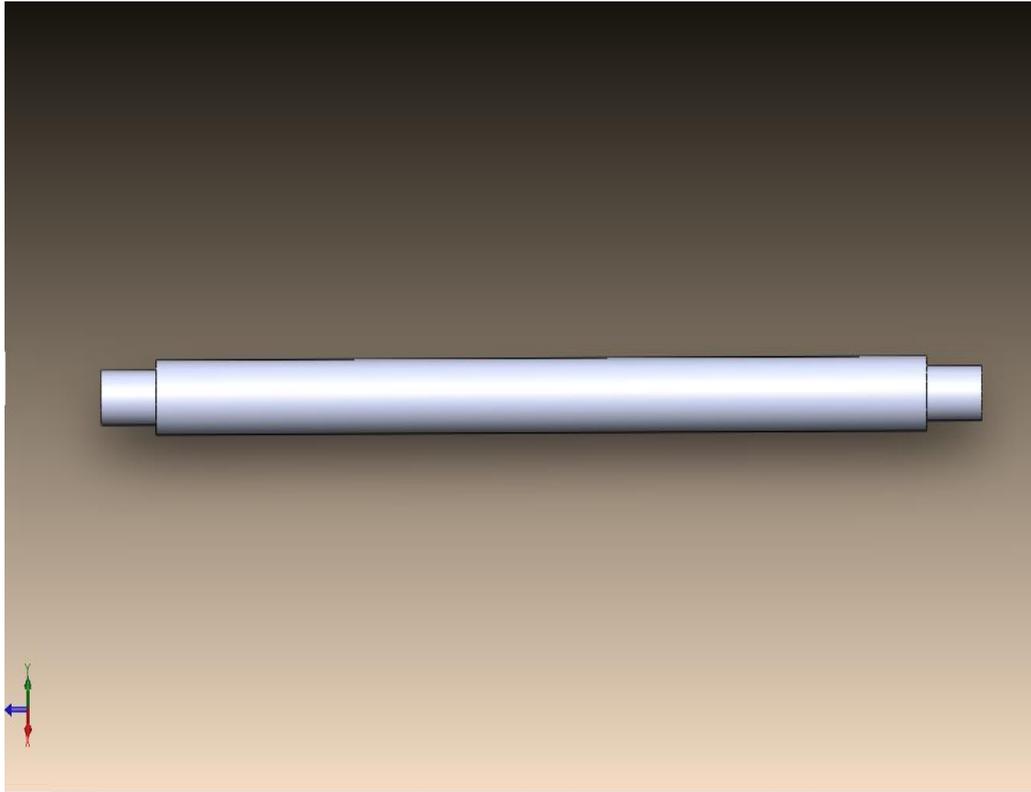


Gambar 3.2 Tampilan layar laptop

3.5 Mendesain Model poros balancing

Menentukan ukuran diameter dan membuat spesimen/poros

1. Diameter ujung kecil 2,7 cm
2. Diameter besar poros 3,7 cm
3. Jarak panjang dari diameter kecil ke besar 5cm
4. Panjang keseluruhan poros 80 cm

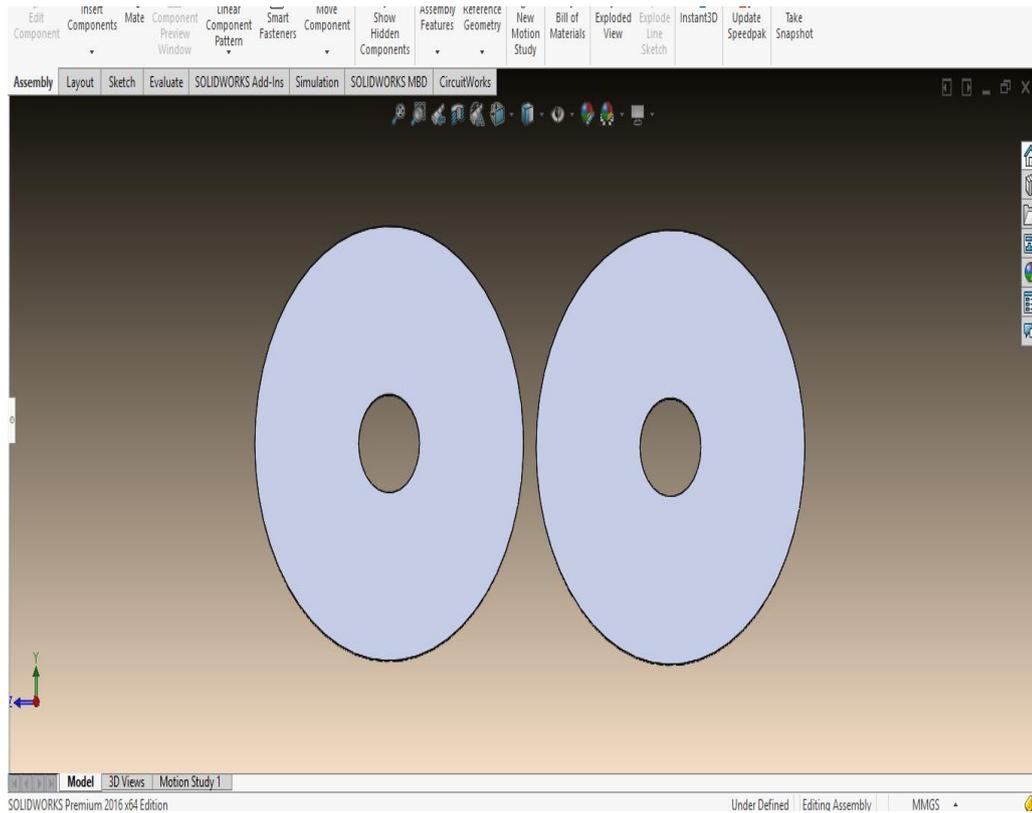


Gambar 3.3 poros pada balancing

3.6 Mendisain Model piringan ganda pada poros

Menentukan diameter piringan dan membuat spesimennya:

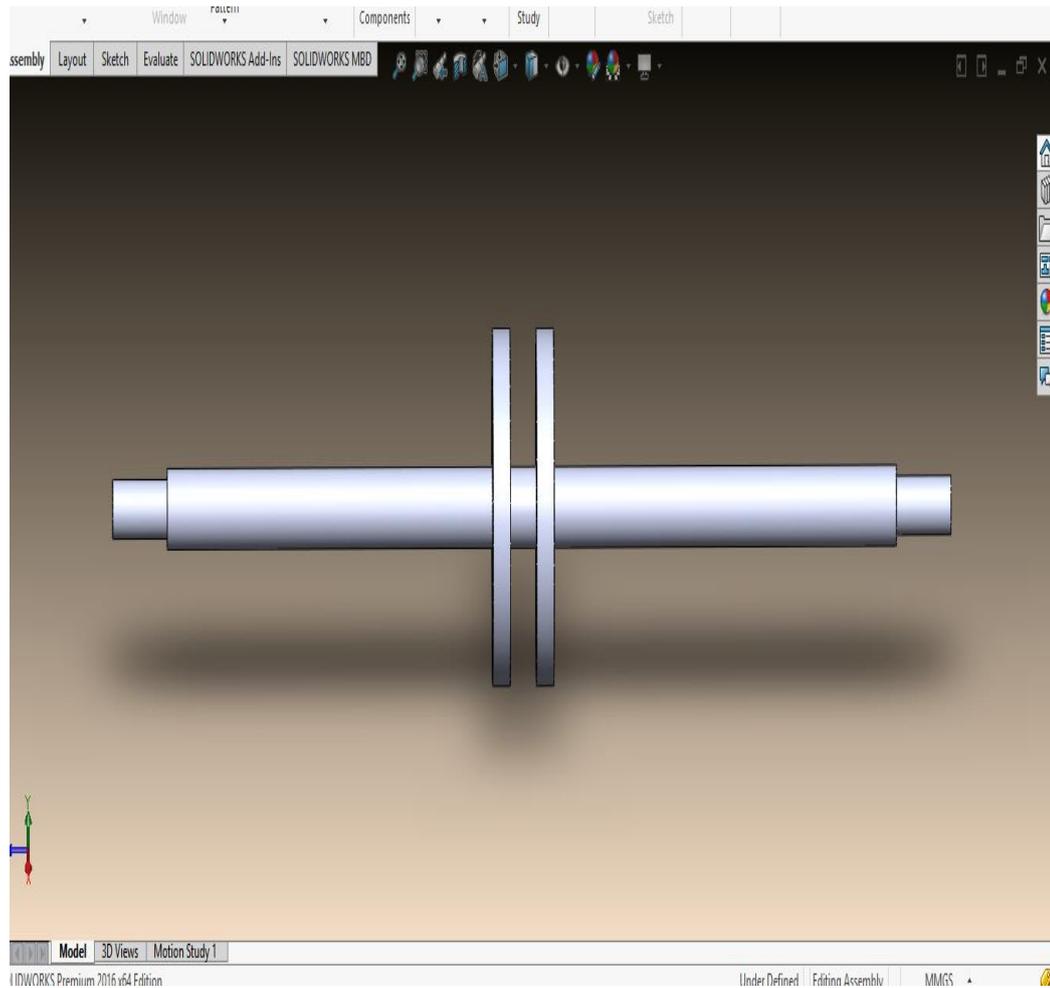
1. Diameter seluruh piringan 16,3 cm
2. Diameter tengah piringan 3,7cm
3. Tebal piringan 1,6 cm



Gambar 3.4 piringan ganda

3.7 Melanjutkan ke tahap assembly

Tahap assembly adalah tahap penggabungan antara satu part dengan part lainnya, dan hasilnya bisa dilihat dengan hasil gambar dibawah ini:

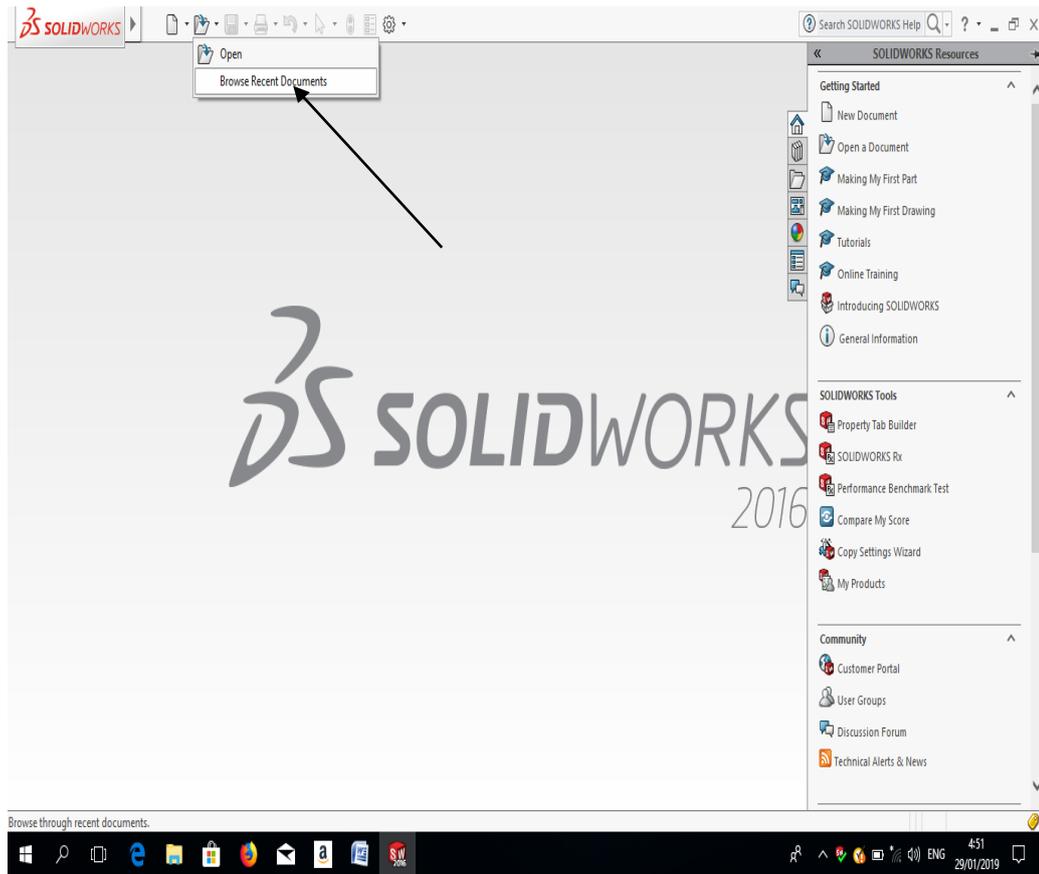


Gambar 3.5 *assembly/penggabungan*

3.8 Tahapan menggunakan *solidworks add ins*

3.8.1 Tampilan awal solidworks

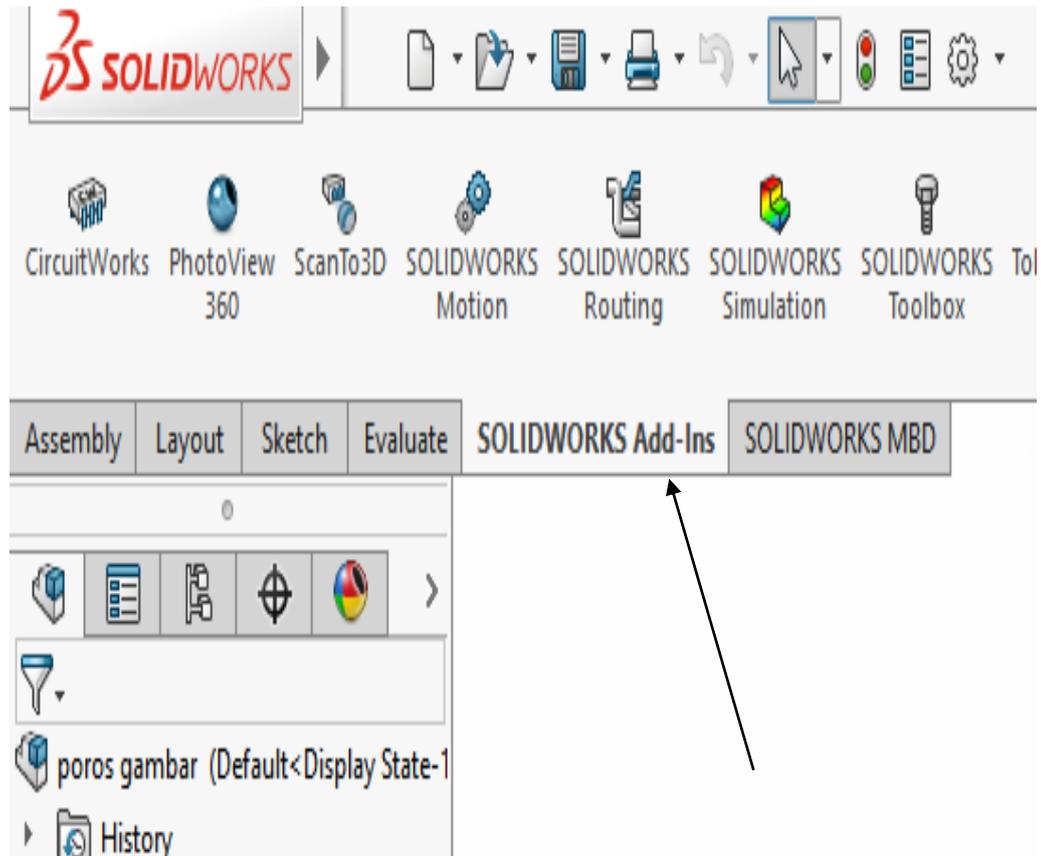
Pada tampilan ini pilih open browse document yang sudah di buat → klik ok pada specimen yang akan di uji.



Gambar 3.6 Tampilan awal solidworks

3.8.2 Memilih Solidworks add ins

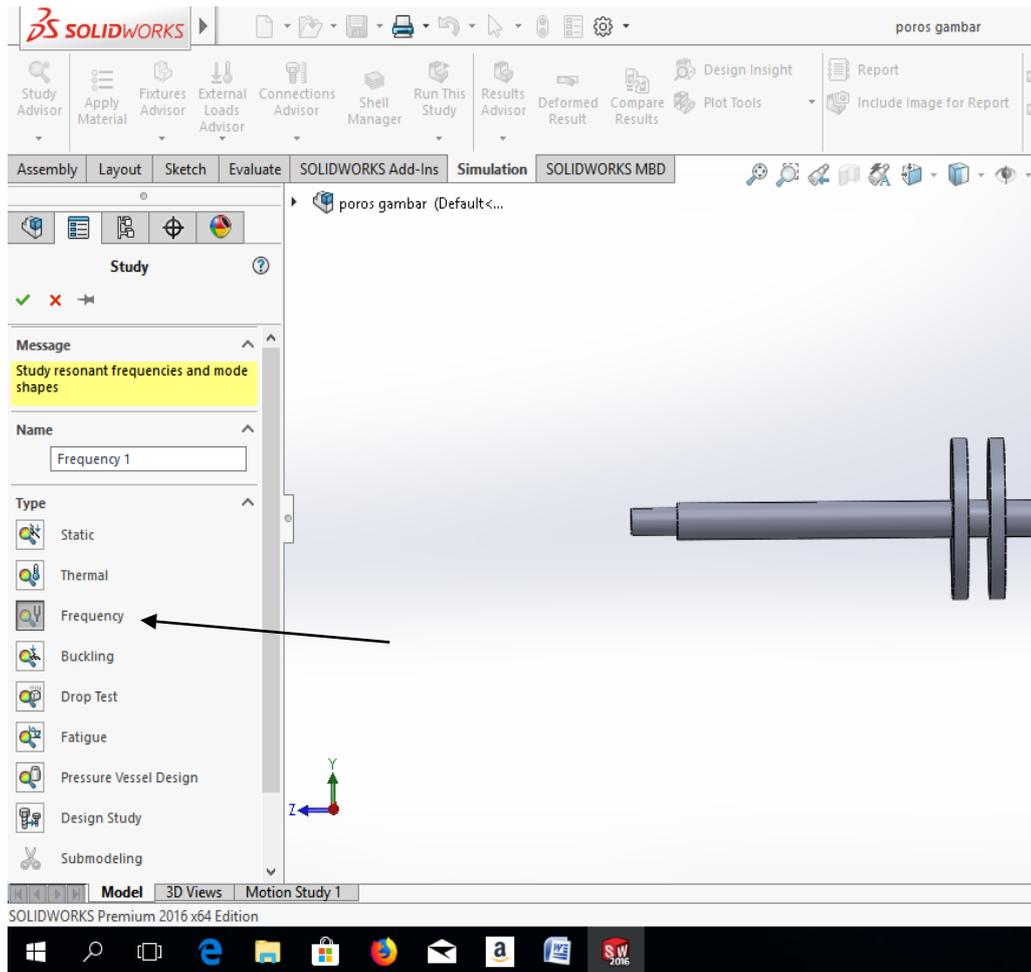
Bahwa simulasi yang digunakan dalam analisa adalah simulasi getaran/vibration. Maka langkah selanjutnya adalah memilih solidworks add ins seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.7 Solidworks add in

3.8.3 Menentukan analisis system getaran

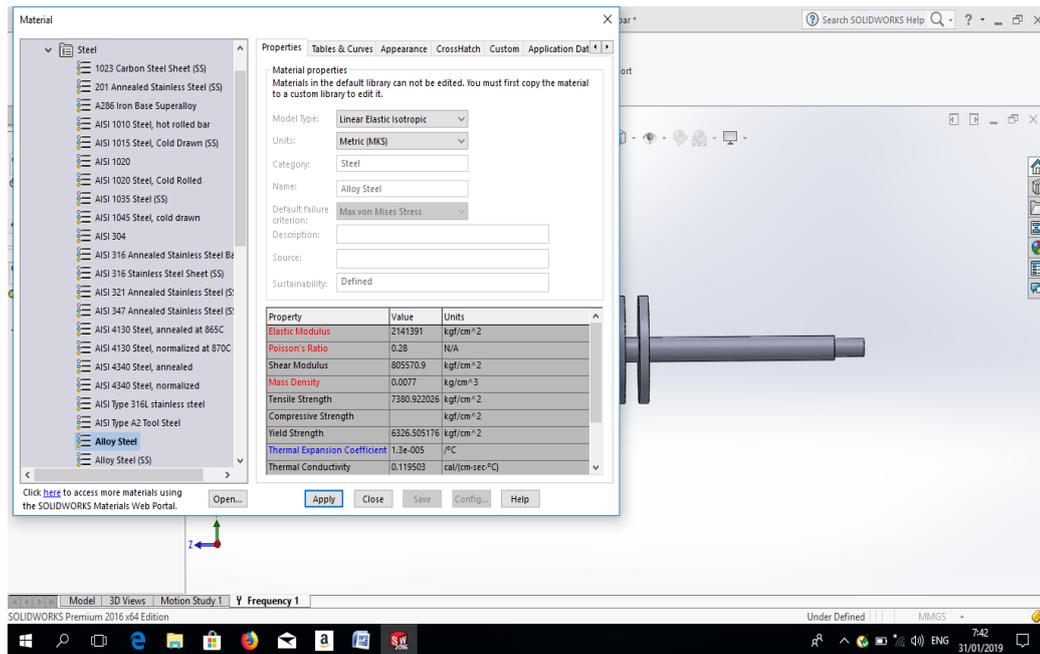
Seperti yang sudah di jelaskan pada batasan masalah, bahwa simulasi yang di gunakan dalam simulasi getaran ini adalah dengan menggunakan frekuensi, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.8 Analisis system

3.8.4 Menentukan material

Fitur material adalah fasilitas yang ada pada software solidworks, bertujuan untuk menentukan sebuah material yang akan di gunakan dalam pengujian tersebut ,langkahnya adalah klik kanan pada part→apply material to all maka akan terlihat seperti gambar di bawah ini .



Gambar 3.9 Menentukan material

BAB 4

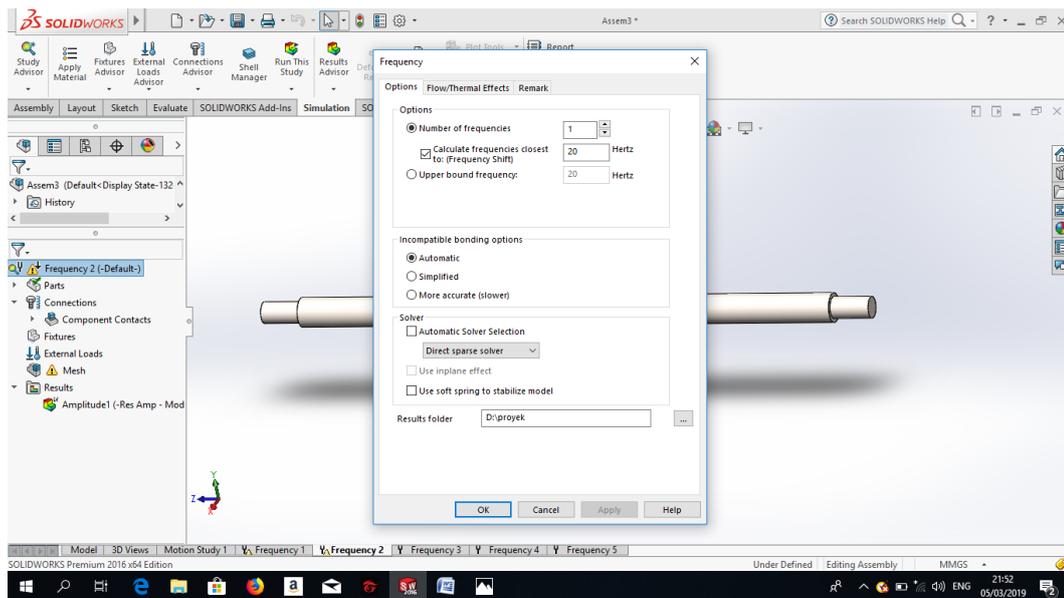
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Konsep Simulasi getaran pada piringan ganda

Seperti yang telah dijelaskan pada bab 3 getaran pada piringan ganda di buat dengan 3 frekuensi, dengan pemberian masing-masing frekuensi yaitu : frekuensi Satu 20 hertz, frekuensi Dua 40 hertz , frekuensi Tig 60 hertz, Dalam momen yang di cari adalah getaran pada piringan ganda . Adapun hasil yang di dapat dari simulasi ini adalah sebagai berikut :

4.1.1 Membuat simulasi getaran satu dengan frekuensi 20 hertz

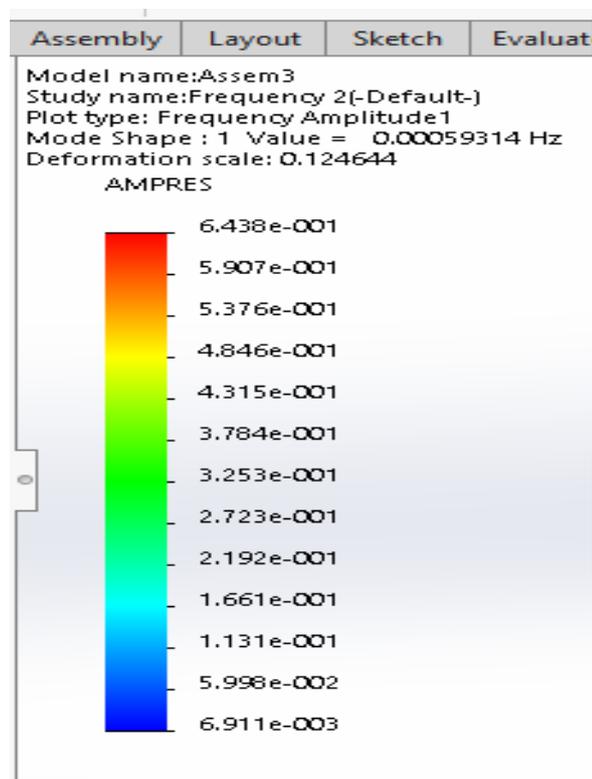
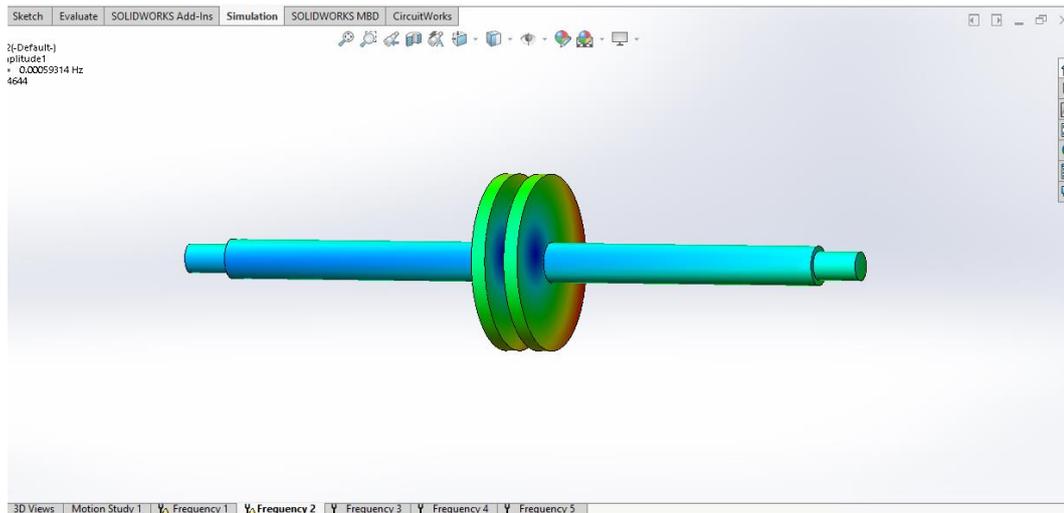
Untuk melihat hasil simulasi klik run study



Gambar 4.1 dengan frekuensi 20 hertz

4.1.2 Hasil Simulasi Dari frekuensi 20 hertz

Hasil simulasi pada piringan ganda dengan frekuensi 20 hertz dapat di lihat dari hasil gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 hasil simulasi dari frekuensi 20 hertz

4.1.3 Hasil Bentuk simulasi getaran pada frekuensi 20 hertz

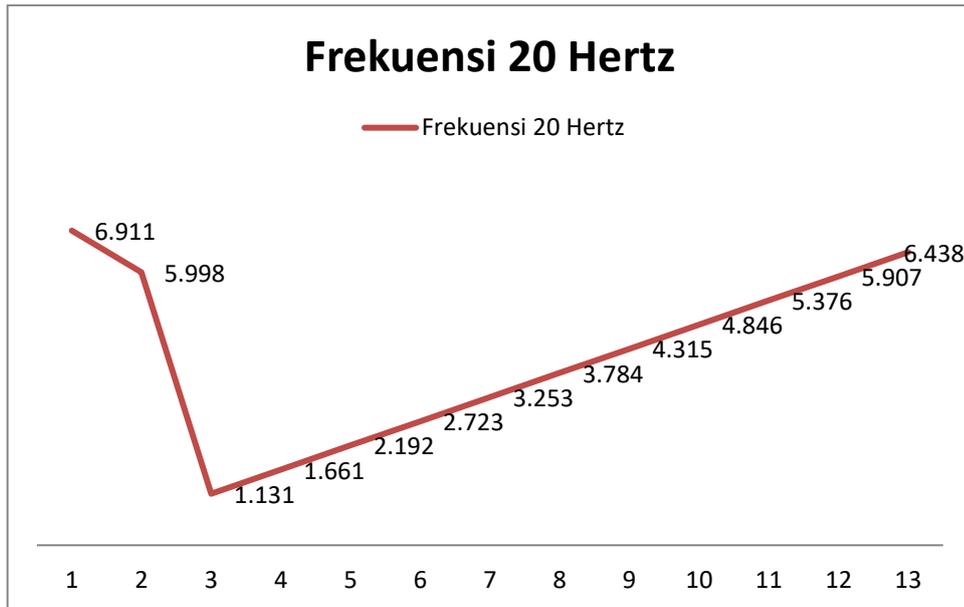
1. Pada warna biru bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 6.911 adalah dimana getaran mulai bereaksi dan keadaan masih terlihat normal.

2. Pada warna hijau bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 3.253 adalah dimana getaran sudah bereaksi dan mengalami perubahan.
3. Pada warna merah bentuk as pada piringan ganda di angka 5.376 adalah dimana bentuk total sehingga piringan ganda tersebut bergetar sangat keras.

4.1.4 Hasil Grafik Dari Getaran Frekuensi 20 Hertz

Tabel 4.1 Hasil Getaran Frekuensi 1

Frekuensi 1 Getaran 20 Hertz	
Hasil Frekuensi (Hertz)	
	6,438 e-001
	5,907 e-001
	5,376 e-001
	4,846 e-001
	4,315 e-001
	3,784 e-001
	3,253 e-001
	2,723 e-001
	2,192 e-001
	1,661 e-001
	1,131 e-001
	5,998 e-001
	6,911 e-003
Min	0

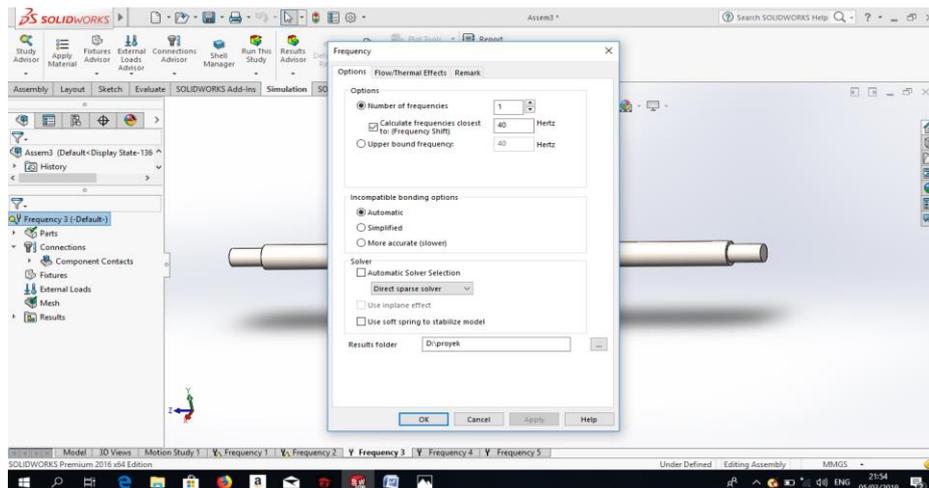


Gambar 4.3 Grafik hasil Frekuensi 20 Hertz

Pada frekuensi 1 dengan frekuensi 20 hertz dan pada angka 6,911 dimana awal mulai pengujian kemudian pada angka 1,131 mengalami penurunan karena getaran semakin berkurang kemudian getaran naik kembali secara perlahan sampai titik akhir simulasi di angka 6,438 dimana getaran tersebut menumpu di tengah pada piringan ganda.

4.2 Membuat simulasi getaran dua dengan frekuensi 40 hertz

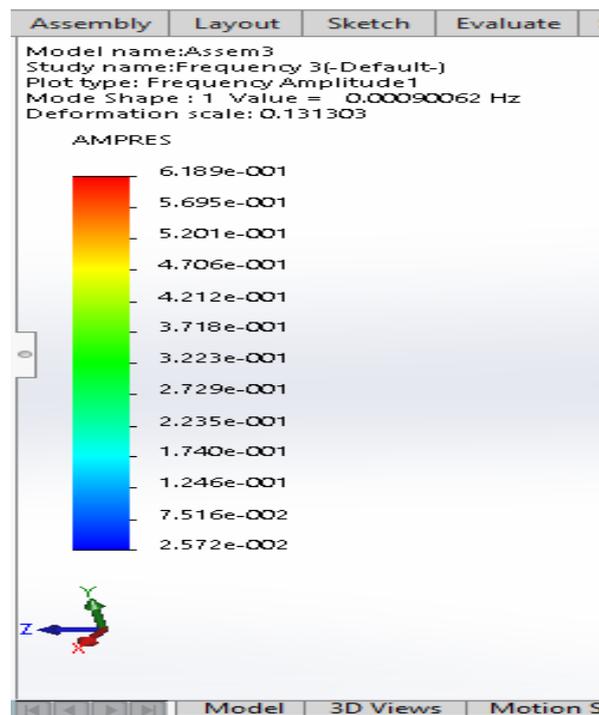
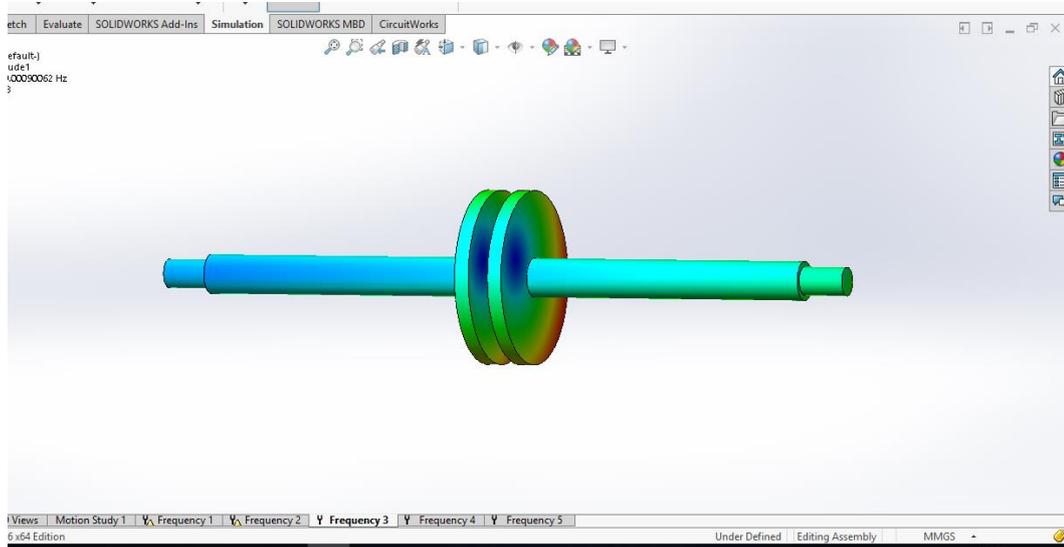
Untuk melihat hasil simulasi klik run study



Gambar 4.4 dengan frekuensi 40 hertz

4.2.1 Hasil Simulasi dari frekuensi 40 hertz

Hasil simulasi pada piringan ganda dengan frekuensi 40 hertz dapat di lihat dari hasil gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 hasil simulasi dengan 40 hertz

4.2.2 Hasil Bentuk simulasi getaran pada frekuensi 40 hertz

1. Pada warna biru bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 2,572 adalah dimana getaran mulai bereaksi dan keadaan masih terlihat normal.
2. Pada warna hijau bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 4,212 adalah dimana getaran mulai sudah bereaksi dan mengalami perubahan.
3. Pada warna merah bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 5.695 adalah dimana bentuk total sehingga piringan ganda tersebut bergetar sangat keras

4.2.3 Hasil Grafik Dari Getaran Frekuensi 40 Hertz

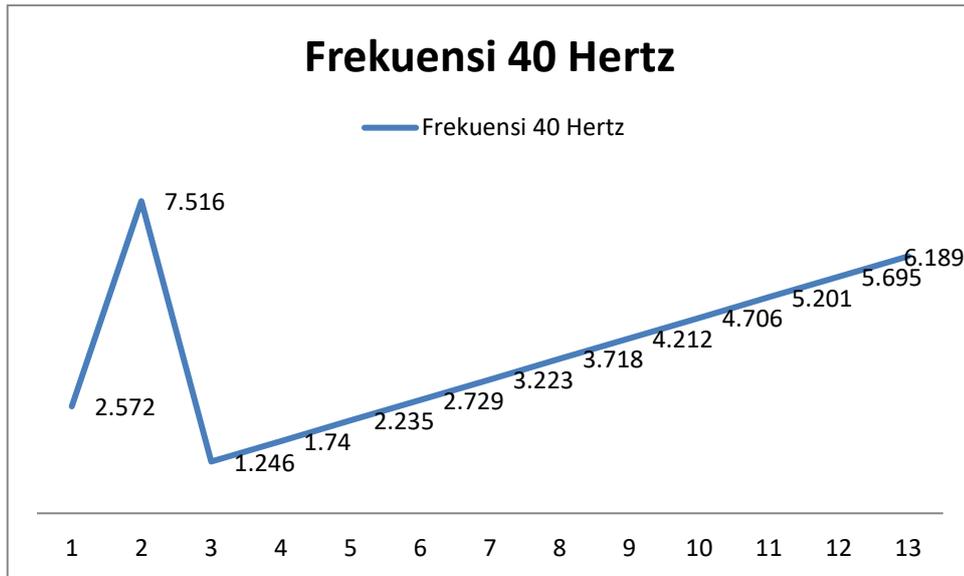
Tabel 4.2 Hasil Getaran Frekuensi 2

Frekuensi 2 Getaran 40 Hertz

Hasil Frekuensi (Hertz)

6,189 e-001
5,695 e-001
5,201 e-001
4,706 e-001
4,212 e-001
3,718 e-001
3,223 e-001
2,729 e-001
2,235 e-001
1,740 e-001
1,246 e-001
7,516 e-002
2,572 e-002

Min 0

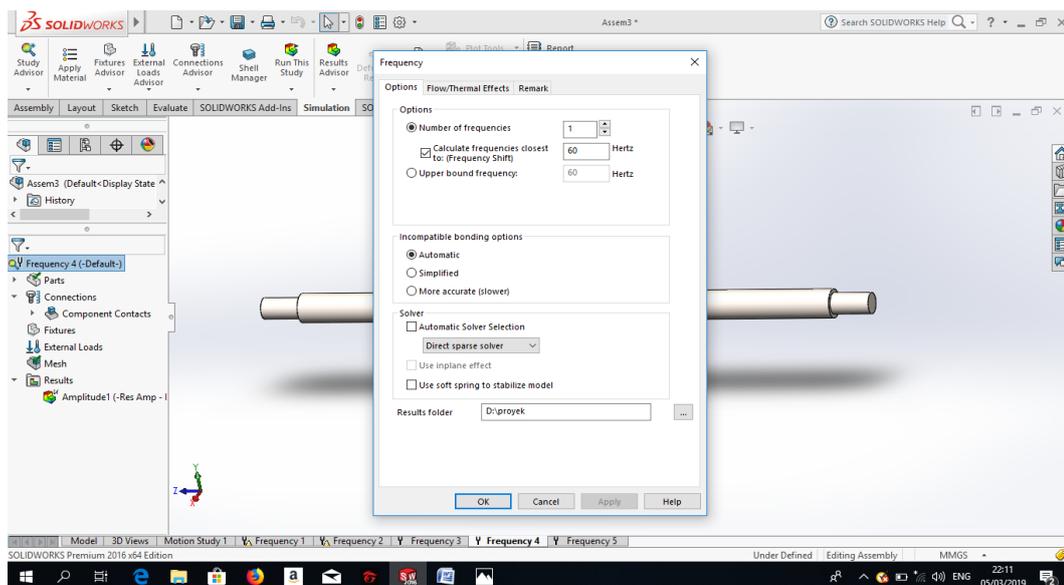


Gambar 4.6 Grafik hasil Frekuensi 40 Hertz

Pada frekuensi 2 dengan frekuensi 40 hertz dan pada angka 2,572 dimana awal mulai pengujian kemudian pada angka 7,516 mengalami getaran tinggi karena getaran di awal mula pengujian getaran sangat terasa dan kemudian di angka 1,246 semakin berkurang kemudian getaran naik kembali secara perlahan sampai titik akhir simulasi di angka 5,774 dimana getaran tersebut menumpu di tengah pada piringan ganda.

4.3 Membuat simulasi getaran tiga dengan frekuensi 60 hertz

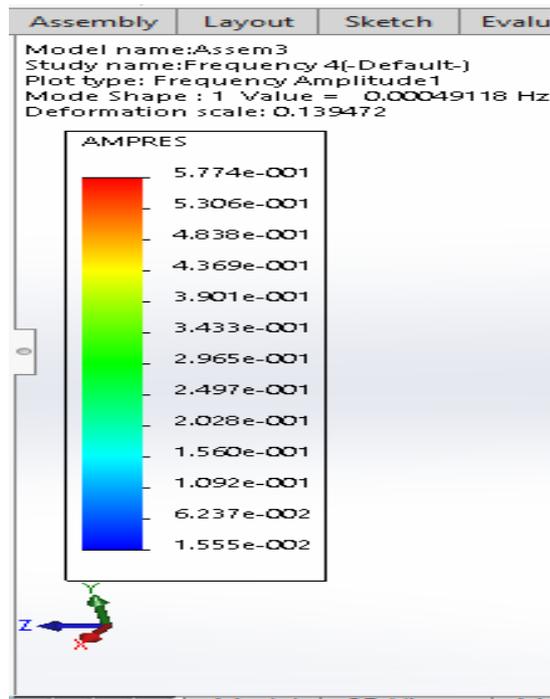
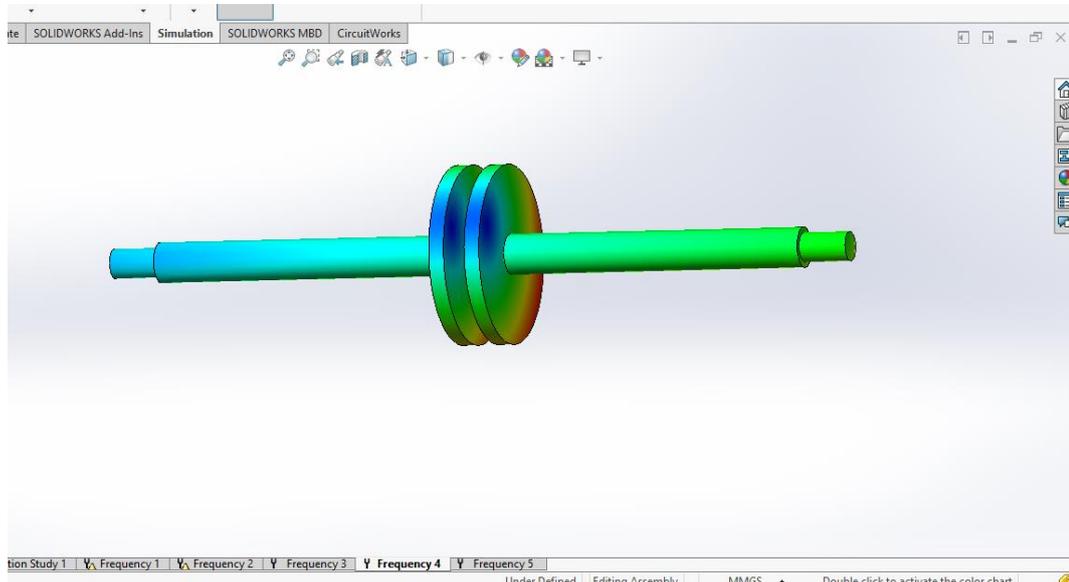
Untuk melihat hasil simulasi klik run study



Gambar 4.7 Dengan 60 frekuensi

4.3.1 Hasil Simulasi dari frekuensi 60 hertz

Hasil simulasi pada piringan ganda dengan frekuensi 20 hertz dapat di lihat dari hasil gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.8 Hasil simulasi dengan 60 hertz

4.3.2 Hasil Bentuk simulasi getaran pada frekuensi 60 hertz

1. Pada warna biru bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 1,555 adalah dimana getaran mulai bereaksi dan keadaan masih terlihat normal.
2. Pada warna hijau bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 3,433 adalah dimana getaran mulai sudah bereaksi dan mengalami perubahan.
3. Pada warna merah bentuk as pada piringan ganda di angka frekuensi 5,774 adalah dimana bentuk total sehingga piringan ganda tersebut bergetar sangat keras

4.3.3 Hasil Grafik Dari Getaran Frekuensi 60 Hertz

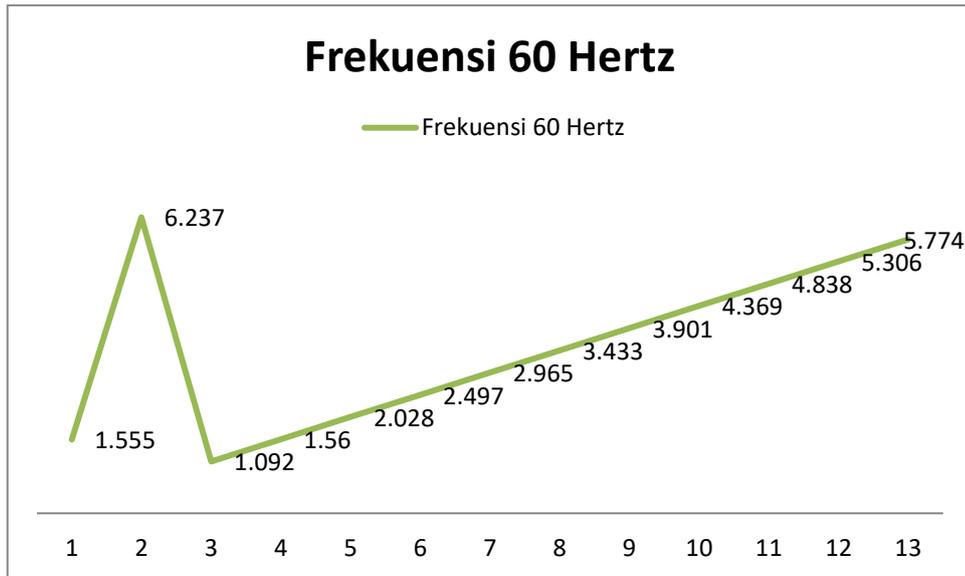
Tabel 4.3 Hasil Getaran Frekuensi 3

Frekuensi 3 Getaran 60 Hertz

Hasil Frekuensi (Hertz)

5,774 e-001
5,306 e-001
4,838 e-001
4,369 e-001
3,901 e-001
3,433 e-001
2,965 e-001
2,497 e-001
2,028 e-001
1,560 e-001
1,092 e-001
6,237 e-002
1,555 e-002

Min 0



Gambar 4.9 Grafik hasil Frekuensi 60 Hertz

Pada frekuensi 3 dengan frekuensi 60 hertz dan pada angka 1,555 dimana awal mulai pengujian kemudian pada angka 6,237 mengalami getaran tinggi karena getaran di awal mula pengujian getaran sangat terasa dan kemudian di angka 1,092 semakin berkurang kemudian getaran naik kembali secara perlahan sampai titik akhir simulasi di angka 5,774 dimana getaran tersebut menumpu di tengah pada piringan ganda.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi getaran pada piringan ganda dengan variasi frekuensi yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik UMSU (Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara) didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan hasil simulasi, frekuensi mempengaruhi getaran pada piringan. Apabila frekuensi semakin besar maka getaran semakin kecil, sebaliknya apabila frekuensi semakin kecil maka getaran semakin besar.
2. Berdasarkan hasil simulasi penyebab terjadinya penurunan pada nilai ke 3 di grafik 20, 40, 60 hertz dikarenakan pada start awal simulasi terjadi hentakan yang menyebabkan penurunannya getaran kemudian getaran kembali secara perlahan naik hingga ke titik akhir simulasi.
3. Warna merah pada piringan menunjukkan bahwa getaran yang terjadi di sisi kiri dan kanan poros akan bertumpu ke tengah (piringan) disebabkan adanya beban (piringan) yang meredam getaran bolak balik di sisi kiri dan kanan.

5.2 Saran

1. Penulis menyarankan untuk lebih mempelajari lagi dalam menggunakan software *solidworks* dalam menggambar dan menganalisa *software solidworks* dalam simulasinya.
2. Perlu dikaji ulang dalam meshing piringan ganda didalam *software solidworks*

DAFTAR PUSTAKA

Soedjo,1999, KEP-51/MEN/1999, Sugeng Budiono,2003, Emil Salim, 2002,
Getaran adalah gerak bolak balik dan sifat pengaruhnya.

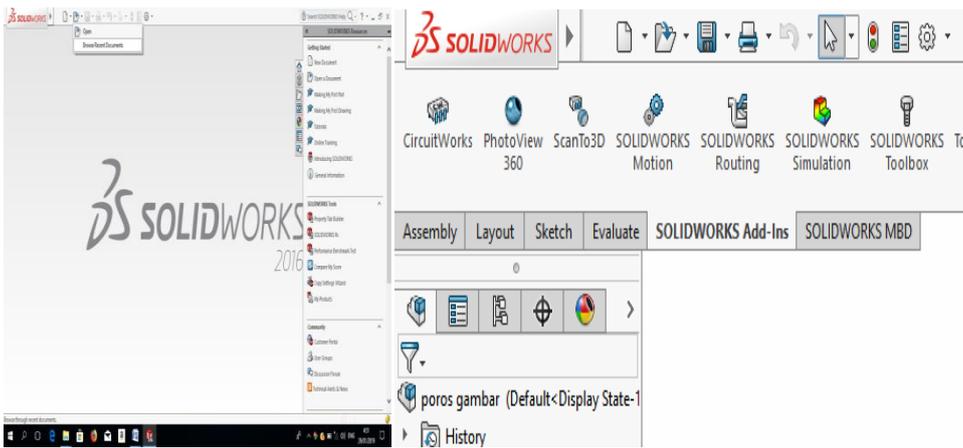
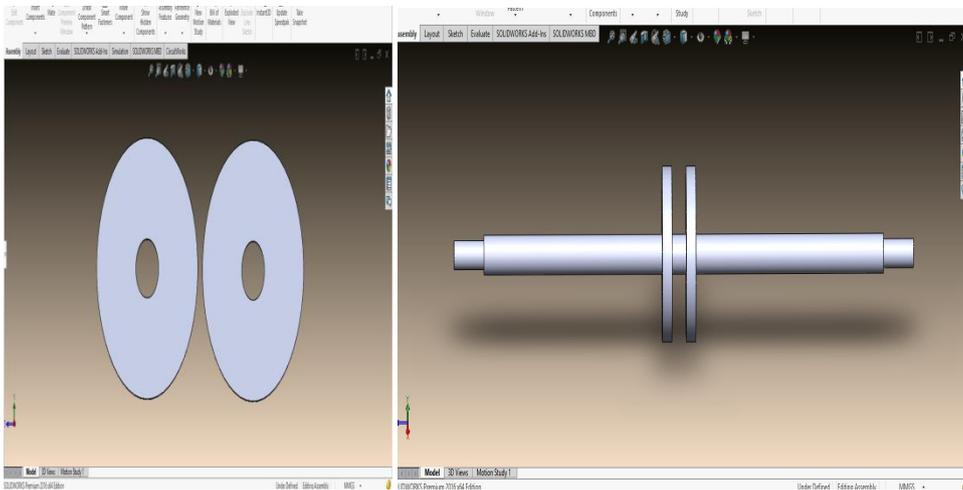
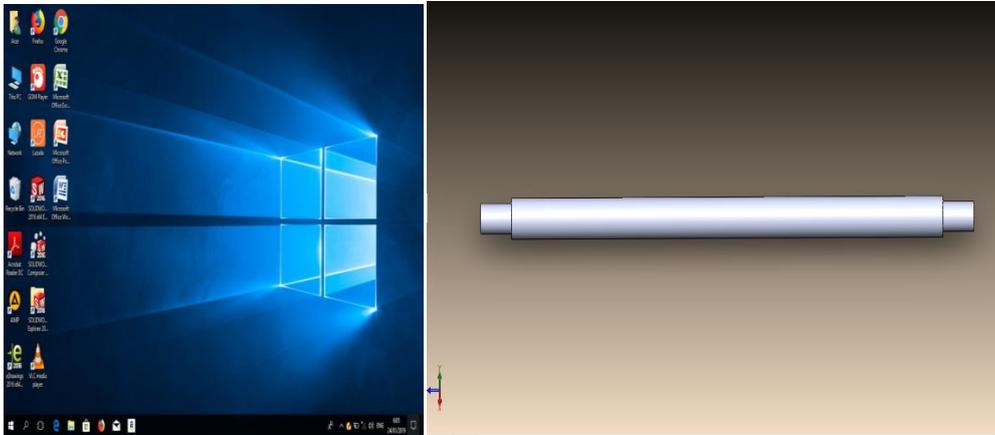
Rheba de dan Martha A.Thompson, 1987, Simulasi adalah metode pembelajaran
yang menyajikan dengan menggunakan situasi atau proses nyata.

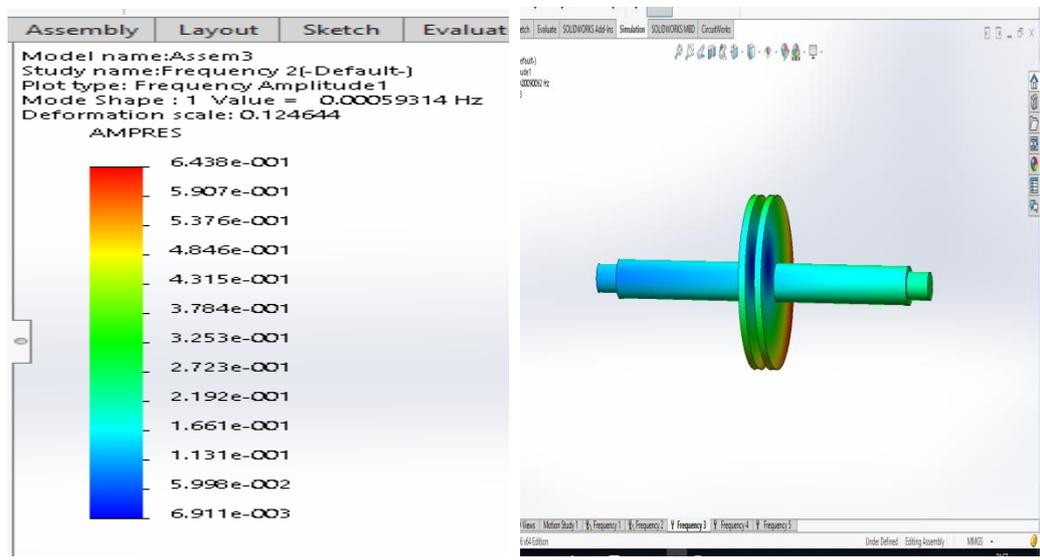
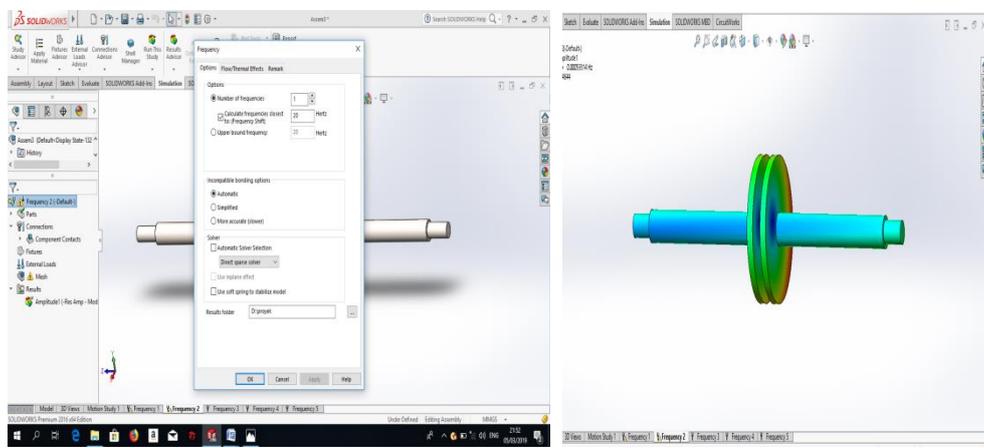
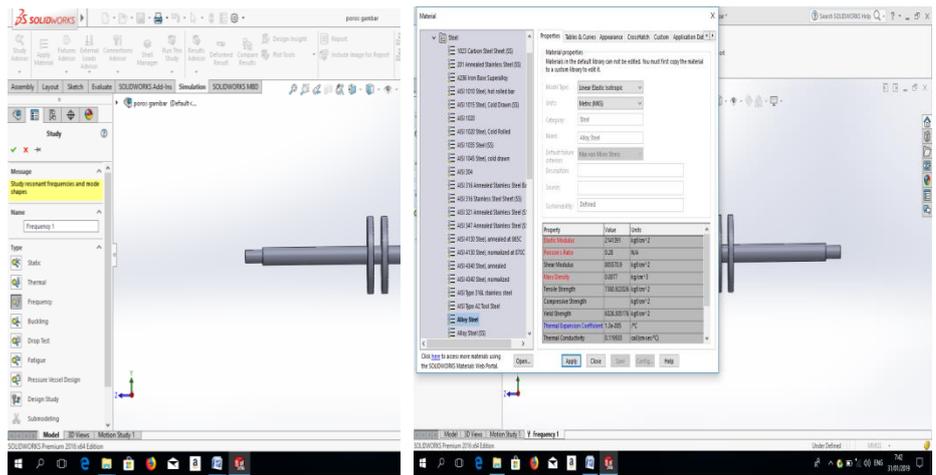
Syaefudin sa'ud 2005:129 Simulasi adalah sebuah replikasi atau visualisasi dari
perilaku sebuah sistem.

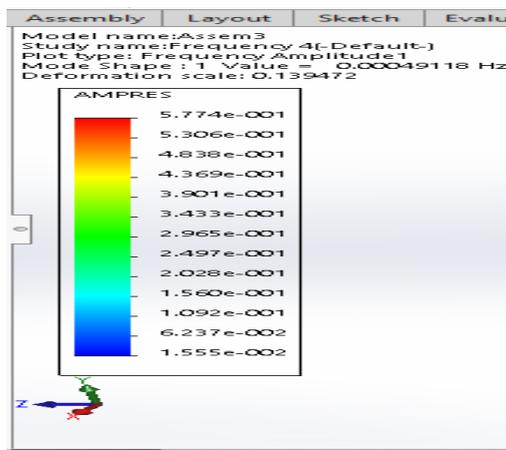
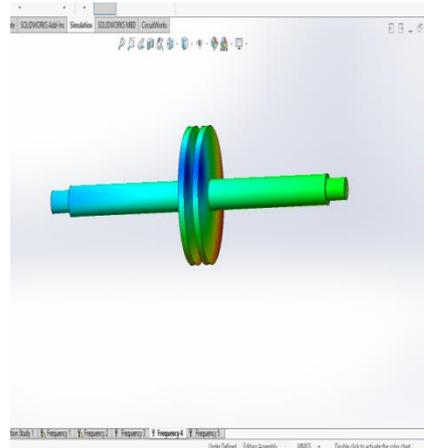
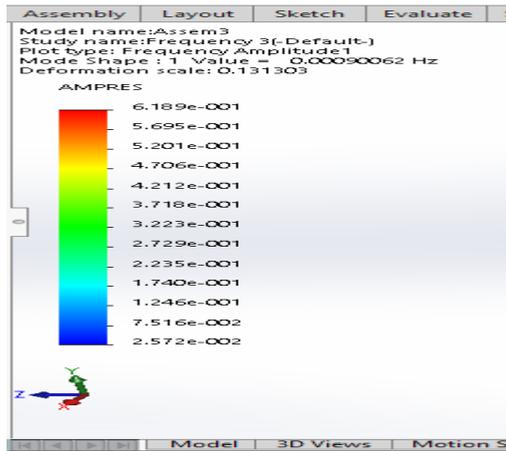
Sri Anith W.DKK 2007 Metode simulasi merupakan salah satu metode
pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran kelompok.

Depdiknas 2005, Simulasi adalah satu metode pelatihan yang memperagakan
sesuatu dalam bentuk tiruan.

LAMPIRAN







LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Simulasi Getaran Pada Piringan Ganda Akibat Perubahan Frekuensi Menggunakan Software Solidworks...

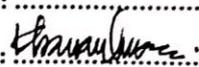
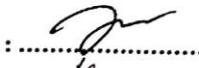
Nama : Mhd Salman Hrp
NPM : 1307230034

Dosen Pembimbing 1 : Rahmatullah, S.T., M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : Khairul Umurani, S.T., M.T

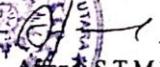
No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	5-5-2018	- Perbaiki bab I	h
	7-7-2018	- Perbaiki bab II	h
	25-7-2018	- Perbaiki bab III	h
	28-8-2018	- Perbaiki Analisa	h
	26-9-2018	- Perbaiki Daftar pustaka	h
	3-10-2018	- Perbaiki kesimpulan	h
	10-11-2018	- lanjut ke pembimbing I	h
	17-01-2019	- Acc Seminar	h

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : M.Salman Harahap
 NPM : 1407230034
 Judul Tugas Akhir : Simulasi Getaran Piringan Ganda Akibat Perubahan Pu-
 Taran.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Rahmatullah.S.T.M.Sc	:	
Pembimbing – II	: Khairul Umurani.S.T.M.T	: 	
Pembanding – I	: Bekti Soroso.S.T.M.Eng	: 	
Pembanding – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 28 Jum.Akhir 1440 H
05 Maret 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin

 Afandi.S.T.M.T


**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : M.Salman Harahap
NPM : 1407230034
Judul T.Akhir : Simulasi Getaran Piringan Ganda Akibat Perubahan Putaran.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Maaf pada masalah tugas Akhir

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 28 Jum.Akhir 1440H
05 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

Bekti Suroso
Bekti Suroso.S.T.M.Eng

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : M.Salman Harahap
NPM : 1407230034
Judul T.Akhir : Simulasi Getaran Piringan Ganda Akibat Perubahan Putaran.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Menit pada naskah tugas akhir

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

Medan 28 Jum.Akhir 1440H
05 Maret 2019 M



Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Ahmad, S.T.M.T

Dosen Pemanding- I

Bekti Suroso.S.T.M.Eng

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : MHD SALMAN HRP
NPM : 1307230034
Tempat/ Tanggal Lahir : Sei berombang, 28 Mei 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jln.P.BHAYANGKARA NO.2A
 Kel/Desa : Tebing Tinggi
 Kecamatan : Padang Hilir
 Kabupaten : Serdang Bedagai
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP : 0813 7640 9343
Nama Orang Tua
 Ayah : Raflidin Hrp
 Ibu : Erlina Daulay

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2006 : SD Negri 112108 Kebun Ajamu
2006-2009 : Mts Al-Ikhlas Kebun Ajamu
2010-2013 : SMK Pemda Rantau Prapat
2013-2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara