



LAPORAN TESIS

PENGARUH PERUBAHAN POSISI MASA SDVA DARI TITIK BERAT SISTEM UTAMA TERHADAP KARAKTERISTIK GETARAN TRANSLASI & ROTASI SISTEM UTAMA 2 DOF

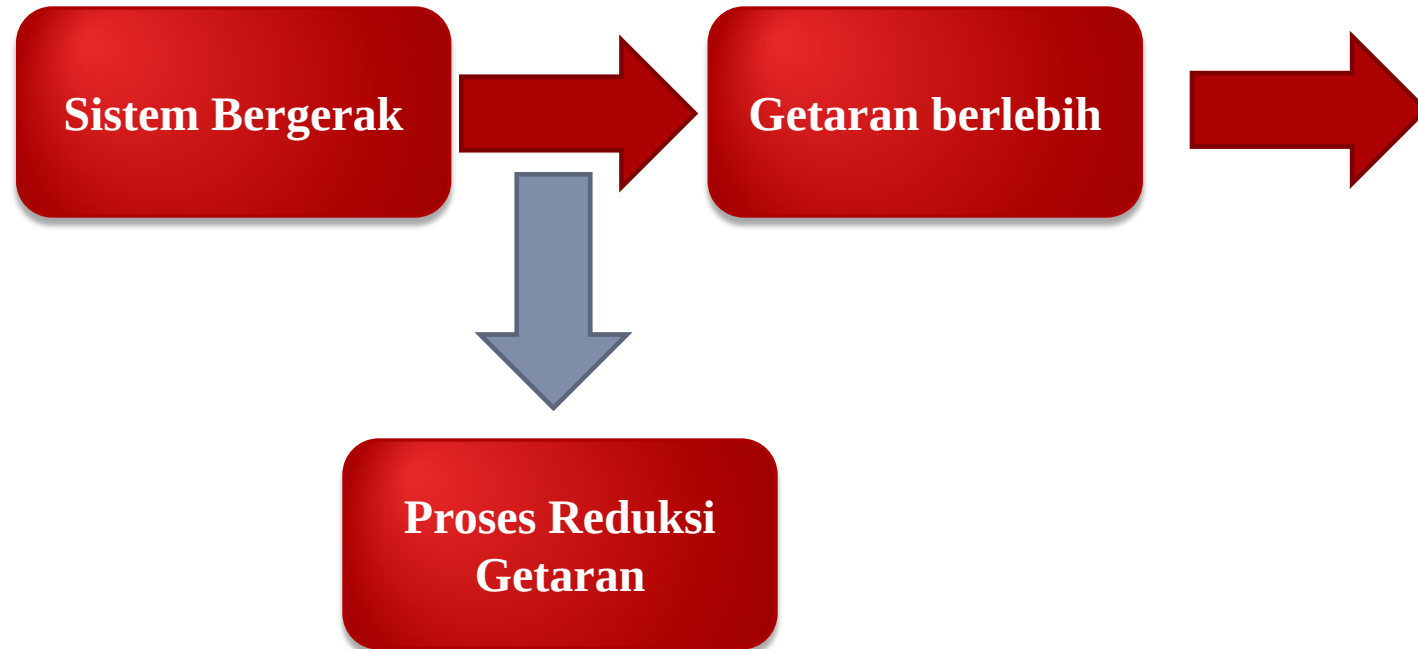
**SUSASTRO
NRP 2113205009**

**Dosen
Dr. Eng. Harus Laksana Guntur, ST., M.Eng**

**BIDANG KEAHLIAN DESAIN SISTEM MEKANIKAL
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



Latar Belakang 1/3



**Kerusakan
Sistem**



1.1 Latar Belakang 2/3

Beberapa cara mereduksi getaran pada sistem



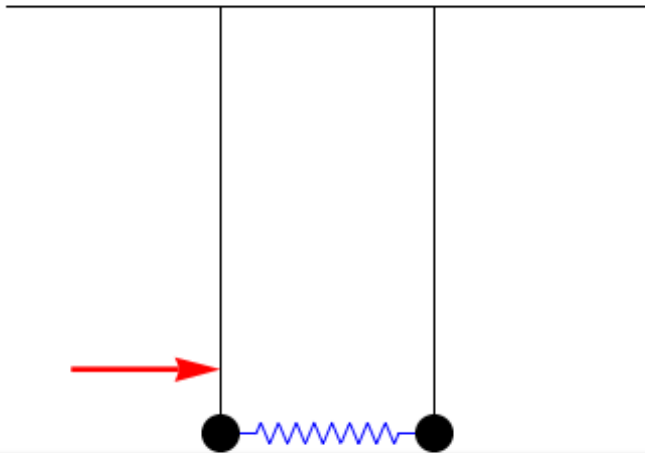
Pada Bangunan
bertingkat

Memberikan SDVA



Latar Belakang 3/3

SDVA: suatu masa dan pegas yang diberikan pada sistem guna mengurangi getaran pada frekuensi operasi dari sistem



Bekerja dengan jalan menciptakan interferensi destruktif pada getaran Sistem

SDVA Banyak digunakan untuk getaran Translasi



Banyak kasus getaran adalah gerak translasi dan rotasi

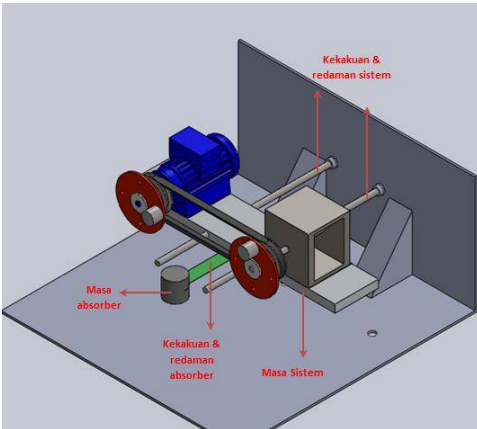


Penggunaan SDVA untuk meredam translasi & rotasi



Rumusan Masalah

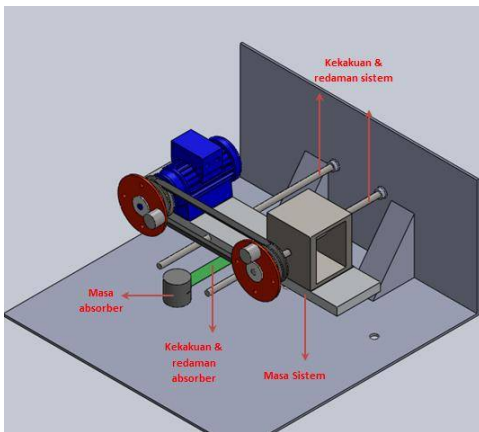
1. Bagaimana karakteristik getaran dari sistem dengan dua derajat kebebasan setelah penambahan DVA?
2. Bagaimana pengaruh perubahan lengan momen dan masa SDVA terhadap perubahan respon getaran sistem 2 DOF?





Tujuan Penelitian

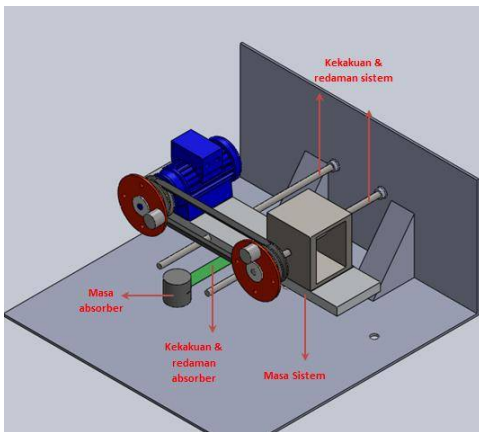
1. Mengetahui karakteristik getaran dari sistem dengan dua derajat kebebasan setelah penambahan DVA.
2. Mengetahui pengaruh perubahan lengan momen dan masa SDVA terhadap perubahan respon getaran sistem 2 DOF.





Batasan Masalah

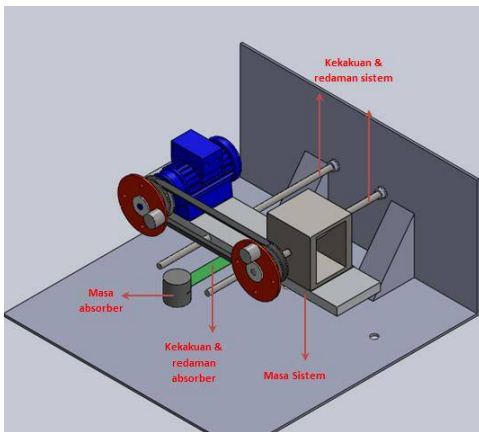
1. Gaya eksitasi yang terjadi hanya disebabkan masa unbalance.
2. Sudut masa unbalance yang digunakan adalah 90°
3. Gerak translasi yang terjadi hanya ke arah sumbu Y (vertikal) dari balok beam.
4. Parameter yang digunakan dalam simulasi merupakan parameter dari prototip DVA
5. Masa absorber yang digunakan dalam simulasi adalah $1/40$, $1/20$ & $1/10$ dari masa total sistem.
6. Kekakuan absorber yang digunakan dalam simulasi adalah $1/40$, $1/20$ & $1/10$ dari kekakuan total sistem.





Kontribusi Penelitian

1. Dapat memberikan data-data karakteristik getaran sebagai fungsi dari perubahan jarak lengan momen dan masa absorber yang diberikan.
2. Memberikan data perbandingan kemampuan SDVA untuk mereduksi getaran dengan perubahan masa dan lengan momen yang diberikan
3. Dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan gerak translasi dan rotasi SDVA.



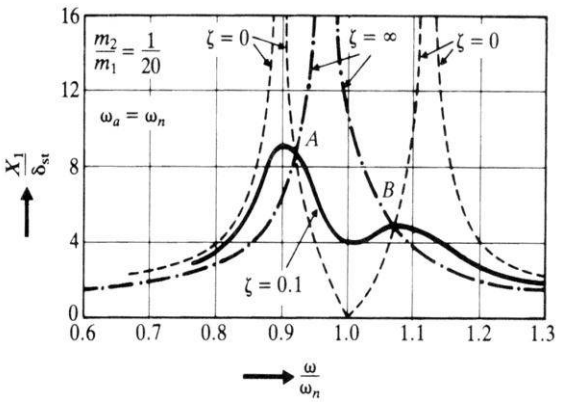
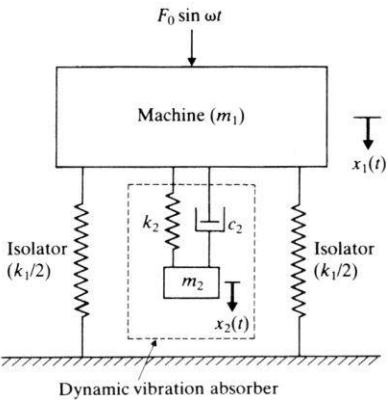
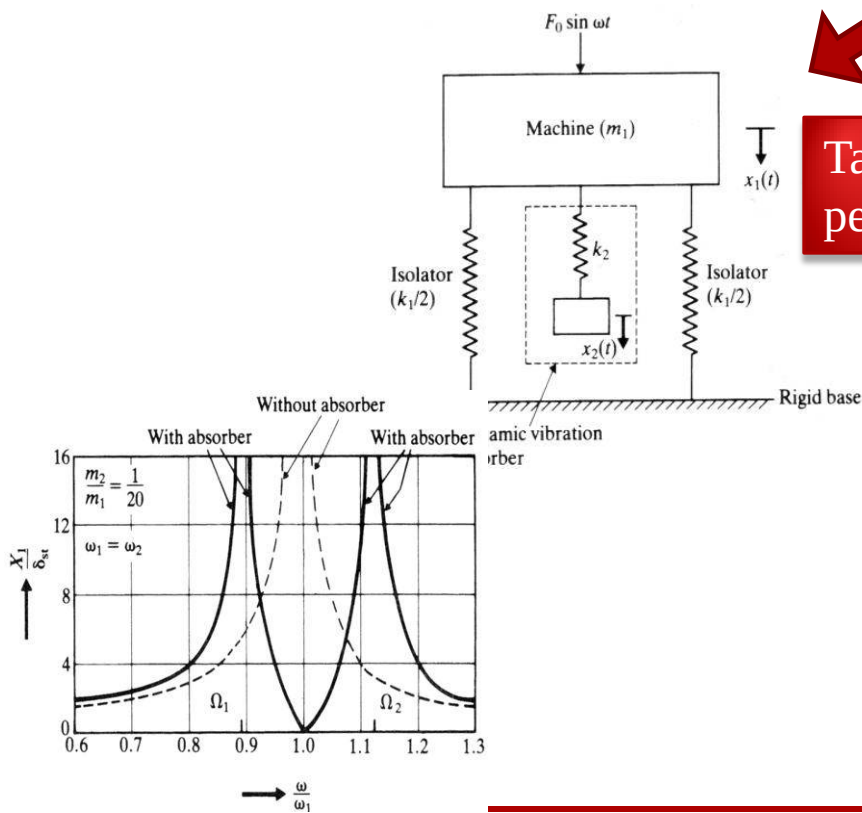


Tinjauan Pustaka

Jenis SDVA

Tanpa peredam

Dengan Peredam

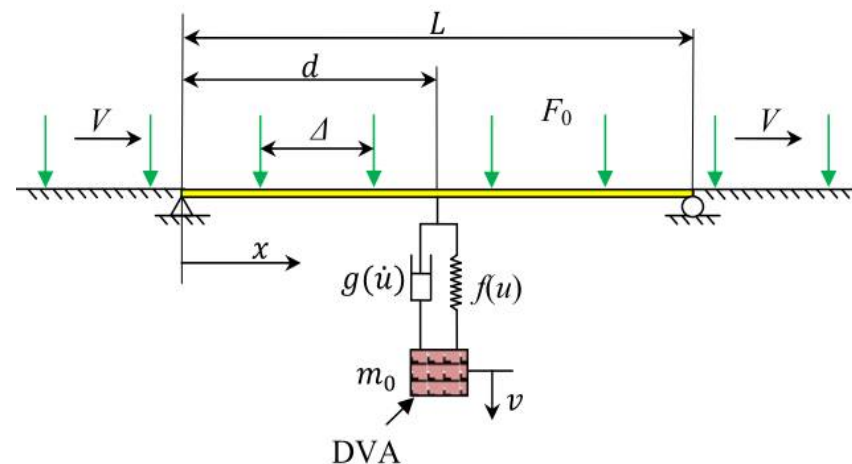




Tinjauan Pustaka

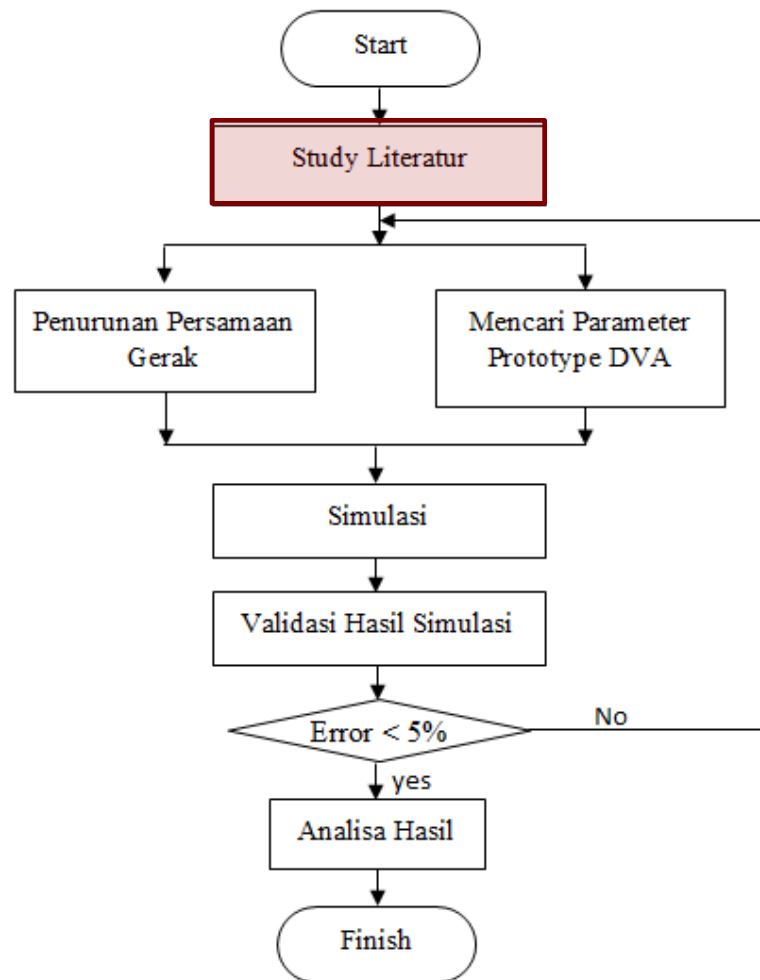
- Penelitian : referensi [8] dan [10]
 - pemodelan pada beam dan kedua ujung fix.
 - rotasi berasal dari lendutan beam
- Beam dengan kedua ujung terhubung pegas-peredam belum dilakukan

DVA pada Beam





Langkah Penelitian





Langkah Penelitian

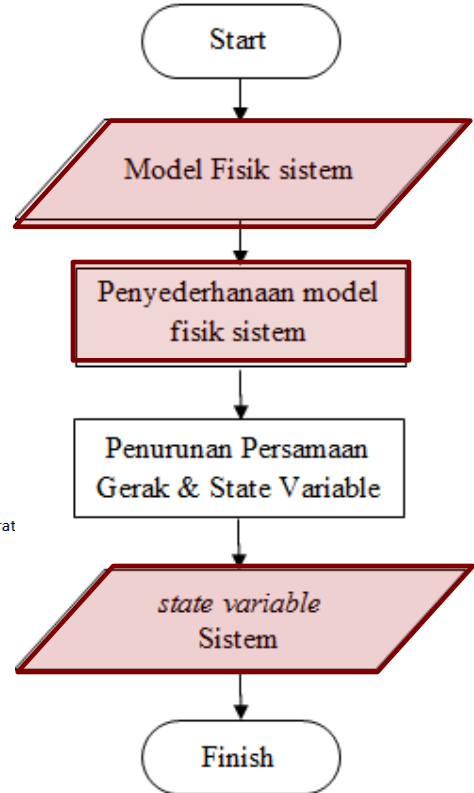
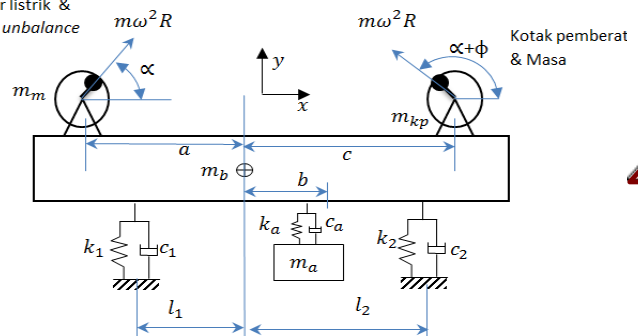
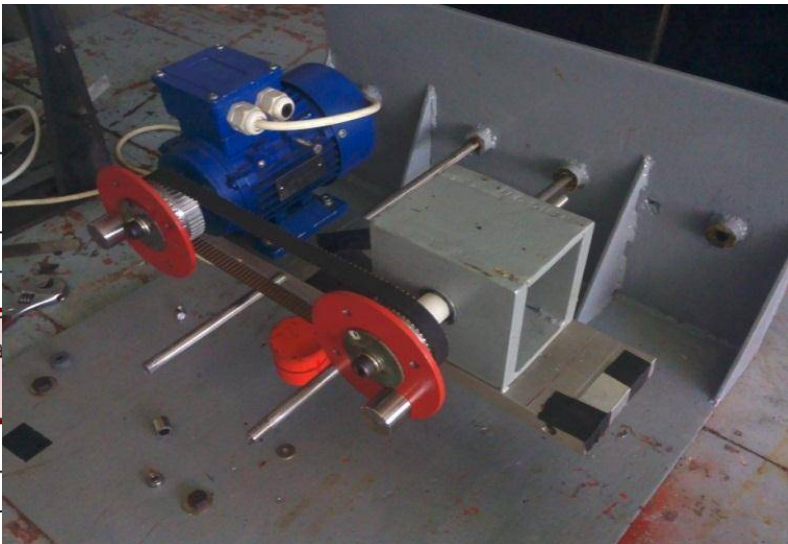
$$\ddot{y}_a = \frac{1}{M_a} [C_a \dot{y}_b - C_a b \dot{\theta} + k_a y_s - k_a b \theta - C_a \dot{y}_a - k_a y_a]$$

Penurunan Persamaan Gerak

$$\ddot{y}_s = \frac{1}{m_s} [m\omega^2 R \sin \alpha + m\omega^2 R \sin(\alpha + 90) + C_a \dot{y}_a + k_a y_a - (C_1 + C_2 + C_a) \dot{y}_s - (k_1 + k_2 + k_a) y_s - (C_1 l_1 - C_2 l_2 - C_a b) \dot{\theta} - (k_1 l_1 - k_2 l_2 - k_a b) \theta]$$

Validasi Hasil Simulasi

$$\ddot{\theta} = \frac{1}{I} [(-C_1 l_1 + C_2 l_2 + C_a b) \dot{y}_s + (-k_1 l_1 + k_2 l_2 + k_a b) y_s - C_a b \dot{y}_a - k_a b y_a - m c \omega^2 R \sin(\alpha + 90) + m a \omega^2 R \sin(\alpha) - (C_1 l_1^2 + C_2 l_2^2 + C_a b^2) \dot{\theta} - (k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2 + k_a b^2) \theta]$$

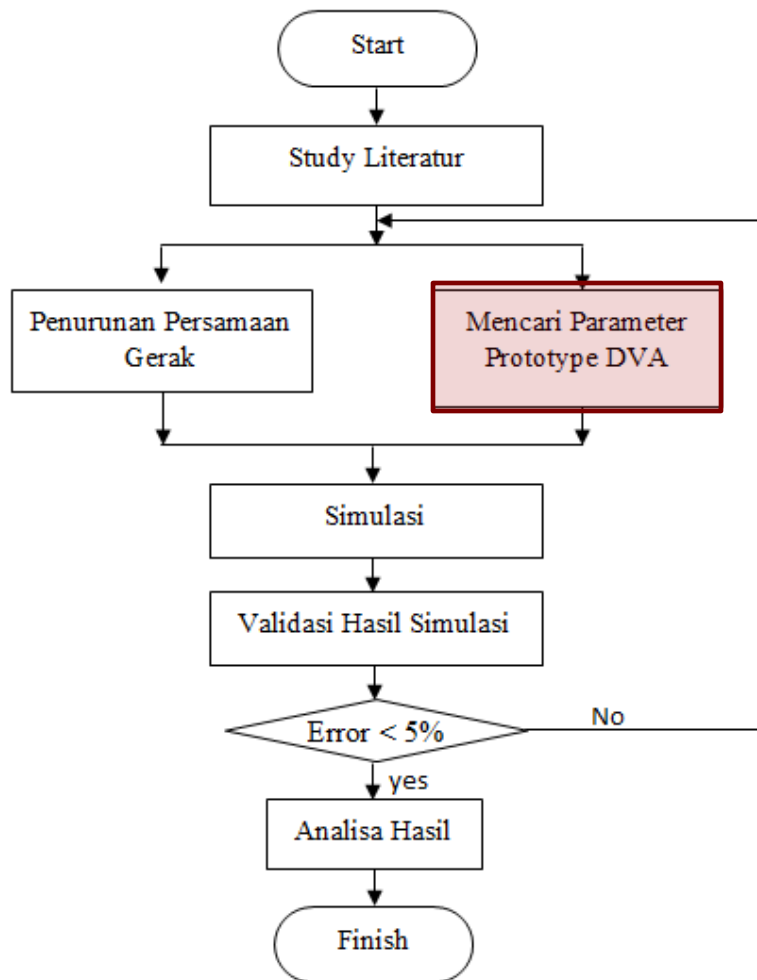


Analisa Hasil
Finish



Langkah Penelitian

- 1 Berat, Inersia & Dimensi
- 2 Kekakuan Cantilever Sistem & absorber
- 3 Redaman Sistem
- 4 Redaman Absorber





Mencari Parameter DVA

1 Berat, Inersia & Dimensi

KETERANGAN	NILAI
Inersia total sistem	0,322
Cantilever Absorber: - Bahan - Bentuk penampang - Panjang - Lebar - tebal	Stainles steel Balok plat tipis 6 cm 2,9 cm 1 mm
Motor - Putaran maksimum - Daya maksimum - Berat (m_m) - Jarak CG beam – CG motor (a)	50 Hz 0,25 HP 5 Kg 14,5 cm
Kotak Kopling - Bahan - Berat (m_{kk}) - Jarak CG beam – CG kotak pemberat (c)	Baja 5 Kg 14,5 cm
Masa unbalance - Berat masa unbalance (m) - Diameter Disk (r) - Beda fasa masa unbalance	0,14 Kg 4,5 cm 90°





Mencari Parameter DVA

3.a

Kekakuan Sistem

Masa (Kg)	F tiap cantilever (N)	X (m)	Δx (m)	Ks (N/m)
0	0	0,1515	0	0
13,884	69,42	0,1499	0,002	34710
18,884	94,42	0,1488	0,0027	34970,37
23,884	119,42	0,14825	0,00325	36744,61
28,884	144,42	0,148	0,0035	41262,85
33,884	169,42	0,14795	0,00355	47723,94
38,884	194,42	0,1463	0,0052	37388,46
Rata rata				38800,04

3.b

Kekakuan absorber

Variasi 1

$$M_a = M_s/10$$

$$K_a = K_s/10$$

Variasi 2

$$M_a = M_s/20$$

$$K_a = K_s/20$$

Variasi 3

$$M_a = M_s/40$$

$$K_a = K_s/40$$



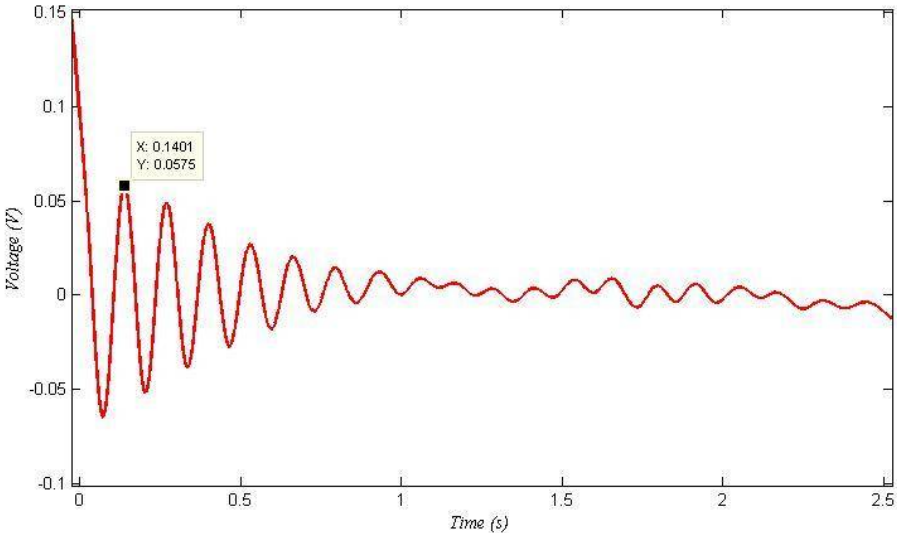


Mencari Parameter DVA

1

Redaman Sistem

$$2.C = 2.(m). \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\left[\frac{2\pi}{\ln\left(\frac{a_n}{a_{n+1}}\right)} \right]^2 + 1}}$$



Data ke-n	Ketinggian puncak ke-n (Volt)	Ketinggian puncak ke-n+1 (Volt)	C (N.s/m)
1.	0,06096	0,050575	30,85
2.	0,050575	0,03798	47,28
3.	0,03798	0,02688	57,04
4.	0,02688	0,019155	55,91
5.	0,011557	0,008166	57,31
		average	49,67



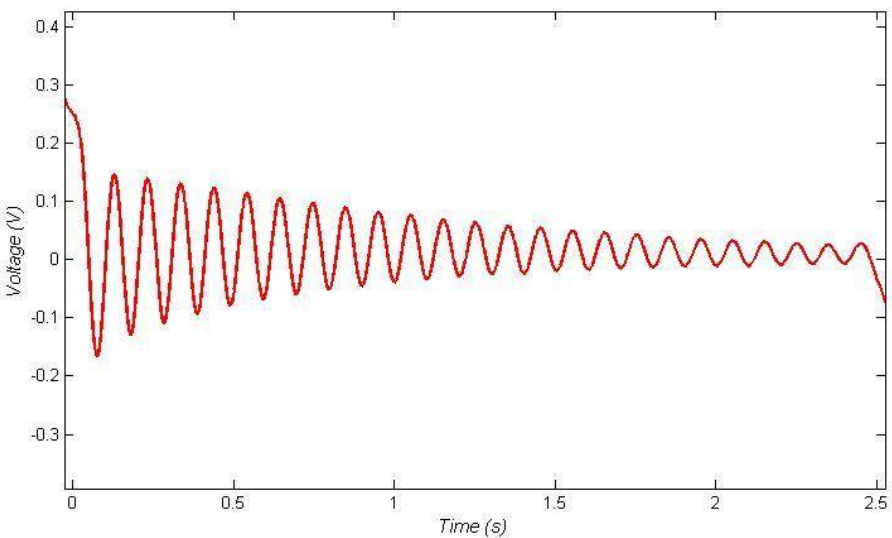


Mencari Parameter DVA

2

Redaman absorber

$$C = 2 \cdot (m) \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\left[\frac{2\pi}{\ln\left(\frac{a_n}{a_{n+1}}\right)} \right]^2 + 1}}$$

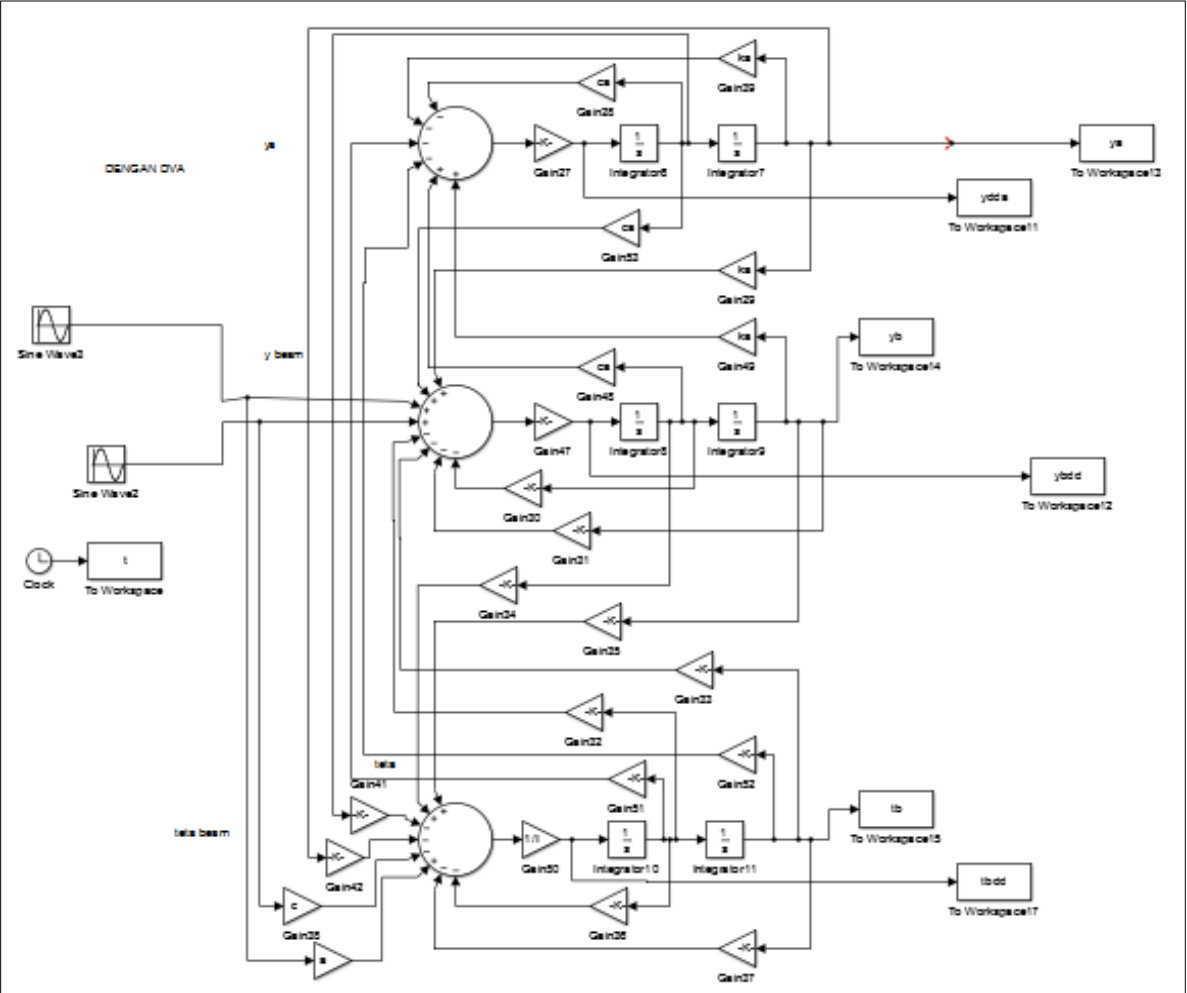


Data ke- n	Ketinggian puncak ke-n (Volt)	Ketinggian puncak ke-n+1 (Volt)	C (N.s/m)
1.	0,1377	0,12465	1,71
2.	0,12465	0,112085	1,83
3.	0,112085	0,101035	1,79
4.	0,101035	0,092055	1,60
5.	0,092055	0,08285	1,82
		Rata-rata	1,75





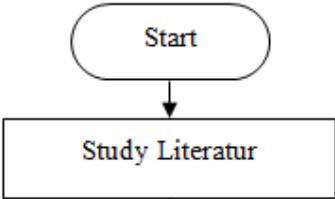
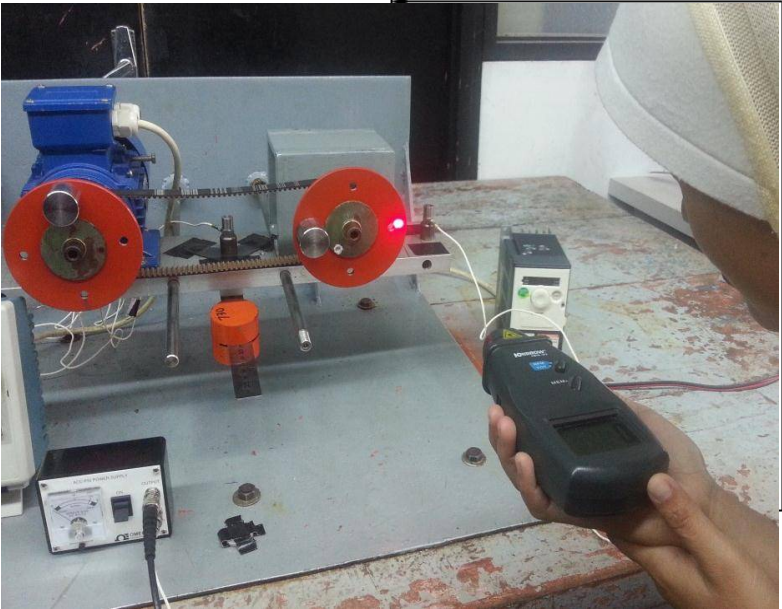
Langkah Penelitian



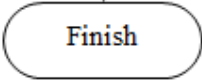


Langkah Dasar Penelitian

- 1 Tanpa DVA
 - 1.a Translasi
 - 1.b Rotasi
- 2 Dengan DVA
 - 2.a Translasi
 - 2.b Rotasi



Analisa Hasil

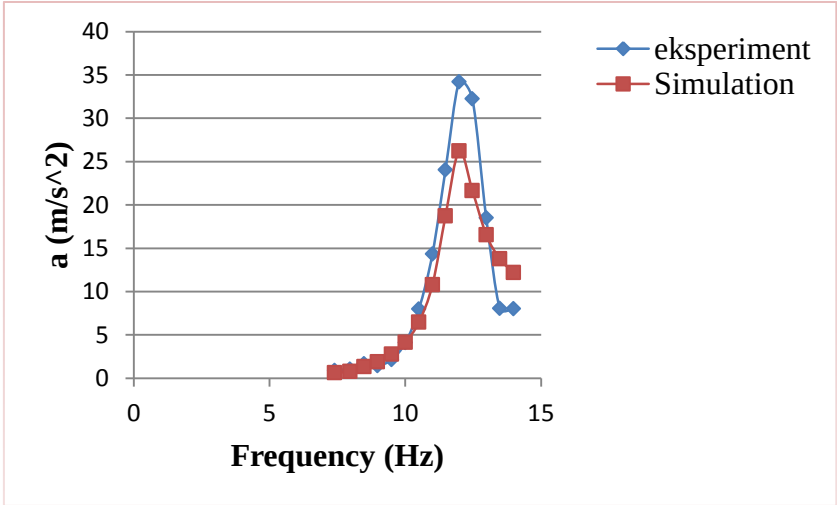


Set Point	Frekuensi (Hz)
10	7.4
11	7.96
12	8.48
13	8.98
14	9.5
15	10
16	7.5
17	11
18	11.48
19	11.98
20	12.47
21	12.98
22	13.48
23	13.98



Validasi

1.a Tanpa DVA (translasi)



Frekuensi (Hz)	RMS Percepatan Exp (m/s^2)	RMS Percepatan simulasi (m/s^2)	Error (%)
7,4	0,880250621	0,598	29,07
7,96	1,047708673	0,8937	24,02
8,48	1,656205125	1,302	19,63
8,98	1,435854518	1,867	32,18
9,5	2,167820415	2,755	28,51
10	4,096184698	4,121	1,33
10,5	7,982812631	6,453	18,93
11	14,35265956	10,82	24,82
11,48	24,05735627	18,97	22,14
11,98	34,19239884	26,82	23,31
12,47	32,25190396	21,9	32,84
12,98	18,50561617	16,6	10,56
13,48	8,062072002	13,79	70,92
13,98	8,010696024	12,22	52,42
		Rata-rata	27,91

Untuk frekuensi 11,98,
RMS eksperimen = 34,19 dan RMS simulasi 26,22 maka:

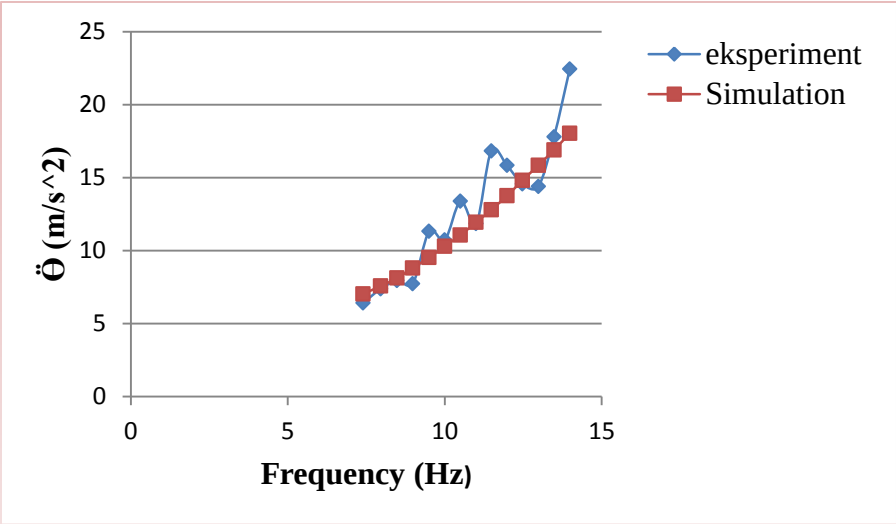
$$\%_{error} = \frac{34,19 - 26,22}{34,19} \times 100\% = 23,31 \%$$





Validasi

1.b Tanpa DVA (rotasi)



Frekuensi (Hz)	RMS Percepatan Exp (m/s^2)	RMS Percepatan simulasi (m/s^2)	Error (%)
7,4	6,413571886	7,032	9,64
7,96	7,385323742	7,577	2,59
8,48	7,945523396	8,126	2,27
8,98	7,733330678	8,806	13,87
9,5	11,31337627	9,528	15,78
10	10,73067798	10,29	4,11
10,5	13,38662215	11,07	17,30
11	11,84210737	11,94	0,83
11,48	16,82968	12,8	23,94
11,98	15,83756	13,75	13,18
12,47	14,56496	14,8	1,61
12,98	14,39738865	15,84	10,02
13,48	17,79764186	16,9	5,04
13,98	22,43155315	18,03	19,62
		Rata-rata	9,98

Untuk frekuensi 13,98,
RMS eksperimen = 22,43 dan RMS simulasi 18,03 maka:

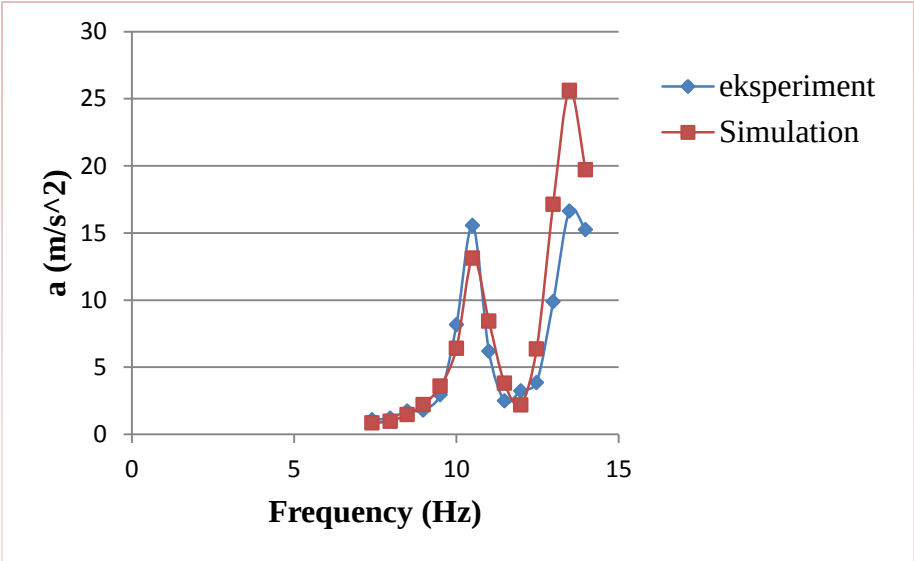
$$\%_{error} = \frac{22,43 - 18,03}{22,43} \times 100\% = 19,622 \%$$





Validasi

1.a Dengan DVA (translasi)



Frekuensi (Hz)	RMS Percepatan Exp (m/s^2)	RMS Percepatan simulasi (m/s^2)	Error (%)
7,4	1,080293974	0,85	21,31
7,96	1,216909599	0,9827	19,24
8,48	1,732358401	1,472	15,03
8,98	1,812697349	2,214	22,14
9,5	2,944417937	3,581	21,62
10	8,16	6,406	21,49
10,5	15,55519561	13,13	15,59
11	6,193	8,427	36,07
11,48	2,486439206	3,81	53,23
11,98	3,24658	2,178	32,91
12,47	3,8657	6,348	64,21
12,98	9,88427	17,14	73,40
13,48	16,62488	25,61	54,04
13,98	15,253578	19,71	29,21
		Rata-rata	34,25

Untuk frekuensi 13,48,
RMS eksperimen = 16,62 dan RMS simulasi 25,61 maka:

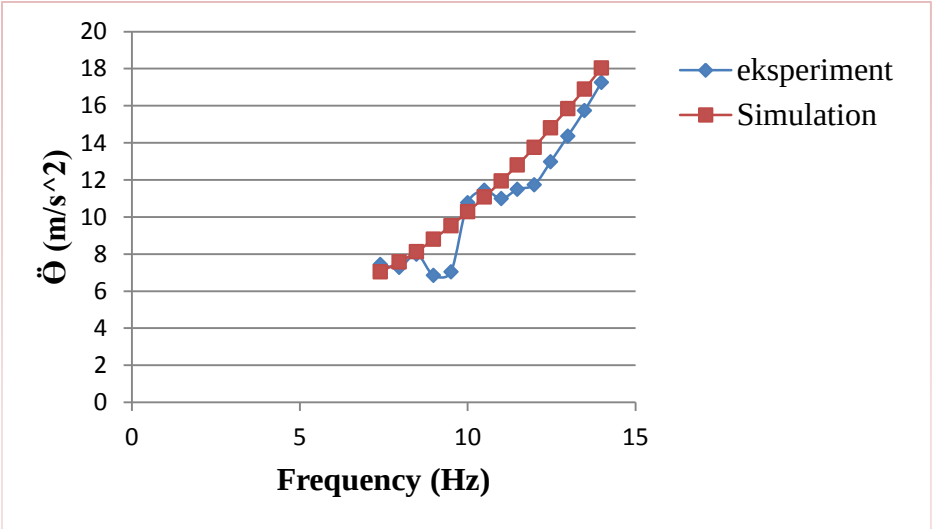
$$\%_{error} = \frac{25,61 - 16,62488}{16,62488} \times 100\% = 54,046 \%$$





Validasi

1.b Dengan DVA (rotasi)



Frekuensi (Hz)	RMS Percepatan Exp (m/s^2)	RMS Percepatan simulasi (m/s^2)	Error (%)
7,4	7,437	7,032	5,44
7,96	7,282454252	7,577	4,04
8,48	7,991658603	8,126	1,68
8,98	6,841565825	8,806	28,71
9,5	7,032529575	9,528	35,48
10	10,77	10,29	4,45
10,5	11,43897585	11,07	3,23
11	10,989	11,94	8,65
11,48	11,49751386	12,8	11,32
11,98	11,73408	13,75	17,18
12,47	12,98127	14,8	14,01
12,98	14,36442952	15,84	10,27
13,48	15,74464	16,9	7,34
13,98	17,25132	18,03	4,51
		Rata-rata	11,17

Untuk frekuensi 7,4,
RMS eksperimen = 7,437 dan RMS simulasi 7,032 maka:

$$\%_{error} = \frac{7,437 - 7,032}{7,437} \times 100\% = 5,445 \%$$



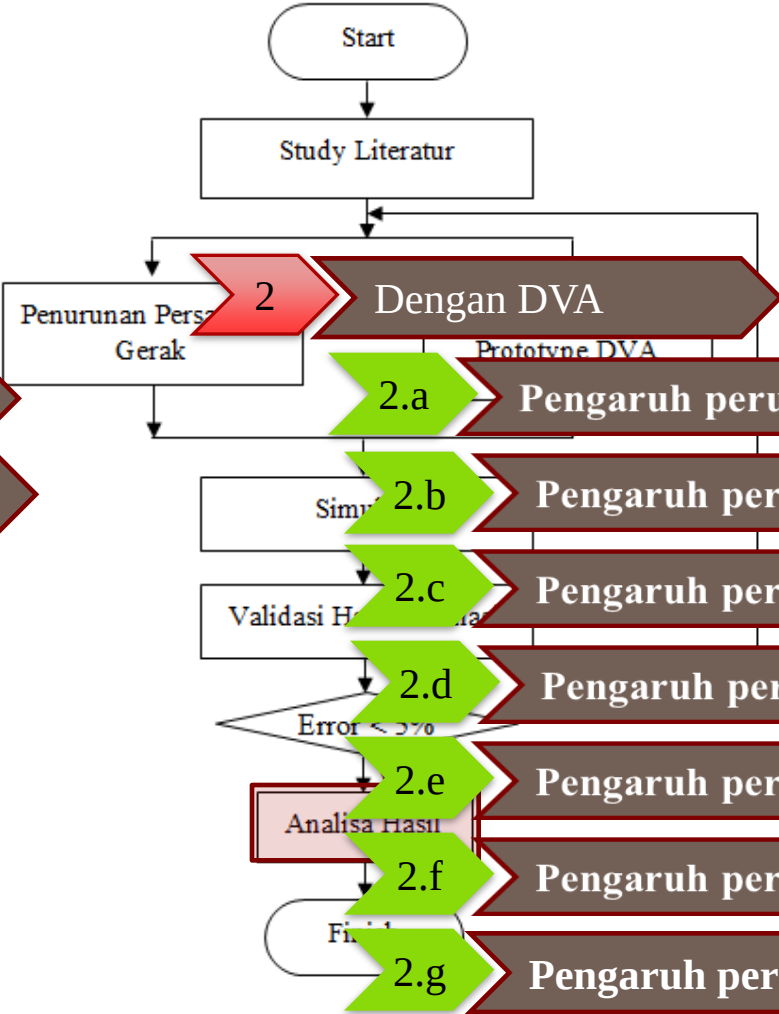


Langkah Dasar Penelitian

1 Tanpa DVA

1.a Translasi

1.b Rotasi



$$r_l = b / (\frac{1}{2} \cdot l)$$

2.a Pengaruh perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{10} m_s$

2.b Pengaruh perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{20} m_s$

2.c Pengaruh perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{40} m_s$

2.d Pengaruh perubahan (m_a) untuk $r_l = 0$

2.e Pengaruh perubahan (m_a) untuk $r_l = 0.5$

2.f Pengaruh perubahan (m_a) untuk $r_l = 1$

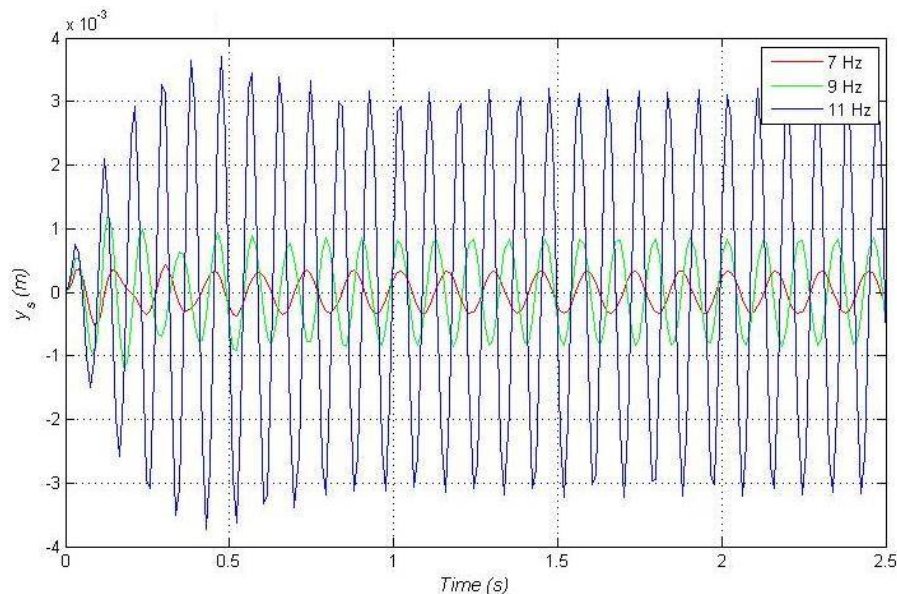
2.g Pengaruh perubahan m_a untuk r_l



Analisa Hasil Tanpa DVA

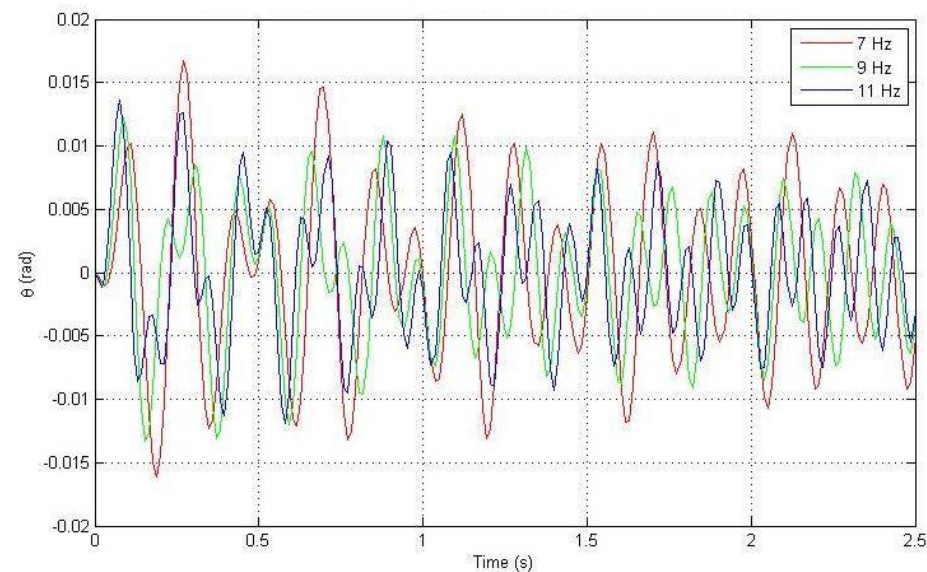
1

Translasi



2

Rotasi



Sistem adalah tak terkopel:

- Arah Translasi $\omega_n = \sqrt{(k_1 + k_2)/m_s)} = 11,9 \text{ Hz}$
- Arah Translasi $\omega_n = \sqrt{(k_1 l_1 + k_2 l_2)/I)} = 4,2 \text{ Hz}$

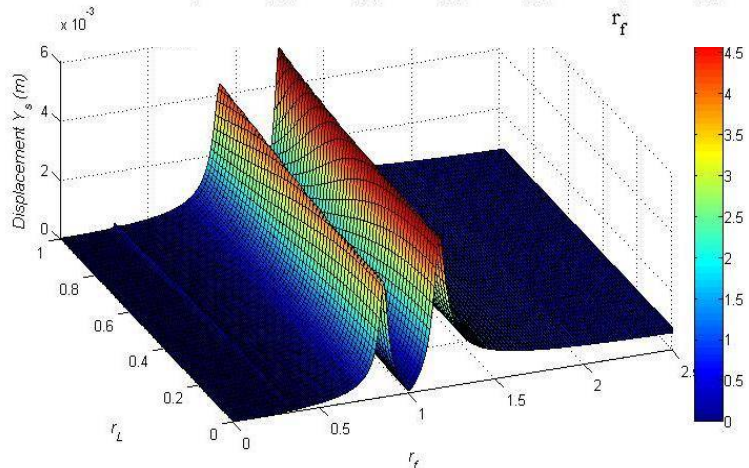
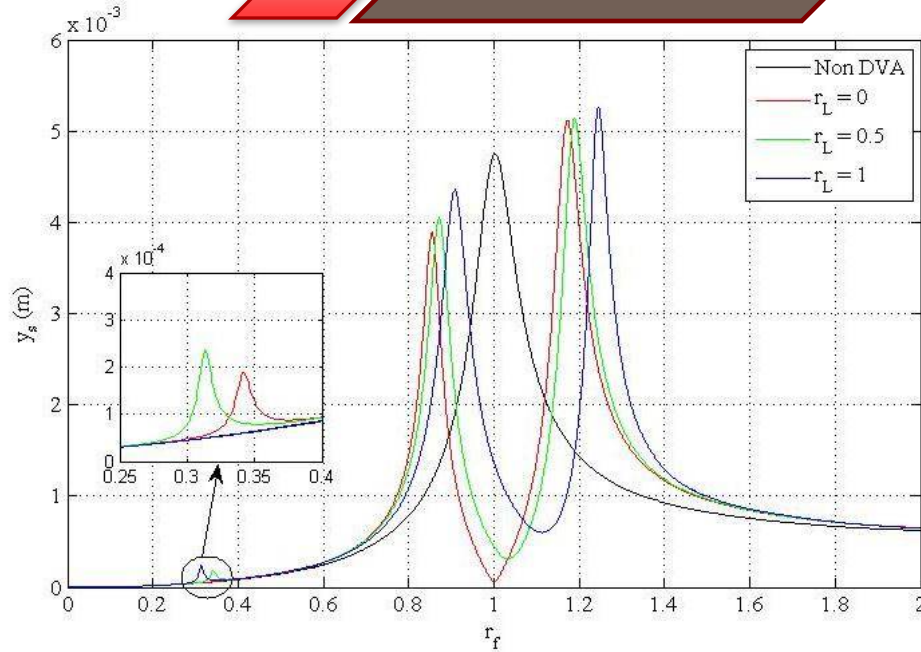




Perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{10}m_s$

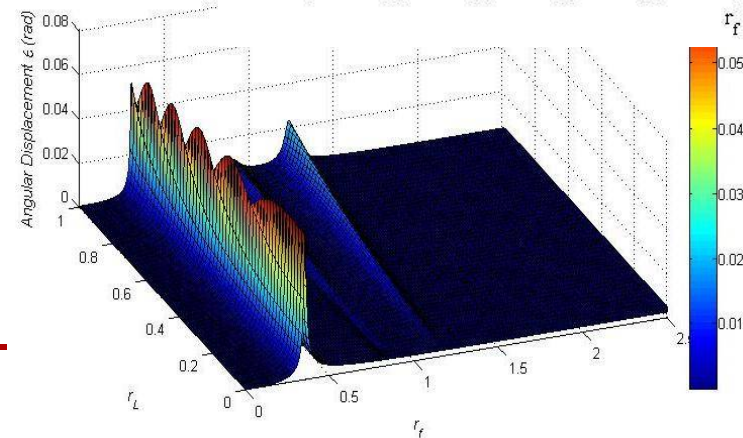
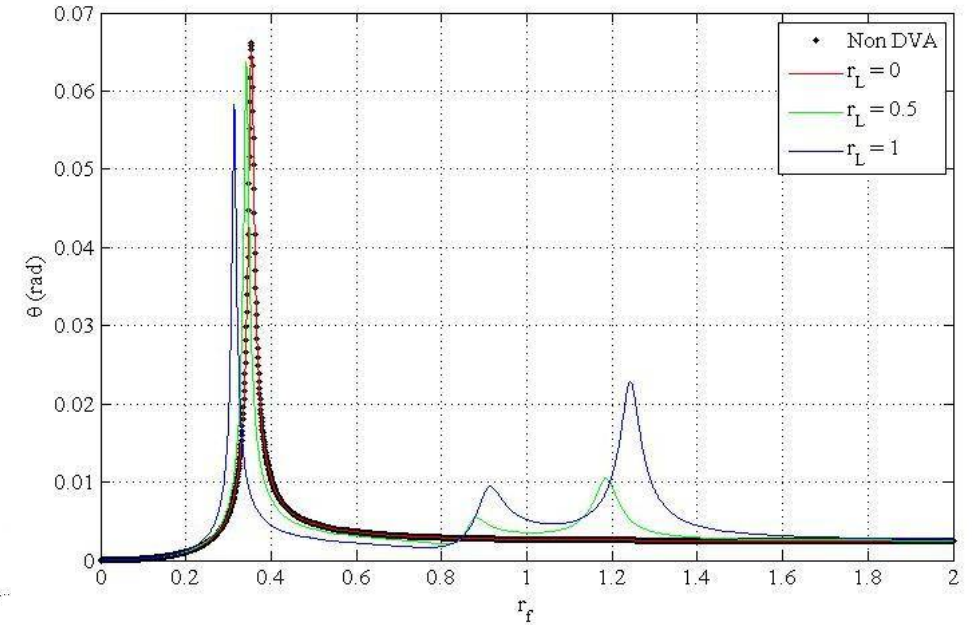
1

Translasi



2

Rotasi

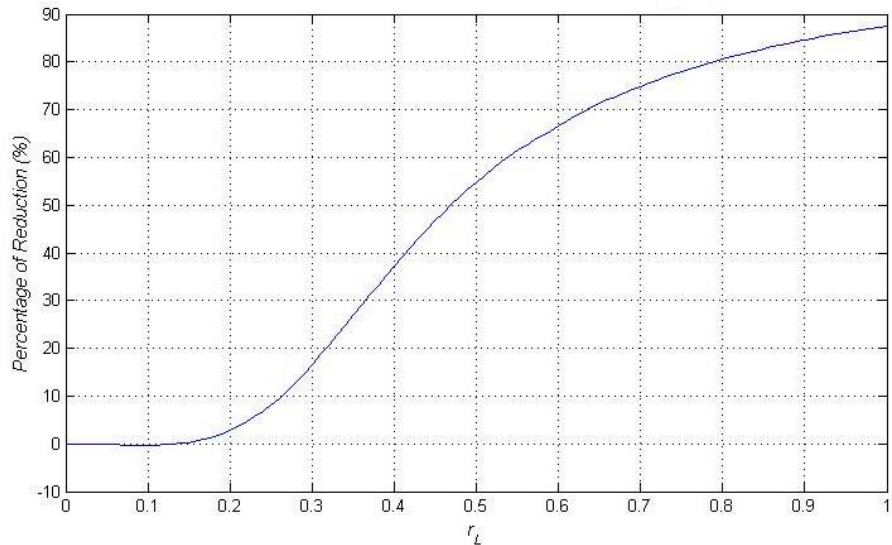
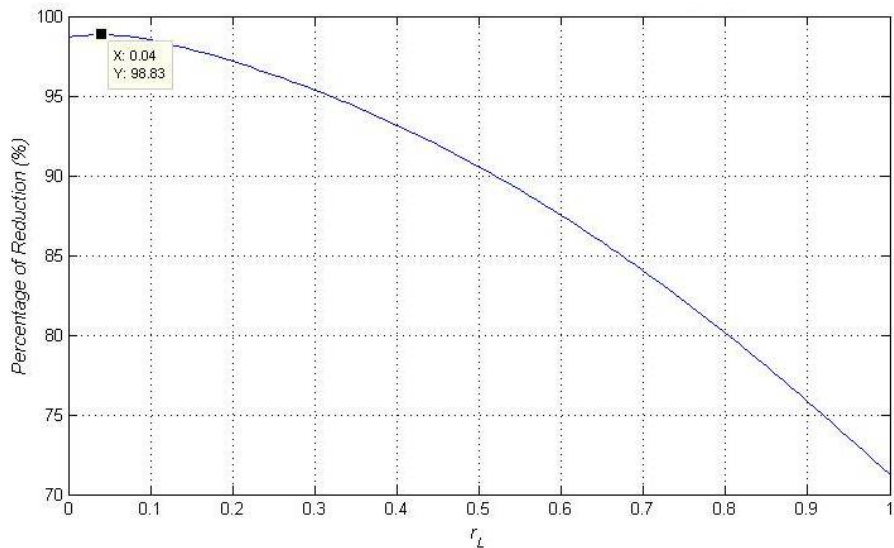




Perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{10}m_s$

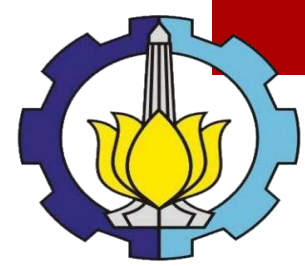
1 Translasi

2 Rotasi



Getaran arah	Pengurangan max	r_l
Translasi	98,83 %.	0,04
Rotasi	87,51 %	1

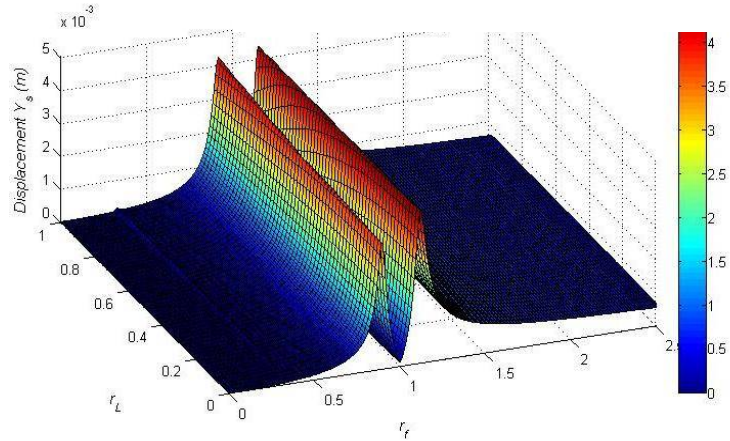
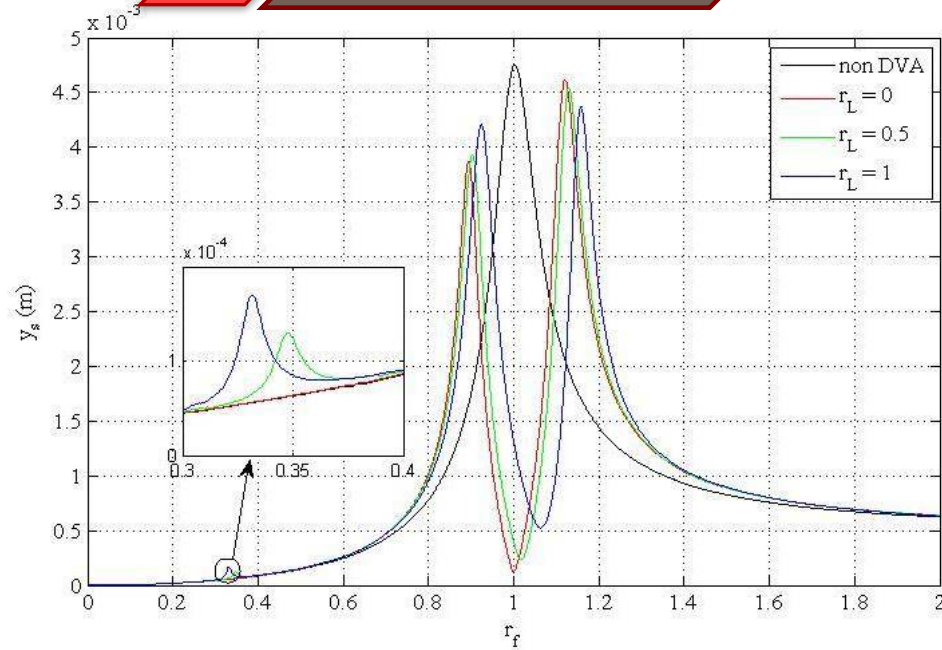




Perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{20}m_s$

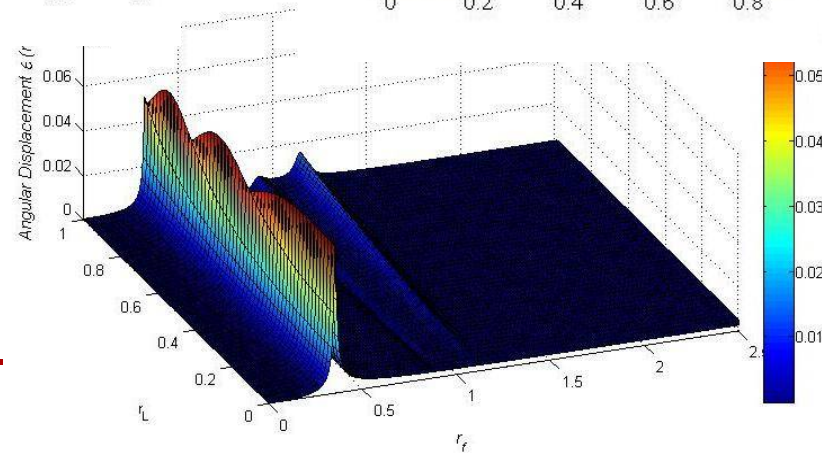
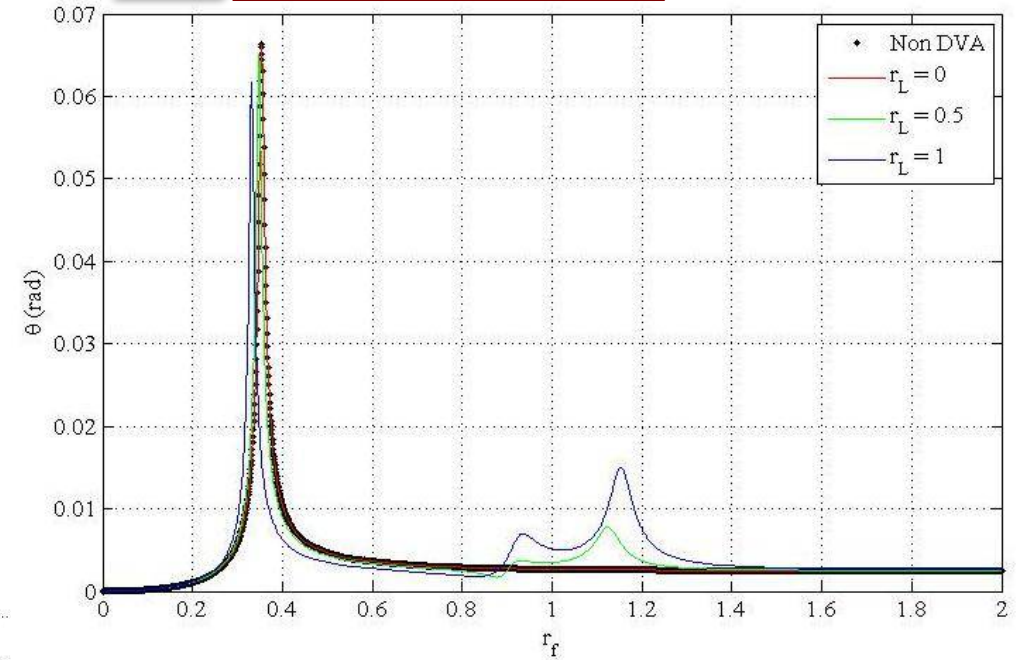
1

Translasi



2

Rotasi

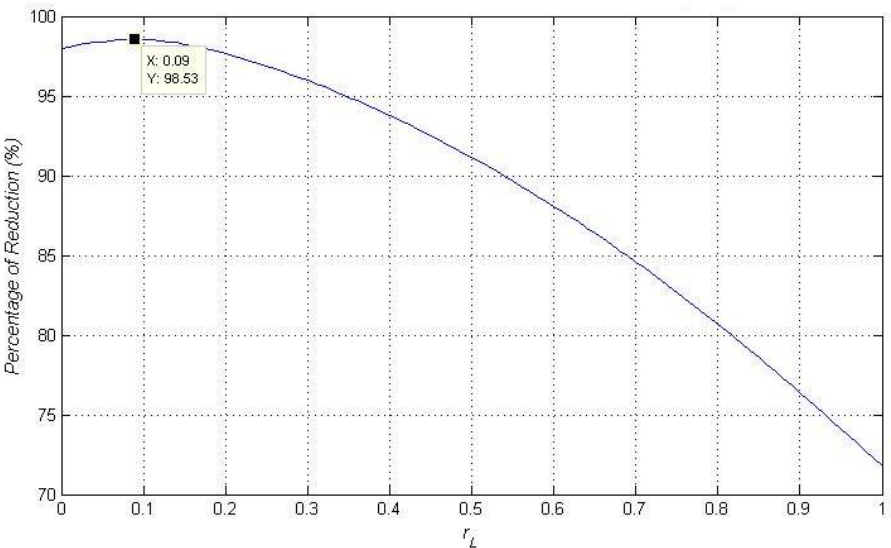




Perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{20}m_s$

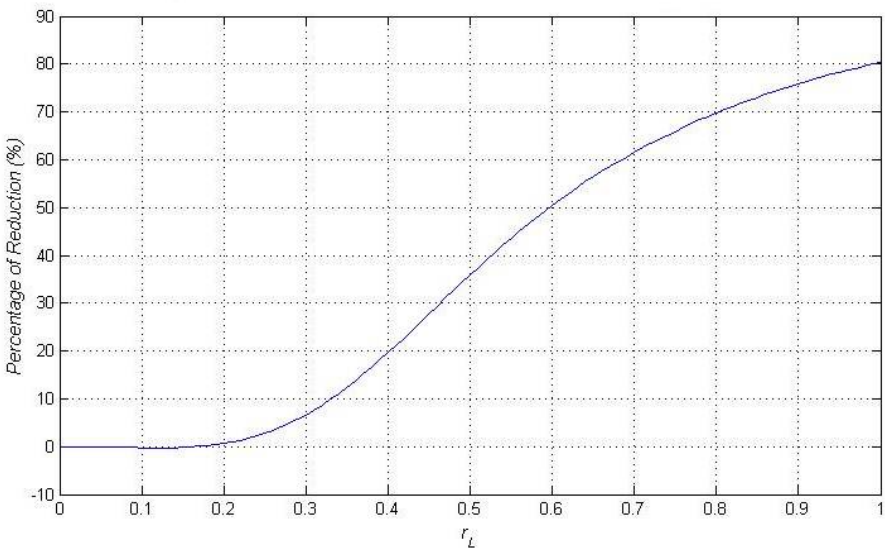
1

Translasi



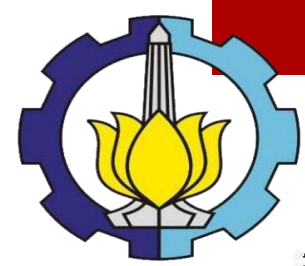
2

Rotasi



Getaran arah	Pengurangan max	r_l
Translasi	98,53 %.	0,09
Rotasi	80,41 %	1

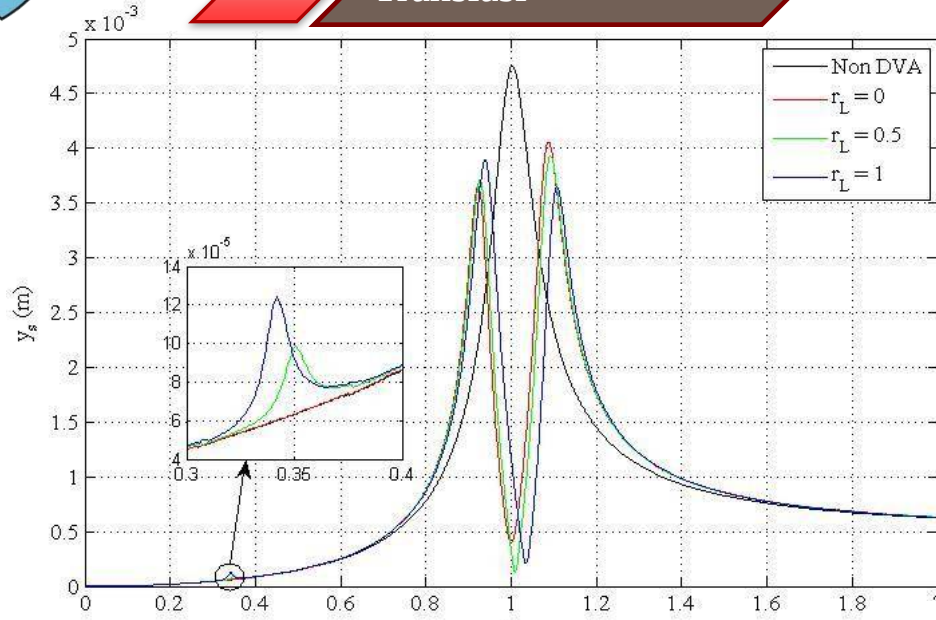




Perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{40}m_s$

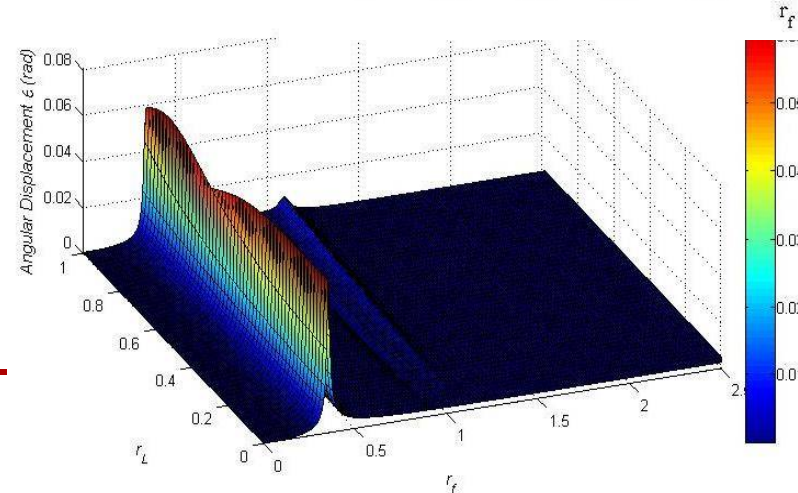
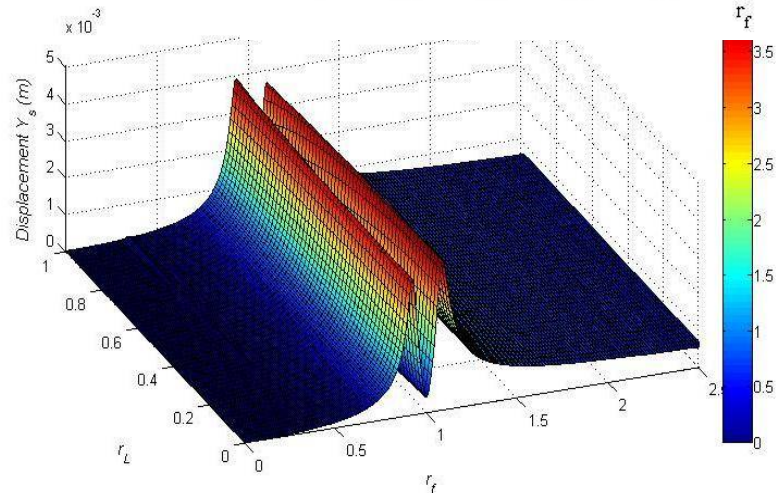
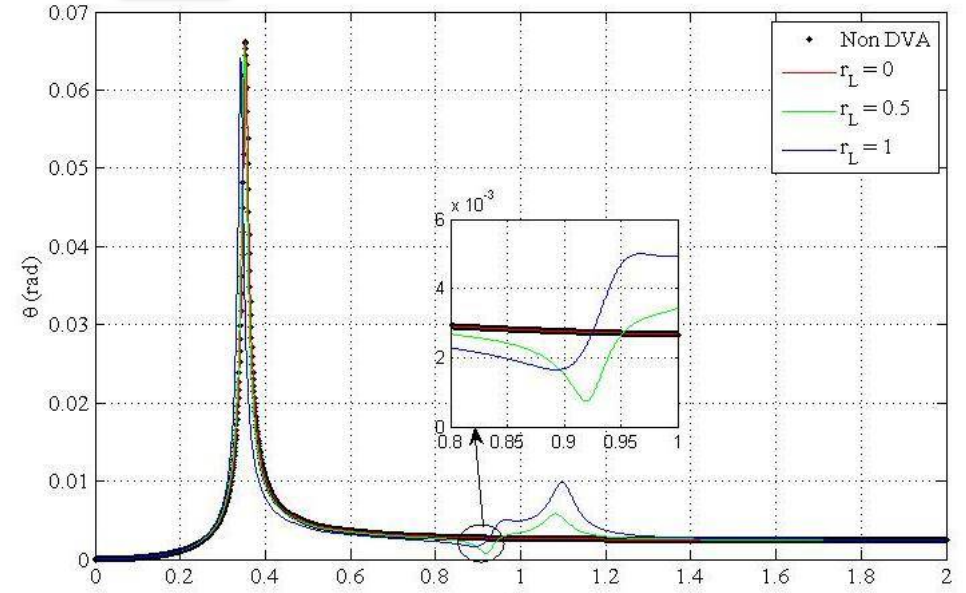
1

Translasi



2

Rotasi

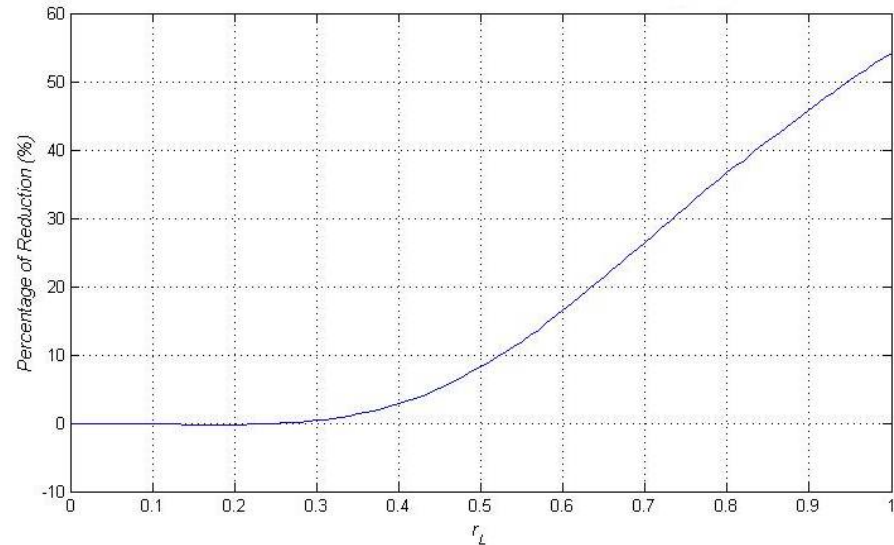
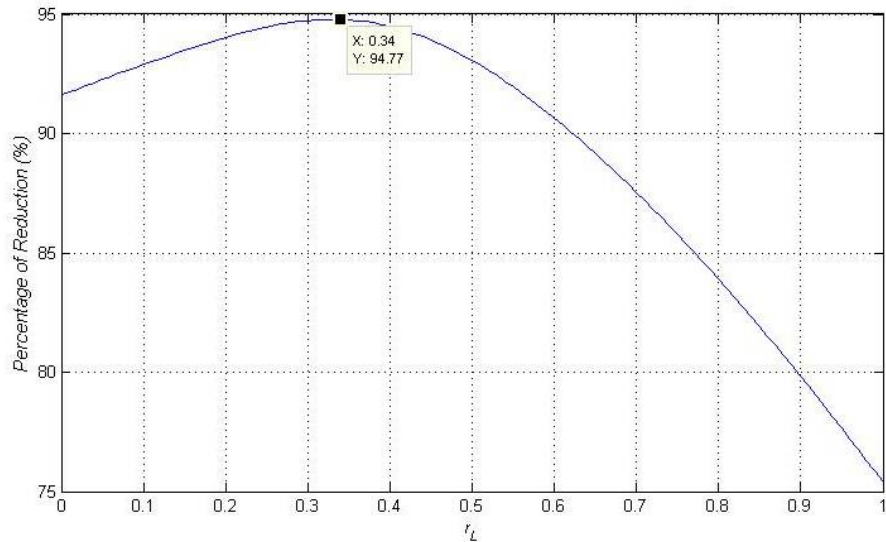




Perubahan (r_l) untuk $m_a = \frac{1}{40}m_s$

1 Translasi

2 Rotasi



Getaran arah	Pengurangan max	r_l
Translasi	94,77 %.	0,34
Rotasi	54,15 %	1

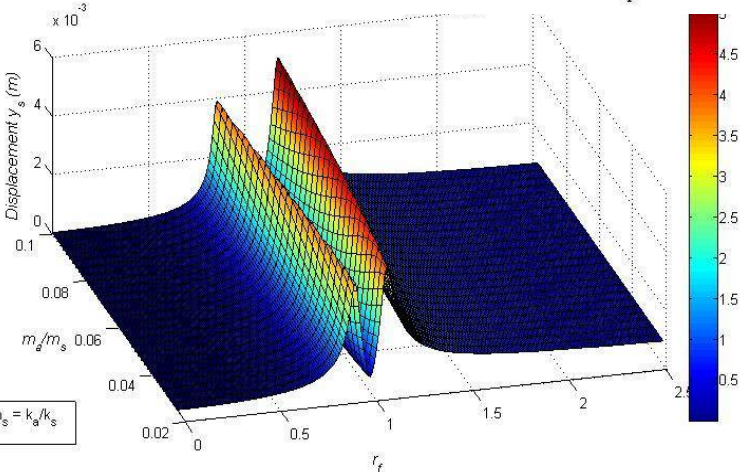
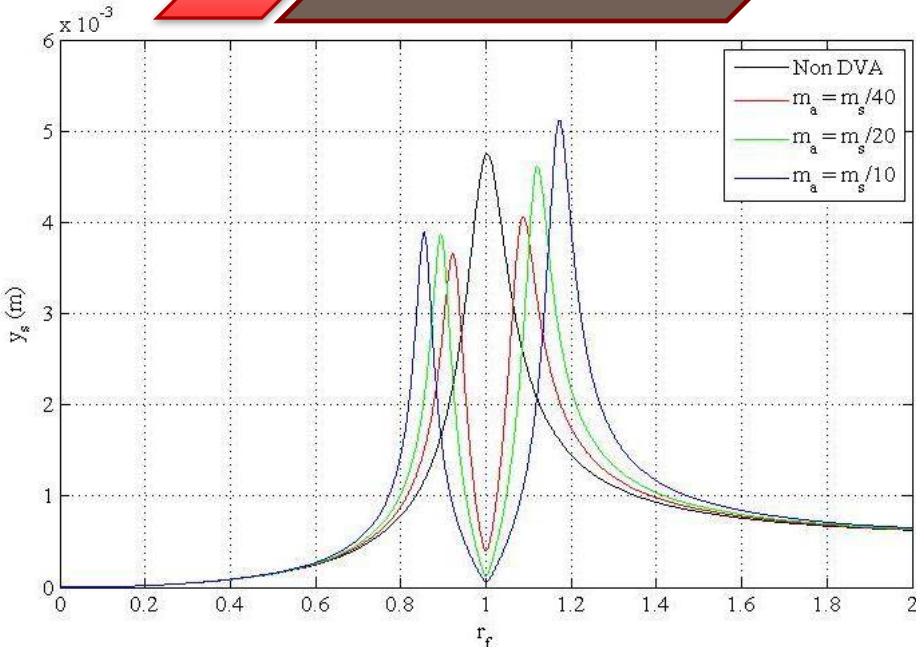




Perubahan (m_a) untuk $r_l = 0$

1

Translasi

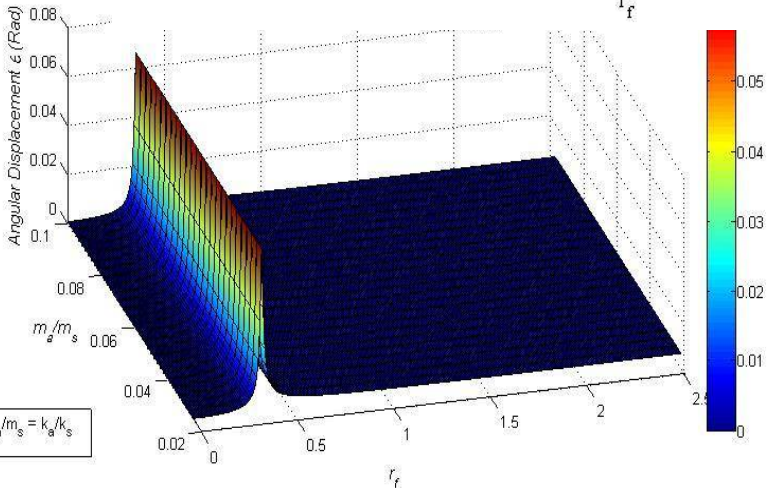
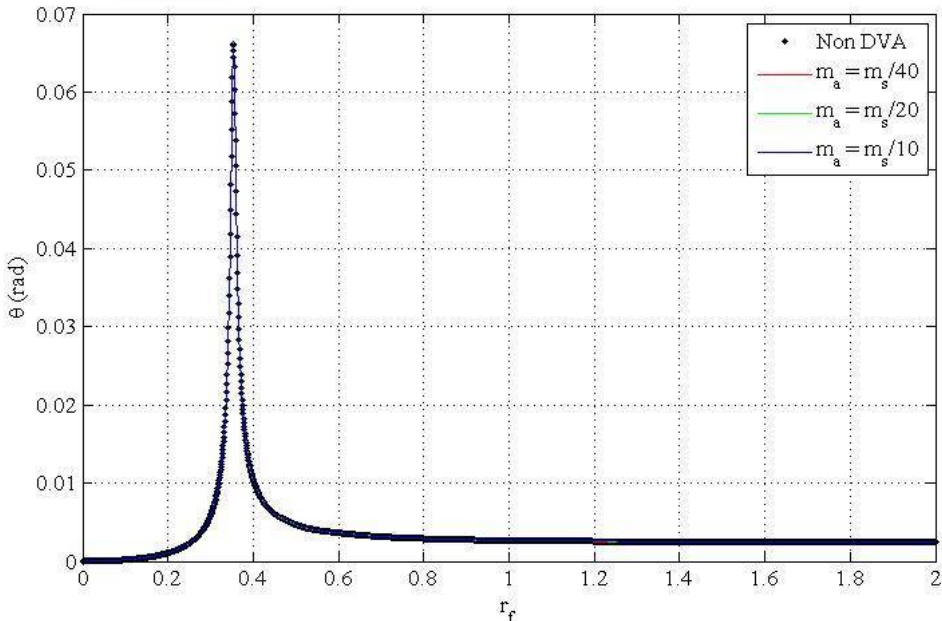


$$m_a/m_s = k_a/k_s$$

Sistem
Tidak
Tercouple

2

Rotasi



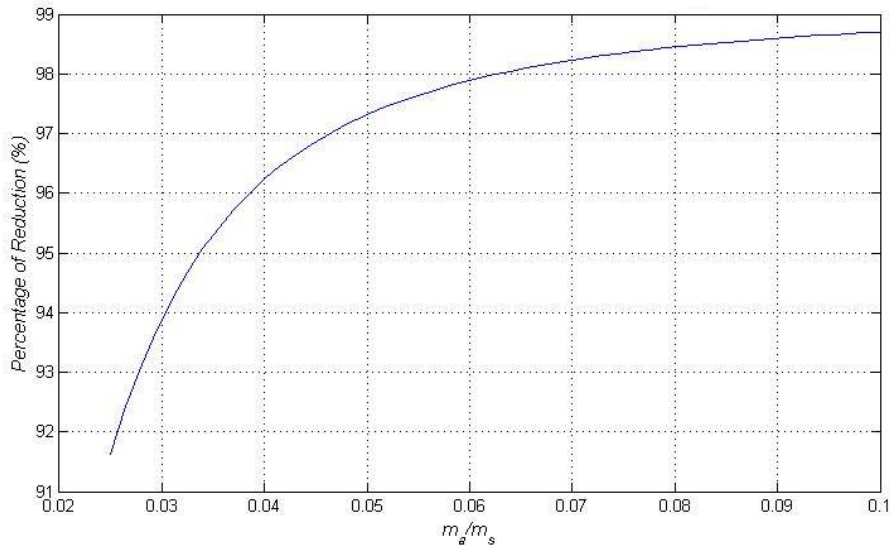
$$m_a/m_s = k_a/k_s$$



Perubahan (m_a) untuk $r_l = 0$

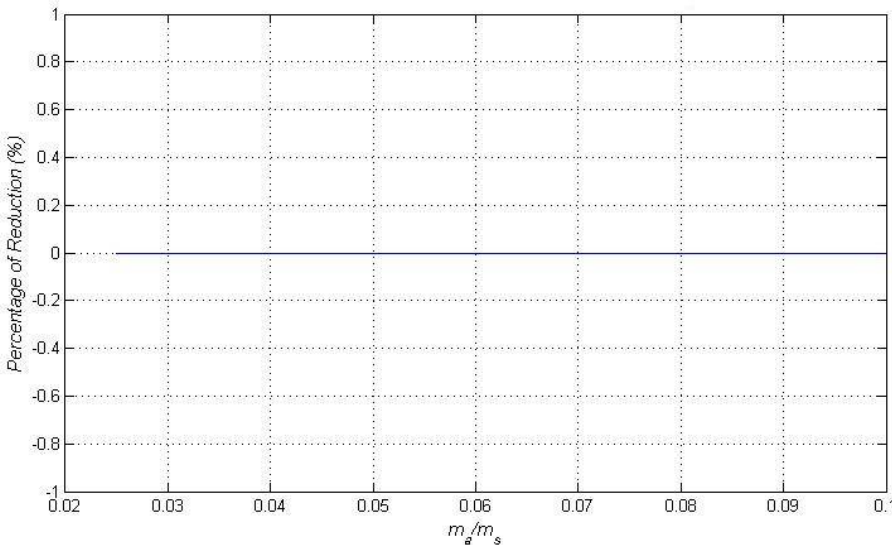
1

Translasi



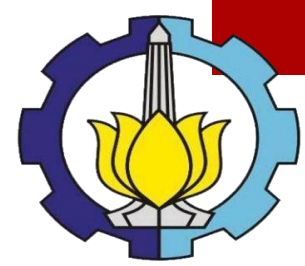
2

Rotasi



Getaran arah	Pengurangan max	m_a / m_s
Translasi	98,7 %.	0,1
Rotasi	0 %	-

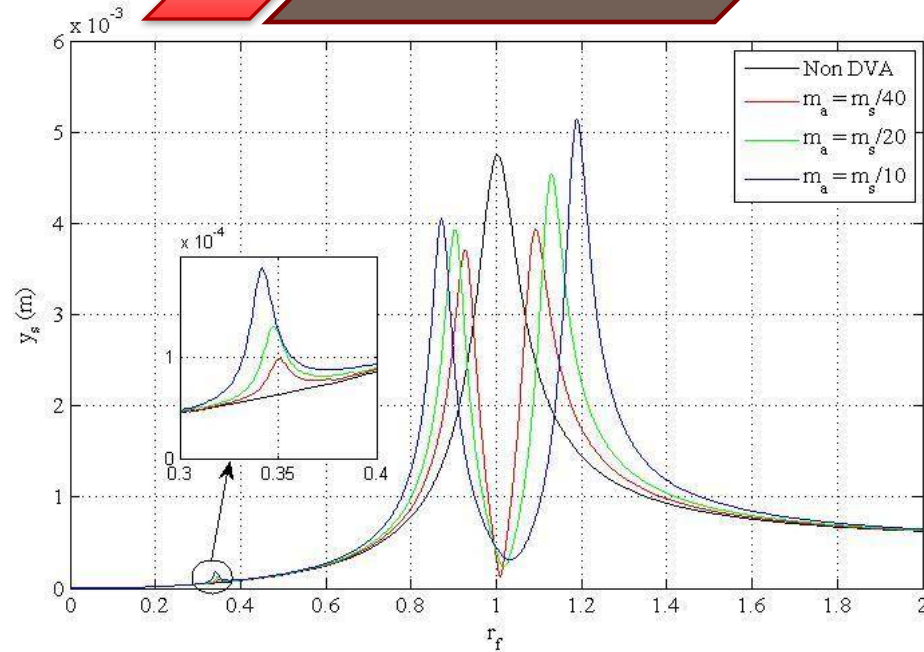




Perubahan (m_a) untuk $r_l = 0.5$

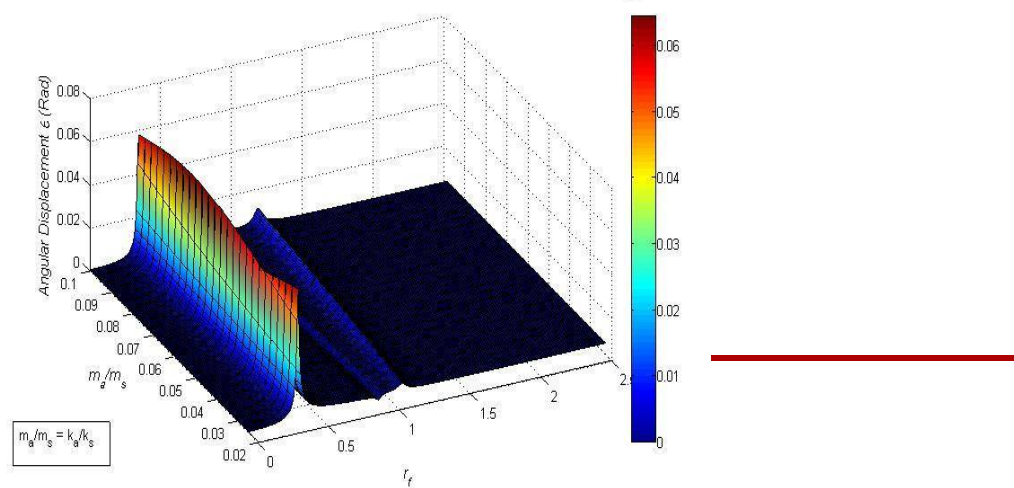
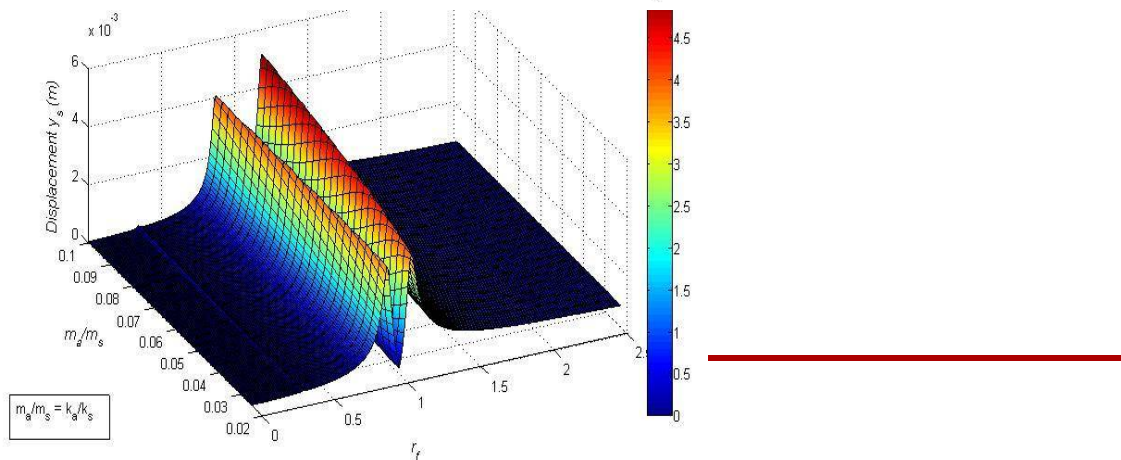
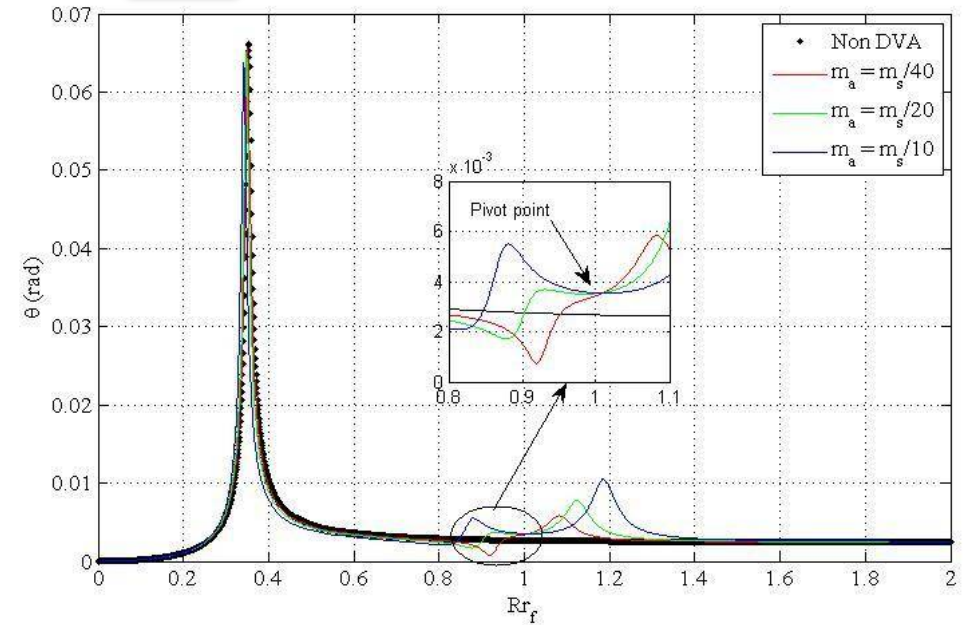
1

Translasi



2

Rotasi

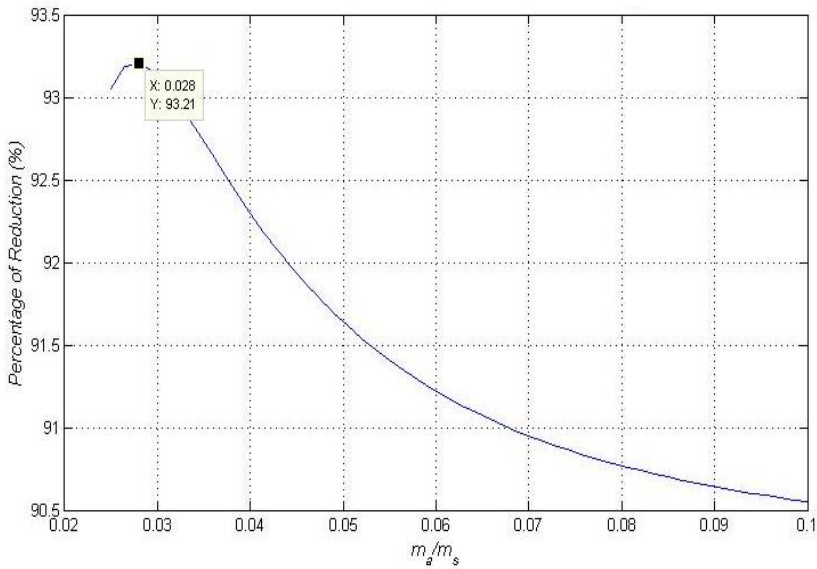




Perubahan (m_a) untuk $r_l = 0.5$

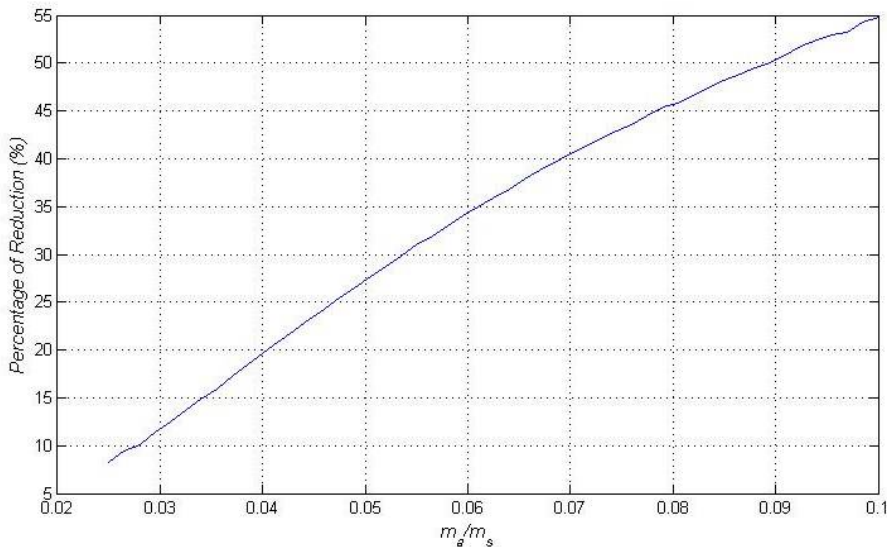
1

Translasi



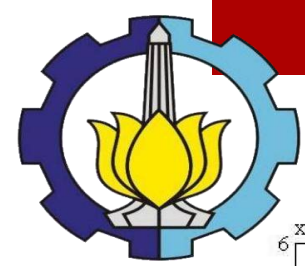
2

Rotasi



Getaran arah	Pengurangan max	m_a / m_s
Translasi	93,21 %.	0,028
Rotasi	55 %	0,1

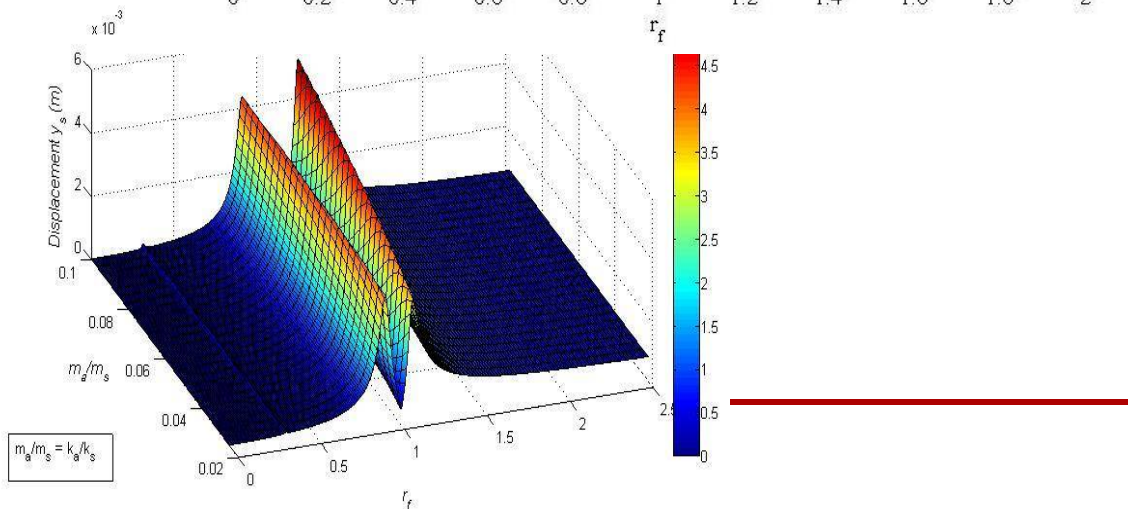
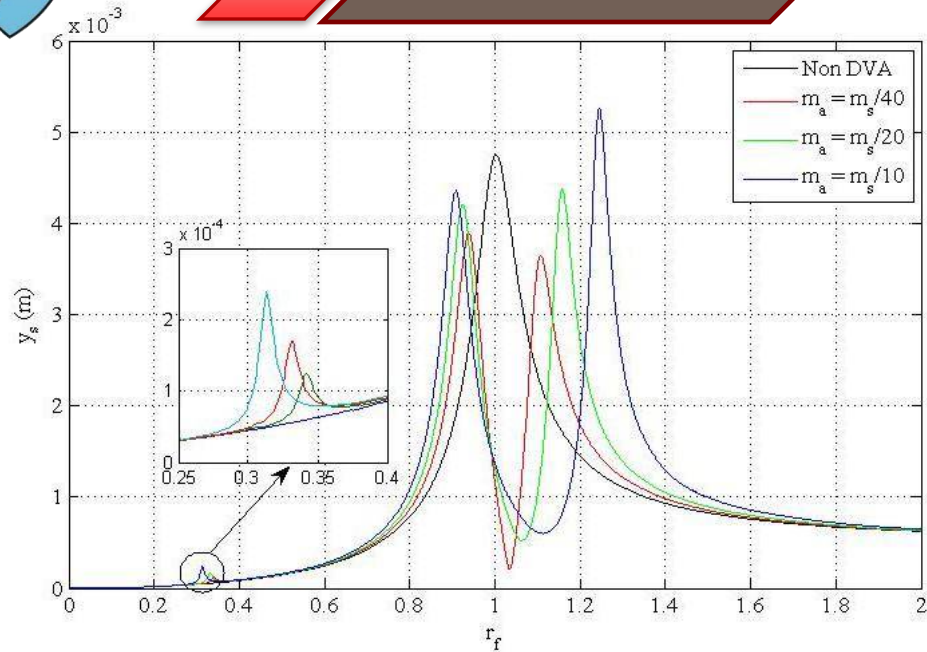




Perubahan (m_a) untuk $r_l = 1$

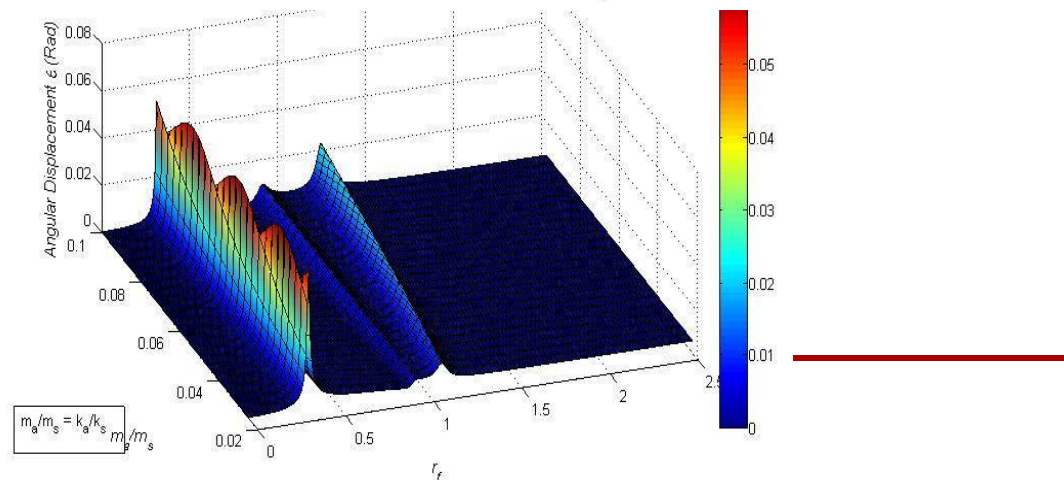
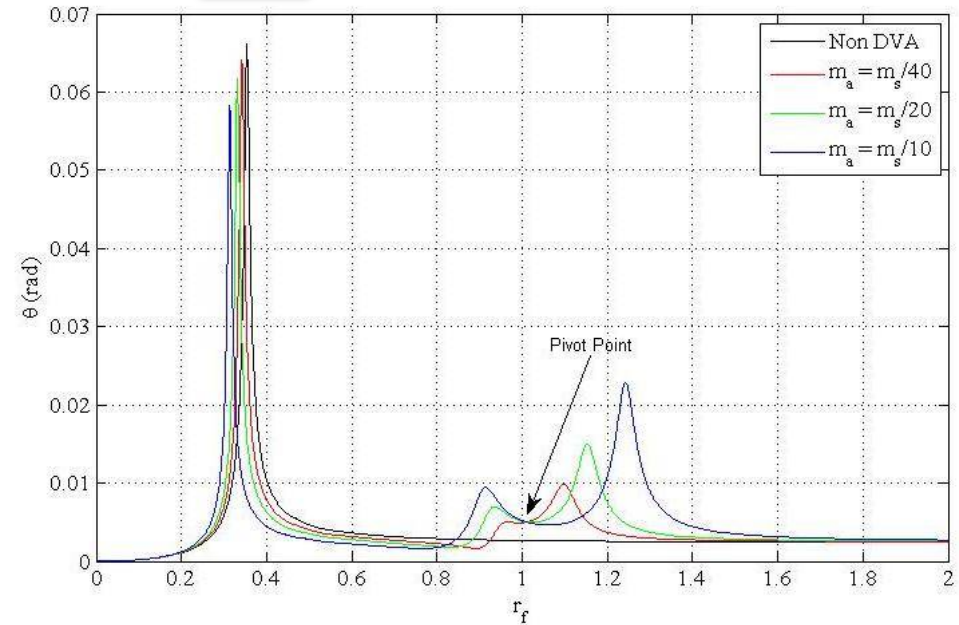
1

Translasi



2

Rotasi

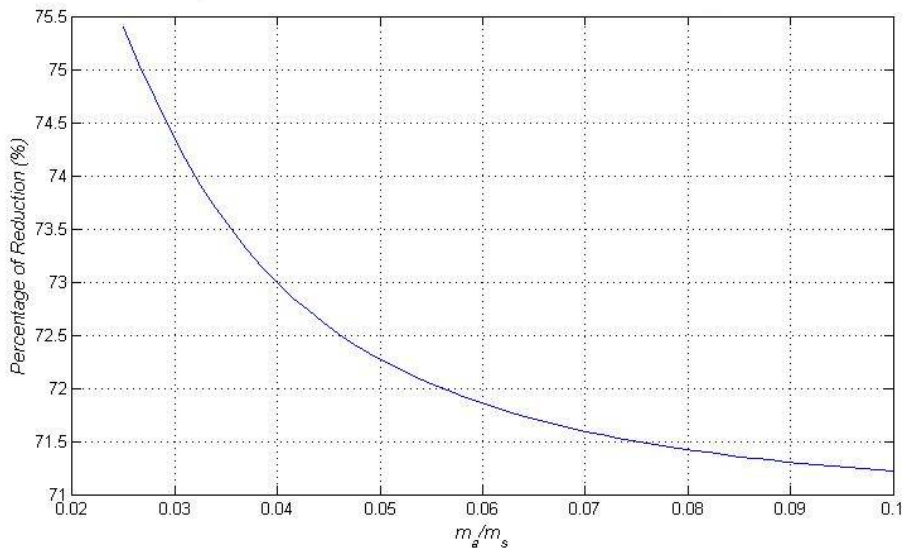




Perubahan (m_a) untuk $r_l = 1$

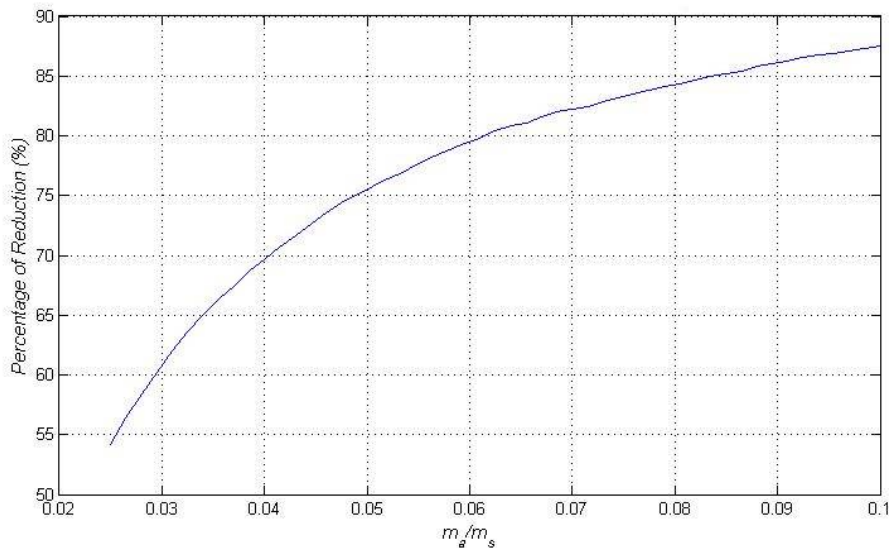
1

Translasi



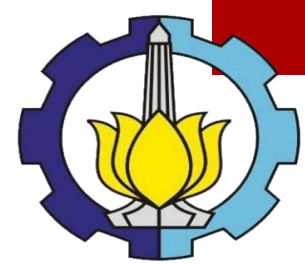
2

Rotasi



Getaran arah	Pengurangan max	m_a / m_s
Translasi	75,4 %.	0,025
Rotasi	87 %	0,1

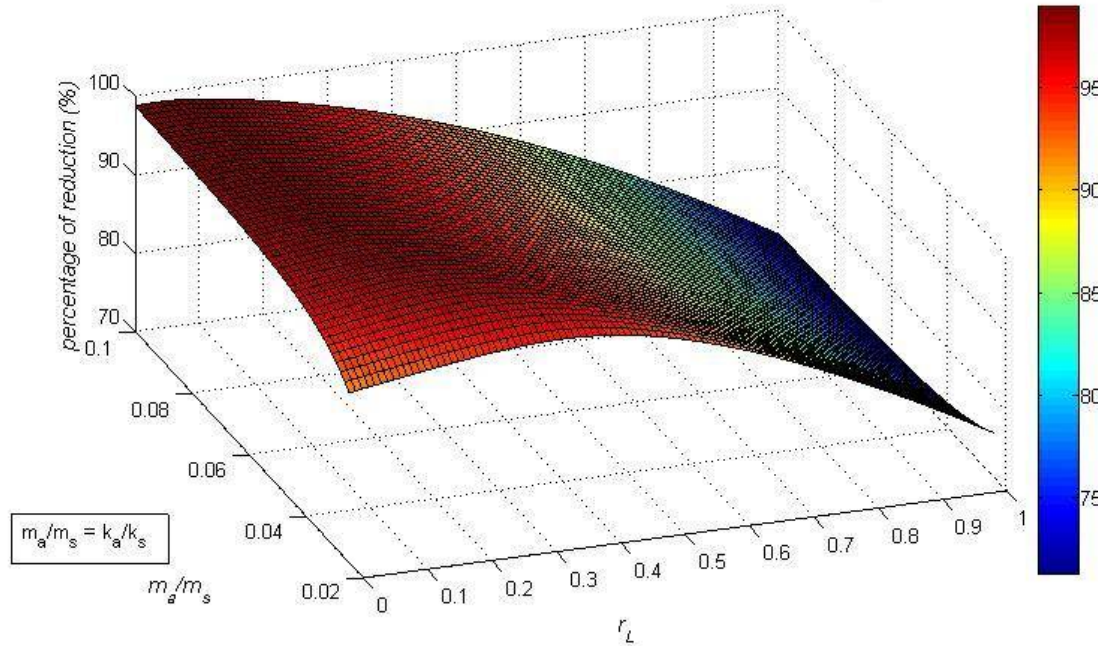




Perubahan m_a dan perubahan r_l

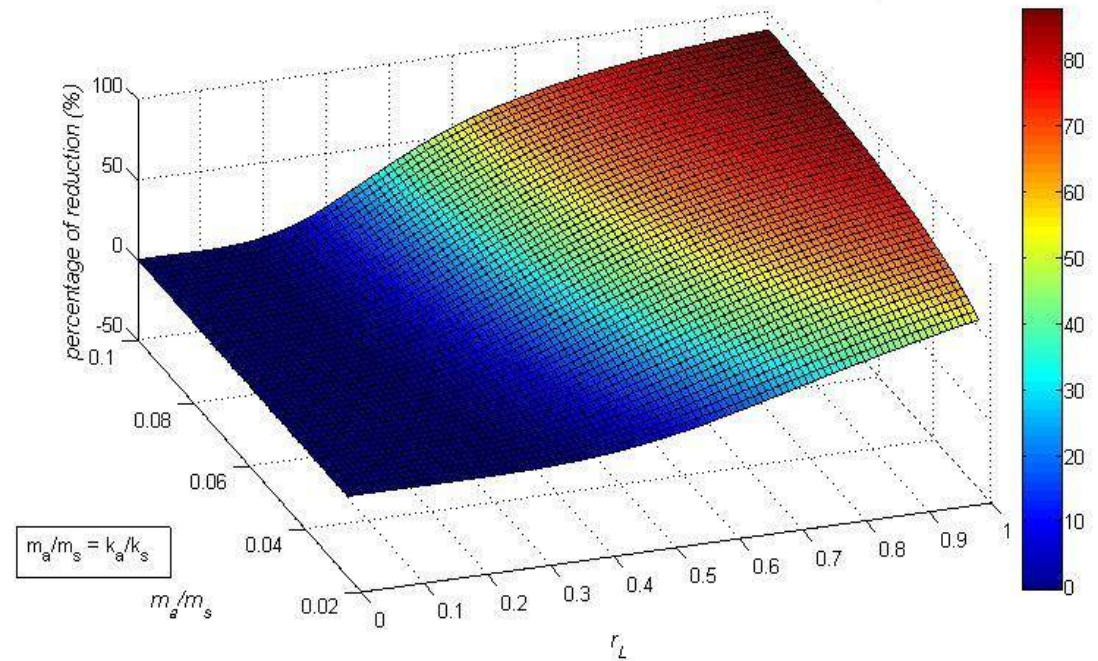
1

Translasi



2

Rotasi



Getaran arah	Pengurangan max	m_a/m_s	r_l
Translasi	98,82 %	0,1	0,04
Rotasi	95,71 %	0,1	1





Kesimpulan & Saran

1

Kesimpulan

1. Pengurangan getaran rotasi banyak terjadi pada $r_f = 0,3538$, sedangkan pengurangan getaran translasi banyak terjadi pada $r_f = 1$.
2. Semakin besar nilai r_l dan masa *absorber* yang diberikan maka pengurangan getaran rotasi pada $r_f = 0,3538$ menjadi lebih baik.
3. Ketika masa absorber tepat pada pusat masa sistem utama maka semakin besar masa absorber yang diberikan akan berakibat pada semakin kecilnya respon getaran translasi.
4. Semakin besar nilai r_l maka kemampuan SDVA untuk mereduksi getaran translasi menjadi berkurang.
5. Dari hasil simulasi ditunjukkan bahwa pengurangan getaran translasi maksimum adalah sebesar 98,8% yang terjadi saat sistem diberikan masa absorber sebesar $m_s/10$ dan $r_l = 0$. Sementara untuk pengurangan getaran rotasi maksimum adalah sebesar 87,51% yang dicapai saat sistem diberikan masa absorber sebesar $m_s/10$ dan $r_l = 1$.
6. Berdasar hasil simulasi yang dilakukan ditunjukkan daerah pengurangan getaran translasi menjadi semakin lebar bila masa yang diberikan semakin besar.
7. Berdasarkan validasi yang dilakukan diperlihatkan bahwa tren grafik RMS percepatan hasil simulasi hampir sama dengan hasil eksperimen.



Kesimpulan & Saran

1

Saran

1. Untuk memperkecil adanya eror pada hasil eksperimen maka alangkah lebih baik lagi bila alat uji DVA yang ada pada laboratorium vibrasi diletakan dilantai.
2. Bahan cantilever absorber yang digunakan lebih baik menggunakan bahan lain yang lebih tahan terhadap beban lelah.

SEKIAN
TERIMA KASIH

Mohon Saran/Masukanya

