

**PENGARUH EFEK REDAMAN OLI TERHADAP  
GETARAN PAKSA DENGAN MASSA *UNBALANCE*  
PADA *VIBRATION APPARATUS* SISTEM SATU  
DERAJAT KEBEBASAN**

**MOCH BANU HARJANA**

**5315116437**



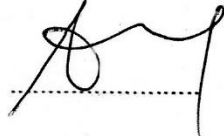

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2016**

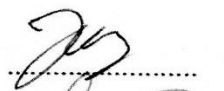
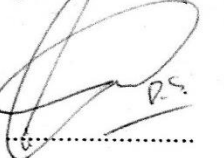

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH EFEK REDAMAN OLI TERHADAP GETARAN  
PAKSA DENGAN MASSA UNBALANCE PADA *VIBRATION*  
*APPARATUS* SISTEM SATU DERAJAT KEBEBASAN  
Nama : MOCH BANU HARJANA  
No. Reg : 5315116437

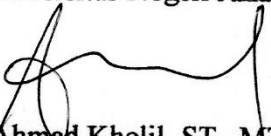
### DOSEN PEMBIMBING

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dosen Pembimbing 1 1. Ahmad Kholil, S.T., M.T. NIP.197908312005011001	1 	1 4/02 2016
Dosen Pembimbing 2 2. Drs. H. Sirojuddin, M.T. NIP.196010271990031003	2 	2 2/2/2016

### DOSEN PENGUJI

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Ketua 1. Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. 1 NIP.197602052006041001	1 	1 1-2-2016
Sekretaris 2. Pratomo Setyadi, S.T., M.T. NIP.198102222006041001	2 	2 1-2-2016
Dosen Ahli 3. Dr. Catur Setyawan K., M.T. NIP.197102232006041001	3 	3 1-2-2016

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Universitas Negeri Jakarta

  
Ahmad Kholil, ST., MT.  
NIP. 197908312005011001

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MOCH BANU HARJANA  
No.Registrasi : 5315116437  
Tempat,Tanggal Lahir : INDRAMAYU, 05 DESEMBER 1991  
Alamat : Dusun Karang Malang RT 02/06 Desa Anjatan,  
Kecamatan Anjatan-Indramayu, Jawa Barat.

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi dengan judul. “*PENGARUH EFEK REDAMAN OLI TERHADAP GETARAN PAKSA DENGAN MASSA UNBALANCE PADA VIBRATION APPARATUS SISTEM SATU DERAJAT KEBEBASAN*”. Adalah karya tulis ilmiah yang saya buat dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ilmiah ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya yang telah di tulis atau di publikasi kan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Jakarta, Februari 2016  
Yang membuat pernyataan

**MOCH BANU HARJANA**

NIM : 5315116437

## ABSTRACT

MOCH BANU HARJANA. *Influence of Damping Effect against the Forced Vibration with Unbalance Mass on Vibration Apparatus System of One Degree of Freedom*. Supervisor: Ahmad Kholil, S.T., M.T. and Drs. Sirojuddin, M.T.

*In analyzing a complex vibration, then the vibration test simulation tool requires that consists of a spring, mass, shock and force excitation. Vibration Apparatus system of one degree of freedom system is one of the tools of simulation test for vibration that can determine the quantities of the vibration that occurs on a machine that caused by the unbalance mass on the element that is being spun. By using the tool of simulation of vibration frequency can be known then, knowing the effectiveness of damping using the reducer oil, influence the damping effect of vibration force against oil and see the relationship graph in DC motor rotation RPM with the amplitude the resonance at the time, then it can be proven by calculation using the formula already raw. Then researchers test the vibration damped with damping force oil SAE 20 and 30 rounds of speed in the interval 0 to 400 RPM with round 10 RPM and use unbalance mass 10 g, 15 g, 20 g and 25 g as style of mass. The more viscosity reducer, the larger the damping effect to lower the amplitude on the system that vibrates. In these tests, the damping ratio 0.2435 to SAE 20 oil and SAE 30 oil to 0.4331. From these data, the effect of damping on the largest oil SAE 30.*

*Keywords: Vibration Apparatus System of One Degree of Freedom, The effect to damping, The Vibration Frequency of the force.*

## ABSTRAK

MOCH BANU HARJANA. *Pengaruh Efek Redaman terhadap Getaran Paksa dengan Massa Unbalance pada Vibration Apparatus Sistem Satu Derajat Kebebasan*. Pembimbing: Ahmad Kholil, S.T., M.T. dan Drs. Sirojuddin, M.T.

Dalam menganalisis suatu getaran yang kompleks, maka memerlukan alat simulasi uji getaran yang terdiri dari pegas, massa, peredam dan gaya eksitasi. *Vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam merupakan salah satu alat simulasi uji getaran yang dapat menentukan besaran-besaran getaran yang terjadi pada mesin yang berputar yang disebabkan oleh *massa* tidak seimbang pada elemen yang sedang berputar. Dengan menggunakan alat simulasi getaran maka dapat diketahui frekuensi pribadi, mengetahui efektifitas redaman menggunakan peredam oli, pengaruh efek redaman oli terhadap getaran paksa dan melihat hubungan grafik putaran motor DC dalam RPM dengan amplitudo pada saat resonansi, kemudian dapat dibuktikan dengan perhitungan menggunakan rumus yang sudah baku. Kemudian peneliti menguji getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 dan 30 pada interval kecepatan putaran 0 sampai dengan putaran 400 RPM dengan selisi 10 RPM dan menggunakan massa unbalance 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram sebagai gaya pengekstiasinya. Semakin kental viskositas peredam, semakin besar efek redaman untuk menurunkan amplitudo pada sistem yang bergetar. Dalam pengujian tersebut, maka diperoleh hasil rasio redaman 0.2435 untuk oli SAE 20 dan 0.4331 untuk oli SAE 30. Dari data tersebut, efek redaman terbesar pada oli SAE 30.

Kata kunci: *Vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan, efek redaman, getaran paksa, frekuensi pribadi.

## KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya. Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“PENGARUH EFEK REDAMAN OLI TERHADAP GETARAN PAKSA DENGAN MASSA UNBALANCE PADA VIBRATION APPARATUS SISTEM SATU DERAJAT KEBEBASAN”*.

Dalam penulisan ini penulis banyak mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Riyadi., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Ahmad Kholil, S.T., M.T. selaku Kaprodi, Koordinator Skripsi Prodi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, dan Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan mendidik penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan baik.
3. Bapak Drs. H. Sirojuddin, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, motivasi dan nasehat yang membangun selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. selaku sekretaris prodi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta.
5. Tim Penguji Skripsi atas koreksi perbaikan dan sarannya.
6. Ayahanda Rasmin Juantoro, S.Pd. dan Ibunda Eni Warsoni, S.E. yang selalu mendoakan, memberikan dukungan moril dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
7. Sahabat-sahabat Macan Malam dan NRB11 yang selalu mendukung dan memberikan motivasi untuk secepatnya menyelesaikan skripsi ini.
8. Shinta Ningrum Wulandari, yang telah memberikan doa, motivasi, dan waktunya sehingga penulis terdorong untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan alat dan penyusunan skripsi yang tidak dapat saya sebutkan satu – persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Jakarta, Februari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	5
D. Perumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	7
F. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II KAJIAN TEORETIK, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESA PENELITIAN</b>	
A. Kajian Teoretik	
1. Getaran.....	9
2. Elemen Pembentuk Sistem Instrumentasi.....	30
3. Respon Sistem Teredam Akibat Gerakan Tidak Seimbang.....	32
4. Pegas .....	34
5. Penurunan Logaritmik .....	37
B. Kerangka Berpikir.....	37
C. Hipotesis Penelitian .....	38
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	39
B. Metode Penelitian .....	39
C. Alat, Peralatan, Bahan Penelitian, dan Software .....	40
D. Data Property Getaran.....	41
E. Tahapan Penelitian.....	42
F. Teknik Sampling .....	44
G. Teknik Analisis Data.....	44
H. Data Perencanaan Alat .....	49
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN</b>	



A.	Pengujian Data .....	57
B.	Hasil Pengujian Getaran Paksa Tak Teredam.....	57
C.	Hasil Pengujian Getaran Paksa Teredam dengan Efek Redaman Oli SAE 20 .....	68
D.	Hasil Pengujian Getaran Paksa Teredam dengan Efek Redaman Oli SAE 30 .....	84
E.	Pengaruh Efek Redaman.....	100

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A.	Kesimpulan .....	106
B.	Saran.....	108

DAFTAR PUSTAKA .....	110
----------------------	-----

LAMPIRAN.....	111
---------------	-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	150
---------------------------	-----

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.15. Jenis Material Penyusun Pegas .....	34
Tabel 3.8.1. Kekakuan Pegas .....	47
Tabel 3.8.3. Konstanta redaman oli SAE 20 .....	49
Tabel 3.8.5. Konstanta redaman oli SAE 30 .....	50
Tabel 3.8.7. Data teori dan eksperimen konstanta redaman .....	52
Tabel 4.2.1. Hasil pengujian getaran tak teredam dengan massa 10gram .....	57
Tabel 4.2.2. Hasil pengujian getaran tak teredam massa 15 gram .....	58
Tabel 4.2.3. Hasil pengujian getaran tak teredam massa 20 gram .....	59
Tabel 4.2.4. Hasil pengujian getaran tak teredam massa 25 gram .....	60
Tabel 4.2.5 Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo) .....	61
Tabel 4.3.1. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20 .....	63
Tabel 4.3.2. Perhitungan Magnifier (Rasio amplitudo) .....	64
Tabel 4.3.3. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20 .....	65
Tabel 4.3.4 Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo) .....	66
Tabel 4.3.5. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20 .....	67
Tabel 4.3.6 Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo) .....	68
Tabel 4.3.7. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20 .....	69

Tabel 4.3.8. Perhitungan Magnifier (Rasio Redaman) .....	70
Tabel 4.4.1. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30 .....	72
Tabel 4.4.2. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo) .....	73
Tabel 4.4.3. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30 .....	74
Tabel 4.4.4. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo) .....	75
Tabel 4.4.5. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30 .....	76
Tabel 4.4.6. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo) .....	77
Tabel 4.4.7. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30 .....	78
Tabel 4.4.8. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo).....	79
Tabel 4.5.5. Tabel rasio redaman dan resonansi .....	83
Tabel 4.5.6 Frekuensi natural dan resonansi .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1. Komponen Pegas .....	9
Gambar 2.1.2. Sistem Satu Derajat Kebebasan.....	10
Gambar 2.1.3. Sistem Getaran Teredam .....	11
Gambar 2.1.4. Sistem Linier dengan Derajat Kebebasan Tunggal .....	13
Gambar 2.1.5. Skema Redaman Underdamp .....	16
Gambar 2.1.6. Gambar skema overdamp.....	17
Gambar 2.1.7. Gambar skema redaman kritis.....	17
Gambar 2.1.8. Getaran Paksa.....	18
Gambar 2.1.9. Sistem pegas – massa dan diagram benda bebas.....	19
Gambar 2.1.10. Contoh struktur dengan sistem satu derajat kebebasan .....	23
Gambar 2.1.11. plat paralel dengan fluida .....	24
Gambar 2.1.12. Gambar skema dashpot .....	25
Gambar 2.1.13. LVDT .....	31
Gambar 2.1.14. Model ketidakseimbangan pada mesin yang berputar .....	32
Gambar 3.5. Diagram alir penelitian.....	41
Gambar 3.7.1. <i>Multi Purpose Digital Indikator</i> (MPDI) .....	43
Gambar 3.7.2. Linear Variabel Diferensial Transformer (LVDT).....	44
Gambar 3.7.3. Pengukuran putaran motor DC menggunakan <i>Tachometer</i> .....	45
Gambar 3.8.1. Pegas Tarik.....	46

Grafik 3.8.2. Kekakuan Pegas.....	47
Grafik 3.8.4. Grafik konstanta redaman oli SAE 20 .....	49
Grafik 3.8.6. Grafik konstanta redaman oli SAE 30 .....	50
Gambar 3.8.2. (c) Redaman viskos .....	51
Grafik 4.2.6 Grafik magnifier terhadap rasio frekuensi.....	62
Grafik 4.3.9. Efek redaman Oli SAE 20 .....	71
Grafik 4.4.9. Efek redaman oil SAE 30 .....	80
Grafik 4.5.1. Pengaruh efek redaman terhadap massa 10 gram.....	81
Grafik 4.5.2. Pengaruh efek redaman terhadap massa 15 gram.....	81
Grafik 4.5.3. Pengaruh efek redaman terhadap massa 20 gram.....	82
Grafik 4.5.4. Pengaruh efek redaman terhadap massa 25 gram.....	82

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### A. Latar Belakang

Salah satu masalah dari suatu mesin adalah getaran yang di hasilkan oleh mesin itu sendiri. Getaraan sangat berpengaruh terhadap struktur dan kontruksi mesin. Getaran yang melebihi getaran yang diijinkan akan menyebabkan patah atau lelah pada komponen mesin tersebut. Untuk menghindari dan mencegah terjadi hal-hal tersebut, maka harus dilakukan pengukuran getaran pada mesin. Hasil pengukuran getaran dapat dijadikan patokan untuk memperoleh sumber getaran dan kemudian dilakukan identifikasi komponen mesin yang mengalami kerusakan untuk melakukan penggantian komponen mesin yang baru.

Getaran memiliki banyak definisi, secara luas diartikan sebagai gerakan bolak-balik komponen mekanik suatu mesin sebagai reaksi dari adanya gaya dalam (gaya yang dihasilkan dari mesin tersebut) maupun gaya luar (gaya yang berasal dari luar atau sekitar mesin). Pada dasarnya, getaran yang berlebihan disebabkan oleh gaya eksitasi getaran yang berasal dari mesin tersebut yang berkaitan dengan:

1. Kondisi yang tidak seimbang baik statis maupun dinamis yang berasal dari mesin tersebut;
2. *Crash* atau cacat yang terjadi pada elemen rotasi seperti pada bearing rusak, impeller macet;
3. Ketidak sempurnaan bagian atau fungsi mesin tersebut.

Getaran terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu *massa*, pegas, peredam, dan gaya eksitasi. Energi dapat disimpan didalam *massa* dan pegas, sedangkan peredam hanya menyerap energi dalam wujud panas. Energi masuk ke dalam sistem melalui penerapan gaya eksitasi yang dikenakan pada *massa* tersebut. Mesin yang ideal tidak akan bergetar melebihi getaran yang diijinkan karena energi diterima sepenuhnya untuk fungsi mesin itu sendiri. Dalam kenyataannya, mesin dirancang sebaik-baiknya agar getaran yang dihasilkan relatif rendah tetapi, dalam jangka waktu yang relatif lama akan terjadi kenaikan level getaran. Hal tersebut disebabkan oleh:

1. Keausan pada elemen mesin;
2. Proses pemantapan pondasi (*base plante*) sedemikian rupa sehingga terjadi deformasi dan mengakibatkan misalignment pada poros;
3. Perubahan perilaku dinamik pada mesin sehingga terjadi perubahan frekuensi.

Analisis ciri mekanik memungkinkan pemanfaatan sinyal getaran untuk mengetahui kondisi mesin tersebut tanpa membongkar mesin tersebut, sehingga dapat dimanfaatkan untuk analisis lebih lanjut dalam perbaikan pada kerusakan yang terjadi. Dengan melakukan analisis getaran secara berkala, maka sesuatu yang tidak normal pada mesin dapat dideteksi sebelum kerusakan yang lebih besar.

Dalam menganalisis suatu getaran yang kompleks, maka memerlukan alat simulasi uji getaran yang terdiri dari pegas, massa, peredam dan gaya eksitasi. Dalam hal ini, alat *vibration apparatus* dijadikan sebuah alat simulasi

untuk menguji getaran dengan massa *unbalance* sistem satu derajat kebebasan. Derajat kebebasan sistem adalah jumlah koordinat bebas yang digunakan untuk menggambarkan gerak suatu sistem. Getaran yang terjadi karena adanya gaya rangsang dari luar disebut getaran paksa. Jika rangsangan itu beresilasi atau bergetar, maka sistem dipaksa bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka akan didapat keadaan resonansi, dan osilasi yang besar akan membahayakan sistem tersebut mungkin terjadi. Jika getaran yang terjadi sama atau lebih besar dari frekuensi pribadi sistem, getaran tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sistem. Untuk menghindari terjadinya resonansi yang berlebihan pada sistem, maka harus dibuat peredam yang dapat membatasi amplitudo osilasi pada waktu resonansi.

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil judul “PENGARUH EFEK REDAMAN OLI TERHADAP GETARAN PAKSA DENGAN MASSA *UNBALANCE* PADA *VIBRATION APPARATUS* SISTEM SATU DERAJAT KEBEBASAN”. Peneliti mencoba untuk menganalisis dan menguji getaran yang terjadi pada *massa* tidak seimbang terhadap efek redaman oli dengan menggunakan *vibration apparatus* jenis getaran mekanik yang ditimbulkan oleh sarana dan peralatan kegiatan manusia dan untuk mengetahui fenomena getaran yang terjadi dan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh efek redaman oli SAE 20 dan 30 terhadap getaran paksa yang ditimbulkan oleh benda yang berputar dan bergetar karena massa *unbalance*.



## B. Identifikasi Masalah

Dalam perkembangan dunia otomotif, mesin dirancang sedemikian rupa untuk menghasilkan kinerja mesin yang optimal dan memiliki getaran mesin yang relatif rendah. Tetapi, pada kenyataannya mesin akan mengalami peningkatan getaran yang tinggi. Hal itu disebabkan karena *massa* tidak seimbang. *Massa* tidak seimbang terjadi pada suatu mesin atau rotor jika pusat massanya tidak terletak pada sumbu putar. Untuk itu, diperlukan pengujian getaran menggunakan alat simulasi uji getaran *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam. *Vibration apparatus* berfungsi untuk menguji dan menganalisis getaran yang tidak memenuhi standar getaran yang diijinkan pada mesin atau roda yang sedang berotasi serta meminimalisir dampak getaran yang berkepanjangan untuk memudahkan perawatan mesin tersebut sehingga mesin dapat terdeteksi sedini mungkin untuk menghindari kerusakan komponen-komponen mesin yang lainnya. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut, maka dibutuhkan suatu peredam yang dapat menurunkan amplitudo getaran yang berlebihan pada suatu sistem. Berdasarkan pengalaman empiris dan teori yang telah dipelajari, maka identifikasi masalahnya adalah:

1. Apakah *Vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam dapat mendeteksi frekuensi *massa* tidak seimbang terhadap media oli dengan SAE 20 dan 30?
2. Bagaimana cara mencari frekuensi suatu getaran pada mesin dengan *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam terhadap media oli SAE 20 dan 30?

3. Manakah redaman yang memberikan efek besar untuk mengurangi resonansi getaran yang terjadi pada *vibration apparatus*?
4. Manakah spesifikasi fluida oli yang baik untuk meredam getaran?
5. Bagaimana prinsip kerja alat uji *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam terhadap media oli?
6. Fenomena apakah yang terjadi pada alat *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam terhadap redaman oli setelah diberikan perlakuan getaran?
7. Bagaimana karakteristik redaman yang diperoleh?
8. Bagaimana pengaruh getaran yang berlebihan kepada sistem?
9. Bagaimana cara menghindari terjadinya resonansi yang berlebihan?
10. Bagaimana cara mengukur amplitudo pada alat simulasi uji getaran *vibration apparatus*?
11. Adakah efek redaman yang terjadi pada sistem yang bergetar karena massa *unbalance*?

#### C. Pembatasan Masalah

Setiap mesin atau roda yang sedang berotasi pasti memiliki getaran, getaran yang dihasilkan sangat bervariasi. Tentunya setiap mesin pasti mempunyai karakteristik getaran yang berbeda dan memiliki sistem redaman yang disesuaikan untuk mengurangi amplitudo getaran sistem yang bergetar. Untuk mempermudah penelitian, maka peneliti membatasi masalah getaran hanya pada pembahasan sebagai berikut:

1. Menggunakan alat simulasi getaran bebas dan getaran paksa dengan redaman oli dengan sistem getaran satu derajat kebebasan menggunakan *vibration apparatus* massa *unbalance* sebagai gaya pengeksitasi.
2. Variabel redaman viskos menggunakan oli SAE 20 dan 30.
3. Eksitasi paksa pada motor *unbalance* dengan waktu pengujian 10 detik dan variasi putaran 0 s/d 400 RPM dengan selisih 10 RPM.

#### D. Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah yang telah dijelaskan diatas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prinsip kerja *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam mendeteksi frekuensi *massa* tidak seimbang terhadap media oli dengan SAE 20 dan 30?
2. Bagaimana mencari frekuensi pribadi dari *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan dengan menggunakan getaran paksa tanpa redaman?
3. Fenomena apa yang terjadi pada redaman?
4. Manakah spesifikasi oli yang baik untuk meredam getaran?
5. Bagaimana pengaruh efek redaman oli SAE 20 dan 30 terhadap getaran getaran paksa yang terjadi karena adanya putaran massa *unbalance* menggunakan *vibration apparatus* sebagai gaya pengeksitasinya?

#### E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efek redaman oli SAE 20 dan SAE 30 terhadap penurunan amplitudo untuk mencegah terjadinya resonansi yang dapat merusak komponen sistem yang bergetar.
2. Menghitung frekuensi pribadi pada getaran paksa tanpa redaman.
3. Mengetahui efek redaman oli SAE 20 dengan massa *unbalance* 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram.
4. Mengetahui efek redaman oli SAE 30 dengan massa *unbalance* 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram.
5. Mengetahui pengaruh yang dihasilkan oleh efek redaman oli SAE 20 dan 30 terhadap getaran yang berlebihan pada *vibration apparatus* dan memilih efek redaman yang baik untuk menurunkan amplitudo.

#### F. Manfaat

1. Mahasiswa
  - a. Proses dan hasil pengujian merupakan pengetahuan yang sangat berguna untuk berfikir secara ilmiah, tidak hanya menekankan berdasarkan teori tetapi juga pada hasil empiris selama penelitian,
  - b. Mengembangkan kreatifitas mahasiswa dalam mengembangkan ilmu pengetahuan yang didapat selama proses belajar di perkuliahan,
  - c. Meningkatkan kemampuan ilmu pengetahuan yang didapat di perkuliahan dan dapat merealisasikan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Program Studi
  - a. Menambah sumber pustaka di program studi pendidikan teknik mesin.

b. Memperkaya bahan ajar dengan alat simulasi untuk mata kuliah  
Getaran Mekanis.

3. Masyarakat Umum

Hasil pengujian getaran *massa* tidak seimbang menggunakan efek redaman oli dengan *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam ini diharapkan dapat bermanfaat bagi industri otomotif atau sejenisnya untuk melakukan perawatan mesin secara berkala dengan standar getaran yang diijinkan sehingga tidak merusak elemen yang lainnya akibat getaran yang terus menerus.

## BAB II

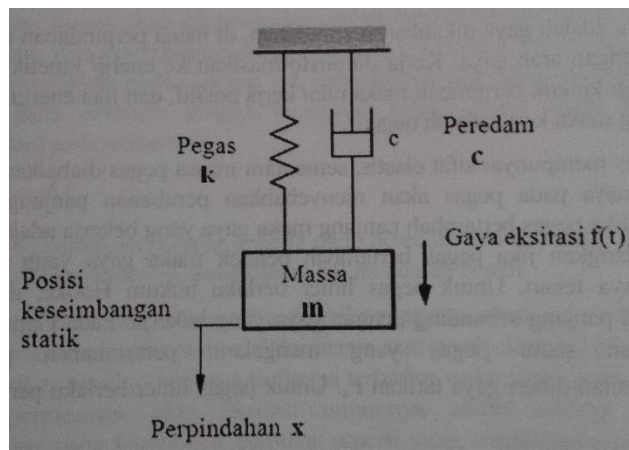
### KEAJIAN TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESA PENELITIAN

#### A. Kajian Teoritik

##### 1. Getaran

###### a. Komponen Sistem Getaran

Getaran memiliki beberapa komponen utama, yaitu massa, pegas, peredam, dan gaya eksitasi. Energi dapat disimpan di dalam suatu massa dan suatu pegas, sedangkan peredam sebagai penyerap energi dalam bentuk panas. Energi masuk ke dalam sistem melalui penerapan gaya eksitasi yang dikenakan pada massa yang ada pada sistem.



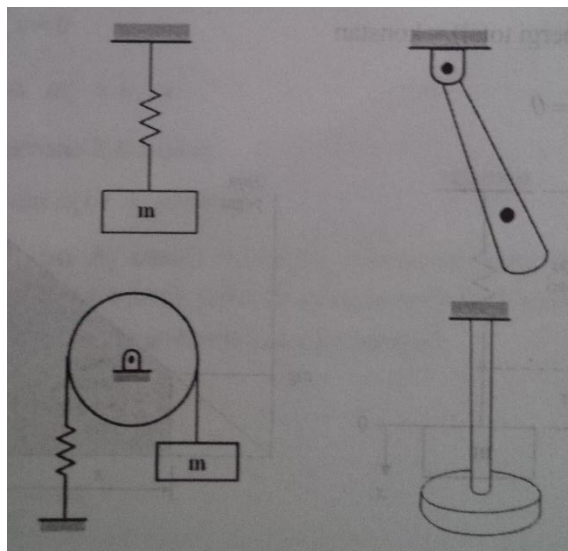
Gambar 2.1.1. Komponen Pegas

Sumber: Buku ajar Getaran Mekanik, 2011

Massa diasumsikan sebagai benda tegar. Besarnya energi kinetik tergantung dari besarnya massa dan kecepatan benda tegar tersebut.

Kerja adalah gaya dikalikan perpindahan, dimana perpindahan tersebut searah dengan arah gaya. Pegas mempunyai sifat elastis. Perubahan panjang pegas disebabkan karena adanya gaya yang bekerja mempengaruhi pegas tersebut. Didalam permesinan, gaya eksitasi timbul karena adanya ketidak seimbangan pada komponen yang berputar seperti yang terjadi pada poros atau turbin. Gaya eksitasi tersebut diberikan melalui massa atau gerak eksitasi pada fondasi. Gaya tersebut merupakan fungsi terhadap waktu atau gaya kejut.

b. Sistem Satu Derajat Kebebasan



Gambar 2.1.2. Sistem Satu Derajat Kebebasan

Sumber: Buku ajar Getaran Mekanik, 2011

Getaran bebas adalah sistem yang bergetar bukan karena adanya gaya eksitasi (gaya pengantar), tetapi karena kondisi awal, yaitu berupa simpangan awal atau kecepatan awal. Persamaan gerak

konservatif dapat diperoleh dari pertimbangan energi. Total energi sistem tersebut adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial.

$$T + U = (\text{Energi total}) = \text{konstan}$$

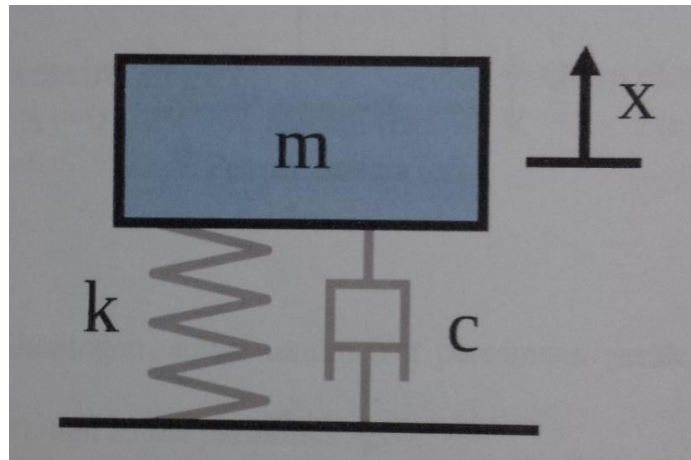
$$\frac{d}{dt}(T + U) = 0 \quad (2.1)$$

Energi kinetik T dikarenakan oleh kecepatan massa, dan energi potensial disebabkan oleh energi regangan pegas U pada saat mengalami deformasi. Getaran

c. Getaran bebas teredam

Getaran bebas teredam adalah sistem yang berosilasi akibat diberi kondisi awal berupa simpangan awal atau kecepatan awal, dimana osilasi tersebut akan mengecil amplitudonya. Getaran bebas satu derajat kebebasan teredam yaitu bila peredaman diperhitungkan, maka gaya peredamnya juga berlaku pada massa selain gaya yang disebabkan oleh peregangan pegas. Bila bergerak dalam fluida, benda akan mendapatkan peredam karena kekentalan fluida tersebut. Gaya akibat kekentalan ini sebanding dengan kecepatan benda. Konstanta akibat kekentalan (viskositas)  $c$  ini dinamakan koefisien peredam dengan satuan Ns/m (SI).





Gambar 2.1.3. Sistem getaran teredam

Sumber: Buku ajar Getarsn meksnik, 2011

Dengan menjumlahkan semua gaya yang berlaku pada benda, akan mendapatkan persamaan dinamik sebagai berikut:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0 \quad (2.2)$$

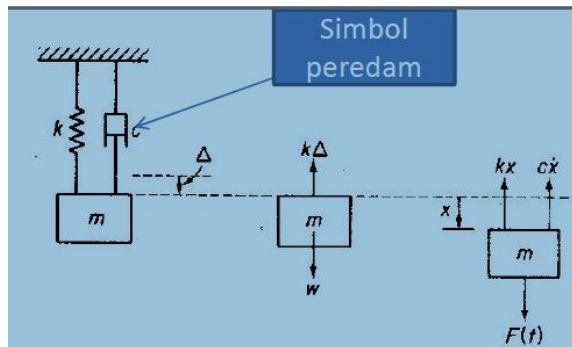
Solusi persamaan ini tergantung pada besarnya redaman. Bila redaman cukup kecil, maka sistem mesin akan bergetas, namun pada akhirnya akan berhenti. Kedaan ini merupakan redaman *underdamped*, hal tersebut merupakan masalah yang paling sering muncul dan harus segera dianalisis. Bila redaman diperbesar sehingga mencapai titik saat sistem tidak lagi berosilasi, maka akan mencapai titik redaman kritis (*criticaldamped*). Jika redaman ditambahkan melewati redaman kritis, sistem ini disebut dalam keadaan lebih (*overdamped*). Sedangkan frekuensi pribadinya adalah  $\omega_n = \frac{k}{m}$ .

d. Getaran Bebas dengan Redaman Viskos

Redaman viskos yang paling umum adalah mekanisme redaman dalam analisis getaran. ketika sistem mekanisme bergetar dalam fluida seperti udara, gas, air dan minyak, perlawanan yang ditawarkan oleh cairan ke *body* menyebabkan energi akan hilang. dalam kasus ini. jumlah energi yang hilang tergantung pada banyak faktor, seperti ukuran dan bentuk *body* peredam. Dalam redaman viskos, gaya redaman sebanding dengan kecepatan benda yang bergetar.

Tabel 2.1. Macam – macam harga  $\xi$  pada material permesinan

Jenis	$\xi$
Peredam kejut pada automobile	0,1 – 0,5
Karet	0,04
Beton	0,02
Paku keling pada struktur baja	0,03
Kayu	0,003
Alumunium roll dingin	0,0002
Baja roll dingin	0,0006
Bronze	0,00007



Gambar 2.1.4. Sistem linier dengan derajat kebebasan tunggal

Sumber: Buku ajar Dasar-dasar Getaran Mekanik, 2010

Bila sistem linier dengan derajat kebebasan tunggal dirangsang, maka responnya akan tergantung pada jenis rangsangan dan redaman yang ada. Persamaan gerak pada umumnya adalah :

$$m\ddot{x} + Fd + kx = F(t) \quad (2.3)$$

$F(t)$  adalah perangsang dan  $Fd$  adalah gaya redaman. Gaya redaman karena kekentalan, sebanding dengan kecepatan, menghasilkan pengolahan matematika yang mudah.

Persamaan gaya redaman karena kekentalan dinyatakan oleh persamaan :

$$Fd = c \dot{x} \quad (2.4)$$

$c$  adalah konstanta kesebandingan. Secara simbolik gaya ini disebut peredam, maka persamaan geraknya :

$$m\ddot{x} + c \dot{x} + kx = F(t) \quad (2.5)$$

Solusi dari persamaan nya ada dua macam. Jika  $F(t) = 0$ , maka persamaan differensial homogen yang solusinya secara fisis sesuai dengan getaran bebas teredam. Dengan  $F(t)$  tidak sama dengan 0, diperoleh solusi khusus diakibatkan karena rangsangan tanpa tergantung pada solusi homogen. Caranya kita periksa persamaan homogen yang akan memberi pengertian tentang peranan redaman.

Persamaan persamaan homogenya :

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0 \quad (2.6)$$

Pendekatan yang biasa adalah memisalkan solusi dengan bentuk.

$$x = e^{st} \quad (2.7)$$

s adalah konstanta. Lalu substitusikan kedalam persamaan differential:

$$(ms^2 + cs + k)e^{st} \quad (2.8)$$

Nilai untuk memenuhi semua nilai  $t$ , bila:

$$s^2 + \frac{cs}{m} + \frac{k}{m} = 0 \quad (2.9)$$

Persamaan karakteristik, diatas memiliki dua akar:

$$s_{1,2} = \frac{-c}{2m} \pm \sqrt{\left(\frac{c}{2m}\right)^2 - \frac{k}{m}} \quad (2.10)$$

Solusi umum diberikan persamaan:

$$x = Ae^{s_1 t} + Be^{s_2 t} \quad (2.11)$$

A dan B konstanta harus dihitung dari kondisi awal  $x(0)$  dan  $\dot{x}(0)$

Persamaan  $S_{1,2} = \frac{-c}{2m} \pm \sqrt{\left(\frac{c}{2m}\right)^2 - \frac{k}{m}}$  yang disubstitusi kedalam persamaan

$e^{-(c/2m)t}$  adalah fungsi menyeluruh secara eksponensial. Sifat dalam kurung tergantung pada nilai numerik dibawah akar yaitu positif, nol atau negatif.

Bila suku redaman  $(c/2m)^2$  lebih besar dari pada  $k/m$  maka persamaan diatas bilangan riil dan getaran **tidak mungkin**. Keadaan seperti ini yang disebut redaman berlebih. Bila suku  $(c/2m)^2$  kurang dari  $k/m$  maka eksponen bilangan khayal  $\pm i \sqrt{k/m - (c/2m)^2} t$ . Karena

Batas antara gerak osilasi dan gerak tak berosilasi. Keadaan ini disebut redaman kritis sebagai nilai  $c$  yang mereduksi nilai dibawah tanda akar (radikal) menjadi nol. Saat ini dianjurkan untuk memeriksa tiga keadaan itu agar lebih teliti, dengan cara praktek dimulai dari redaman kritis.

Redaman kritis atau  $C_c$  dalam persamaan

$$\left(\frac{C_c}{2m}\right)^2 = \omega_n^2 \quad (2.12)$$

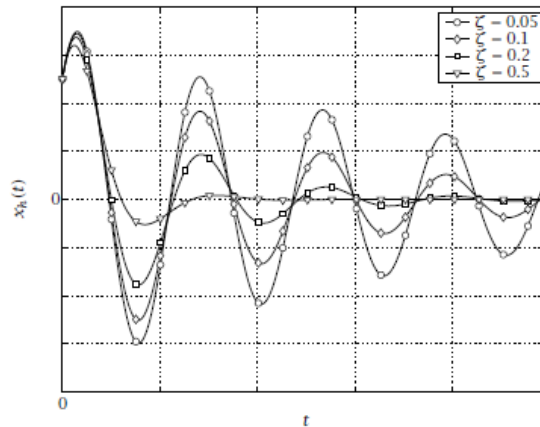
Atau

$$C_c = 2\sqrt{km} = 2m \omega_n \quad (2.13)$$

Nilai redaman dinyatakan dalam redaman kritis oleh rasio nondimensional

$$\xi = \frac{c}{c_c} \quad (2.14)$$

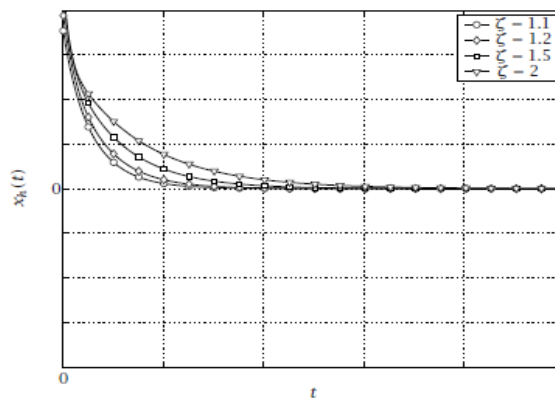
- **Gerak Berosilasi** [  $\xi < 1,0$  (keadaan kurang teredam) ].



Gambar 2.1.5. Skema redaman *underdamped*

Sumber: Buku ajar Getaran Mekanik, 2011

- **Gerak tak berosilasi** . [  $\xi > 1,0$  (keadaan banyak teredam) ].

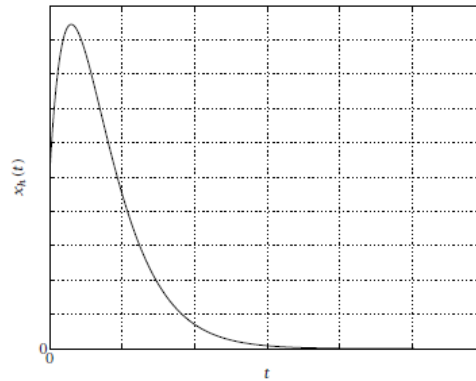


Gambar 2.1.6. Gambar skema overdamp

Sumber: Buku ajar Getaran Mekanik, 2011

- **Gerak teredam kritis**. [  $\xi = 1,0$  ], untuk  $\xi = 1$ , diperoleh akar ganda  $S_1 = S_2 = -\omega_n$ , Gambar diatas menunjukkan tiga jenis respon dengan simpangan awal  $x = 0$ . Bagian bagian yang bergerak pada

banyak meter listrik dan instrumen adalah teredam kritis untuk mencegah penyimpangan yang melampaui batas dan osilasi.<sup>1</sup>

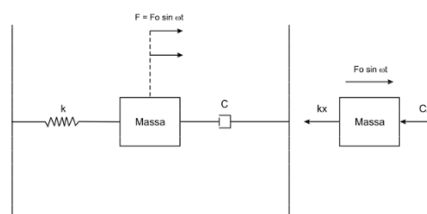


Gambar 2.1.7. Gambar skema redaman kritis

Sumber: Buku ajar *Getaran Mekanik*, 2011

e. Getaran Paksa Satu Derajat Kebebasan Teredam

Terjadnya getaran paksa satu derajat kebebasan teredam jika gaya  $F(t)$  diberikan pada sistem massa pegas teredam maka persamaan gerak sistem akan menjadi  $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t)$ .



Gambar 2.1.8. Getaran Paksa

Sumber: Buku ajar *Dasar-dasar Getaran Mekanik*, 2010

Getaran paksa adalah sistem yang bergetar karena adanya gaya luar yang bekerja pada sistem tersebut. Dimana  $F(t)$  merupakan gaya

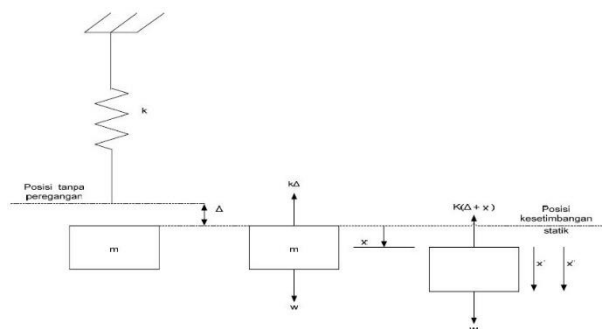
<sup>1</sup> W,T, Thomson, terj. Lea Prasetyo, Teori Getaran Dengan Penerapan, hal.27-32

luar dalam fungsi waktu  $t$ . Gaya  $F(t)$  dapat berupa gaya harmonik sederhana, periodik atau acak.

f. Frekuensi Natural

Sistem beresilasi yang paling sederhana terdiri dari massa dan pegas. Pegas yang menunjang massa dianggap mempunyai massa yang dapat diabaikan dan kekakuan  $k$  Newton per-meter simpangan. Sistem yang mempunyai satu derajat kebebasan karena gerakanya digambarkan oleh koordinat  $x$ .

Bila massa di gerakkan maka osilasi akan terjadi pada frekuensi natural  $f_n$ , yang merupakan *property* dari sistem. Pada masa kini kita dapat mengamati beberapa konsep dasar yang ada hubungannya dengan sistem getaran bebas yang memiliki derajat kebebasan tunggal. Perubahan bentuk pegas pada posisi kesetimbangan statik adalah  $\Delta$ , dan gaya pegas adalah  $k\Delta$  adalah sama dengan gaya gravitasi  $w$  yang bekerja pada massa  $m$ .



Gambar 2.1.9. Sistem pegas – massa dan diagram benda bebas  
 Sumber: Buku ajar *Getaran Mekanik*, 2010



Dengan mengukur simpangan  $x$  dari posisi kesetimbangan statik, maka gaya-gaya yang bekerja pada  $m$  adalah  $k(\Delta+x)$  dan  $w$ . Dengan  $x$  yang dipilih positif dalam arah kebawah semua besaran – gaya, kecepatan dan percepatan – juga positif kearah bawah.

Sehingga hukum ke dua newton untuk aplikasi gerak diterapkan pada  $m$  :

$$m\ddot{x} = \sum F = w - k(\Delta+x) \quad (2.15)$$

karena  $k\Delta = w$ , diperoleh,

$$m\ddot{x} = -kx \quad (2.16)$$

Dengan kata lain pemilihan posisi kesetimbangan statik sebagai acuan untuk  $x$  mengeliminasi  $w$ , yaitu gaya yang diakibatkan dari gravitasi bumi, dan gaya pegas statik  $k\Delta$  dari persamaan gerak, sehingga gaya resultan pada  $m$  adalah gaya pegas karena simpangan  $x$  saja. Lalu dengan mendefinisikan frekuensi lingkaran  $\omega_n$  lewat persamaan:

$$\omega_n^2 = \frac{k}{m} \quad (2.16)$$

Jadi persamaan dapat ditulis :

$$\ddot{x} + \omega_n^2 x = 0 \quad (2.17)$$

Dan membandingkan dengan persamaan  $\ddot{x} = -\omega^2 x$  dapat disimpulkan bahwa gerak adalah harmonik.  $\ddot{x} = \omega_n^2 x$ , suatu persamaan differensial orde kedua yang homogen, memiliki solusi umum berikut.

$$x = A \sin \omega_n t + B \cos \omega_n t \quad (2.18)$$

Dengan A dan B adalah dua konstanta yang perlu. Konstanta tersebut dihitung dari kondisi awal  $x=0$  dan persamaan  $x = A \sin \omega_n^2 t + B \cos \omega_n^2 t$  dapat ditunjukkan menjadi

$$x = \dot{x}(0) / \omega_n \cdot \sin \omega_n^2 t + x(0) \cos \omega_n^2 t \quad (2.19)$$

perioda natural osilasi sibenituk dari

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (2.20)$$

dan frekuensi natural

$$f_n = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2.21)$$

besaran besaran ini dinyatakan sebagai penyimpangan statik  $\Delta$  dengan mengamati persamaan  $k\Delta = w = mg$ ,  $k\Delta = mg$ . Jadi persamaan  $f_n = 1/\tau = 1/2\pi \sqrt{k/m}$  dapat dinyatakan dalam penyimpangan statik  $\Delta$  sebagai

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta}} \quad (2.22)$$

dan frekuensi natural sistem dengan derajat kebebasan tunggal ditentukan secara unik oleh penyimpangan statik  $\Delta$ .

Satuan yang digunakan dalam persamaan diatas harus konsisten ( $\Delta$ ). Dengan  $g = 9.81 \text{m/s}^2$ ,  $\Delta$  harus dalam meter. Namun lebih mudah menggunakan  $\Delta$  dalam milimeter,  $\Delta \text{m} = \Delta \text{mm} \times 10^{-3}$ , dalam hal ini persamaan  $f_n = 1/2\pi \sqrt{g/\Delta}$  menjadi :

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta}} = \frac{15.76}{\sqrt{\Delta \text{mm}^2}} \quad (2.23)$$

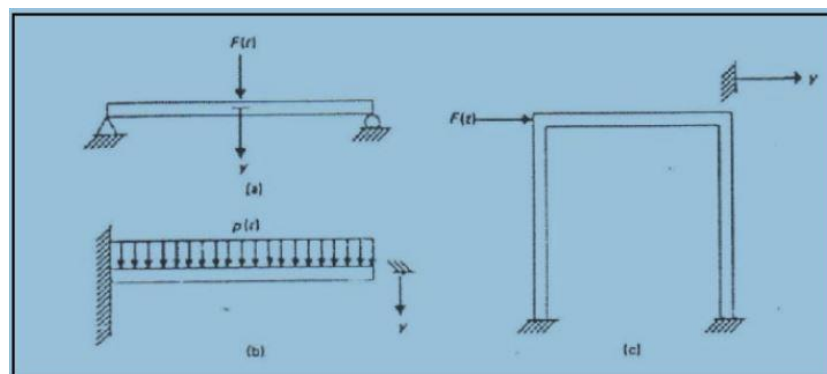
g. Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan sistem adalah jumlah koordinat bebas yang digunakan untuk menggambarkan gerak suatu sistem. Menurut derajat kebebasannya getaran dapat dibedakan menjadi getaran satu derajat kebebasan, getaran dua derajat kebebasan, dan getaran  $n$  derajat kebebasan sesuai dengan banyaknya koordinat bebas (*independence*) yang diperlukan untuk mendefinisikan persamaan gerak tersebut. Contoh kasus getaran yang terjadi dengan sistem satu derajat kebebasan dapat dilihat pada sebuah mobil yang melalui jalan yang bergelombang. Kondisi jalan yang bergelombang memberikan eksitasi getaran pada bodi mobil melalui sistem penopang atau suspensi dari mobil tersebut.

Getaran yang terjadi karena adanya gaya rangsangan dari luar disebut getaran paksa. Jika rangsangan tersebut berosilasi atau bergetar, maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka akan didapat 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.

Dalam getaran mekanis, jumlah koordinat bebas (*independent coordinates*) diperlukan untuk menetapkan susunan atau posisi sistem pada setiap saat, yang berhubungan dengan jumlah derajat kebebasan (*degree of freedom*). Pada umumnya, struktur berkesinambungan mempunyai jumlah derajat kebebasan (*number of degrees of freedom*) tak berhingga. Namun dengan proses idealisasi atau seleksi, sebuah model matematis yang tepat dapat mereduksi jumlah derajat kebebasan menjadi suatu jumlah diskrit dan untuk beberapa keadaan dapat menjadi berderajat kebebasan tunggal.. terlihat beberapa contoh struktur yang dapat dianggap sebagai struktur berderajat kebebasan satu (*one degree of freedom*) dalam analisis dinamis, yaitu struktur yang dimodelisasikan sebagai sistem dengan koordinat perpindahan tunggal (*single displacement coordinate*).



Gambar 2.1.10. Contoh struktur dengan sistem satu derajat kebebasan  
Sumber: Buku ajar *Getaran Mekanik*, 2011

#### h. Kontruksi Redaman Viskos

peredam viskos dapat dibangun dengan menggunakan dua plat paralel dipisahkan oleh jarak  $h$ , dengan viskositas  $\mu$  antara plat. Biarkan satu plat tetap dan membiarkan plat yang lain dipindahkan dengan kecepatan  $v$  dalam silinder sendiri. Lapisan fluida dalam kontak pada plat bergerak dengan kecepatan  $v$ , sedangkan di kontak plat tetap tidak bergerak. Kecepatan lapisan fluida menengah diasumsikan bervariasi secara linear antara 0 dan  $v$ , menurut hukum newton tentang aliran viskos, tegangan geser ( $\tau$ ) dikembangkan di  $y$  pada jarak fluida dari plat tetap diberikan oleh :

$$\tau = \frac{\mu du}{dy} \quad (2.24)$$

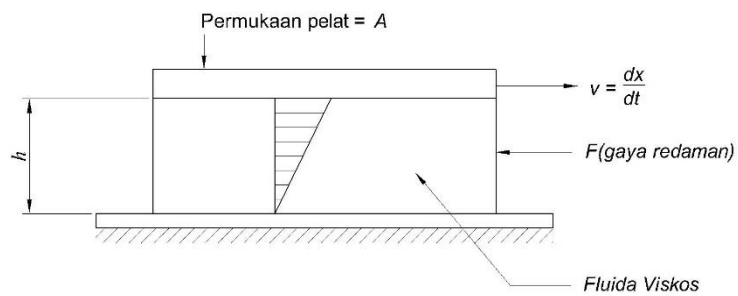
dimana  $du / dy = v / h$  adalah gradien kecepatan. Geser atau menolak gaya ( $F$ ) yang dikembangkan di bawah permukaan lempeng bergerak adalah

$$F = \tau A = \frac{\mu A v}{h} = c v \quad (2.25)$$

dimana  $A$  adalah luas permukaan pelat bergerak dan

$$c = \frac{\mu A}{h} \quad (2.26)$$

disebut konstanta redaman



Gambar 2.1.11. plat paralel dengan fluida

Sumber: Buku ajar *Mechanical Vibrations*, 1995

jika peredam non linier, prosedur Linearisasi umumnya digunakan tentang kecepatan operasi ( $v$ ), Seperti dalam kasus musim semi non linear. proses linierisasi memberikan setara redaman konstan.

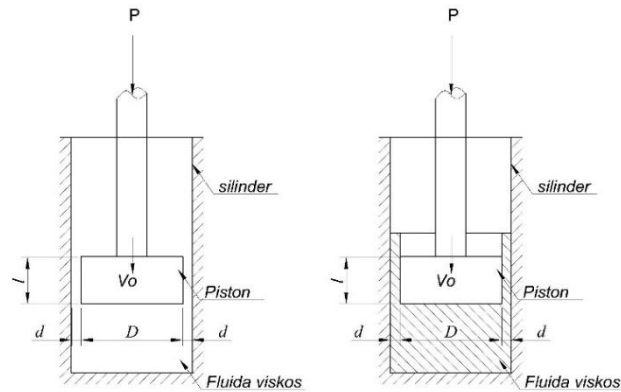
$$C = \frac{dF}{dv} \quad (2.27)$$

- **Silinder piston *dashpot***

Pengembangan untuk konstanta redaman *dashpot* :

1. Diameter silinder =  $D + 2d$
2. Diameter piston =  $D$
3. Kecepatan piston =  $V_0$
4. Panjang axial piston =  $l$
5. Viskositas fluida =  $\mu$

Solusi: dashpot terdiri dari piston diameter  $D$ , dan panjang  $l$ , bergerak dengan kecepatan  $v_0$  dalam silinder diisi dengan cairan viskositas  $\mu$ . Biarkan *clearance* antara piston dan dinding silinder menjadi  $d$ . pada  $y$  jarak dari permukaan bergerak, membiarkan kecepatan dan geser *stress* menjadi  $v$  dan  $t$ , dan pada jarak  $(y + dy)$  membiarkan kecepatan dan geser *stress* menjadi  $(v - dv)$  dan  $(t + dt)$ , masing-masing. tanda negatif untuk  $dv$  menunjukkan bahwa kecepatan menurun saat kita bergerak menuju dinding silinder.



Gambar 2.1.12. Gambar skema dashpot

Sumber: Buku ajar *Mechanical Vibrations*, 1995

Gaya viskos pada diameter ini sama dengan

$$F = \pi D l d \tau = \pi D l \frac{d\tau}{dy} dy \quad (2.28)$$

Jadi tegangan geser diberikan adalah

$$\tau = - \mu \frac{dv}{dy} \quad (2.29)$$

di mana tanda negatif konsisten dengan gradien kecepatan menurun, kita memperoleh

$$F = - \pi D l dy \mu \frac{d^2 v}{dy^2} \quad (2.30)$$

gaya pada piston akan menyebabkan perbedaan tekanan pada ujung elemen yang diberikan

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4F}{\pi D^2} \quad (2.31)$$

sehingga kekuatan tekanan pada ujung elemen adalah

$$P (\pi D dy) = \frac{4F}{D} dy \quad (2.32)$$

dimana  $(\pi D dy)$  menunjukkan daerah annular antara  $y$  dan  $(y + dy)$ . jika kita asumsikan kecepatan rata-rata seragam dalam arah gerakan fluida. Gaya yang diberikan dan harus sama. sehingga kita mendapatkan

$$\frac{4F}{D} dy = - \pi D l dy \mu \frac{d^2 v}{dy^2} \quad (2.33)$$

Atau

$$\frac{d^2 v}{dy^2} = - \frac{4F}{\pi D^2 l \mu} \quad (2.34)$$

integreting persamaan ini dua kali dan menggunakan kondisi batas

$v = -v_0$  pada  $y = 0$  dan  $v = 0$  pada  $y = d$ , kita memperoleh

$$v = \frac{2F}{\pi D^2 l \mu} (yd' - y^2) - v_0 \left(1 - \frac{y}{d}\right) \quad (2.35)$$



laju aliran pikir ruang clearance dapat diperoleh dengan mengintegrasikan laju aliran melalui elemen antara batas  $y = 0$  dan  $y = d$

$$Q = \int_0^d v \pi D dy = \pi D \left[ \frac{2Fd^3}{6\pi D^2 l \mu} - \frac{1}{2} v_0 d \right] \quad (2.36)$$

volume fluida yang mengalir di ruang *clearance* per detik harus sama dengan volume yang perdetik dipindahkan oleh piston. maka kecepatan piston akan sama dengan laju aliran ini dibagi dengan luas piston. ini memberikan

$$v_0 = \frac{Q}{\left(\frac{\pi D^3}{4}\right)} \quad (2.37)$$

Jadi persamaan  $V_0 = Q / (\pi / 4 \cdot D^2)$  dan  $Q = \int_0^d v \pi D dy = \pi D [2Pd^3 / 6\pi D^2 l \mu \cdot 1/2 v_0 d]$  menjadi

$$P = \left[ \frac{3 \pi D^3 l \left(1 + \frac{2d}{D}\right)}{4d^3} \right] \mu v_0 \quad (2.38)$$

oleh menulis gaya  $P = c v_0$ , redaman konstan  $c$  dapat ditemukan sebagai

$$c = \mu \left[ \frac{3 \pi D^3 l \left(1 + \frac{2d}{D}\right)}{4d^3} \right] \quad (2.39)$$

i. Redaman Viskos dengan Fluida Oli

Kekentalan menunjukkan ketebalan atau kemampuan untuk menahan aliran suatu cairan (*weight viscosity*)<sup>3</sup>. Terdapat dua situasi ketika oli bekerja, oli akan cenderung encer dan mudah mengalir ketika panas, sedangkan cenderung akan mengental dan tidak mudah mengalir ketika dingin. Oli memiliki tingkat kecenderungan rendah atau tinggi. Kekentalan pada oli dinyatakan dengan angka yang disebut indeks kekentalan. Jika indeks oli tinggi maka menunjukna bahwa oli tersebut kental, sedangkan sebaliknya, jika indeks oli rendah, maka menunjukan encer. Badan internasional SAE (*Society of Automotive Engineers*) mempunyai standar kekentalan suatu oli dengan awalan SAE didepan angka indeks kekentalan yang pada umumnya menyatakan temperatur oli yang dapat digunakan. oli yang mempunyai indeks kekentalan dalam *range* 10W-30 disebut juga *multi-grade*, artinya oli mempunyai standar SAE 10 pada -20<sup>0</sup> dan standar oli sampai SAE 30 pada 100<sup>0</sup> C.

Redaman viskos dengan fluida oli bersifat *incompressible*. Pada fluida oli ini molekul-molekul saling berdekatan tetapi tidak ada struktur kisi, gaya dari molekul tidak dapat menyatukan molekul – molekul sehingga molekul zat cair lebih mudah bergeser melalui masing masing molekul tersebut.

Viskositas dari suatu fluida yaitu dengan memperhitungkan tahanan suatu fluida terhadap deformasi geser atau angular. Gaya gesek

---

<sup>3</sup> Tim Penyusun PT Toyota-Astra Motor, New Step 1 Training Manual, Hal. 42

pada fluida yang mengalir dihasilkan dari deformasi kohesi dan perubahan momentum diantara molekul. Viskositas dari fluida bergantung pada temperatur dari lingkungan dimana fluida beroperasi. Pada fluida oli semakin tinggi temperatur, maka viskositas dari seluruh jenis fluida mengalami penurunan.

## 2. Elemen Pembentuk Sistem Instrumentasi

Susunan beberapa bagian dalam suatu batasan tertentu yang bekerja bersama-sama untuk menghasilkan suatu output dari input yang diberikan disebut sistem. Batasan tersebut memisahkan sistem dari lingkungannya dan sistem akan berinteraksi dengan lingkungannya melalui sinyal yang bergerak melewati batasan tersebut baik dari lingkungan menuju sistem (*input*) ataupun dari sistem ke lingkungannya (*output*). Sistem instrumentasi yang digunakan untuk melakukan pengukuran memiliki masukan berupa nilai sebenarnya dari variabel yang sedang diukur sehingga keluaran berupa nilai yang terukur. Sistem instrumentasi pengukuran terdiri dari beberapa elemen yang akan digunakan untuk menjalankan beberapa fungsi tertentu. Elemen – elemen tersebut adalah:

### a. Sensor

Elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses suatu variabel yang sedang diukur sehingga menghasilkan keluaran dalam bentuk tertentu pada variabel masukannya dan dapat digunakan oleh sebagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tertentu disebut sensor.

#### b. Penampilan Data

Elemen ini berfungsi sebagai penampil nilai-nilai yang terukur dalam bentuk yang bisa dikenali oleh pengamat yang melalui sebuah alat penampil (*display*), misalnya sebuah jarum penunjuk (*pointer*) yang bergerak disepanjang skala suatu alat ukur atau bisa juga berupa informasi pada unit penampil visual (*Visual Display Unit*). Selain itu, sinyal tersebut juga dapat direkam. Misalnya pada kertas perekam diagram atau pada piringan magnetik dan dapat juga ditransmisikan ke beberapa sistem lainnya misalnya ditransmisikan ke sistem control.

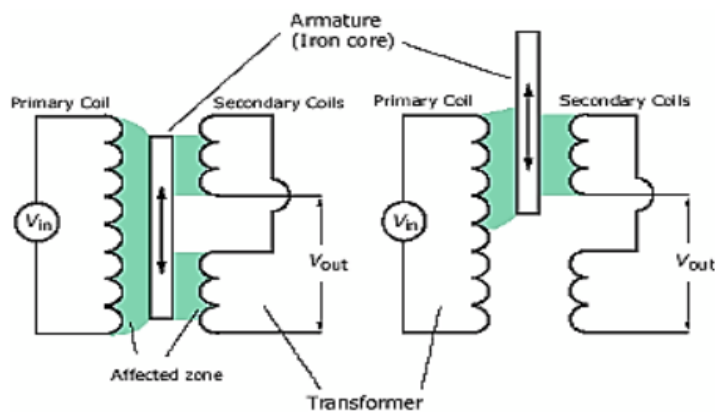
#### c. Prosesor Sinyal

Elemen ini akan mengambil keluaran dari sebuah sensor dan akan mengubahnya menjadi bentuk besaran yang cocok untuk tampilan atau transmisi selanjutnya dalam sistem kontrol. Banyak dijumpai kemungkinan besar terdapat suatu elemen yang menempatkan keluaran sensor dalam kondisi yang sesuai dengan pemrosesan lebih lanjut kemudian elemen lainnya akan memproses sinyal sehingga dapat ditampilkan.

#### d. Sensor Perpindahan

Sensor perpindahan merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur perpindahan linier, mengukur perpindahan sudut, mendeteksi gerakan, dan mendeteksi keberadaan suatu objek. Sensor tersebut terdiri dari sensor yang berkontak langsung dengan objek dan sensor yang tidak berkontak langsung dengan objeknya.

Untuk metode perpindahan sudut yang melibatkan hubungan mekanis, perputaran sebuah poros dapat langsung menggerakkan roda gigi. Perputaran elemen sensor dapat membangkitkan suatu Gaya Gerak Listrik (GGL). *Transformator Diferensial Variabel Linear* atau biasa disebut *Linear Variabel Diferensial Transformer (LVDT)* merupakan sebuah transformator yang memiliki satu kumparan primer dan dua kumparan sekunder.



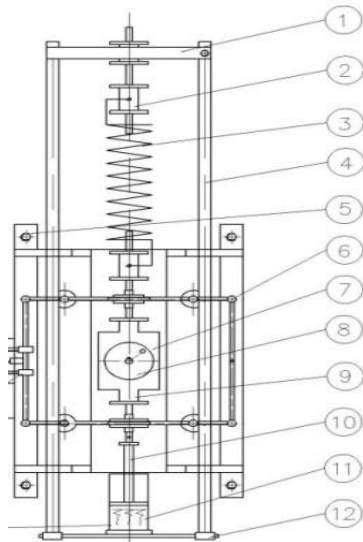
Gambar 2.1.13. LVDT

Sumber: Buku ajar *Sensor dan Kontrol Mekanik*, 2010

### 3. Respon Sistem Teredam Akibat Gerakan Tidak Seimbang

Pada mesin yang sedang berputar, sering mengalami kerusakan pada komponen mesin tersebut karena getaran yang melebihi batas akibat ketidakseimbangan *massa* elemen yang berputar. Suatu turbin atau motor listrik merupakan mesin dengan komponen berputar. Massa tidak seimbang dapat terjadi pada suatu rotor jika pusat massanya tidak terletak pada sumbu putar. Ketidak seimbangan *me* adalah suatu *massa ekuivalen* dengan

dengan eksentrisitas  $e$ . Massa eksentris  $m$  berputar dengan kecepatan sudut  $\omega$  dan perpindahan vertikalnya adalah  $(x + e \sin \omega t)$ .



NO	PART NAME	QTY	MATERIAL
12	BOTTOM GROUND	1	STEEL
11	VISCOUS DAMPER	1	OIL
10	DAMPING BAR	1	STEEL
9	STORAGE MASS	1	STEEL
8	DISK EKSENTRISITAS	1	STEEL
7	MASS	1	STEEL
6	FRAME WALL	1	STEEL
5	DYNABOLT	1	STEEL
4	SUPPORT ROUND BAR	1	STEEL
3	SPRING	1	STEEL
2	BAR CONECTING SPRING	1	STEEL
1	TOP GROUND	1	STEEL

Gambar 2.1.14. Model ketidakseimbangan pada mesin yang berputar

Sumber: Dokumen pribadi

Mesin tersebut dibatasi gerakanya hanya dalam arah vertikal dan memiliki satu derajat kebebasan. Perpindahan *massa* (M-m) adalah  $x(t)$ .

Oleh karena itu, persamaan geraknya menjadi:

$$(M - m)\ddot{x} + m\frac{d^2}{dt^2}(x + e \sin \omega t) + c\dot{x} + kx = 0 \quad (2.40)$$

$$M \ddot{x} + c\dot{x} + kx = me\omega^2 \sin \omega t \quad (2.41)$$

$$F_{eq} = me \omega^2 \quad (2.42)$$

$$M \ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_{eq} \sin \omega t \quad (2.43)$$

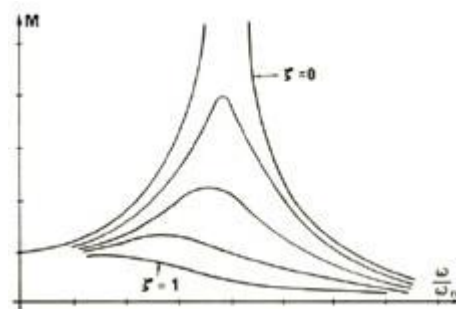
Dari persamaan diatas, amplitudo respon harmonic adalah:

$$|\bar{X}| = \frac{F_{eq}}{\sqrt{(k-m\omega^2)^2+(c\omega^2)}} = \frac{me\omega^2}{\sqrt{(k-m\omega^2)^2+(c\omega^2)}} \quad (2.44)$$

$$\text{Atau } |\bar{X}| = \frac{me\omega^2}{k} R \quad (2.45)$$

Dalam bentuk non-dimensional, dengan  $r = \omega / \omega_n$ ,  $\omega_n^2 = k / m$ ,

$$\text{sehingga menjadi } \frac{MX}{me} = r^2 R = \frac{r^2}{\sqrt{(1-r^2)^2 - (2\zeta-r)^2}} \quad (2.46)$$



Grafik 2.1.15. kurva respon frekuensi

Sumber: Buku ajar *Mechanical Vibrations*, 1995

#### 4. Pegas

Pegas adalah elemen mesin flexibel yang digunakan untuk memberikan gaya, torsi, dan juga untuk menyimpan atau melepaskan energi. Energi disimpan pada benda padat dalam bentuk *twist*, *stretch*, atau kompresi. Energi di-*recover* dari sifat elastis material yang telah terdistorsi. Pegas haruslah memiliki kemampuan untuk mengalami defleksi elastis yang besar. Beban yang bekerja pada pegas dapat berbentuk gaya tarik, gaya tekan, atau torsi (*twist force*). Pegas umumnya beroperasi dengan ‘*high working stresses*’ dan beban yang bervariasi secara terus menerus. Beberapa contoh spesifik aplikasi pegas adalah:

1. Untuk menyimpan dan mengembalikan energi potensial, seperti misalnya pada '*gun recoil mechanism*'.
2. Untuk memberikan gaya dengan nilai tertentu, seperti misalnya pada *relief valve*.
3. Untuk meredam getaran dan beban kejut, seperti pada mobil.
4. Untuk indikator/kontrol beban, contohnya pada timbangan.
5. Untuk mengembalikan komponen pada posisi semula, contohnya pada '*brake pedal*'.

Material pegas yang ideal adalah material yang memiliki kekuatan ultimate yang tinggi, kekuatan yield yang tinggi, dan modulus elastisitas atau modulus geser yang rendah untuk menyediakan kemampuan penyimpanan energi yang maksimum. Parameter *loss coefficient*,  $\Delta_v$  yang menyatakan fraksi energi yang didisipasikan pada siklus *stress-strain* juga merupakan faktor penting dalam pemilihan material. Material pegas yang baik haruslah memiliki sifat *loss coefficient* yang rendah, kekuatan *fatigue* tinggi, *ductility* tinggi, ketahanan tinggi serta harus tahan *creep*. Pegas dapat dibuat dari berbagai jenis bahan sesuai pemakaiannya. Bahan baja dengan penampang lingkaran adalah yang paling banyak dipakai. Bahan-bahan pegas terlihat pada tabel berikut:



Material	Allowable shear stress ( $\tau$ ) MPa			Modulus of rigidity (G) kN/m <sup>2</sup>	Modulus of elasticity (E) kN/mm <sup>2</sup>
	Severe service	Average service	Light service		
1. Carbon steel				80	210
(a) Upto to 2.125 mm dia.	420	525	651		
(b) 2.125 to 4.625 mm	385	483	595		
(c) 4.625 to 8.00 mm	336	420	525		
(d) 8.00 to 13.25 mm	294	364	455		
(e) 13.25 to 24.25 mm	252	315	392		
(f) 24.25 to 38.00 mm	224	280	350		
2. Music wire	392	490	612		
3. Oil tempered wire	336	420	525		
4. Hard-drawn spring wire	280	350	437.5		
5. Stainless-steel wire	280	350	437.5	70	196
6. Monel metal	196	245	306	44	105
7. Phosphor bronze	196	245	306	44	105
8. Brass	140	175	219	35	100

Tabel 2.1.16. Jenis Material Penyusun Pegas

Sumber: Materi ajar *Elemen Mesin 1*, 2000

Rumus:

$$\delta = \frac{8 W n D^3}{G d^4} \quad (2.47)$$

$$K = \frac{G d^4}{64 n R^3} \quad (2.48)$$

$$K = \frac{W}{\delta} \quad (2.49)$$

$$F = k \Delta x \quad (2.50)$$

Keterangan:

K = Konstanta pegas (N/mm)

F = Gaya (N)

W = Berat benda (N)

$\delta$  = Defleksi (mm)

G = Modulus gelincir (N/m<sup>2</sup>)

D = Diameter lilitan pegas (mm)

d = Diameter kawat (mm)

## 5. Penurunan Logaritmik

Suatu cara mudah untuk menentukan jumlah redaman yang ada dalam suatu sistem adalah dengan mengukur laju peluruhan osilasi bebas<sup>4</sup>. Semakin besar redaman, semakin besar pula peluruhannya. Suatu getaran teredam yang dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$x = X e^{-\zeta W n t} \sin(\sqrt{1 - \zeta^2} W n t + \phi) \quad (2.51)$$

$$\delta = \ln \frac{x_1}{x_2} \quad (2.52)$$

$$\delta = \frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \quad (2.53)$$

Jika koefisien redaman kecil, maka berlaku  $\sqrt{1 - \zeta^2} \sim 1$ . Maka diperoleh persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$\delta = 2\pi\zeta \quad (2.54)$$

### B. Kerangka Berfikir

Getaran merupakan gerakan bolak-balik yang menyebabkan kerusakan komponen-komponen disekitarnya jika getarannya terlalu kencang. *Vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam merupakan salah satu alat simulasi uji getaran yang dapat menentukan besaran-besaran getaran yang terjadi pada mesin yang berputar yang disebabkan oleh *massa* tidak seimbang pada elemen yang sedang berputar. Dengan menggunakan alat simulasi getaran maka dapat diketahui frekuensi pribadi, mengetahui efektifitas redaman

---

<sup>4</sup> W,T, Thomson, terj. Lea Prasetyo, Teori Getaran Dengan Penerapan, hal. 32

menggunakan peredam oli, pengaruh efek redaman oli terhadap getaran paksa dan melihat hubungan grafik putaran motor DC dalam rpm dengan amplitudo pada saat resonansi, kemudian dapat dibuktikan dengan perhitungan menggunakan rumus yang sudah baku.

### C. Hipotesis Penelitian

Pada mesin yang memiliki kinerja bagus akan mengalami getaran selama mesin tersebut berputar dan digunakan dalam jangka waktu yang sangat lama, getaran tersebut diduga berasal dari putaran *massa* yang tidak seimbang sehingga dapat menyebabkan kerusakan elemen mesin disekitarnya. Dan efek redaman oli SAE 20 dan 30 sangat berpengaruh terhadap kinerja alat pada saat bergetar, semakin kecil koefisien redaman semakin kecil juga efek redaman yang bekerja pada sistem.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat pelaksanaan pengujian analisis dan penelitian dilakukan di Laboratorium Perancangan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Sedangkan waktu penelitian dilakukan selama 4 bulan terhitung dari bulan Oktober 2015 – Januari 2016.

#### **B. Metode Penelitian**

Pengujian *massa* tidak seimbang dengan metode eksperimen yang dilakukan oleh penguji untuk menganalisis besaran getaran pada mesin yang sedang berputar dengan massa tidak seimbang menggunakan alat simulasi *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam dengan oli SAE 20 dan 30 sebagai media redamannya. Selanjutnya penguji melakukan analisis alat simulasi getaran paksa tak teredam dengan menggunakan perhitungan matematis untuk mengetahui pendekatan alat simulasi yang dibuat dengan rumus getaran yang sudah baku. Setelah selesai menganalisis alat uji, peneliti menguji alat simulasi getaran paksa takteredam untuk mengetahui seberapa efektifkah efek redaman terhadap getaran sistem. Kemudian peneliti menguji getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 dan 30 pada interval kecepatan putaran 0 sampai dengan putaran 400 RPM dengan selisi 10 RPM dan menggunakan massa unbalance 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram sebagai gaya pengeksitasinya.

## C. Alat, Peralatan, Bahan Penelitian dan Software

### 1. Alat

Alat simulasi getaran bebas dan getaran paksa dengan redaman viskos (*Vibration Apparatus*) satu derajat kebebasan, terbagi atas komponen mekanik, elektrik dan instrumen :

- Komponen Mekanik :
  - Pegas (*Utility Extension Spring*)
  - Massa Statik (*Round Bar Cut*)
  - Redaman Viskos dengan fluida Oli ( SAE 20 dan 30)
  - *Frame and support part*
  - *Bracket*
- Komponen Elektrik dan instrumen :
  - Motor Dinamik (Eksiter *Motor DC* dengan *Unbalance*)
  - *Speed Control*
  - *Speed Indicator*
  - *Stabilizer*
  - *Stop Watch (Timer)*
  - Stop kontak 1 Phase
  - terminal power isi 6
  - LVDT (*Linear Variabel Differential Transformer*)
  - MPDI (*Multi Pupose Data Indicator*)

## 2. Peralatan :

Peralatan pendukung simulasi getaran bebas dan getaran paksa dengan redaman viskos (*Vibration Apparatus*) pada sistem satu derajat kebebasan, diantaranya :

- Tang
- Obeng
- Kunci pas
- Netbook LENOVO
- Mur baut cadangan

## 3. Bahan :

Bahan pendukung simulasi getaran bebas dan getaran paksa dengan redaman viskos (*Vibration Apparatus*) pada sistem satu derajat kebebasan,

## 4. Perangkat lunak :

- a. Microsoft Word 2013
- b. Microsoft Excel 2013
- c. Autocad 2013
- d. Solidwork 2012 / Autodesk Inventor 2012

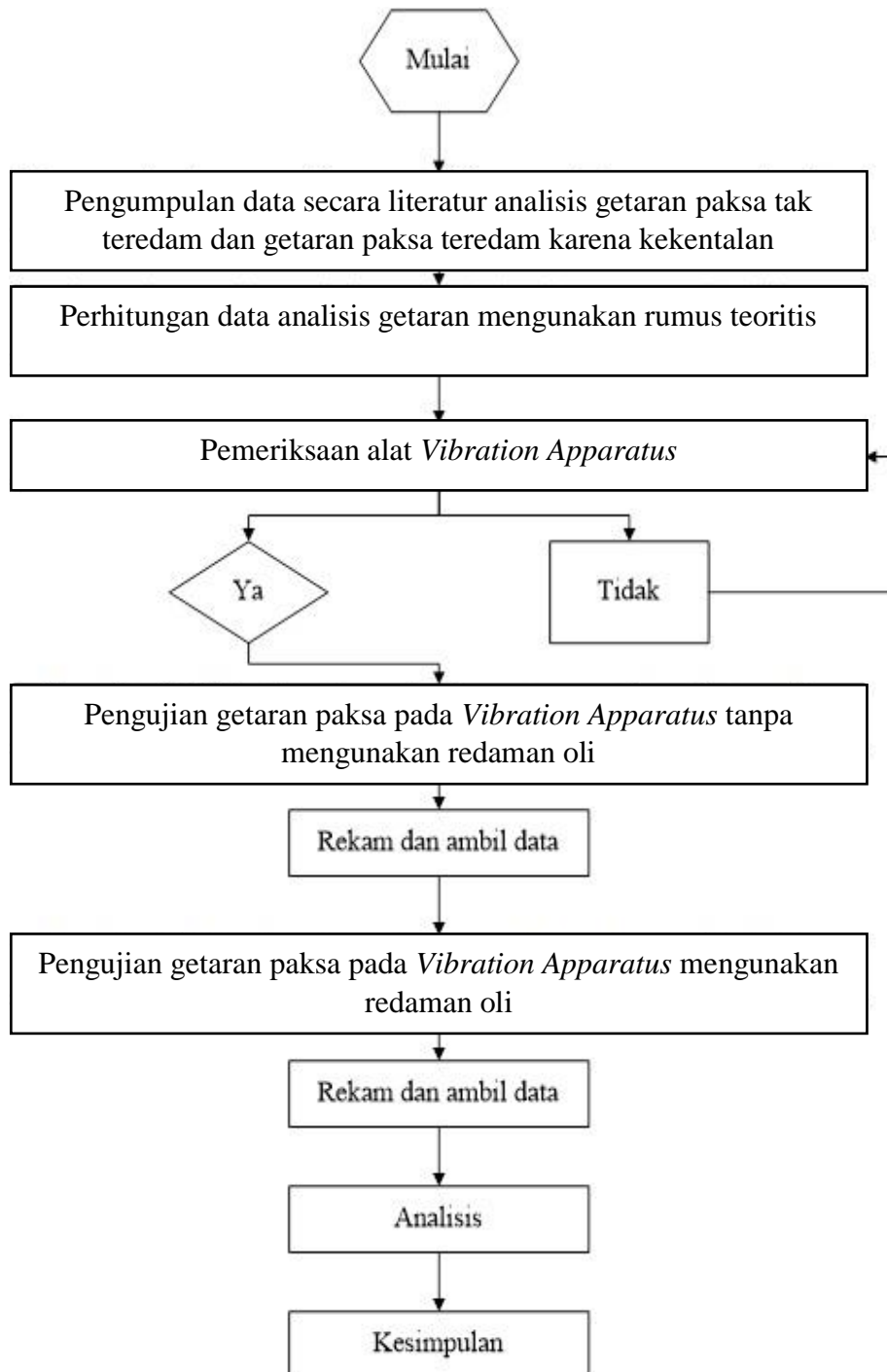
## D. Data *Property* Getaran

- 1. Kekakuan Pegas
- 2. Massa
- 3. Jarak Titik dan Besar Massa *Unbalance*

4. Redaman dan Konstanta Redaman

5. Frekuensi Natural

E. Tahapan Penelitian



Gambar 3.5. Diagram alir penelitian

1. Pengumpulan data dan studi literatur, pengumpulan spesifikasi alat *Vibration Apparatus* terhadap redaman viskos, pengumpulan spesifikasi oli,
2. Menganalisis alat *Vibration Apparatus* terhadap getaran paksa baik tanpa menggunakan redaman maupun menggunakan redaman pada sistem satu derajat kebebasan secara teoritis,
3. Memeriksa motor DC yang digunakan sebagai alat uji *Vibration Apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam pada mesin atau benda yang berputar dengan massa yang tidak seimbang masih dapat berfungsi dan terpasang dengan benar. Memeriksa komponen-komponen pendukung seperti MPDI, LVDT, *timer* dan display terpasang dengan benar, Memeriksa kabel-kabel penghubung komponen satu ke yang lainnya dengan pertimbangan layak pakai sehingga dapat berfungsi dengan benar, Memeriksa keamana aliran listrik yang akan dialirkan ke komponen-komponen elektronik yang lainnya dengan benar,
4. Menguji alat *Vibration Apparatus* terhadap getaran paksa tanpa menggunakan redaman viskos serta menulis hasil pengujian pada tabel pengujian praktek,
5. Pengujian alat *vibration apparatus* terhadap getaran bebas dan getaran paksa menggunakan redaman viskos (fluida oli) serta menulis hasil pengujian pada tabel pengujian praktek,
6. Menganalisa frekuensi pribadi alat *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan dan getaran paksa baik menggunakan redaman viskos



maupun tanpa redaman viskos, analisis kecepatan dan percepatan osilasi, analisis rasio redaman (*Underdamp* + logaritmik *decrement*, *Criticaldamp* + logaritmik *decrement*, *Overdamp* + logaritmik *decrement*), dan analisis grafik hubungan redaman dengan osilasi berdasarkan hasil pengujian.

## 7. Kesimpulan.

### F. Teknik Sampling

Sampling yang digunakan adalah MPDI, LVDT, *dynamo*, *timer*, *display* yang sudah disediakan oleh Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

### G. Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan adalah dengan membaca grafik pada MPDI yang sudah terhubung dengan sensor perpindahan. Adapun teknik analisis data yang dilakukan agar penulisan dapat dipertanggungjawabkan adalah:

#### 1. Kajian Pustaka

Peneliti melakukan pencarian berbagai sumber data dan informasi mengenai materi getaran mekanis pada beberapa media seperti buku, majalah, dan jurnal teknik mesin serta referensi lainnya yang berkaitan dengan vibration apparatus sistem satu derajat kebebasan teredam pada mesin atau roda yang berputar tidak seimbang.

#### 2. Kajian Eksperimen

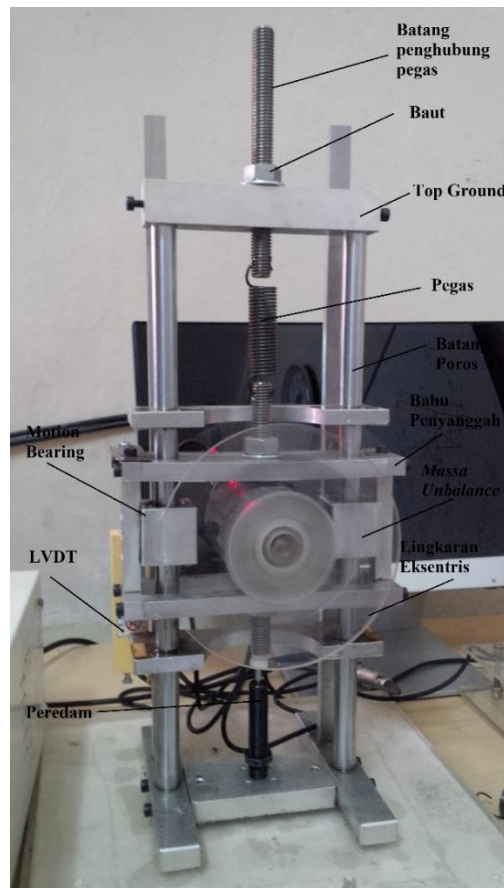
Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, dimana peneliti mencoba mengukur getaran mekanis terhadap *massa* tidak seimbang

dengan menggunakan *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam dengan menggunakan elemen oli yang mempunyai SAE 20, 30 sebagai peredamnya. Pengamatan tersebut dapat digunakan sebagai bahan penulisan analisis.

### 3. Deskripsi Sistem Alat Uji

Ada beberapa alat uji dalam penelitian ini, alat uji tersebut harus dirangkai menjadi satu sistem yang saling berhubungan. Adapun sistem alat uji tersebut adalah:

#### a. *Vibration Apparatus*



Gambar 3.7.1. Konstruksi *Vibration Apparatus*

*Sumber: Dokumen pribadi*

b. *Multi Purpose Digital Indikator (MPDI)*



Gambar 3.7.2. *Multi Purpose Digital Indikator (MPDI)*

Sumber: Dokumen pribadi

*Multi Purpose Digital Indikator* merupakan *tools* pintar yang mampu membaca semua sensor dan dapat diaplikasikan pada semua *industry* serta pendidikan keteknikan. Fiturnya yang paling komplit dalam hal pengukuran membuat *tools* ini banyak digunakan. Ada beberapa keuntungan menggunakan MPDI seperti untuk melakukan riset dan penelitian dengan menggunakan fitur *SD Memory Card*, maka MPDI menyimpan hasil pengukuran dengan format CVS. Hasil semua pengukuran tersebut dapat dianalisis dengan tampilan grafik dan angka.

c. *Transformator Diferensial Variabel Linear atau LVDT*



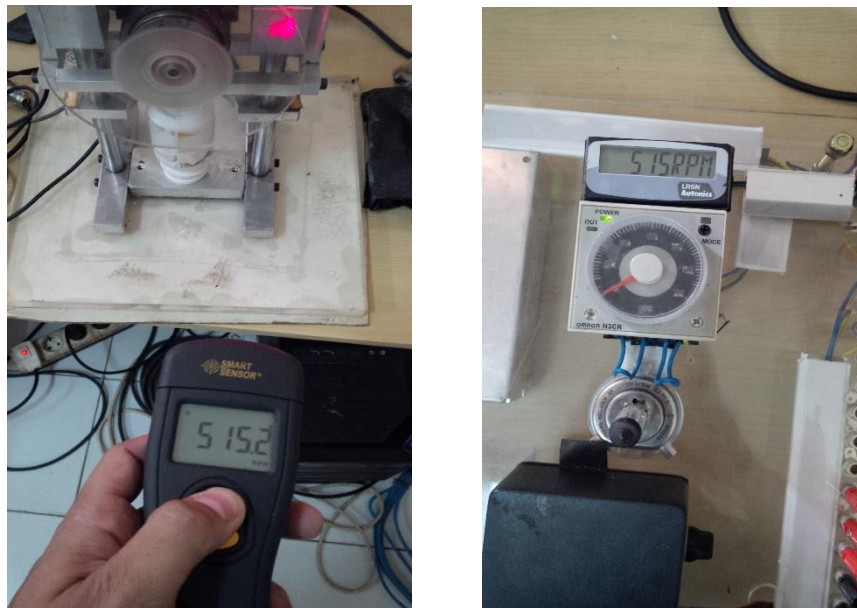
Gambar 3.7.3. Linear Variabel Diferensial Transformer (LVDT)

Sumber: Dokumen pribadi

*Transformator Diferensial Variabel Linear* atau sering disebut dengan Linear Variabel Diferensial Transformer (LVDT) adalah sebuah transformator yang memiliki kumparan primer dan dua kumparan sekunder. Ketiga kumparan tersebut dirangkai secara sistematis pada sebuah tabung isolasi. Kumparan primer berada ditengah sedangkan dua kumparan sekunder yang lainnya berada disamping sebelah kanan dan kiri dihubungkan secara seri sehingga

keluarannya saling berlawanan satu sama lain. Sebuah inti magnetik akan bergerak pada tabung bagian tengah akibat pergeseran yang sedang dimonitor. Apabila suatu tegangan bolak-balik dikenakan pada kumparan primer, maka gaya gerak listrik bolak-balik akan terinduksi pada kumparan-kumparan sekunder. Dengan ini, magnetik berada pada posisi tengah, maka banyaknya fluks magnetik pada setiap kumparan sekunder akan berjumlah sama sehingga besar gaya gerak listrik yang diinduksikanpun sama.

d. Motor DC



Gambar 3.7.4. Pengukuran putaran motor DC menggunakan *Tachometer*

*Sumber: Dokumen pribadi*

Motor DC merupakan motor listrik yang memerlukan suplay tegangan arus searah pada kumparan medan magnet untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Keumpanan medan magnet pada motor DC disebut stator dan kemampuan jangkar disebut rotor. Keuntungan

menggunakan motor DC adalah untuk pengendali kecepatan dengan tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan dynamo untuk meningkatkan kecepatan motor, dan mengatur arus medan untuk meningkatkan kecepatan apabila diturunkan.

## H. Data Perencanaan Alat

### 1. Kekakuan Pegas



Gambar 3.8.1. Pegas tarik

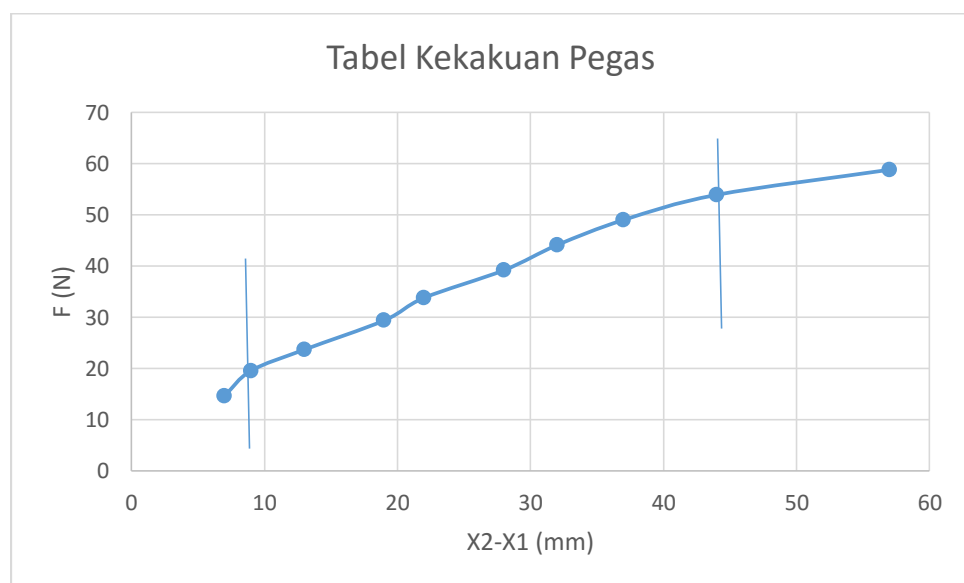
Sumber: Dokumen pribadi

Tabel 3.8.1. Kekakuan Pegas

No	Massa (kg)	$F=m.g$ (N)	X1 (mm)	X2 (mm)	X2-X1 (mm)	K (N/mm)
1	1,5	14.7	58	65	7	2,1
2	2	19.6	58	67	9	2,17
3	2,5	23.7	58	71	13	1,82
4	3	29.4	58	77	19	1,54
5	3,5	33.8	58	80	22	1,53
6	4	39.2	58	86	28	1,40

No	Massa (kg)	F=m.g (N)	X1 (mm)	X2 (mm)	X2-X1 (mm)	K (N/mm)
7	4,5	44.1	58	90	32	1,37
8	5	49	58	95	37	1,32
9	5,5	53.9	58	102	44	1,22
10	6	58.8	58	115	57	1,03

Grafik 3.8.2. Kekakuan Pegas



Dari grafik tersebut, maka didapatkan harga koefisien (k) pegas rata-rata nya adalah 1,55 N/mm.

## 2. Massa

Massa semua komponen alat uji getaran vibration apparatus sebagai berikut:

- a. Berat (Frame, Motor dan Acrilic) : 2,24 kg
- b. Massa unbalance : 5 gr, 10 gr, 15 gr, 20 gr
- c. Power Source : 12 VDC
- d. Maksimum RPM : 1450 RPM

### 3. Jarak Titik Eksitasi dan Besar Massa Unbalance

Pada komponen yang berputar, massa tidak seimbang terjadi pada rotor jika pusat massanya tidak terletak pada sumbu putar. Pada vibration apparatus memiliki  $M$  dengan ketidak-seimbangan  $m$  yaitu suatu massa ekuivalen dengan eksentrisitas  $e$ . Massa eksentris  $m$  berputar dengan kecepatan sudut  $\omega$  dan perpindahan vertikalnya adalah  $(x + e \sin \omega t)$ .

Peneliti mendapatkan data titik eksitasi dan besaran massa tidak seimbang dengan mengukur nilai  $e = 5 \text{ cm}$  atau  $0,05 \text{ m}$  dari pusat rotasi motor DC.

### 4. Redaman dan Konstanta Redaman



Gambar 3.8.2. Redaman viskos  
Sumber: Dokumen pribadi

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan redaman viskos (*viscous damping*) dengan media oli yang mempunyai nilai SAE<sup>5</sup> 20 dan SAE<sup>6</sup> 30

---

<sup>5</sup> Mujiman, Pengukuran Viskositas Oli SAE 10-SAE 40 dengan Penampil LCD (Jurnal Teknologi ISSN: 1693-6930), hal. 53

<sup>6</sup> Ibid, hal.53



miliki nilai  $\mu = 79 \text{ kg/ms}$  dan  $105 \text{ kg/ms}$ . Dari data tersebut, dapat diperoleh konstanta redaman ( $c$ ) dari oli SAE 20 adalah  $28.80 \text{ Ns/m}$ , dan oli SAE 30 adalah  $51.22 \text{ Ns/m}$ .

Rumus konstanta redaman oli adalah:

$$c = \left[ \frac{3\pi D^3 l \left(1 + \frac{2d}{D}\right)}{4d^3} \right] \mu \quad (3.7)$$

Keterangan:

$c$  = konstanta redaman (Ns/m)

$D$  = diameter piston (m) =  $0,007 \text{ m}$

$d$  = diameter lubang redaman (m) =  $0,0028 \text{ m}$

$l$  = panjang piston (m) =  $0,0055 \text{ m}$

Konstanta redaman oli SAE 20 :

$$c = \left[ \frac{3 \cdot \frac{22}{7} \cdot 0,007^3 \cdot 0,0055 \left(1 + \frac{2 \cdot 0,0028}{0,007}\right)}{4 \cdot 0,0028^3} \right] 79$$

$$C = 28.80 \text{ Ns/m}$$

Konstanta redaman oli SAE 30:

$$c = \left[ \frac{3 \cdot \frac{22}{7} \cdot 0,007^3 \cdot 0,0055 \left(1 + \frac{2 \cdot 0,0028}{0,007}\right)}{4 \cdot 0,0028^3} \right] 105$$

$$C = 51.22 \text{ Ns/m}$$

## 5. Frekuensi Natural

Frekuensi natural atau yang biasa disebut frekuensi pribadi adalah kondisi dimana sistem akan beresonansi apabila frekuensi putaran telah mencapai suatu nilai frekuensi tertentu. Berikut ini beberapa rumus untuk mencari frekuensi natural

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3.8)$$

diketahui:

$$k = 1,55 \text{ N/mm} = 1550 \text{ N/m}$$

$$M = 2,24 \text{ kg}$$

$$\text{Massa 1} = 10 \text{ gr} = 0,01 \text{ kg}$$

$$\text{Massa 2} = 15 \text{ gr} = 0,015 \text{ kg}$$

$$\text{Massa 3} = 20 \text{ gr} = 0,02 \text{ kg}$$

$$\text{Massa 4} = 25 \text{ gr} = 0,025 \text{ kg}$$

Frekuensi natural yang didapatkan:

a. Massa unbalance 10 gram

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{1550 \text{ N/m}}{2,25 \text{ kg}}} = 26,24 \text{ rad/s} = 250,76 \text{ RPM}$$

$$C_r = 2 M \omega_n \quad (3,9)$$

$$= 2 (2,25 \text{ kg}) 26,24 \text{ rad/s}$$

$$= 118,08 \text{ Ns/m}$$

b. Massa unbalance 15 gram

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{1550 \text{ N/m}}{2,255 \text{ kg}}} = 26,21 \text{ rad/s} = 250,48 \text{ RPM}$$

$$C_r = 2 M \omega_n \quad (3.10)$$

$$= 2 (2,255 \text{ kg}) 26,21 \text{ rad/s}$$

$$= 118,21 \text{ Ns/m}$$

c. Massa unbalance 20 gram

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{1550 \text{ N/m}}{2,26 \text{ kg}}} = 26,18 \text{ rad/s} = 250,20 \text{ RPM}$$

$$C_r = 2 M \omega_n \quad (3.11)$$

$$= 2 (2,26 \text{ kg}) 26,18 \text{ rad/s}$$

$$= 118,33 \text{ Ns/m}$$

d. Massa unbalance 25 gram

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{1550 \text{ N/m}}{2,265 \text{ kg}}} = 26,15 \text{ rad/s} = 249,93 \text{ RPM}$$

$$C_r = 2 M \omega_n \quad (3.12)$$

$$= 2 (2,265 \text{ kg}) 26,15 \text{ rad/s}$$

$$= 118,46 \text{ Ns/m}$$

## 6. Rasio Redaman dan Frekuensi Getaran Teredam

Dari data diatas, dapat dihitung frekuensi getaran bebas dengan redaman dengan rumus sebagai berikut:

$$\zeta = \frac{c}{C_r} \quad (3.13)$$

keterangan :

$\zeta$  = Rasio redaman

$c$  = Konstanta redaman (Ns/m)

$C_r$  = Konstanta redaman kritis (Ns/m)

$\omega_n$  = Frekuensi pribadi (RPM)

$\omega_d$  = Frekuensi getaran teredam (RPM)

Dari rumus tersebut, maka dapat dihitung:

a. Untuk oli SAE 20 dengan  $c = 28,80$  Ns/m

- massa unbalance 10 gram

$$\zeta = \frac{c}{C_r} = \frac{28,80}{118,08} = 0,2439$$

- Massa unbalance 15 gram

$$\zeta = \frac{c}{C_r} = \frac{28,80}{118,21} = 0,2436$$

- Massa unbalance 20 gram

$$\zeta = \frac{c}{C_r} = \frac{28,80}{118,33} = 0,2433$$

- Massa unbalance 25 gram

$$\zeta = \frac{c}{C_r} = \frac{28,80}{118,46} = 0,2431$$

b. Untuk oli SAE 30 dengan  $c = 51,22$  Ns/m

- massa unbalance 10 gram

$$\zeta = \frac{c}{C_r} = \frac{51,22}{118,08} = 0,4338$$

- Massa unbalance 15 gram

$$\zeta = \frac{c}{Cr} = \frac{51,22}{118,21} = 0,4333$$

- Massa unbalance 20 gram

$$\zeta = \frac{c}{Cr} = \frac{51,22}{118,33} = 0,4328$$

- Massa unbalance 25 gram

$$\zeta = \frac{c}{Cr} = \frac{51,22}{118,46} = 0,4324$$

## **BAB IV**

### **HASIL PENGUJIAN**

#### **A. Pengujian Data**

Pada pengujian getaran paksa satu derajat kebebasan dengan putaran massa *unballace* sebagai gaya pengeksitasi pada alat uji *simple vibration apparatus* terdapat beberapa bagian yang akan dianalisis, adapun proses pengujian simulasi getaran ini antara lain:

1. Pengujian sistem getaran tanpa redaman dengan massa *unbalance* 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram.
2. Pengujian getaran paksa dengan massa *unbalance* 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram menggunakan redaman oli SAE 20.
3. Pengujian getaran paksa dengan massa *unbalance* 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram menggunakan redaman oli SAE 30.

#### **B. Hasil Pengujian Getaran Paksa tak Teredam**

Pengambilan data pengujian ini berdasarkan gerak bolak-balik pegas terhadap massa *unbalance* dan melalui sensor perpindahan LVDT dan dibaca oleh MPDI. Dari MPDI tersebut, peneliti dapat mengetahui amplitudo dan grafik getaran yang akan diteliti. Setelah membaca amplitudo sesuai dengan kecepatan putaran motor DC, maka didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

1. Pengujian getaran tanpa peredam dengan massa 10 gram

Tabel 4.2.1. Hasil pengujian getaran tak teredam dengan massa 10gram

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
1	0	0.00	1.00	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.00	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	10	Tidak ada osilasi
5	40	0.16	1.02	-	-	10	Tidak ada osilasi
6	50	0.20	1.04	-	-	10	Tidak ada osilasi
7	60	0.24	1.06	0.10	0,1	10	Osilasi
8	70	0.28	1.08	0.10	0,1	10	Osilasi
9	80	0.32	1.11	0,1	0,1	10	Osilasi
10	90	0.36	1.14	0.10	0,1	10	Osilasi
11	100	0.40	1.19	0.10	0,1	10	Osilasi
12	110	0.44	1.24	0.10	0,1	10	Osilasi
13	120	0.48	1.29	0.10	0,1	10	Osilasi
14	130	0.52	1.37	0.10	0,2	10	Osilasi
15	140	0.56	1.45	0.10	0,2	10	Osilasi
16	150	0.60	1.56	0.10	0,2	10	Osilasi
17	160	0.64	1.69	0.20	0,2	10	Osilasi
18	170	0.68	1.86	0.20	0,3	10	Osilasi
19	180	0.72	2.07	0.10	0,2	10	Osilasi
20	190	0.76	2.36	0.10	0,3	10	Osilasi
21	200	0.80	2.77	0.70	0,6	10	Osilasi
22	210	0.84	3.39	13.70	18,7	10	Osilasi
23	220	0.88	4.43	27.30	3,59	10	Osilasi
24	230	0.92	6.51	29.90	32,7	10	Osilasi
25	240	0.96	12.75	26.60	36,2	10	Osilasi
26	250	1.00	-	49.70	47,1	10	Resonansi
27	260	1.04	12.31	13.10	28,8	10	Osilasi
28	270	1.08	6.01	12.50	13,7	10	Osilasi
29	280	1.12	3.93	13.00	18,9	10	Osilasi
30	290	1.16	2.89	7.50	15,0	10	Osilasi
31	300	1.20	2.27	9.90	12,1	10	Osilasi
32	310	1.24	1.89	9.54	10,23	10	Osilasi
33	320	1.28	1.59	9.23	9.43	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
34	330	1.32	1.37	8.23	9.27	10	Osilasi
35	340	1.36	1.19	6.63	7.22	10	Osilasi
36	350	1.40	1.05	6.61	7.10	10	Osilasi
37	360	1.44	0.94	5.45	5.27	10	Osilasi
38	370	1.48	0.85	5.21	4.13	10	Osilasi
39	380	1.52	0.77	4.43	3.22	10	Osilasi
40	390	1.56	0.70	3.12	3.26	10	Osilasi
41	400	1.60	0.65	2.56	2.46	10	Osilasi

Dari hasil pengujian getaran paksa tak teredam mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 10 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 30 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 60 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 250 RPM pada amplitudo maksimum di angka 49.70 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*. Setelah melewati kondisi resonansi, nilai amplitudo menurun dikarenakan kecepatan putaran motor bertambah. Terjadinya getaran yang berlebihan atau biasa disebut kondisi resonansi sangat mempengaruhi kerusakan komponen-komponen disekitar benda yang bergetar. Untuk mencegah terjadinya ahal tersebut, maka perlu dipasang sistem peredam yang bisa menahan dan menyerap energi yang dihasilkan oleh getaran yang berlebihan tersebut.



2. Pengujian getaran tanpa peredam dengan massa 15 gram

Tabel 4.2.2. Hasil pengujian getaran tak teredam massa 15 gram

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
1	0	0.00	1.00	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.00	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	10	Tidak ada osilasi
6	50	0.20	1.04	-	-	10	Tidak ada osilasi
7	60	0.24	1.06	-	-	10	Tidak ada osilasi
8	70	0.28	1.08	0.20	0.20	10	Osilasi
9	80	0.32	1.11	1.00	0.90	10	Osilasi
10	90	0.36	1.14	1.30	0.90	10	Osilasi
11	100	0.40	1.19	1.40	0.70	10	Osilasi
12	110	0.44	1.24	2.60	3.10	10	Osilasi
13	120	0.48	1.29	4.20	3.70	10	Osilasi
14	130	0.52	1.37	4.40	4.70	10	Osilasi
15	140	0.56	1.45	3.80	4.40	10	Osilasi
16	150	0.60	1.56	5.80	6.00	10	Osilasi
17	160	0.64	1.69	6.30	5.90	10	Osilasi
18	170	0.68	1.86	7.30	6.90	10	Osilasi
19	180	0.72	2.07	7.50	6.90	10	Osilasi
20	190	0.76	2.36	12.5	10.0	10	Osilasi
21	200	0.80	2.77	13.4	11.9	10	Osilasi
22	210	0.84	3.39	17.8	16.0	10	Osilasi
23	220	0.88	4.43	24.5	25.6	10	Osilasi
24	230	0.92	6.51	30.1	33.5	10	Osilasi
25	240	0.96	12.75	37.7	32.6	10	Osilasi
26	250	1.00	-	43.0	45.0	10	Resonansi
27	260	1.04	12.31	15.5	20.1	10	Osilasi
28	270	1.08	6.01	19.7	20.5	10	Osilasi
29	280	1.12	3.93	13.2	12.3	10	Osilasi
30	290	1.16	2.89	12.3	12.6	10	Osilasi
31	300	1.20	2.27	11.3	12.3	10	Osilasi
32	310	1.24	1.89	10.5	11.4	10	Osilasi
33	320	1.28	1.59	9.68	11.2	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
34	330	1.32	1.37	9.54	10.6	10	Osilasi
35	340	1.36	1.19	9.23	9.45	10	Osilasi
36	350	1.40	1.05	8.66	9.21	10	Osilasi
37	360	1.44	0.94	8.34	8.32	10	Osilasi
38	370	1.48	0.85	8.21	7.22	10	Osilasi
39	380	1.52	0.77	8.18	6.34	10	Osilasi
40	390	1.56	0.70	7.03	6.21	10	Osilasi
41	400	1.60	0.65	6.12	5.09	10	Osilasi

Dari hasil pengujian getaran paksa tak teredam mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 15 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 40 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 70 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 250 RPM pada amplitudo maksimum di angka 43.0 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*. Setelah melewati kondisi resonansi, nilai amplitudo menurun dikarenakan kecepatan putaran motor bertambah. Terjadinya getaran yang berlebihan atau biasa disebut kondisi resonansi sangat mempengaruhi kerusakan komponen-komponen disekitar benda yang bergetar. Untuk mencegah terjadinya ahal tersebut, maka perlu dipasang sistem peredam yang bisa menahan dan menyerap energi yang dihasilkan oleh getaran yang berlebihan tersebut.

3. Pengujian getaran tanpa peredam dengan massa 20 gram

Tabel 4.2.3. Hasil pengujian getaran tak teredam massa 20 gram

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
1	0	0.00	1.00	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.00	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	10	Tidak ada osilasi
6	50	0.20	1.04	-	-	10	Tidak ada osilasi
7	60	0.24	1.06	-	-	10	Tidak ada osilasi
8	70	0.28	1.08	-	-	10	Tidak ada osilasi
9	80	0.32	1.11	0.1	0.1	10	Osilasi
10	90	0.36	1.14	0.1	0.1	10	Osilasi
11	100	0.40	1.19	0.2	0.2	10	Osilasi
12	110	0.44	1.24	0.1	0.2	10	Osilasi
13	120	0.48	1.29	0.2	0.2	10	Osilasi
14	130	0.52	1.37	0.7	0.5	10	Osilasi
15	140	0.56	1.45	2.6	1.5	10	Osilasi
16	150	0.60	1.56	7.2	7.1	10	Osilasi
17	160	0.64	1.69	9.0	6.8	10	Osilasi
18	170	0.68	1.86	8.8	6.3	10	Osilasi
19	180	0.72	2.07	10.3	9	10	Osilasi
20	190	0.76	2.36	13.0	11.9	10	Osilasi
21	200	0.80	2.77	29.7	26.3	10	Osilasi
22	210	0.84	3.39	31.1	29.3	10	Osilasi
23	220	0.88	4.43	32.4	34.5	10	Osilasi
24	230	0.92	6.51	42.8	52.2	10	Osilasi
25	240	0.96	12.75	52.6	54.4	10	Resonansi
26	250	1.00	-	35.6	29.0	10	Osilasi
27	260	1.04	12.31	30.0	23.4	10	Osilasi
28	270	1.08	6.01	24.0	16.1	10	Osilasi
29	280	1.12	3.93	18.6	14.4	10	Osilasi
30	290	1.16	2.89	13.7	10.5	10	Osilasi
31	300	1.20	2.27	14.8	11.3	10	Osilasi
32	310	1.24	1.89	13.2	12.2	10	Osilasi
33	320	1.28	1.59	12.3	11.4	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
34	330	1.32	1.37	12.1	10.2	10	Osilasi
35	340	1.36	1.19	11.6	10.4	10	Osilasi
36	350	1.40	1.05	11.5	9.45	10	Osilasi
37	360	1.44	0.94	11.2	9.23	10	Osilasi
38	370	1.48	0.85	10.2	9.12	10	Osilasi
39	380	1.52	0.77	9.23	8.71	10	Osilasi
40	390	1.56	0.70	9.11	7.23	10	Osilasi
41	400	1.60	0.65	8.34	7.02	10	Osilasi

Dari hasil pengujian getaran paksa tak teredam mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 20 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 40 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 80 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 240 RPM pada amplitudo maksimum di angka 52.6 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*. Setelah melewati kondisi resonansi, nilai amplitudo menurun dikarenakan kecepatan putaran motor bertambah. Terjadinya getaran yang berlebihan atau biasa disebut kondisi resonansi sangat mempengaruhi kerusakan komponen-komponen disekitar benda yang bergetar. Untuk mencegah terjadinya ahal tersebut, maka perlu dipasang sistem peredam yang bisa menahan dan menyerap energi yang dihasilkan oleh getaran yang berlebihan tersebut.

4. Pengujian getaran tanpa peredam dengan massa 25 gram

Tabel 4.2.4. Hasil pengujian getaran tak teredam massa 25 gram

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
1	0	0.00	1.00	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.00	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	10	Tidak ada osilasi
6	50	0.20	1.04	-	-	10	Tidak ada osilasi
7	60	0.24	1.06	-	-	10	Tidak ada osilasi
8	70	0.28	1.08	-	-	10	Tidak ada osilasi
9	80	0.32	1.11	0.2	1.8	10	Osilasi
10	90	0.36	1.14	1.1	2.2	10	Osilasi
11	100	0.40	1.19	2.1	2.8	10	Osilasi
12	110	0.44	1.24	1.1	1.9	10	Osilasi
13	120	0.48	1.29	3.4	3.9	10	Osilasi
14	130	0.52	1.37	3.1	5.2	10	Osilasi
15	140	0.56	1.45	4.2	4.7	10	Osilasi
16	150	0.60	1.56	5.2	5.6	10	Osilasi
17	160	0.64	1.69	6.4	7.4	10	Osilasi
18	170	0.68	1.86	6.8	9.2	10	Osilasi
19	180	0.72	2.07	9.3	11.5	10	Osilasi
20	190	0.76	2.36	14.0	16.5	10	Osilasi
21	200	0.80	2.77	16.1	19.3	10	Osilasi
22	210	0.84	3.39	37.7	36.0	10	Osilasi
23	220	0.88	4.43	40.3	32.2	10	Osilasi
24	230	0.92	6.51	46.8	42.2	10	Osilasi
25	240	0.96	12.75	55.8	57.7	10	Resonansi
26	250	1.00	-	35.7	33.1	10	Osilasi
27	260	1.04	12.31	30.0	39.4	10	Osilasi
28	270	1.08	6.01	20.2	22.8	10	Osilasi
29	280	1.12	3.93	17.1	18.9	10	Osilasi
30	290	1.16	2.89	12.6	13.9	10	Osilasi
31	300	1.20	2.27	13.2	15.9	10	Osilasi
32	310	1.24	1.89	12.3	14.3	10	Osilasi
33	320	1.28	1.59	11.3	13.5	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Tanpa Redaman		t (detik)	Keterangan
				A + (mm)	A - (mm)		
34	330	1.32	1.37	10.8	12.8	10	Osilasi
35	340	1.36	1.19	10.6	12.5	10	Osilasi
36	350	1.40	1.05	10.2	11.7	10	Osilasi
37	360	1.44	0.94	9.4	11.3	10	Osilasi
38	370	1.48	0.85	9.1	10.2	10	Osilasi
39	380	1.52	0.77	8.8	9.5	10	Osilasi
40	390	1.56	0.70	8.4	9.2	10	Osilasi
41	400	1.60	0.65	7.2	8.3	10	Osilasi

Dari hasil pengujian getaran paksa tak teredam mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 25 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 40 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 80 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 240 RPM pada amplitudo maksimum di angka 55.6 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*. Setelah melewati kondisi resonansi, nilai amplitudo menurun dikarenakan kecepatan putaran motor bertambah. Terjadinya getaran yang berlebihan atau biasa disebut kondisi resonansi sangat mempengaruhi kerusakan komponen-komponen disekitar benda yang bergetar. Untuk mencegah terjadinya ahal tersebut, maka perlu dipasang sistem peredam yang bisa menahan dan menyerap energi yang dihasilkan oleh getaran yang berlebihan tersebut.

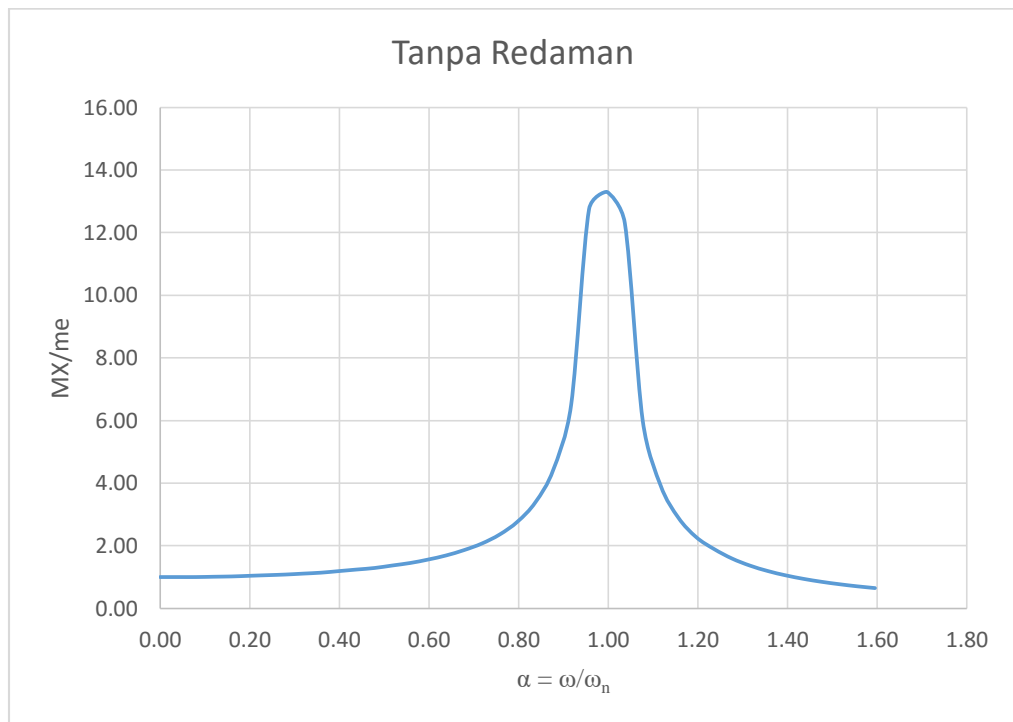
Tabel 4.2.5 Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo)

$$\frac{MX}{me} = \frac{1}{\sqrt{(1-\alpha^2)^2}} \quad (4.1)$$

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2}}$
1	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	0.0016	0.9968	0.9984	1.0016
3	0.0064	0.9872	0.9936	1.0065
4	0.0144	0.9714	0.9856	1.0146
5	0.0256	0.9494	0.9744	1.0263
6	0.0400	0.9216	0.9600	1.0417
7	0.0576	0.8881	0.9424	1.0611
8	0.0784	0.8493	0.9216	1.0851
9	0.1024	0.8057	0.8976	1.1141
10	0.1296	0.7576	0.8704	1.1489
11	0.1600	0.7056	0.8400	1.1905
12	0.1936	0.6502	0.8063	1.2402
13	0.2304	0.5922	0.7695	1.2995
14	0.2704	0.5323	0.7296	1.3706
15	0.3136	0.4711	0.6864	1.4569
16	0.3600	0.4096	0.6400	1.5625
17	0.4096	0.3486	0.5904	1.6937
18	0.4624	0.2890	0.5376	1.8602
19	0.5184	0.2319	0.4816	2.0766
20	0.5726	0.1784	0.4224	2.3676
21	0.6400	0.1296	0.3600	2.7778
22	0.7056	0.0866	0.2943	3.3981
23	0.7744	0.0508	0.2254	4.4368
24	0.8464	0.0236	0.1536	6.5094
25	0.9216	0.0061	0.0781	12.8037
26	1.0000	0.0000	0.0000	~
27	1.0816	0.0066	0.0812	12.3091
28	1.1664	0.0277	0.1664	6.0084
29	1.2544	0.0647	0.2544	3.9314
30	1.3456	0.1194	0.3455	2.8940
31	1.4400	0.1936	0.4400	2.2727
32	1.5283	0.2791	0.5283	1.8929

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2}}$
33	1.6285	0.3950	0.6285	1.5911
34	1.7319	0.5356	0.7319	1.3664
35	1.8384	0.7029	0.8384	1.1927
36	1.9481	0.8990	0.9481	1.0547
37	2.0610	1.1258	1.0610	0.9425
38	2.1771	1.3857	1.1771	0.8495
39	2.2964	1.6807	1.2964	0.7714
40	2.4189	2.0132	1.4189	0.7048
41	2.5445	2.3855	1.5445	0.6475

Grafik 4.2.6 Grafik Rasio Amplitudo terhadap Rasio Frekuensi



Grafik  $MX/me$  (rasio amplitudo) terhadap  $\alpha = \omega/\omega_n$  (rasio frekuensi) menunjukkan bahwa sistem tidak menggunakan peredam. Grafik akan semakin naik sampai titik tertentu kemudian turun lagi karena adanya perbandingan frekuensi yang semakin kecil.



### C. Hasil Pengujian Getaran Paksa Teredam dengan Efek Redaman Oli SAE 20

Untuk pengujian getaran paksa teredam menggunakan redaman oli SAE 20 dan SAE 30. Pengujiannya sama dengan pengujian pada getaran paksa tak teredam. Dari pengujian tersebut, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 10 gram.

Tabel 4.3.1. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{X1}{X2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak berputar
6	50	0.20	1.04	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
7	60	0.24	1.05	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
8	70	0.28	1.07	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
9	80	0.32	1.09	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.12	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.15	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.19	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
13	120	0.48	1.23	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
14	130	0.52	1.28	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
15	140	0.56	1.34	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
16	150	0.60	1.40	3.3	0.6	1.7047	0.2715	10	Osilasi
17	160	0.64	1.47	3.5	0.7	1.6094	0.2563	10	Osilasi
18	170	0.68	1.55	3.6	0.7	1.6376	0.2608	10	Osilasi
19	180	0.72	1.63	4.0	0.8	1.6044	0.2555	10	Osilasi
20	190	0.76	1.72	4.5	0.9	1.6094	0.2563	10	Osilasi
21	200	0.80	1.81	4.7	1.0	1.5412	0.2454	10	Osilasi
22	210	0.84	1.89	4.8	0.9	1.6719	0.2662	10	Osilasi
23	220	0.88	1.95	5.0	0.9	1.7168	0.2734	10	Osilasi
24	230	0.92	1.98	5.2	1.1	1.5533	0.2473	10	Osilasi
25	240	0.96	1.97	5.3	1.0	1.6752	0.2668	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{X1}{X2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
26	250	1.00	1.92	5.5	1.0	1.6956	0.2700	10	Osilasi
27	260	1.04	1.83	5.5	1.1	1.6058	0.2557	10	Osilasi
28	270	1.08	1.71	5.7	1.2	1.5564	0.2478	10	Osilasi
29	280	1.12	1.58	6.3	1.2	1.6646	0.2651	10	Osilasi
30	290	1.16	1.44	7.2	1.3	1.7131	0.2728	10	Osilasi
31	300	1.20	1.32	7.7	1.4	1.6982	0.2704	10	Osilasi
32	310	1.24	1.20	7.9	1.6	1.5956	0.2541	10	Osilasi
33	320	1.28	1.09	8.8	1.8	1.5892	0.2531	10	Osilasi
34	330	1.32	1.00	9.1	2.0	1.5096	0.2404	10	Osilasi
35	340	1.36	0.91	9.8	1.9	1.6446	0.2619	10	Resonansi
36	350	1.40	0.84	9.2	2.0	1.5271	0.2432	10	Osilasi
37	360	1.44	0.77	8.6	1.5	1.7416	0.2773	10	Osilasi
38	370	1.48	0.71	8.3	1.5	1.7156	0.2732	10	Osilasi
39	380	1.52	0.66	8.2	1.6	1.6353	0.2604	10	Osilasi
40	390	1.56	0.61	7.4	1.3	1.7432	0.2776	10	Osilasi
41	400	1.60	0.57	7.0	1.2	1.7664	0.2813	10	Osilasi

Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 10 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 50 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 150 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 340 RPM pada amplitudo maksimum di angka 9.8 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*.

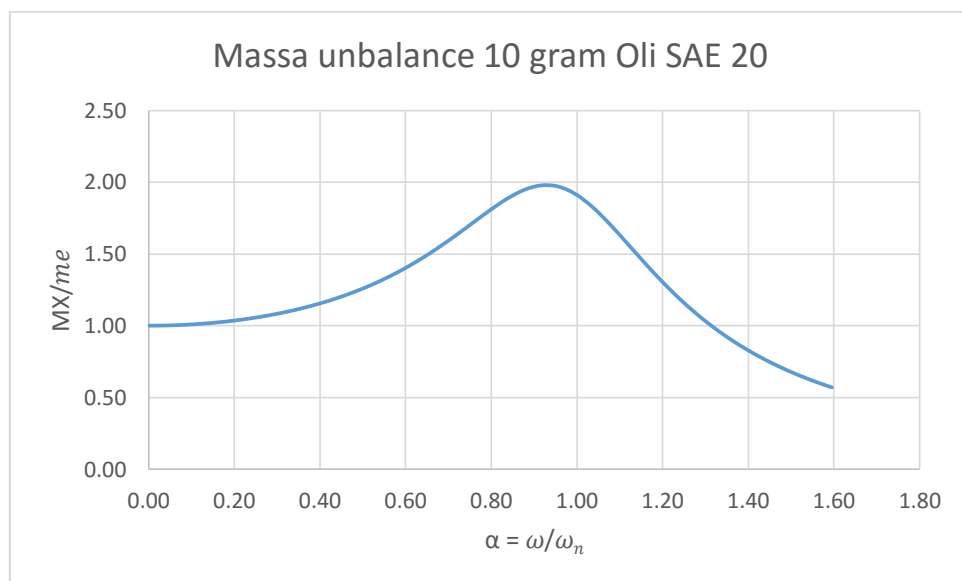
Tabel 4.3.2. Perhitungan Magnifier (Rasio amplitudo)

$$\frac{MX}{me} = \frac{1}{\sqrt{(1-\alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}} \quad (4.2)$$

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
1	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
2	0.0016	0.9968	0.0004	0.9986	1.0014
3	0.0064	0.9873	0.0017	0.9945	1.0055
4	0.0143	0.9716	0.0039	0.9877	1.0125
5	0.0254	0.9498	0.0070	0.9781	1.0224
6	0.0398	0.9221	0.0109	0.9659	1.0353
7	0.0573	0.8888	0.0157	0.9510	1.0515
8	0.0779	0.8502	0.0213	0.9336	1.0711
9	0.1018	0.8068	0.0279	0.9136	1.0946
10	0.1288	0.7590	0.0353	0.8912	1.1221
11	0.1590	0.7072	0.0436	0.8665	1.1541
12	0.1924	0.6522	0.0527	0.8396	1.1911
13	0.2290	0.5944	0.0627	0.8107	1.2336
14	0.2688	0.5347	0.0736	0.7800	1.2821
15	0.3117	0.4738	0.0854	0.7478	1.3373
16	0.3578	0.4124	0.0980	0.7144	1.3997
17	0.4071	0.3515	0.1115	0.6805	1.4696
18	0.4596	0.2920	0.1259	0.6465	1.5468
19	0.5153	0.2350	0.1412	0.6133	1.6305
20	0.5741	0.1814	0.1573	0.5819	1.7184
21	0.6361	0.1324	0.1743	0.5538	1.8058
22	0.7013	0.0892	0.1921	0.5304	1.8853
23	0.7697	0.0530	0.2109	0.5137	1.9466
24	0.8413	0.0252	0.2305	0.5056	1.9777
25	0.9160	0.0071	0.2509	0.5079	1.9688
26	0.9939	0.0000	0.2723	0.5218	1.9163
27	1.0751	0.0056	0.2945	0.5479	1.8253
28	1.1593	0.0254	0.3176	0.5857	1.7075
29	1.2468	0.0609	0.3416	0.6344	1.5763
30	1.3375	0.1139	0.3664	0.6930	1.4430
31	1.4313	0.1860	0.3921	0.7603	1.3152

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
32	1.5283	0.2791	0.4187	0.8353	1.1971
33	1.6285	0.3950	0.4461	0.9171	1.0904
34	1.7319	0.5356	0.4744	1.0050	0.9950
35	1.8384	0.7029	0.5036	1.0984	0.9104
36	1.9481	0.8990	0.5337	1.1969	0.8355
37	2.0610	1.1258	0.5646	1.3002	0.7691
38	2.1771	1.3857	0.5964	1.4079	0.7103
39	2.2964	1.6807	0.6291	1.5198	0.6580
40	2.4189	2.0132	0.6626	1.6358	0.6113
41	2.5445	2.3855	0.6971	1.7557	0.5696

Grafik 4.3.3. Kurva respon frekuensi (redaman oli SAE 20 )



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.2617 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.

2. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 15 gram.

Tabel 4.3.4. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{X_1}{X_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak berputar
6	50	0.20	1.04	-	-	-	-	10	Tidak berputar
7	60	0.24	1.05	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
8	70	0.28	1.07	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
9	80	0.32	1.10	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.12	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.16	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.19	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
13	120	0.48	1.24	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
14	130	0.52	1.29	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
15	140	0.56	1.34	3.6	0.7	1.6236	0.2585	10	Osilasi
16	150	0.60	1.41	3.6	0.7	1.6292	0.2594	10	Osilasi
17	160	0.64	1.48	4.0	0.8	1.6094	0.2563	10	Osilasi
18	170	0.68	1.56	3.5	0.6	1.7492	0.2785	10	Osilasi
19	180	0.72	1.65	3.7	0.7	1.6569	0.2638	10	Osilasi
20	190	0.76	1.74	4.2	0.8	1.6606	0.2644	10	Osilasi
21	200	0.80	1.84	4.3	0.9	1.5709	0.2501	10	Osilasi
22	210	0.84	1.92	4.4	1.0	1.4861	0.2366	10	Osilasi
23	220	0.88	1.99	4.5	1.0	1.5129	0.2409	10	Osilasi
24	230	0.92	2.03	4.6	1.0	1.5304	0.2437	10	Osilasi
25	240	0.96	2.03	5.2	0.9	1.7579	0.2799	10	Osilasi
26	250	1.00	1.97	5.6	1.2	1.5333	0.2442	10	Osilasi
27	260	1.04	1.88	5.8	1.2	1.5686	0.2498	10	Osilasi
28	270	1.08	1.75	6.8	1.4	1.5819	0.2519	10	Osilasi
29	280	1.12	1.62	7.1	1.3	1.6907	0.2692	10	Osilasi
30	290	1.16	1.48	7.7	1.6	1.5738	0.2506	10	Osilasi
31	300	1.20	1.34	7.9	1.7	1.5324	0.2440	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{x_1}{x_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
32	310	1.24	1.22	8.6	1.8	1.5593	0.2483	10	Osilasi
33	320	1.28	1.11	9.2	1.9	1.5806	0.2517	10	Osilasi
34	330	1.32	1.01	10.1	2.1	1.5726	0.2504	10	Resonansi
35	340	1.36	0.92	9.0	1.8	1.6117	0.2566	10	Osilasi
36	350	1.40	0.84	8.8	1.9	1.5295	0.2435	10	Osilasi
37	360	1.44	0.78	8.7	1.7	1.6269	0.2591	10	Osilasi
38	370	1.48	0.72	7.2	1.6	1.5069	0.2399	10	Osilasi
39	380	1.52	0.66	6.3	1.2	1.6646	0.2651	10	Osilasi
40	390	1.56	0.62	6.1	1.2	1.6292	0.2594	10	Osilasi
41	400	1.60	0.57	5.2	1.1	1.5572	0.2480	10	Osilasi

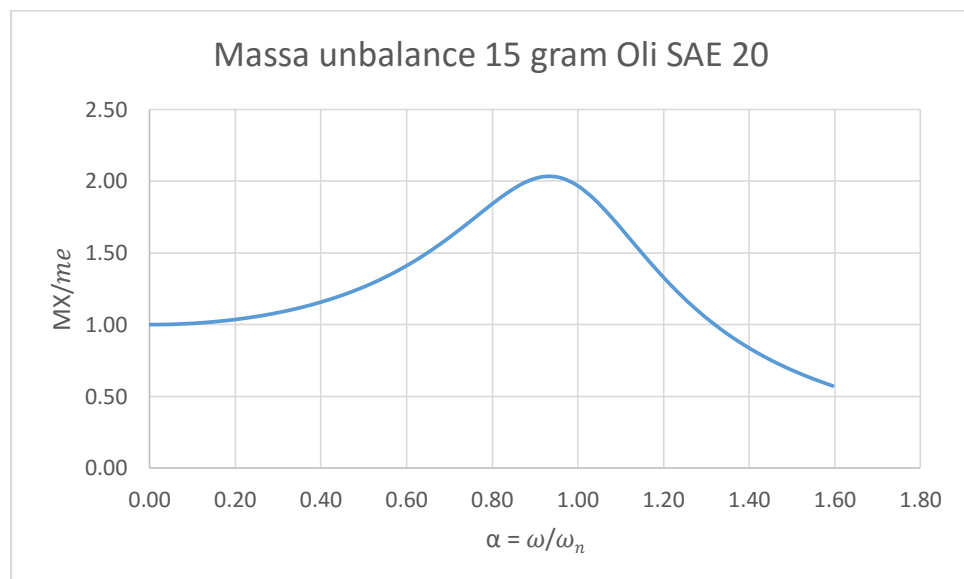
Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 15 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 60 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 140 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 330 RPM pada amplitudo maksimum di angka 10.10 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*. Pada percobaan ini, mulai terlihat adanya efek redaman sehingga menyebabkan lambatnya motor berputar dan cepatnya osilasi disebabkan oleh semakin besarnya massa *unbalance* sehingga mempercepat terjadinya resonansi.

Tabel 4.3.5. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo)

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
1	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
2	0.0016	0.9968	0.0004	0.9986	1.0014
3	0.0064	0.9873	0.0016	0.9945	1.0056
4	0.0143	0.9716	0.0037	0.9876	1.0126
5	0.0254	0.9498	0.0066	0.9779	1.0226
6	0.0398	0.9221	0.0103	0.9656	1.0356
7	0.0573	0.8888	0.0148	0.9506	1.0520
8	0.0779	0.8502	0.0201	0.9329	1.0719
9	0.1018	0.8068	0.0263	0.9127	1.0956
10	0.1288	0.7590	0.0333	0.8901	1.1235
11	0.1590	0.7072	0.0411	0.8651	1.1560
12	0.1924	0.6522	0.0497	0.8378	1.1936
13	0.2290	0.5944	0.0592	0.8085	1.2369
14	0.2688	0.5347	0.0695	0.7773	1.2865
15	0.3117	0.4738	0.0806	0.7445	1.3431
16	0.3578	0.4124	0.0925	0.7105	1.4074
17	0.4071	0.3515	0.1052	0.6758	1.4797
18	0.4596	0.2920	0.1188	0.6410	1.5602
19	0.5153	0.2350	0.1332	0.6068	1.6481
20	0.5741	0.1814	0.1484	0.5743	1.7414
21	0.6361	0.1324	0.1644	0.5448	1.8355
22	0.7013	0.0892	0.1813	0.5201	1.9228
23	0.7697	0.0530	0.1989	0.5020	1.9921
24	0.8413	0.0252	0.2174	0.4926	2.0301
25	0.9160	0.0071	0.2368	0.4938	2.0252
26	0.9939	0.0000	0.2569	0.5069	1.9728
27	1.0751	0.0056	0.2779	0.5324	1.8781
28	1.1593	0.0254	0.2997	0.5701	1.7540
29	1.2468	0.0609	0.3223	0.6190	1.6155
30	1.3375	0.1139	0.3457	0.6779	1.4751
31	1.4313	0.1860	0.3699	0.7456	1.3412
32	1.5283	0.2791	0.3950	0.8210	1.2180
33	1.6285	0.3950	0.4209	0.9033	1.1071
34	1.7319	0.5356	0.4476	0.9916	1.0085

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	1
					$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$
35	1.8384	0.7029	0.4752	1.0854	0.9213
36	1.9481	0.8990	0.5035	1.1843	0.8444
37	2.0610	1.1258	0.5327	1.2878	0.7765
38	2.1771	1.3857	0.5627	1.3958	0.7164
39	2.2964	1.6807	0.5936	1.5081	0.6631
40	2.4189	2.0132	0.6252	1.6243	0.6156
41	2.5445	2.3855	0.6577	1.7445	0.5732

Grafik 4.3.6. kurva respon frekuensi (redaman oli SAE 20)



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.2542 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.



3. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 20 gram.

Tabel 4.3.7. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{X_1}{X_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak berputar
6	50	0.20	1.04	-	-	-	-	10	Tidak berputar
7	60	0.24	1.05	-	-	-	-	10	Tidak berputar
8	70	0.28	1.07	-	-	-	-	10	Tidak berputar
9	80	0.32	1.10	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.13	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.16	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.20	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
13	120	0.48	1.25	4.2	0.9	1.5404	0.2453	10	Osilasi
14	130	0.52	1.31	4.4	1.0	1.4702	0.2341	10	Osilasi
15	140	0.56	1.37	4.5	1.1	1.4088	0.2243	10	Osilasi
16	150	0.60	1.44	4.6	1.2	1.3416	0.2136	10	Osilasi
17	160	0.64	1.52	5.1	1.2	1.4508	0.2310	10	Osilasi
18	170	0.68	1.62	5.2	1.3	1.3824	0.2201	10	Osilasi
19	180	0.72	1.73	5.2	1.2	1.4721	0.2344	10	Osilasi
20	190	0.76	1.85	5.3	1.4	1.3237	0.2108	10	Osilasi
21	200	0.80	1.98	5.7	1.5	1.3297	0.2117	10	Osilasi
22	210	0.84	2.11	6.5	1.6	1.3941	0.2220	10	Osilasi
23	220	0.88	2.22	6.8	1.8	1.3232	0.2107	10	Osilasi
24	230	0.92	2.30	6.9	1.7	1.3965	0.2224	10	Osilasi
25	240	0.96	2.32	7.1	1.9	1.3126	0.2090	10	Osilasi
26	250	1.00	2.28	7.1	2.1	1.2224	0.1946	10	Osilasi
27	260	1.04	2.16	7.2	2.0	1.2865	0.2049	10	Osilasi
28	270	1.08	2.00	8.0	2.2	1.2960	0.2064	10	Osilasi
29	280	1.12	1.82	8.1	2.0	1.4036	0.2235	10	Osilasi
30	290	1.16	1.64	8.3	2.1	1.3683	0.2179	10	Osilasi
31	300	1.20	1.47	9.2	2.3	1.3830	0.2202	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{x_1}{x_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
32	310	1.24	1.32	9.7	2.5	1.3538	0.2156	10	Osilasi
33	320	1.28	1.19	10.5	2.7	1.3534	0.2155	10	Resonansi
34	330	1.32	1.07	10.1	2.3	1.4816	0.2359	10	Osilasi
35	340	1.36	0.97	9.3	1.9	1.5925	0.2536	10	Osilasi
36	350	1.40	0.88	9.3	2.1	1.4827	0.2361	10	Osilasi
37	360	1.44	0.81	8.8	2.3	1.3373	0.2129	10	Osilasi
38	370	1.48	0.74	8.6	2.0	1.4586	0.2323	10	Osilasi
39	380	1.52	0.69	7.5	2.1	1.2663	0.2016	10	Osilasi
40	390	1.56	0.63	7.0	1.9	1.3069	0.2081	10	Osilasi
41	400	1.60	0.59	6.9	1.7	1.3936	0.2219	10	Osilasi

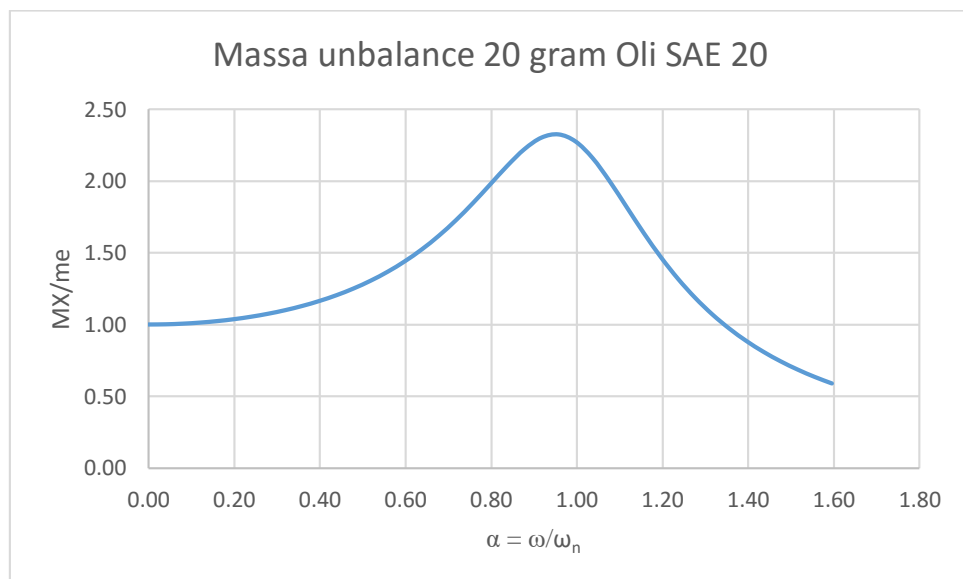
Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 20 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 80 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 120 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 320 RPM pada amplitudo maksimum di angka 10.4 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*. Pada percobaan ini, mulai terlihat adanya efek redaman sehingga menyebabkan lambatnya motor berputar dan cepatnya osilasi disebabkan karena semakin besarnya massa *unbalance* sehingga mempercepat terjadinya resonansi.

Tabel 4.3.8. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo)

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
1	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
2	0.0016	0.9968	0.0003	0.9986	1.0014
3	0.0064	0.9873	0.0012	0.9943	1.0058
4	0.0143	0.9716	0.0028	0.9871	1.0131
5	0.0254	0.9498	0.0049	0.9771	1.0234
6	0.0398	0.9221	0.0077	0.9643	1.0371
7	0.0573	0.8888	0.0111	0.9486	1.0542
8	0.0779	0.8502	0.0151	0.9302	1.0750
9	0.1018	0.8068	0.0198	0.9092	1.0999
10	0.1288	0.7590	0.0250	0.8854	1.1294
11	0.1590	0.7072	0.0309	0.8591	1.1639
12	0.1924	0.6522	0.0374	0.8304	1.2042
13	0.2290	0.5944	0.0445	0.7993	1.2510
14	0.2688	0.5347	0.0522	0.7661	1.3053
15	0.3117	0.4738	0.0606	0.7310	1.3680
16	0.3578	0.4124	0.0695	0.6942	1.4405
17	0.4071	0.3515	0.0791	0.6562	1.5239
18	0.4596	0.2920	0.0893	0.6175	1.6194
19	0.5153	0.2350	0.1001	0.5789	1.7275
20	0.5741	0.1814	0.1116	0.5412	1.8476
21	0.6361	0.1324	0.1236	0.5060	1.9764
22	0.7013	0.0892	0.1363	0.4748	2.1060
23	0.7697	0.0530	0.1496	0.4501	2.2217
24	0.8413	0.0252	0.1635	0.4343	2.3023
25	0.9160	0.0071	0.1780	0.4302	2.3247
26	0.9939	0.0000	0.1931	0.4395	2.2753
27	1.0751	0.0056	0.2089	0.4632	2.1591
28	1.1593	0.0254	0.2253	0.5007	1.9974
29	1.2468	0.0609	0.2423	0.5506	1.8162
30	1.3375	0.1139	0.2599	0.6114	1.6357
31	1.4313	0.1860	0.2781	0.6813	1.4679
32	1.5283	0.2791	0.2970	0.7590	1.3176
33	1.6285	0.3950	0.3164	0.8435	1.1856
34	1.7319	0.5356	0.3365	0.9339	1.0708

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	1
					$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$
35	1.8384	0.7029	0.3572	1.0296	0.9712
36	1.9481	0.8990	0.3785	1.1303	0.8847
37	2.0610	1.1258	0.4005	1.2354	0.8094
38	2.1771	1.3857	0.4230	1.3449	0.7436
39	2.2964	1.6807	0.4462	1.4584	0.6857
40	2.4189	2.0132	0.4700	1.5758	0.6346
41	2.5445	2.3855	0.4944	1.6970	0.5893

Grafik 4.3.9. Kurva respon frekuensi (redaman oli SAE 20)



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.2204 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.

4. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 25 gram.

Tabel 4.3.10. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 20

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{X1}{X2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak berputar
6	50	0.20	1.04	-	-	-	-	10	Tidak berputar
7	60	0.24	1.05	-	-	-	-	10	Tidak berputar
8	70	0.28	1.08	-	-	-	-	10	Tidak berputar
9	80	0.32	1.10	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.13	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.17	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.21	4.5	1.1	1.4088	0.2243	10	Osilasi
13	120	0.48	1.25	5.0	1.4	1.2730	0.2027	10	Osilasi
14	130	0.52	1.31	5.1	1.5	1.2238	0.1949	10	Osilasi
15	140	0.56	1.37	5.0	1.2	1.4291	0.2276	10	Osilasi
16	150	0.60	1.45	5.2	1.3	1.3920	0.2217	10	Osilasi
17	160	0.64	1.54	5.3	1.5	1.2604	0.2007	10	Osilasi
18	170	0.68	1.63	5.4	1.5	1.2754	0.2031	10	Osilasi
19	180	0.72	1.75	5.6	1.4	1.3791	0.2196	10	Osilasi
20	190	0.76	1.88	5.7	1.5	1.3315	0.2120	10	Osilasi
21	200	0.80	2.02	6.3	1.7	1.3115	0.2088	10	Osilasi
22	210	0.84	2.16	6.3	1.6	1.3769	0.2192	10	Osilasi
23	220	0.88	2.29	6.4	1.8	1.2669	0.2017	10	Osilasi
24	230	0.92	2.39	6.5	1.6	1.3941	0.2220	10	Osilasi
25	240	0.96	2.42	6.5	1.7	1.3396	0.2133	10	Osilasi
26	250	1.00	2.37	6.6	1.7	1.3534	0.2155	10	Osilasi
27	260	1.04	2.25	6.7	1.9	1.2617	0.2009	10	Osilasi
28	270	1.08	2.07	7.1	1.8	1.3737	0.2187	10	Osilasi
29	280	1.12	1.88	7.4	2.0	1.3124	0.2090	10	Osilasi
30	290	1.16	1.68	7.5	2.1	1.2756	0.2031	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 20		$\delta = \ln \frac{X1}{X2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
31	300	1.20	1.50	10.7	2.7	1.3751	0.2190	10	Resonansi
32	310	1.24	1.35	9.2	2.2	1.4329	0.2282	10	Osilasi
33	320	1.28	1.21	9.1	2.3	1.3776	0.2194	10	Osilasi
34	330	1.32	1.09	8.9	2.5	1.2664	0.2017	10	Osilasi
35	340	1.36	0.98	8.8	2.4	1.2936	0.2060	10	Osilasi
36	350	1.40	0.90	8.6	2.3	1.3142	0.2093	10	Osilasi
37	360	1.44	0.82	8.3	2.2	1.3302	0.2118	10	Osilasi
38	370	1.48	0.75	7.2	2.0	1.2823	0.2042	10	Osilasi
39	380	1.52	0.69	7.1	1.8	1.3737	0.2187	10	Osilasi
40	390	1.56	0.64	6.1	1.7	1.2826	0.2042	10	Osilasi
41	400	1.60	0.59	5.4	1.5	1.2809	0.2040	10	Osilasi

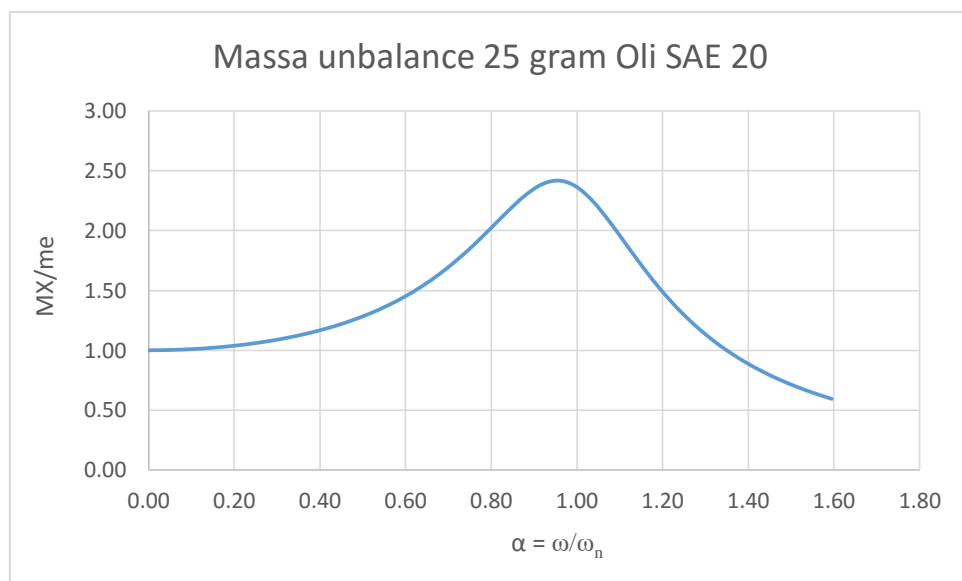
Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 20 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 25 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 80 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 110 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 300 RPM pada amplitudo maksimum di angka 10.7 mm. pada kondisi resonansi, pegas bergerak naik turun dengan panjang langkah yang sangat besar karena terjadi gerakan mengayun efek dari massa *unbalancenya*. Pada percobaan ini, mulai terlihat adanya efek redaman sehingga menyebabkan lambatnya motor berputar dan cepatnya osilasi disebabkan oleh semakin besarnya massa *unbalance* juga mempercepat terjadinya resonansi.

Tabel 4.3.11. Perhitungan Magnifier (Rasio Redaman)

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
1	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
2	0.0016	0.9968	0.0003	0.9986	1.0014
3	0.0064	0.9873	0.0011	0.9942	1.0058
4	0.0143	0.9716	0.0026	0.9870	1.0132
5	0.0254	0.9498	0.0046	0.9769	1.0237
6	0.0398	0.9221	0.0071	0.9639	1.0374
7	0.0573	0.8888	0.0102	0.9482	1.0547
8	0.0779	0.8502	0.0139	0.9296	1.0757
9	0.1018	0.8068	0.0182	0.9083	1.1010
10	0.1288	0.7590	0.0230	0.8843	1.1308
11	0.1590	0.7072	0.0285	0.8577	1.1659
12	0.1924	0.6522	0.0344	0.8286	1.2068
13	0.2290	0.5944	0.0410	0.7971	1.2545
14	0.2688	0.5347	0.0481	0.7634	1.3099
15	0.3117	0.4738	0.0558	0.7277	1.3742
16	0.3578	0.4124	0.0640	0.6902	1.4488
17	0.4071	0.3515	0.0728	0.6514	1.5351
18	0.4596	0.2920	0.0822	0.6118	1.6346
19	0.5153	0.2350	0.0922	0.5720	1.7483
20	0.5741	0.1814	0.1027	0.5330	1.8761
21	0.6361	0.1324	0.1138	0.4962	2.0153
22	0.7013	0.0892	0.1255	0.4633	2.1582
23	0.7697	0.0530	0.1377	0.4368	2.2896
24	0.8413	0.0252	0.1505	0.4192	2.3855
25	0.9160	0.0071	0.1639	0.4135	2.4186
26	0.9939	0.0000	0.1778	0.4218	2.3710
27	1.0751	0.0056	0.1924	0.4450	2.2474
28	1.1593	0.0254	0.2074	0.4825	2.0724
29	1.2468	0.0609	0.2231	0.5329	1.8765
30	1.3375	0.1139	0.2393	0.5943	1.6827
31	1.4313	0.1860	0.2561	0.6649	1.5040
32	1.5283	0.2791	0.2735	0.7433	1.3453

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4. \zeta^2 . \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4. \zeta^2 . \alpha^2}$	$1$
					$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4. \zeta^2 . \alpha^2}$
33	1.6285	0.3950	0.2914	0.8285	1.2070
34	1.7319	0.5356	0.3099	0.9195	1.0875
35	1.8384	0.7029	0.3289	1.0158	0.9844
36	1.9481	0.8990	0.3486	1.1169	0.8953
37	2.0610	1.1258	0.3688	1.2225	0.8180
38	2.1771	1.3857	0.3896	1.3324	0.7505
39	2.2964	1.6807	0.4109	1.4462	0.6915
40	2.4189	2.0132	0.4328	1.5640	0.6394
41	2.5445	2.3855	0.4553	1.6855	0.5933

Grarik 4.3.12. Kurva respon frekuensi (redaman Oli SAE 20)



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.2115 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.



#### D. Pengujian Getaran Paksa Teredam terhadap Efek Redaman Oli SAE 30

Metode pengujian getaran paksa terhadap efek redaman oli SAE 30 sama dengan pengujian getaran bebas tak teredam dan getaran paksa teredam terhadap efek redaman oli SAE 20. Dari data yang sudah ditampilkan di layar MPDI, maka akan didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

1. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 10 gram.

Tabel 4.4.1. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{X_1}{X_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak berputar
6	50	0.20	1.03	-	-	-	-	10	Tidak berputar
7	60	0.24	1.04	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
8	70	0.28	1.06	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
9	80	0.32	1.08	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.10	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.12	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.15	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
13	120	0.48	1.18	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
14	130	0.52	1.21	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
15	140	0.56	1.24	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
16	150	0.60	1.28	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
17	160	0.64	1.31	2.2	0.2	2.3979	0.3818	10	Osilasi
18	170	0.68	1.35	2.4	0.2	2.4807	0.3950	10	Osilasi
19	180	0.72	1.38	2.5	0.2	2.5055	0.3990	10	Osilasi
20	190	0.76	1.41	2.5	0.3	2.1122	0.3363	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{X_1}{X_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
21	200	0.80	1.43	2.6	0.3	2.1401	0.3408	10	Osilasi
22	210	0.84	1.44	2.6	0.3	2.1595	0.3439	10	Osilasi
23	220	0.88	1.43	2.7	0.4	1.9132	0.3047	10	Osilasi
24	230	0.92	1.42	2.9	0.3	2.2583	0.3596	10	Osilasi
25	240	0.96	1.38	3.0	0.2	2.7047	0.4307	10	Osilasi
26	250	1.00	1.34	3.2	0.3	2.3765	0.3784	10	Osilasi
27	260	1.04	1.28	3.5	0.3	2.4423	0.3889	10	Osilasi
28	270	1.08	1.21	3.7	0.2	2.9096	0.4633	10	Osilasi
29	280	1.12	1.14	3.8	0.3	2.5337	0.4035	10	Osilasi
30	290	1.16	1.07	3.9	0.4	2.2747	0.3622	10	Osilasi
31	300	1.20	1.00	4.3	0.4	2.3632	0.3763	10	Osilasi
32	310	1.24	0.94	4.4	0.4	2.4047	0.3829	10	Osilasi
33	320	1.28	0.87	4.6	0.5	2.2105	0.3520	10	Osilasi
34	330	1.32	0.81	5.7	0.5	2.4283	0.3867	10	Osilasi
35	340	1.36	0.76	6.3	0.6	2.3545	0.3749	10	Osilasi
36	350	1.40	0.71	7.1	0.6	2.4723	0.3937	10	Osilasi
37	360	1.44	0.66	8.8	0.8	2.3922	0.3809	10	Resonansi
38	370	1.48	0.62	8.1	0.8	2.3175	0.3690	10	Osilasi
39	380	1.52	0.58	7.2	0.9	2.0836	0.3318	10	Osilasi
40	390	1.56	0.54	6.3	0.6	2.3577	0.3754	10	Osilasi
41	400	1.60	0.51	6.1	0.6	2.3224	0.3698	10	Osilasi

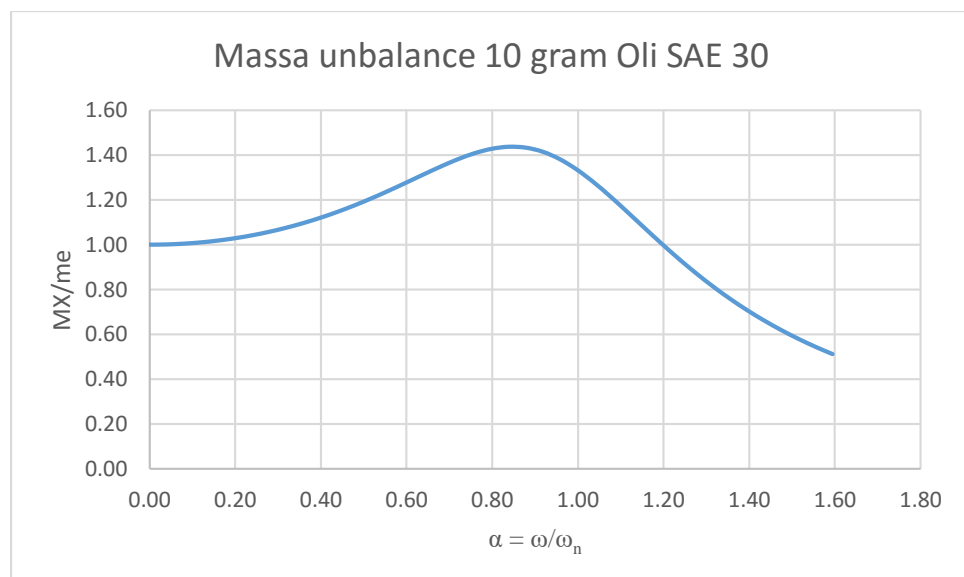
Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 10 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 60 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 160 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 360 RPM pada amplitudo maksimum di angka 8.8 mm.

Tabel 4.4.2. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo)

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
1	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000
2	0.002	0.997	0.001	0.999	1.001
3	0.006	0.987	0.004	0.995	1.005
4	0.014	0.972	0.008	0.990	1.010
5	0.025	0.950	0.014	0.982	1.018
6	0.040	0.922	0.022	0.972	1.029
7	0.057	0.889	0.032	0.960	1.042
8	0.078	0.850	0.044	0.946	1.058
9	0.102	0.807	0.057	0.930	1.076
10	0.129	0.759	0.073	0.912	1.097
11	0.159	0.707	0.090	0.893	1.120
12	0.192	0.652	0.108	0.872	1.147
13	0.229	0.594	0.129	0.851	1.176
14	0.269	0.535	0.151	0.828	1.207
15	0.312	0.474	0.176	0.806	1.241
16	0.358	0.412	0.202	0.784	1.276
17	0.407	0.352	0.229	0.762	1.312
18	0.460	0.292	0.259	0.742	1.347
19	0.515	0.235	0.290	0.725	1.380
20	0.574	0.181	0.323	0.711	1.407
21	0.636	0.132	0.358	0.701	1.427
22	0.701	0.089	0.395	0.696	1.437
23	0.770	0.053	0.434	0.698	1.433
24	0.841	0.025	0.474	0.707	1.415
25	0.916	0.007	0.516	0.723	1.383
26	0.994	0.000	0.560	0.748	1.336
27	1.075	0.006	0.606	0.782	1.279
28	1.159	0.025	0.653	0.824	1.214
29	1.247	0.061	0.702	0.874	1.145
30	1.337	0.114	0.754	0.931	1.074
31	1.431	0.186	0.806	0.996	1.004
32	1.528	0.279	0.861	1.068	0.937
33	1.628	0.395	0.917	1.146	0.873

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
34	1.732	0.536	0.976	1.229	0.813
35	1.838	0.703	1.036	1.319	0.758
36	1.948	0.899	1.098	1.413	0.708
37	2.061	1.126	1.161	1.512	0.661
38	2.177	1.386	1.227	1.616	0.619
39	2.296	1.681	1.294	1.725	0.580
40	2.419	2.013	1.363	1.837	0.544
41	2.545	2.385	1.434	1.954	0.512

Grafik 4.4.3. Kurva respon frekuensi (efek redaman oli SAE 30)



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.3753 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.

2. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 15 gram.

Tabel 4.4.4. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{X_1}{X_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
3	20	0.08	1.00	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
6	50	0.20	1.03	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
7	60	0.24	1.05	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
8	70	0.28	1.06	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
9	80	0.32	1.08	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.10	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.13	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.16	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
13	120	0.48	1.19	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
14	130	0.52	1.23	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
15	140	0.56	1.27	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
16	150	0.60	1.31	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
17	160	0.64	1.36	3.0	0.3	2.3026	0.3667	10	Osilasi
18	170	0.68	1.40	3.4	0.4	2.1401	0.3408	10	Osilasi
19	180	0.72	1.45	3.5	0.5	1.9459	0.3099	10	Osilasi
20	190	0.76	1.49	3.5	0.4	2.1691	0.3454	10	Osilasi
21	200	0.80	1.52	3.6	0.5	1.9741	0.3143	10	Osilasi
22	210	0.84	1.55	3.7	0.5	2.0015	0.3187	10	Osilasi
23	220	0.88	1.55	3.8	0.4	2.2513	0.3585	10	Osilasi
24	230	0.92	1.54	3.8	0.3	2.539	0.4043	10	Osilasi
25	240	0.96	1.51	3.8	0.4	2.2407	0.3568	10	Osilasi
26	250	1.00	1.46	3.9	0.5	2.0464	0.3259	10	Osilasi
27	260	1.04	1.40	4.5	0.5	2.1861	0.3481	10	Osilasi
28	270	1.08	1.33	4.7	0.5	2.2343	0.3558	10	Osilasi
29	280	1.12	1.24	5.2	0.6	2.1614	0.3442	10	Osilasi
30	290	1.16	1.16	5.7	0.7	2.0883	0.3325	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{X_1}{X_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
31	300	1.20	1.08	5.8	0.7	2.1111	0.3362	10	Osilasi
32	310	1.24	1.00	5.9	0.8	2.0015	0.3187	10	Osilasi
33	320	1.28	0.93	6.1	0.8	2.0363	0.3243	10	Osilasi
34	330	1.32	0.86	6.5	0.7	2.2208	0.3536	10	Osilasi
35	340	1.36	0.80	6.7	0.7	2.2543	0.3590	10	Osilasi
36	350	1.40	0.74	7.2	0.9	2.0836	0.3318	10	Osilasi
37	360	1.44	0.69	7.3	1.1	1.8967	0.3020	10	Resonansi
38	370	1.48	0.64	7.1	0.8	2.1861	0.3481	10	Osilasi
39	380	1.52	0.60	7.1	0.7	2.3182	0.3691	10	Osilasi
40	390	1.56	0.56	6.8	0.8	2.1327	0.3396	10	Osilasi
41	400	1.60	0.53	6.5	0.7	2.2346	0.3558	10	Osilasi

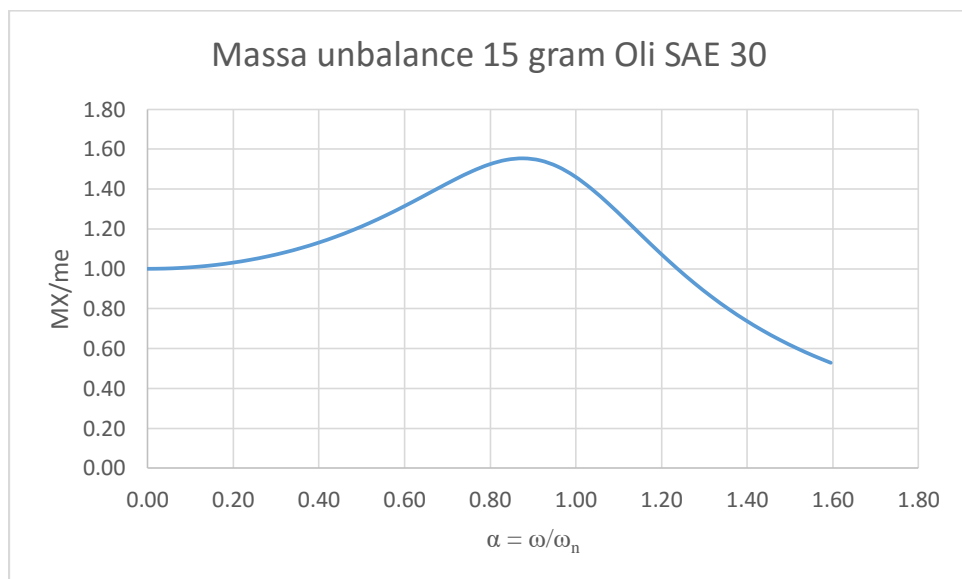
Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 15 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 70 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 160 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 350 RPM pada amplitudo maksimum di angka 7.2 mm. pengaruh redaman oli SAE 30 sangat berpengaruh untuk meredam getaran yang terjadi pada *vibration apparatus*, efek redaman dapat memperlambat kondisi resonansi sehingga getaran yang berlebih dapat ditahan dengan baik oleh peredam. Dengan adanya redaman juga dapat memperlambat resonansi dan cepatnya osilasi disebabkan oleh semakin besarnya massa *unbalance*.

Tabel 4.4.4. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo)

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
1	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000
2	0.002	0.997	0.001	0.999	1.001
3	0.006	0.987	0.003	0.995	1.005
4	0.014	0.972	0.007	0.989	1.011
5	0.025	0.950	0.012	0.981	1.020
6	0.040	0.922	0.019	0.970	1.031
7	0.057	0.889	0.027	0.957	1.045
8	0.078	0.850	0.037	0.942	1.062
9	0.102	0.807	0.048	0.924	1.082
10	0.129	0.759	0.060	0.905	1.105
11	0.159	0.707	0.075	0.884	1.131
12	0.192	0.652	0.090	0.862	1.161
13	0.229	0.594	0.107	0.838	1.194
14	0.269	0.535	0.126	0.813	1.230
15	0.312	0.474	0.146	0.787	1.270
16	0.358	0.412	0.168	0.762	1.313
17	0.407	0.352	0.191	0.736	1.358
18	0.460	0.292	0.216	0.712	1.404
19	0.515	0.235	0.242	0.690	1.449
20	0.574	0.181	0.269	0.671	1.490
21	0.636	0.132	0.298	0.656	1.524
22	0.701	0.089	0.329	0.647	1.547
23	0.770	0.053	0.361	0.643	1.554
24	0.841	0.025	0.395	0.648	1.544
25	0.916	0.007	0.430	0.661	1.513
26	0.994	0.000	0.466	0.683	1.465
27	1.075	0.006	0.504	0.714	1.401
28	1.159	0.025	0.544	0.754	1.326
29	1.247	0.061	0.585	0.803	1.245
30	1.337	0.114	0.627	0.861	1.162
31	1.431	0.186	0.671	0.926	1.080
32	1.528	0.279	0.717	0.998	1.002
33	1.628	0.395	0.764	1.076	0.929
34	1.732	0.536	0.812	1.161	0.861

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	1
					$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$
35	1.838	0.703	0.862	1.251	0.799
36	1.948	0.899	0.914	1.346	0.743
37	2.061	1.126	0.967	1.446	0.691
38	2.177	1.386	1.021	1.551	0.645
39	2.296	1.681	1.077	1.661	0.602
40	2.419	2.013	1.134	1.774	0.564
41	2.545	2.385	1.193	1.892	0.529

Grafik 4.4.5. Kurve respon frekuensi (efek redaman oli SAE 30)



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.3424 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.



3. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 20 gram.

Tabel 4.4.5. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{X_1}{X_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
3	20	0.08	1.01	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
6	50	0.20	1.03	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
7	60	0.24	1.05	-	-	-	-	10	Tidak bergetar
8	70	0.28	1.06	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
9	80	0.32	1.08	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.11	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.14	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.17	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
13	120	0.48	1.20	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
14	130	0.52	1.24	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
15	140	0.56	1.29	3.3	0.3	2.4069	0.3833	10	Osilasi
16	150	0.60	1.33	3.4	0.4	2.1401	0.3408	10	Osilasi
17	160	0.64	1.38	3.4	0.5	1.9110	0.3043	10	Osilasi
18	170	0.68	1.44	3.4	0.4	2.1430	0.3412	10	Osilasi
19	180	0.72	1.49	3.4	0.4	2.1489	0.3422	10	Osilasi
20	190	0.76	1.54	3.5	0.5	1.9373	0.3085	10	Osilasi
21	200	0.80	1.58	3.7	0.5	1.9961	0.3178	10	Osilasi
22	210	0.84	1.62	3.9	0.5	2.0412	0.3250	10	Osilasi
23	220	0.88	1.63	4.0	0.6	1.8996	0.3025	10	Osilasi
24	230	0.92	1.63	4.2	0.6	1.9507	0.3106	10	Osilasi
25	240	0.96	1.60	4.4	0.7	1.8451	0.2938	10	Osilasi
26	250	1.00	1.55	4.6	0.6	2.0303	0.3233	10	Osilasi
27	260	1.04	1.48	4.7	0.6	2.0520	0.3267	10	Osilasi
28	270	1.08	1.40	5.2	0.6	2.1614	0.3442	10	Osilasi
29	280	1.12	1.31	5.9	0.7	2.1299	0.3392	10	Osilasi
30	290	1.16	1.22	6.2	0.7	2.1861	0.3481	10	Osilasi
31	300	1.20	1.13	6.8	0.8	2.1342	0.3398	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{X1}{X2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
32	310	1.24	1.04	6.9	0.8	2.1561	0.3433	10	Osilasi
33	320	1.28	0.96	7.8	0.9	2.1531	0.3428	10	Osilasi
34	330	1.32	0.89	8.4	1.0	2.1247	0.3383	10	Osilasi
35	340	1.36	0.82	9.5	1.3	1.9931	0.3174	10	Resonansi
36	350	1.40	0.76	9.0	1.2	2.0160	0.3210	10	Osilasi
37	360	1.44	0.71	8.5	1.2	1.9518	0.3108	10	Osilasi
38	370	1.48	0.66	7.2	1.1	1.8802	0.2994	10	Osilasi
39	380	1.52	0.62	6.1	0.9	1.9153	0.3050	10	Osilasi
40	390	1.56	0.57	5.4	0.8	1.9151	0.3049	10	Osilasi
41	400	1.60	0.54	4.2	0.8	1.6630	0.2648	10	Osilasi

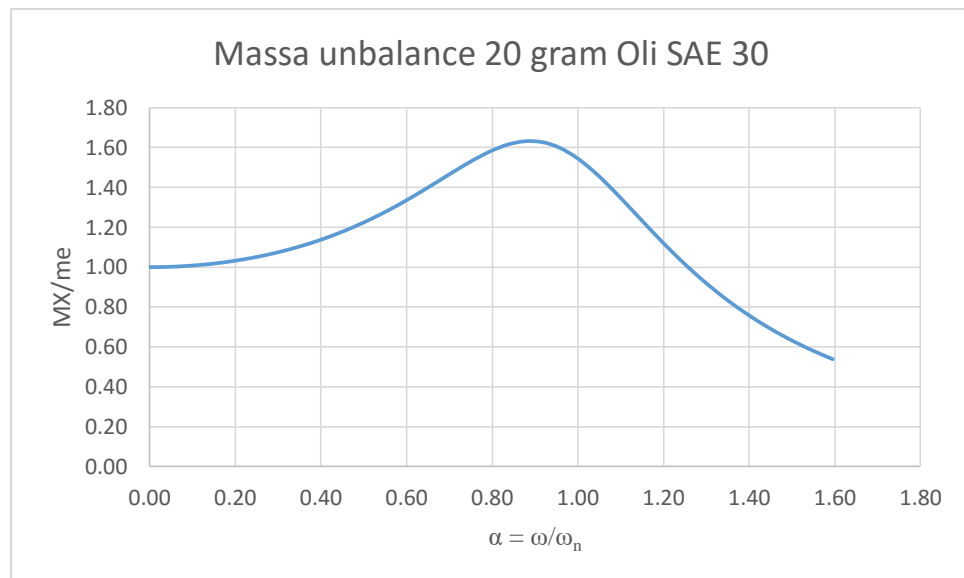
Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 20 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 70 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 140 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 340 RPM pada amplitudo maksimum di angka 9.5 mm. pengaruh redaman oli SAE 30 sangat berpengaruh untuk meredam getaran yang terjadi pada *vibration apparatus*, efek redaman dapat memperlambat kondisi resonansi sehingga getaran yang berlebih dapat ditahan dengan baik oleh peredam. Dengan adanya redaman juga dapat memperlambat resonansi dan cepatnya osilasi disebabkan oleh semakin besarnya massa *unbalance*.

Tabel 4.4.6. Perhitungan Magnifier (Rasio Amplitudo)

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$1$
					$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$
1	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
2	0.0016	0.9968	0.0007	0.9987	1.0013
3	0.0064	0.9873	0.0027	0.9950	1.0050
4	0.0143	0.9716	0.0060	0.9887	1.0114
5	0.0254	0.9498	0.0107	0.9800	1.0204
6	0.0398	0.9221	0.0167	0.9689	1.0321
7	0.0573	0.8888	0.0240	0.9554	1.0467
8	0.0779	0.8502	0.0327	0.9396	1.0643
9	0.1018	0.8068	0.0427	0.9217	1.0850
10	0.1288	0.7590	0.0540	0.9016	1.1091
11	0.1590	0.7072	0.0667	0.8797	1.1367
12	0.1924	0.6522	0.0807	0.8561	1.1682
13	0.2290	0.5944	0.0960	0.8309	1.2035
14	0.2688	0.5347	0.1126	0.8046	1.2429
15	0.3117	0.4738	0.1306	0.7774	1.2863
16	0.3578	0.4124	0.1500	0.7499	1.3335
17	0.4071	0.3515	0.1706	0.7226	1.3839
18	0.4596	0.2920	0.1926	0.6962	1.4364
19	0.5153	0.2350	0.2160	0.6715	1.4892
20	0.5741	0.1814	0.2406	0.6496	1.5394
21	0.6361	0.1324	0.2666	0.6317	1.5831
22	0.7013	0.0892	0.2939	0.6190	1.6155
23	0.7697	0.0530	0.3226	0.6129	1.6316
24	0.8413	0.0252	0.3526	0.6147	1.6269
25	0.9160	0.0071	0.3839	0.6253	1.5993
26	0.9939	0.0000	0.4166	0.6455	1.5493
27	1.0751	0.0056	0.4506	0.6754	1.4805
28	1.1593	0.0254	0.4859	0.7151	1.3985
29	1.2468	0.0609	0.5226	0.7639	1.3091
30	1.3375	0.1139	0.5606	0.8212	1.2177
31	1.4313	0.1860	0.5999	0.8865	1.1280
32	1.5283	0.2791	0.6405	0.9590	1.0428
33	1.6285	0.3950	0.6825	1.0380	0.9634
34	1.7319	0.5356	0.7259	1.1232	0.8903

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$\frac{1}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}}$
35	1.8384	0.7029	0.7705	1.2139	0.8238
36	1.9481	0.8990	0.8165	1.3098	0.7635
37	2.0610	1.1258	0.8638	1.4106	0.7089
38	2.1771	1.3857	0.9125	1.5160	0.6596
39	2.2964	1.6807	0.9625	1.6258	0.6151
40	2.4189	2.0132	1.0138	1.7398	0.5748
41	2.5445	2.3855	1.0665	1.8579	0.5382

Grafik 4.4.7. Kurva respon frekuensi (efek redaman oli SAE 30)



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.3237 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.

4. Pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 25 gram.

Tabel 4.4.7. Hasil pengujian getaran teredam redaman oli SAE 30

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{x_1}{x_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
1	0	0.00	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
2	10	0.04	1.00	-	-	-	-	10	Tidak berputar
3	20	0.08	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
4	30	0.12	1.01	-	-	-	-	10	Tidak berputar
5	40	0.16	1.02	-	-	-	-	10	Tidak berputar
6	50	0.20	1.03	-	-	-	-	10	Tidak berputar
7	60	0.24	1.05	-	-	-	-	10	Tidak berputar
8	70	0.28	1.07	-	-	-	-	10	Tidak berputar
9	80	0.32	1.09	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
10	90	0.36	1.11	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
11	100	0.40	1.14	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
12	110	0.44	1.17	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
13	120	0.48	1.21	-	-	-	-	10	Tidak ada osilasi
14	130	0.52	1.25	4.4	0.5	2.1815	0.3474	10	Osilasi
15	140	0.56	1.29	4.5	0.6	2.0149	0.3208	10	Osilasi
16	150	0.60	1.34	5.0	0.7	1.9661	0.3131	10	Osilasi
17	160	0.64	1.40	5.0	0.8	1.8326	0.2918	10	Osilasi
18	170	0.68	1.45	5.0	0.6	2.1122	0.3363	10	Osilasi
19	180	0.72	1.51	5.2	0.7	2.0092	0.3199	10	Osilasi
20	190	0.76	1.57	5.5	0.8	1.9188	0.3055	10	Osilasi
21	200	0.80	1.62	5.5	0.8	1.9261	0.3067	10	Osilasi
22	210	0.84	1.65	5.5	0.8	1.9333	0.3079	10	Osilasi
23	220	0.88	1.68	5.7	0.9	1.8405	0.2931	10	Osilasi
24	230	0.92	1.68	5.9	0.9	1.8769	0.2989	10	Osilasi
25	240	0.96	1.65	6.0	0.9	1.9021	0.3029	10	Osilasi
26	250	1.00	1.60	6.2	1.0	1.8294	0.2913	10	Osilasi
27	260	1.04	1.53	6.5	1.1	1.7688	0.2817	10	Osilasi
28	270	1.08	1.44	6.6	1.0	1.8931	0.3015	10	Osilasi
29	280	1.12	1.35	6.9	1.1	1.8348	0.2922	10	Osilasi
30	290	1.16	1.25	7.2	1.0	1.9755	0.3146	10	Osilasi
31	300	1.20	1.16	7.9	0.9	2.1671	0.3451	10	Osilasi

No	RPM	$\alpha = \frac{\omega}{\omega_n}$	$\frac{MX}{me}$	Oli SAE 30		$\delta = \ln \frac{x_1}{x_2}$ (mm)	$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$	t (detik)	Keterangan
				X1 (mm)	X2 (mm)				
32	310	1.24	1.07	8.6	1.2	1.9671	0.3132	10	Osilasi
33	320	1.28	0.98	9.5	1.2	2.0637	0.3286	10	Osilasi
34	330	1.32	0.91	10.2	1.4	1.9889	0.3167	10	Resonansi
35	340	1.36	0.84	10.0	1.2	2.1173	0.3371	10	Osilasi
36	350	1.40	0.77	8.8	1.2	1.989	0.3167	10	Osilasi
37	360	1.44	0.72	7.5	1.0	2.0082	0.3198	10	Osilasi
38	370	1.48	0.67	7.0	0.9	2.0555	0.3273	10	Osilasi
39	380	1.52	0.62	6.6	0.8	2.1132	0.3365	10	Osilasi
40	390	1.56	0.58	5.4	0.8	1.9151	0.3049	10	Osilasi
41	400	1.60	0.54	5.0	0.7	1.9661	0.3131	10	Osilasi

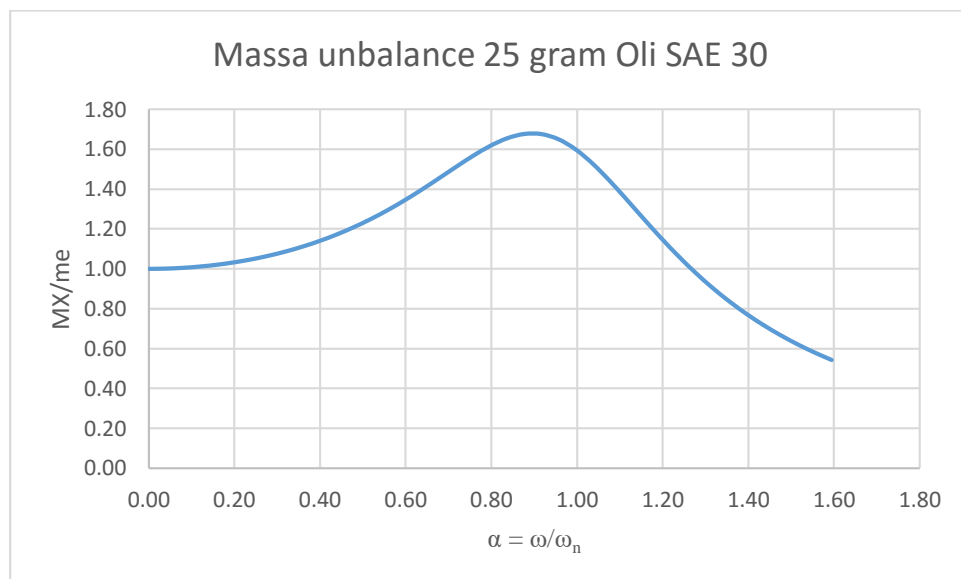
Dari hasil pengujian getaran paksa teredam dengan redaman oli SAE 30 mulai dari putaran 0 RPM s.d. 400 RPM dengan selisi 10 RPM setiap kenaikan kecepatan motor yang menggunakan massa *unbalance* 20 gram sebagai gaya eksitasi, maka didapatkan hasil dari tabel diatas yaitu sistem mulai berputar pada putaran 70 RPM tetapi tidak mengalami osilasi, pada putaran 140 RPM mulai terjadi osilasi dan memiliki amplitudo yang sangat kecil. Sedangkan mulai beresonansi pada putaran 340 RPM pada amplitudo maksimum di angka 9.5 mm. pengaruh redaman oli SAE 30 sangat berpengaruh untuk meredam getaran yang terjadi pada *vibration apparatus*, efek redaman dapat memperlambat kondisi resonansi sehingga getaran yang berlebih dapat ditahan dengan baik oleh peredam. Dengan adanya redaman juga dapat memperlambat resonansi dan cepatnya osilasi disebabkan oleh semakin besarnya massa *unbalance*.

Tabel 4.4.8. Perhitungan Magnefier (Rasio Amplitudo)

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	$1$
					$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$
1	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
2	0.0016	0.9968	0.0006	0.9987	1.0013
3	0.0064	0.9873	0.0025	0.9949	1.0051
4	0.0143	0.9716	0.0056	0.9885	1.0116
5	0.0254	0.9498	0.0100	0.9797	1.0207
6	0.0398	0.9221	0.0156	0.9684	1.0327
7	0.0573	0.8888	0.0225	0.9546	1.0475
8	0.0779	0.8502	0.0307	0.9386	1.0655
9	0.1018	0.8068	0.0401	0.9203	1.0867
10	0.1288	0.7590	0.0507	0.8998	1.1113
11	0.1590	0.7072	0.0626	0.8774	1.1397
12	0.1924	0.6522	0.0757	0.8532	1.1721
13	0.2290	0.5944	0.0901	0.8274	1.2086
14	0.2688	0.5347	0.1058	0.8003	1.2495
15	0.3117	0.4738	0.1227	0.7723	1.2948
16	0.3578	0.4124	0.1408	0.7438	1.3444
17	0.4071	0.3515	0.1603	0.7154	1.3979
18	0.4596	0.2920	0.1809	0.6877	1.4541
19	0.5153	0.2350	0.2028	0.6617	1.5114
20	0.5741	0.1814	0.2260	0.6383	1.5668
21	0.6361	0.1324	0.2504	0.6187	1.6163
22	0.7013	0.0892	0.2761	0.6044	1.6546
23	0.7697	0.0530	0.3030	0.5967	1.6760
24	0.8413	0.0252	0.3312	0.5969	1.6752
25	0.9160	0.0071	0.3606	0.6063	1.6493
26	0.9939	0.0000	0.3912	0.6255	1.5987
27	1.0751	0.0056	0.4232	0.6548	1.5271
28	1.1593	0.0254	0.4564	0.6941	1.4408
29	1.2468	0.0609	0.4908	0.7428	1.3463
30	1.3375	0.1139	0.5265	0.8002	1.2497
31	1.4313	0.1860	0.5634	0.8657	1.1552
32	1.5283	0.2791	0.6016	0.9384	1.0656
33	1.6285	0.3950	0.6410	1.0178	0.9825
34	1.7319	0.5356	0.6817	1.1033	0.9064

No	$\alpha^2$	$(1 - \alpha^2)^2$	$4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2$	$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$	1
					$\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot \alpha^2}$
35	1.8384	0.7029	0.7237	1.1944	0.8372
36	1.9481	0.8990	0.7668	1.2907	0.7748
37	2.0610	1.1258	0.8113	1.3918	0.7185
38	2.1771	1.3857	0.8570	1.4975	0.6678
39	2.2964	1.6807	0.9039	1.6077	0.6220
40	2.4189	2.0132	0.9521	1.7220	0.5807
41	2.5445	2.3855	1.0016	1.8404	0.5434

Grafik 4.4.9. Kurva respon frekuensi (efek redaman oil SAE 30)



Grafik diatas memiliki nilai rasio redaman 0.3137 menandakan bahwa redaman masih memiliki efek untuk menyerap getaran yang dihasilkan oleh *vibration apparatus*. Dalam hal ini, redaman tersebut dapat dikatakan kondisi *underdamped* karena masih bisa meredam getaran pada *vibration apparatus*.

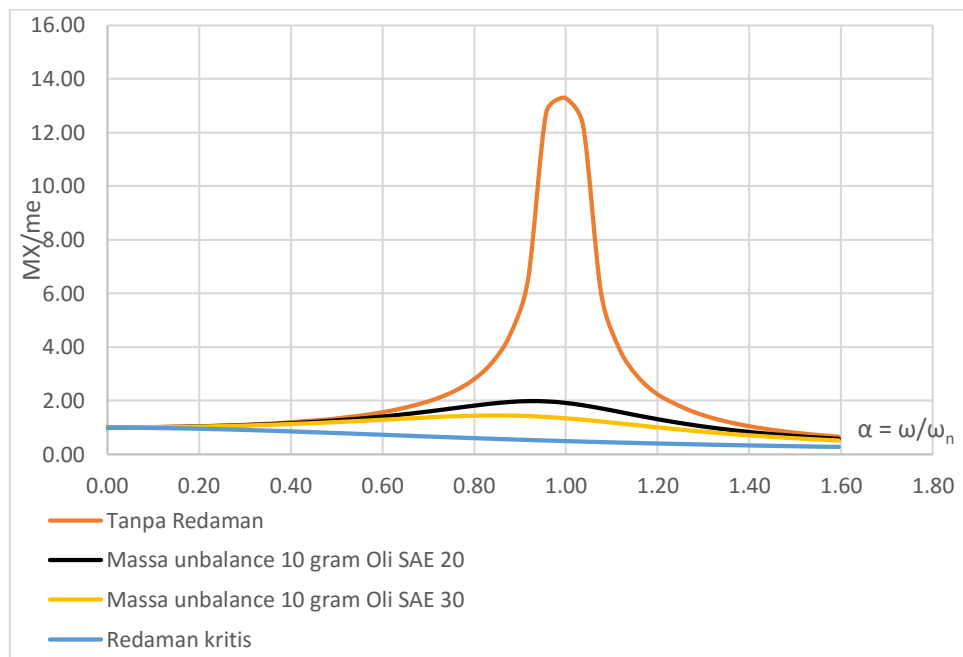


## E. Pengaruh efek redaman

Dari hasil pengujian tersebut, ada perbedaan getaran karena adanya efek redaman dan massa *unbalance*. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa adanya fenomena getaran paksa teredam karena kekentalan dan getaran paksa tak teredam. Adapun dari hasil pengujian tersebut dapat menghasilkan data sebagai berikut:

### 1. Massa *unbalance* 10 gram

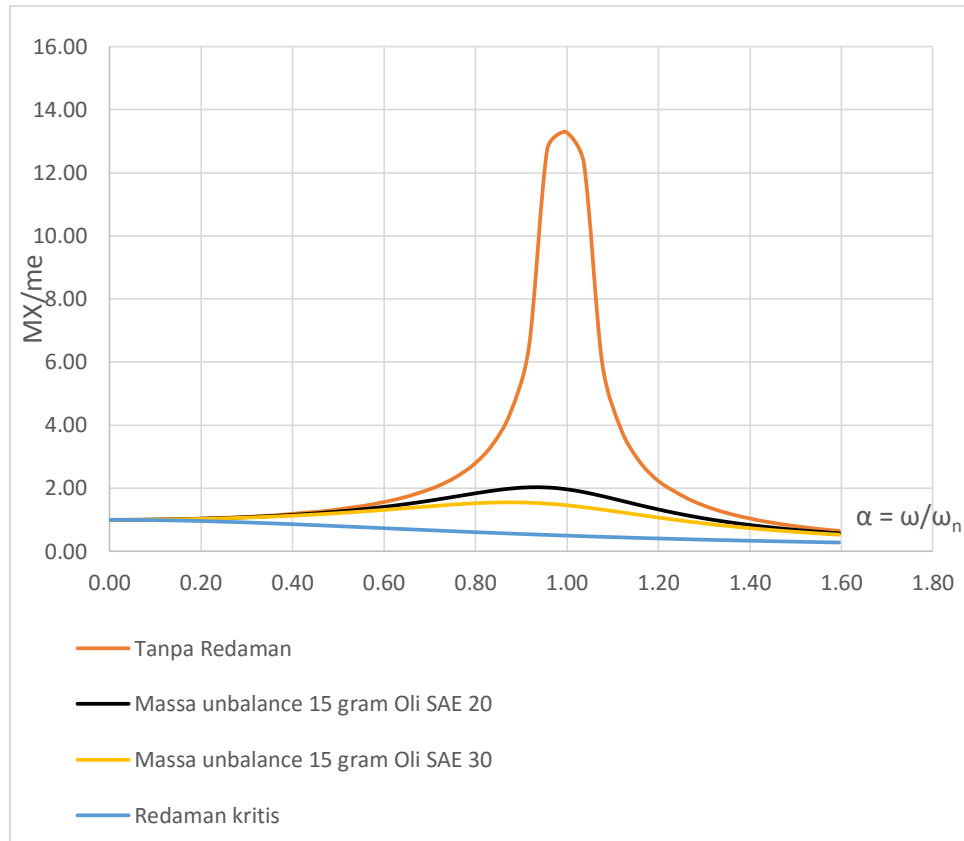
Grafik 4.5.1. Pengaruh efek redaman terhadap massa 10 gram



Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa penurunan rasio amplitudo disebabkan karena adanya efek redaman yang dihasilkan oleh peredam oli SAE 20 dan SAE 30 dengan massa *unbalance* 10 gram sebagai gaya pengeksitasinya. Efek redaman oli SAE 30 lebih baik untuk menurunkan rasio amplitudo pada *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan daripada menggunakan oli SAE 20.

## 2. Massa *unbalance* 15 gram

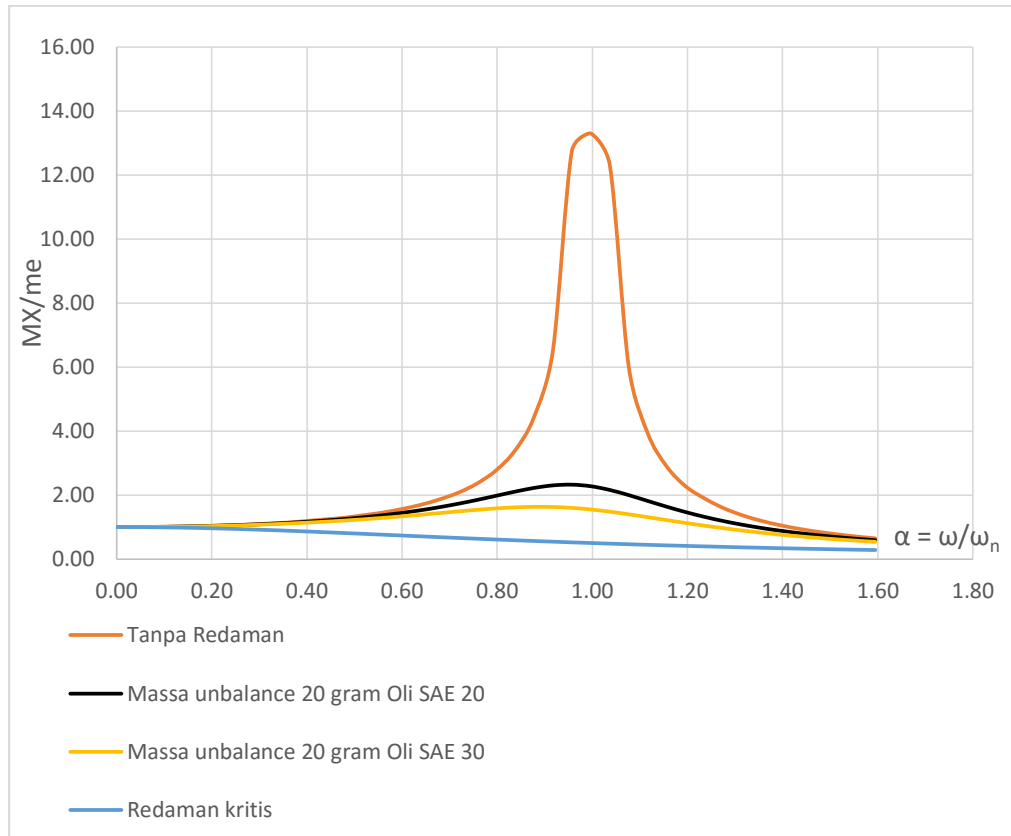
Grafik 4.5.2. Kurva frekuensi respon terhadap massa 15 gram



Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa kurva respon frekuensi pada penurunan rasio amplitudo disebabkan karena adanya efek redaman yang dihasilkan oleh peredam oli SAE 20 dan SAE 30 dengan massa *unbalance* 15 gram sebagai gaya pengeksitasinya. Efek redaman oli SAE 30 lebih baik untuk menurunkan rasio amplitudo pada *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan daripada menggunakan oli SAE 20. Efek redaman SAE 20 dan SAE 30 masih bisa digunakan untuk media peredam karena masih diatas kurva redaman kritis yang artinya keduanya masih menunjukkan kondisi redaman *underdamped* dengan nilai rasio redaman kurang dari satu.

### 3. Massa *unbalance* 20 gram

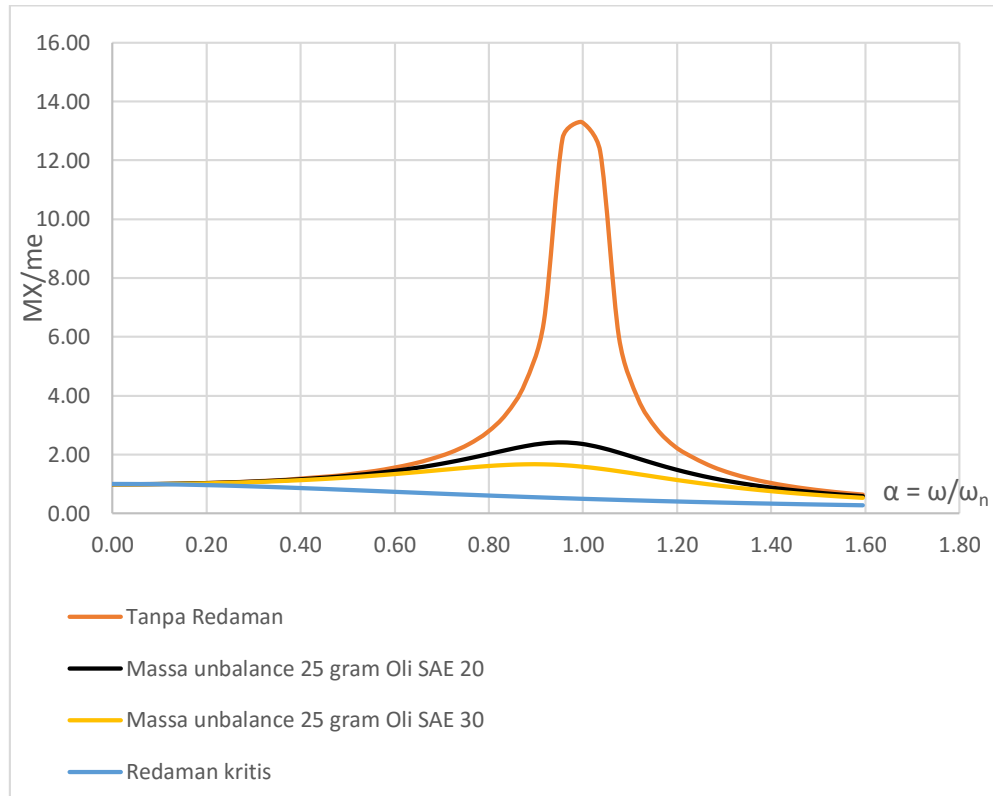
Grafik 4.5.3. Pengaruh efek redaman terhadap massa 20 gram



Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa kurva respon frekuensi pada penurunan rasio amplitudo disebabkan karena adanya efek redaman yang dihasilkan oleh peredam oli SAE 20 dan SAE 30 dengan massa *unbalance* 20 gram sebagai gaya pangsitasinya. Efek redaman oli SAE 30 lebih baik untuk menurunkan rasio amplitudo pada *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan daripada menggunakan oli SAE 20. Efek redaman SAE 20 dan SAE 30 masih bisa digunakan untuk media peredam karena masih diatas kurva redaman kritis yang artinya keduanya masih menunjukkan kondisi redaman *underdamped* dengan nilai rasio redaman kurang dari satu.

#### 4. Massa unbalance 25 gram

Grafik 4.5.4. Pengaruh efek redaman terhadap massa 20 gram



Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa kurva respon frekuensi pada penurunan rasio amplitudo disebabkan karena adanya efek redaman yang dihasilkan oleh peredam oli SAE 20 dan SAE 30 dengan massa *unbalance* 25 gram sebagai gaya pengeksitasinya. Efek redaman oli SAE 30 lebih baik untuk menurunkan rasio amplitudo pada *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan daripada menggunakan oli SAE 20. Efek redaman SAE 20 dan SAE 30 masih bisa digunakan untuk media peredam karena masih diatas kurva redaman kritis yang artinya keduanya masih menunjukkan kondisi redaman *underdamped* dengan nilai rasio redaman kurang dari satu.

Tabel 4.5.5. Tabel rasio redaman dan resonansi

SAE	m (gram)	$\zeta$		Resonansi (RPM)	Amplitudo (mm)
		Teori	Uji coba		
20	10	0.2439	0.2617	340	9.8
	15	0.2436	0.2542	330	10.1
	20	0.2433	0.2204	320	10.5
	25	0.2431	0.2115	300	10.7
30	10	0.4338	0.3753	360	8.8
	15	0.4333	0.3424	350	7.3
	20	0.4328	0.3237	340	9.5
	25	0.4324	0.3137	330	10.2

Dari tabel tersebut terlihat adanya perbedaan antara rasio redaman dan putaran pada saat resonansi. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh efek redaman oli dan variasi massa *unbalance*. Semakin kental oli, maka efek redamannya semakin besar karena oli mampu mengurangi amplitudo getaran pada *vibration apparatus*. Begitu juga dengan massa *unbalance*, pada SAE oli yang sama, semakin berat massa *unbalance*, maka semakin besar menimbulkan kenaikan amplitudo.

Tabel 4.5.6 Frekuensi natural dan resonansi

No	m (gram)	$\omega_n$ (RPM)	
		Teori	Pengujian
1	10	250.76	250
2	15	250.48	250
3	20	250.20	240
4	25	249.93	240

Massa *unbalance* sangat berpengaruh terhadap penentuan frekuensi pribadi, dari tabel terlihat bahwa pada massa *unbalance* 10 gram, frekuensi pribadi berada pada kisaran 250 RPM, sedangkan pada massa *unbalance*

25 gram terjadi pada kisaran 240 RPM, hal tersebut didasari oleh rumus perhitungan frekuensi pribadi dengan melibatkan massa *unbalancenya*.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian alat simulasi getaran paksa *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan massa *unbalance*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Efek redaman oli SAE 20 dan SAE 30 sangat berpengaruh terhadap penurunan rasio amplitudo dan memperlambat sistem beresonansi sehingga bisa mencegah kerusakan pada sistem yang bergetar.
2. Hasil dari pengujian dan analisis getaran paksa tak teredam didapatkan frekuensi natural berdasarkan perhitungan teoritis untuk massa 10 gram yaitu 250.76 RPM sedangkan fenomena resonansi menurut eksperimen yaitu pada putaran 250 RPM. Massa 15 gram frekuensi natural pada putaran 250.48 RPM dan resonansi getaran pada pengujian terjadi pada putaran 250 RPM. Massa 20 gram memiliki frekuensi natural sebesar 250.20 RPM sedangkan pada pengujian mengalami resonansi pada putaran 240 RPM. Massa 20 gram memiliki frekuensi pribadi 249.93 RPM sedangkan dalam pengujian mengalami resonansi pada putaran 240 RPM. Data hasil pengujian alat simulasi getaran paksa *vibration apparatus* adanya perbedaan disebabkan oleh banyak faktor yaitu kurangnya tingkat ketelitian pada saat pengukuran, adanya gesekan antar rangka *vibration apparatus* yang menyebabkan pengukuran LVDT tidak maksimal. Dengan

adanya faktor penghambat tersebut, maka akan berpengaruh dalam pengujian alat.

3. Hasil pengujian getaran paksa teredam karena efek redaman oli SAE 20 dengan nilai rasio redaman 0.2435 yaitu pada pengujian getaran massa *unbalance* 10 gram mulai beresilasi pada putaran 150 RPM dan beresonansi pada putaran 340 RPM di ampiltudo maksimum 9.8 mm, pada pengujian getaran massa *unbalance* 15 gram mulai berputar pada putaran 140 RPM dan beresonansi pada putaran 330 RPM di amplitudo maksimum 10.1 mm, sedangkan pada pengujian getaran massa unbalance 20 gram mulai beresilasi pada putaran 120 RPM dan beresonansi pada putaran 320 RPM di amplitudo maksimum 10.4 mm, massa 25 gram mulai beresilasi pada putaran 110 RPM dan beresonansi pada putaran 300 RPM pada amplitude maksimal 10.7 mm.
4. Hasi pengujian getaran paksa teredam karena efek redaman oli SAE 30 yang memiliki rasio redaman 0.4331 (*underdamped*) yaitu pada pengujian getaran massa *unbalance* 10 gram mulai beresilasi pada putaran 160 RPM dan beresonansi pada putaran 360 RPM di ampiltudo maksimum 8.8 mm, pada pengujian getaran massa *unbalance* 15 gram mulai beresilasi pada putaran 160 RPM dan beresonansi pada putaran 360 RPM di amplitudo maksimum 7.3 mm, sedangkan pada pengujian getaran massa *unbalance* 20 gram mulai beresilasi pada putaran 140 RPM dan beresonansi pada putaran 340 RPM di amplitudo maksimum 9.5 mm, dan pengujian massa



unbalance 25 gram mulai beresonansi pada putaran 130 RPM sedangkan beresonansi pada putaran 330 RPM di amplitudo maksimum 10.2 mm.

5. Semakin kental viskositas peredam, semakin besar efek redaman untuk menurunkan amplitudo pada sistem yang bergetar. Dalam pengujian tersebut, maka diperoleh hasil rasio redaman 0.2435 untuk oli SAE 20 dan 0.4331 untuk oli SAE 30. Dari data tersebut, efek redaman terbesar pada oli SAE 30.

#### B. Saran

Pada penelitian ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan, maka ada beberapa saran untuk melakukan penelitian lanjutan tentang pengujian getaran paksa massa unbalance pada *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan, yaitu:

1. Lebih teliti lagi dalam pengambilan data karena banyak faktor yang mempengaruhi pengujian seperti: gesekan yang berlebihan pada batang atau rangka *vibration apparatus* karena sudah lama tidak dipergunakan. Untuk itu, sebelum melakukan pengujian harus diberikan pelumas agar tidak terjadi gesekan yang berlebihan.
2. Pengukuran amplitudo menggunakan perekam yang ditampilkan kembali di komputer dengan *software* tertentu agar mempermudah pengambilan data.
3. Dikembangkan lagi dalam penelitian berikutnya agar mendapatkan hasil pengujian yang lebih bervariasi tentang karakteristik getaran menggunakan *vibration apparatus* sistem satu derajat kebebasan teredam.

4. Bisa dijadikan alat uji getaran mekanik pada mata kuliah getaran mekanik agar mahasiswa dapat mengetahui fenomena yang terjadi pada *vibration apparatus* sehingga mengerti materi getaran mekanik bukan hanya teori saja.

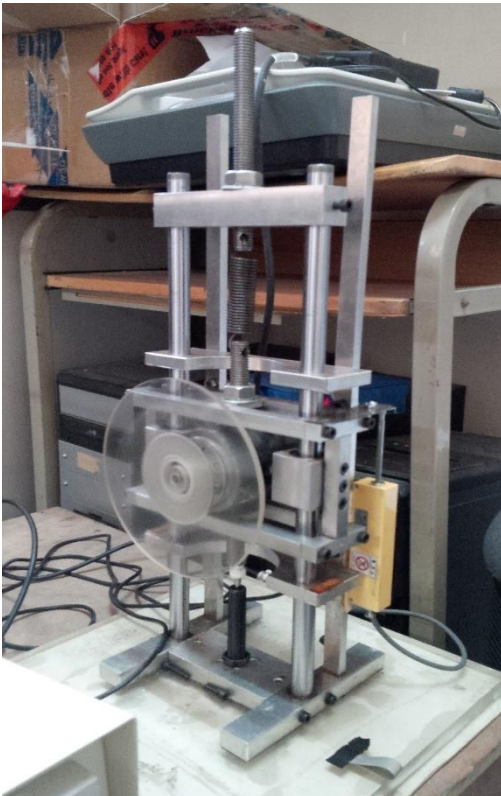
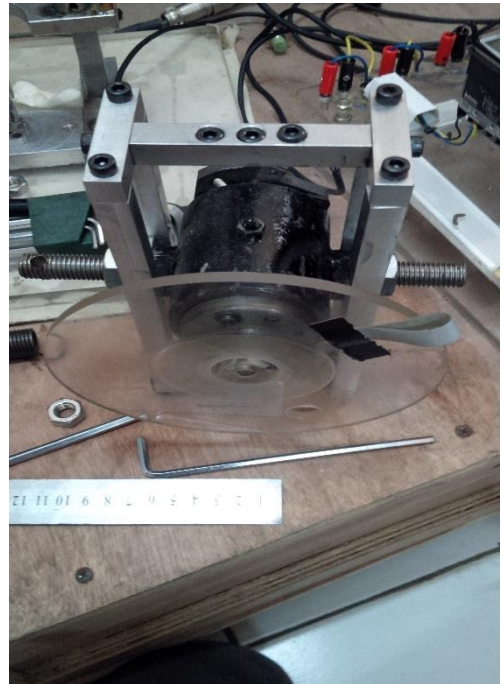
## DAFTAR PUSTAKA

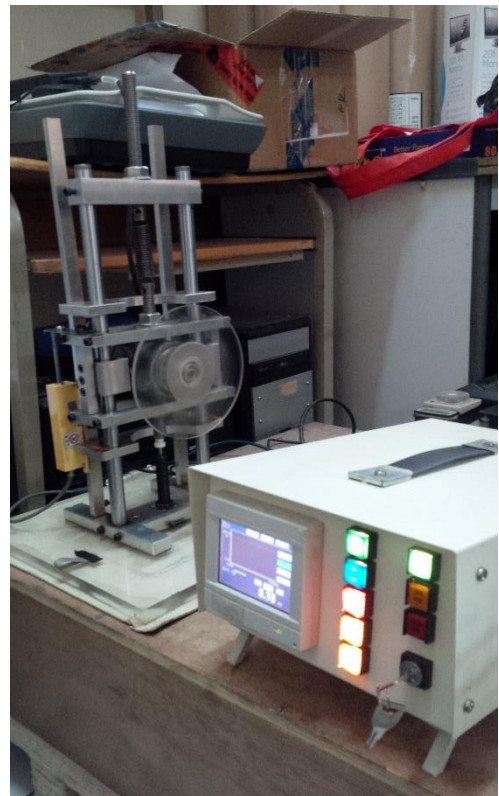
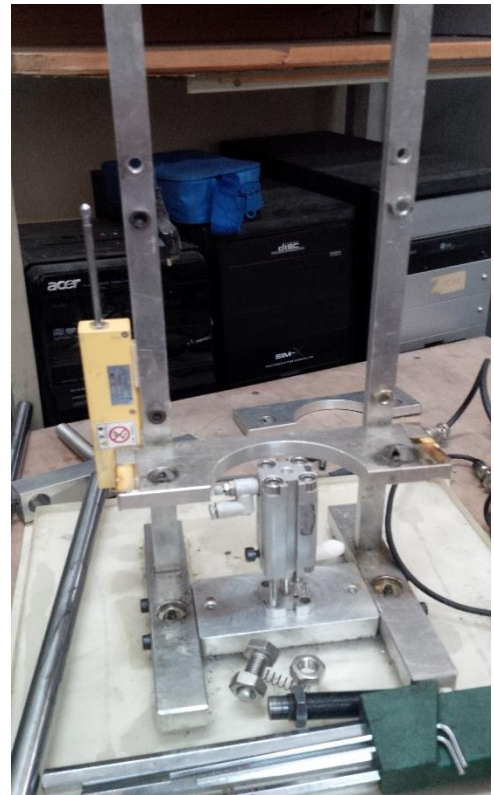
- Bolton, W. 2008. *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*. Erlangga: Jakarta
- Hutahaean, Ramses. 2012. *Getaran Mekani*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Karyasa, Tungga Bhimadi. 2011. *Dasar-dasar Getaran Mekanik*. Andi: Yogyakarta.
- Meirovites, L. *Element of Vibration*. McGraw-Hill, Inc. 1975
- PT Toyota-Astra Motor. 2011. *New Step 1 Training Manual*, Toyota-Astra Motor Training Center. Jakarta.
- S.G. Kelly. 1996. *Theory and Problems of Mechanical Vibration*. Schaum's Outline Series. McGraw-Hill, New York.
- S. Rao Singiresu. 1995. *Mechanical Vibration*. Third Edition, United States Of America: Addison weasley publishing company.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta: Bandung
- Thomson T.William. 1986. *Teori Getaran dengan Penerapan, terj. Lea Prasetyo*. Erlangga: Jakarta.

# LAMPIRAN

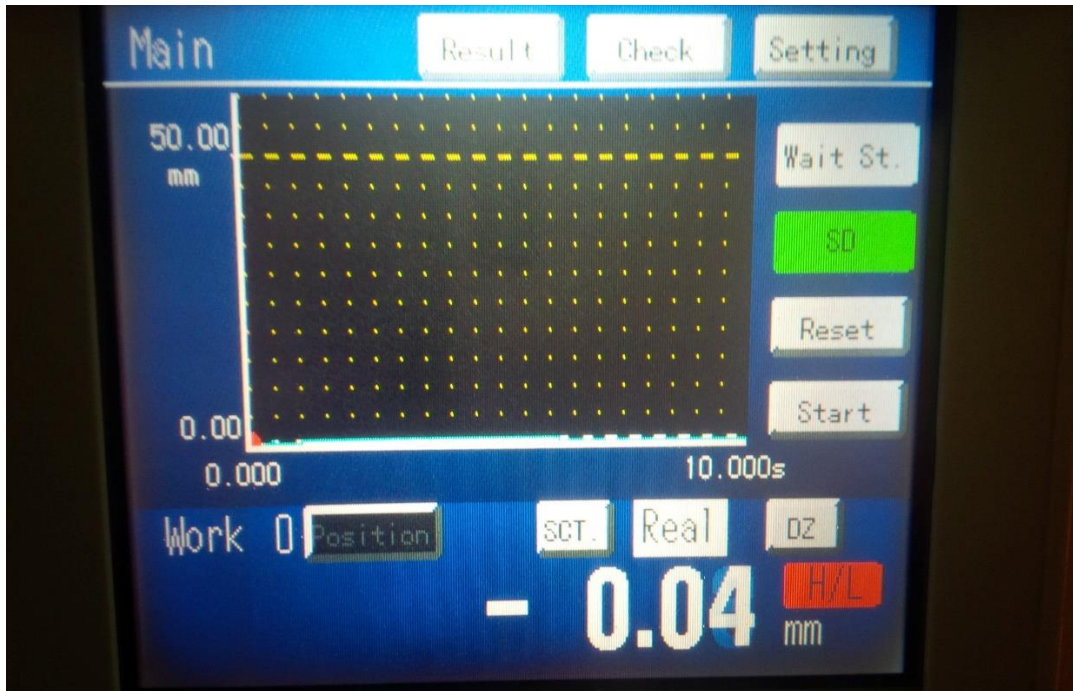
## DAFTAR LAMPIRAN

Persiapan pengujian

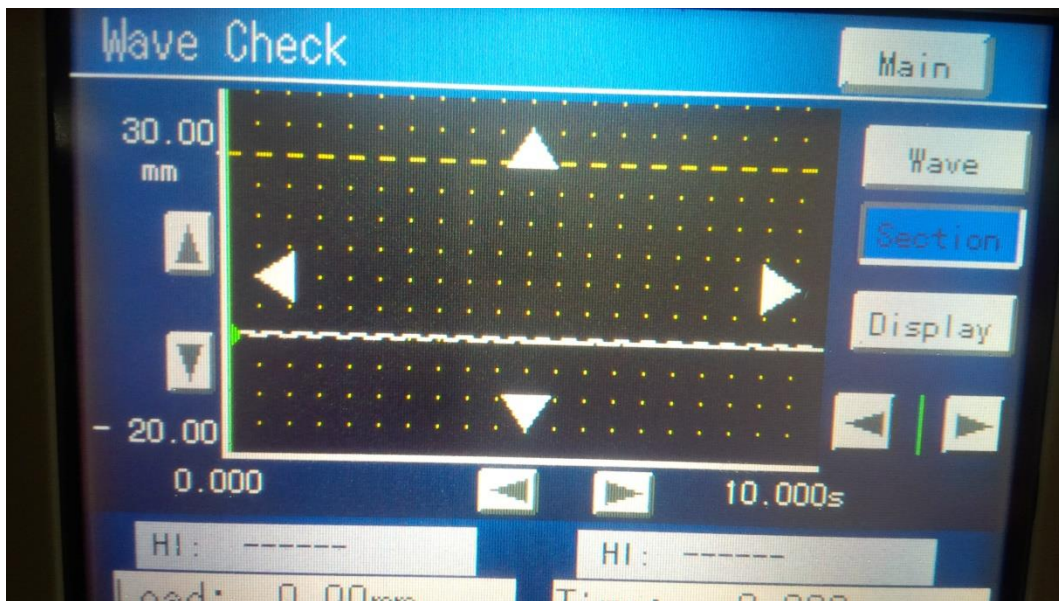




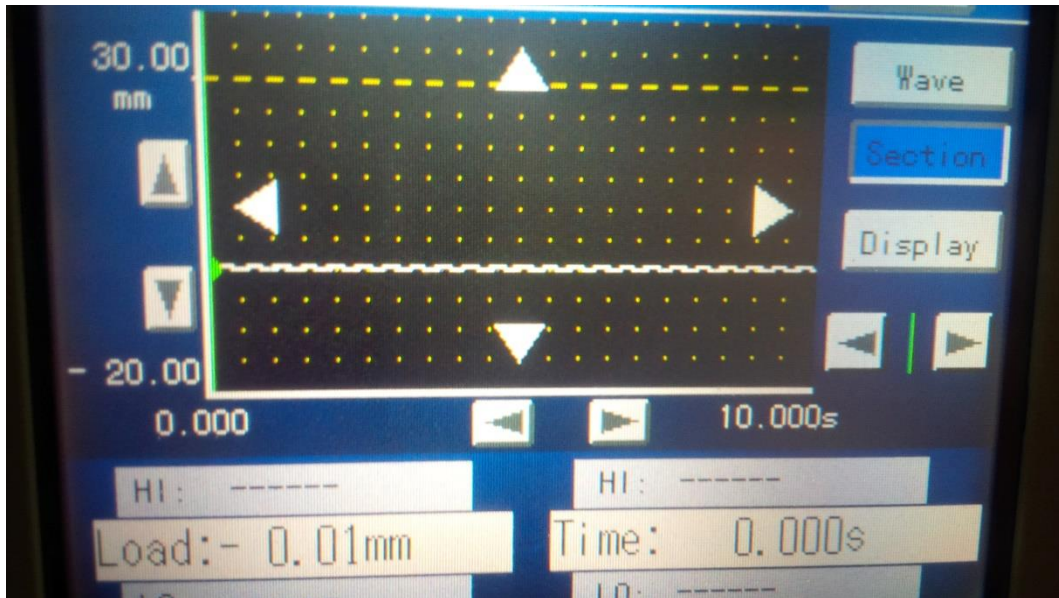
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 140 RPM



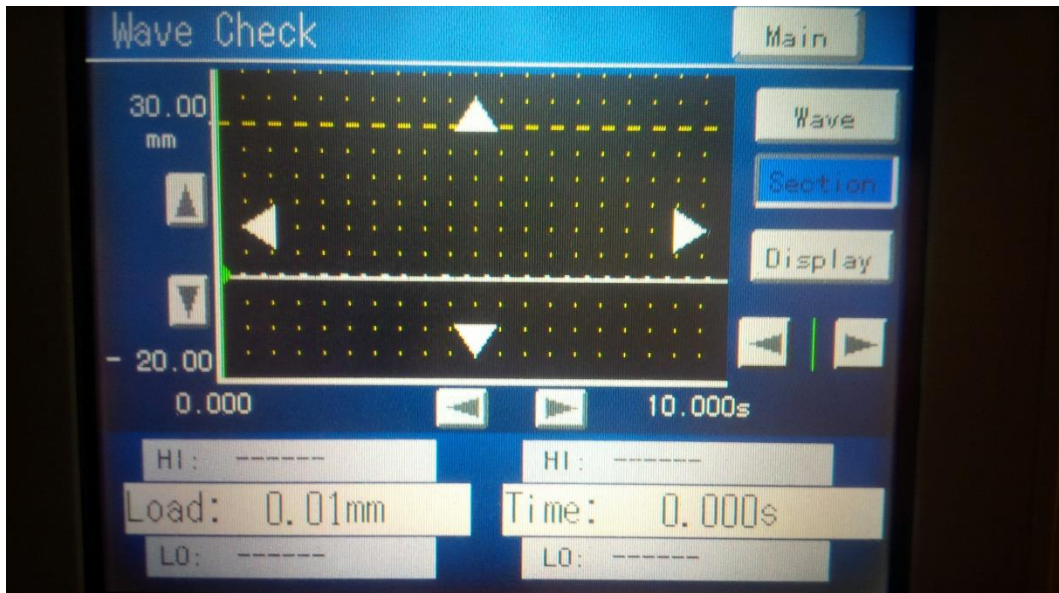
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 150 RPM



Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 150 RPM

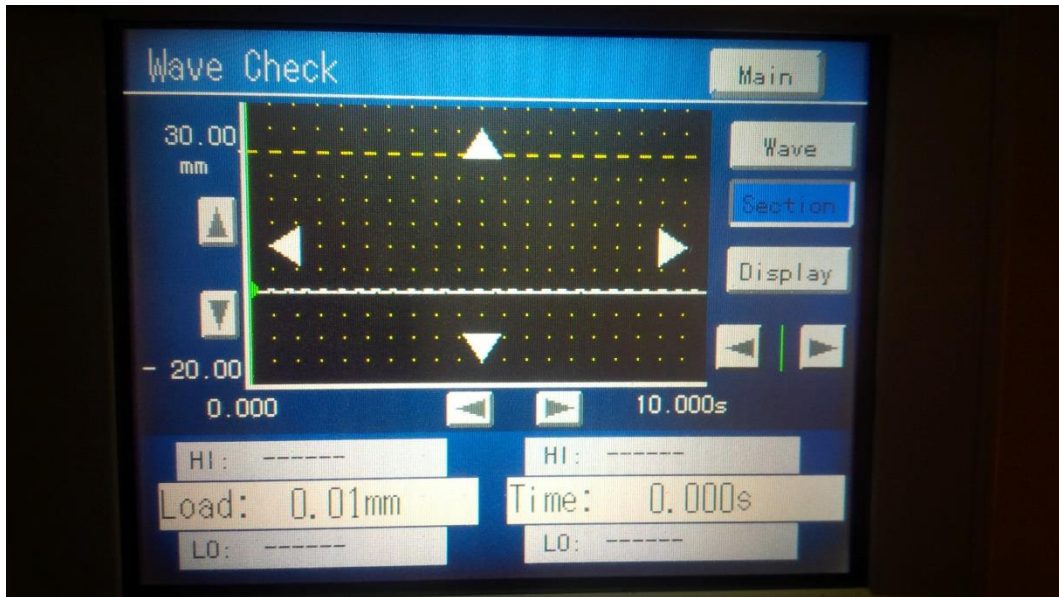


Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 160 RPM

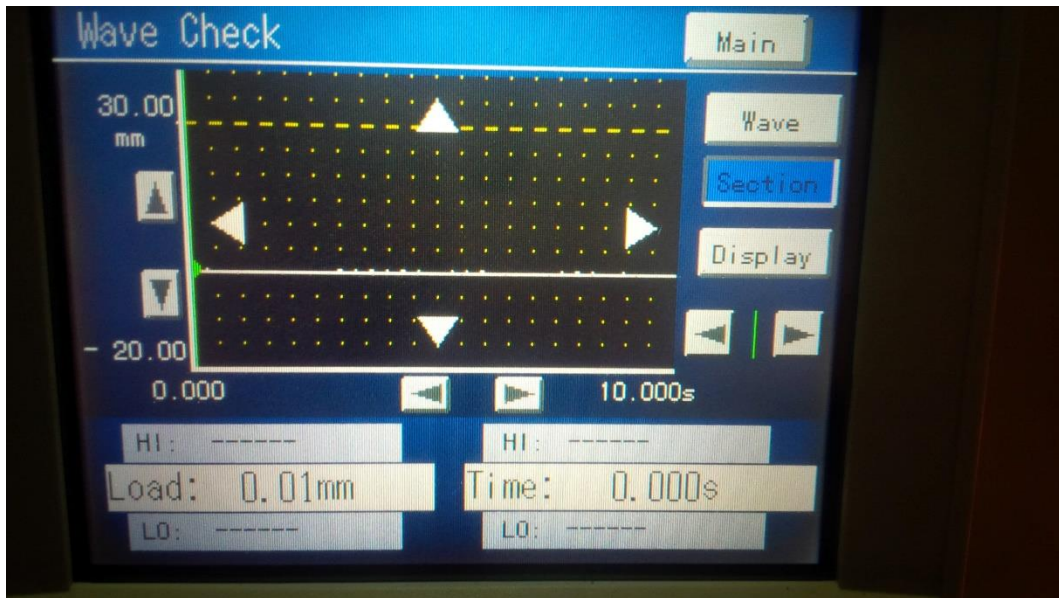




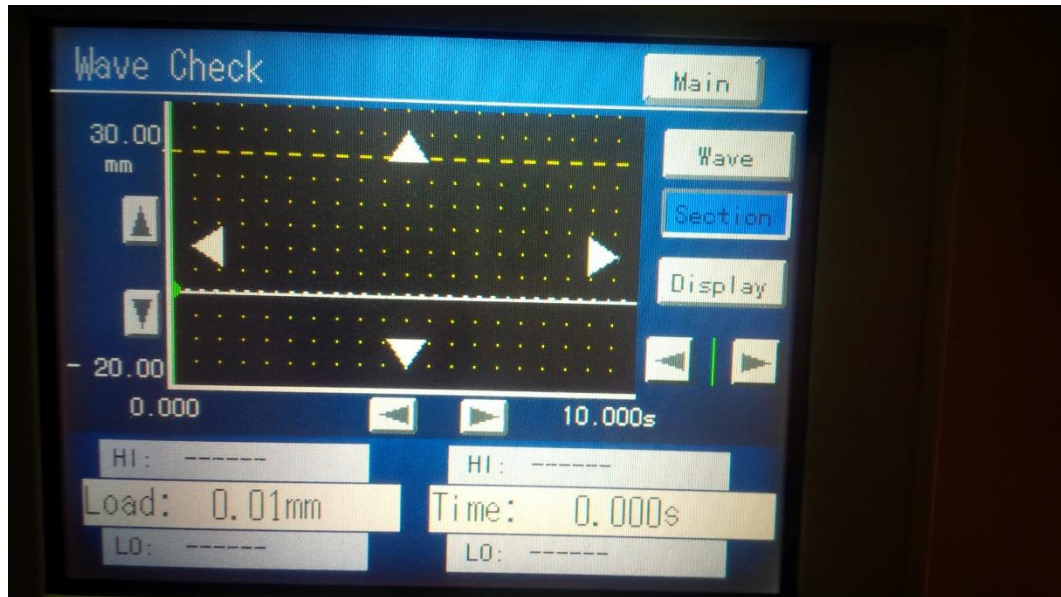
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 170 RPM



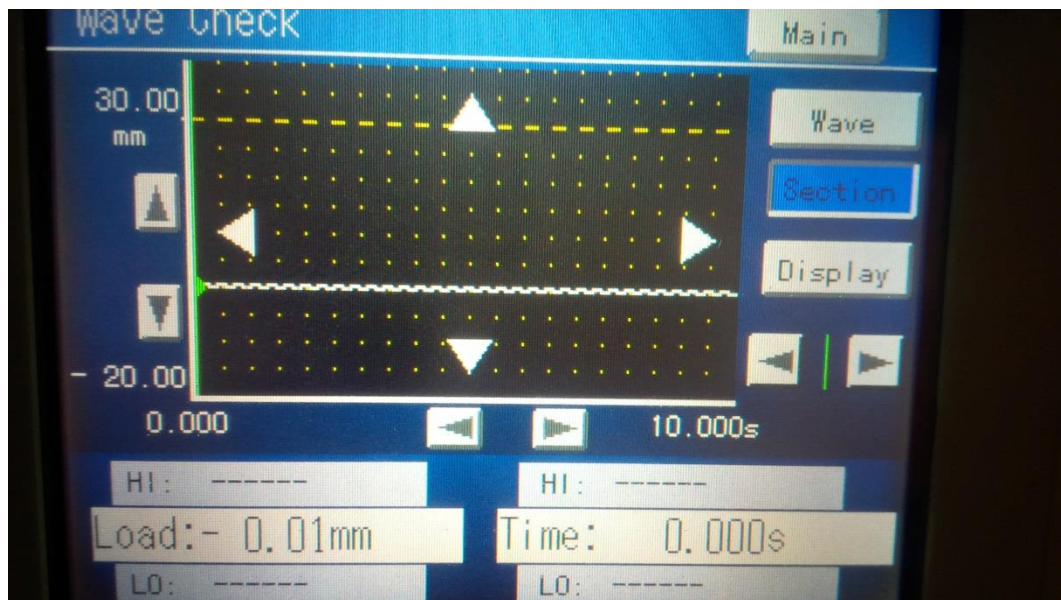
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 180 RPM



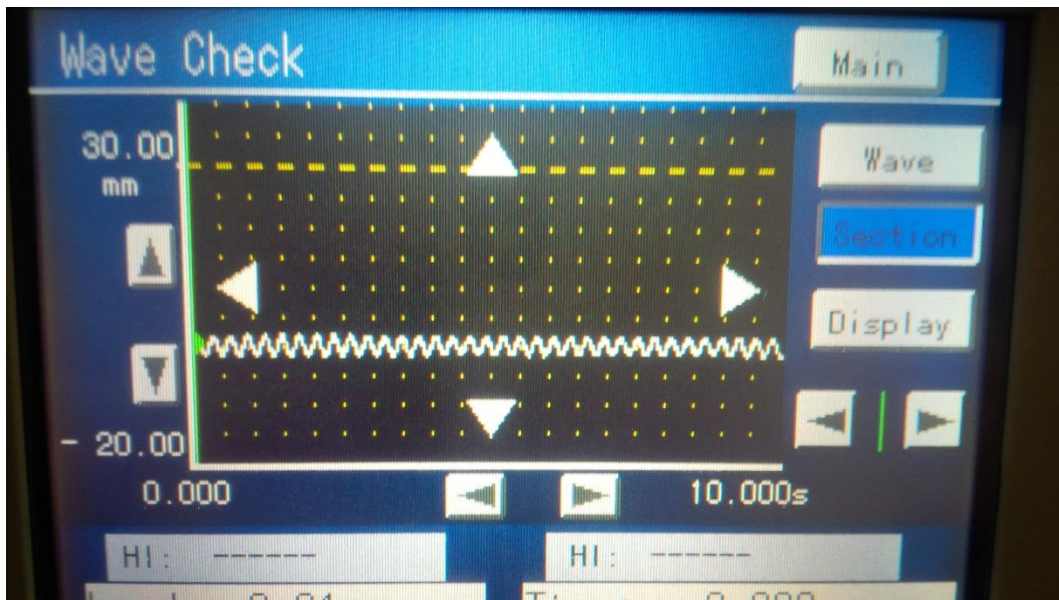
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 190 RPM



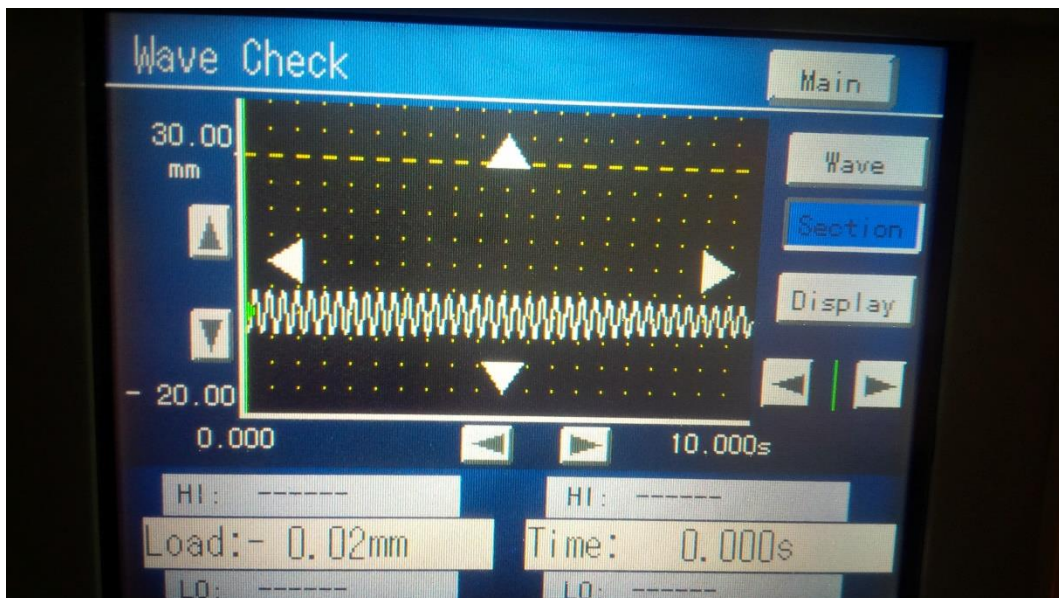
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 200 RPM

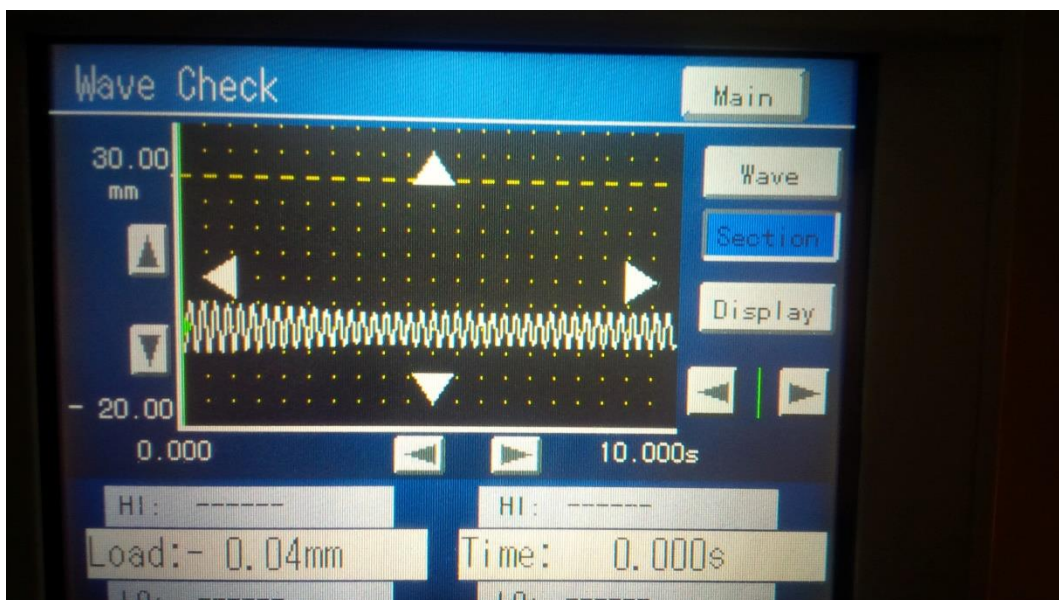
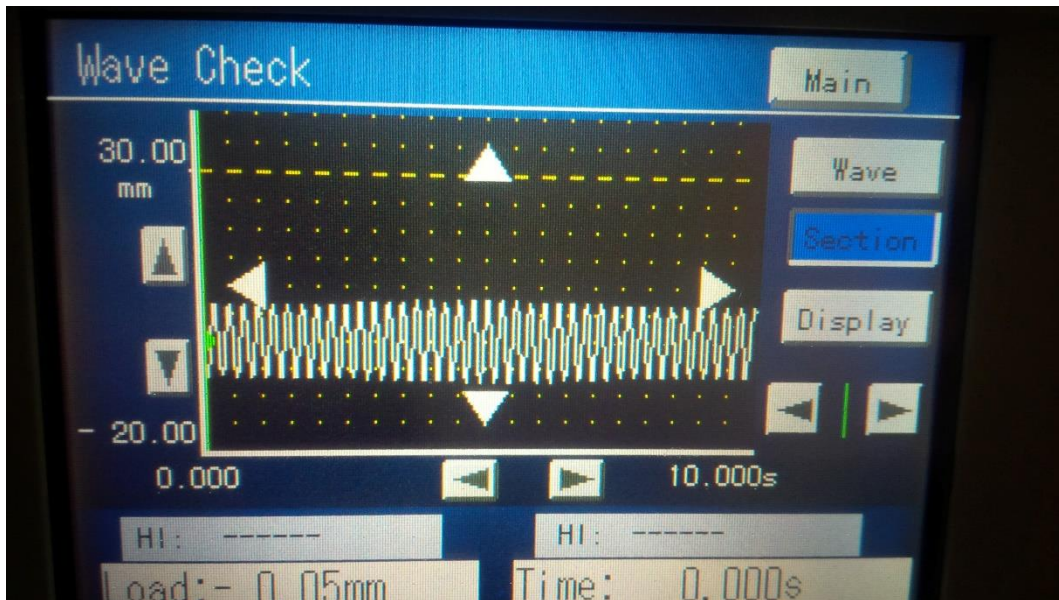


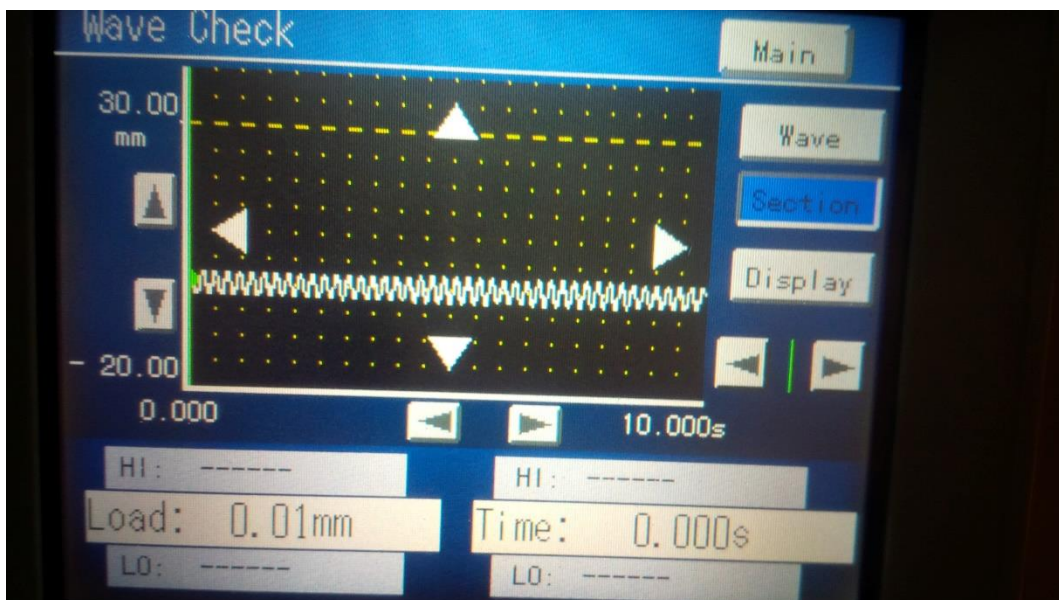
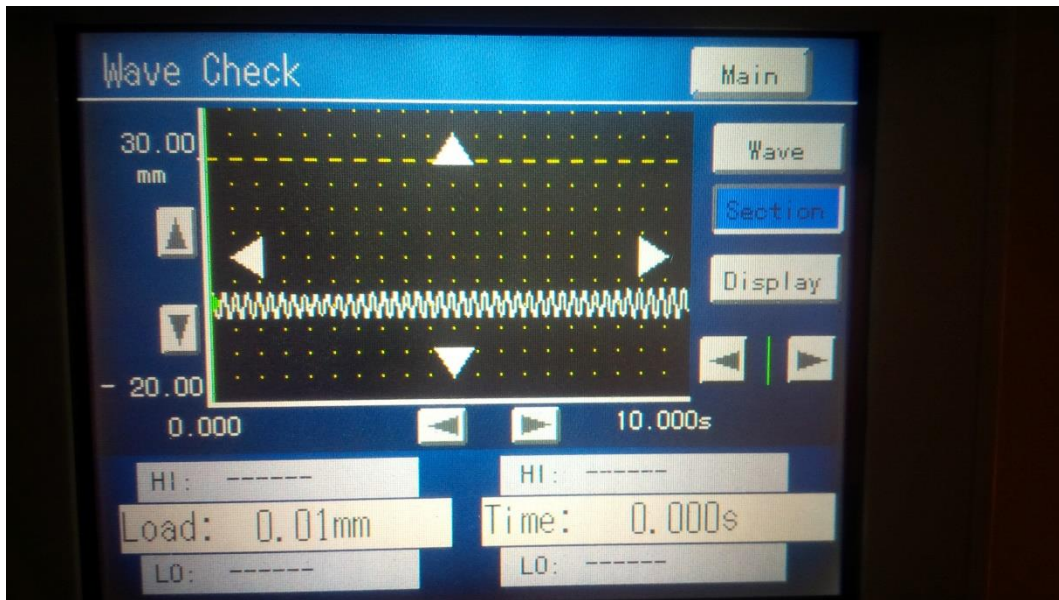
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 210 RPM

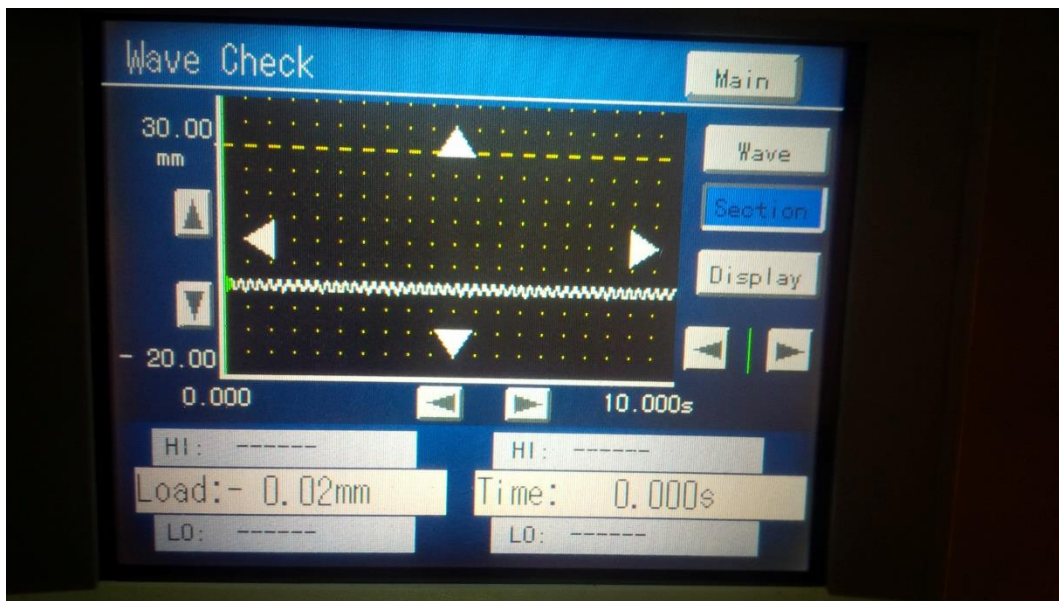
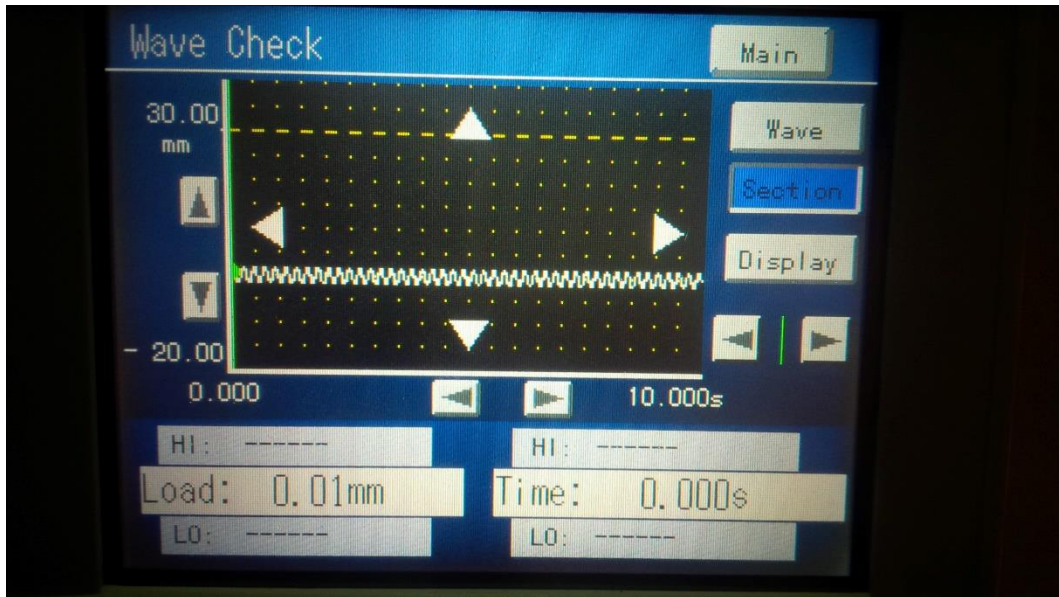


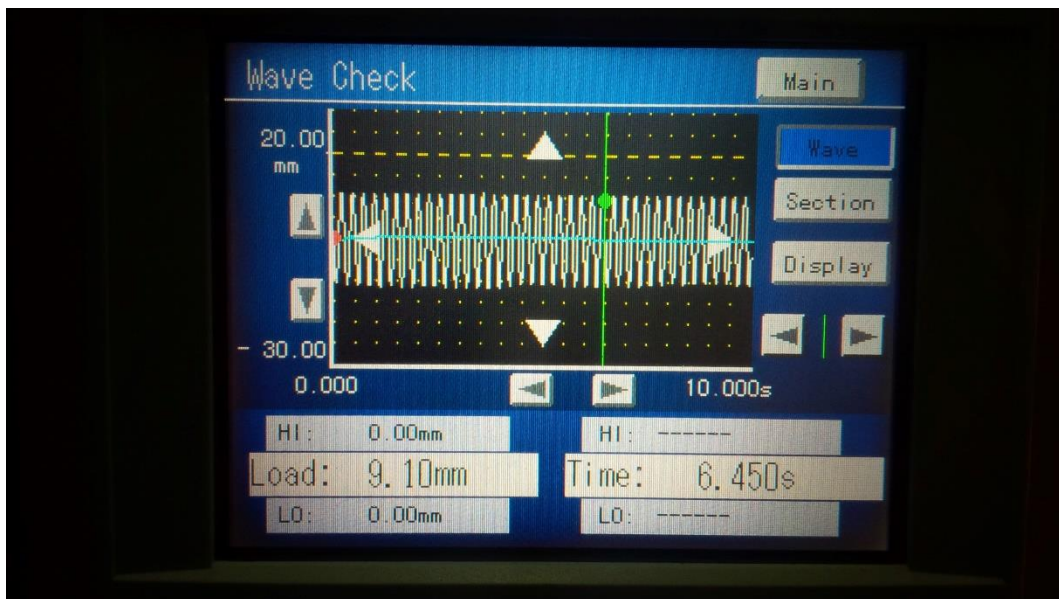
Pengujian getaran tak teredam massa *unbalance* 10 gram putaran 220 RPM



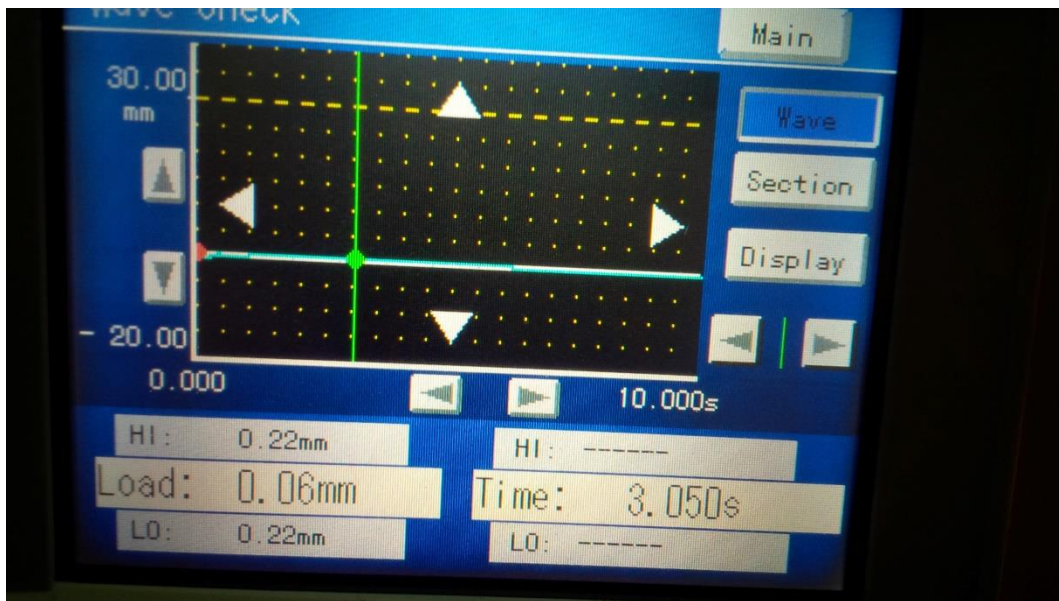
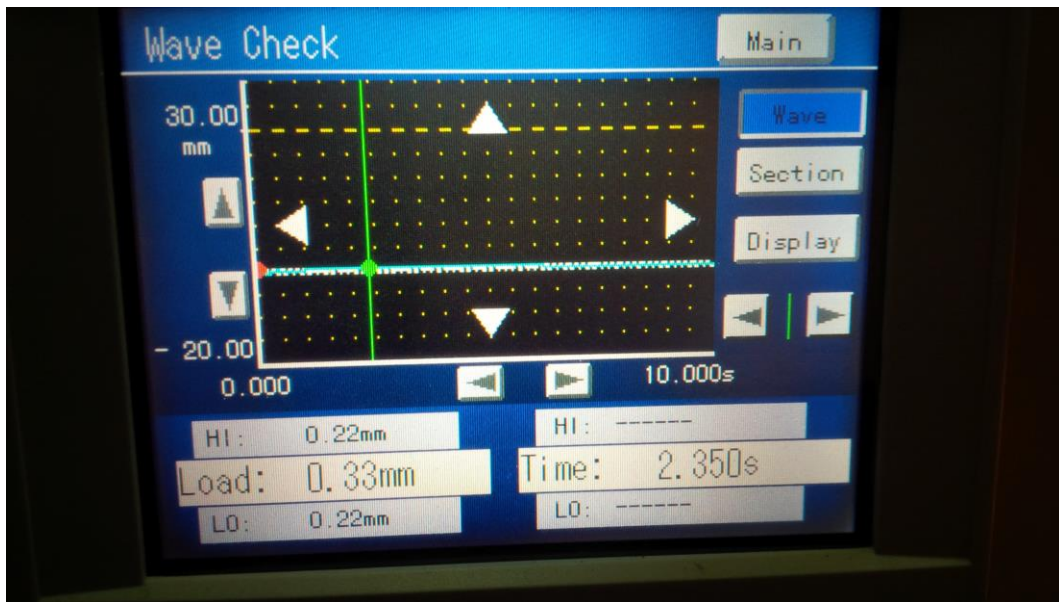






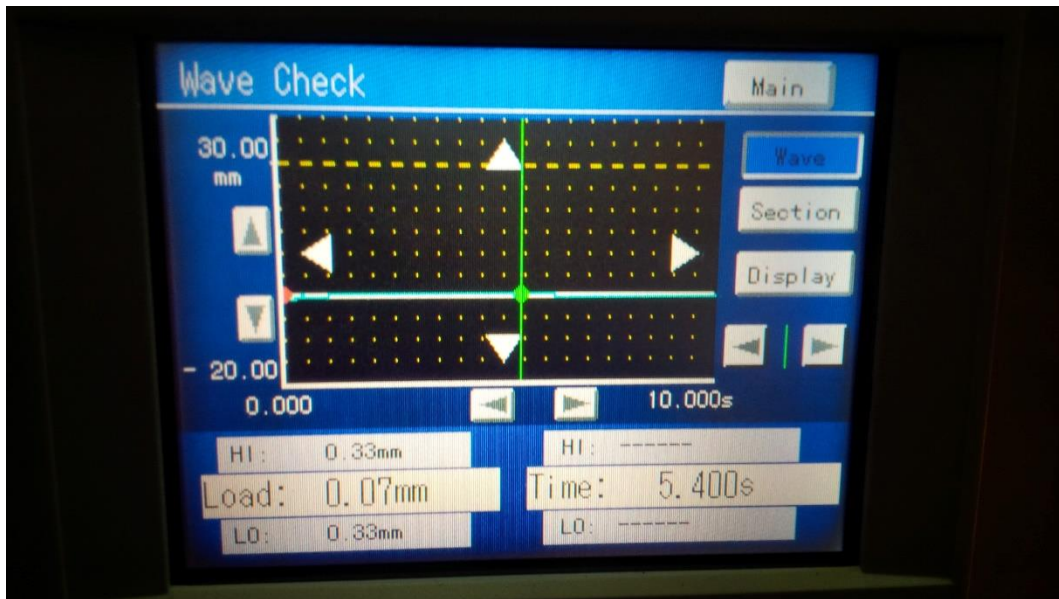
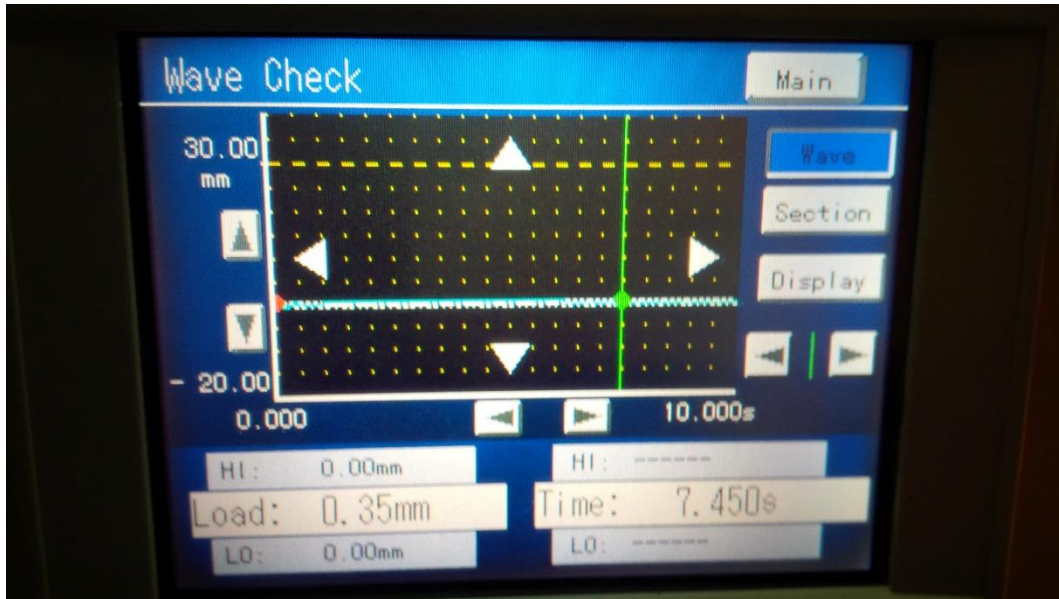


Pengujian putaran 150 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 10 gram

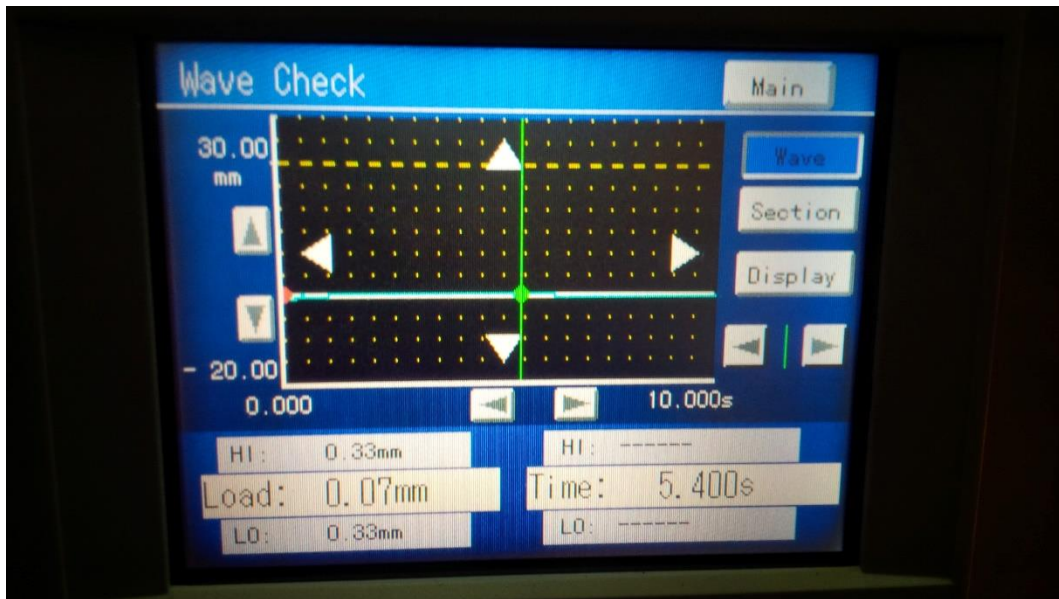
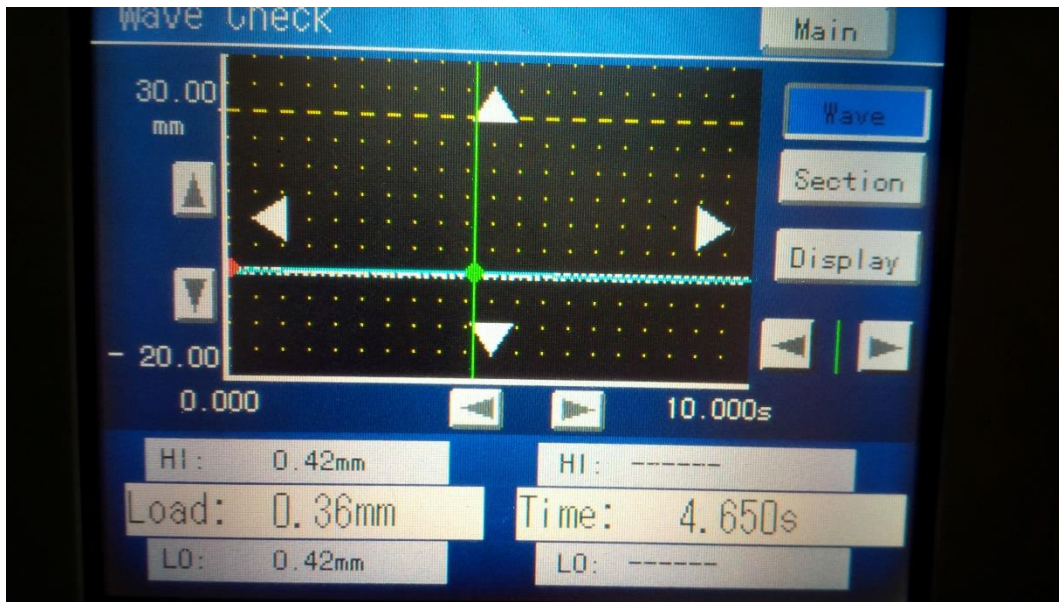




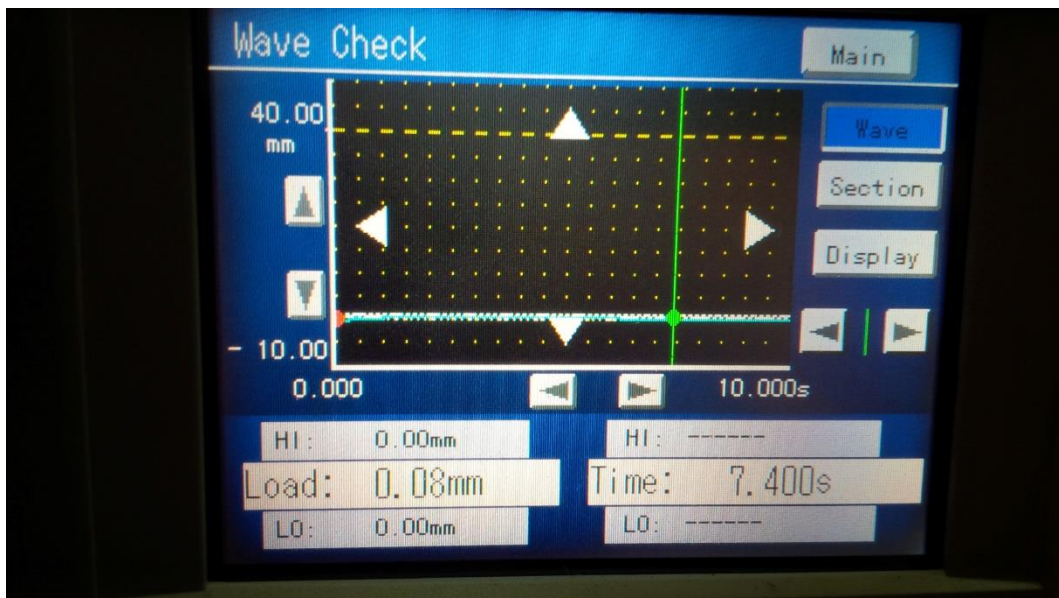
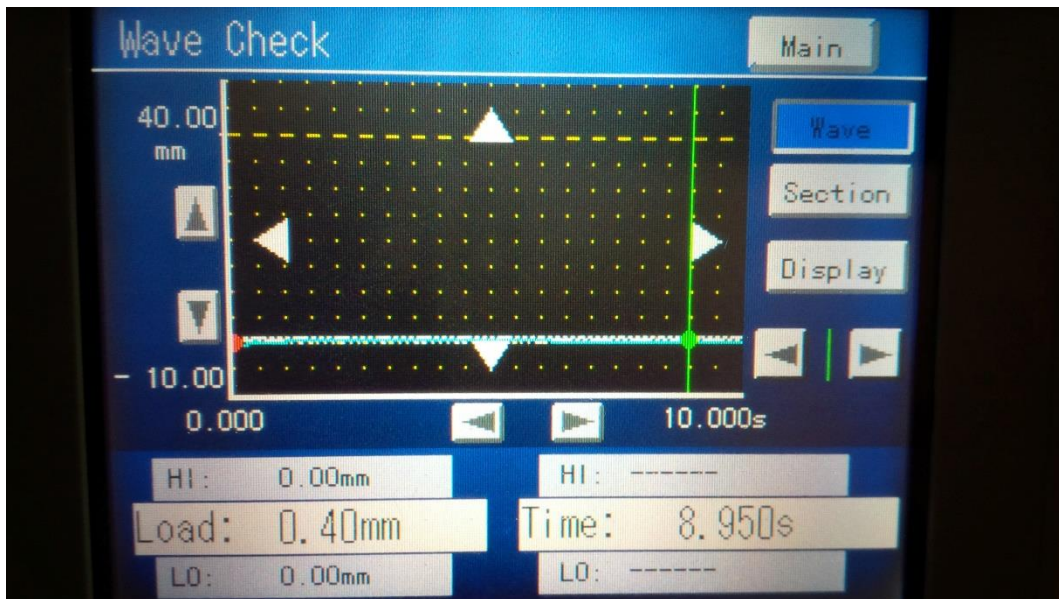
Pengujian putaran 160 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 10 gram



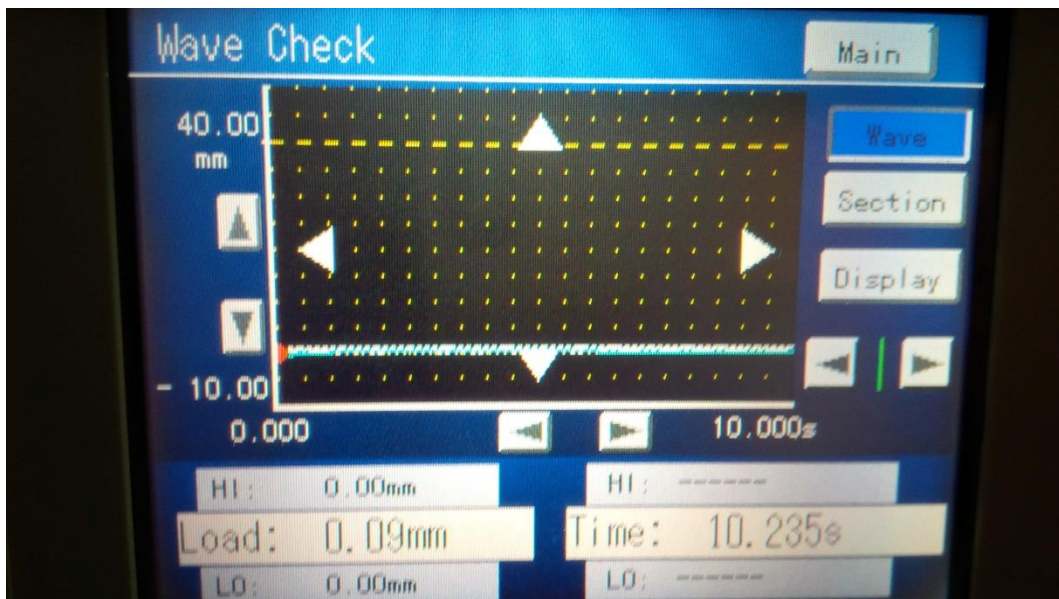
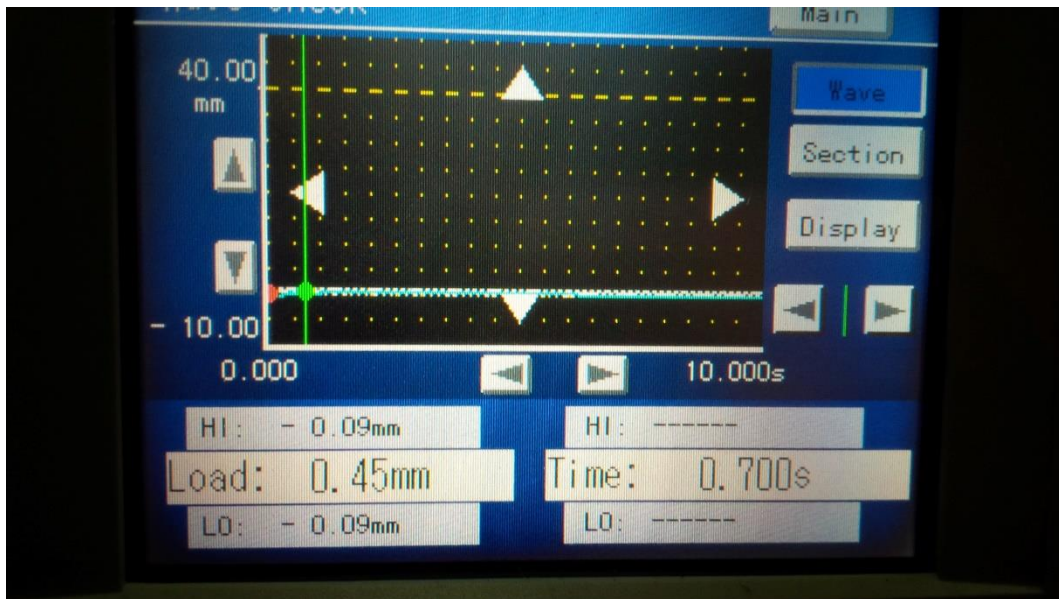
Pengujian putaran 170 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 10 gram



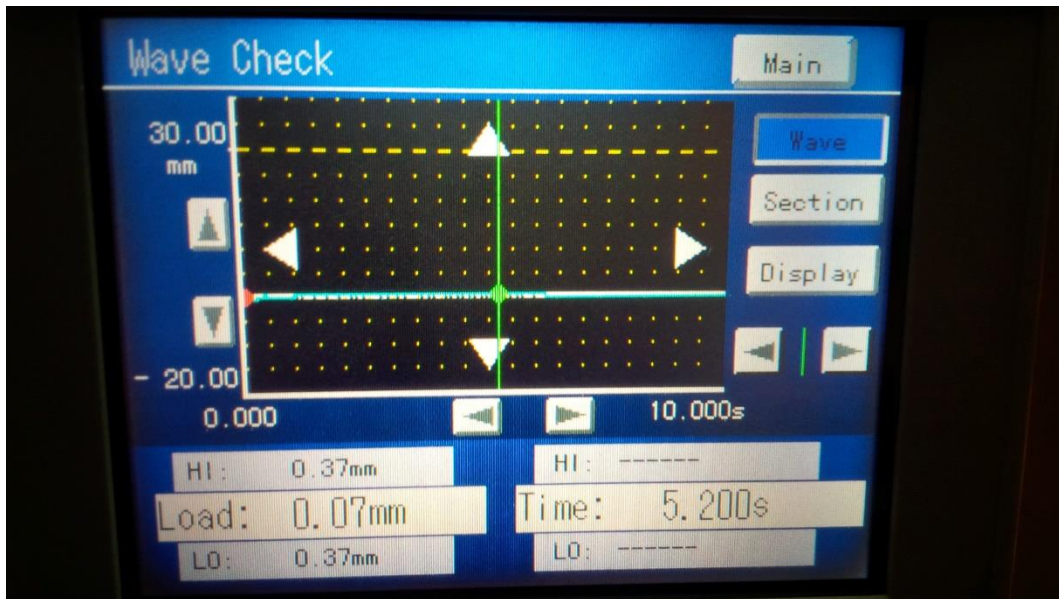
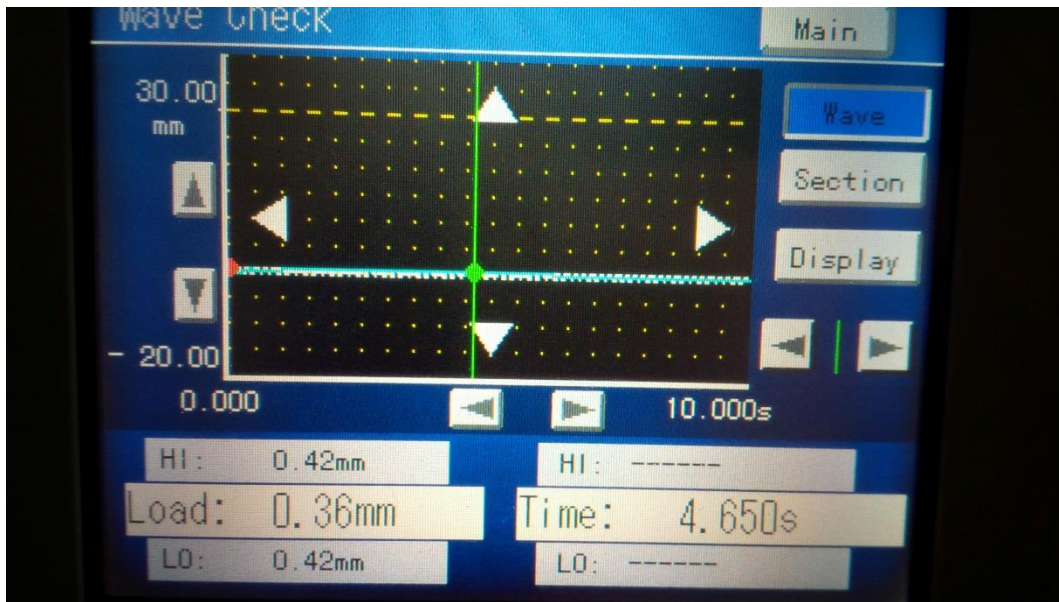
Pengujian putaran 180 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 10 gram



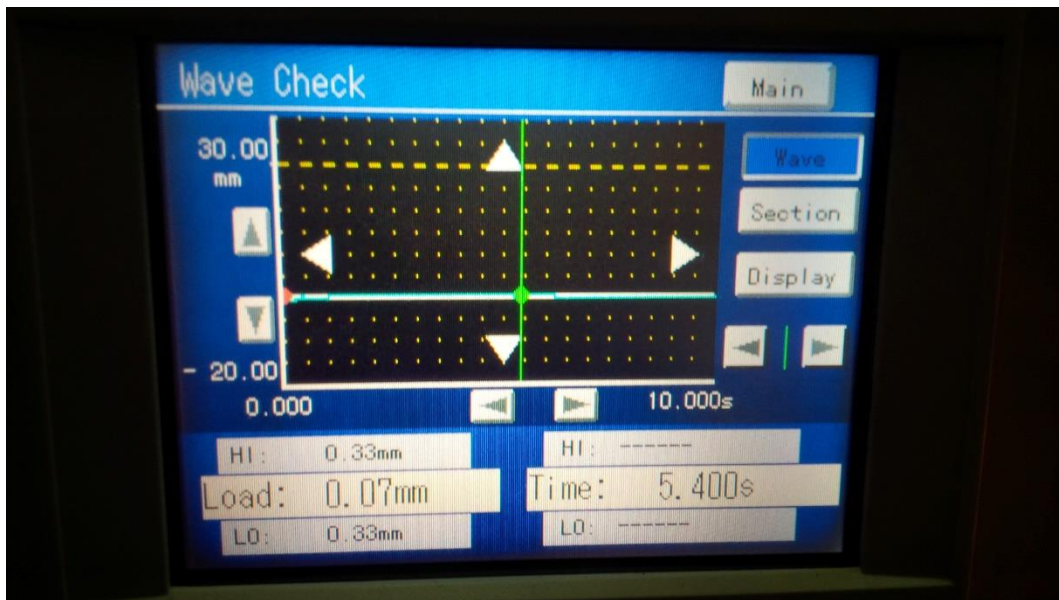
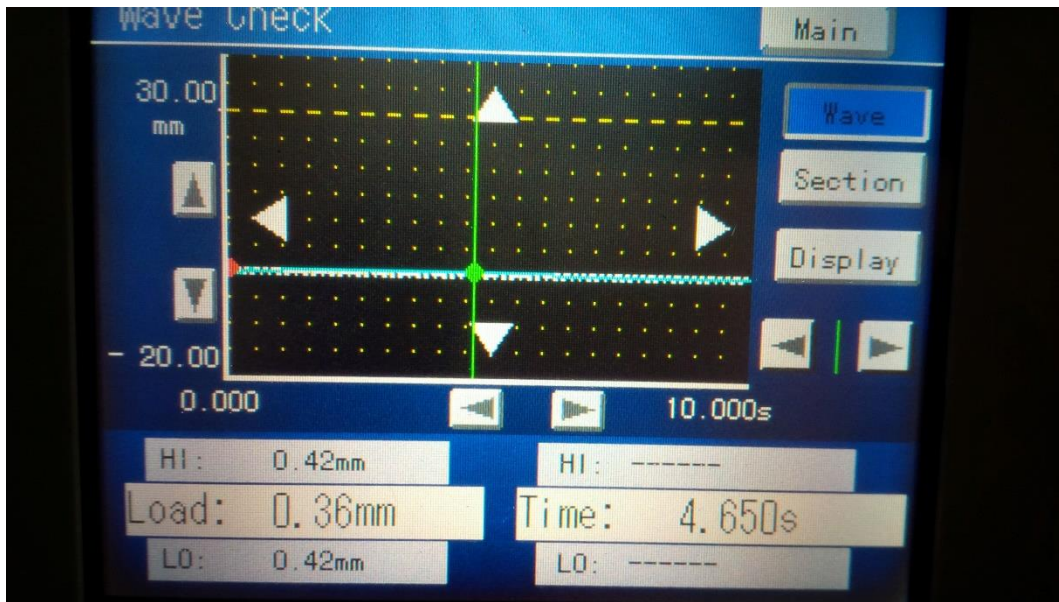
Pengujian putaran 190 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 10 gram



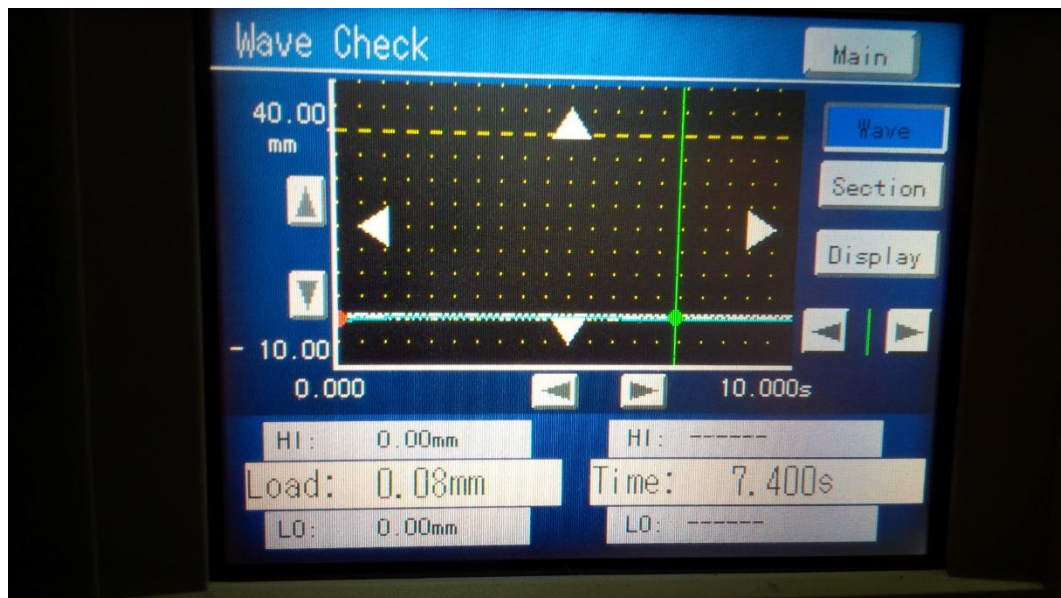
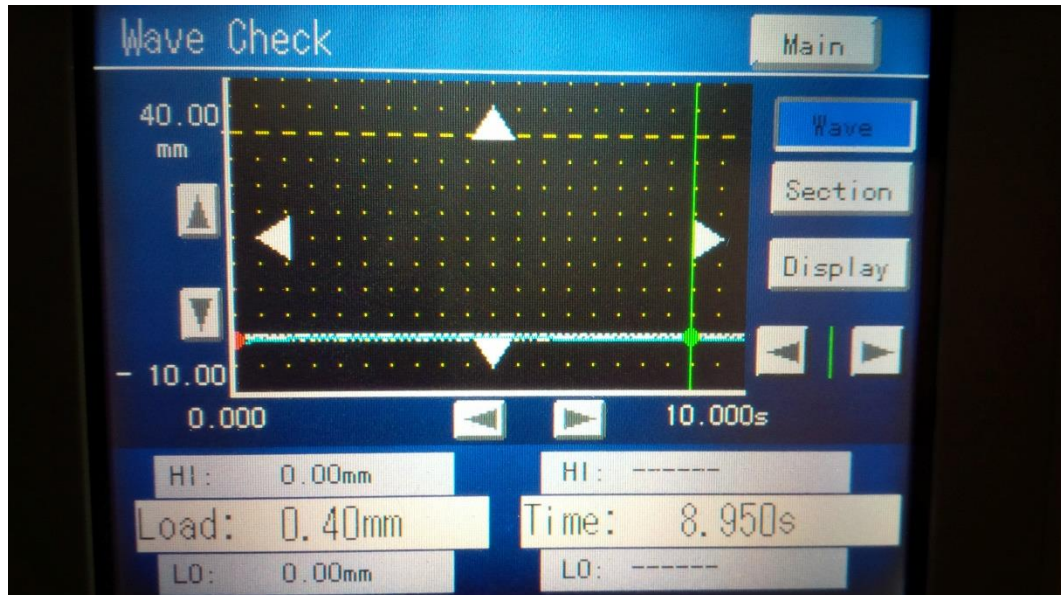
Pengujian putaran 140 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 15 gram



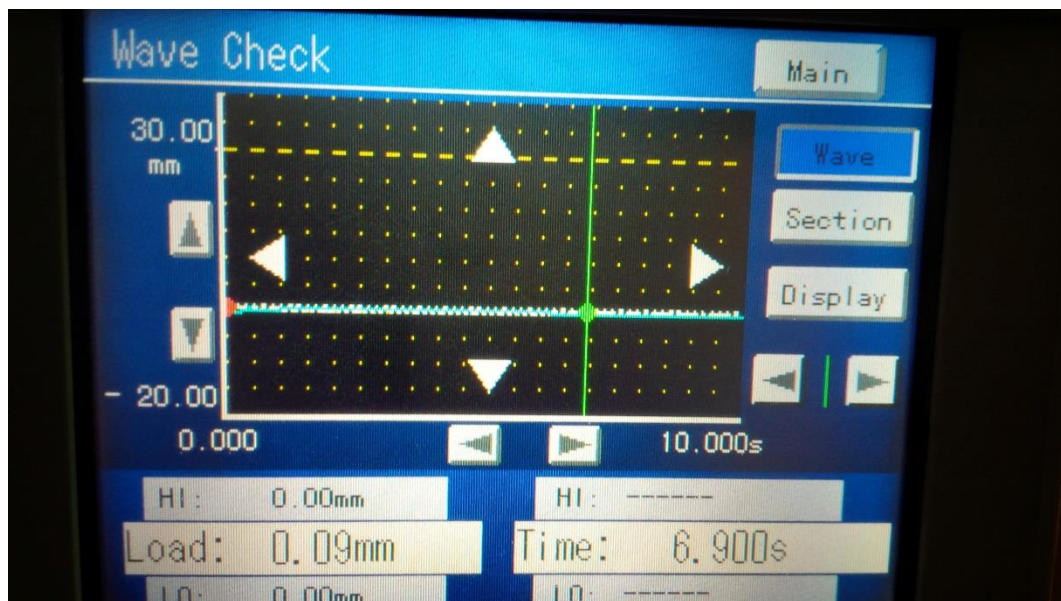
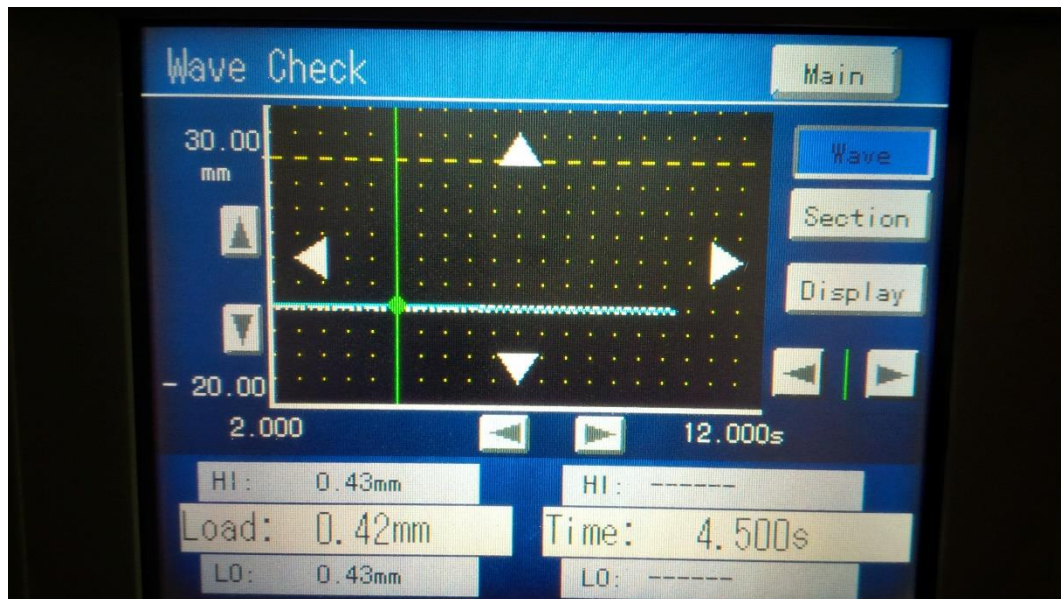
Pengujian putaran 150 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 15 gram



Pengujian putaran 160 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 15 gram

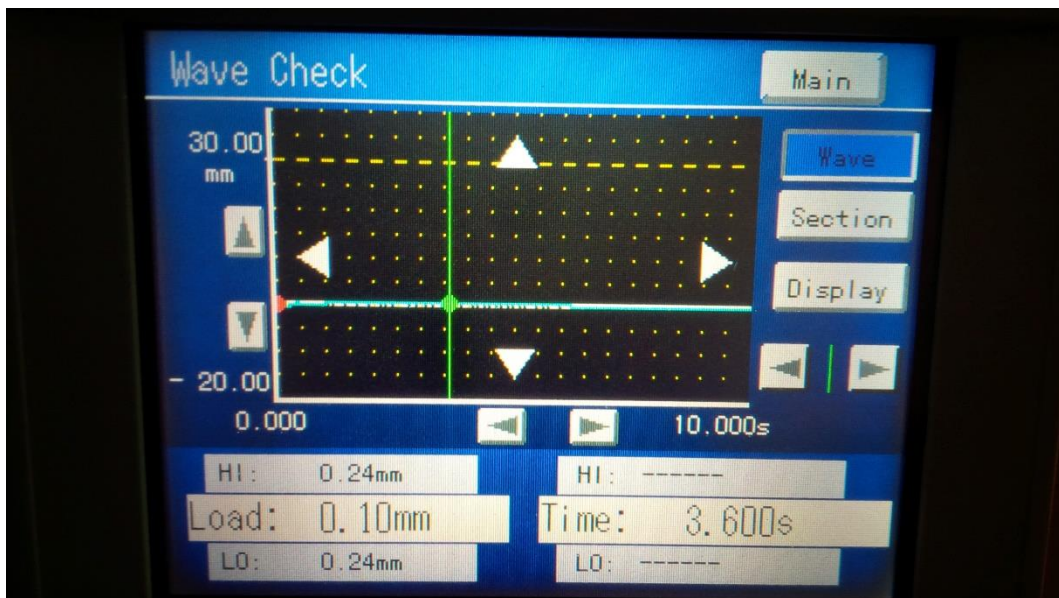
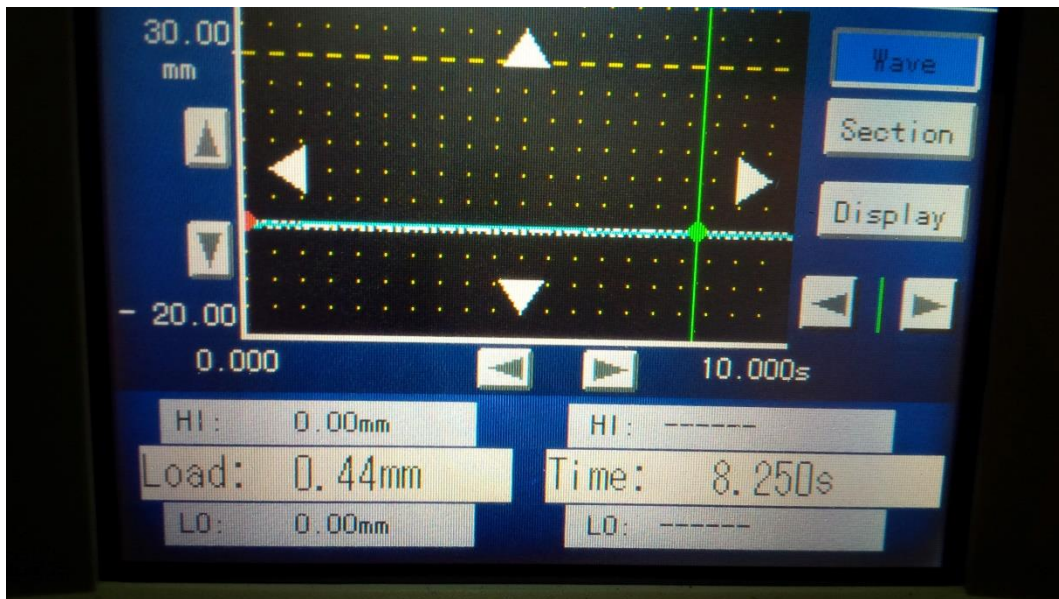


Pengujian putaran 120 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 20 gram

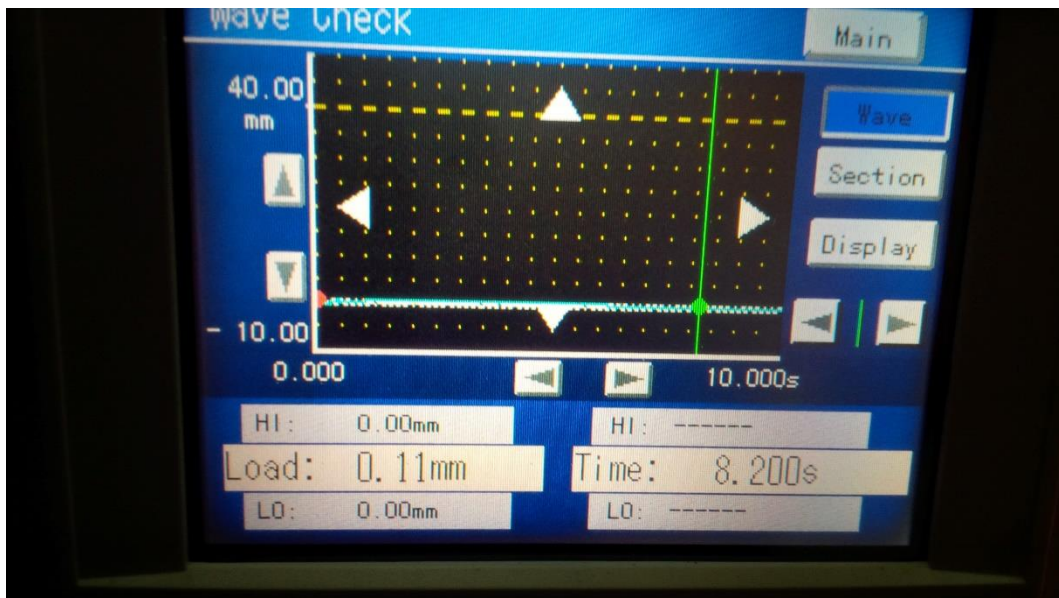
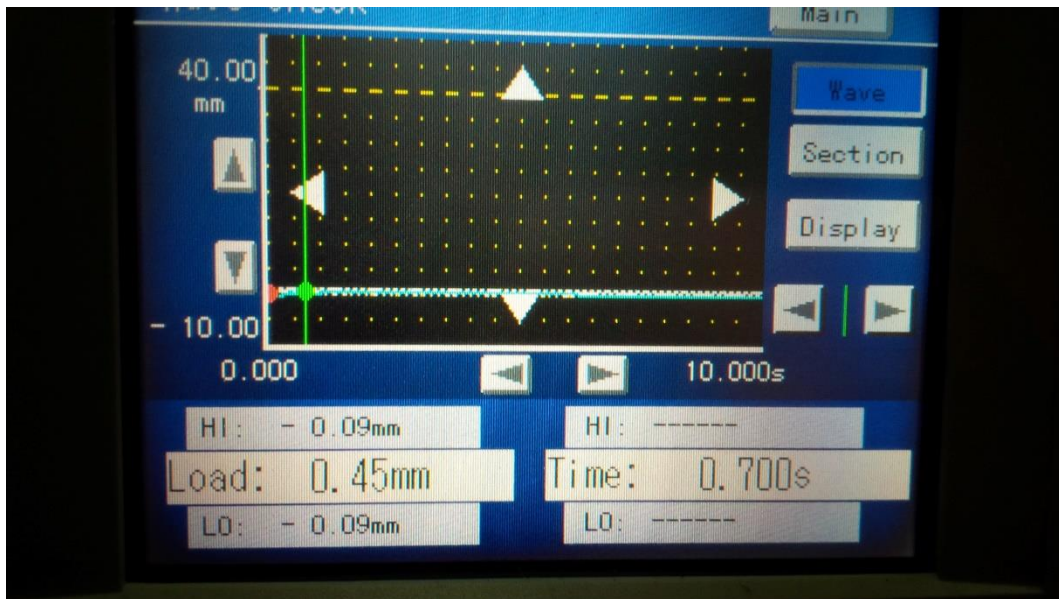




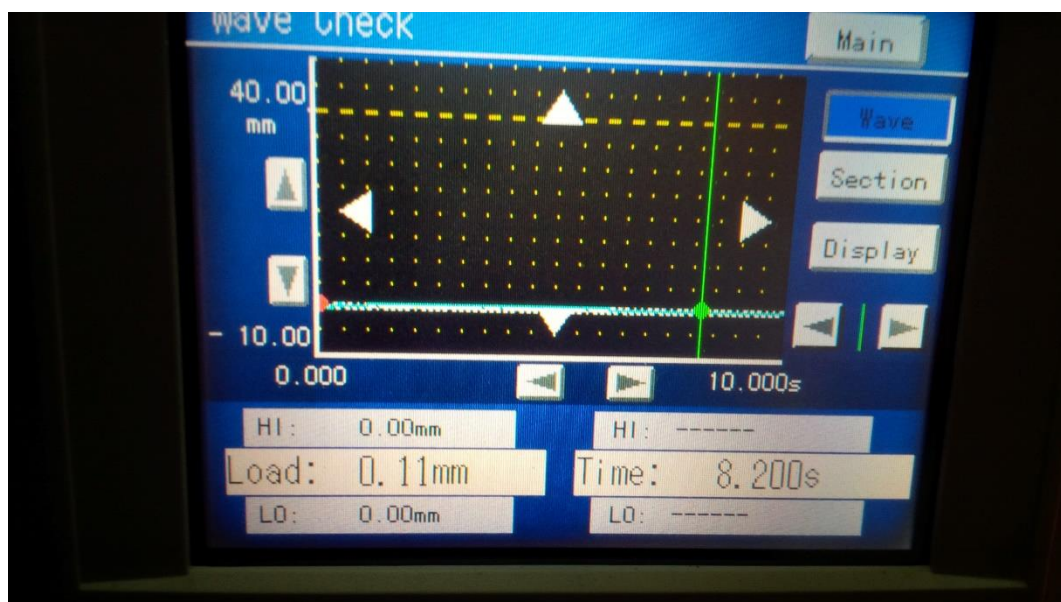
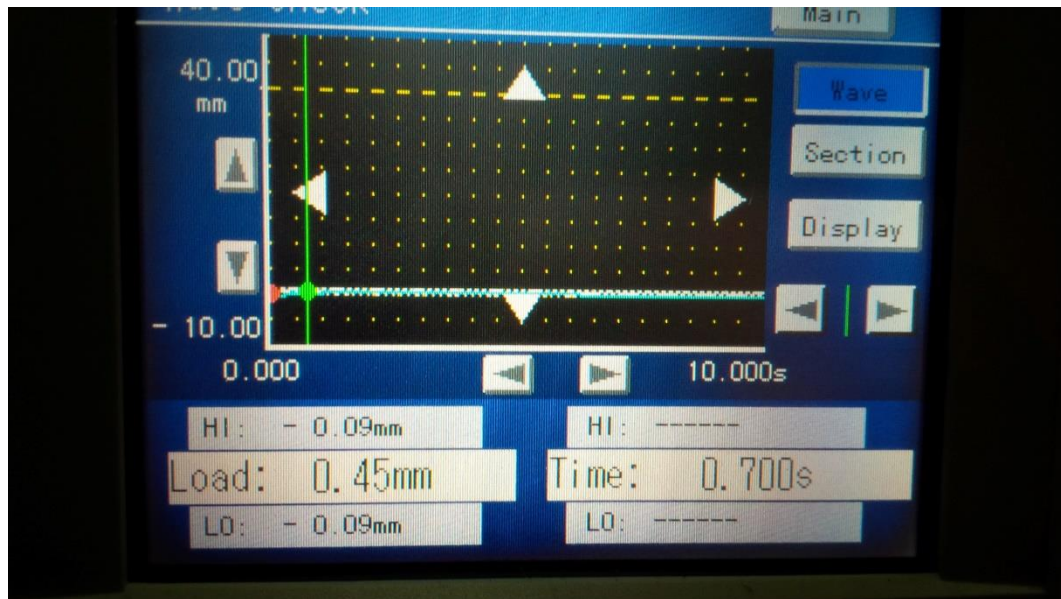
Pengujian putaran 130 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 20 gram



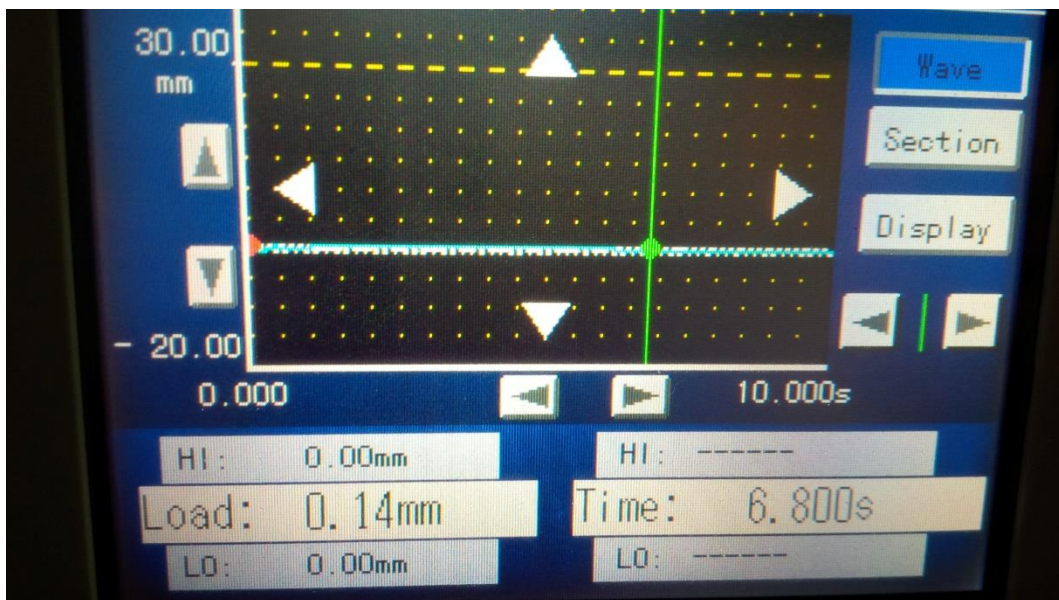
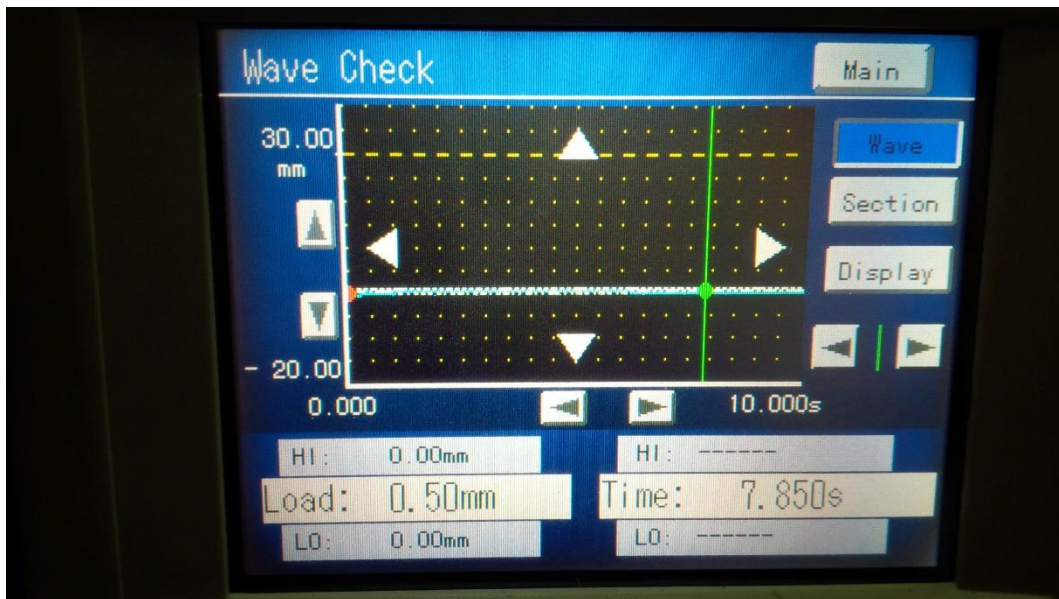
Pengujian putaran 140 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 20 gram



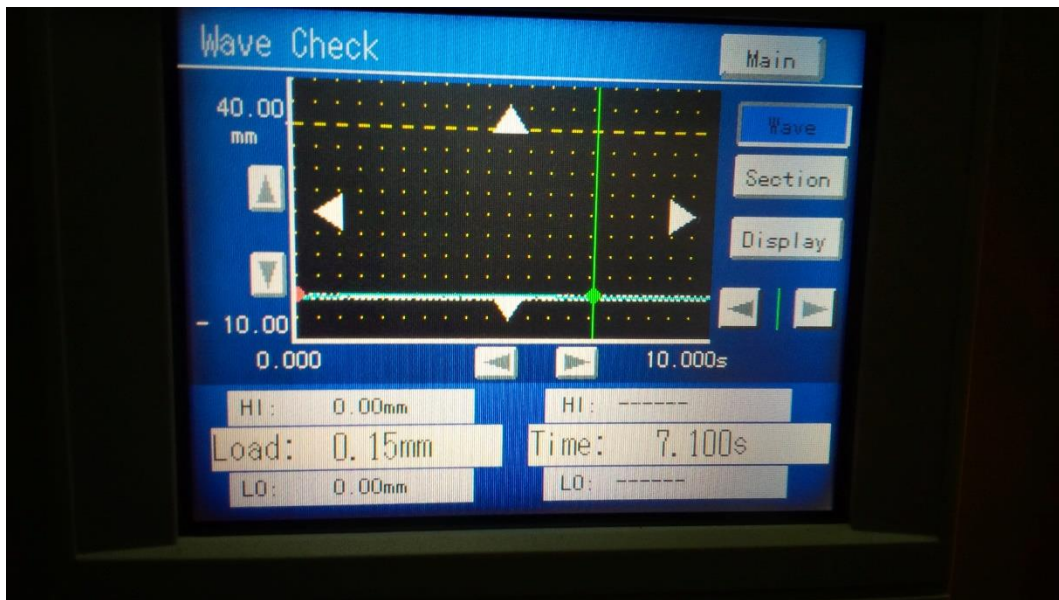
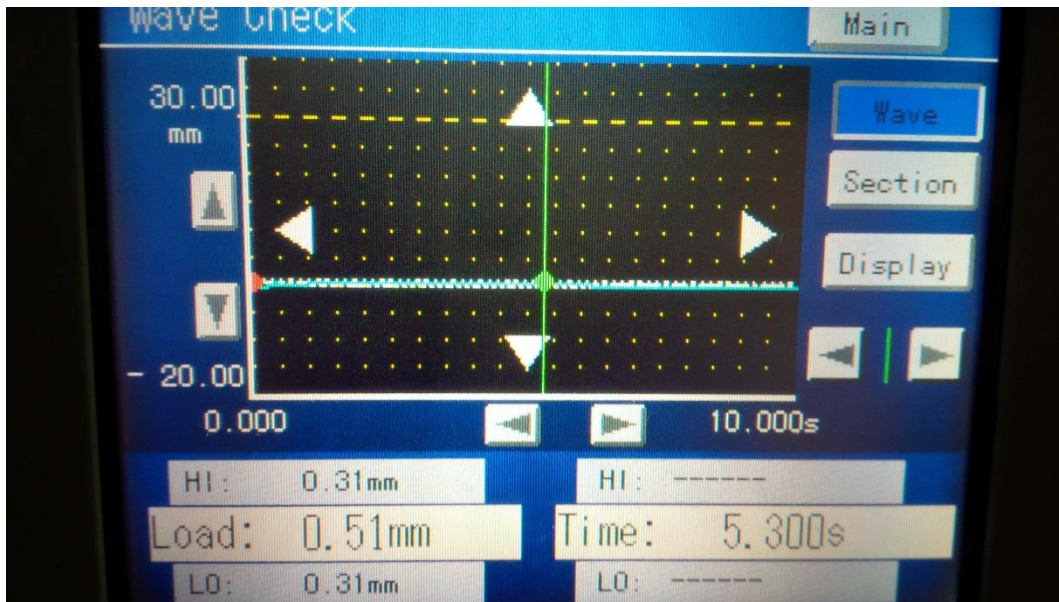
Pengujian putaran 110 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 25 gram



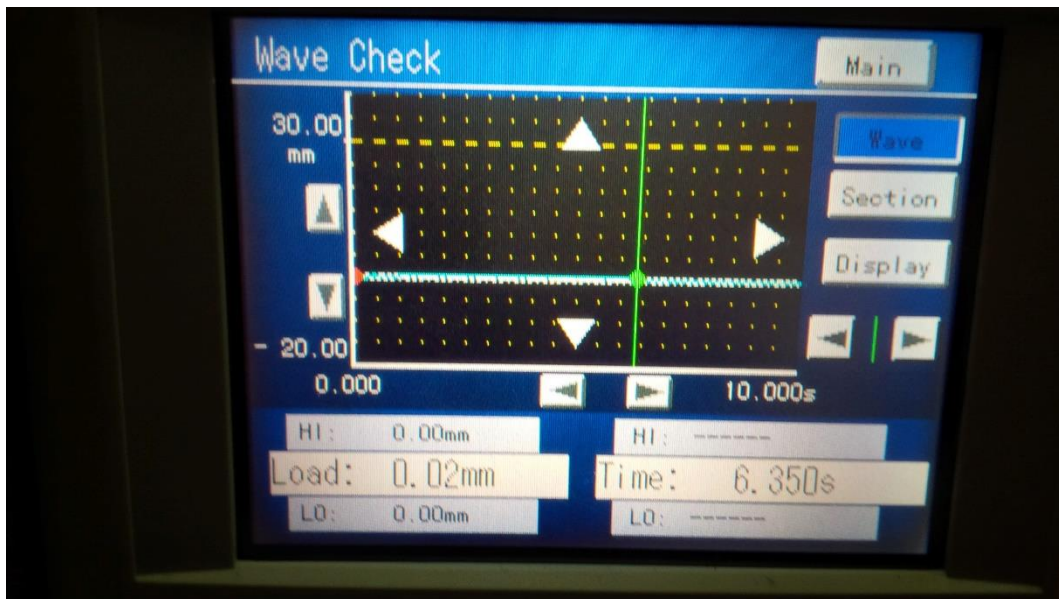
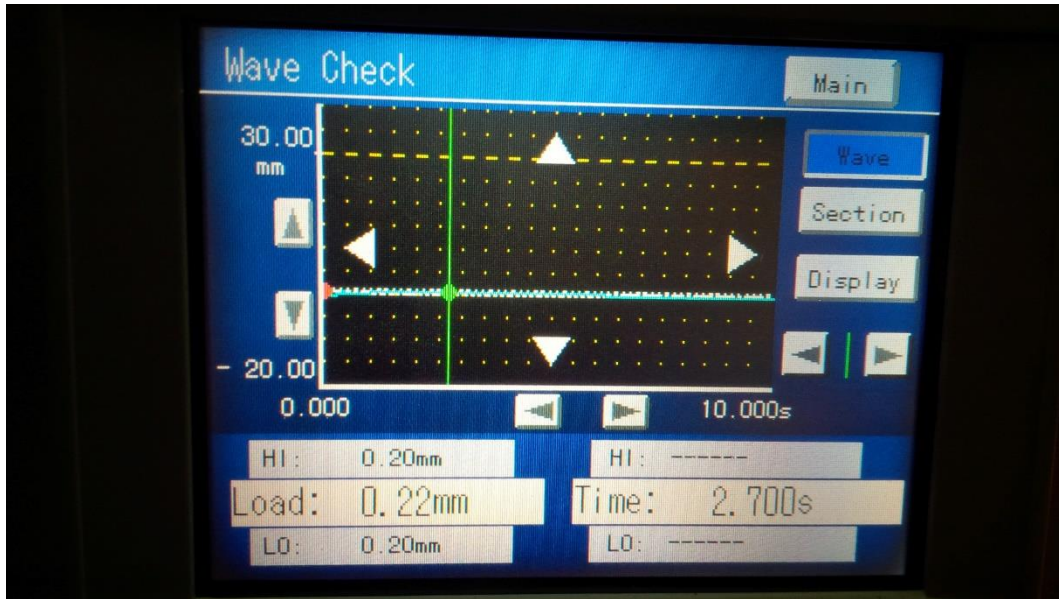
Pengujian putaran 120 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 25 gram



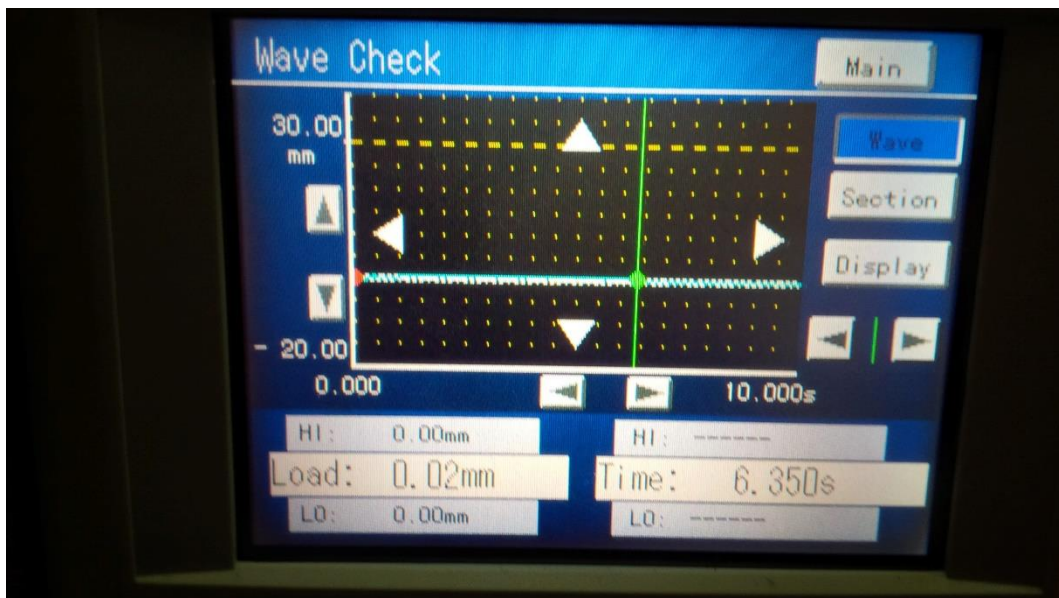
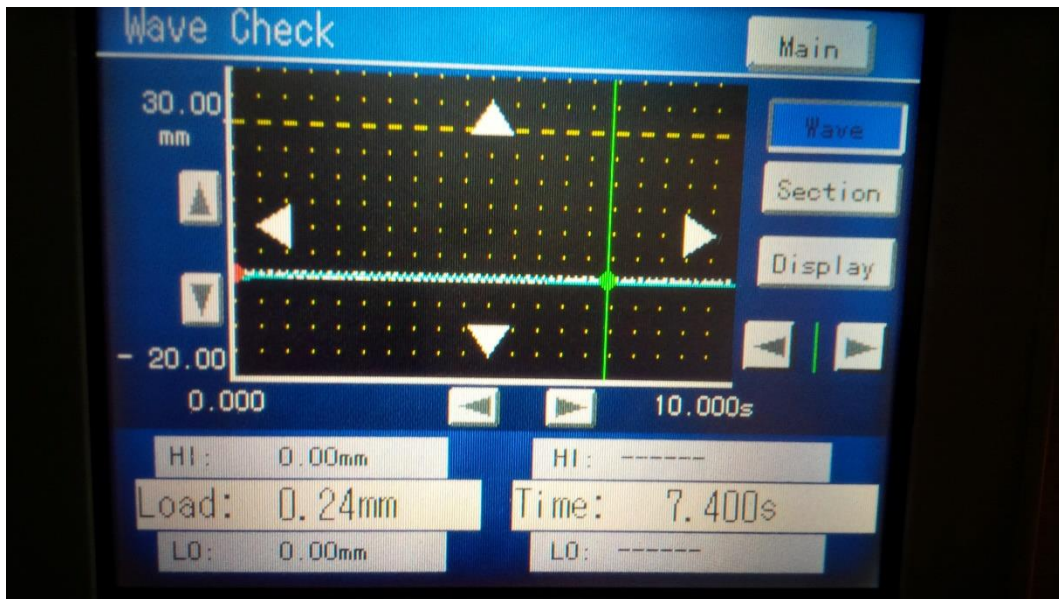
Pengujian putaran 130 RPM efek redaman oli SAE 20 massa *unbalance* 25 gram



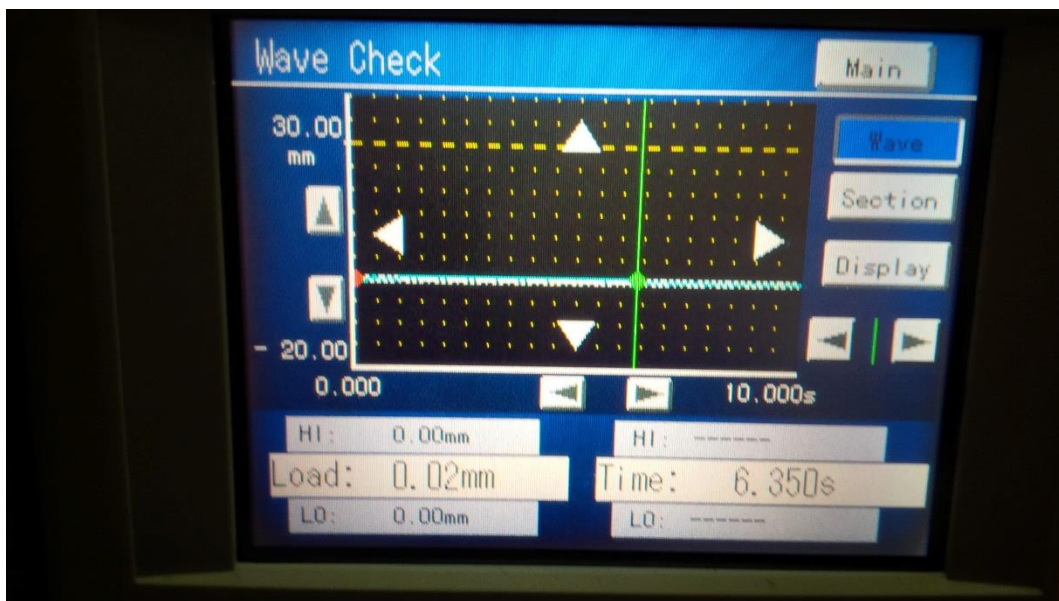
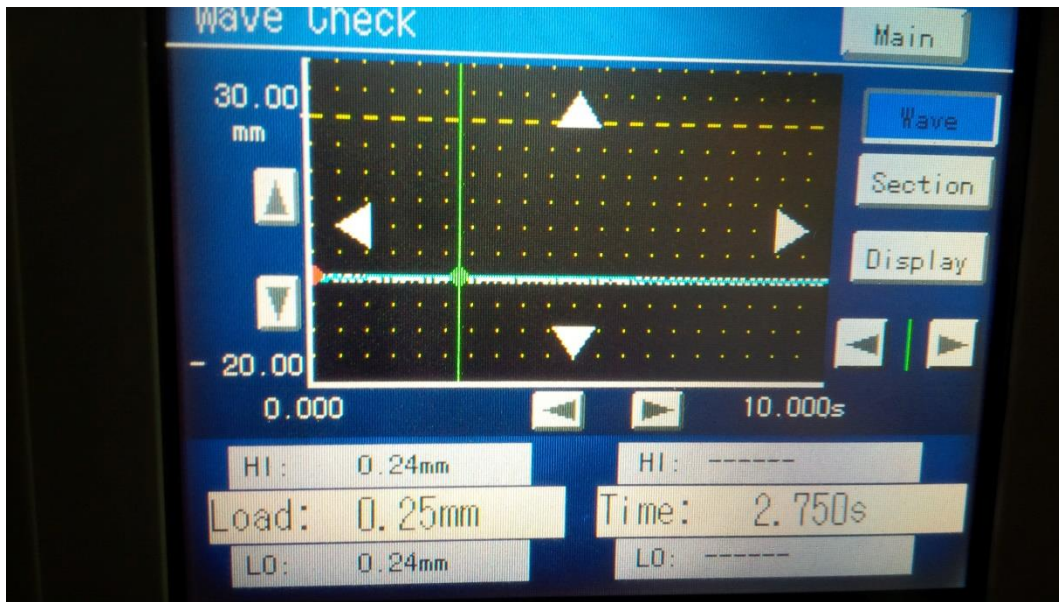
Pengujian putaran 160 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 10 gram



Pengujian putaran 170 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 10 gram

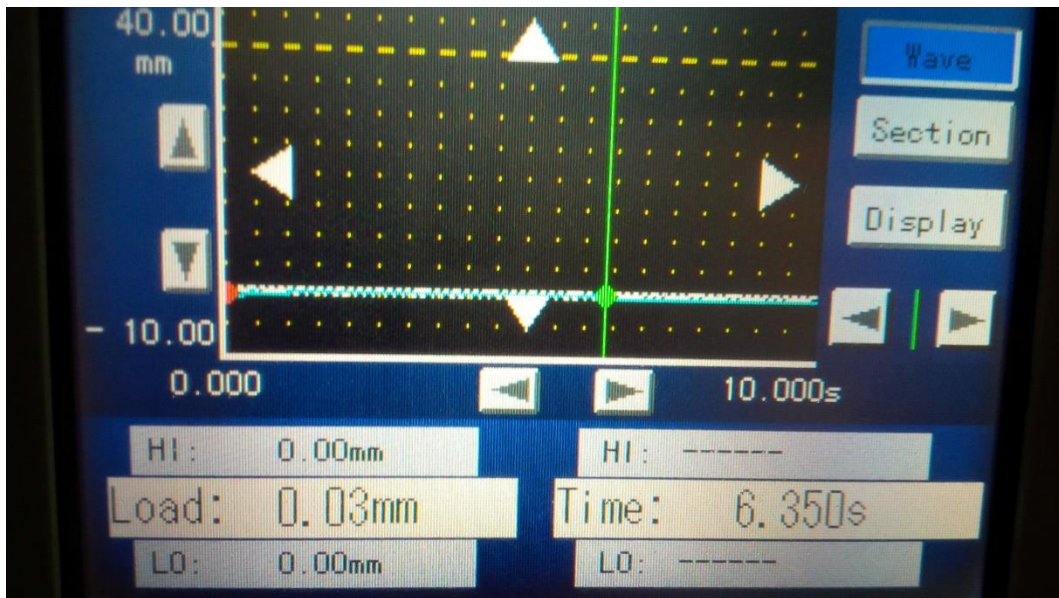
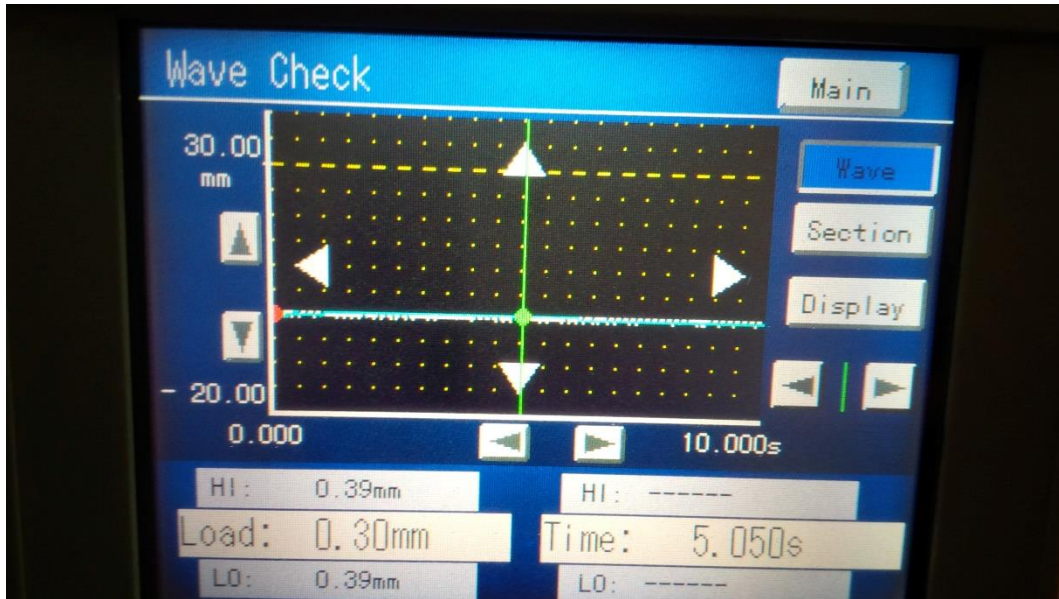


Pengujian putaran 180 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 10 gram

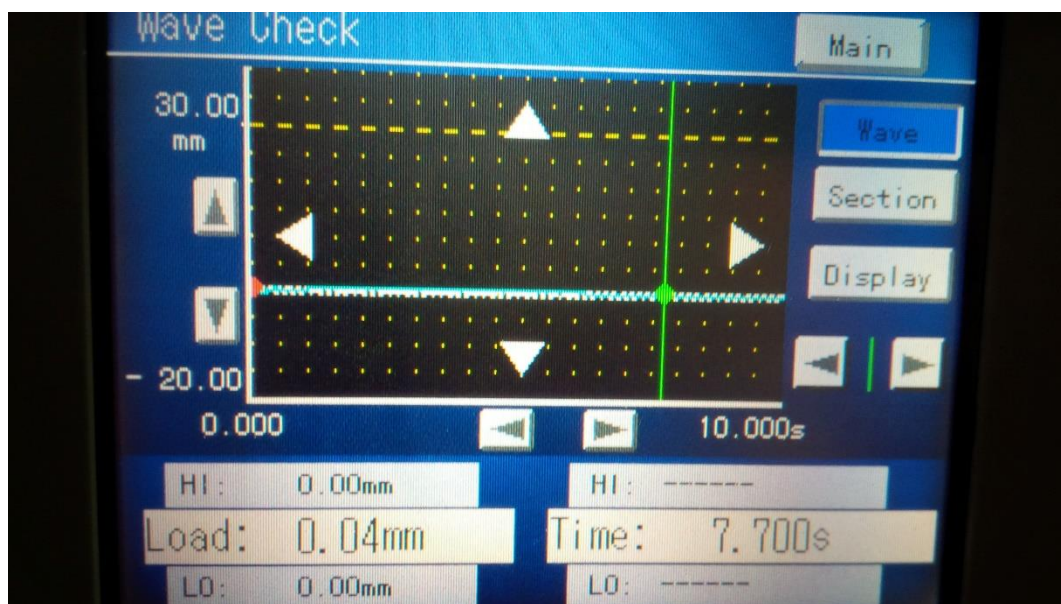
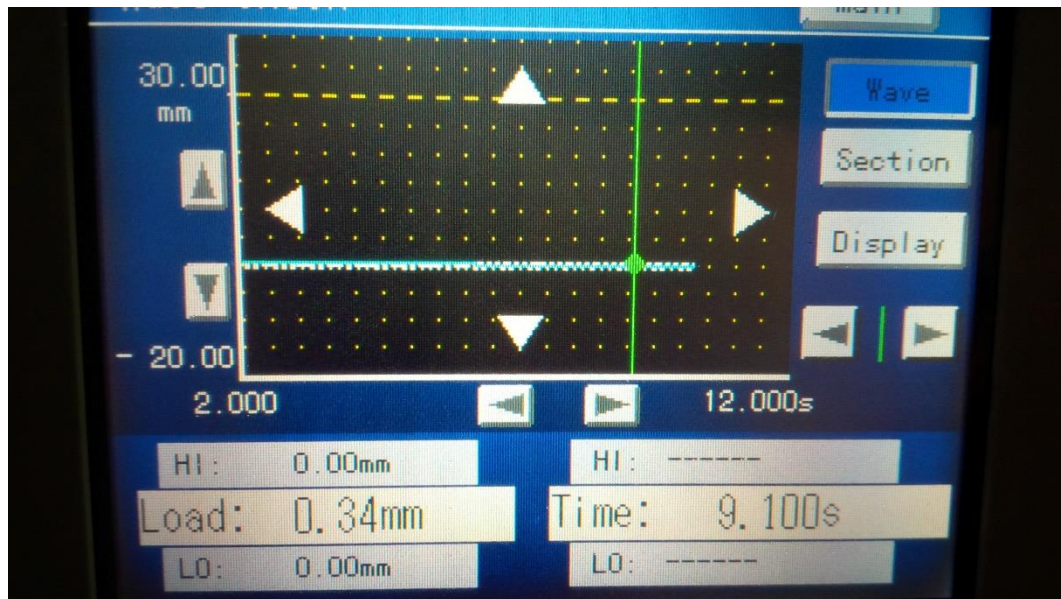




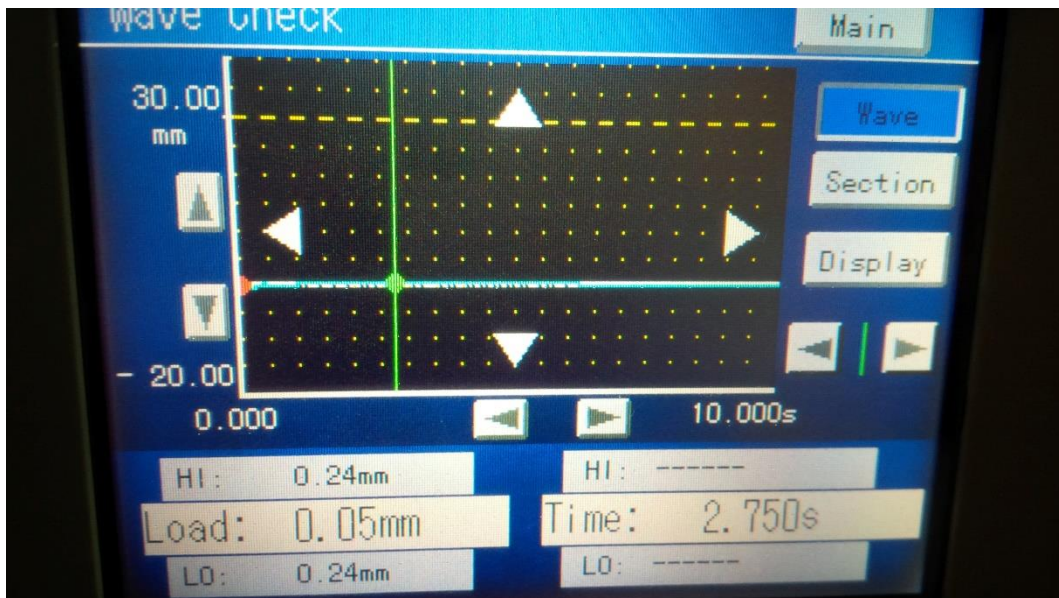
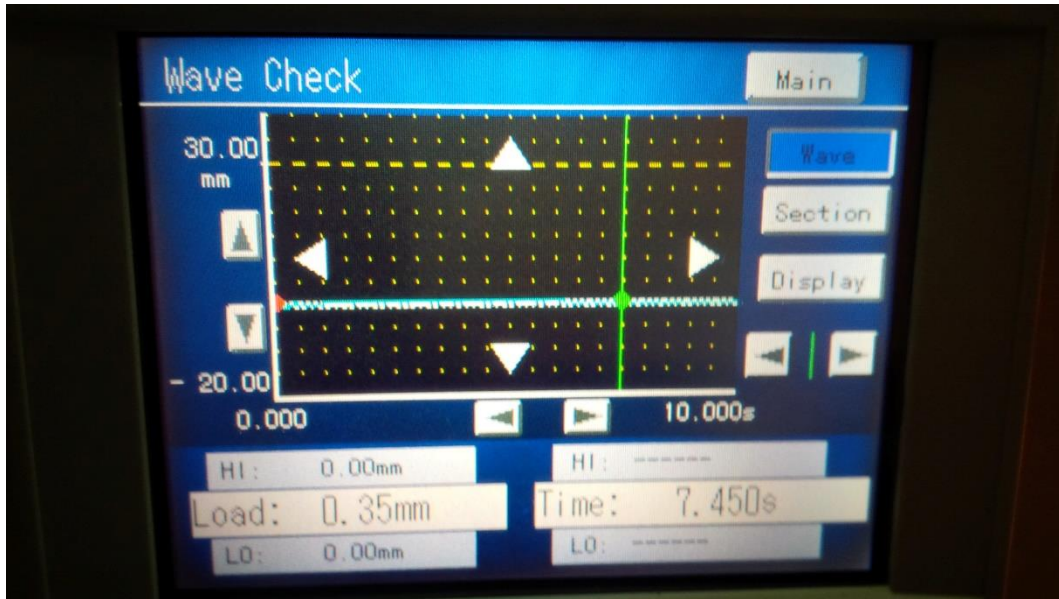
Pengujian putaran 160 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 15 gram



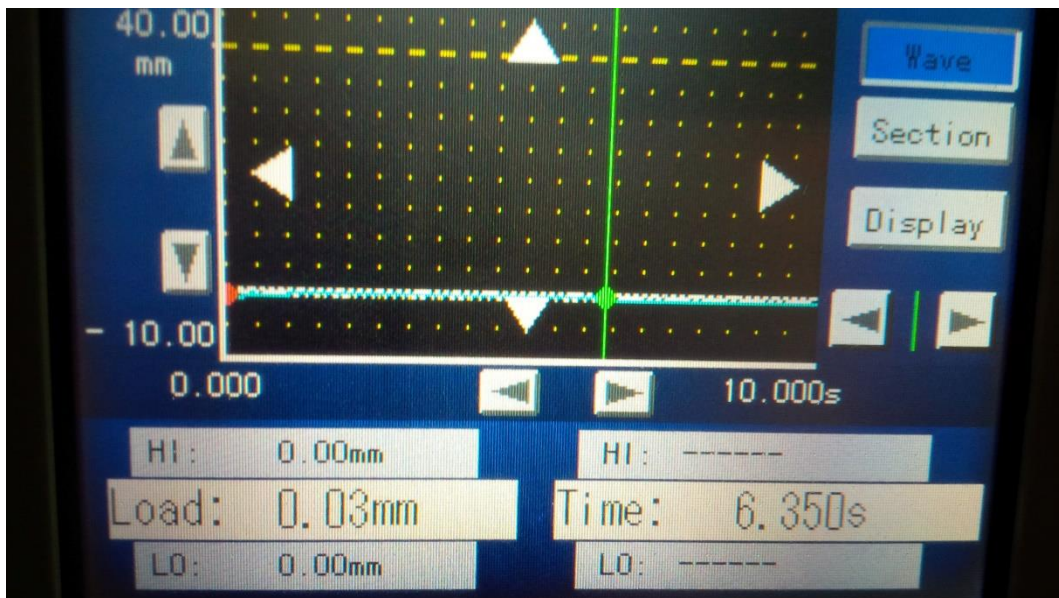
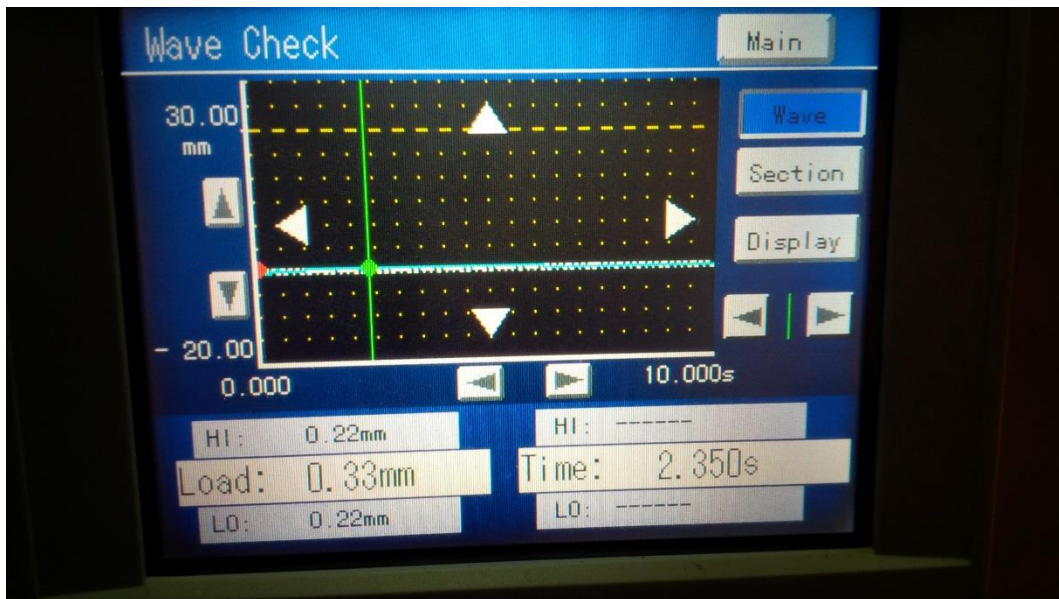
Pengujian putaran 170 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 15 gram



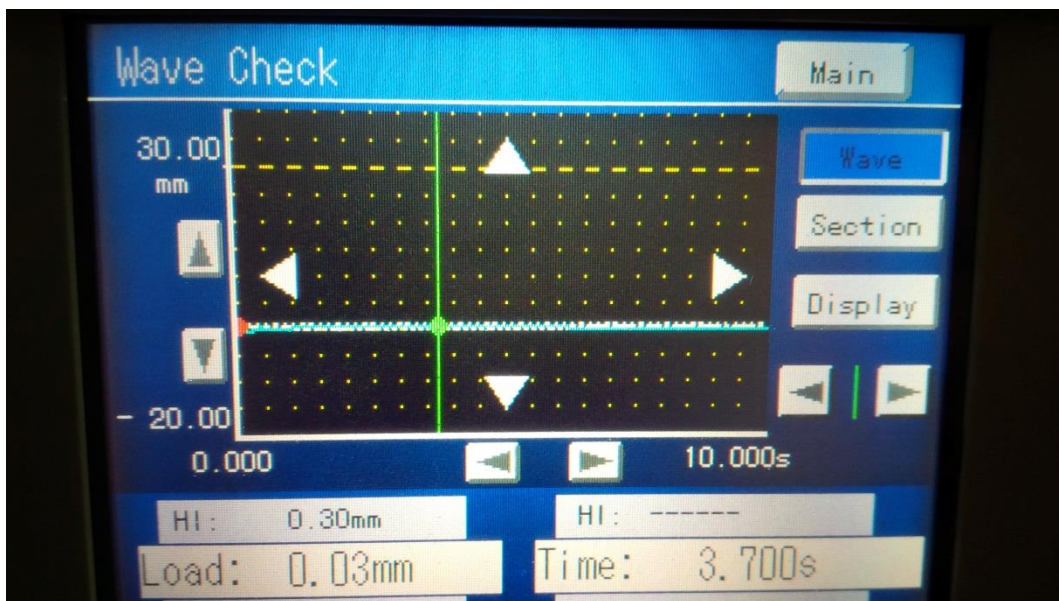
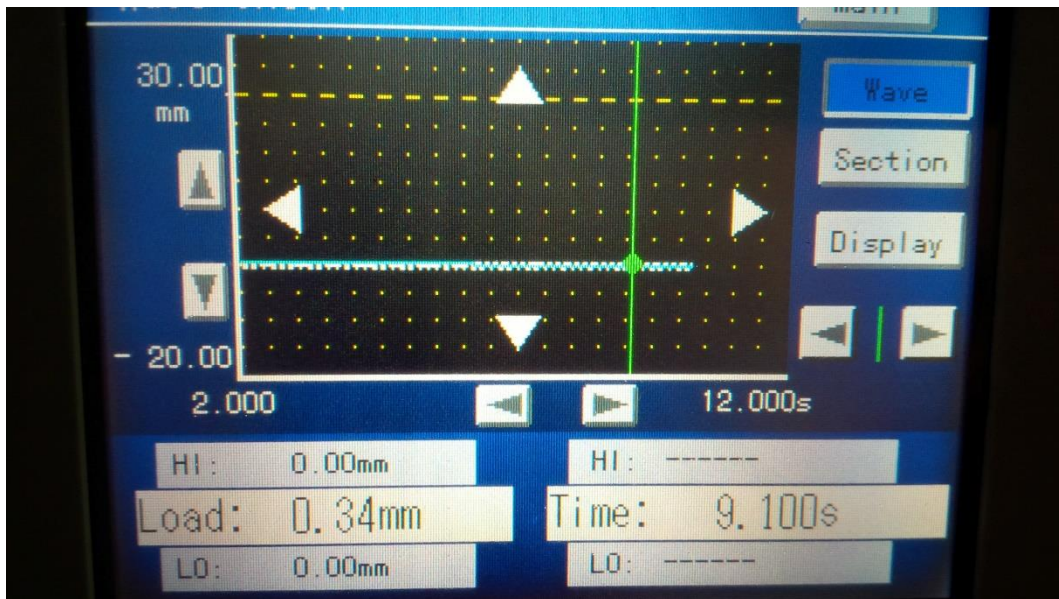
Pengujian putaran 180 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 15 gram



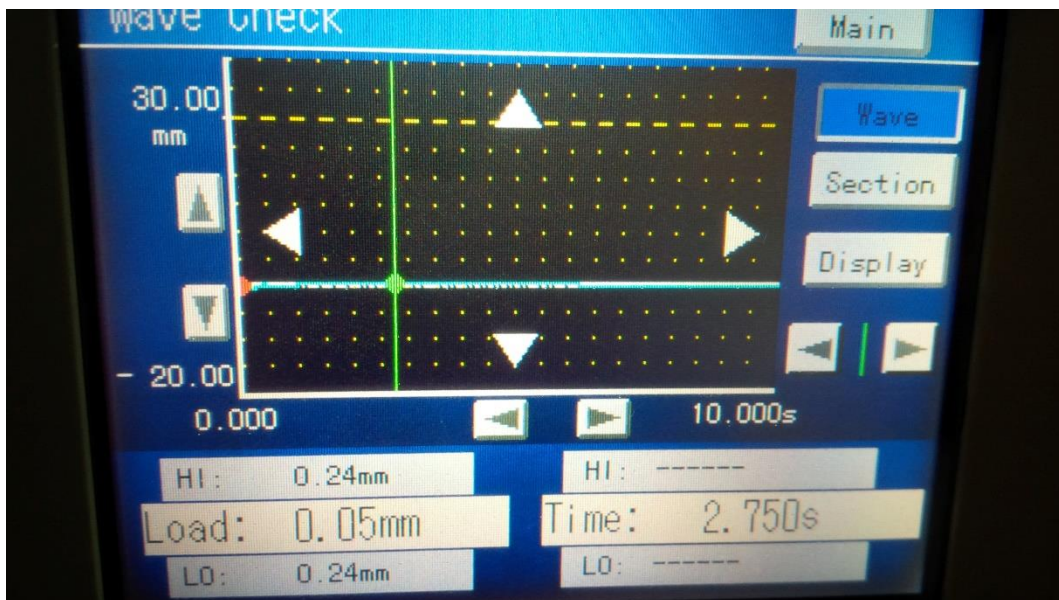
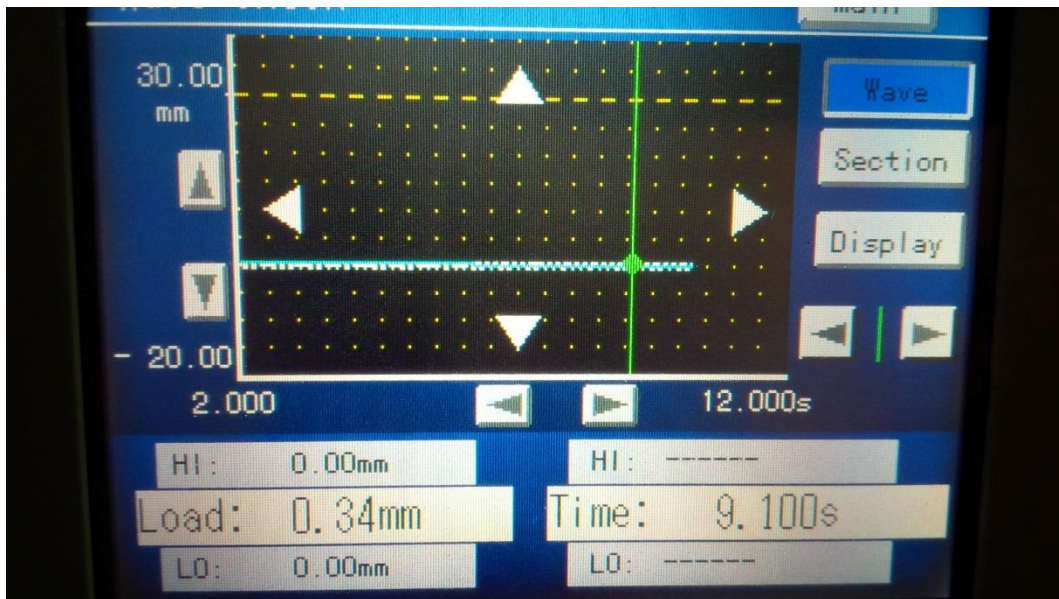
Pengujian putaran 140 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 20 gram



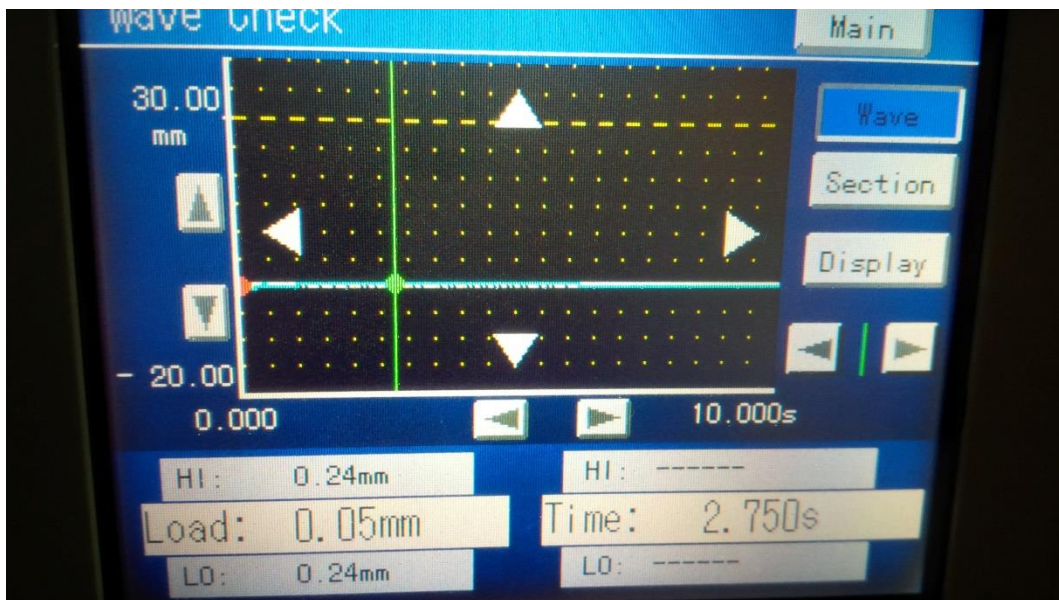
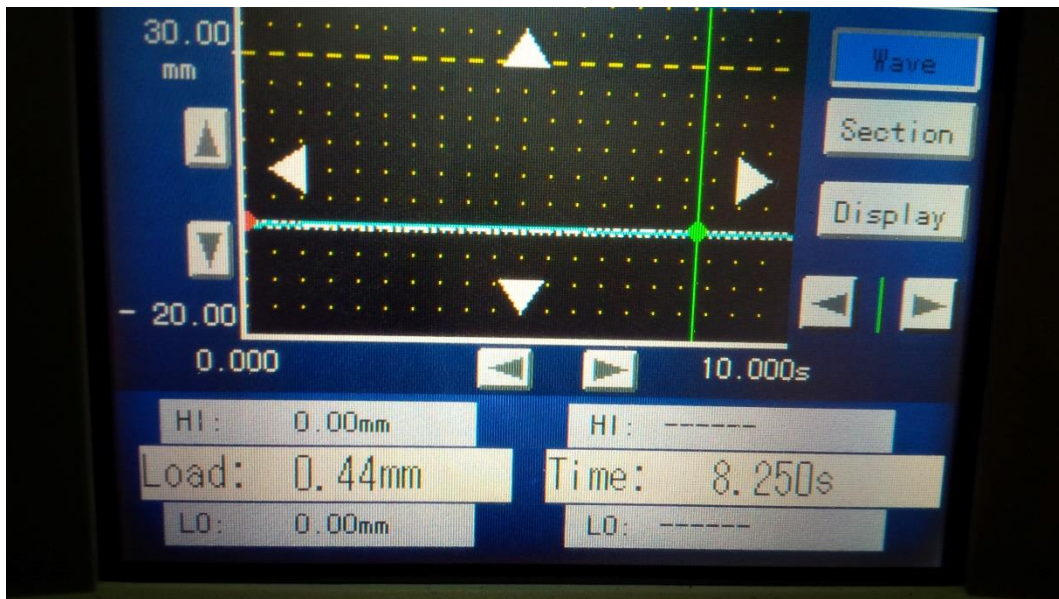
Pengujian putaran 150 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 20 gram



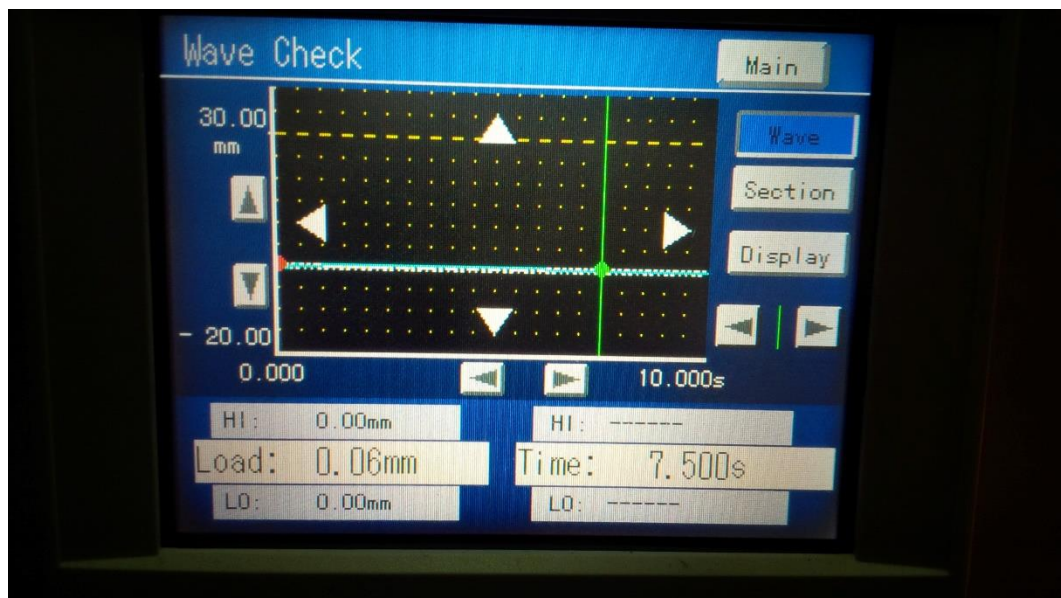
Pengujian putaran 160 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 20 gram



Pengujian putaran 130 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 25 gram

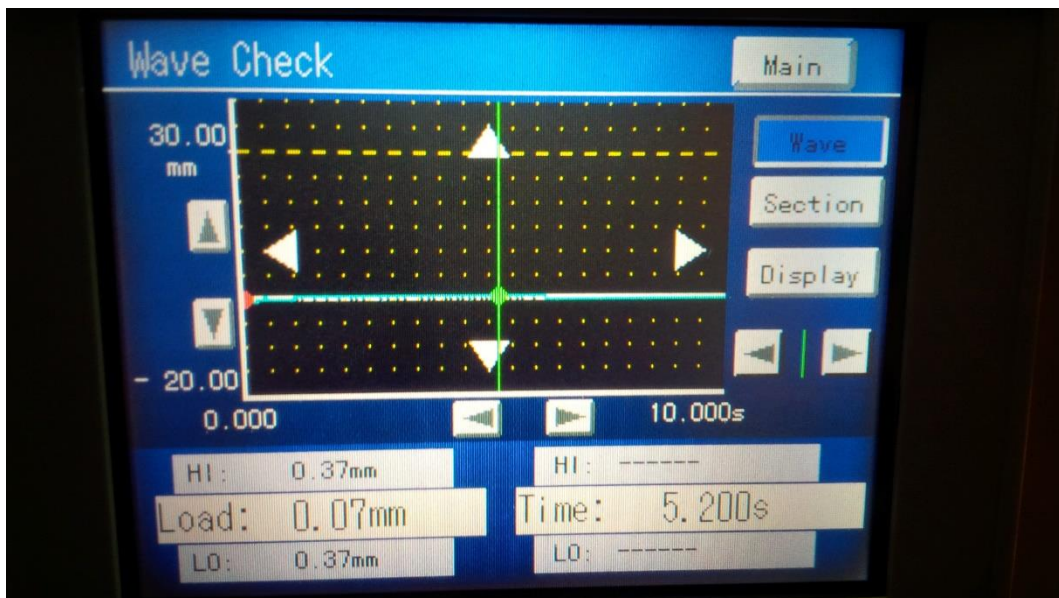
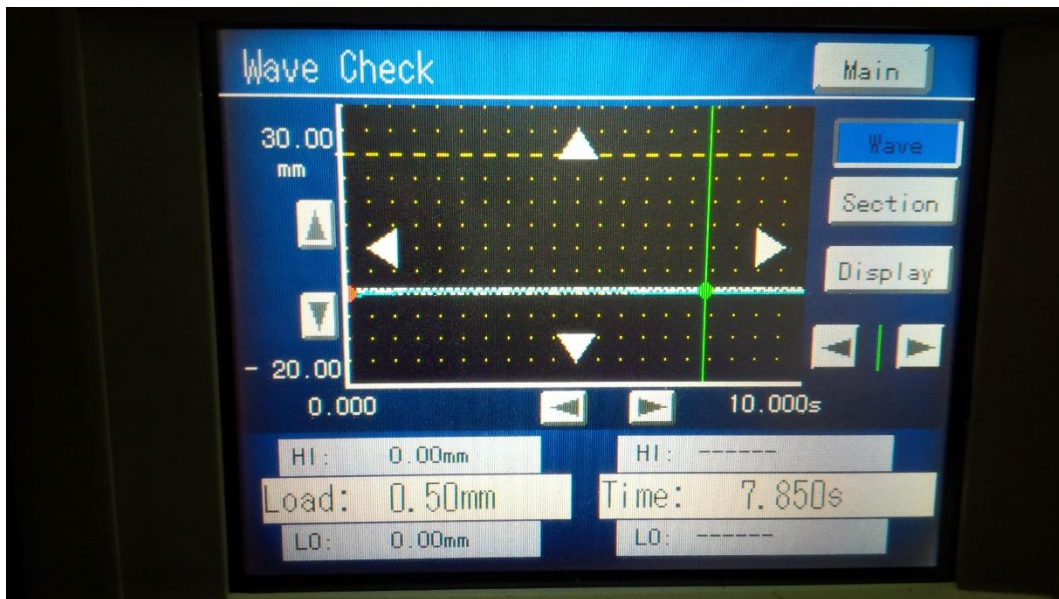


Pengujian putaran 140 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 25 gram

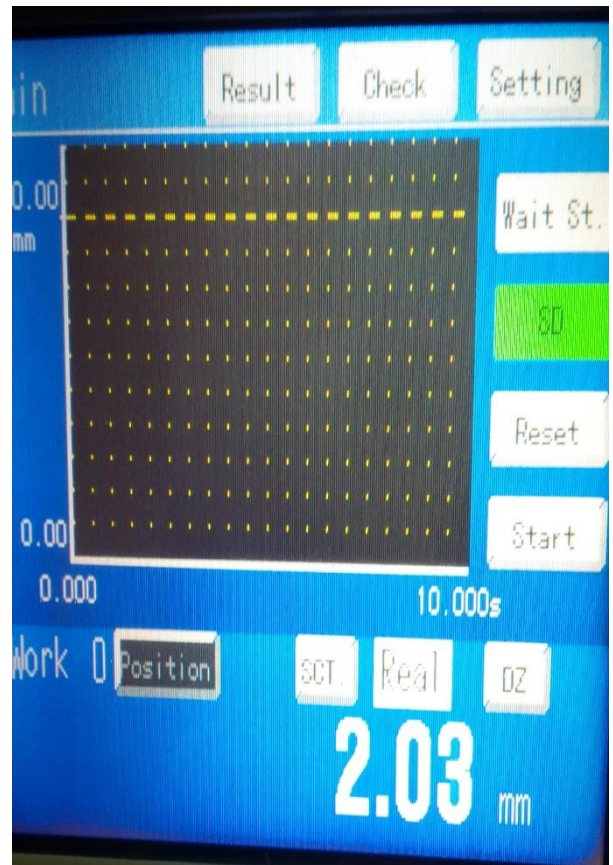
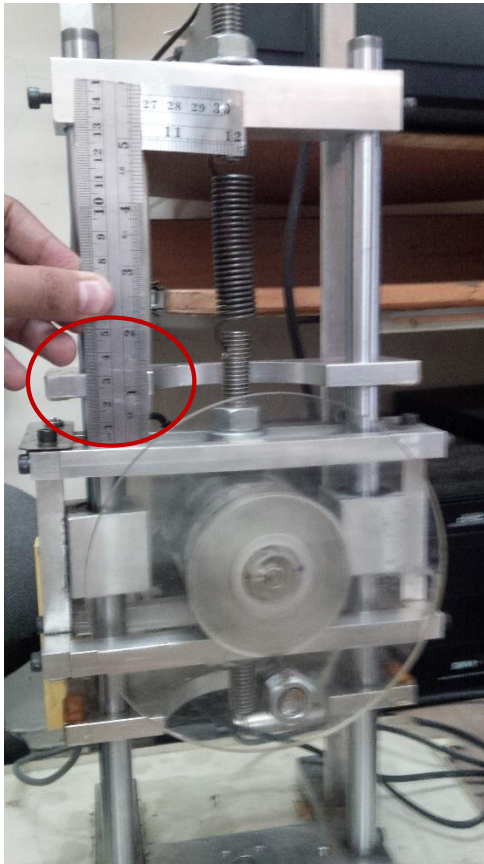




Pengujian putaran 150 RPM efek redaman oli SAE 30 massa *unbalance* 25 gram



## Kalibrasi alat



Pada Vibration Apparatus menunjukkan angka 20 mm sedangkan pada display MPDI menunjukkan angka 2.03 mm, jadi perbandingan pengukuran MPDI 1 : 10. Maka untuk mengkalibrasi ukuran dikalikan dengan angka 10.

## RIWAYAT HIDUP



Moch Banu Harjana. Tepatnya pada tanggal 05 Desember 1991 dilahirkan di Indramayu. Anak Pertama dari Bapak Rasmin Juantoro, S.pd., dan Ibu Eni Warsoni, S.E. ini bertempat tinggal di Jl. Raya Anjatan RT 02/06 Anjatan, Indramayu, Jawa Barat (45256).

Banu adalah panggilan peneliti, menempuh pendidikan di SDN ANJATAN VI, SMP NEGERI 1 ANJATAN, SMA UNGGULAN DAI AN-NUR, dan melanjutkan studi ke UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, peneliti semasa kuliah pernah mengajar dan sebagai kepala cabang di Lembaga Bimbingan Belajar Bina Prestasi Cemerlang. Semasa sekolah peneliti pernah menjadi anggota Pramuka dan mendapatkan piagam. pesan dari penulis *"If you give a man a fish, he will have a single meal, but if you give how to fish, he will eat all his life* dan Bismillah, semua pasti ada jalan"