

ANALISIS REDAMAN SISTEM VIBRASI PAKSA SATU DERAJAT KEBEBASAN PADA *SIMPLE VIBRATION APPARATUS*

Dibyو Setiawan^{1a}, Ibnu Annas Thoyib², Ahmad Kholil³, Catur Setyawan Kusumohadi⁴, Zainuddin⁵.

¹Program Studi Proses Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

²Engineering Departement, PT. Kemas Indah Maju

³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

⁴Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

⁵Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

Korespondensi:

^a Program Studi Proses Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
dibyو.setiawan@polban.ac.id

ABSTRAK

Pengujian vibrasi dibidang teknik mesin memiliki peranan penting dalam perencanaan maupun pemeliharaan mesin untuk mengetahui desain yang dibuat aman dan layak diaplikasikan, hukum kedua newton menjadi acuan gerak bolak-balik disekitar kesetimbangan baik didalam sistem maupun dari luar sistem berpengaruh bagi mesin itu sendiri, apabila frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka terjadi resonansi, dan osilasi besar yang berbahaya, resonansi dapat menyebabkan kerusakan pada sistem. Solusi untuk menghindari terjadinya resonansi yang berlebihan, diperlukan peredam. Osilasi vibrasi paksa diterapkan eksitasi menggunakan massa *unbalance* yang terpasang pada unit motor DC, responnya simpangan massa untuk memperoleh osilasi atau hubungan waktu dengan amplitudo, frekuensi natural sistem, simpangan pegas massa dan karakteristik dari vibrasi. Tujuan kegiatan ini adalah untuk menganalisis pengaruh amplitudo vibrasi simulator vibrasi paksa dengan kondisi tanpa redaman dan menggunakan redaman. Metode eksperimen pengujian diterapkan pada sistem vibrasi paksa satu derajat kebebasan dengan peredam oli dan udara pada simulator *simple vibration apparatus*, 2 jenis massa *unbalance*, diatur putaran hingga 500rpm, diuji pada kondisi tanpa peredam, menggunakan peredam oli dan udara. Hasil kegiatan diperoleh bahwa media peredam udara memiliki kemampuan membatasi amplitudo lebih besar dibandingkan dengan media peredam oli.

Kata kunci: osilasi, resonansi, frekuensi, vibrasi, peredam.

ABSTRACT

Vibration testing in the field of mechanical engineering has an important role in planning and maintaining machines to determine whether the design is safe and suitable for application. Newton's second law is a reference for back-and-forth movement around equilibrium both within the system and from outside the system which affects the machine itself, if the frequency of stimulation is equal to one of the system's natural frequencies, then resonance occurs, and dangerously large oscillations, resonance can cause damage to the

system. The solution to avoid excessive resonance requires a damper. Forced vibration oscillations are applied by excitation using an unbalanced mass installed on a DC motor unit, the response is a mass deviation to obtain oscillations or time relationships with amplitude, the natural frequency of the system, mass-spring deviation, and characteristics of vibration. This activity aims to analyze the effect of the vibration amplitude of a forced vibration simulator under conditions without damping and using damping. The experimental test method was applied to a forced vibration system with one degree of freedom with an oil and air damper in a simple vibration apparatus simulator, 2 types of unbalanced masses, regulated by rotation up to 500rpm, tested under conditions without a damper, using an oil and air damper. The results of the activity showed that the air-dampening media can limit greater amplitude compared to the oil-dampening media.

Keywords: oscillation, resonance, frequency, vibration, damping.

1. PENDAHULUAN

Pada bidang teknik selalu menerapkan perhitungan serta analisa mendalam terhadap produk maupun alat yang dibuat. Analisa membutuhkan pengujian yang bertujuan pembuktian dalam rangka mengetahui apakah desain yang dibuat aman dan layak diaplikasikan. Dalam perencanaan teknik mesin terdapat macam pengujian yang memiliki tujuan berbeda, contoh dari beberapa pengujian dalam teknik mesin, uji tarik, uji vickers, uji bentur yang di aplikasikan ke material untuk mengetahui karakteristik kekuatan material. Dynotest, uji emisi gas buang, uji kelayakan kendaraan yang diaplikasikan ke kendaraan bermotor, dan uji vibrasi untuk teknik mesin dan dinamika struktur pada konstruksi mesin, serta pengujian lainnya yang digunakan sesuai aplikasi dan tujuan perencanaan teknik (1).

Pengujian vibrasi dibidang teknik mesin memiliki peranan yang sangat penting dalam hal perencanaan maupun pemeliharaan mesin, dimana hukum kedua newton menjadi acuan dalam gerak bolak-balik disekitar kesetimbangan baik didalam sistem maupun dari luar sistem yang dapat berpengaruh bagi mesin itu sendiri (2), dimana hal ini menjadi hal yang berpengaruh pada mesin jika menghasilkan vibrasi berlebih, jelas akan mengganggu keseimbangan mesin. Vibrasi yang terjadi pada mesin, terjadi karena adanya gaya rangsangan baik dari sistem itu sendiri yang dapat disebut dengan getaran bebas maupun rangsangan dari luar sistem yang disebut getaran paksa. Jika rangsangan tersebut beresilasi, maka sistem dipaksa untuk bervibrasi pada frekuensi rangsangan, apabila frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka terjadi resonansi, dan osilasi besar yang berbahaya (3). Vibrasi yang terjadi sama atau lebih besar dari frekuensi natural sistem, vibrasi tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sistem.

Solusi untuk menghindari terjadinya resonansi yang berlebihan pada suatu sistem, diperlukan sistem untuk mengurangi vibrasi yang terjadi, adapun sistem yang dimaksud yaitu peredam (4). Semua sistem yang bervibrasi mengalami redaman sampai derajat tertentu, karena energi diredam oleh gesekan maupun tahanan lain (5). Jika redaman itu kecil, maka pengaruhnya sangat kecil pada frekuensi natural sistem. Redaman penting sekali untuk membatasi amplitudo osilasi pada waktu resonansi (6). Media peredaman viskos dan gas merupakan beberapa media peredam yang banyak dipilih (7). Gaya redaman dihasilkan akibat adanya tahanan peredaman baik oli maupun oksigen melalui saluran pengeluaran pada saat piston ditekan atau bergerak(8). Sebagai contoh pada aplikasi atau penerapan di bidang otomotif peredam peredam kejut berfungsi untuk meredam vibrasi ketika kendaraan melewati jalan dengan kontur yang tidak merata (2).

Berikut merupakan kegiatan kajian sejenis yang dilakukan khususnya kajian fenomena vibrasi yang dibatasi dengan peredam antara lain:

Rohadi Yusuf (9), Perancangan alat uji suspensi sepeda motor dengan sistem satu derajat kebebasan, kegiatan riset berfokus pada proses perancangan, simulasi dan manufaktur alat uji suspensi dengan komponen massa, frame dan suspensi sepeda motor (10). Adapun hasil dari kegiatan adalah sebagai berikut: Perencanaan bobot pada roda belakang dengan beban 109,5 Kg berbentuk balok *mild steel* sebanyak 8 buah kerangka beban dengan massa 15 Kg. Konstanta pegas *shock absorber* yaitu 37181,58 N/m dan koefisien redaman viskos 39,36 N.s/m. Dimensi alat dari hasil perhitungan yaitu 900 mm x 685 mm x 851 mm. Nilai *von mises stress* tertinggi dengan simpangan 5 cm dan gaya 883,96 N adalah 1,913 MPa. Nilai principal stress 0,183097 MPa. Nilai *displacement* 0,00021549 mm. Nilai *safety factor* 15 ul.

Cecep Mumar Maulana Firdaus (11), Analisa redaman suspensi sepeda motor dengan pengujian getaran bebas satu derajat kebebasan menggunakan alat uji suspensi, Eksperimen alat uji suspensi dengan

menempatkan suspensi pada alat uji lalu beban diletakan pada kerangka beban sehingga suspensi terdefleksi kemudian diberikan simpangan 2cm, 3cm, dan 5cm serta massa beban 101,2 kg dan 90,4 kg. Hasilnya diperoleh pada penelitian ini adalah diberi, terdapat perbedaan hasil osilasi dan hasil amplitudo dari setiap redaman suspensi. Setelah dilakukan pengujian terhadap alat uji suspensi terdapat perbedaan hasil frekuensi dan hasil amplitudo dari setiap jenis redaman.

Ibnu Annas Toyib (12), Rancang bangun alat *simulasi simple vibration apparatus* (sistem getaran harmonik paksa satu derajat kebebasan dengan putaran *unbalance*) kegiatan riset berfokus pada proses perancangan dan manufaktur alat. Selanjutnya Ahmad Kholil dkk (13), Pengaruh Redaman Oli Getaran Paksa Dengan Massa Unbalance Sistem Satu Derajat Kebebasan, Memberikan perlakuan getaran bebas dan paksa tanpa dan menggunakan peredam viskos berisi oli SAE 20 dan 30.

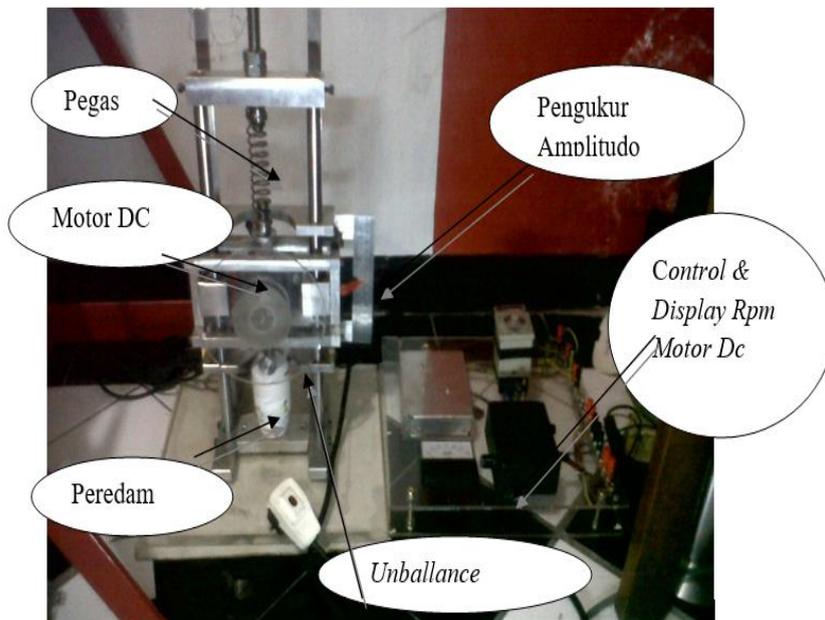
Berdasarkan kajian sejenis yang telah dilaksanakan, berikutnya dilakukan kajian penerapan fenomena sistem vibrasi paksa satu derajat kebebasan dengan peredam oli (14) dan udara (15) pada simulator *simple vibration apparatus*. Osilasi vibrasi paksa diterapkan eksitasi menggunakan massa *unbalance* yang terpasang pada unit motor DC berputar dimana keduanya memiliki respon simpangan massa untuk memperoleh osilasi atau hubungan waktu dengan amplitudo, frekuensi natural sistem, simpangan pegas massa dan karakteristik dari vibrasi. Tujuan kegiatan ini adalah untuk menganalisis redaman pada sistem vibrasi paksa satu derajat kebebasan pada simulator *simple vibration apparatus*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang diterapkan menggunakan pendekatan eksperimental dengan pemberian perlakuan kedua kondisi vibrasi yang selanjutnya dibatasi respon osilasi dengan peredam berjenis oli dan udara, berikut merupakan prosedur kegiatan yang dilakukan antara lain:

2.1 Persiapan Alat

Menyusun rangkaian sistim vibrasi paksa satu derajat kebebasan dengan *unbalance* yang berputar baik alat maupun peralatan pendukung.



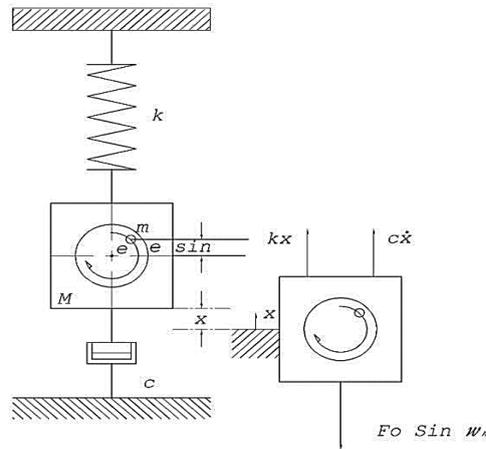
Gambar 1. Rangkaian simulator *simple vibration apparatus*

Tabel 1. Rincian komponen *Simulator simple vibration apparatus:*

<i>Nama Komponen</i>	<i>Foto</i>
Pegas	
massa <i>unballance</i>	
Peredam	
Alat ukur amplitude/osilasi	
Kelistrikan dan kontrol	
Sensor Putaran dan Motor	
Kamera ponsel	
<i>Netbook</i>	

2.2 Tahap Pengujian

Tahap pengujian dilakukan beberapa variasi, variasi yang dimaksud ditunjukkan pada gambar 2 dan tabel 2 skema pengujian:



Gambar 2. Skema pengujian

Tabel 2. Matriks penerapan eksperimen vibrasi

No	Massa Unbalance	Kondisi Vibrasi	Peredam
1.	22,4 gram	Vibrasi paksa	Tanpa Redaman Redaman Viskos Oli Redaman Gas Udara
2.	40 gram	Vibrasi paksa	Tanpa Redaman Redaman Viskos Oli Redaman Gas Udara

- Sebelum melakukan pengujian pada *simple vibration apparatus* terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan kelengkapan komponen dan uji fungsi, ini dilakukan guna memastikan akan kondisi alat yang siap uji. Komponen mekanikal dan elektrikal seperti mur baut pengencang, pegas, massa, motor pengeksitasi, dan redaman. Komponen pengukur mekanis osilasi dalam bentuk penggaris dan penunjuk tinggi rendah. Simulator *simple vibration apparatus* dilengkapi juga dengan komponen elektrikal seperti *power supply*, motor listrik, pengatur putaran, *proximity*, indikator putaran dan pengatur waktu yang membutuhkan sumber tenaga listrik untuk mengoperasikan komponen dimaksud.
- Tahap pengujian pertama menggunakan masa unbalance seberat 22,4 gram di uji vibrasi paksa menggunakan motor listrik *DC* yang dapat di atur putarannya, dinaikkan secara bertahap kesatu di berlakukan tanpa redaman, perlakuan yang sama dilakukan pada alat selanjutnya menggunakan redaman viskos dan redaman udara secara bergantian;
- Tahap pengujian kedua menggunakan masa unbalance seberat 40 gram di uji vibrasi paksa menggunakan motor listrik *DC* yang dapat di atur putarannya, dinaikkan secara bertahap kesatu di berlakukan tanpa redaman, perlakuan yang sama dilakukan pada alat selanjutnya menggunakan redaman viskos dan redaman udara secara bergantian;
- Proses pengujian simulator dilakukan sesuai skematik dan matriks eksperimen yang telah disusun, selanjutnya dilakukan pengukuran, pencatatan, pada indikator pengukur yang tersedia. Sehubungan dengan belum tersedianya instrumen pengukur LVDT untuk mengukur tinggi rendahnya osilasi, diganti dengan metode perekaman video. Spesifikasi ponsel harus memiliki kamera yang mampu merekam dengan hasil yang baik, *setup mode* kamera *slow motion* mampu merekam tinggi rendahnya amplitudo dan jumlah osilasi. Perekaman 3 detik pada setiap pengujian pada kamera dan komponen pengatur waktu. Dokumentasi rekaman video tersebut kemudian diolah di *netbook* menggunakan perangkat lunak

Windows Media Player Classic untuk memperoleh tinggi amplitudo dan jumlah osilasi dalam waktu tertentu. Video tersebut adalah acuan peneliti untuk melihat jumlah tinggi rendah dan jumlah yang terjadi dalam 3 detik;

- e. Seluruh hasil pengamatan saat pengujian dicatat pada formulir pencatatan pengujian.

2.3 Tahap Analisis

Data rekam yang telah peroleh, selanjutnya diolah di perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk mengetahui osilasi atau hubungan waktu dengan amplitudo dan hubungan rasio frekuensi dengan amplitudo. Kemudian memasukan data hasil rekam. Setelah hasil grafik ini diperoleh kemudian di analisis dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan memasukan formula berdasarkan persamaan differensial. Hasil analisis menghasilkan data hasil pengujian sesuai model matematis untuk membandingkan rancangan perencanaan, sehingga dapat di bandingkan antara hasil Perencanaan dengan hasil eksperimen pengujian vibrasi.

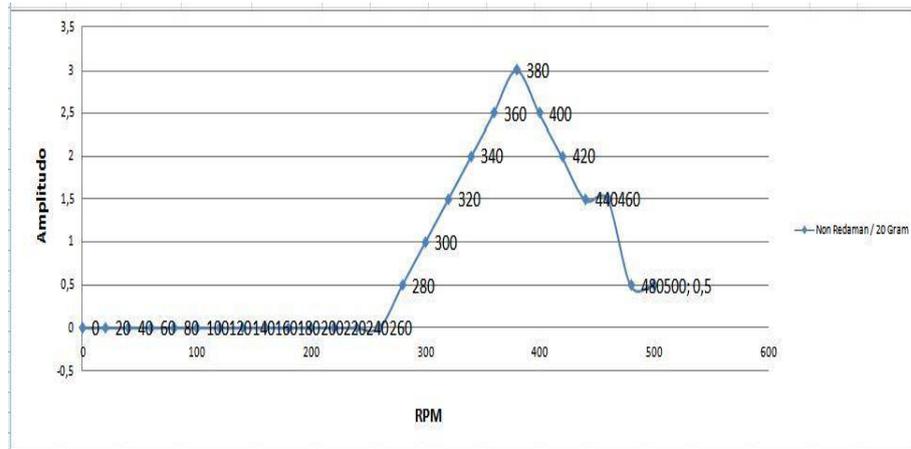
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil eksperimen pengujian vibrasi paksa (massa *unbalance* 22,4 gram)

Hasil eksperimen pengujian yang telah diperoleh dilakukan analisis. Hasil yang diperoleh meliputi osilasi atau hubungan waktu dengan amplitudo dan rasio frekuensi dengan amplitudo. Tabel 3 berikut adalah hasil yang dimaksud:

Tabel 3. Hasil pengujian vibrasi paksa tanpa redaman dengan massa *unbalance* 22,4 gram.

No	RPM	Non Redaman		t (dtk)	Banyaknya Amplitudo	Keterangan
		A - (mm)	A + (mm)			
1	0	0	0	3	0	Tidak Berputar
2	20	0	0	3	0	Tidak Berputar
3	40	0	0	3	0	Tidak Berputar
4	60	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
5	80	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
6	100	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
7	120	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
8	140	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
9	160	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
10	180	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
11	200	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
12	220	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
13	240	0	0	3	0	Tidak Ada Osilasi
14	260	0,5	0	3	12	Osilasi
15	280	1	0,5	3	13	Osilasi
16	300	1,5	1	3	14	Osilasi
17	320	2	1,5	3	16	Osilasi
18	340	3	2	3	17	Osilasi
19	360	4	2,5	3	18	Osilasi
20	380	5	3	3	20	Resonansi
21	400	4	2,5	3	21	Osilasi
22	420	3	2	3	21	Osilasi
23	440	2	1,5	3	22	Osilasi
24	460	2	1,5	3	23	Osilasi
25	480	2	0,5	3	24	Osilasi
26	500	1,5	0,5	3	26	Osilasi

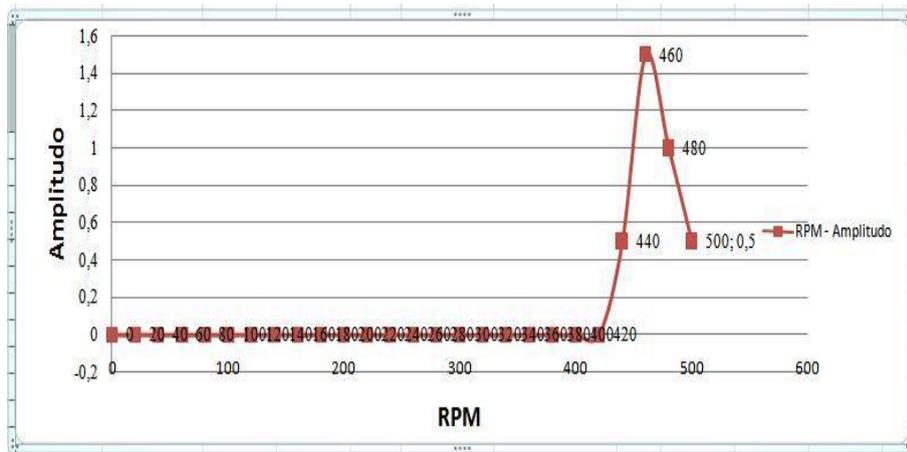


Gambar 3. Kurva hubungan putaran dengan amplitudo massa *unbalance* 22,4 gram tanpa redaman.

Pengujian vibrasi paksa dengan massa *unbalance* 22.4gram tanpa peredam, ditunjukkan sesuai tabel 4, dapat diamati saat putaran 0-240 RPM sistem tidak mengalami osilasi, sistem mulai beresilasi pada putaran 260 RPM, bersamaan dengan kenaikan putaran hingga mencapai frekuensi natural atau kondisi resonansi terjadi pada putaran 380 RPM. Amplitudo tertinggi sebesar 3mm, banyaknya osilasi 20 siklus, dengan adanya peredam udara amplitudo dapat dibatasi sebesar 1.5mm, kondisi tersebut ditunjukkan pada gambar 3.

Tabel 4. Hasil pengujian vibrasi paksa dengan massa *unbalance* 22,4 gram menggunakan redaman oli.

No	RPM	Redaman Oli		t (dtk)	Banyaknya Amplitudo	Keterangan
		A - (mm)	A + (mm)			
1	0	0	0	3	0	Tidak Berputar
2	20	0	0	3	0	Tidak Berputar
3	40	0	0	3	0	Tidak Berputar
4	60	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
5	80	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
6	100	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
7	120	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
8	140	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
9	160	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
10	180	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
11	200	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
12	220	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
13	240	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
14	260	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
15	280	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
16	300	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
17	320	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
18	340	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
19	360	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
20	380	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
21	400	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
22	420	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
23	440	1.5	0.5	3	22	Osilasi
24	460	2	1.5	3	23	Resonansi
25	480	1.5	1	3	24	Osilasi
26	500	1	0.5	3	26	Osilasi

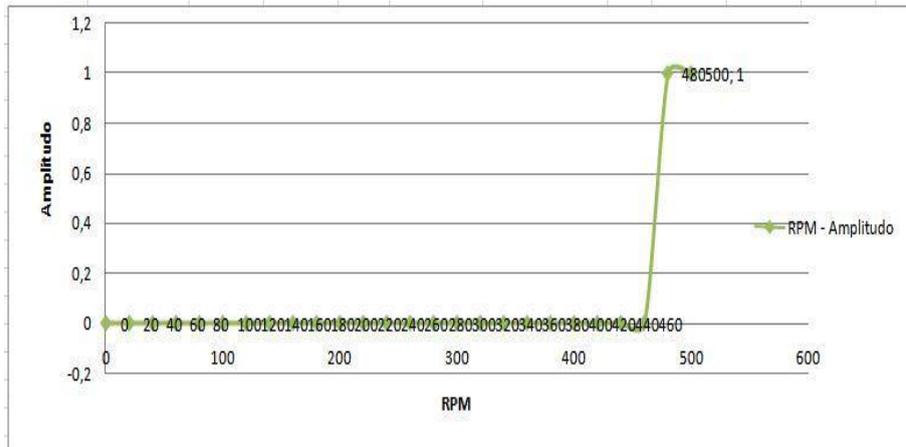


Gambar 4. Kurva hubungan antara rpm dan amplitudo dengan *unbalance* 22,4 gram menggunakan redaman oli.

Pengujian vibrasi paksa dengan massa *unbalance* 22,4gram menggunakan peredam oli, ditunjukkan sesuai tabel 4, dapat diamati saat putaran 0-420 RPM sistem tidak mengalami osilasi, sistem mulai beresilasi pada putaran 440 RPM, bersamaan dengan kenaikan putaran hingga mencapai frekuensi natural atau kondisi resonansi terjadi pada putaran 460 RPM Amplitudo tertinggi sebesar 1mm, banyaknya osilasi 23 siklus, dengan adanya peredam oli, amplitudo dapat dibatasi sekitar 0.5mm, kondisi tersebut ditunjukkan pada gambar 4.

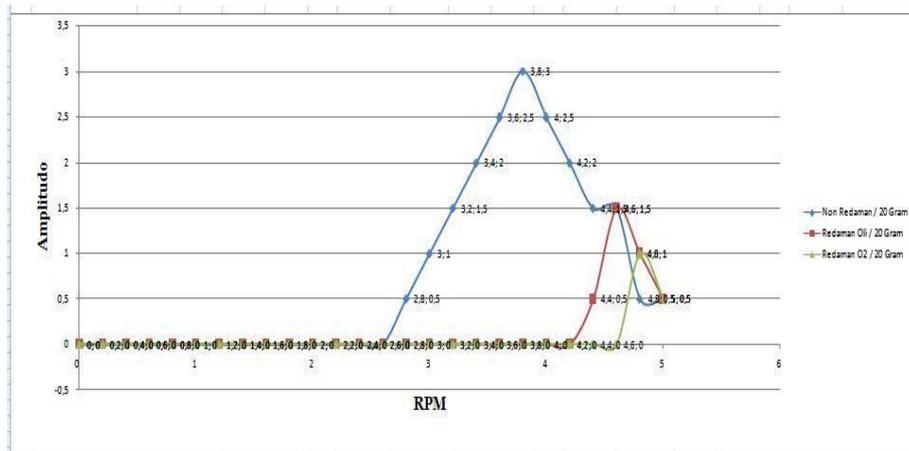
Tabel 5. hasil pengujian vibrasi paksa dengan massa *unbalance* 22.4 gram menggunakan peredam udara.

No	RPM	Redaman O2		t (dtk)	Banyaknya Amplitudo	Keterangan
		A - (mm)	A + (mm)			
1	0	0	0	3	0	Tidak Berputar
2	20	0	0	3	0	Tidak Berputar
3	40	0	0	3	0	Tidak Berputar
4	60	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
5	80	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
6	100	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
7	120	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
8	140	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
9	160	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
10	180	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
11	200	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
12	220	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
13	240	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
14	260	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
15	280	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
16	300	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
17	320	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
18	340	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
19	360	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
20	380	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
21	400	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
22	420	0	0	3	0	Tidak Beresilasi
23	440	0	0	3	0	Osilasi
24	460	0	0	3	0	Osilasi
25	480	1.5	1	3	24	Resonansi
26	500	1	0.5	3	26	Osilasi



Gambar 5. Grafik hubungan rpm dengan amplitudo pada unbalance 22,4 gram dan peredam udara.

Pengujian vibrasi paksa dengan massa unbalance 22,4 gram menggunakan peredam udara, ditunjukkan sesuai tabel 5, dapat diamati saat putaran 0-420 RPM sistem tidak mengalami osilasi, sistem mulai berosilasi pada 440 RPM, bersamaan dengan kenaikan putaran hingga mencapai frekuensi natural atau kondisi resonansi terjadi pada putaran 460 RPM Amplitudo tertinggi sebesar 1mm, banyaknya osilasi 23 siklus, dengan adanya peredam udara amplitudo dapat dibatasi sebesar 1mm, kondisi tersebut ditunjukkan pada gambar 5. Selanjutnya ketiga kegiatan komparasi ini di susun rekap kurva yang ditunjukkan sesuai gambar 6.



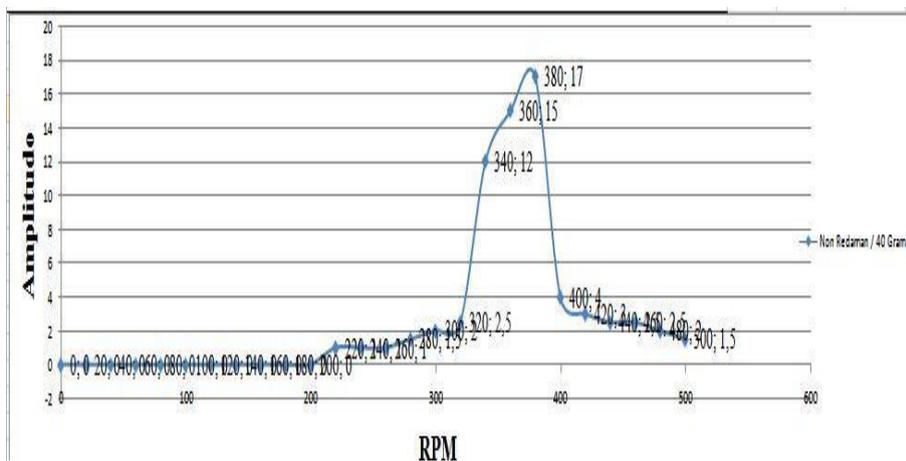
Gambar 6. summary hubungan rasio frekuensi (rpm) dengan amplitudo vibrasi paksa pada massa unbalance 22,4 gram tanpa peredam, teredam oli dan udara.

Berdasarkan gambar 6 pada gabungan kurva terlihat fungsi dari peredaman dalam membatasi amplitudo, secara kualitas dari kedua peredam yang digunakan, peredam yang memiliki kualitas meredam lebih baik yaitu peredam udara.

3.2 Hasil eksperimen pengujian vibrasi paksa (massa unbalance 40gram)

Tabel 6. Hasil pengujian vibrasi paksa dengan massa unballance 40 gram tanpa peredam.

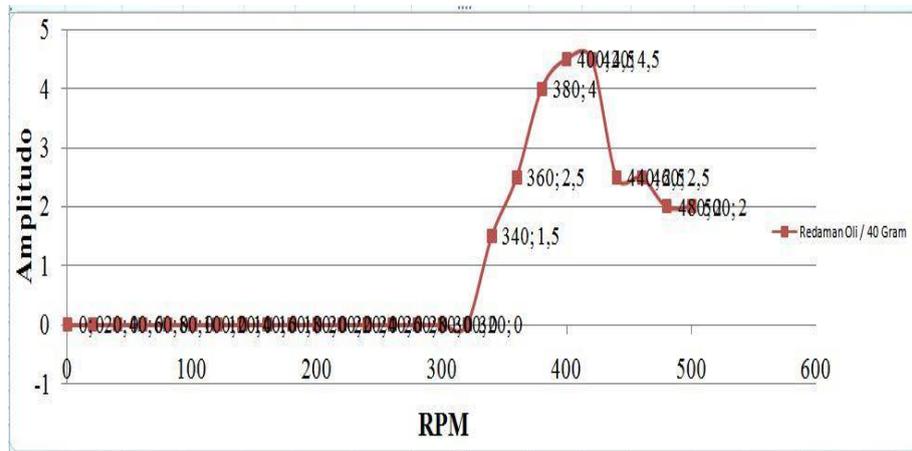
No	RPM	Non Redaman		t (dtk)	Banyaknya Amplitudo	Keterangan
		A - (mm)	A + (mm)			
1	0	0	0	3	0	tidak berputar
2	20	0	0	3	0	tidak berputar
3	40	0	0	3	0	tidak berputar
4	60	0	0	3	0	tidak berputar
5	80	0	0	3	0	Tidak Berosilasi
6	100	0	0	3	0	Tidak Berosilasi
7	120	0	0	3	0	Tidak Berosilasi
8	140	0	0	3	0	Tidak Berosilasi
9	160	0	0	3	0	Tidak Berosilasi
10	180	0	0	3	0	Tidak Berosilasi
11	200	1	0	3	8	Osilasi
12	220	1	1	3	9	Osilasi
13	240	1	1	3	11	Osilasi
14	260	1.5	1	3	13	Osilasi
15	280	2	1.5	3	14	Osilasi
16	300	2.5	2	3	15	Osilasi
17	320	3	2.5	3	16	Osilasi
18	340	15	12	3	17	Osilasi
19	360	17	15	3	18	Osilasi
20	380	20	17	3	19	Renonansi
21	400	5	4	3	20	Osilasi
22	420	4.5	3	3	22	Osilasi
23	440	3.5	2.5	3	22	Osilasi
24	460	3	2.5	3	23	Osilasi
25	480	2.5	2	3	24	Osilasi
26	500	2	1.5	3	25	Osilasi

**Gambar 7. kurva hubungan rasio frekuensi (RPM) dan amplitudo pada vibrasi paksa dengan massa unbalance 40gram tanpa peredam.**

Pengujian vibrasi paksa dengan massa unballance 40gram tanpa peredam, ditunjukkan sesuai tabel 6, memperlihatkan putaran 0-180 RPM sistem tidak mengalami osilasi, sistem mulai berosilasi pada putaran 200 RPM, bersamaan dengan kenaikan putaran hingga mencapai frekuensi natural atau kondisi resonansi terjadi pada putaran 380 RPM. Amplitudo tertinggi sebesar 20mm, banyaknya osilasi 19 siklus, kondisi tersebut ditunjukkan pada gambar 7.

Tabel 7. Hasil pengujian vibrasi paksa dengan *unbalance* 40 gram menggunakan peredam oli.

No	RPM	Redaman Oli		t (dtk)	Banyaknya Amplitudo	Keterangan
		A - (mm)	A + (mm)			
1	0	0	0	3	0	tidak berputar
2	20	0	0	3	0	tidak berputar
3	40	0	0	3	0	tidak berputar
4	60	0	0	3	0	tidak berputar
5	80	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
6	100	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
7	120	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
8	140	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
9	160	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
10	180	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
11	200	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
12	220	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
13	240	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
14	260	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
15	280	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
16	300	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
17	320	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
18	340	2	1.5	3	16	Osilasi
19	360	3	2.5	3	17	Osilasi
20	380	4	4	3	18	Osilasi
21	400	5	4.5	3	19	Osilasi
22	420	5	4.5	3	20	Resonansi
23	440	3	2.5	3	21	Osilasi
24	460	3	2.5	3	22	Osilasi
25	480	2.5	2	3	23	Osilasi
26	500	2.5	2	3	29	Osilasi

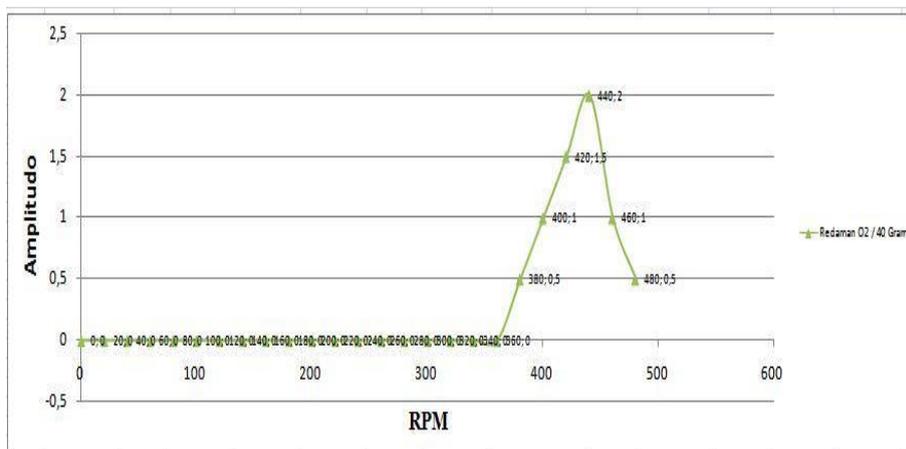


Gambar 8. Grafik hubungan rasio frekuensi (RPM) dan amplitudo pada vibrasi paksa menggunakan peredam oli.

Pengujian vibrasi paksa dengan massa *unbalance* 40gram menggunakan peredam oli, ditunjukkan sesuai tabel 7, dapat diamati saat putaran 0-320 RPM sistem tidak mengalami osilasi, sistem mulai berosilasi pada 340 RPM, bersamaan dengan kenaikan putaran hingga mencapai frekuensi natural atau kondisi resonansi terjadi pada putaran 420 RPM. Amplitudo tertinggi sebesar 4.5mm, banyaknya osilasi 19 siklus, dengan adanya peredam udara amplitudo dapat dibatasi sebesar 2mm, kondisi tersebut ditunjukkan pada gambar 8.

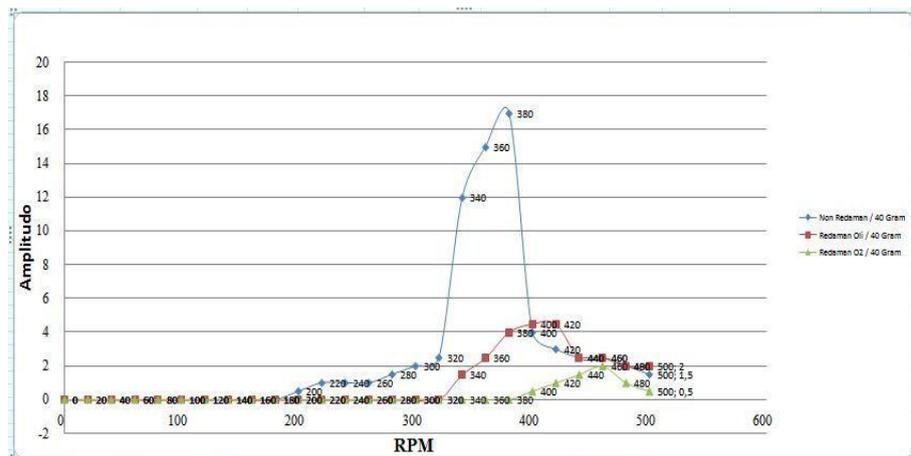
Tabel 8. Hasil pengujian vibrasi paksa dengan *unbalance* 40 gram menggunakan peredam udara.

No	RPM	Redaman O ²		t (dtk)	Banyaknya Amplitudo	Keterangan
		A - (mm)	A + (mm)			
1	0	0	0	3	0	tidak berputar
2	20	0	0	3	0	tidak berputar
3	40	0	0	3	0	tidak berputar
4	60	0	0	3	0	tidak berputar
5	80	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
6	100	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
7	120	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
8	140	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
9	160	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
10	180	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
11	200	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
12	220	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
13	240	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
14	260	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
15	280	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
16	300	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
17	320	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
18	340	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
19	360	0	0	3	0	Tidak ada Osilasi
20	380	1	0,5	3	16	Osilasi
21	400	1,5	1	3	17	Osilasi
22	420	2	1,5	3	18	Osilasi
23	440	2,5	2	3	19	Resonansi
24	460	1,5	1	3	22	Osilasi
25	480	1	0,5	3	24	Osilasi
26	500	0,5	0,5	3	25	Osilasi



Gambar 9. kurva osilasi hubungan rasio frekuensi (rpm) dan amplitudo pada *unballance* 40gram dengan redaman udara.

Pengujian vibrasi paksa dengan massa *unballance* 40gram menggunakan peredam udara, ditunjukkan sesuai tabel 8, dapat diamati saat putaran 0-360 RPM sistem tidak mengalami osilasi, sistem mulai beresonansi pada 380 RPM, bersamaan dengan kenaikan putaran hingga mencapai frekuensi natural atau kondisi resonansi terjadi pada putaran 440 RPM. Amplitudo tertinggi sebesar 2,5mm, banyaknya osilasi 19 siklus, dengan adanya peredam udara amplitudo dapat dibatasi sebesar 2,5mm, kondisi tersebut ditunjukkan pada gambar 9. Selanjutnya ketiga kegiatan komparasi ini di susun rekap kurva yang ditunjukkan sesuai gambar 10.



Gambar 10. *summary* hubungan rasio frekuensi (rpm) dengan amplitudo vibrasi paksa *unbalance* 40 gram pada kondisi tanpa peredam, peredam oli dan udara.

Berdasarkan gambar 10 Pada penggabungan kurva terlihat fungsi dari peredaman dalam membatasi amplitudo, secara kualitas dari kedua peredam yang digunakan, peredam yang memiliki kualitas meredam lebih baik yaitu peredam udara.

4. KESIMPULAN

Eksperimen pengujian vibrasi paksa dengan peredam memperlihatkan karakteristik yakni redaman oli dan redaman udara yang mampu membatasi amplitudo, saat kondisi menggunakan massa *unbalance* 22,4 gram, simpangan tertinggi didapat 1mm, reduksi amplitudo sebesar 0.5mm untuk peredam oli, dan kondisi simpangan tertinggi pada peredam udara sebesar 1 reduksi amplitudo sebesar 1mm. Eksperimen pengujian vibrasi paksa menggunakan redaman saat kondisi menggunakan massa *unbalance* 40 gram, simpangan tertinggi didapat 4.5mm reduksi amplitudo sebesar 2mm untuk peredam oli, dan kondisi simpangan tertinggi pada peredam udara sebesar 2.5mm reduksi amplitudo sebesar 2.5mm. Selanjutnya dari hasil yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa media peredam udara memiliki kemampuan membatasi amplitudo lebih besar dibandingkan dengan media peredam oli.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 M. Bransch, "Unbalanced oil filled sphere as rolling pendulum on a flat surface to damp horizontal structural vibrations," *J. Sound Vib.*, vol. 368, pp. 22–35, 2016, doi: 10.1016/j.jsv.2016.01.006.
- 2 K. F. Bella and L. G. Harus, "Analisis Perbandingan Respon Dinamis dari Kendaraan yang Menggunakan Sistem Suspensi Hidrolik dengan Kendaraan yang Menggunakan Sistem Suspensi Modifikasi Penambahan Single Flywheel," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 138–143, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21899>.
- 3 A. Kholil, C. Setyawan, and H. Saputro, "Analisis Karakteristik Getaran Struktur Lengan Ayun Sepeda Motor Jenis Suspensi Twinshock Menggunakan Metode Elemen Hingga dan Eksperimental," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 2, no. 1, pp. 36–42, 2015, doi: <https://doi.org/10.21009/JKEM.2.1.6>.
- 4 A. Yulianto, A. B. Laksono, R. Renaldi, A. Hidayat, and C. Bintoro, "Pengembangan Analisa Suspensi Kendaraan Roda Empat menggunakan Pemodelan 3 DOF dengan Sistem Seperempat Mobil," in *Seminar Nasional Cendekiawan ke 3*, Kabupaten Bekasi: Universitas Trisakti, 2017, pp. 17–22. (Online). Available: <https://trisakti.ac.id/news/mou-seminar-nasional-cendekiawan-ke-3-tahun-2017/>
- 5 Istina Rahmawati, "Pemodelan Dan Analisis Pengaruh Perubahan Parameter Sistem Suspensi Hydro-Pneumatic Terhadap Gaya Redam Dan Gaya Pegas Serta Respon Dinamis Mobil," Sepuluh Nopember Institute Of Technology Surabaya, 2016. (Online). Available: <https://repository.its.ac.id/75862/>

- 6 A. A. Hakim and H. L. Guntur, "Pemodelan dan Analisis Pengaruh Perubahan Parameter Variable Orifice Sistem Suspensi Hidrolik Terhadap Gaya Redam Yang Dihasilkan dan Respon Dinamis Penumpang Pada Sepeda Motor Honda Beat 2009," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, p. 119, 2017, doi: <https://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21803>.
- 7 N. Tilakpure, "Universal Transverse Vibration Apparatus," Hyderabad, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1018.1286>.
- 8 C. Zhou and Z. Xiao, "Stiffness and damping models for the oil film in line contact elasto-hydrodynamic lubrication and applications in the gear drive," *Appl. Math. Model.*, vol. 61, pp. 634–649, 2018, doi: 10.1016/j.apm.2018.05.012.
- 9 Rohadi Yusuf, "Perancangan Alat Uji Suspensi Sepeda Motor Dengan Sistem Satu Derajat Kebebasan," Universitas Negeri Jakarta, 2015. (Online). Available: Getaran; redaman; shock absorber; beban
- 10 Khairul Umurani and Taufik Amri, "Desain Dan Simulasi Suspensi Sepeda Motor Dengan Solidwork 2012," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 1, pp. 137–143, 2023, doi: doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2435.
- 11 M. M. F. Cecep, "Analisa redaman suspensi sepeda motor dengan pengujian getaran bebas satu derajat kebebasan menggunakan alat uji suspensi," Universitas Negeri Jakarta, 2015. (Online). Available: http://lib.unj.ac.id/tugasakhir/index.php?p=show_detail&id=38824&keywords=
- 12 I. A. Toyib, "Rancang bangun alat simulasi simple vibration apparatus (sistem getaran harmonik paksa satu derajat kebebasan dengan putaran unbalance)," 2015. (Online). Available: http://lib.unj.ac.id/tugasakhir/index.php?p=show_detail&id=50485
- 13 A. Kholil, Sirojudin, and M. B. Harjana, "Pengaruh Redaman Oli Getaran Paksa Dengan Massa Unbalance Sistem Satu Derajat Kebebasan," *J. Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, vol. 2, no. 2, pp. 82–87, 2015, doi: <https://doi.org/10.21009/JKEM.2.2.4>.
- 14 Nusyirwan, "Kaji Perbandingan Karakteristik Respon Dinamik Suspensi Sepeda Motor dengan Memakai Peredam Viscous Oli Sintetis dan Minyak Nabati," *Met. J. Sist. Mek. dan Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 133–141, 2017, doi: 10.25077/metal.1.2.133-141.2017.
- 15 B. Avinash, S. S. Sundar, and K. V. Gangadharan, "Experimental Study of Damping Characteristics of Air, Silicon Oil, Magneto Rheological Fluid on Twin Tube Damper," *Procedia Mater. Sci.*, vol. 5, pp. 2258–2262, 2014, doi: 10.1016/j.mspro.2014.07.443.