

4

by 4 4

Submission date: 25-Aug-2020 11:53AM (UTC+0700)

Submission ID: 1373758774

File name: istik_Prototipe_Regenerative_Shock_Absorber_Sistem_Hidrolik.docx (529.16K)

Word count: 1441

Character count: 8784

Pengembangan Dan Studi Karakteristik Prototipe Regenerative Shock Absorber Sistem Hidrolik

¹Kadaryono, ²Mualifi Usman

^{1,2}Teknik Mesin, Universitas Darul Ulum, Jombang
kadaryono11@gmail.com, usman_mualifi@yahoo.com

ABSTRAK

Hasil penelitian menunjukkan penurunan performa redaman *regenerative shock absorber* (RSA) sistem mekanis elektromagnetik jika dibandingkan dengan *conventional shock absorber* karena pengaruh gesekan dan kehilangan akibat inertia losses dari massa yang berputar pada sistem transmisi giginya. Hal ini melatarbelakangi pengembangan RSA sistem hidrolik, dengan harapan karakteristik redamannya mendekati redaman *conventional shock absorber*. Paper ini menyajikan hasil pengembangan dan studi karakteristik prototipe RSA system hidrolik. RSA sistem hidrolik ini terdiri dari peredam hidrolik, turbin mini dan generator listrik. Prototipe RSA kemudian diuji untuk mendapatkan karakteristik redaman. Selanjutnya, sistem suspensi yang tersusun dari pegas, massa dan prototipe RSA dengan nilai damping ratio 0.7 dan 0.8 diuji karakteristik dinamisnya dengan alat uji suspensi. Respon massa sprung dan unsprung diukur dengan menggunakan akselerometer. Pengujian dilakukan dengan kecepatan eksitasi yang divariasikan dengan nilai 1,0416; 0,943 dan 0,8196 Hz. Hasil pengujian secara eksperimen menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan *conventional shock absorber*. Gaya redaman prototipe RSA langkah kompresi lebih besar dari langkah rebound, berbeda dengan *conventional shock absorber*. Nilai redaman dari prototipe RSA adalah 3796,6667 Ns/m. Hasil pengujian dinamis menunjukkan voltase listrik bangkitan rata-rata 0,1064 volt ($f=1,0416$ Hz); 0,0258 Volt ($f=0,934$ Hz) dan 0,0323 ($f=0,8196$ Hz).

Kata kunci: RSA sistem hidrolik, pemulihan energi terbuang, karakteristik redaman, sistem suspensi

1. PENDAHULUAN

Menurut Lei Zuo dalam penelitiannya menyatakan bahwa hanya 10-16 % energi bahan bakar yang benar-benar digunakan untuk mendorong kendaraan maju (Lei Zuo, 2010). Beberapa bagian mobil yang lain dapat dipanen energinya adalah suspensi, *crankshaft*, rem, dan melalui panel surya di atap kendaraan (Marcos Arziti, 2010). Sedangkan dalam tesis ini akan lebih difokuskan pada memanen energi dari gerak relatif antara roda dan sasis dalam sistem suspensi kendaraan.

Sistem peredam kejut/*shock absorber* pada kendaraan, memiliki potensi untuk diambil energinya. Energi yang hilang disebabkan adanya mekanisme peredam dapat diubah menjadi energi listrik. Alat tersebut adalah *Regenerative Shock Absorber* (RSA). RSA menghasilkan listrik akibat gerak relatif antara roda dengan bodi kendaraan. Gerak translasi antara roda dengan bodi kendaraan diubah menjadi gerakan rotasi.

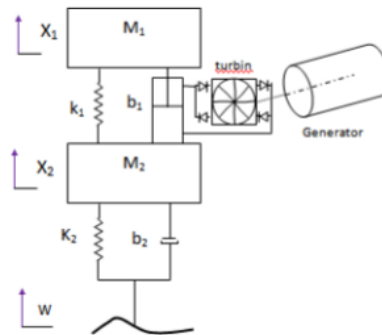
Hasil uji coba menunjukkan bahwa pada kecepatan 72,5 km/jam, RSA tipe elektromagnetik linier mampu menghasilkan daya sebesar 2 hingga 8 watt pada prototipe

dengan skala 1:2. Apabila dengan ukuran asli dan keempat RSA digabung, maka akan dihasilkan daya sebesar 256 Watt. Sedangkan RSA tipe rotasi mampu menghasilkan daya 80 watt pada kecepatan 0,2 m/s. Atau dengan ukuran asli dan keempat shock absorber akan didapatkan daya 320 watt (Lei Zuo, 2010)

2. Metodologi Penelitian

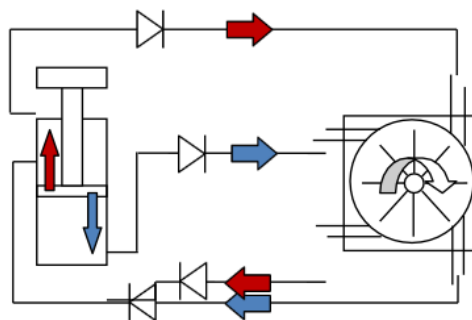
2.1 Perancangan Regenerative Shock Absorber sistem Hidrolik

Prototipe Regenerative Shock Absorber (RSA) yang dibuat adalah seperempat kendaraan dengan dua derajat (2 DoF).



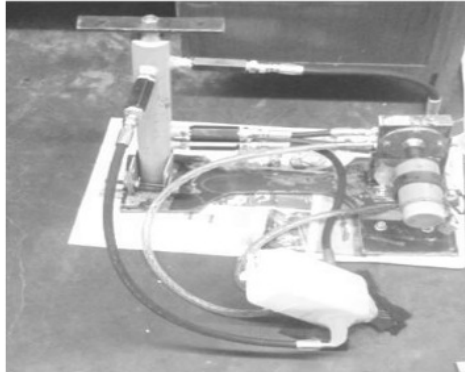
Gambar 1 Konsep RSA sistem hidrolik

Pada gambar 1, penyederhanaan sistem bodi kendaraan dan suspensi, dimana M_1 adalah massa bodi kendaraan dan M_2 adalah massa suspensi. Sedangkan k_1 dan b_1 adalah kekakuan dan redaman suspensi. Untuk k_2 dan b_2 merupakan kekakuan dan redaman roda.



- Keterangan:
- ➔ = Gerakan fluida saat piston naik
 - ➔ = Gerakan fluida saat piston turun
 - ⏏ = Katup satu arah (*check valve*)

Gambar 2 Skema kerja RSA sistem hidrolik



Gambar 3 Prototipe RSA sistem hidrolis

Cara kerja sistem diilustrasikan seperti pada gambar 2. Turbin dipaksa untuk berputar searah jarum jam. Putaran tersebut diakibatkan adanya gaya dorongan oli/fluida dari naik turunnya oli dari piston peredam suspensi.

Prototipe menggunakan reservoir oli agar penyaluran udara pada turbin tidak terhambat oleh fluida yang tersisa pada turbin. Jenis fluida yang digunakan adalah minyak rem. *Check valve* berfungsi untuk membuat aliran tetap mendorong turbin berputar searah. Turbin yang digunakan berdiameter 24 mm dan memiliki 12 sudu lurus. Suspensi berukuran diameter 35 mm. panjang langkah 170 mm

2.2 Pengujian

Pada tahap ini, pengujian dilakukan pada fasilitas yang dimiliki oleh PT. KYB. Dari pengujian ini didapatkan grafik gaya fungsi perpindahan dan grafik gaya fungsi kecepatan. Terdapat 5 variasi kecepatan yang digunakan. Dari keenam kecepatan tersebut nantinya secara otomatis akan dihasilkan gaya maksimal yang mampu diredam oleh RSA. Nilai redaman didapatkan dengan menggunakan rumus

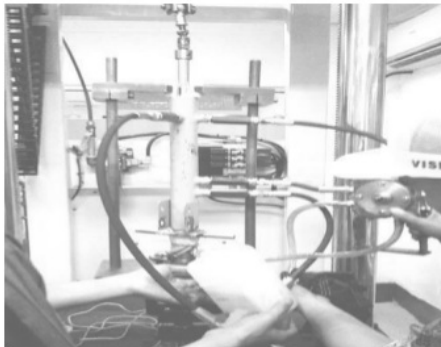
$$C = F / V$$

Keterangan:

C = nilai redaman (N.s/m)

F = gaya (N)

V = kecepatan (m/s)



Gambar 4 Pengujian nilai redaman di PT. KYB

Metode untuk mendapatkan kekakuan pegas adalah dengan memberikan variasi beban dan kemudian dihitung perubahan panjang pegas tiap pembebanannya. Rumus acuan dalam pengukuran ini adalah hukum Hooke

$F = \text{Gaya (N)}$

$k = \text{kekakuan pegas (N/m)}$

$\Delta x = \text{Selisih perubahan panjang (m)}$

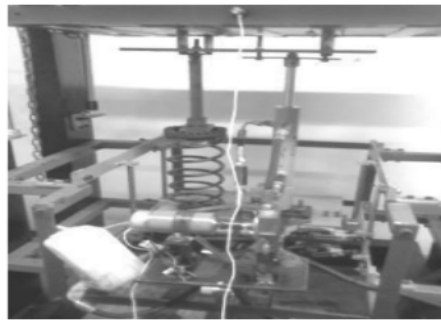
Pada tahap ini, pengujian dilakukan di laboratorium sistem dinamis dan vibrasi ITS. Input gaya/eksitasi yang digunakan adalah harmonik. Damping ratio yang digunakan antara 0,6-0,8. Dan Amplitudo eksitasi sebesar 10 cm. Untuk menjaga agar ζ bernilai 0,6-0,8 massa uji (m) diatur dengan persamaan

$m = \text{massa uji (kg)}$

$k = \text{kekakuan pegas (N/m)}$

$C = \text{nilai redaman (Ns/m)}$

$\zeta = \text{damping ratio}$



Gambar 5 Prototipe RSA hidrolik terpasang pada *test rig* Lab. Sistem dinamis dan Vibrasi ITS

Untuk mendapatkan daya bangkitan, digunakan beberapa variasi beban listrik

Karakteristik Redaman

Untuk mengetahui karakteristik redaman, digunakan alat uji berbasis hidrolik yang bergerak *double-acting*. Biasanya beroperasi pada tekanan sekitar 1 MPa dengan kemampuan gaya tekan 10 kN. Pada praktiknya, sistem pengujian dijalankan sehingga mengeluarkan gaya berupa gelombang: sinusoidal, triangular, square atau acak

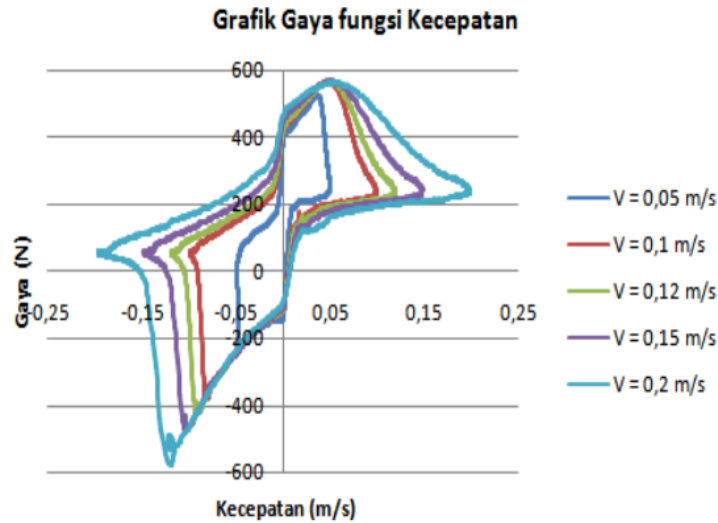
Dengan menggunakan osiloskop, parameter-parameter pada *shock absorber* dapat dicatat. Kemudian disajikan dalam grafik berupa:

1. Akselerasi – waktu
2. Gaya – posisi
3. Gaya – Kecepatan

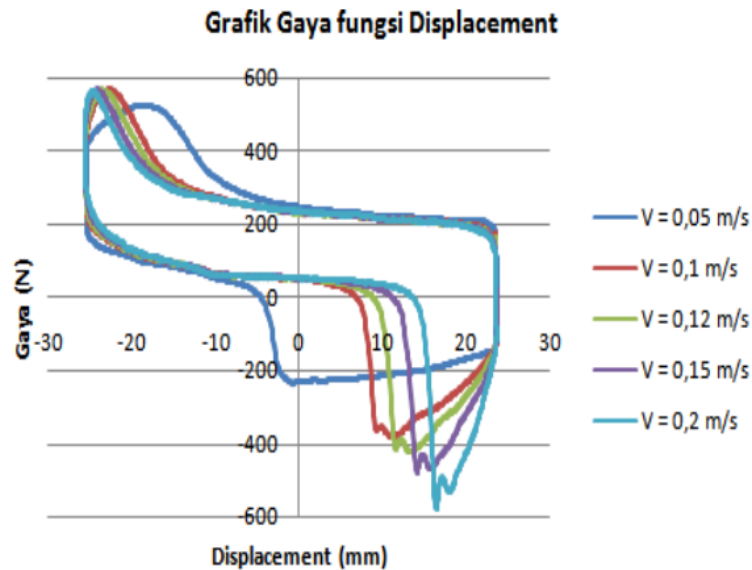
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Redaman RSA

Pengujian dilakukan dengan eksitasi harmonik. Masing-masing eksitasi divariasikan frekuensinya sebanyak 3 nilai, yakni frekuensi 1,0416; 0,943 dan 0,8196 Hz.



Gambar 6 Grafik gaya fungsi kecepatan dengan 5 variasi kecepatan



Gambar 7 Grafik gaya fungsi perpindahan RSA dengan 5 variasi kecepatan

Dari gambar 6, nilai gaya maksimum ditiap kecepatan v dicatat untuk nilai tertinggi (kompresi) dan nilai terendah (rebound). Pengujian nilai redaman dicatat dalam tabel 1.

Kemudian untuk mendapatkan nilai redaman RSA, perlu perhitungan menggunakan rumus:

$$C=F/V$$

Keterangan:

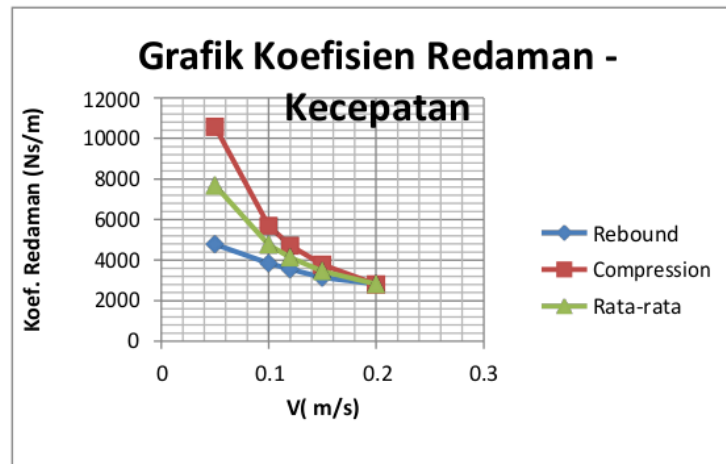
C= Nilai redaman (Ns/m)

F= gaya yang diberikan ke RSA (N)

V= Kecepatan RSA (m/s)

Tabel 1. Hasil Pengujian nilai redaman RSA

No	Rebound		Kompresi	
	V (m/s)	Gaya (N)	V (m/s)	Gaya (N)
1	0,05	239	0,05	529
2	0,1	385	0,1	569
3	0,12	426	0,12	566
4	0,15	472	0,15	567
5	0,2	566	0,2	562

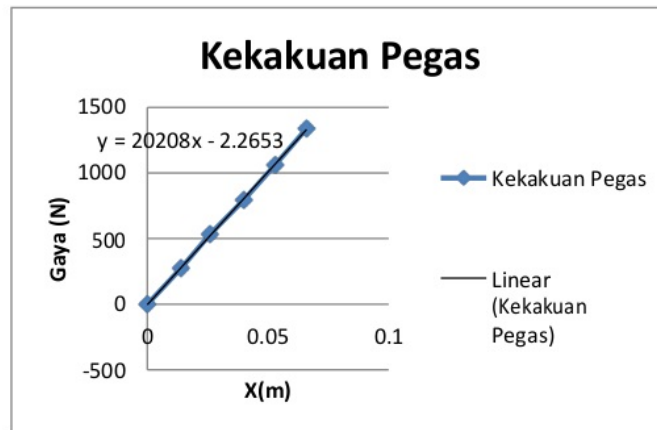


Gambar 8 Grafik pengaruh kecepatan terhadap koefisien redaman dari RSA

Dari gambar 8 terlihat nilai koefisien redaman untuk gaya rebound berbeda dengan koefisien redaman untuk gaya kompresi. Oleh karena itu diambil nilai koefisien redaman rata-rata.

Nilai koefisien redaman rata-rata yang mendekati konstan terdapat pada kecepatan eksitasi 0,1 m/s sampai dengan kecepatan 0,2 m/s. Dengan nilai koefisien redaman rata-ratanya adalah 3796,67 N.m/s

3.2 Kekakuan Pegas Suspensi

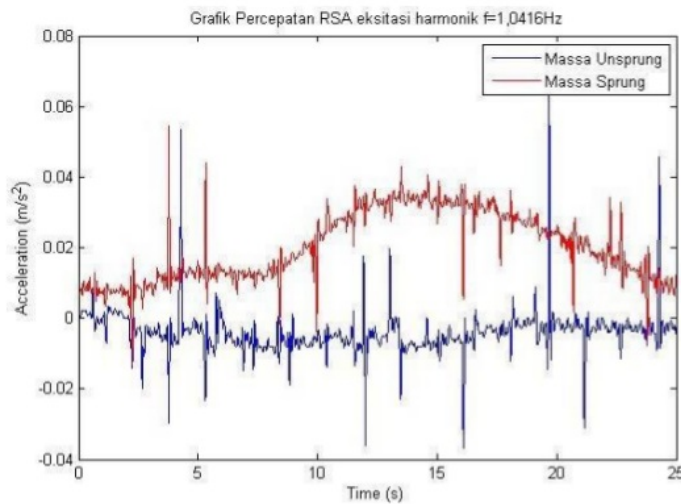


Gambar 9 Grafik Kekakuan Pegas

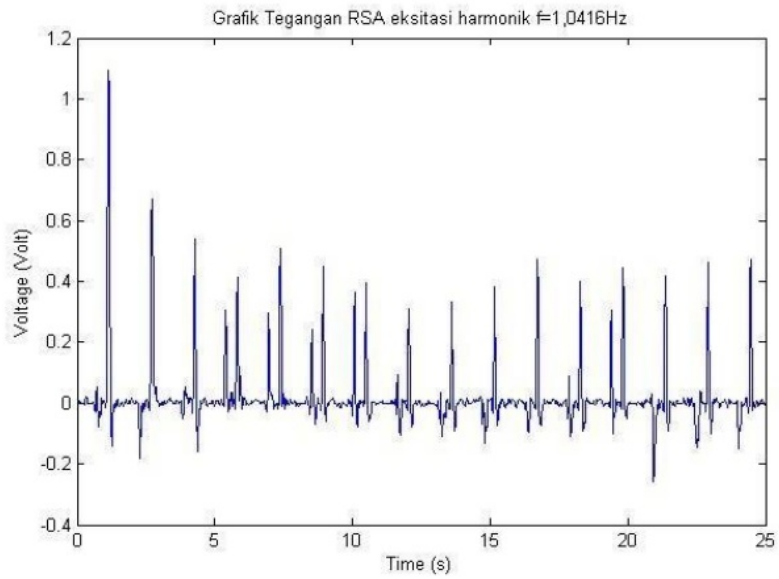
Setelah melakukan pengujian dengan cara memberi beban yang bertingkat. Didapatkan data yang kemudian diplotkan pada grafik seperti pada gambar 9. Nilai k dapat dilinierkan sehingga nilai $k=20208$ N/m.

3.3 Respon Massa Sprung-Unsprung dan Daya Bangkitan

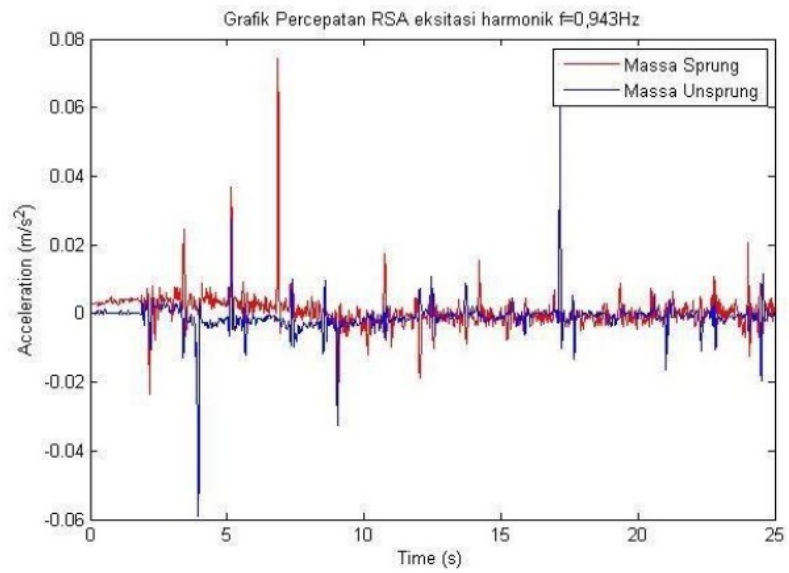
Sensor *accelerometer* digunakan untuk membaca percepatan massa dan dicatat pada osiloskop. Selain itu, osiloskop digunakan untuk mencatat tegangan yang dihasilkan oleh generator RSA.



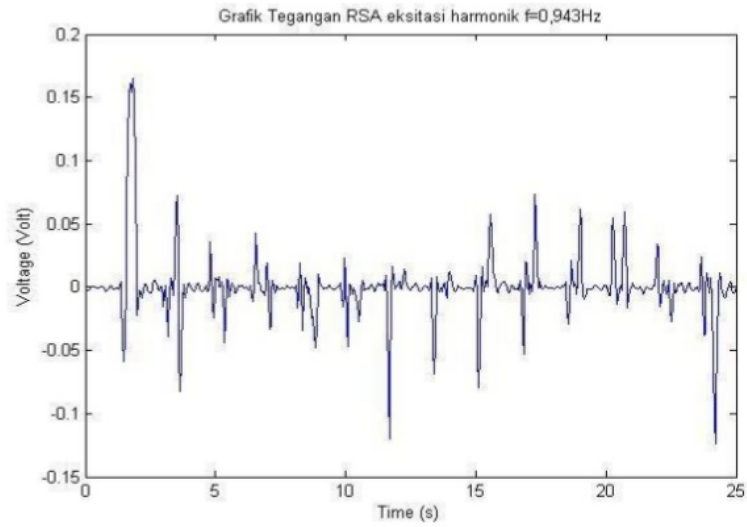
Gambar 10 Percepatan massa dengan eksitasi harmonik dengan frekuensi 1,0416 Hz



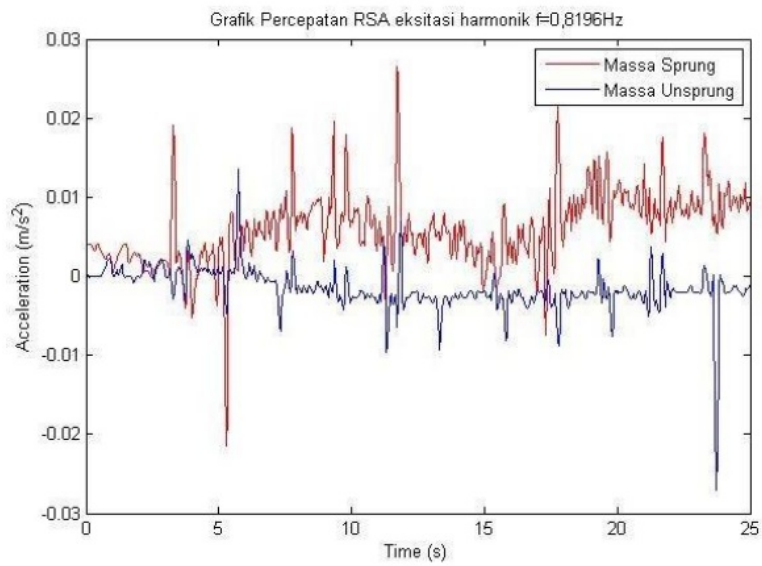
Gambar 11 Tegangan RSA eksitasi harmonik dengan frekuensi 1,0416 Hz



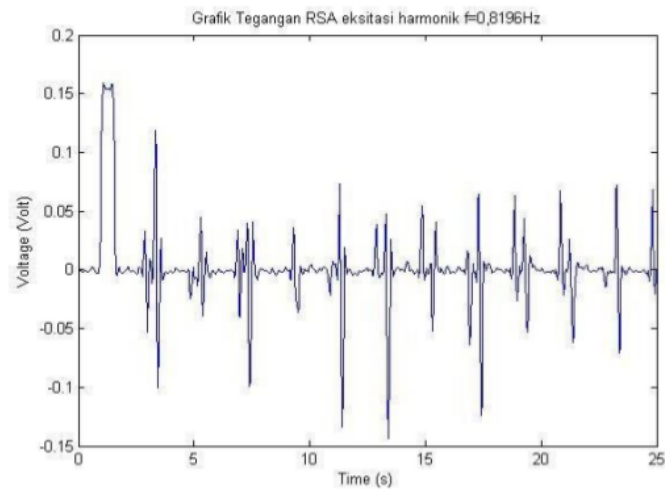
Gambar 12 Percepatan RSA eksitasi harmonik dengan frekuensi 0,943 Hz



Gambar 13 Tegangan RSA eksitasi harmonik dengan frekuensi 0,943 Hz



Gambar 14 Percepatan RSA eksitasi harmonik frekuensi 0,8196 Hz



Gambar 15 Tegangan bangkitan dari RSA sistem hidrolik dengan eksitasi harmonik frekuensi 0,8196

Dengan perhitungan *root mean square* (RMS) yang dimulai dari detik nol hingga detik ke-25. Dilakukan perhitungan tegangan RMS terhadap data tegangan (gambar 11, 13, 15) Didapatkan nilai tegangan RMS sebagai berikut.

Tabel 2 Rangkuman Perhitungan Tegangan RMS

Eksitasi	Frekuensi	Tegangan RMS (Volt)
Harmonik	1,0416 Hz	0,1064
	0,934 Hz	0,0258
	0,8196 Hz	0.0323

4. Pembahasan Hasil

Dapat disimpulkan bahwa kenaikan frekuensi kerja mempengaruhi besarnya tegangan RMS yang dihasilkan. Semakin besar frekuensi yang bekerja pada sistem, maka semakin besar pula tegangan RMS yang dihasilkan.

5. Kesimpulan

Secara keseluruhan, energi yang dihasilkan RSA sistem hidrolik ini tergolong kecil. Dengan penambahan komponen elektronik seperti dioda bridge, kapasitor dan voltage regulator hanya dapat menyalakan lampu dengan daya kecil seperti *light emitting diode (LED)*. Perlu optimasi pada desain, manufaktur dan dimensi.

6. Penghargaan

Terima kasih, penulis ucapkan kepada tim RSA dari Lab Sistem Dinamik dan Vibrasi ITS. Program beasiswa BPPS dan Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah mendukung terwujudnya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arziti, Marcos. 2010. Harvesting Energy From Vehicle Suspension. Tempere University of Technology: Spanyol.

Dixon, John C. 2007. The Shock Absorber Handbook Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd:Great Britain

Zuo, Lei dkk. 2010. Design And Characterization Of An Electromagnetic Energy Harvester For Vehicle Suspension. New York State University: USA.

Zuo Lei and Pei-Sheng Zhang. 2012. Energy Harvesting, Ride Comfort, and Road Handling of Regenerative Vehicle Suspensions. ASME Journal of Vibrations and Acoustics.

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1**repository.its.ac.id**

Internet Source

3%**2****ejournal.uin-suka.ac.id**

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On