



Optimization Of The Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) With Rod Alnico Magnet On The Rear Suspension Of Multi Purpose Vehicle (MPV)

Optimasi *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* Tipe Magnet Batang Alnico Pada Suspensi Belakang Multi Purpose Vehicle (MPV)

Andri Fadhil^{1*}, Hasan Maksum¹, Wanda Afnison¹

Abstract

This study aims to optimize the electrical energy generation generated by the Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) type of alnico bar magnet on the rear suspension Multi Purpose Vehicle. This study uses the Taguchi Experiment method by varying the number of copper windings (1000, 1500, 2000 turns), wire diameter (0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm) and large air gap (2 mm, 3 mm, 4 mm). The results showed the highest electrical voltage generation of 1.68V in 2000 wire coil variants, 0.4 mm wire diameter and 4 mm air gap. while the lowest voltage generated electricity is 0.9V on 1000 wire coil variants, 0,2 mm diameter diameter and 2 mm air gap. That is, an increase in the voltage generated by using the Taguchi Experiment method from previous studies which produced a voltage of 121-131mV.

Keywords

ERSA, number of winding, copper wire, electrical energy regenerative

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan energi listrik bangkitan yang dihasilkan oleh Elektromagnetik Regeneratif Shok Absorber (ERSA) tipe magnet batang alnico pada suspensi belakang *Multi Purpose Vehicle*. Penelitian ini menggunakan metode Eksperimen Taguchi dengan memvariasikan jumlah lilitan tembaga (1000, 1500, 2000 lilitaan), diameter kawat (0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm) dan besar celah udara (2 mm, 3 mm, 4 mm). Hasil penelitian didapatkan tegangan listrik bangkitan paling tinggi sebesar 1,68V pada varian lilitan kawat 2000, diameter kawat 0,4 mm dan celah udara 4 mm. sedangkan tegangan listrik bangkitan paling rendah sebesar 0,9V pada varian lilitan kawat 1000, diameter kawat 0,2 mm, dan celah udara 2 mm. Artinya, terjadi peningkatan tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode Eksperimen Taguchi dari penelitian sebelumnya yang menghasilkan tegangan sebesar 121-131mV.

Kata Kunci

ERSA, jumlah lilitan, kawat tembaga, energi listrik bangkitan

¹ Jurusan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

*andrifadhil995@gmail.com

Submitted : May 16, 2020. Accepted : May 26, 2020. Published : June 15, 2020.

PENDAHULUAN

Banyaknya peningkatan jumlah kendaraan bermotor per tahun, tidak semuanya energi yang ditimbulkan dapat dimanfaatkan dengan baik. Peningkatan konsumsi energi pada sector transportasi yang cukup signifikan ini salah satunya disebabkan oleh kegiatan ekonomi yang semakin meningkat khususnya industry manufaktur dan jasa yang berimbas pada mobilitas barang, jasa dan individu.[1] Lei Zuo menyatakan hanya 10-16 % energi bahan bakar yang benar-benar digunakan untuk mendorong kendaraan maju. Marcos Arziti menyatakan beberapa bagian mobil yang lain dapat dipanen energinya adalah suspensi, crankshaft, rem, dan melalui panel surya di atap kendaraan.[2]

Komponen pada sistem suspensi yang bertugas untuk meredam osilasi (gerak naik turun) pegas saat menerima kejutan atau hentakan dari profil jalan yang bergelombang dinamakan shock absorber.[3] Gerak osilasi yang terjadi pada shock absorber dari suspensi memiliki potensi untuk menghasilkan energi, energi yang hilang disebabkan adanya mekanisme peredam dapat diubah menjadi energi listrik.[4]

Dengan banyaknya energi terbuang yang bisa dimanfaatkan pada kendaraan, membuat penelitian ke arah Regenerative Suspension semakin berkembang. Salah satunya Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA), untuk menghasilkan energi listrik di dalamnya di desain menggunakan kumparan dan magnet. Dari kumparan dan magnet terjadi induksi elektromagnetik sehingga menghasilkan energi listrik.

Pada penelitian sebelumnya masih mengalami beberapa kelemahan, terutama pada saat pengujian menggunakan magnet batang alnico. Atas dasar itulah peneliti memfokuskan penelitian pada Elektromagnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA) dengan menggunakan magnet batang Alnico, yakni mengoptimalkan magnet batang Alnico dengan memvariasi desain agar dapat menghasilkan energi listrik yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Suspensi

Sistem suspensi merupakan sistem untuk menggantung roda-roda dengan menggunakan cara dan mekanisme tertentu[5]. Sistem suspensi merupakan salah satu komponen penting pada suatu kendaraan. Tujuan penggunaan suspensi adalah untuk mengisolasi badan kendaraan dari gangguan eksternal yang berasal dari permukaan jalan yang tidak teratur dan gangguan internal dari menikung, akselerasi atau perlambatan[6].

Shock Absorber

Shock absorber adalah alat yang berfungsi sebagai peredam guncangan atau kejutan dan untuk mendispersikan energi kinetik yang dihasilkan guncangan atau kejutan tersebut. Shock absorber berperan penting pada sistem suspensi mobil dan motor, roda pendaratan untuk pesawat terbang, dan sebagai bagian dari sistem pendukung mesin-mesin industri[7].

Kemampuan redam (damping force) adalah kemampuan shock absorber untuk meredam terjadinya osilasi pada kendaraan, makin besar kemampuan redam shock absorber untuk meredam terjadinya osilasi pada kendaraan, maka semakin besar kemampuan redam shock absorber, makin cepat pula hilangnya oskilasi yang terjadi pada kendaraan, kemampuan redam juga sangat tergantung dari kecepatan gerak piston[8].

Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)

Elektromagnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA) adalah suatu alat (suspensi) yang mampu mengubah getaran yang terjadi pada kendaraan oleh gangguan kontur permukaan jalan menjadi energi listrik dengan memanfaatkan induksi dari kumparan dan magnet[9].

Penelitian Yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat disimpulkan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa energi listrik bangkitan dari variasi factor pengaruh yaitu jumlah lilitan, diameter kawat, dan Air Gap menggunakan metode Taguchi dapat

meningkatkan serta mengoptimalkan energi listrik bangkitan pada Elektromagnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA) dengan magnet batang Alnico.

METODA

Design Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan metode Taguchi, menurut Sugiyono (2016: 160) metode eksperimen adalah metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variable independen (treatment/perlakuan) terhadap variable dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan. Metode Taguchi diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taghuci (1940), bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam dapat menekan biaya dan resources seminimal mungkin. Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk robust terhadap noise, karena itu sering disebut sebagai Robust Design (Suryaningsih, 2010). Pada penelitian ini untuk mencari nilai optimum dari energi listrik bangkitan yang dihasilkan pada Elektronik Magnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA) tipe magnet batang Alnico dengan variasi jumlah lilitan tembaga, diameter kawat dan besar celah udara (*Air Gap*) peneliti menggunakan metode Eksperimen Taguchi.

Definisi Operasional

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik kendaraan / energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan atau menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

Variabel Penelitian

Variable Respon

Variable respon di sini adalah variable yang mendefinisikan semua hal yang terjadi apabila kamu melakukan tindakan terhadap percobaan yang dilakukan akan tetapi bukan tujuan terakhir dari penelitian.

Variable Bebas

Banyaknya gulungan kawat yang digunakan, yaitu 1000, 1500, 2000 gulungan. Diameter Kawat tembaga yang digunakan yakni : 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm. Celah udara (*Air Gap*) atau besar celah antara magnet dan gulungan kawat yang digunakan yakni 2 mm, 4 mm, 6 mm.

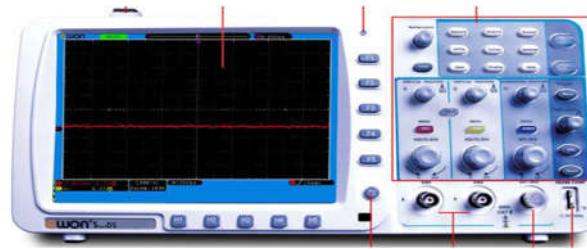
Objek Penelitian

Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah suspensi belakang mobil Toyota Avanza menggunakan Elektronik Magnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA) dengan magnet batang Alnico. Dalam penelitian ini, data yang diambil yaitu energi listrik bangkitan yang dihasilkan dengan memvariasikan jumlah lilitan tembaga, diameter kawat dan besar celah udara (*Air Gab*).

Instrumen Pengumpulan Data

Osiloskop

Osiloskop tidak hanya dapat mengukur besarnya tegangan suatu sinyal elektronik, tetapi lebih jauh lagi dapat mengukur frekuensi, melihat bentuk gelombang suatu sinyal elektronik, dan bahkan mengukur beda fase antara dua buah sinyal elektronik pada Elektronik Magnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA).



Gambar 1. Osiloskop

Suspension Tester

Suspension Tester digunakan untuk memberikan efek getaran pada suspensi mobil dan mengukur tingkat kenyamanan suatu suspensi kendaraan dengan tingkatan %.



Gambar 2. Suspension tester

Jenis Dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung pada saat alat di uji. Data sekunder adalah data yang mempunyai hubungan dengan topik penelitian yang diperoleh dari sejumlah referensi sebagai data penguat penelitian. Sumber data primer pada penelitian ini diperoleh dari pengujian pada alat.

Prosedur Penelitian

Tahap Persiapan

Pertama, menyiapkan Mobil Toyota Avanza dalam kondisi standar. *Kedua*, menyiapkan dan melepas *cover* pelindung debu *shock absorber*. *Ketiga*, memotong dudukan kepala *shock absorber* dan menggantinya dengan sambungan mur. *Keempat*, membuat dudukan akrilik sebagai tempat terpasanya magnet batang *Alnico*. Membuat koker dengan bahan fiber plastic sepanjang 10 cm sekaligus pembatas gulungan dengan bahan kayu dengan panjang tempat gulungan 6 cm. Adapun jumlah koker sebanyak 9 buah sesuai dengan variasi *air gap* yang dibutuhkan. *Kelima*, menggulung kawat tembaga dengan varian kawat 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm dan banyak gulungan pada masing-masing koker yaitu 1000, 1500, 2000 gulungan sesuai variasi yang dibutuhkan. *Keenam*, memasang 3 buah magnet *Alnico* pada dudukan yang telah dibuat pada *shock absorber*. Selanjutnya, memasang koker secara bergantian yang telah dibuat dengan berbagai variasi yang dibutuhkan ke *shock absorber* dan meletakkan posisi di luar magnet atau menyelimuti magnet.

Tahap Pengujian

Pertama, menaikkan mobil pada alat *suspension test*. Kedua, memasang komponen *Elektronik Magnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA)* pada suspensi belakang Toyota Avanza. Ketiga, Mengaktifkan *suspension Test*. Keempat, mengaktifkan *osiloskop* dan memasang jepitan kabel *osiloskop* pada 2 kawat tembaga. Kelima, membaca dan menyimpan hasil pengujian pada *osiloskop* dengan *flas disc* lalu menyalikan ke laptop. Keenam, menyalin data yang didapatkan ke table yang telah disediakan sesuai metode taguchi yang digunakan. Selanjutnya, merubah data yang didapatkan menjadi grafik dengan menggunakan metode Taguchi dan mengolahnya menggunakan *microsoft excel* untuk mendapatkan hasil optimum yang diharapkan.

Teknik Pengumpulan Data

Menentukan parameter kendali

Dalam penelitian ini terdapat 3 parameter kendali yang digunakan yaitu jumlah gulungan kawat tembaga, tebal diameter kawat, dan celah udara (*Air Gap*) kemudian dirancang menjadi 3 level sehingga menjadi *matriks orthogonal* dengan 3 level. Adapun *matriks orthogonal* dengan 3 level dapat dilihat pada table 1.

Table 1. *Matriks Orthogonal dengan 3 Level*

Faktor	Defenition	Level		
A	Jumlah Gulungan	1000	1500	2000
B	Diameter Kawat	0,2	0,3	0,4
C	Celah Udara (<i>Air Gap</i>)	2	4	6

Menentukan Jumlah Run dan Eksperimen

Dari jumlah parameter kendali dan level tersebut dapat ditentukan jumlah baris untuk membuat *matriks orthogonal* pada metode Taguchi yaitu 9 run. Oleh karena itu, yang digunakan adalah *matriks orthogonal L9* atau disebut juga *Orthogonal Array L9*. Sebab, pada metode Taguchi *Orthogonal Array L9* dapat digunakan hingga 3 parameter kendali dan jumlah level dari setiap parameter kendali adalah 3.

Tabel 2. *Matriks Orthogonal L9*

No.	Faktor			Hasil Pengujian
	A	B	C	
1.	1000	0,2	2	
2.	1000	0,3	4	
3.	1000	0,4	6	
4.	1500	0,2	2	
5.	1500	0,3	4	
6.	1500	0,4	6	
7.	2000	0,2	2	
8.	2000	0,3	4	
9.	2000	0,4	6	

Analisa Data

ANOM (Analysis of Mean)

Anom atau analisis rata-rata, digunakan untuk mencari kombinasi dari parameter kendali sehingga diperoleh hasil yang optimum sesuai dengan keinginan. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

Menghitung jumlah rata-rata dari hasil pengujian energi bangkitan

$$\mu = \frac{1}{n} \sum y \dots\dots\dots 1.0$$

Menghitung Respon Kualitas dari Masing-Masing Level Faktor

$$\bar{\bar{y}}_{jk} = \frac{\sum \bar{y}_{jk}}{n_{jk}} \dots\dots\dots 1.1$$

Menghitung Rata-rata Respon Kualitas Masing-Masing Faktor

$$\mu_j = \frac{1}{n} \sum \bar{\bar{y}}_{jk} \dots\dots\dots 1.2$$

Menghitung Main Effect Respon Kualitas Masing-Masing Level Faktor

$$ME_{jk} = \bar{\bar{y}}_{jk} - \mu_j \dots\dots\dots 1.3$$

ANOVA (*Analysis of Variant*)

ANOVA atau analisis varian pada metode Taguchi digunakan sebagai suatu metode statistik untuk menginterpretasikan data-data dari hasil eksperimen. Adapun langkah-langkah dari analisis varian adalah sebagai berikut:

Menghitung Nilai Total *Sum Of Squares* Masing-Masing Faktor

$$SS_j = \sum n \cdot ME_j^2 \dots\dots\dots 2.0$$

Menghitung Rata-Rata Dari *Sum Of Squares* Hasil Pengujian

$$SS_p = \sum y^2 - n \cdot \mu^2 \dots\dots\dots 2.1$$

Menghitung Jumlah Derajat Kebebasan Masing-Masing Faktor

$$V_j = (\text{jumlah level faktor } j) - 1 \dots\dots\dots 2.2$$

Menghitung Jumlah Error dari Nilai Total *Sum Of Squares* Semua Faktor

$$SS_e = SS_p - \sum SS_j \dots\dots\dots 2.3$$

Menghitung Mean Square Pada Masing-Masing Faktor

$$MS_j = \frac{SS_j}{V_j} \dots\dots\dots 2.4$$

Menghitung Persentase Pengaruh dari Masing-Masing Faktor

$$\% \rho_j = \frac{SS_j}{SS_p} \times 100 \dots\dots\dots 2.5$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di Workshop Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang mulai pada tanggal 22 Oktober 2019, maka diperoleh data hasil pengujian yang dapat dilihat pada tabel 3.

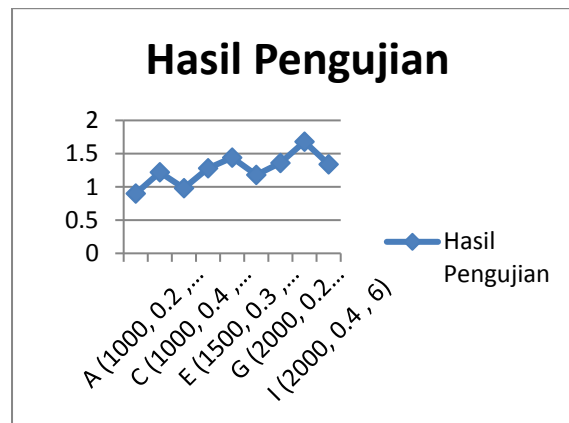
Table 3. Matriks Orthogonal L9 dan Hasil Pengujian beserta Efisiensi Roda Kanan Bagian Belakang

No.	Lilitan	Diameter Kawat (mm)	Air Gap (mm)	Hasil
1.	1000	0,2	2	0,9 V
2.	1000	0,3	4	1,22 V
3.	1000	0,4	6	0,98 V
4.	1500	0,2	2	1,28 V
5.	1500	0,3	4	1,44 V
6.	1500	0,4	6	1,18 V
7.	2000	0,2	2	1,36 V
8.	2000	0,3	4	1,68 V
9.	2000	0,4	6	1,34 V

berdasarkan table 3 dapat diuraikan menjadi beberapa aspek sebagai berikut:

Energi Listrik Bangkitan

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil energi listrik bangkitan yang beragam, energi listrik bangkitan paling tinggi sebesar 1,68 V pada varian lilitan kawat 2000, diameter kawat 0,4 mm dan Air Gap 4 mm sedangkan energi listrik bangkitan paling kecil sebesar 0,9 V.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Arus Bangkitan

Berdasarkan gambar 3 terlihat perbedaan energy listrik bangkitan pada setiap faktor, hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh dari setiap faktor yang digunakan dalam menghasilkan energi listrik bangkitan yang berbeda-beda.

Optimasi Energi Listrik Bangkitan

Menggunakan metode taguchi dari 9 eksperimen yang dilakukann, dengan mencari jumlah respon kualitas dan main effect pada masing-masing factor dan level didapatkan varian terbaik yaitu jumlah lilitan 1000, diameter kawat 0,4 mm, dan Air Gap 4 mm. Selain itu, juga di dapatkan seberapa besar persentase pengaruh dari masing – masing factor yang mempengaruhi dalam menghasilkan energi listrik bangkitan.

Pengaruh Respon Kendaraan

Pengaruh respon kendaraan berdasarkan hasil pengujian menggunakan suspension test dapat di lihat pada table 4.

Table 4. Respon kendaraan

Designations	Information
Left wheel efficiency (%) E2	58
Right wheel efficiency (%) E2	65
Dissimmetry (%) E2	10

Berdasarkan table 4 dapat dilihat perbedaan efisiensi redaman suspensi kiri dan kanan kendaraan, serta nilai ketidaseimbangan dari kedua roda pada saat pengujian.

Pembahasan

Energi listrik bangkitan

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil energi listrik bangkitan yang beragam, energi listrik bangkitan paling tinggi sebesar 1,68 V pada varian lilitan kawat 2000, diameter kawat 0,4 mm dan Air Gap 4 mm sedangkan energy listrik bangkitan paling kecil sebesar 0,9 V. Hal ini membuktikan bahwa dengan variasi jumlah lilitan, diameter kawat, dan Air Gap dapat menghasilkan energi listrik bangkitan yang lebih baik pada Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) tipe magnet batang Alnico dilihat dari jumlah energi listrik bangkitan pada penelitian sebelumnya hanya 121-131 mV.

Optimasi Energi Listrik Bangkitan

Analisa untuk mencari titik optimum dari energy listrik bangkitan ERSA pada magnet batang Alnico dengan Metode Taguchi melalui beberapa tahap, antara lain sebagai berikut:

ANOM (Analysis of Mean)

Table 5. Hasil dari perhitungan ANOM (Analysis of Mean)

	Respon Tabel of Quality			Average	Main Effect		
	1	2	3		1	2	3
A.	1,0333	1,3000	1,4600	1,2644	0,2311	0,0356	0,1956
B.	1,1800	1,4467	1,1667	1,2644	0,0844	0,1822	0,0978
C.	1,1800	1,4467	1,1667	1,2644	0,0844	0,1822	0,0978

Pada table 5 dapat dilihat seberapa besar respon dari masing-masing level dan factor serta main effect dari masing-masing level dan factor. Sehingga di dapatkan varian terbaik, varian terbaik di dapatkan dari hasil repon kualitas dan main effect tertinggi yang didapatkan artinya pengaruh yang paling menonjol dari masing - masing factor dan level. Dengan demikian, didapatkan faktor dan level terbaik dari masing-masing factor dan level pada table di atas yaitu factor (A) level 3 (lilitan 2000), factor (B) level 2 (diameter kawat 0,3 mm), factor (C) level 2 (Air Gap 4 mm).

ANOVA (Analysis of Variant)

Table 6. Hasil Perhitungan ANOVA (Analysis of Variant)

Parameter	SS _j	V _j	MS _j	%p
A (Jumlah Lilitan)	0,278756	2	0,139378	63,14941603
B (Diameter Kawat)	0,149689	2	0,074844	33,91059203
C (Air Gap)	0,149689	2	0,074844	33,91059203
SS _e	-0,13671	-	-	-
SS _p	0,441422	-	-	-

Berdasarkan table 6 dapat dilihat seberapa besar persentase pengaruh setiap parameter uji (factor) beserta nilai error yang didapatkan. Persentase tertinggi yaitu factor A (jumlah lilitan) sebesar 63 %, sedangkan factor B (diameter kawat) dan factor C (Air Gap) memperoleh persentase yang sama sebesar 33 %. Artinya, jumlah lilitan tembaga memiliki pengaruh yang lebih besar dalam menghasilkan energi bangkitan dibandingkan dengan diameter kawat dan Air Gap. Tetapi, semua factor berpengaruh dalam menghasilkan energi bangkitan dengan nilai error sama dengan nol.

Pengaruh Respon Kendaraan

Dari data menunjukkan adanya peningkatan efisiensi redaman pada Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) dengan magnet batang Alnico yaitu meningkat sebesar 8 %. Dari perbedaan nilai efisiensi redaman suspensi tersebut di dapatkan besar nilai ketidakseimbangan kedua roda yaitu 10 %. Dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan terdapat pengaruh respon kendaraan dari penggunaan Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) dengan magnet batang Alnico.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil energi listrik bangkitan yang beragam, energi listrik bangkitan paling tinggi sebesar 1,68 V pada varian lilitan kawat 2000, diameter kawat 0,4 mm dan Air Gap 4 mm. Hal ini di pengaruhi oleh varian factor, dengan varian factor yang dilakukan menggunakan metode Taguchi cukup signifikan dalam meningkatkan energy listrik bangkitan Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) tipe magnet batang Alnico dari penelitian sebelumnya.

Menggunakan metode Taguchi didapatkan factor dan level yang optimum atau yang paling berpengaruh yaitu jumlah lilitan 2000, diameter kawat 0,3 dan Air Gap 4 dengan hasil energi listrik bangkitan yang di hasilkan sebesar 1,68 V. selain itu dengan metode Taguchi juga di dapatkan pengaruh respon dari masing-masing factor dan juga persentase pengaruh beserta

error dari setiap factor dalam menghasilkan energy listrik bangkitan dari Elektronik Magnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA) magnet batang Alnico.

Dari data yang didapatkan menggunakan sususpension test, terdapat Perbedaan efisiensi redaman yang menunjukkan adanya peningkatan efisiensi redaman pada Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) dengan magnet batang Alnicoyaitu meningkat sebesar 8 %. Dari perbedaan nilai efisiensi redaman suspensi tersebut di dapatkan besar nilai ketidakseimbangan kedua roda yaitu 10 %. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh respon kendaraan dari penggunaan Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) dengan magnet batang Alnico

Saran

Penelitian ini masih terbatas dalam penggunaan merek tembaga yang tepat untuk digunakan, dan juga pengukuran besar fluks magnet masih terkendala pada alat yang digunakan sehingga tidak bisa menentukan kode jenis magnet dari spesifikasi magnet yang digunakan, dalam penelitian lanjutan agar lebih memerhatikan hal tersebut agar penelitian yang dilakukan lebih maksimal.

Untuk meningkatkan besar energy listrik bangkitan perlu di perhatikan juga factor lain yang berkemungkinan berpengaruh besar dalam menghasilkan energi arus bangkitan menggunakan Elektronik Magnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA) magnet batang Alnico. Salah satunya kecepatan/frekuensi naik turun suspensi, dengan menemukan alat yang bisa mengatur hal tersebut berkemungkinan untuk menghasilkan arus yang lebih besar lagi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] W. Afnison, E. Alwi, H. Maksum, B. Amin, dan M. Y. Setiawan. (2019). "Development of the Electromagnetic Regenerative Shock Absorber as an Energy Harvesting Tool for Vehicles". *Motiv. J. Mech. Electr. Ind. Eng.*, vol. 1, no. 3, hlm. 71–82.
- [2] K. Kadaryono dan M. Usman. (2014). "Pengembangan Dan Studi Karakteristik Prototipe Regenerative Shock Absorber Sistem Hidrolik". *J. Intake J. Penelit. Ilmu Tek. Dan Terap.*, vol. 5, no. 1, hlm. 56–68.
- [3] N. F. Satria dan D. S. Purnomo. (2018) "Rancang Bangun Regenerative Shock Absorber (RSA) Pada Kendaraan Roda Empat". *J. Poli-Tekno.*, vol. 17, no. 3.
- [4] W. Afnison dan H. L. Guntur. (2015). "Studi Karakteristik Regeneratif Shock Absorber Double Silinder Hydraulic Actuator Dengan Variasi Viskositas Oli," *Pros. SENATEK Feb*, hlm.186–193.
- [5] H. Maksum. (2012). *Suspensi dan Kemudi*. Padang: UNP pres.
- [6] D. T. Santosa, A. T. Sumardi, dan L. T. K. Otomatik. (2012). *Perancangan Sistem Suspensi Aktif Nonlinier Tipe Paralel dengan Kendali HYbrid Fuzzy PID Pada Model Kendaraan Seperempat*. Semarang, Universitas Diponegoro.
- [7] J. R. ARYA. (2015). "Pengaruh Viskositas Berbagai Minyak Sawit Untuk Oli Peredam Shock Absorber Sepeda Motor". PhD Thesis, UPT. Perpustakaan Unand.
- [8] H. Maksum. (2018). "Design Of Electromagnetic Regenerative Shock Absorber As A Tool Of Harvesting Vibration Energy On Vehicle," *Int. J. GEOMATE*, vol. 15, no. 50. hlm.1-7.
- [9] W. Afnison dan B. Amin. (2017). "Distribusi Viscous, Friction Dan Electric Dumping Pada Regeneratif Shock Absorber (RSA) Tipe Hydraulic Electro Mechanic Shock Absorber (HEMSA)," *INVOTEK J. Inov. Vokasional Dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, hlm. 45–52.

~ Halaman ini sengaja dikosongkan ~