



## DESAIN PENGEMBANGAN PROTOTIPE SISTEM ELEKTROMAGNETIK REGENERATIVE SHOCK ABSORBER UNTUK MEMBANTU PROSES RECOVERY PADA BATERAI MOBIL

**Ian Hardianto Siahaan, Albertus Kenny Kuncoro**

Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra  
Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia  
Phone: 0062-31-2983465, Fax: 0062-31-8417658  
E-mail : ian@petra.ac.id

### ABSTRAK

*Terobosan yang paling baru saat ini adalah teknologi mobil hybrid, dimana bahan bakar utamanya adalah bensin dan listrik yang diperoleh dari energi sisa yang terbuang yang dimanfaatkan kembali untuk menggerakkan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik untuk mengisi cadangan baterai sehingga dapat digunakan untuk keperluan lainnya. Terinspirasi dari ide tersebut penelitian ini mengembangkan sistem regenerative shock absorber dengan memanfaatkan medan listrik yang dihasilkan dari gerakan naik dan turun kendaraan akibat respon getaran yang timbul pada saat melintasi permukaan jalan yang tidak rata yang dalam hal ini dapat menyuplai asupan energi listrik pada baterai. Selain dari inspirasi tersebut penelitian mencoba mengatasi permasalahan dimana seringnya pemilik kendaraan lalai mematikan kendaraan sehingga aki menjadi tekor karena dibiarkan lama dan tidak dikendarai yang memicu kurangnya pasokan listrik pada aki sehingga menyebabkan kendaraan sulit dinyalakan kembali. Pada penelitian ini shock absorber yang digunakan menggunakan material stainless steel dan besi yang meliputi cover chamber dan center rod, sedangkan untuk menciptakan induksi elektromagnetik menggunakan magnet, kawat tembaga, dioda dan kapasitor. Magnet yang digunakan pada percobaan menggunakan besi buatan yang berbentuk lingkaran berongga. Lilitan yang digunakan berbahan tembaga dengan komposisi lilitan yang dipakai kawat tembaga yang memiliki ketebalan 0.12 mm dengan jumlah lilitan  $\pm 5000$  yang dililit secara bertumpukan dan rapat. Dioda yang dibuat sebagai percobaan ada 4 biji dengan masing-masing spesifikasi 1 Ampere, sedangkan kapasitor 1 buah dengan spesifikasi 1 mikro farad. Berdasar hasil pengujian pada prototipe dihasilkan tegangan dengan total 2,66 V dan jenis tegangan sewaktu diukur adalah tegangan AC (bolak balik). Dengan bantuan dioda 4 buah perubahan tegangan dari AC menjadi DC. Dari hasil diatas, dari hasil percobaan prototipe tanpa dioda didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 2,66 V dengan jenis tegangan AC. Dan setelah penambahan dioda dan tegangan berubah menjadi DC dan terukur sebesar 1,52 V dikarenakan dioda tersebut memiliki nilai resistansi sebesar 0,75 sehingga hasil tegangan AC yang terukur dikalikan dengan nilai resistansi tersebut sehingga menghasilkan tegangan DC yang lebih kecil dari tegangan AC dikarenakan resistansi dari dioda tersebut. Dari hasil percobaan pada prototipe, untuk mencapai sebuah tegangan yang direkomendasikan menjadi lebih besar bisa dilakukan penggantian magnet dengan medan magnet yang lebih besar dan jumlah lilitan yang diperbanyak akan membantu meningkatkan tegangan yang dihasilkan dari prototipe ini.*

*Kata kunci: Regenerative Shock absorber, diode, induksi elektromagnetik.*

### 1. Pendahuluan

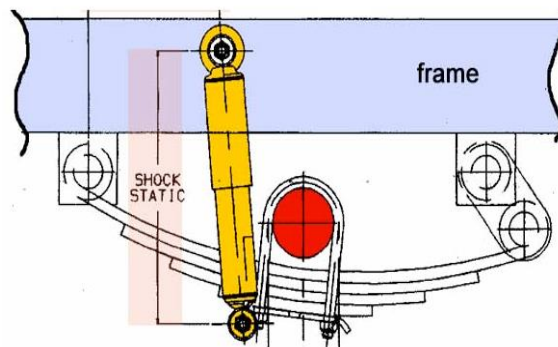
Energi merupakan salah satu kebutuhan penting bagi manusia. Energi memiliki sifat dapat diciptakan dan diubah menjadi wujud yang berbeda sehingga menghasilkan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, akan tetapi energi tidak dapat dimusnahkan hanya bisa menjadi wujud lain. Pada kenyataannya saat ini energi yang sangat dibutuhkan tersebut terkadang terbuang sia-sia ke lingkungan, padahal dari energi yang terbuang sia-sia ini tentu bisa berpotensi untuk dimanfaatkan kembali menjadi rupa energi lain yang bisa bermanfaat bagi kebutuhan lainnya sehingga energi bisa terpakai secara efisien. Di dalam industri otomotif terutama energi sangatlah berperan penting sehingga para industri otomotif di dunia berlomba-lomba untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia serta yang dapat menghemat energi secara efisien serta bersahabat dengan lingkungan. Dalam bidang otomotif, terobosan yang paling baru adalah teknologi mobil *hybrid*. Mobil *hybrid* adalah mobil bertenaga bahan bakar dan listrik. Bahan bakar utama dari mobil ini adalah bensin dan listrik diperoleh dari energi sisa yang terbuang yang dimanfaatkan untuk menggerakkan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik untuk mengisi cadangan baterai sehingga dapat digunakan untuk keperluan lainnya. Teknologi mobil *hybrid* yang sekarang lagi dikembangkan adalah sistem dari regenerative shock absorber. Selain itu masalah yang sering terjadi yaitu saat pemilik kendaraan lalai untuk mematikan kendaraanya

sehingga membuat aki menjadi tekor atau kendaraan yang dibiarkan terlalu lama dan tidak dipakai tentu akan memicu kurangnya pasokan listrik pada aki sehingga menyebabkan kendaraan sulit dinyalakan ketika akan digunakan kembali. Dengan terinspirasi dalam bidang pembaharuan energi, teknologi pengembangan dari mobil *hybrid* dan masalah kelalaian pemilik kendaraan seperti hal di atas, menjadi bahan dasar yang melatarbelakangi membuat perencanaan sistem prototipe elektromagnetik shock absorber yang memanfaatkan medan listrik yang dapat dihasilkan dari gerak naik turun dari shock absorber untuk membantu mengisi suplai listrik pada baterai mobil.

Pada Penelitian ini dilakukan analisa besar tegangan yang dapat dihasilkan oleh perangkat yang telah dibuat melalui rangkaian sederhana berupa prototipe shock absorber yang dimodifikasi dengan satu buah contoh harvester dalam membantu proses suplai pengisian baterai mobil. Selain konsumsi pemakaian bahan bakar menjadi efisien harapannya usia pemakaian alternator menjadi semakin panjang.

## 2. Teori Dasar

Sebuah shock absorber pada penelitian ini di desain agar mampu menyerap energi dengan memanfaatkan getaran yang timbul ketika melakukan pengujian dinamis. Berdasarkan hukum kekekalan energi dinyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dlenyapkan. Akan tetapi, energi dapat di rubah dari wujud satu ke wujud lainnya. Nama lain untuk *shock absorber* biasanya disebut sebagai *energy converter*. Energi yang diserap oleh *shock absorber* dikonversikan menjadi panas dan selanjutnya menyebar dan menyatu ke udara sekitar. Dahulu *shock absorber* menggunakan gesekan untuk menyerap energi dari pegas. *Shock absorber* tersusun atas sebuah tuas yang terhubung pada as roda dan satu tuas yang lain terhubung pada kerangka bodi mobil. Tuas tersebut terpisah oleh jenis material yang bergesekan seperti kopleng dan kampas rem yang tersusun rapat dan bergesekan satu sama lain. Gerakan vertikal yang terjadi pada suspensi tersebut menyebabkan gesekan dan menghasilkan panas. Jumlah energi yang dihasilkan dari sistem tersebut dikendalikan dari kerapatan antara kedua tuas tersebut. Jika tingkat kerapatan yang diatur terlalu rapat akan menyebabkan gerakan *shock absorber* terhambat dan akhirnya menyebabkan suspensi terkunci. Gesekan yang ditimbulkan dari *shock absorber* sangat rawan dilihat dari gerakan gesekan konstan dari kedua tuas tersebut.



Gambar 2.1. Penampang *shock absorber* dengan framenya

*Shock absorber* merupakan bagian yang penting dari sistem suspensi yang bekerja untuk meredam atau menetralkan dengan cepat *vibrasi* (getaran) *spring* (pegas) yang terjadi akibat jalan. Jika kendaraan yang tidak memiliki *shock absorber* mengalami getaran akibat kondisi jalan maka akan semakin lama untuk kembali ke posisi normalnya. *Shock absorber* yang baik dan tepat adalah yaitu sesuai dengan kondisi jalan, beban kendaraan dengan muatan serta kecepatan, maka pengemudi akan merasakan lebih mudah mengendalikan kemudinya, karena terjaminnya kestabilan meskipun ada guncangan-guncangan yang terjadi dan juga kendaraan tersebut dirasakan lebih nyaman dikendarai oleh pengemudi.

*Shock absorber* yang modern memiliki prinsip kerja secara hidrolik. Dasar kerjanya seperti pompa oli yang menekan oli melalui sebuah katup atau lubang kecil. Panas yang ditimbulkan muncul saat cairan di tekan secara paksa melalui lubang kecil tersebut. Karena gesekan yang ditimbulkan didalam adalah gesekan dari cairan tersebut, *shock absorber* hidrolik dapat dioperasikan melalui berbagai macam medan jalan saat ini. Semua *shock absorber* yang digunakan hari merupakan jenis “*direct acting*”. Bagian yang pertama terhubung dengan suspensi dan bagian lainnya terhubung dengan kerangka bodi mobil. Karet *bushing* yang ada pada sistem tersebut berguna untuk membantu perubahan sudut dan meredam getaran yang terjadi. Badan dari *shock absorber* terbuat dari material yang padat dan kuat dengan tuas yang semakin memanjang dari badan *shock absorber* tersebut. Tuas tersebut terhubung dengan suspensi pada mobil sehingga tuas tersebut mengikuti gerakan dari suspensi tersebut dan *shock absorber* akan bekerja untuk melakukan peredaman.



Gambar 2.2. Penampang *shock absorber* pada mobil

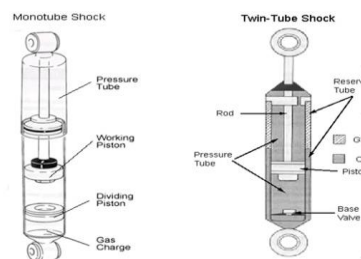
### 2.1. Macam-macam Shock Absorber

Pemahaman tentang shock absorber menjadi dasar pertimbangan pemilihan tipe yang digunakan pada mobil tersebut, berikut klasifikasinya:

- Shock absorber standard, shock absorber ini berisi oli dan udara, dari performance daya redamnya shock absorber ini dapat dibedakan menjadi dua macam :
  - a. Single action, jenis shock absorber ini hanya mempunyai daya redam pada waktu extention saja dan sewaktu compression tidak mempunyai daya redam.
  - b. Double action, jenis shock absorber ini mempunyai daya redam sewaktu extention dan compression.
- Shock absorber gas, shock absorber ini merupakan pengembangan dari shock absorber standar. Shock absorber tipe ini selain berisi oli juga berisi gas nitrogen dengan tekanan yang sudah ditentukan, karena hal tersebut maka bagian dan konstruksinya berbeda dari jenis shock absorber standard. Dari segi kenyamanan lebih lembut dan guncangan relatif lebih singkat. Dari tingkat kestabilan cukup stabil pada tikungan dan kecepatan tinggi.

Selain dari klasifikasi berdasarkan fluida yang digunakan, pengklasifikasian juga dibedakan berdasarkan konstruksinya sebagai berikut:

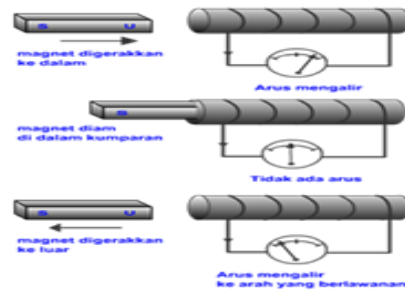
- Shock absorber tipe mono tube, di dalam shock absorber ini hanya terdapat satu silinder (tanpa reservoir)
- Shock absorber tipe twin tube  
 Di dalam shock absorber tipe ini terdapat pressure tube dan outer tube yang membatasi working chamber (silinder dalam) dan reservoir chamber (silinder luar).



Gambar 2.3. Konstruksi Shock Absorber

### 2.2. Induksi Elektromagnetik

Ilmuwan berkebangsaan Inggris, bernama Michael Faraday melakukan percobaan berdasarkan hipotesanya bahwa sebuah medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh Michael Faraday, bahwa gerakan magnet didalam kumparan menyebabkan jarum galvanometer menyimpang. Jika kutub utara magnet digerakkan mendekati kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke kanan. Jika magnet diam dalam kumparan, maka jarum galvanometer tidak menyimpang. Jika kutub utara magnet digerakkan menjauhi kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke kiri. Penyimpangan dari jarum galvanometer menunjukkan bahwa pada kedua ujung kumparan terdapat arus listrik. Peristiwa timbulnya arus listrik seperti itulah yang disebut induksi elektromagnetik. Beda potensial yang timbul pada ujung kumparan disebut gaya gerak listrik atau yang disebut GGL induksi. Terjadinya GGL induksi jika kutub utara magnet didekatkan ke kumparan, jumlah garis gaya yang masuk kumparan makin banyak dan perubahan jumlah garis gaya itulah yang menyebabkan terjadinya penyimpangan jarum galvanometer. Hal yang sama juga akan terjadi jika magnet digerakkan keluar dari kumparan. Akan tetapi, arah simpangan jarum galvanometer berlawanan dengan penyimpangan semula. Dengan demikian disimpulkan bahwa penyebab timbulnya GGL induksi adalah perubahan garis gaya magnet yang dilingkupi oleh kumparan.



Gambar 2.4. Percobaan Sederhana Induksi Elektromagnetik

Menurut Hukum Faraday, besar GGL induksi pada kedua ujung kumparan sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang dilingkupi kumparan. Yang berarti semakin cepat terjadinya perubahan fluks magnetik, maka makin besar GGL induksi yang timbul. Fluks magnetik adalah kerapatan garis – garis gaya dalam medan magnet, artinya fluks magnetik yang berada pada permukaan yang lebih luas kerapatannya rendah dan kuat medan magnetik lebih lemah, sedangkan pada permukaan yang lebih sempit kerapatan fluks magnet akan kuat dan kuat medan magnetik lebih tinggi. Satuan internasional dari besaran fluks magnetik diukur dalam Weber, disingkat Wb dan didefinisikan dengan suatu medan magnet serba sama mempunyai fluks magnetik sebesar 1 Weber bila sebatang penghantar memotong garis–garis gaya magnetik selama satu detik akan menimbulkan gaya gerak listrik (GGL) sebesar 1 Volt.

### 2.3. Tipe Magnet

Jenis magnet ada 3 macam yaitu magnet tetap, magnet tidak tetap, magnet buatan. Magnet tetap tidak memerlukan tenaga atau bantuan dari luar untuk menghasilkan daya magnet (berelektromagnetik). Jenis magnet tetap selama ini yang diketahui terdapat pada :

- Magnet neodmium, merupakan magnet tetap yang paling kuat. Magnet neodmium (juga dikenal sebagai NdFeB, NIB, atau magnet Neo), merupakan sejenis magnet tanah jarang, terbuat dari campuran logam neodmium.
- Magnet samarium-cobalt, merupakan salah satu dari dua jenis magnet bumi yang langka, merupakan magnet permanen yang kuat terbuat dari paduan samarium dan kobalt.
- Ceramic magnet
- Plastic magnet
- Alnico magnet

Magnet tidak tetap tergantung pada medan listrik untuk menghasilkan medan magnet. Contoh magnet tidak tetap adalah elektromagnet.

Dan selanjutnya magnet buatan meliputi hampir seluruh magnet yang ada sekarang ini. Bentuk magnet buatan antara lain : magnet U, magnet ladam, magnet batang, magnet lingkaran, magnet jarum (kompas).

### 2.4. Jenis Induktor

Jenis – jenis induktor menurut bahan pembuat intinya dapat dibagi menjadi 4 yaitu:

Tabel 2.1 Jenis Induktor

Induktor dengan inti udara (air core)	
Induktor dengan inti besi (iron core)	
Induktor dengan inti ferit	
Induktor dengan perubahan inti	

## 2.5. Kapasitor

Kapasitor adalah perangkat komponen elektronika yang berfungsi untuk menyimpan muatan listrik dan terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat (dielektrik) pada tiap konduktor atau yang disebut keping. Kapasitor biasanya disebut dengan sebutan kondensator yang merupakan komponen listrik dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik.

Prinsip kerja kapasitor pada umumnya hampir sama dengan resistor yang juga termasuk ke dalam komponen pasif. Komponen pasif adalah jenis komponen yang bekerja tanpa memerlukan arus panjar. Kapasitor sendiri terdiri dari dua lempeng logam (konduktor) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Penyekat atau isolator banyak disebut sebagai bahan zat dielektrik. Zat dielektrik yang digunakan untuk menyekat kedua komponen tersebut berguna untuk membedakan jenis-jenis kapasitor. Di dunia ini terdapat beberapa kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik, antara lain kertas, mika, plastik cairan dan masih banyak lagi bahan dielektrik lainnya. Dalam rangkaian elektronika, kapasitor sangat diperlukan terutama untuk mencegah loncatan bunga api listrik pada rangkaian yang mengandung kumparan. Selain itu, kapasitor juga dapat menyimpan muatan atau energi listrik dalam rangkaian, dapat memilih panjang gelombang pada radio penerima dan sebagai filter dalam power supply.

Jenis-Jenis Kapasitor terbagi menjadi bermacam-macam. Karena dibedakan berdasarkan polaritasnya, bahan pembuatan dan ketetapan nilai kapasitor. Selain memiliki jenis yang banyak, bentuk dari kapasitor juga bervariasi. Contohnya kapasitor kertas yang besar kapasitasnya 0.1 F, kapasitor elektrolit yang besar kapasitasnya 105 pF dan kapasitor variable yang besar kapasitasnya bisa kita rubah hingga maksimum 500 pF.

## 3. Metodologi

Secara garis besar metodologi penelitian yang dilakukan didahului kajian studi literatur, perancangan dan pembuatan prototipe regenerative shock absorber, melakukan percobaan sederhana pada prototipe, dan melakukan analisis hasil percobaan.

- Studi literatur, mempelajari berbagai macam sumber mengenai berbagai macam prinsip – prinsip dasar. Seperti mempelajari prinsip kerja dasar dari shock absorber pada mobil, mempelajari teori dasar induksi elektromagnetik berdasarkan hukum Faraday.
- Perancangan dan Pembuatan Prototipe Regenerative Shock Absorber, terlebih dahulu melakukan perancangan dengan prinsip kerja dasar dari shock absorber tersebut dan membuat prototipe yang menyerupai shock absorber tersebut dengan mekanisme yang sederhana akan tetapi tidak memakai gas maupun fluida yang terdapat pada shock absorber yang sesungguhnya. Kemudian merencanakan dan mempersiapkan komponen – komponen kelistrikan untuk mengolah arus yang dihasilkan dari prototipe tersebut.
- Melakukan Percobaan Sederhana Pada Prototipe, bereksperimen menggunakan jumlah lilitan pada prototipe sehingga dapat diketahui perbedaan arus yang dihasilkan. Dan dalam melakukan percobaan saya melakukan gerakan manual dalam menguji prototipe regenerative shock absorber.
- Melakukan Analisis Hasil Percobaan, objek yang digunakan dalam analisis hasil percobaan dimulai dari hasil eksperimen dari jumlah lilitan, frekuensi dari gerakan prototipe shock absorber yang digerakkan secara manual dan pengolahan arus listrik yang akan digunakan.

### 3.1. Pembuatan Prototipe Shock Absorber

Prototipe shock absorber terbuat dari 2 bahan berbeda yaitu stainless steel dan besi.



Gambar 4.1. Prototipe dari shock absorber

### 3.2. Perencanaan sistem induksi elektromagnetik pada prototipe shock absorber

Pada perencanaan sistem induksi elektromagnetik, mempersiapkan bahan-bahan menunjang kebutuhan prototipe dan untuk percobaan yaitu magnet, kawat tembaga, dioda, dan kapasitor.

### 3.3. Magnet yang dipersiapkan untuk percobaan

Dalam percobaan pada prototipe, magnet yang digunakan merupakan magnet besi buatan yang berbentuk lingkaran yang berongga pada tengahnya dengan spesifikasi:



Gambar 4.2. Magnet yang digunakan untuk percobaan

#### 3.4. Lilitan yang dipersiapkan untuk percobaan

Pada percobaan prototipe, lilitan yang digunakan berbahan tembaga. Pada percobaan ini komposisi lilitan yang dipakai adalah dengan kawat tembaga yang memiliki ketebalan 0,12 mm dan dengan jumlah lilitan  $\pm 5000$  yang dililit secara bertumpukan dan rapat.



Gambar 4.3. lilitan  $\pm 5000$  dan tebal kawat 0,12 mm.

#### 3.5. Dioda

Pada percobaan prototipe, dioda yang dibuat sebagai percobaan ada 4 biji dengan spesifikasi 1 Ampere



Gambar 4.4. Dioda 1 Ampere untuk percobaan prototipe.

#### 3.6. Kapasitor untuk percobaan

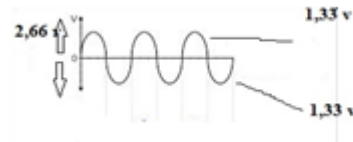
Pada percobaan prototipe, kapasitor yang digunakan 1 buah dengan spesifikasi 1 mikro



Gambar 4.5. Kapasitor 1 mikro yang digunakan untuk percobaan

#### 4. Hasil dan Pembahasan

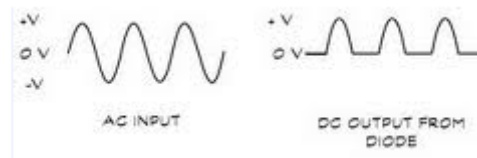
Percobaan yang dilakukan adalah menggerakkan prototipe shock absorber yang sudah dipasang perangkat magnet beserta lilitan. Pada percobaan dengan tebal kawat 0,12 mm dan jumlah lilitan  $\pm 5000$  digerakkan dengan alat peraga dan diukur oleh osciloscope. Hasilnya tegangan yang dihasilkan cukup besar dengan rincian sebagai berikut:



Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengukuran Osciloscope tanpa dioda

Pada grafik diatas ditunjukkan bahwa dengan prototipe dihasilkan tegangan dengan total 2,66 V dan jenis tegangan yang diukur sewaktu itu adalah tegangan yang berjenis AC (bolak – balik).

Selanjutnya dilakukan percobaan dengan menggunakan 4 buah dioda dan sewaktu dilakukan pengujian dan pengukuran yang seharusnya grafik perubahan tegangan AC ke DC oleh dioda seperti berikut ini:



Gambar 4.2. Grafik Perubahan Tegangan AC ke DC oleh dioda

Dan ternyata hasil pengukuran yang sesungguhnya pada osciloscope tidaklah nampak dan cenderung kacau grafik yang terbaca. Selanjutnya dari rangkaian prototipe dengan 4 dioda diuji dengan pemasangan kapasitor 1 mikro dan sewaktu dilakukan pengukuran hasilnya tidak berpengaruh sama sekali.

Selanjutnya percobaan yang dilakukan adalah dengan 1 dioda dan tanpa kapasitor menghasilkan suatu hasil tegangan yang terbaca oleh osciloscope sebagai berikut:



Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengukuran Prototipe dengan 1 buah dioda tanpa kapasitor dan dengan batasan 0,600 V

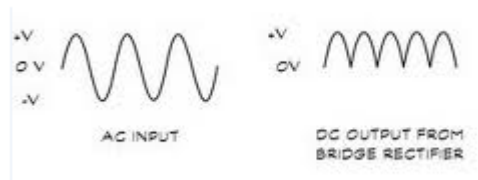
Selanjutnya dilakukan percobaan dengan menaikkan batasan pengukuran dari 0,600 V menjadi 1,52 V dan hasil yang terlihat pada osciloscope sebagai berikut:



Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengukuran Prototipe dengan 1 buah Dioda tanpa kapasitor dan dengan batasan 1,52 V

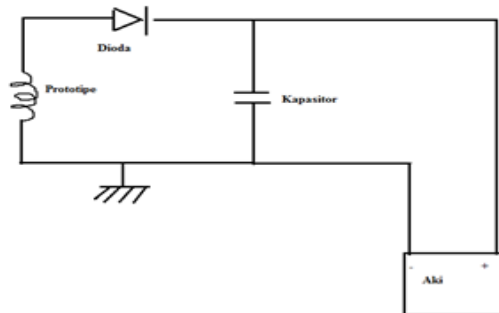
Dari hasil di atas, dari hasil percobaan prototipe tanpa dioda didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 2,66 V dengan jenis tegangan AC. Dan setelah penambahan dioda dan tegangan berubah menjadi DC dan terukur sebesar 1,52 V dikarenakan dioda tersebut memiliki nilai resistansi sebesar 0,75 sehingga hasil tegangan AC yang terukur dikalikan dengan nilai resistansi tersebut sehingga menghasilkan tegangan DC yang lebih kecil dari tegangan AC dikarenakan resistansi dari dioda tersebut.

Selanjutnya percobaan dilakukan dengan penambahan kapasitor yang seharusnya grafik yang muncul seperti berikut:



Gambar 4.5. Grafik Perubahan Tegangan AC ke DC menggunakan Dioda dan Kapasitor

Dari grafik diatas perbedaan dari penambahan kapasitor adalah menunjukkan gelombang yang lebih rapat daripada penambahan sebelumnya oleh dioda yang agak renggang. Dan pada percobaan sesungguhnya hasilnya pembacaan sangatlah sensitif dan mengakibatkan pengukuran tidak bisa valid dikarenakan sewaktu prototipe diam grafik pengukuran menunjukkan nilai tertentu dan sewaktu disentuh oleh tangan saja grafik yang terbaca meningkat dengan nilai tertentu. Oleh karena itu hasil pengukuran belum bisa dicantumkan karena gangguan – gangguan yang ada dan ketidak validan data yang terbaca tersebut.



Gambar 4.6. Skema Rangkaian Pengisian Ke Aki



Gambar 4.7. Prototipe

Berdasarkan gambar di atas, prototipe yang terpasang pada alat peraga yang menggambarkan gerakan dari sebuah shock absorber dengan gerakan yang masih konstan





#### 4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan prototipe dengan komposisi lilitan yaitu  $\pm 5000$  lilitan dengan diameter kawat tembaga 0,12 mm dan dililit bertumpukan dan rapat menghasilkan tegangan AC yang terbaca pada oscilloscope 2,66 V. Dari hasil percobaan tersebut didapat kesimpulan untuk mendapatkan tegangan yang cukup besar dibutuhkan jumlah lilitan yang cukup banyak dan medan magnet yang cukup besar.

Percobaan selanjutnya dengan penambahan 4 dioda, hasil tegangan yang diukur tidak tampak. Hal ini disebabkan 1 dioda yang memiliki nilai resistansi 0,75 dan apabila keempat dioda terpasang sedangkan tegangan sebelumnya sebesar 2,66 V maka tegangan sudah hilang atau menjadi kecil sekali karena tertahan oleh resistansi dari dioda tersebut. Dan proses selanjutnya penambahan 1 dioda hasil pengukuran pada oscilloscope berkisar 1,52 V. Jadi dari percobaan ini dapat ditarik kesimpulan pemakaian dioda harus disesuaikan dari output tegangan AC sebelumnya dan kebutuhan tegangan setelah di ubah menjadi DC.

Percobaan selanjutnya dengan 1 dioda dan penambahan kapasitor, hasil yang didapat grafik terbaca meskipun sistem prototipe tidak berjalan dan sewaktu ada kontak dengan anggota tubuh terjadi lonjakan nilai grafik, hal ini menunjukkan tingkat sensitivitas yang besar apabila penambahan kapasitor sehingga hasil pengukuran tidak dapat diambil karena tidak valid disebabkan gangguan – gangguan tersebut.

Dari hasil percobaan pada prototipe, untuk mencapai sebuah tegangan yang direkomendasikan menjadi lebih besar bisa dilakukan penggantian magnet dengan medan magnet yang lebih besar dan jumlah lilitan yang diperbanyak akan membantu meningkatkan tegangan yang dihasilkan dari prototipe ini.

#### 6. Daftar Pustaka

1. Rahul Uttamrao Patil, Dr. S. S. Gawade, "Design and Static Magnetic Analysis of Electromagnetic Regenerative Shock Absorber", 1Post Graduate student (Mechanical engg.), Rajarambapu Institute of technology, Rajaramnager.
2. Zhang Jin-qiu, Peng Zhi-zhao\*, Zhang Lei, Zhang Yu, "A Review on Energy-Regenerative Suspension Systems for Vehicles", Proceedings of the World Congress on Engineering 2013 Vol III, WCE 2013, July 3 - 5, 2013, London, U.K.
3. Lei Zuo, Brian Scully, Jurgen Shestani and Yu Zhou, "Design and characterization of an electromagnetic energy harvester for vehicle suspensions", Journal of Smart Materials and Structures, Volume 19, Number 4.
4. Gupta A, Jendrzeczyk J A, Mulcahy T M and Hull J R, "Design of electromagnetic shock absorbers", International Journal of Mechanics & Material Design, Volume 3, Number 3.
5. Goldner R B, Zerigian P and Hull J R, "A preliminary study of energy recovery in vehicles by using regenerative magnetic shock absorbers", SAE Paper #2001-01-2071.
6. Pei-Sheng Zhang and Lei Zuo, "Energy harvesting, ride comfort, and road handling of regenerative vehicle suspensions", ASME Journal of Vibration and Acoustics, 2012.
7. International Journal of Advanced Engineering Technology E-ISSN 0976-3945
8. IJAET/Vol.III/ Issue II/April-June, 2012/54-59
9. Zhen Longxin and Wei Xiaogang, "Structure and Performance Analysis of Regenerative Electromagnetic Shock Absorber", Journal of networks, vol. 5, no. 12, December 2010.
10. S. Mirzaei, S.M. Saghaiannejad, V. Tahani and M. Moallem, "Electromagnetic shock absorber", Department of Electrical and Computer Engineering, IEEE 2001.
11. Bart L. J. Gysen, Jeroen L. G. Janssen, Johannes J. H. Paulides, Elena A. Lomonova, 'Design aspects of an active electromagnetic suspension system for automotive applications', IEEE transactions on industry applications, vol. 45, no. 5, September/October 2009.
12. N. Bianchi, S.Bolognani, F. Tonei, 'Design criteria of a tubular linear IPM motor', Department of Electrical Engineering, University of Padova, 2001, IEEE.
13. Babak Ebrahimi, Mir Behrad Khamesee, M. Farid Golnaraghi, "Feasibility Study of an Electromagnetic Shock Absorber with Position Sensing Capability", IEEE 2008, Page 2988-91.
14. Shakeel Avadhany, Zack Anderson, U S patent 260935, "Regenerative shock absorber".