

**OPTIMASI ELECTROMAGNETIC REGENERATIVE SHOCK ABSORBER
(ERSA) NEODYMIUM MAGNET PADA SUSPENSI BELAKANG MOBIL
MULTI PURPOSE VEHICLE (MPV)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan Strata Satu (S1) Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

**FITRAH KURNIAWAN
NIM/BP: 15073016/2015**

**JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

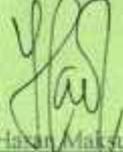
**OPTIMASI ELECTROMAGNETIC REGENERATIVE SHOCK ABSORBER
(ERSA) NEODYMIUM MAGNET PADA SUSPENSI BELAKANG MOBIL
MULTI PURPOSE VEHICLE (MPV)**

Nama : Fitrah Kurniawan
NIM : 15073016
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, November 2019

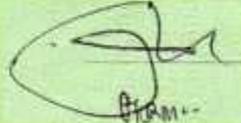
Disetujui Oleh

Pembimbing



Dr. Hasan Maksyud, M.T.
NIP: 19660819 199103 1 007

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Otomotif



Prof. Dr. Wakhinuddin S.M.Pd.
NIP: 19600314 198503 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : *Optimasi Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium Magnet Pada Suspensi Belakang Mobil Multi Purpose Vehicle (MPV)*

Nama : Fitrah Kurniawan

NIM : 15073016

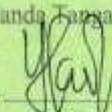
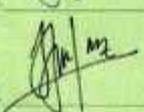
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, November 2019

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Dr. Hasan Maksum, M.T	1. 
2. Sekretaris : Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D	2. 
3. Anggota : Ahmad Arif, S. Pd, M.T	3. 



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id



Certified Management System
DIN EN ISO 9001:2008
Cert.No. 01.100.086042

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Fitrah Kurniawan**
NIM/TM : 15073016/2015
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul "**Optimasi Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium Magnet Pada Suspensi Belakang Mobil Multi Purpose Vehicle (Mpv)**" Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, November 2019

Saya menyatakan,



Fitrah Kurniawan
NIM. 15073016/2015

ABSTRAK

Fitrah Kurniawan : Optimasi *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium Magnet* Pada Suspensi Belakang Mobil *Multi Purpose Vehicle (MPV)*

Perkembangan industri otomotif saat ini sering menyebabkan krisis energi terutama energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil tersebut mengakibatkan pencemaran lingkungan, dimana kecenderungan kebijakan energi global menuntut penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan. Salah satu solusi untuk memenuhi tuntutan tersebut ialah dengan mencari, membuat, dan mengembangkan sumber energi alternatif yaitu *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* dengan cara memanfaatkan gerak relatif pada suspensi terhadap bodi kendaraan untuk menghasilkan energi listrik, pada penelitian ini dilakukan optimasi untuk mengoptimalkan arus bangkitan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium* magnet dengan variasi lilitan tembaga, diameter kawat dan celah udara (*air gap*) pada suspensi belakang mobil *Multi Purpose Vehicle (MPV)*

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *taguchi* dan merupakan metodologi baru dalam bidang teknik bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin.. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu *ERSA* dan variabel terikatnya adalah energi listrik yang dihasilkan.

Hasil penelitian yang dilakukan dengan lilitan 1000,1500,2000, diameter kawat 0,2 mm,0,3 mm,0,4 mm dan celah udara (*air gap*) 2 mm,4 mm,6 mm didapatkan lilitan 2000, diameter kawat 0.3 dan air gap 0.4 menghasilkan energi listrik bangkitan yang lebih besar dari pada 8 parameter lainnya sebesar 1.64 V.

Kata Kunci: Optimasi, *ERSA*, Suspensi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji dan syukur peneliti ucapkan kepada kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Optimasi Elektromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) neodymium Magnet Pada Suspensi Belakang Mobil Multi Purpose Vehicle (MPV)”**

Dalam penyusunan proposal ini penulis banyak mendapat bimbingan, saran dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr.Fahmi Rizal, M.pd,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof.Dr.Wakhinuddin, M.Pd Selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
3. Bapak Wagino,S.Pd, M.pd.T. Selaku sekertais Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
4. Bapak Dr. Hasan Maksum,M.T. Selaku Pembimbing dalam penyusunan proposal penelitian ini.
5. Bapak Drs.Bahrul Amin,ST.M.Pd sebagai penasehat akademik.
6. Seluruh dosen, staf dan teknisi Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
7. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis baik berupa moril maupun materil.

8. Teman-teman seperjuangan yang telah meluangkan waktu dan tenaganya serta saran dan kritikan dalam penyusunan proposal penelitian ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti menyadari bahwa masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari pembaca untuk menyempurnakan skripsi ini.

Padang, November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Perumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Asumsi Penelitian	6
G. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Teori	8
1. Suspensi	8
2. Magnet	13
3. Kawat Email	22
4. <i>Osiloskop</i>	24
5. <i>Vibration Test</i>	27
6. <i>Elektromagnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA)</i>	28
B. Penelitian Relevan	32
C. <i>State Of The Art</i>	37

D. Kerangka Berfikir.....	43
E. Pertanyaan Penelitian	45

BAB III METODELOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian	46
B. Tempat Dan Waktu Penelitian	47
C. Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	47
D. Objek Penelitian	48
E. Jenis Dan Sumber.....	51
F. Instrument Pengumpulan Data.....	51
G. Metode Penelitian Taguchi	52
H. Teknik Analisis Data.....	58

BAB IV METODELOGI PENELITIAN

A. Hasil penelitian	63
B. Pembahasan	64
C. Keterbatasan penelitian.....	75

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	77
B. Saran.....	78

DAFTAR PUSTAKA	79
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	82
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tipe Magnet Ring <i>Neodymium</i> Dengan Standar Cina Dan Eropa	18
2. Kemampuan Hantar Arus Sesuai Diameter	23
3. Spesifikasi <i>Osiloskop</i> Owon	26
4. Spesifikas <i>vibration test</i>	28
5. Jumlah Lilitan Koil Vs Voltase Yang Dihasilkan	34
6. <i>Displacement Of Mangnet</i> Vs Voltase Yang Dihasilkan	34
7. <i>State Of The Art</i>	37
8. Spesifikasi suspensi Toyota avanza	49
9. Spesifikasi Mangnet <i>Neodymium</i>	49
10. Spesifikasi kawat Tembaga	50
11. Parameter kendali & level untuk <i>Orthogonal Array L9</i>	53
12. <i>Orthogonal array</i> untuk <i>taguchi L9</i>	54
13. Data Hasil Pengujian	63
14. Parameter Kendali	64
15. Anom	67
16. urutan nilai respon tabel of qualiti	68
17. Point Terbaik	69
18. ANOVA	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jenis-jenis Mangnet Buatan.....	16
2. Magnet ring <i>Neodymium</i>	17
3. pola garis-garis gaya mangnet.....	20
4. percobaan induksi elektromagnetik.....	21
5. <i>Osiloskop</i>	26
6. <i>Vibration test</i>	27
7. <i>Regenerative Shock Abshober</i> Toyota Avanza bagian depan.....	32
8. <i>Regenerative Shock Abshober</i> Toyota Avanza bagian belakang.....	33
9. <i>Regenerative Mangnetic Shock Absorber</i>	34
10. Simulator <i>vibration energy harvesting</i>	35
11. Desain Prototipe <i>Elektromagnetic Regenerative Shock Absorber</i>	36
12. Kerangka Berfikir.....	44
13. Kontruksi <i>Neodymium Magnet</i>	49
14. kontruksi Gulungan tembaga.....	50
15. kontruksi koker.....	50
16. <i>Osiloskop</i>	51
17. <i>Vibration Test</i>	52
18. Lepas Kover pelindung debu.....	56
19. Kontruksi dudukan <i>Neodymium Magnet</i>	56
20. Kontruksi Gulungan Tembaga.....	57
21. Kontruksi <i>Elektromagnetic Regenerative Shock Abshorber (ERSA)</i> dengan Magnet Ring <i>Neodymium</i>	57
22. Grafik Arus Bangkitan.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Penelitian	82
2. Dokumentasi penelitian	84

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri otomotif yang pesat mendorong penggunaan energi dalam jumlah yang besar. Seiring berjalannya waktu, dunia pada umumnya dan Indonesia pada khususnya mengalami krisis energi, terutama energi yang berasal dari fosil. Hal ini karena menipisnya cadangan minyak bumi dan bahan bakar fosil lainnya akibat pemakaian terus-menerus.

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Nasional menyatakan bahwa jumlah kendaraan yang beredar di jalan Indonesia secara menyeluruh pada tahun 2017 mencapai 138,55 juta unit. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini berbanding terbalik dengan ketersediaan cadangan minyak bumi di Indonesia. Menurut Wakil Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Arcandra Tahar dilansir dari *Consumer News and Business Channel Indonesia (CNBC)*, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2018 diperkirakan habis dalam kurun waktu 12 tahun dengan rasio cadangan produksi pada tahun tersebut. Gas diperkirakan habis dalam kurun waktu 50 tahun dan batubara 76 tahun.

Penggunaan bahan bakar fosil tersebut juga mengakibatkan pencemaran lingkungan, dimana saat ini kecenderungan kebijakan energi global

menuntut penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, menurut *center for energy transportation and environment (CETE)* sebuah program penelitian yang diterapkan oleh University of Tennessee Chattanooga, kendaraan bermotor hanya menyalurkan 16% dari tenaga bahan bakar yang digunakan, Sedangkan 62% hilang dari panas dan getaran yang ditimbulkan pada mesin, 11% dari engine idling, 6% dari proses mekanis pada transmisi, dan 2- 5 % kehilangan pada Aksesoris seperti ac, audio dan Instrumen kontrol. Sehingga, tuntutan untuk membuat kendaraan bermotor yang hemat energi dan ramah lingkungan merupakan tantangan dan kewajiban. Salah satu solusi untuk memenuhi tuntutan tersebut ialah dengan mencari, membuat, dan mengembangkan sumber energi alternatif yaitu *VEH(vibration energy harvesting)*.

VEH (vibration energy harvesting) merupakan suatu alat permanen yang dapat memanfaatkan getaran pada kendaraan, terutama pada sistem suspensi sehingga dapat menghasilkan energi. Sejauh ini, mekanisme *VEH* yang dilakukan adalah dengan membuat *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* yaitu dengan cara memanfaatkan gerak relatif pada suspensi terhadap bodi kendaraan untuk menghasilkan energi listrik. Sistem suspensi adalah salah satu bagian chasis yang berfungsi untuk memberikan kenyamanan bagi pengendara atau penumpang. Sistem suspensi pada kendaraan dirancang dan digunakan untuk menyerap kejutan atau hentakan dari permukaan jalan

yang dilewati kendaraan sehingga menghasilkan kenyamanan dalam berkendara ketika melewati jalanan yang bergelombang. Sistem suspensi ini terletak diantara bodi kendaraan dengan roda-roda. Komponen pada sistem suspensi yang bertugas untuk meredam osilasi (gerakan naik turun) pegas saat menerima kejutan atau hentakan dari profil jalan yang bergelombang dinamakan *shock absorber*. Hasan Maksun (2012) memaparkan bahwa apabila suspensi hanya terdapat pegas, kendaraan akan beroksilasi naik turun pada waktu menerima kejutan dari permukaan jalan *shock absorber* dipasang untuk meredam oksilasi dengan cepat agar diperoleh kenyamanan dalam berkendara dan juga untuk menambah kemampuan cengkram ban terhadap jalan.

Penelitian terkait dengan *Electromagnetik Regenerative Shock Absorber (ERSA)* yang dilakukan oleh Feri Hagusman (2018) dimana penelitian sebelumnya arus bangkitan mangnet *Neodymium* sebesar 195,6 mV dan mangnet batang Alneko sebesar 124 mV, masih banyak mengalami kekurangan seperti lilitan yang digunakan sedikit dan tidak memvariasikan diameter kawat, dan celah udara (*air gap*) yang digunakan, kerena untuk menghasilkan arus yang lebih besar maka lilitannya harus ditambah, diameter kawat dan celah udara (*air gap*) harus divariasikan sehingga dengan memvariasikannya peneliti dapat menentukan lilitan, diameter kawat dan

celah udara (air gap) mana yang optimum dan menghasilkan arus yang lebih besar.

Dari penjelasan tersebut dapat menunjukkan bahwa pentingnya meningkatkan efisiensi energi pada kendaraan . Salah satu alternatif yang dapat dipakai adalah memanfaatkan energi suspensi kendaraan menggunakan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* dengan menggunakan magnet *Neodymium*. Magnet *Neodymium* merupakan magnet tipe terkuat yang tersedia secara komersial dan pemanfaatannya dalam dunia teknologi karena magnet ini mempunyai ketahanan terhadap kehilangan sifat kemagnetan yang sangat tinggi.(Budiman dkk 2012)

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dari penelitian sebelumnya dimana penelitian sebelumnya arus bangkitan magnet *Neodymium* sebesar 195,6 mV, karena arus bangkitan yang dihasilkan masih relatif kecil maka perlu ditingkatkan. Penulis berminat melakukan penelitian pada suspensi belakang mobil Toyota Avanza, karena mobil tersebut sangat umum digunakan dan suspensi belakang tentu akan mendapatkan beban yang lebih maksimum pada gaya gerak naik turun suspensi tersebut

Dari hal tersebut peneliti ingin melakukan Optimasi *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium* magnet pada mobil Toyota Avanza dengan variasi lilitan tembaga, diameter kawat dan celah udara (*air*

gap) sehingga dengan memvariasikan lilitan tembaga, diameter kawat dan celah udara (*air gap*) dapat menentukan yang optimum dan menghasilkan energi listrik bangkitan yang lebih besar dari pada penelitian sebelumnya.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Rendahnya efisiensi energi pada kendaraan.
2. Energi yang terbuang pada kendaraan yang berpotensi menjadi sumber energi baru.
3. Belum optimalnya energi bangkitan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* tipe *Neodymium* pada penelitian sebelumnya.
4. Masih banyaknya kekurangan pada penelitian sebelumnya seperti lilitan yang dipakai sedikit dan tidak memvariasikan diameter kawat dan celah udara (*air gap*) yang digunakan.

C. Batasan Masalah

Untuk mempermudah pengerjaan dalam penelitian ini, maka penulis memerlukan batasan-batasan masalah yang di bahas antara lain:

1. Fokus utama penelitian ini adalah pengembangan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium magnet*.
2. Aspek optimasi dilakukan pada jumlah lilitan tembaga diameter kawat dan celah udara (*air gap*) dari *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium magnet*.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan indentifikasi masalah yang telah diuraikan diatas, maka bisa dirumuskan suatu permasalahan tentang :

1. Bagaimana mengoptimalkan arus bangkitan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium* magnet .?
2. Bagaimana perbandingan energi bangkitan dari *electromagnetic regenerative shock absorber (ERSA) Neodymium* magnet dengan variasi lilitan tembaga diameter kawat dan celah udara (*air gap*) pada suspensi belakang mobil *multi purpose vehicle (mpv)*. ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah:

1. Untuk mengoptimalkan arus bangkitan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium* magnet pada suspensi belakang mobil *multi purpose vehicle (mpv)*.
2. Untuk mengetahui Perbandingan energi bangkitan dari *electromagnetic regenerative shock absorber (ERSA) Neodymium* magnet dengan variasi lilitan tembaga, diameter kawat dan celah udara (*air gap*) pada suspensi belakang mobil *multi purpose vehicle (mpv)*.

F. Asumsi Penelitian

Agar tujuan penelitian dapat dicapai sesuai dengan harapan, maka peneliti mengasumsikan beberapa keadaan sebagai berikut:

1. *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium* magnet sangat mungkin untuk dapat menghasilkan tenaga listrik yang lebih besar dari penelitian sebelumnya .
2. *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodymium* magnet dengan mekanisme yang ada tidak akan mengganggu kinerja suspensi.

G. Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan penelitian ini antara lain:

1. Menjadi *alternatif Alternator* baru terkait energi terbuang pada kendaraan.
2. Sebagai usaha untuk mencari alternatif sumber energi listrik pada kendaraan.
3. Sebagai referensi bagi jurusan teknik toomotif untuk lebih mengembangkan penelitian seputar alat *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* pada kendaraan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Suspensi

a. Pengertian Suspensi

Kata suspensi berasal dari bahasa Inggris yaitu *suspension* yang artinya sistem penggantungan roda mobil, sistem suspensi merupakan sistem untuk menggantung roda-roda dengan menggunakan cara dengan mekanisme tertentu. Cara dan mekanismenya tergantung pada jenis dan tipe sistem suspensi. Secara umum mekanisme sistem suspensi terdiri dari pegas, poros dan lengan-lengan. Roda dipasang pada poros yang digantungkan pada pegas, sedangkan pada pegas itu sendiri digantungkan pada rangka dengan menggunakan lengan-lengan, jadi pegas merupakan komponen utama pada setiap sistem suspensi mobil. Pegas yang digunakan dapat berupa pegas logam, karet dan peredam cairan. (Hasan Maksu, 2012:122).

Sistem suspensi terletak antara bodi kendaraan dan roda-roda dan dirancang untuk menyerap kejutan dari permukaan jalan sehingga menambah kenyamanan dan stabilitas berkendara serta memperbaiki kenyamanan kemampuan cengkaman roda terhadap jalan.

Sistem suspensi menghubungkan axle dan body dan mencegah penyaluran getaran dan impact secara langsung dari permukaan jalan ke kendaraan selama beroperasi, sehingga mencegah kerusakan terhadap bodi dan juga membantu menyamankan pengendaraan .
Novriza (2012:3)

Dari pengertian diatas yang sudah dijelaskan,dapat disimpulkan bahwa Sistem suspensi adalah salah satu bagian chasis yang berfungsi untuk memberikan kenyamanan bagi pengendara atau penumpang. Sistem suspensi terletak antara bodi kendaraan dan roda-roda, dirancang untuk menyerap kejutan dari permukaan jalan yang bergelombang sehingga menambah kenyamanan berkendara dan memperbaiki kemampuan cengkraman roda terhadap jalan.

b. Fungsi Suspensi

Menurut Hasan Maksum, (2012:123) mengemukakan fungsi suspensi antara lain sebagai berikut :

- 1) Menyerap dan meredam semua getaran,goncangan dan kejutan yang timbul akibat kendaraan melalui permukaan jalan yang tidak rata
- 2) Untuk mempertahankan agar roda selalu mempunyai kemampuan singgung dengan permukaan jalan dengan baik
- 3) Untuk mendapatkan kenyamanan dan keamanan berkendara

c. Persyaratan suspensi

Menurut Novriza (2012:3) mengemukakan 5 persyaratan yang harus dimiliki suspensi, yaitu:

- 1) Dapat mengurangi vibrasi dan tumbukan .
- 2) Dapat melindungi bodi, penumpang, dan muatan
- 3) Dapat menyalurkan tenaga dorong dan tenaga pengereman .
- 4) Dapat menjaga roda agar posisinya benar selaras dengan bodinya.
- 5) Dapat menjaga kemampuan untuk bergerak

d. Oskilasi pada kendaraan

Menurut Muhammad wakid,dkk (2018:62-63) Macam - macam getara atau goyangan dan oskilasi yang terjadi pada bagian kendaraan terpegas (*sprung weight*) antara lain :

1) Pitching

adalah bergoyangnya bodi kendaraan seperti mengangguk-angguk (bagian depan dan belakang turun naik secara bergantian). Pitching biasa terjadi pada kondisi jalan yang kasar dan banyak berlubang. Pitching akan semakin mudah terjadi pada kendaraan dengan pegas yang lemah dibandingkan yang pegasnya lebih keras

2) Berguling atau rolling

adalah bergoyangnya bodi kendaraan seperti terayun - ayun ke samping (bagian samping kanan dan kiri turun naik secara bergantian). Hal ini biasa terjadi pada saat kendaraan membelok atau melalui jalan yang bergelombang, salah satu pegasnya mengembang dan pada sisi lainnya mengkerut, sehingga mengakibatkan bodi mobil berputar dalam arah yang lurus

3) Bouncing atau melambung,

adalah bergoyangnya bodi kendaraan seperti melompat-lompat/terpental melambung (bodi kendaraan secara keseluruhan dan bersamaan bergerak naik turun). Hal ini biasa terjadi apabila kendaraan melaju pada kecepatan tinggi pada jalan bergelombang. Gerakan melambung akan lebih besar jika pegas-pegas suspensi sudah lemah.

4) Yawing atau zig-zag,

yaitu bergoyangnya bodi kendaraan seperti zig-zag (bagian depan dan belakang kendaraan bergeser ke kanan dan ke kiri secara bergantian)

e. Pegas

Menurut Hasan Maksum (2012:128) “pegas adalah suatu benda yang bersifat elastis,bentuknya akan berubah bila diberikan beban dan bisa menyimpan energ dan bila beban tersebut dilepaskan maka pegas akan bergerak melambung dan melepaskan energi”.

Menurut Muhammad wakid. dkk (2018:29) ”pegas adalah komponen utama dari sistem suspensi, yang berfungsi untuk meredam kejutan -kejutan atau getaran”.

Berdasarkan pendapat diatas dapat disimpulkan pegas adalah kompnen suspensi yang menahan secara langsung kejutan yang diterima kendaraan saat berjalan.

f. *Shock Absorber* (Peredam Kejut)

Menurut Siahaan (2015:2) “*Shock absorber* adalah bagian yang penting dari sistem suspensi yang bekerja untuk meredam atau menetralsir dengan cepat vibrasi (getaran) spring (pegas) yang terjadi akibat jalan yang tidak rata”

Menurut Muhammad wakid. dkk (2018:75)” *Shock absorber* berfungsi untuk meredam oskilasi yang berlebihan pada pegas suspensi, memperbaiki daya cengkram ban dengan jalan dan memperbaiki stabilitas pengemudian yang pada akhirnya akan menyempurnakan kenyamanan dan keamanan pengemudian”.

Menurut Hasan maksum (2012:141) “apabila suspensi hanya terdapat pegas, kendaraan akan beroksilasi naik turun pada waktu menerima kejutan dari permukaan jalan, *shock absorber* dipasang untuk meredam oksilasi dengan cepat agar diperoleh kenyamanan dalam berkendara dan juga untuk menambah kemampuan cengkraman terhadap jalan”.

Berdasarkan pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa *shock absorber* merupakan bagian yang sangat penting dari sistem suspensi yang dipasang untuk meredam oksilasi agar memperoleh kenyamanan dan kemanan dalam mengemudi

2. Magnet

a. Pengertian Magnet

Magnet adalah logam yang dapat menarik besi atau baja dan memiliki medan magnet. Asal kata magnet dari kata magnesia yaitu nama suatu daerah di Asia kecil. Menurut cerita di daerah itu sekitar 4.000 tahun yang lalu telah ditemukan sejenis batu yang memiliki sifat dapat menarik besi atau baja atau campuran logam lainnya. Benda yang dapat menarik besi atau baja inilah yang disebut magnet (Suryatin, 2008).

Magnet dapat dibuat dari bahan besi, baja, dan campuran logam serta telah banyak dimanfaatkan untuk industri otomotif dan lainnya. Sebuah magnet terdiri atas magnet-magnet kecil yang memiliki arah

yang sama (tersusun teratur), magnet-magnet kecil ini disebut magnet elementer. Pada logam yang bukan magnet, magnet elementernya mempunyai arah sembarangan (tidak teratur) sehingga efeknya saling meniadakan, yang mengakibatkan tidak adanya kutub-kutub magnet pada ujung logam. Setiap magnet memiliki dua kutub, yaitu: utara dan selatan. Kutub magnet adalah daerah yang berada pada ujung-ujung magnet dengan kekuatan magnet yang paling besar berada pada kutub-kutubnya (Afza, 2011).

Benda dapat dibedakan menjadi dua macam berdasarkan sifat kemagnetannya yaitu benda magnetik dan benda non-magnetik. Benda magnetik adalah benda yang dapat ditarik oleh magnet, sedangkan benda non-magnetik adalah benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet (Suryatin, 2008). Contoh benda magnetik adalah logam seperti besi dan baja, namun tidak semua logam dapat ditarik oleh magnet, sedangkan contoh benda non-magnetik adalah oksigen cair. Satuan intensitas magnet menurut sistem metrik Satuan Internasional (SI) adalah Tesla dan SI unit untuk total fluks magnetik adalah weber ($1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ tesla}$) yang mempengaruhi luasan satu meter persegi (Afza, 2011).

b. Jenis-Jenis Magnet

1) Jenis-jenis magnet berdasarkan asalnya

Magnet dapat dikelompokkan kepada beberapa jenis, seperti bentuk asal muasal dan sifat kemagnetannya, berikut magnet beserta dasar pengelompokannya, yang pertama jenis magnet berdasarkan asalnya:

a) Magnet alam

Magnet alam adalah magnet yang berasal dari alam, yang tidak di buat oleh manusia, magnet alam sudah bersifat magnet dari awal ditemukan di alam, batuan alam yang dapat menarik benda yang berbahan dasar besi, batuan tersebutlah yang disebut magnet alam.

b) Magnet buatan

Magnet buatan adalah magnet yang sengaja dibuat manusia, magnet buatan terbuat dari besi atau baja, bentuk-bentuk magnet buatan bermacam-macam, seperti bentuk batang, silinder jarum, kepingan, dan lamda (tapal kuda).



Gambar 1. Jenis-jenis Mangnet Buatan
(Sumber <http://maslatip.com>)

2) Jenis-jenis magnet berdasarkan sifatnya

a) Magnet permanen

Menurut Budiman.dkk (2012:60) Magnet permanen atau magnet tetap adalah objek terbuat dari bahan yang magnet dapat menciptakan medan magnet sendiri.Magnet permanen atau magnet tetap tidak memerlukan tenaga atau bantuan dari luar untuk menghasilkan daya magnet.

Jenis-jenis mangnet permanen Menurut Budiman.dkk (2012:60) seperti berikut ini:

- (1) *Neodymium* magnet yaitu magnet yang berbentuk kepingan bulat seperti uang logam.
- (2) *Samarium – cobalt* magnet yang berbentuk setengah lingkaran dan lebar dibagian sisi lainnya.

(3) *Plastic magnet* atau magnet plastik (magnet non-logam) yang terbuat dari *polimer organik*.

b) Magnet tidak tetap

Magnet tidak tetap adalah suatu bahan yang hanya dapat menghasilkan medan magnet yang bersifat sementara, medan magnet dihasilkan dengan cara mengalirkan arus listrik, besarnya medan magnet yang dihasilkan tergantung pada arus listrik yang dialirkan. siahaan (2012:4)

c. **Magnet Ring Neodymium**



Gambar 2. Magnet Ring Neodymium.
(Sumber. *Neodymium Iron Boron Magnets Datasheet*)

Magnet *Neodymium* merupakan magnet tetap yang paling kuat. Magnet *Neodymium* (juga dikenal sebagai NdFeB, NIB, atau magnet Neo), merupakan sejenis magnet tanah jarang, terbuat dari campuran logam *Neodymium*. Budiman dkk (2012:60)

Magnet neodymium adalah magnet tipe terkuat yang tersedia secara komersial dan pemanfaatannya dalam dunia teknologi karena magnet ini mempunyai ketahanan terhadap kehilangan sifat kemagnetan yang sangat tinggi. Magnet ini mempunyai potensi untuk menyimpan energi magnet dalam jumlah sangat besar.

Tabel 1 .Tipe Magnet *Ring Neodymium* dengan standar cina

Sumber : (*Neodymium Iron Boron Magnets Datasheet*)

Nxx?? Material	Remanence Br		Coercive force Hc (Hcb)		Intrinsic coercive force Hci (Hcj)		Max energy product (BH) _{max}		
	mT	kGs	kA/m	kOe	kA/m	kOe	kJ/m ³	MGOe	
N27		1,030	10,300	796	10,000	955	12,000	199	25
N30		1,080	10,800	796	10,000	955	12,000	223	28
N33		1,130	11,300	836	10,500	955	12,000	247	31
N35		1,170	11,700	867	10,900	955	12,000	263	33
N38		1,210	12,100	899	11,300	955	12,000	287	36
N40		1,240	12,400	923	11,600	955	12,000	302	38
N42		1,280	12,800	923	11,600	955	12,000	318	40
N45		1,320	13,200	875	11,000	955	12,000	342	43
N48		1,380	13,800	836	10,500	875	11,000	366	46
N50		1,400	14,000	796	10,000	875	11,000	382	48
N52		1,430	14,300	796	10,000	875	11,000	398	50
N27	M	1,030	10,300	796	10,000	1,114	14,000	199	25
N30	M	1,080	10,800	796	10,000	1,114	14,000	223	28
N33	M	1,130	11,300	836	10,500	1,114	14,000	247	31
N35	M	1,170	11,700	867	10,900	1,114	14,000	263	33
N38	M	1,210	12,100	899	11,300	1,114	14,000	286	36
N40	M	1,240	12,400	923	11,600	1,114	14,000	302	38
N42	M	1,280	12,800	923	11,600	1,114	14,000	318	40
N45	M	1,320	13,200	875	11,000	1,114	14,000	342	43
N48	M	1,370	13,700	1,035	13,000	1,114	14,000	366	46
N50	M	1,400	14,000	1,035	13,000	1,114	14,000	382	48
N27	H	1,030	10,300	796	10,000	1,353	17,000	199	25
N30	H	1,080	10,800	796	10,000	1,353	17,000	223	28
N33	H	1,130	11,300	836	10,500	1,353	17,000	247	31

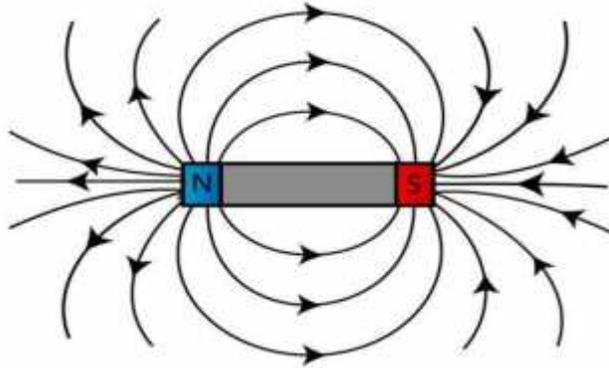
N35	H	1,170	11,700	867	10,900	1,353	17,000	263	33
N38	H	1,210	12,100	899	11,300	1,353	17,000	286	36
N40	H	1,240	12,400	923	11,600	1,353	17,000	302	38
N42	H	1,280	12,800	955	12,000	1,353	17,000	318	40

d. Medan Magnet

Menurut Budiman dkk (2012:60) “Medan magnet adalah suatu daerah atau ruang di mana mengalami gaya magnet. Garis gaya magnet atau fluks menggambarkan adanya medan magnetik dan garis gaya magnet digambarkan dengan garis lengkung”. Medan magnet tidak dapat dilihat, namun dapat dijelaskan dengan mengamati pengaruh magnet pada benda lain. Seperti dengan cara menaburkan serbuk besi disekitar magnet, serbuk-tersebut besi tersebut akan membentuk sebuah pola garis-garis lengkung. Pola garis-garis lengkung yang terbentuk ini merupakan pola garis-garis medan magnetik yang disebut garis gaya magnetik.

Sifat garis-garis gaya magnet seperti dibawah ini :

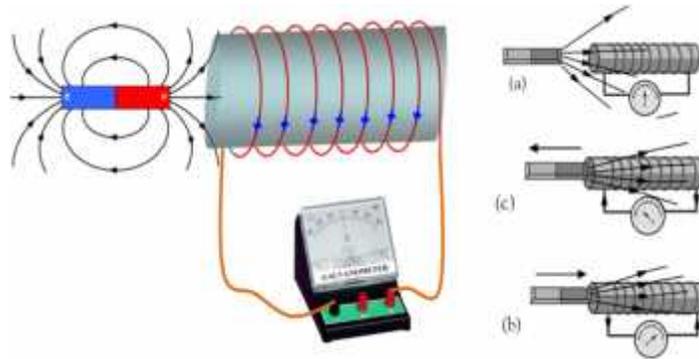
1. garis gaya magnet tidak saling berpotongan
2. garis gaya magnet selalu keluar dari kutup utara dan masuk ke kutup selatan
3. garis gaya magnet rapat medan magnetnya kuat
4. garis gaya magnet renggang medan magnetnya lemah



Gambar 3. pola garis-garis gaya magnet
(Sumber.<https://www.berpendidikan.com>)

e. Induksi Elektromagnetik

Menurut Noprizal (2016:41) “Berdasarkan hukum Faraday apabila suatu kumparan atau belitan kawat dan kemudian ada magnet yang digerakkan atau sebaliknya maka akan timbul fluks magnet yang mengalir pada kumparan tersebut yang diakibatkan oleh garis gaya listrik (GGL) induksi, aliran fluks magnet yang mengalir pada kumparan disebut sebagai aliran arus”.



Gambar 4: percobaan induksi elektromagnetik
(Sumber. <http://golengku.blogspot.com>)

Menurut Noprizal (2016:41) besar kecilnya GGL tergantung dari 3 hal,yaitu :

1. banyak lilitan kawat atau kumparan,maka semakin besar GGL induksi yang timbul
2. kecepatan mangnet dalam menginduksi kumparan,semakin cepat mangnet dimasukan dan dikeluarkan dari kumparan,maka semakin besar GGL induksi yang timbul pada ujung-ujung kumparan.
3. kekuatan mangnet yang digunakan maka semakin besar GGL induksi yang timbul.

Jika dituliskan secara matematis adalah sebagai berikut:.

$$E_i = - N \times \left(\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)$$

Dengan :

$$E_i = \text{GGL induksi}$$

N = lilitan (weber Wb)

t = perubahan waktu(second)

=fluks mangnet (weber atau Wb)

Hukum Faraday memperkenalkan suatu besaran yang dinamakan fluks magnet. Menurut Budiman (2012:60)” Fluk mangnet adalah banyaknya garis medan magnetik yang dilingkupi oleh suatu luas daerah tertentu (A) dalam arah tegak lurus”.Persamaan flux mangnet adalah

$$\emptyset = B.A \text{ Cos } \theta$$

Dimana: B = Medan Magnet (Tesla)

A = Luas penampang (m)

θ = Sudut antara medan magnet dengan arah bidang normal

= Fluks magnetik (Wb)

3. Kawat email

Kawat email adalah suatu kabel atau kawat yang dilapisi oleh lapisan tipis isolator,biasanya digunakan dalam aplikasi pembuatan kumparan motor listrik,speaker,atau trafo.kawat email berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari induksi yang telah di ciptakan oleh medan mangnet.

Bahan dari inti kawat ini adalah aluminium atau tembaga,yang dilapisi oleh lapisan tipis yang terbuat dari polyurethane,polymide,atau

polyester resin yang disebut dengan enamel atau email. untuk aluminium sendiri memiliki struktur yang lebih ringan bila dibandingkan dengan tembaga, namun memiliki hambatan yang lebih besar.

Kawat email mempunyai kemampuan hantar arus (kA) sesuai dengan diameter kawat, berikut adalah daftar kemampuan hantar arus dari kawat email.

Tabel 2. Kemampuan Hantar Arus Sesuai Diameter kawat
Sumber : Calvin Liang

Ukuran kawat (mm)	Luas P (mm ²)	Amper	
		Tembaga	Alumunium
0,12	0,011	0,075	0,05
0,15	0,018	0,117	0,07
0,2	0,031	0,207	0,13
0,3	0,071	0,466	0,29
0,4	0,126	0,829	0,52
0,5	0,196	1,295	0,81
0,6	0,283	1,865	1,17
0,7	0,386	2,539	1,59
0,8	0,502	3,316	2,07
0,9	0,636	4,197	2,62
1	0,785	5,181	3,24
1,1	0,95	6,269	3,92
1,2	1,13	7,461	4,66
1,3	1,327	8,756	5,47
1,4	1,539	10,155	6,35
1,5	1,766	11,657	7,29
1,6	2,01	13,263	8,29
1,7	2,269	14,973	9,36
1,8	2,543	16,786	10,49
1,9	2,834	18,703	11,69
2	3,14	20,724	12,96

2,1	3,462	22,848	14,28
2,2	3,799	25,076	15,67
2,3	4,153	27,407	17,13
2,4	4,522	29,843	18,65
2,5	4,906	32,381	20,24
2,6	5,307	35,024	21,89
2,7	5,723	37,769	23,39
2,8	6,154	40,619	25,29
2,9	6,602	43,572	27,23
3	7,065	46,629	29,14

Diameter kawat email juga menentukan kemampuan kawat dilalui arus listrik. Bila listrik yang mengalir didalam kawat melebihi kemampuan dari kawat maka akan mengakibatkan kawat menjadi panas dan jika arus yang melaluinya jauh lebih besar dari kemampuan kawat, kawat akan terbakar dan putus.

4. *Osiloskop*

Menurut Eliza (2014:204) “*Osiloskop* adalah alat ukur elektronik yang memetakan atau memproyeksikan sinyal listrik atau frekuensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan muda dipelajari”. Menurut kharisma (2013:39) “*Osiloskop* adalah alat ukur elektronika yang berfungsi memproyeksikan bentuk sinyal baik sinyal analog maupun sinyal digital sehingga sinyal- sinyal tersebut dapat dilihat, diukur, dihitung, dan dianalisa sesuai dengan bentuk keluaran sinyal yang diharapkan”. Menurut Bachmid (2017:15) “*Osiloskop* adalah salah satu

alat ukur besaran listrik yang dapat memproyeksikan atau menampilkan bentuk tegangan listrik terhadap perubahan waktu”.

Dengan *osiloskop* kita dapat mengamati dan menganalisa bentuk gelombang dari sinyal listrik atau frekuensi dalam suatu rangkaian elektronika.pada umumnya osiloskop dapat menampilkan grafik dua dimensi (2D) ,waktu Pada Sumbu horozontal X dan Tegangan Pada Sumbu vertikal Y.

Fungsi dari *osiloskop* menurut Eliza (2014:204) sebagai berikut:

- a. mengukur besar tegangan listrik dan hubungannya terhadap waktu
- b. mengukur frekuensi sinyal yang berosilasi
- c. mengecek jalannya suatu sinyal pada sebuah rangkain listrik
- d. membedakan arus ac dan dc
- e. mengecek nois pada sebuah rangkaian listrik dan hubungannya terhadap waktu.



Gambar 5. *Osiloskop*

(Sumber.<https://faik.wordpress.com>)

Table 3. Spesifikasi *Osiloskop Owon*
 Sumber : Manual book *osiloskop owon*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tampilan	8 warna <i>TFT LCD</i> .
2.	<i>Bandwidth</i>	25 MHz.
3.	Saluran	Dua + satu <i>eksternal</i> .
4.	Maksimum <i>real-time sample rate</i>	100 MS / s.
5.	Panjang <i>Record</i>	5 Kpts per <i>channel</i> .
6.	Sumber daya	100 sampai 240VAC , 50 / 60Hz , CAT II atau baterai ion lithium
7.	Dimensi (H x W x D)	157 x 350 x 103 mm.
8.	Berat	1,7 kg

5. *Vibration test*

Alat ini berfungsi untuk menguji *suspensi* kendaraan , melihat apakah *efisiensi* dari *shock absorber* kendaraan tersebut dalam kondisi yang baik atau tidak, alat ini memiliki sebuah komputer untuk mengendalikan kinerja efek *vibrasi* yang dihasilkan, alat tersebut dihubungkan pada roda, agar dapat memberikan efek getaran pada roda tersebut, setelah itu akan didapatkan nilai *efisiensi* getaran yang ditampilkan pada monitor

dalam bentuk % juga yang dapat ditemukan nilai dari *Vibration test suspensi* ini adalah *disability* jika perbedaan *disability* nya melampaui 15% artinya suspensi tersebut bermasalah.



Gambar 6. *Vibration test*

Tabel.4 Spesifikasi *vibration test*

Sumber: manual book *vibration test*

No	Spesifikasi	keterangan
1.	Model	<i>CAP9010-CAP9020</i>
2.	Seri	A00441

6. *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)*

a. Pengertian *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)*

Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) merupakan pengembangan dari sistem suspensi, yang pada awalnya digunakan hanya untuk memenuhi dari kenyamanan suatu kendaraan dan agar

kendaraan juga tidak mudah rusak saat menghantam lubang atau jalan yang tidak rata, banyak sekali para ahli yang mengembangkan *suspensi* hingga dapat disebut *Electromagnetic Regenerative shock absorber* yakni bisa juga diartikan *regenerasi shock absorber* dengan sistem *elektronik* atau *suspensi* tipe terbaru. pada pengembangannya, banyak para pengembang memandang ada energi yang terbuang dari gerakan naik turun suspensi yang tanpa henti, saat kendaraan melaju dijalanan apalagi jika kendaraan melintasi dijalan yang tidak rata, energi terbuang inilah yang banyak dimanfaatkan dalam bentuk *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)*, dirubah menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk sistem pengisian energy listrik pada kendaraan, ada juga pengembang yang meinginkan kenyamanan dari kerja suspensi, sehingga menambah mekanisme dengan memasang dua buah magnet buatan dan menghadapkan dua kutub yang sama sehingga setiap medannya saling tolak menolak, kekuatan magnet buatan ini dipengaruhi dengan menggunakan energi listrik, sehingga sistem ini tidak menghasilkan energi listrik tetapi menggunakan energi listrik untuk menimbulkan medan magnet yang dibutuhkan.

b. Prinsip Kerja *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)*.

Mekanisme tambahan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* umumnya terpasang langsung ditengah *Shock Absorber* ada juga beberapa yang mekanismenya terpasang diluar dengan memanfaatkan gerakan naik turun *Shock Absorber* sehingga mendorong *fluida* dan tekanan *fluida* tersebut diubah menjadi gerak putar dan gerak putar itu yang memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik dan jika mekanisme yang terpasang langsung di tengah suspensi juga bisa digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan kontruksi yang lebih sederhana dan mekanisme yang tidak terlalu rumit namun tetap cukup efektif, pada intinya *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* bekerja dengan memanfaatkan gerak naik turun *shock absorber* untuk diubah menjadi energi bangkitan listrik yang kedepannya diharapkan bisa menjadi sumber energi listrik alternatif pada kendaraan yang berdampak baik dan membuat kendaraan bisa menjadi irit bahan bakar.

c. Pemasangan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)*

Langkah Langkah Dalam Pemasangan *Regenerative Shock Absorber (ERSA)* Sebagai Berikut :

- 1) Melepas *Houssing* luar *Shock absorber* dengan menggunakan gerinda.
- 2) Memotong dudukan *suspensi* bagian atas dan dilakukan pengelasan untuk pemasangan batang dengan drat dan menggunakan mur agar dudukan kembali bisa terpasang pada *As shock absorber*.
- 3) Pembuatan dudukan Magnet *Ring Neodymium* dengan menggunakan akrilik.
- 4) Dilakukan penempelan dan pemasangan antara magnet dengan dudukan akrilik.
- 5) Magnet yang telah terpasang dengan akrilik dipasang pada *As* tengah *shock absorber*.
- 6) Dilakukan penggulungan tembaga pada dudukan yang terbuat dari bahan plastik fiber , lalu dipasang pada bagian luar magnet dan akrilik.

d. Manfaat Penggunaan *Electromagnetic Regenerative Shock*

Absorber (ERSA)

Karakter energi listrik bangkitan akan dapat terlihat dengan perbedaan kontruksi dan komponen pembuatan (*ERSA*), maka akan didapatkan gambaran tentang energi bangkitan akibat perbedaan komponen dan kontruksi ini sehingga mempengaruhi energi bangkitan yang dihasilkan, dengan menggunakan (*ERSA*) pada suspensi ini dapat

menghasilkan energi listrik bangkitan tersendiri yang mana energi listrik ini untuk kedepannya dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada kendaraan, sehingga juga dapat mengurangi penggunaan sumber listrik dari Alternator yang memanfaatkan gerak putar langsung dari putaran mesin sehingga tidak membebani mesin kendaraan. jika kinerja Alternator tersebut dapat dikurangi hal itu tentu juga akan mengurangi tenaga mesin yang termakan oleh Alternator karena Alternator dapat dibuat lebih kecil dan ringan karena sumber energi listrik bangkitan dapat dibantu dengan penggunaan (*ERSA*), sehingga tentunya untuk kedepannya teknologi ini dapat membuat lebih iritnya penggunaan bahan bakar

B. Penelitiann Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Hasan Maksum, Wawan Purwanto dan Wanda Afnison dari Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang (2018) yang berjudul "*Regenerative shock absorber* depan Toyota avanza menggunakan magnet batang" dengan hasil penelitian energi listrik bangkitan yang diperoleh adalah 2,5 mV pada 1,5 Hz, 4,24 mV pada 2,0 Hz, dan 5,6 mV pada 2,5 Hz pada frekuensi eksitasi.



Gambar 7. *Regenerative Shock Absorber* Toyota Avanza bagian depan.

Sumber : Hasan Maksun 2018

2. Penelitian yang dibuat oleh Feri Hagusman Fakultas Teknik, Universitas Negeri (2019) yang berjudul “Studi Perbandingan Karakteristik *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* dengan Magnet Ring *Neodymium* dan Magnet Batang *Alnico* pada Suspensi Belakang Toyota Avanza” dengan hasil penelitian arus listrik bangkitan pada magnet batang alnico 124 mV dan *Neodymium* Magnet 195,6 mV pada 18,1 Hz frekuensi eksitasi.



Gambar 8. *Regenerative Shock Absorber*

Toyota Avanza bagian belakang.

Sumber : Feri Hagusman 2019

3. penelitian yang dilakukan oleh Vikram Kedambadi Vasu, dkk dari Yellamma Dasapp Institute of Technology penelitian yang berjudul tentang “*regenerative magnetic shock absorbers* “ dengan hasil penelitian arus bangkitan seperti table dibawah ini.

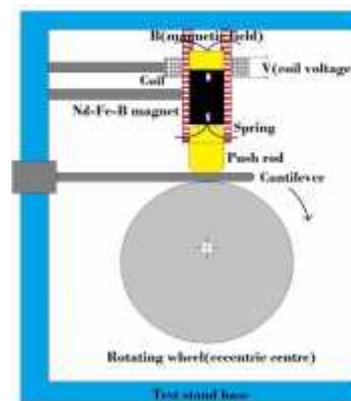
Table 5. jumlah lilitan koil vs voltase yang dihasilkan

Jumlah lilitan coil	Voltase yang di hasilkan (v)
1500	2.7
2000	6.5
2500	10.3

Table 6. Displacement of magnet vs voltase yang dihasilkan

Displacemet of magnet (mm)	Voltase yang dihasilkan (v)
5	7.2
8	10.3
10	11.6

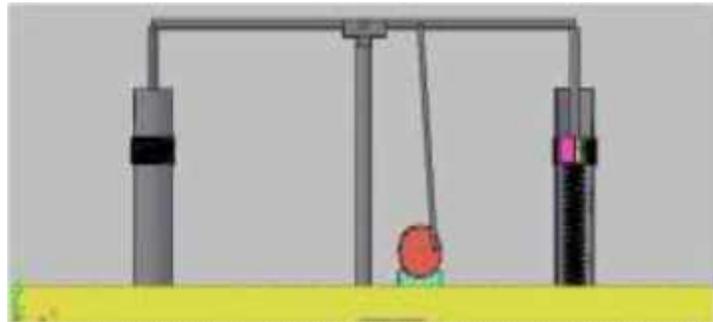
Tegangan listrik maksimum yang dihasilkan adalah 11.6 V dengan jumlah lilitan koil 2500 lilitan dan *displacement of magnet* pada kecepatan motor 1420 rpm. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah lilitan koil dan *displacement of magnet* maka semakin tinggi tegang listrik yang dihasilkan.



Gambar 9 .*Regenerative Mangnetic Shock Absorber*
 Sumber : Vikram Kedambadi Vasu, dkk

4. Penelitian yang dilakukan oleh Fery Irawan dkk tahun 2016 dari teknik mesin universitas negeri Surabaya penelitian yang berjudul tentang “analisi konversi energi potensial pegas menjadi menjadi energi listrik dengan metode *electromagnetic*” Dengan hasil penelitian tegangan dan kuat arus

yang dihasilkan oleh simulator *VEH* untuk variasi 2 magnet berturut-turut sesuai kecepatan putaran motor adalah: 6,62v, 1,27mA; 7,36v, 1,67mA; dan 8,58v, 2,18mA. Sedangkan tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh simulator *VEH* untuk variasi 4 magnet berturut turut sesuai kecepatan putaran motor adalah: 9,16v, 1,91mA; 10,84v, 2,42mA dan 12,82v, 2,83mA. Dan yang terakhir tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh simulator *VEH* untuk variasi 6 magnet berturut-turut sesuai kecepatan putaran motor adalah: 13,50v, 3,13mA; 14,66v, 3,87mA dan 16,62v, 4,77mA.



Gambar 10 .Simulator *vibration energy harvesting*
Sumber : Fery Irawan dkk 2016

- 5 Ian Hardianto Siahaan, Albertus Kenny Kuncoro tahun 2016 Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra penelitian yang berjudul tentang “Desain Pengembangan Prototipe Sistem *Elcktromagnetik Regenerative Shock Absorber* Untuk Membantu Proses *Recovery* Pada Baterai Mobil” dengan hasil penelitian, 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.



Gambar 11. Desain Prototipe *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber*
Sumber : Ian Hardianto Siahaan 2015

C. State Of The Art

State of the Art pada penelitian ini mencakup penelitian-penelitian terdahulu sebagai perbandingan yang akan dijelaskan di table berikut:

Tabel 7. *State of the art*

No	Nama Peneliti	Masalah penelitian	Dataset	Pengukuran	Hasil
1.	Hasan Maksum, dkk(2018)	Bagaimana merancang <i>shock absorber regenerative electromagnetic</i> sebagai alat pemanen energi getaran pada kendaraan	Simulasi uji coba <i>ERSA</i> dilakukan dengan metode uji jalan berupa 5 buah balok dengan tinggi masing-masing 3cm dan memiliki jarak masing-masing 5cm dan galvanometer digunakan untuk melihat tegangan yang dihasilkan	Dari penelitian yang dilakukan yang diukur adalah energi bagkitan yang dihasilkan dari <i>ERSA</i> menggunakan mangnet batang	energi listrik bangkitan yang diperoleh adalah 2,5 mV pada 1,5 Hz, 4,24 mV pada 2,0 Hz, dan 5,6 mV pada 2,5 Hz pada frekuensi eksitasi
2.	Feri Hagusman (2019)	Bagaiman perbandingan energi bangkitan antara mangnet <i>neodymium</i> dengan mangnet batang batang <i>alnego</i>	Simulasi uji coba <i>ERSA</i> dilakukan dengan menggunakan <i>vibration test</i> untuk memberikan efek getaran pada suspensi dan <i>osiloscop</i> digunakan untuk melihat tegangan dan frekuensi yang dihasilkan	Dari penelitian yang dilakukan yang diukur adalah energi bangkitan yang dihasilkan oleh mangnet ring <i>neodymium</i> dan mangnet batang <i>alnego</i>	Magnet Batang menghasilkan Arus listrik bangkit 124 mV dan Neodymium Magnet ring 195,6 mV pada 18,1 Hz frekuensi eksitasi
3.	Vikram Kedambadi Vasu,	Bagaimana mengubah energi menjadi tenaga	Simulator uji coba dirancang oleh peneliti	dari penelitian yang telah	Tegangan listrik maksimum

	dkk.	listrik dengan menggunakan peredam kejut magnetik <i>regenerative</i> yang dirancang secara optimal	dengan penggerak sebuah motor dan arus bagkitan diukur menggunakan volt meter	dilakukan yang diukur adalah energi listrik bagkitan yang dihasilkan dengan variasi kecepatan motor dan variasi lilitan	yang dihasilkan adalah 11.6 V dengan jumlah lilitan koil 2500 lilitan dan displacement of magnet pada kecepatan motor 1420 rpm
4.	Fery Irawan, dkk.(2016)	Bagaimana merencanakan dan membuat simulator pemanen energi getaran dari gerak osilasi pegas menggunakan metode <i>electromagnetik</i> dan Bagaimana arus bangkitan yang dihasilkan	Simulator uji coba dirancang oleh peneliti dengan penggerak sebuah motor DC dan arus bagkitan diukur menggunakan Avo meter dan tachometer digunakan untuk melihat rpm dari motor DC	dari penelitian yang telah dilakukan yang diukur adalah energi listrik bagkitan yang dihasilkan dengan variasi kecepatan motor dc dan variasi magnet batang yang digunakan	kecepatan motor penggerak divariasikan yaitu: 300rpm, 350rpm dan 400rpm dan jumlah magnet divariasikan yaitu: 2 magnet, 4 magnet dan 6 magnet. Hasil dari penelitian yang dilakukan, tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh

					<p>simulator VEH untuk variasi 2 magnet berturut-turut sesuai kecepatan putaran motor adalah: 6,62v, 1,27mA; 7,36v, 1,67mA; dan 8,58v, 2,18mA. Sedangkan tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh simulator VEH untuk variasi 4 magnet berturut-turut sesuai kecepatan putaran motor adalah: 9,16v, 1,91mA; 10,84v, 2,42mA dan 12,82v,</p>
--	--	--	--	--	---

					2,83mA. Dan yang terakhir tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh simulator VEH untuk variasi 6 magnet berturut-turut sesuai kecepatan putaran motor adalah: 13,50v, 3,13mA; 14,66v, 3,87mA dan 16,62v, 4,77mA.
5.	Ian Hardianto Siahaan, dkk.(2015)	Bagaimana membuat perencanaan sistem prototipe <i>electromagnetic shock absorber</i> yang memanfaatkan medan listrik yang dapat dihasilkan dari gerak naik turun dari <i>shock absorber</i> untuk membantu	Simulasi uji coba penelitian menggunakan <i>osiloscop</i>		Berdasar hasil pengujian pada prototipe dihasilkan tegangan dengan total 2,66 V dan jenis tegangan sewaktu diukur adalah

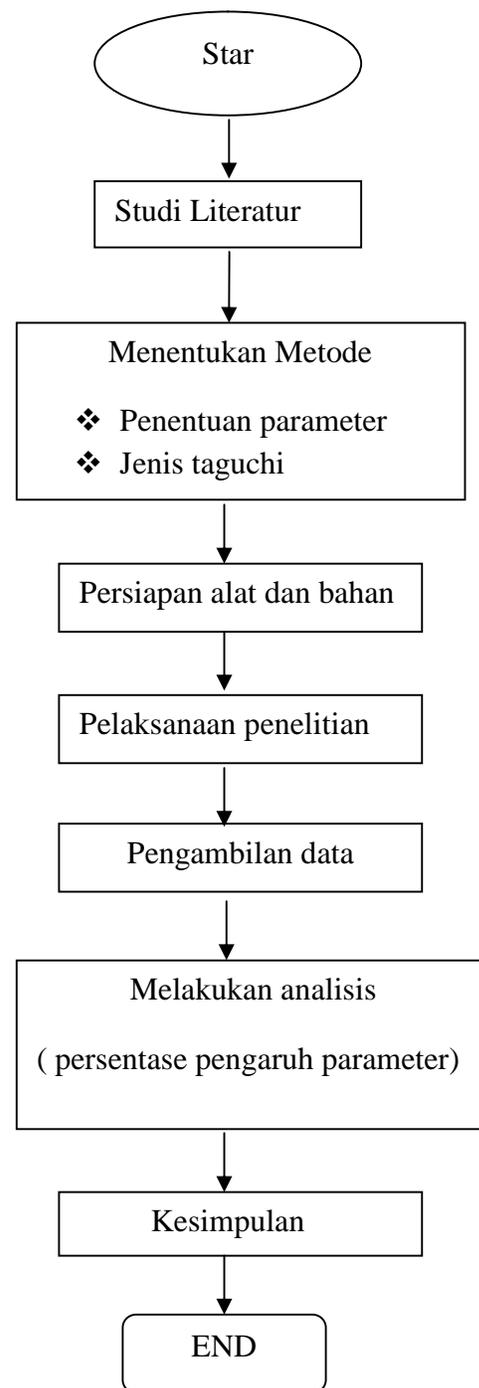
		mengisi suplai listrik pada baterai mobil.			tegangan AC (bolak balik). Dengan bantuan dioda 4 buah perubahan tegangan dari AC menjadi DC. Dari hasil diatas, dari hasil percobaan prototipe tanpa dioda didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 2,66 V dengan jenis tegangan AC. Dan setelah penambahan dioda 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
6	Fitrah Kurniawan (2019)	Bagaimana mengoptimalkan arus bangkitan <i>electromagnetic regenerative shock absorber (ERSA)</i> dengan variasi lilitan tembaga, diameter kawat dan celah udara (<i>air gap</i>) pada suspensi	Simulasi uji coba <i>ERSA</i> dilakukan dengan menggunakan vibration test untuk memberikan efek getaran pada suspensi dan osiloskop digunakan	?	?

		belakang mobil <i>multi purpose vehicle (MPV)</i>	untuk melihat tegangan dan frekuensi yang dihasilkan		
--	--	--	---	--	--

D. Kerangka Berfikir

Berdasarkan kajian teori dan penelitian yang relevan yang telah dipaparkan diatas, maka penulis berasumsi bahwa dengan menggunakan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)* akan dapat menghasilkan energi listrik yang dapat dibangkitkan dan memaksimalkannya dengan melakukan variasi lilitan tembaga ,diameter kawat tembaga dan celah udara (*Air Gap*). Dalam penelitian ini penulis berharap dapat di temukan lilitan tembaga ,diameter kawat dan celah udara (*Air Gap*) yang terbaik untuk *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA)*.



Gambar 12. Kerangka Berfikir

E. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian masalah tujuan penelitian dan landasan teori diatas, maka berdasarkan pertanyaan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengoptimalkan arus bangkitan *Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Neodimum* magnet .?
2. Bagaimana perbandingan energi listrik bangkitan dari *electromagnetic regenerative shock absorber (ERSA) Neodymium* magnet dengan variasi lilitan tembaga , diameter kawat dan celah udara (*air gap*) pada suspensi belakang mobil *multi purpose vehicle (mpv)*.?

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukannya analisa data secara keseluruhan, dengan menggunakan metode *taguchi* maka didapatkan lilitan 2000, diameter kawat 0,3 dan celah udara (*air gap*) 0,4 menghasilkan energi listrik bangkitan yang lebih besar 1,64 V dari pada 8 parameter lainnya.
2. Pada penelitian ini arus listrik bangkitan lebih besar dari pada arus listrik bangkitan pada penelitian sebelumnya dimana arus listrik bangkitan sebelumnya sebesar 0,2 V pada penelitian ini dengan lilitan 2000, diameter kawat 0,3 dan celah udara (*air gap*) 4 mm menghasilkan energi listrik bangkitan 1,64 V

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian mengenai optimasi *ERSA* magnet *Neodymium* ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengubah parameter jumlah lilitan yang lebih banyak , jenis dan jumlah magnet, serta kumparan yang digunakan.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat membuat alat uji *ERSA* tersendiri sehingga kita tidak perlu lagi menggunakan mobil sebagai tempat

alat uji, langsung saja diuji ke alat uji tersebut menggunakan sebuah generator untuk memberikan efek getaran translasi pada *ERSA*.

3. Untuk pengguna suspensi agar dapat memanfaatkan kinerja suspensi, tidak seharusnya konstruksi hanya terpaku pada media yang ada di *shock absorber* saja, bisa juga dimanfaatkan seluruh luas lantai mobil sebagai media, dipasangkan plat dengan mekanisme *ERSA* sebanyak dan seluas media yang dimanfaatkan dibawah lantai mobil tersebut sejajar dengan difrensial, lalu plat tersebut terhubung dengan *cover differential* dan as roda untuk mendapatkan efek naik turun kinerja suspensi, otomatis jika media sebesar itu dimanfaatkan maka akan didapatkan juga arus listrik yang semakin besar.
4. Bagi penelitian yang akan membuat konstruksi pemanfaatan energi listrik alternatif pada kendaraan, peneliti berharap kelak juga ada pengembangan pada bagian sumber lain, seperti panel surya, aerodinamika dan seperti energi kinetik pada rem kendaraan, yang juga dapat dimanfaatkan dengan membuat konstruksi as khusus, yang terhubung pada sistem kopling tambahan, lalu kopling tersebut terhubung pada pedal rem, yang berfungsi jika disaat pengemudi menekan pedal rem, maka kopling tambahan pada sistem kinetik ini bisa juga bekerja, hingga dapat memaksimalkan kinerja rem, karena out put putaran kopling tersebut dapat dihubungkan pada generator, yang mana jika dilakukan pengereman akan dapat menghasilkan arus listrik, karena putaran roda yang terhubung pada generator pembangkit arus listrik hanya pada saat mobil direm

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukannya analisa data secara keseluruhan, dengan menggunakan metode taguchi didapatkan lilitan 2000, diameter kawat 0,3 dan celah udara (*air gap*) 0,4 menghasilkan energi listrik bangkitan yang lebih besar dari pada parameter lainnya.
2. Pada penelitian ini semakin besar diameter kawat dan air gap yang digunakan maka arus yang dihasilkan semakin kecil dapat kita lihat pada tabel
3. Pada penelitian ini arus listrik bangkitan lebih besar dari pada arus listrik bangkitan pada penelitian sebelumnya dimana arus listrik bangkitan pada penelitian ini dengan lilitan 2000, diameter kawat 0,3 dan air gap 4 mm menghasilkan energy bangkitan sebesar

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian mengenai optimasi *ERSA* magnet *Neodymium* ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengubah parameter jumlah lilitan yang lebih banyak , jenis dan jumlah magnet, serta kumparan yang digunakan.

2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat membuat alat uji *ERSA* tersendiri sehingga kita tidak perlu lagi menggunakan mobil sebagai tempat alat uji, langsung saja diuji ke alat uji tersebut menggunakan sebuah generator untuk memberikan efek getaran translasi pada *ERSA*.
3. Untuk pengguna suspensi agar dapat memanfaatkan kinerja suspensi, tidak seharusnya konstruksi hanya terpaku pada media yang ada *shock absorber* saja, bisa juga dimanfaatkan seluruh luas lantai mobil sebagai media, dipasangkan plat dengan mekanisme *ERSA* sebanyak dan seluas media yang dimanfaatkan dibawah lantai mobil tersebut sejajar dengan difrensial, lalu plat tersebut terhubung dengan kover diferensial dan as roda untuk mendapatkan efek naik turun kinerja suspensi, otomatis jika media sebesar itu dimanfaatkan maka akan didapatkan juga arus listrik yang semakin besar.
4. Bagi penelitian yang akan membuat konstruksi pemanfaatan energi listrik alternatif pada kendaraan, peneliti berharap kelak juga ada pengembangan pada bagian sumber lain, seperti panel surya, aerodinamika dan seperti energi kinetik pada rem kendaraan, yang juga dapat dimanfaatkan dengan membuat konstruksi as khusus, yang terhubung pada sistem kopling tambahan, lalu kopling tersebut terhubung pada pedal rem, yang berfungsi jika disaat pengemudi menekan pedal rem, maka kopling tambahan pada sistem kinetik ini bisa juga bekerja, hingga dapat memaksimalkan kinerja rem, karena output putaran kopling tersebut dapat dihubungkan pada generator, yang mana jika dilakukan pengereman akan dapat menghasilkan arus listrik, karena

putaran roda yang terhubung pada generator pembangkit arus listrik hanya pada saat mobil direm.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnison.W.,Amin.B.,(2017)“Distribusi *Viscous, Friction* Dan *Electric Dumping* Pada *Regeneratif Shock Absorber (Rsa)* Tipe *Hydraulic Electro Mechanic Shock Absorber (Hemsa)*”.*Invotek* 17(2) 46-51
- Afnison.W.,Maksum,H.(2019).,” *Development of the Electromagnetic Regenerative Shock Absorber as an Energy Harvesting Tool for Vehicles*” *Motivection* 1(3). 71-82
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Afza, Erini. (2011). *Pembuatan Magnet Permanen Ba-Hexa Ferrite (BaO.6Fe₂O₃) dengan Metode Koopresipitasi dan Karakterisasinya*. Universitas Sumatera Utara
- Badan Pusat Statistik. 2018. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2017. [online]. Tersedia: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>. [28 juli 2019].
- Bachmid, A. dkk. (2017). “*Osiloskop Portable Digital Berbasis Avr Atmega644*”. E-journal Teknik Elektro dan Komputer 6 (1).15-26
- Budiman, A .,Asy’ari, H., Hakim,R.A. (2012).” *Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik*”. *Jurnal Emitor* 12 (01). 59-67
- Dalman.(2016).*Menulis Karya Ilmiah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- <http://www.CNBC indoneisa.com> diakses pada tanggal 10 maret 2019
- Eliza,Fivia.(2014).*Pengukuran Dan Instrumentasi*. Padang :UNP Pres
- Faik. 2014. Pengenalan Osiloskop.<https://Faiksmk1.Wordpress.Com/2014/11/10/Pengenalan-Osiloskop/> Diakses Pada Tanggal 15 Agustus 2019
- Golongku. 2016. Fluks Magnetik.<http://golengku.blogspot.com/2016/12/fluks-magnetik.html> diakses pada tanggal 15 agustus 2019