

***Speed Bumb* sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan dan Terbarukan**

Hasyim Asy'ari¹, Aris Budiman², Agus Munadi³

^{1,2}*Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta*
E-mail : asy_98ari@yahoo.com

³*Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*
E-mail : munady_22@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi dapat membantu masyarakat dalam berbagai aspek kehidupan, hal ini terlihat banyaknya masyarakat bergantung pada teknologi. Kondisi demikian mengakibatkan meningkatnya permintaan energi listrik oleh masyarakat ke perusahaan listrik negara, untuk mencegah terjadinya overload maka penambahan pembangkit listrik dengan energi primer berasal dari batubara yang saat ini dikenal dengan program 10.000 MW. Pembangkit tersebut berkategori pembangkit konvensional dan tidak ramah lingkungan. Melihat cadangan batubara yang dimiliki Indonesia hanya mampu sekitar 35 tahun kedepan maka perlu adanya sebuah penelitian yang memanfaatkan sumber energi terbarukan, murah, dan ramah lingkungan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk merencanakan speed bump yang dapat digunakan sebagai sumber energi pembangkit listrik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemanfaatan polisi tidur atau speed bump untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan sistem tuas. Sistem pembangkit ini memanfaatkan alternator magnet permanen 2 kutub keluaran AC sebagai pembangkit listrik, poros tuas dihubungkan dengan rotor alternator tersebut dengan media gear box. Hasil penelitian ini menunjukkan dengan gaya pijakan speed bump sebesar 608.2 Newton mampu menghasilkan putaran 650 rpm pada pole alternator, dengan dibebani lampu LED 240 mA/12V dapat menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 11.26 volt DC, sedangkan saat terhubung dengan accu dengan kapasitas 12 volt DC 10 Ah, alternator menghasilkan arus rata-rata sebesar 1.68 Ampere.

Kata kunci : Speed Bumb, Energi Terbarukan, Alternator, Ramah Lingkungan

1. PENDAHULUAN

Permintaan energi listrik masyarakat dan industri sekarang semakin meningkat, hal ini disebabkan banyaknya peralatan mesin yang digunakan oleh masyarakat dan industri untuk membantu aktivitasnya, hal ini memunculkan beberapa persoalan penting yang sekarang ini dihadapi sistem kelistrikan di Indonesia. Perusahaan listrik negara (PLN) sebagai penyedia energi listrik dituntut menambah pasokan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sehingga tidak terjadi pemadaman bergilir. Penambahan pembangkit listrik adalah cara untuk menambah kapasitas pasokan energi listrik agar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat dan industri. Selain itu, adanya sosialisasi tentang pentingnya penghematan energi listrik. Meskipun ada beberapa upaya yang dilakukan oleh PLN, perlu ada kajian secara intensif untuk memanfaatkan potensi alam yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik terbarukan dan ramah lingkungan, mengingat hampir 90% pembangkit listrik yang ada di Indonesia adalah pembangkit listrik konvensional, energi primer dari pembangkit konvensional berasal dari batubara dan minyak bumi yang sifatnya tidak terbarukan serta banyak mengakibatkan polusi udara. Persoalan penting lain yang dihadapi pemerintah Indonesia adalah kemacetan lalu lintas yang disebabkan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan bermotor yang melintas jalan raya sekarang ini semakin meningkat. Rasio kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya semakin cepat sehingga kondisi jalan raya jarang sepi. Jutaan energi gerak kendaraan di jalan raya atau TOL dengan kerapatan 10 detik/kendaraan perlu dimanfaatkan. Salah satu pemanfaatannya adalah dengan membangun Pembangkit listrik tenaga roda berjalan atau pemanfaatan energi gerak yang terbuang pada saat kendaraan melintasi polisi tidur [1].

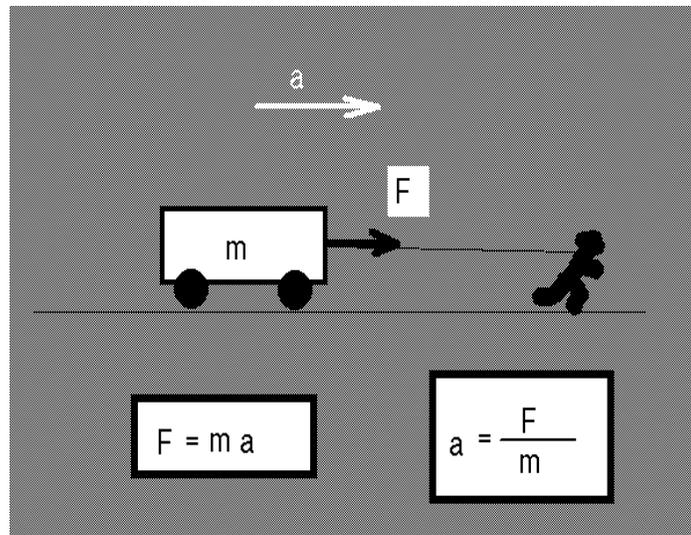
Kebutuhan energi yang berbanding lurus dengan peningkatan *eksponensial populasi* umat manusia dan menipisnya cadangan batubara, minyak bumi yang dimiliki Indonesia menuntut untuk melakukan kajian-kajian yang dapat menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan potensi alam yang terbarukan dan ramah lingkungan. Bila semua massa kendaraan memiliki potensi energi yang dapat dibangkitkan menjadi energi listrik, maka dengan memanfaatkan media jalan raya dan suatu mekanisme tertentu yang dirancang pada jalan raya, memungkinkan dapat dihasilkan energi listrik dari sumber yang belum disadari sebelumnya [2].

Harvesting energy adalah sistem elektrikal yang efektif untuk dapat digunakan mengingat energi sangat dibutuhkan manusia. "*Electricity from Traffic*" dijelaskan sebuah ide untuk membuat energi terbarukan sekaligus ramah lingkungan IC LTC 3588, *regulator*, sistem elektrikal, sistem *charge* dengan memanfaatkan beban.

Speed bump (polisi tidur) adalah gundukan yang dibuat melintang di jalan untuk membatasi kecepatan laju kendaraan. Fungsi polisi tidur adalah untuk menjaga keteraturan berlalu lintas dan juga menjaga agar para pengendara kendaraan bermotor untuk memperlambat laju kendaraan [3].

1.1 Hukum Gerak Newton

Hukum gerak *newton* adalah tiga hukum fisika yang menjadi dasar mekanika klasik. Hukum ini menggambarkan hubungan antara gaya yang bekerja pada suatu benda dan gerak yang disebabkan. Hukum ini telah dituliskan dengan pembahasan yang berbeda-beda selama hampir 3 abad, berdasarkan hukum *newton* gaya tekan kendaraan terhadap *speed bump* yang terdapat di jalan raya dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan tuas yang terhubung dengan *speed bump*. Perhitungan gaya tekan roda kendaraan yang di berikan ban depan dan ban belakang dapat dinyatakan dengan persamaan 1 dan persamaan 2, Hukum newton diilustrasikan yang ditunjukkan pada gambar 1[4].



Gambar 1. Hukum *Newton*

Gaya tekan yang diberikan ban depan: $f = m_{depan} \times g$ (1)

Gaya tekan yang diberikan ban belakang: $f = m_{belakang} \times g$ (2)

dengan: m_{depan} = massa pada roda depan

$m_{belakang}$ = massa pada roda belakang

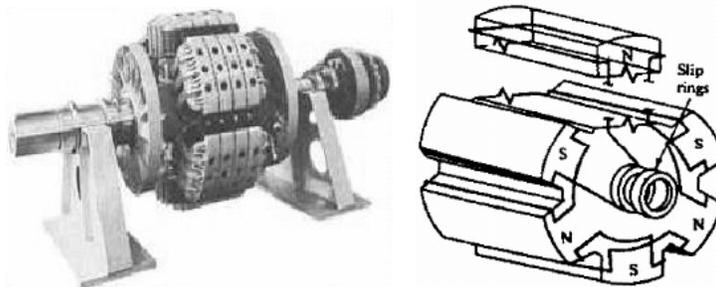
g = grafitasi bumi

1.2 Alternator

Mesin listrik pada dasarnya adalah suatu peralatan yang digunakan untuk konversi energi, yaitu dari energi mekanik menjadi energi listrik, energi listrik menjadi energi mekanik, atau dari energi listrik ke energi listrik dalam level tegangan yang lain. Fungsi ini sangat erat kaitannya dengan medan magnet sebagai medium dalam proses pengubahan energi.

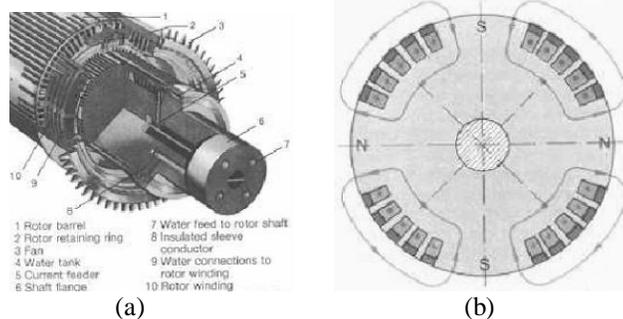
Hampir semua energi listrik dibangkitkan dengan menggunakan mesin sinkron. Generator sinkron adalah mesin sinkron yang digunakan untuk mengubah daya mekanik menjadi daya listrik. Generator sinkron dapat berupa generator sinkron tiga fase atau generator sinkron AC satu fase tergantung dari kebutuhan.

Secara garis besar, generator memiliki 2 komponen utama yaitu stator dan rotor yang menentukan jenis dan karakteristik generator. Rotor terbuat dari besi karbon yang ditempatkan magnet permanen (NdFeB) pada permukaannya. Rotor generator diputar oleh *prime mover* menghasilkan medan magnet berputar pada mesin. Medan magnet putar ini menginduksi tegangan tiga fase pada kumparan stator generator. Rotor pada generator sinkron pada dasarnya adalah sebuah elektromagnet yang besar. Kutub medan magnet rotor dapat berupa *salient* (kutub sepatu) dan *non salient* (rotor silinder). Gambaran bentuk kutub sepatu generator sinkron diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2 Rotor salient (kutub sepatu) pada generator sinkron

Pada kutub *salient*, kutub magnet menonjol keluar dari permukaan rotor sedangkan pada kutub *non salient*, konstruksi kutub magnet rata dengan permukaan rotor. Rotor silinder umumnya digunakan untuk rotor dua kutub dan empat kutub, sedangkan rotor kutub sepatu digunakan untuk rotor dengan empat atau lebih kutub. Pemilihan konstruksi rotor tergantung dari kecepatan putar *prime mover*, frekuensi dan rating daya generator. Generator dengan kecepatan 1500 rpm ke atas pada frekuensi 50 Hz dan rating daya sekitar 10MVA menggunakan rotor silinder. Sementara untuk daya dibawah 10 MVA dan kecepatan rendah maka digunakan rotor kutub sepatu. Gambaran bentuk kutub silinder generator sinkron diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3 Gambaran bentuk (a) rotor *Non-salient* (rotor silinder), (b) penampang rotor pada generator sinkron

2. METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu pembuatan pijakan beban, desain penghubung tuas dengan rotor alternator dengan media gearbox, serta pemanfaatan flywheel pada gearbox yang akan membantu meningkatkan kecepatan putar rotor alternator sehingga mampu menghasilkan energy listrik yang cukup besar.

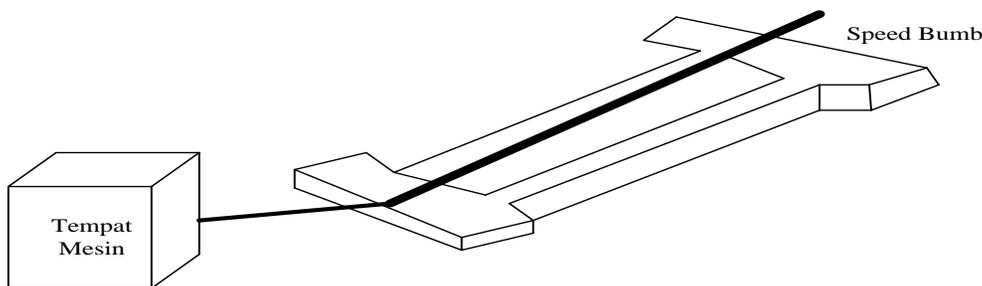
2.1 Pembuatan Alat

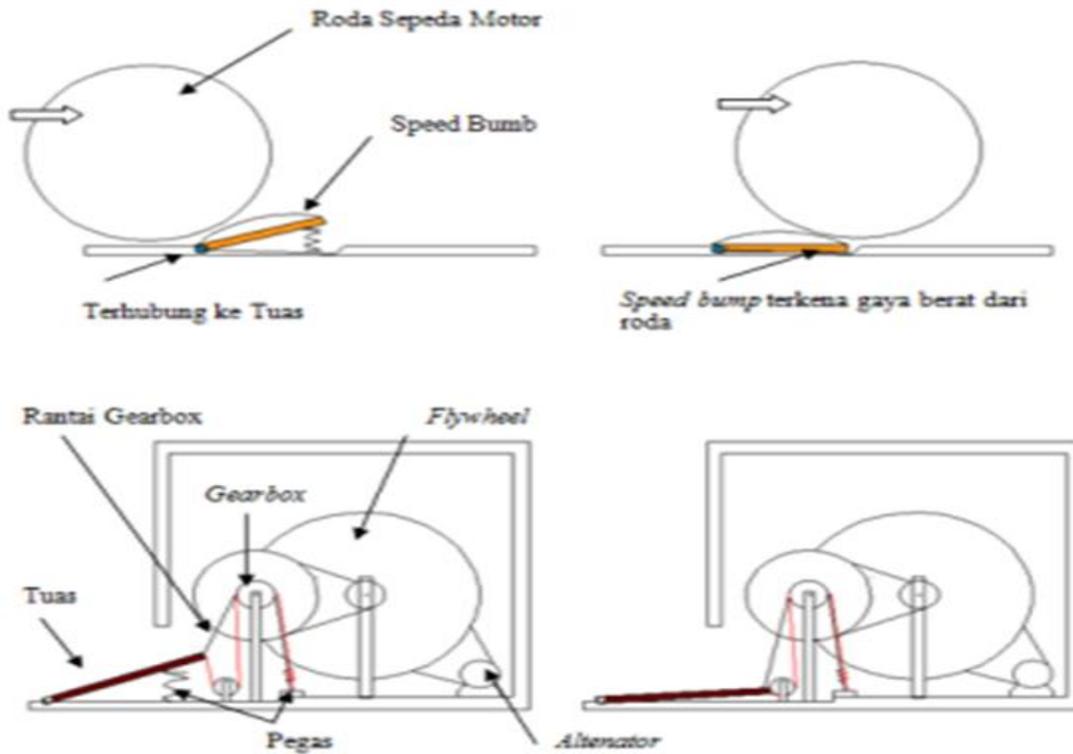
Pembuatan alat meliputi:

1. Merangkai rangka mesin sesuai yang diharapkan. Pembuatan di bengkel bubut dan las.
2. Membubut As besi sesuai degan As pada *gearbox* dan *flywheel*.
3. Merangkai pengendali tanganan. Dengan penguat *transistor bipolar* (BJT) tipe 2n 3055, dan diode *brigde*.

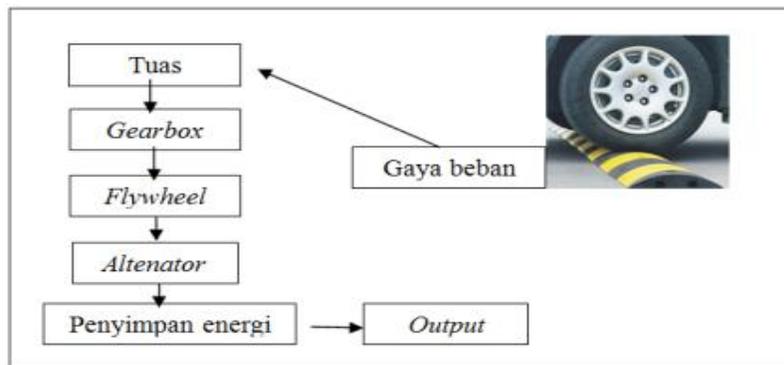
2.2 Pengujian Sistem Pengujian system meliputi :

1. Pengujian mesin dengan menyambungkan *output* dengan VU tegangan, Lampu LED DC 12 volt, dan *akumulator*.
2. Pengukuran *output* RPM, tegangan dan arus saat *speed bump* dilewati motor dengan kecepatan yang berbeda/ memberikan pijakan pada *speed bump*.





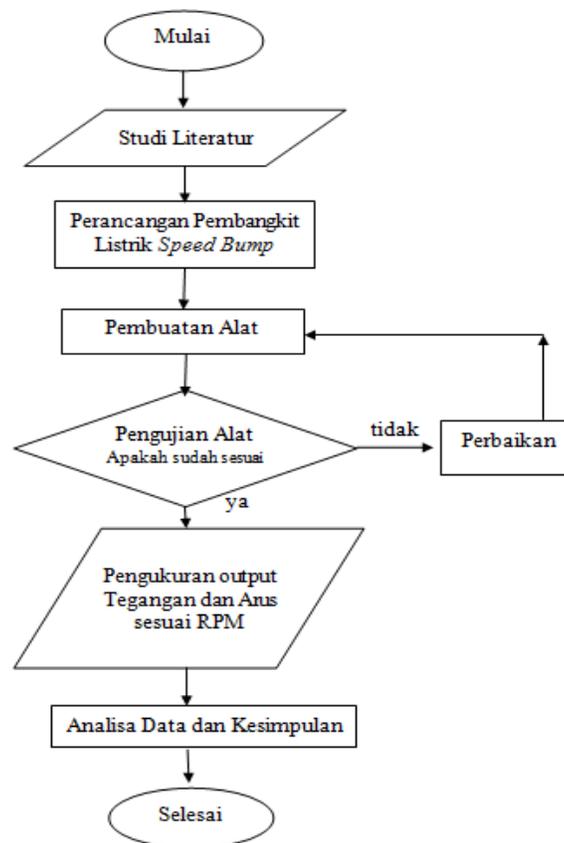
Gambar 4. Desain Sistem



Gambar 5. Perencanaan sistem



Gambar 6. Bagian dalam sistem

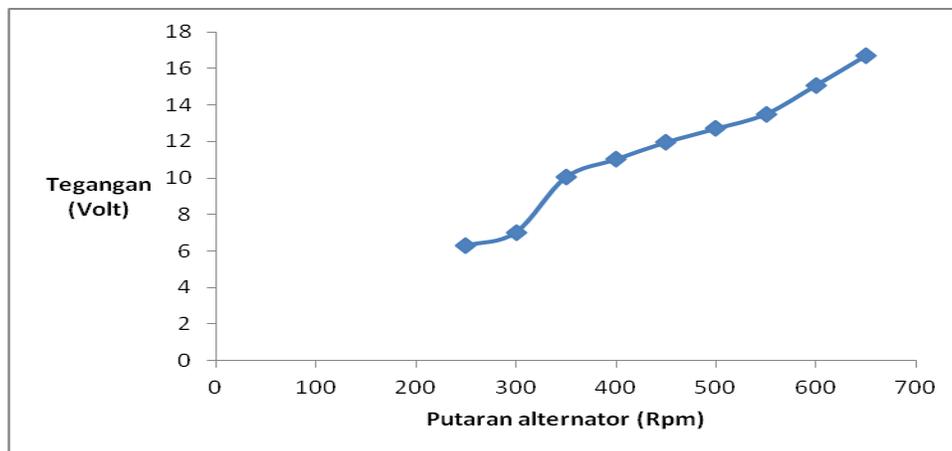


Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

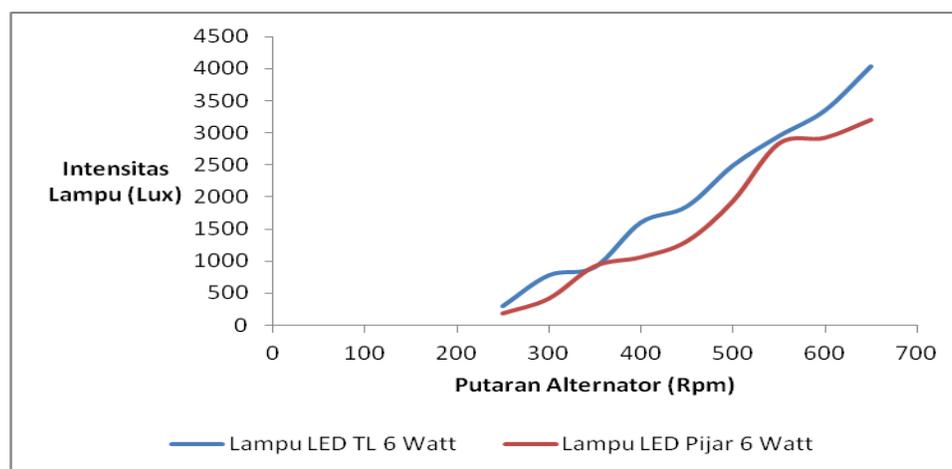
3. Hasil dan Analisa

Tabel 1. hasil pengukuran dengan jarak 20 cm antara lumenmeter dengan lampu

Putaran alternator (Rpm)	Tegangan (Volt DC)	Arus (A)	Intensitas lampu LED 1 (Lux)	Intensitas lampu LED 2 (Lux)	Daya (Watt)
250	6.3	1.02	293	178	6.42
300	7.02	1.36	776	410	9.54
350	10.03	1.52	904	916	15.24
400	11.02	1.6	1600	1056	17.24
450	11.95	1.69	1852	1305	20.19
500	12.7	1.78	2490	1930	22.61
550	13.5	2.02	2950	2830	27.27
600	15.07	2.45	3350	2920	36.92
650	16.7	2.6	4040	3200	43.42



Gambar 8. Grafik Hubungan Rpm Rotor Alternator terhadap Tegangan Keluaran



Gambar 9. Grafik Hubungan Putaran Alternator terhadap Intensitas Beban Lampu LED

Pada gambar 8 terlihat bahwa semakin besar nilai putaran alternator maka tegangan keluaran akan semakin besar pula, hal ini terlihat tegangan keluaran terbesar adalah 16,7 Volt pada saat putaran alternator 650 Rpm, hal ini disebabkan semakin besar terjadi pemotongan medan magnet stator oleh rotor, sedangkan pada gambar 9 merupakan hubungan antara putaran alternator terhadap intensitas cahaya yang dihasilkan oleh beban lampu LED. Semakin besar putaran alternator mengakibatkan kenaikan tegangan

keluaran oleh alternator, hal ini juga berdampak pada meningkatnya intensitas cahaya yang dihasilkan oleh beban lampu LED. Pada saat putaran alternator 650 Rpm, tegangan keluaran alternator tersebut sebesar 16,7 Volt dan intensitas cahaya tertinggi sebesar 4040 Lux pada LED TL 6 watt dan 3200 Lux pada LED Pijar 6 Watt

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data pengujian yang telah dilakukan maka pembangkit listrik tenaga *speed bump* sebagai sumber energi alternatif mampu menyuplai 2 lampu LED DC dan menyuplai arus pengisian *akumulator*, dengan Gaya 608.2 *Newton* mampu menghasilkan kecepatan 650 RPM, dengan tegangan 16.7 Vdc dan arus 2.6 A, dan intensitas tertinggi beban lampu TL LED 6 watt sebesar 4040 Lux dan beban lampu LED pijar 6 watt sebesar 3020 Lux

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ganedio, 2008, *Pembangkit Listrik Tenaga Jalan Raya*, *Forum.kompas.com*, 05/03/2008.
- [2] Weriend Priananda, C. dkk, 2011, *Rancang Bangun Elektrical System Pada Speed Bump Pembangkit Daya*, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- [3] Prasetyo, Andy. 2010. *Uji Karakteristik Mekanisme Pembangkit Energi Listrik pada Speed Bump dengan Mekanisme Fly Whell*, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4] Soetrisno. 1978. *Fisika Dasar- Mekanika*. Bandung: Penerbit ITB.