

Desain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Hentakan Kendaraan Di Jalan Raya

Alexander Pakiding¹⁾, Evy Lalan Langi²⁾,
Yusem Baru³⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Fisika

²⁾Program Studi Pendidikan Matematika

Universitas Kristen Indonesia Toraja

Jl. Nusantara No. 12 Makale

Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan

¹⁾ alex_pakiding@yahoo.com, ²⁾yusembaru89@yahoo.co.id

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan "Prototype Pembangkit listrik Tenaga Hentakan Kendaraan di Jalan Raya" dengan tujuan umum memanfaatkan sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai pembangkit listrik. Salah satu sumber energi yang sangat melimpah dan belum banyak dimanfaatkan adalah energisentakan kendaraan. Tujuan khususnya adalah mendisain prototipe pembangkit listrik tenaga hentakan kendaraan di jalan raya dimana listrik yang dihasilkan disimpan dalam baterai (accu). Tujuan Jangka Panjang adalah ditemukannya alat konversi energy sentakan kendaraan di jalan raya dengan efisiensi maksimum sehingga dapat dijadikan pembangkit dan dapat menghasilkan daya cukup besar. Prototipe pembangkit listrik tenaga Hentakan kendaraan pada dasarnya sama dengan pembangkit listrik yang lain yang menggunakan dinamo. Pada prototype ini, gaya yang dimanfaatkan untuk memutar dinamo adalah dari sentakan kendaraan. Sebuah alat didesain untuk mengubah hentakan kendaraan menjadi energi rotasi yang akan memutar dinamo untuk mendapatkan arus listrik. Listrik yang diperoleh kemudian di simpan dalam baterai (accu). Dari prototype yang dihasilkan sebelum pemasangan dinamo pembangkit telah didapatkan putaran yang cukup tinggi untuk memutar dinamo untuk menghasilkan listrik. Setelah dinamo terpasang, putaran menjadi berkurang karena beban dari dinamo akan tetapi putarannya masih cukup untuk mengaktifkan dinamo sebagai pembangkit. Indikator pembangkit telah berfungsi adalah matinya lampu indicator yang terpasang pada dinamo.

Kata kunci: Hentakan kendaraan, energi rotasi, energy listrik

I. Pendahuluan

Listrik telah menjadi kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia zaman sekarang ini. Begitu besarnya kebergantungan manusia pada listrik mengakibatkan

kebutuhan listrik akhir-akhir ini menjadi topik yang banyak diperbincangkan baik oleh masyarakat awam, birokrat maupun para ahli dibidang kelistrikan karena dikawatirkan dalam waktu yang tidak lama lagi akan terjadi krisis energi listrik jika tidak ditemukan

sumber-sumber energi lain terutama sumber energi terbarukan. Menurut anilisa International Energi Agency (IEA) ditahun 2030 akan sulit menyalakan lampu jika hanya mengandalkan sumber energi yang ada sekarang. Alternatifnya adalah mengembangkan energi baru terbarukan walaupun menurut Mounford hal tersebut masih meragukan karena masih membutuhkan investasi teknologi yang mahal.

Dalam Jurnal Kajian LEMHANAS RI Edisi 14, Desember 2012 tentang Pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) guna Penghematan Bahan Baku Fosil dalam Rangka Ketahanan Nasional dijelaskan bahwa Indonesia tidak termasuk dalam kategori negara yang kaya energi fosil. Cadangan per kapita minyak, gas dan batubara berada di bawah cadangan perkapita rata-rata dunia.

Disamping sumber energi fosil sangat terbatas cadangannya, harganya pun fluktuatif karena sangat dipengaruhi oleh situasi politik dunia. Dalam kondisi seperti itu pemerintah mencanangkan kebijakan konservasi dan diversifikasi energi. Oleh karenanya pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai komplemen energi berbasis fosil bersifat mutlak untuk terus dilaksanakan. Untuk mendukung kebijakan ini, hal penting yang perlu dilakukan adalah konsistensi, komitmen dan perubahan mindset dari pemerintah dan seluruh rakyat Indonesia bahwa sumber energi bukan hanya BBM atau batu bara atau gas saja melainkan masih banyak yang lain yang belum dimanfaatkan.

Sudah banyak penelitian pemanfaatan energi terbarukan dilakukan dalam upaya mengantisipasi terjadinya krisis energi dimasa yang akan datang terutama BBM. Dari penelitian-penelitian yang dilakukan, mencoba memanfaatkan kekayaan alam sebagai pembangkit listrik, misalnya angin, air, sinar matahari, panas bumi, bahan bakar dari tumbuh-tumbuhan dan hewan (biofuel). Tetapi tentu masih banyak yang belum maksimal di kelola dan bahkan mungkin belum diketahui bagaimana memanfaatkannya. Ini menjadi tantangan bagi masyarakat Indonesia terutama

ma bagi kalangan Perguruan Tinggi untuk menggali dan mengembangkannya.

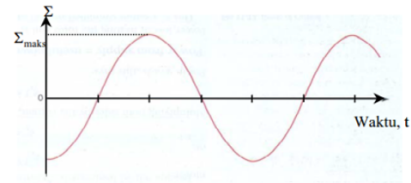
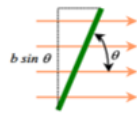
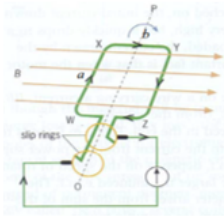
II. Tinjauan Pustaka

A. Pembangkit Listrik

Pada dasarnya semua pembangkit listrik yang menggunakan generator (dinamo) mempunyai prinsip kerja yang sama. Energi dari alam dimanfaatkan untuk memutar generator. Proses pemanfaatan energi untuk memutar generator saja yang berbeda-beda, ada yang memutar generator secara langsung seperti pada Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro (PLTM), atau Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dan ada yang masih harus diproses terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan untuk memutar generator, misalnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Batu Bara, tenaga gambut yang mana harus di bakar terlebih dahulu, dan lain-lain.

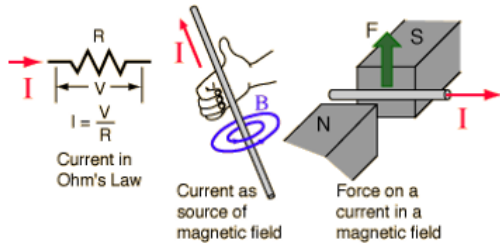
Generator terdiri dari magnet, gulungan kabel, dan plat besi lunak. Gulungan kabel pada pelat yang diputar dalam medan magnet mengakibatkan adanya perubahan fluks magnet sehingga timbul arus listrik. Besarnya arus yang timbul bergantung pada besar medan magnet (B), banyaknya gulungan (N) dan seberapa kecepatan putar gulungan (V) dalam medan magnet yang dituliskan dengan persamaan $\xi = 2NBv\sin\theta$. Besarnya arus listrik adalah $I = \xi/R$, dengan ξ adalah gaya gerak listrik (volt), R = hambatan (Ohm) dan I = arus listrik (ampere).

Kita sering menjumpai dinamo pada sepeda yang digunakan untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Dibagian luar dinamo ada bagian yang dapat disentuh atau dilepaskan dari roda sepeda yang berhubungan dengan kumparan di dalam dinamo. Ketika bagian ini disentuh ke roda sepeda maka bagian tersebut berputar mengikuti putaran roda sepeda sehingga kumparan di dalam dinamo berputar. Kumparan WXYZ pada Gambar 1(a), dapat berputar dalam medan magnet tetap. Panjang sisi-sisi kumparan adalah a dan b . Akibat perputaran



(a) Skema Dinamo

Gambar 2: Bentuk tegangan keluaran sebuah dinamo



(b) Arah arus, Gaya dan Medan Magnet (Hypherphysics)

Gambar 1

Untuk mengubah arus bolak balik menjadi arus searah, bisa dilakukan dengan menggunakan cincin belah atau dengan komponen elektronika yaitu dioda.

B. Energi Pembangkit

maka luas penampang kumparan yang tegak lurus dan magnet berubah-ubah sehingga terjadi perubahan fluks yang dikandung kumparan tersebut. Luas kumparan adalah $A = ab$ Akibat perputaran kumparan, maka proyeksi luas kumparan dalam arah tegak lurus medan magnet hanya $A' = ab \sin \theta$. Dengan demikian, fluks magnetik yang dikandung kumparan tiap saat adalah

$$\varphi = BA' = Bab \sin \theta$$

$$\varphi = Bab \sin \omega t$$

Jika jumlah lilitan pada kumparan dinamo adalah N maka ggl induksi yang dihasilkan kumparan dinamo menjadi

$$\xi = -N d\phi/dt = -N \frac{d(Bab \sin \omega t)}{dt}$$

$$\varphi = Bab \sin \omega t$$

$$= -NBab \omega \cos \omega t$$

$$= -\xi_{maks} \cos \omega t$$

dengan $\xi_{maks} = NBab\omega$, yang merupakan amplitudo ggl yang dihasilkan Tampak bahwa ggl yang dihasilkan dinamo berubah secara sinusoidal (merupakan fungsi sinus atau kosinus). Gambar 2 adalah plot ggl yang dihasilkan dinamo.

Indonesia memiliki potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang terbesar yaitu energi air (hydro) sebesar 75.670 MW namun hingga tahun 2008 baru mencapai 5% yang dimanfaatkan. Secara global pada tahun itu energi terbarukan baru mencapai 19,9%.

Gambaran komprehensif dalam pengembangan potensi dan pemanfaatan energi baru dan terbarukan dapat diuraikan beberapa aspek:

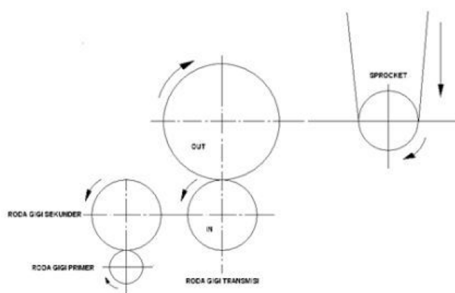
- a). Kekuatan (Strength) Energi Terbarukan. Keuntungannya adalah: biaya pembangkit yang rendah; kompetitif dibanding dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil; biaya yang konstan; sumber energi yang konstan; tidak menghasilkan polusi dan emisi gas rumah kaca.
- b). Kelemahan (Weakness) Energi Terbarukan. Membutuhkan investasi yang mahal untuk eksplorasi; sumbernya tidak merata; pembangunannya dapat mempengaruhi stabilitas tanah dan lain-lain.
- c). Peluang (Opportunity) Energi Terbarukan: dapat mengurangi devisa dari pemanfaatan energi berbasis fosil; adanya krisis listrik dan pertumbuhan permintaan listrik; komitmen dunia sesuai dengan Kyoto Protocol untuk mengurangi emisi CO₂.
- d). Ancaman (Threat) Energi Terbarukan antara lain; masih terbatasnya SDM, investor di sector energi terbarukan masih

kurang, tingkat pengembalian modal yang rendah dan tidak pasti.

Pembangkit listrik yang banyak digunakan di dunia saat ini pada dasarnya dapat dibedakan atas dua, yaitu yang menggunakan dinamo dan yang menggunakan fotosel (panel). Pembangkit yang menggunakan dinamo seperti pada pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga batu bara, pembangkit listrik tenaga disel dan lain-lain.

Pada pembangkit listrik dengan tenaga sentakan kendaraan yang juga akan menggunakan dinamo, energi untuk memutarinya diperoleh dari sentakan kendaraan yang lewat di jalan raya. Karena sifatnya sentakan maka tentu putaran yang dihasilkan tidak terlalu cepat dan tidak konstan. Untuk itu perlu dilakukan beberapa modifikasi sentakan ini agar bisa kita ubah menjadi energi rotasi dengan kecepatan yang di inginkan dan lebih stabil.

Untuk mendapatkan arus sesuai dengan yang diharapkan ada beberapa variabel yang mempengaruhi yaitu; kuat medan magnet (B), jumlah gulungan (N), kecepatan putaran (v), perti terlihat pada persamaan. Untuk mendapatkan kecepatan yang diinginkan digunakan roda gigi yang prinsipnya seperti pada Gambar 3. Dari system ini, putaran



Gambar 3: Prinsip Kerja Roda Gigi transmisi (Giancolli)

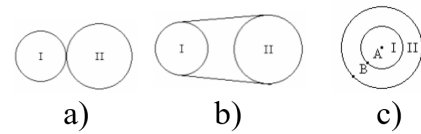
bisa tingkatkan sesuai yang kita harapkan.

Dari Gambar a) dan b) diperoleh hubungan:

$$\nu_p = \nu_s, \text{ tetapi } \omega_s \neq \omega_p$$

dengan

$$\nu_p = \omega_p \cdot r_p; \nu_s = \omega_s \cdot r_s \text{ Jika roda-roda tersebut disusun dalam satu poros putar (gambar$$



Gambar 4: a) Sistem bersinggungan langsung, b) Sistem setali, c) Sistem sesumbu

c), maka pada system tersebut titik-titik yang trletak pada satu jari mempunyai kecepatan anguler yang sama, tetapi kecepatan liniernya tidak sama. $\omega_A = \omega_B$ tetapi $\omega_A \neq \omega_B$

C. Generator Asinkron

Generator Asinkron (generator tak-serempak) sering digunakan untuk sistem turbin angin dan sistem mikrohidro yang putarannya berubah-ubah sesuai dengan kecepatan angin dan debit air atau sumber lain yang tidak konstan.

Generator Asinkron bisa juga digunakan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Sentakan Kendaraan di Jalan Raya (PLTHKJR) dan merupakan salah satu komponen terpenting dalam keseluruhan sistem PLTHKJR. Generator ini dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator adalah berdasarkan induksi elektromagnetik.

Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan ini disalurkan melalui kabel jaringan listrik untuk disimpan dalam baterai (accu) yang akhirnya digunakan untuk menyalakan lampu dan lain-lain. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh generator ini berupa AC (alternating current) yang memiliki bentuk gelombang kurang lebih sinusoidal.

D. Rectifier

Rectifier adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC). Rangkaian rectifier banyak menggunakan transformator step down yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan.

E. Baterai (Accu)

Karena pembangkit listrik dengan tenaga hentakan kendaraan ini bergantung sepenuhnya pada ada tidaknya kendaraan yang lewat di jalan raya, maka haruslah alat ini dipasang di jalan yang lalulintasnya ramai. Walaupun demikian pasti ada saatnya kendaraan yang lewat di jalan tersebut berkurang sehingga energy yang dihasilkan tidak kontinu. Oleh karena itu maka energi yang dihasilkan harus ditampung dengan menggunakan baterai (accu).

Kapasitas baterai adalah jumlah ampere jam ($Ah = \text{kuat arus dalam Ampere} \times \text{waktu dalam jam}$), artinya baterai dapat memberikan/menyuplai sejumlah isinya secara rata-rata sebelum tiap selnya menyentuh tegangan/voltase turun (*drop voltage*) yaitu sebesar 1,75 V (tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V; jika digunakan maka tegangan akan terus turun dan kapasitas efektif dikatakan sudah terpakai semuanya bila tegangan sel telah menyentuh 1,75 V). Baterai 12 V 75 Ah artinya baterai ini bisa memberikan kuat arus sebesar 75 Ampere dalam waktu satu jam atau memberikan daya rata-rata sebesar 900 Watt ($\text{Watt} = V \times I = \text{Voltase} \times \text{Ampere} = 12 \text{ V} \times 75 \text{ A}$). Secara hitungan kasar dapat menyuplai alat berdaya 900 Watt.

selama satu jam atau alat berdaya 90 Watt selama 10 jam, walaupun pada kenyataannya tidak seperti itu maka besarnya KWh dari peralatan listrik tersebut adalah sebesar 400 KWh.

Ketika beberapa baterai dirangkai secara seri, maka nilai tegangan total dari rangkaian baterai tersebut didapat dengan menjumlahkan tiap nilai tegangan dari masing-masing baterai. Nilai dari rangkaian baterai yang dirangkai secara seri adalah tetap (sama dengan nilai Ah dari masing-masing baterai penyusun rangkaian). Cara merangkainya adalah dengan menghubungkan terminal positif dari suatu baterai dengan terminal negatif baterai lainnya.

Baterai dirangkai secara paralel: Ketika beberapa baterai dirangkai secara paralel, maka nilai tegangan total rangkaian baterai terse-

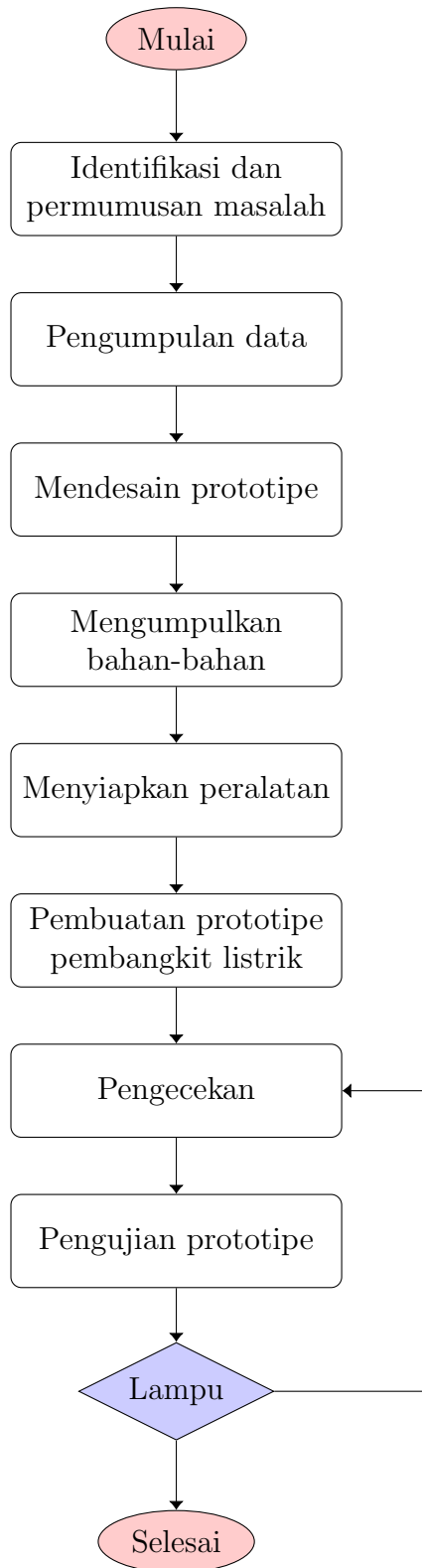
but adalah tetap (sama dengan nilai tegangan dari masing-masing baterai penyusun rangkaian). Nilai Ah dari rangkaian baterai yang dirangkai secara paralel akan meningkat, yang didapat dengan menjumlahkan tiap nilai Ah dari masing-masing baterai. Cara merangkainya adalah dengan cara menghubungkan terminal positif dari suatu baterai dengan terminal positif

III. Metode Penelitian

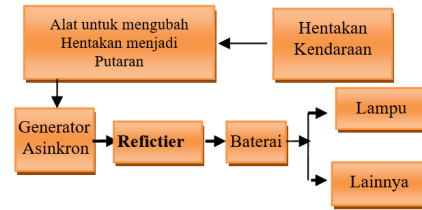
Dalam penelitian ini akan dibuat sebuah prototype pembangkit listrik yang menggunakan tenaga sentakan kendaraan. Tenaga sentakan kendaraan akan diubah menjadi energi putar yang akan memutar dinamo untuk membangkitkan arus listrik. Disini akan diteliti model yang tepat agar dalam mengkonversi sentakan menjadi putaran dapat berjalan dengan mulus dengan resiko kerusakan sekecil mungkin terhadap alat. Akan diperhitungkan juga bagaimana supaya putaran yang dihasilkan bisa stabil. Arus listrik yang dihasilkan kemudian disimpan dalam baterai (Accu) dan disambung ke lampu atau untuk keperluan lain.

Langkah-langkah penelitian dalam bentuk diagram alir. Jika pada pengujian prototype pembangkit telah dapat menyalakan lampu maka prototype dinyatakan telah selesai dan berhasil.

Rangkaian rencana Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Sentakan Kendaraan di Jalan Raya adalah sebagai berikut: Dalam penelitian ini yang dilakukan adalah mendisain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Sentakan Kendaraan. Energi yang diperoleh dari sentakan kendaraan di jalan raya akan diubah menjadi energi rotasi untuk memutar generator. Dari dynamo diperoleh arus listrik yang selanjutnya disimpan dalam baterai (Accu). Untuk mengetahui apakah peralatan telah berfungsi dengan baik maka dapat diketahui dari seberapa besar energy listrik yang bisa disimpan dalam baterai. Pada tahap ini, prototype dianggap berhasil jika telah dapat menyalakan bola lampu yang di sambungpa-



Gambar 5: Diagram alir penelitian



Gambar 6: Rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Sentakan Kendaraan

da baterai penyimpanan arus.

IV. Hasil dan Pembahasan

Listrik merupakan masalah global sampai saat ini. Pembangkit listrik yang ada hingga tahun 2018 masih didominasi oleh pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, potensi energi terbarukan diperkirakan mencapai 441,7 GW, tetapi yang masih terealisasi sampai saat ini sebesar 9,07 GW atau 2 persen dari total. (Ratna Tondang, Kompas 6/9/2019). Pembangkit listrik dengan energy baru terbarukan saat ini yang telah banyak diteliti yaitu dengan menggunakan energi air dan angin.

Pembangkit listrik tenaga hentakan kendaraan di jalan raya merupakan suatu alternative pembangkit listrik yang termasuk dalam EBT. Prinsip kerja pembangkit ini pada dasarnya sama dengan pembangkit listrik pada umumnya hanya yang membedakan adalah sumber gaya dan mekanisme putar. Kendaraan yang melintas di jalan raya akan memberikan tekanan pada alat yang kemudian diubah menjadi putaran yang selanjutnya dihubungkan ke alternator sebagai pembangkit. Energy hentakan kendaraan di jalan raya terlebih dahulu disimpan dalam bentuk pegas baru dilanjutkan ke rantai untuk memutar gir. Pemasangan pegas dalam hal ini sangat penting untuk menghindari tarikan pendadak pada pegas yang dapat berakibat rusaknya gir.

Listrik yang dihasilkan oleh altenator akan disimpan di accu dan selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Pro-



Gambar 7: Teknisi sedang merangkai prototipe

totipe yang dibuat terdiri dari lima bagian yaitu: 1. bagian pengubah hentakan kendaraan menjadi energy putar, 2. bagian pengandaan putaran dengan menggunakan gir. Bagian ini di lakukan untuk mendapatkan rotasi yang dibutuhkan agar alternator dapat berfungsi sebagai pembangkit.,3. alternator yang berfungsi sebagai pembangkit. Alat ini telah dilengkapi dengan lampu indicator untuk mengetahui apakah proses pembangkitan sudah berlangsung atau belum. Jika lampu indicator menyala berarti belum terjadi proses pengisian pada baterai (accu), 4.lampu indicator yang berfungsi untuk mengamati apakah proses pengisian baterai,5.baterai (accu) yang dalam hal ini berfungsi ganda yaitu sebagai penyimpan arus listrik yang dihasilkan dan sebagai sumber listrik untuk mengaktifkan alternator. Dari percobaan di-



Gambar 8: Putaran lambat, lampu indicator masih menyala

mana hentakan dilakukan dengan menekan alat tersebut dapat diamati bahwa pada saat tekanan kita berikan dengan lambat akan diperoleh putaran yang lambat juga dan akibatnya adalah alternator tidak dapat berfungsi sebagai pembangkit listrik (lampu indicator menyala, Gambar 8). Ketika hentakan



Gambar 9: Putaran cepat, lampu indicator mati

ditambah akhirnya dapat diperoleh putaran yang cukup untuk menjadikan alternator aktif sebagai pembangkit listrik dan mampu menghasilkan listrik. Hal ini ditandai dengan matinya lampu indicator yang terpasang pada rangkaian alternator seperti terlihat pada Gambar 9. Pada saat itu proses pengisian baterai sedang berlangsung. Pada percobaan ditemukan bahwa beban untuk memutar alternator bertambah ketika rangkaian baterai sudah terpasang. Hal ini disebabkan karena alternator sudah termagnetisasi.

V. Kesimpulan

Prototipe pembangkit listrik tenaga hentakan kendaraan di jalan raya yang telah dibuat dapat menunjukkan bahwa tenaga hentakan kendaraan di jalan raya dapat dikembangkan menjadi pembangkit listrik yang sangat potensial. Energi listrik yang dihasilkan dapat disimpan dalam baterai dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

REFERENSI

- [1] LEMHANAS RI , (Desember 2012), Pengembangan Energi Baru Terbaruk-

- an(EBT)Guna Penghematan Bahan Baku Fosil dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional, Jurnal LEMHANAS RI Kajian Edisi 14.
- [2] Paul Togan, Surabaya, Perencanaan Sistem Penyimpanan Energi dengan Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) di Desa Ketapang, Kabupaten Lombok Timur, NTB.
- [3] Bayu Dwi Atmoko, dkk., Kajian Teknis Fenomena Getaran Vorteks pada Variasi Jumlah Oscillating Part Pembangkit Listrik Tenaga Arus Air Laut, Jurnal Teknik ITS Vol.1 No.1, (September 2012), ISSN : 2301- 9271
- [4] Yogo Pratisto, dkk., (2014), Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Memanfaatkan Teknologi Sistem Pipa Kapiler, Jurnal Teknik POMITS Vol.3, No. 1, ISSN : 2337-3539 (2301-9271) Print.
- [5] Agus Nurtjahjomulyo, Rancang Bangun Generator Turbin Angin Tipe Aksial Kapasitas 200 W, Lapan.
- [6] Stephan, dkk.,Rancang Bangun Pembangkit Listrik Cadangan Menggunakan Pompa Air, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri bengkalis.
- [7] Cahyo Adi Basuki, dkk., Analisa Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Tenaga Uap dengan Menggunakan Metode Least Square, Makalah Tugas Akhir.
- [8] Janter Napitupulu, Ir., MT., Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) dalam Pengelolaan Energi Hijau, Jurnal Darma Agung
- [9] Ai Yuningsi dan Achmad Masduki, 2011., Potensi Arus Laut untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Pesisir Flores Timur, NTT, Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol.3. No. 1, Hl. 13-25, Jui 2011.
- [10] Andi Ade Larasakti, dkk.,Pembuatan dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Turbin Daya 200 Watt, Jurnal Mekanikal, Vol. 3 No. Januari 2012: 245-253.