

PENINGKATAN UNJUK KERJA MEKANISME ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BOBOT KENDARAAN DI PERLINTASAN PORTAL AREA PARKIR

Anthony Nugroho¹⁾ Joni Dewanto²⁾

Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658
E-mail : anthony273@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan energi listrik yang semakin banyak tidak dapat dipungkiri, dengan memanfaatkan energi listrik manusia banyak terbantu di dalam melakukan aktivitasnya, contoh sederhana adalah penggunaan lampu, komputer, dan lain-lain. Namun sekarang ini pembangkit listrik yang digunakan sebagian besar menggunakan sumber daya yang tak terbarukan, sehingga suatu saat sumber daya tersebut bisa habis. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan pembangkit listrik alternatif untuk mendapatkan listrik dari energi yang terbarukan, seperti pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan, mengingat semakin hari populasi kendaraan juga semakin banyak. Sehingga perlu untuk meningkatkan efisiensi dari pembangkit listrik tersebut agar kinerjanya lebih optimal.

Kata kunci: Pembangkit, Listrik, Kendaraan

1. Pendahuluan

Listrik merupakan salah satu sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia dan kebutuhan akan listrik terus meningkat dari tahun ke tahun dikarenakan perkembangan teknologi yang membutuhkan listrik. Energi listrik ini sebagian besar diperoleh dari PLN atau Generator Set (Genset) yang masih menggunakan bahan bakar fosil untuk menghasilkan listrik.

Penggunaan bahan bakar fosil untuk menghasilkan energi listrik ini menghasilkan emisi atau gas buang yang dapat mencemari lingkungan seperti karbon monoksida dan karbon dioksida. Selain itu ketersediaan bahan bakar fosil di dunia semakin menipis dan suatu saat nanti akan habis karena bahan bakar fosil merupakan bahan bakar tak terbarukan. Untuk menghadapi permasalahan tersebut maka mulailah dikembangkan sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik seperti pembangkit listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga matahari, pembangkit listrik tenaga air, serta pemanfaatan gravitasi bumi untuk menghasilkan listrik. Penggunaan sumber energi terbarukan tersebut juga tidak menimbulkan emisi.

Di alam ini juga terdapat gaya gravitasi yang berpotensi untuk menghasilkan listrik, salah satu contohnya adalah pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan, pembangkit listrik tersebut memiliki konstruksi polisi tidur yang apabila diinjak akan menghasilkan sejumlah listrik dan kemudian disimpan pada baterai agar dapat digunakan untuk kepentingan yang lain seperti untuk pengoperasian karcis tiket parkir atau pengoperasian palang parkir.

Mengingat sekarang ini mulai bermunculan mobil dengan harga terjangkau maka jumlah populasi mobil pasti akan meningkat banyak, sehingga pembangkit listrik tenaga bobot mobil tersebut sangat berpotensi

untuk memperoleh tenaga listrik. Pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan tersebut sebenarnya telah dibuat oleh Benny Sutandrio alumni jurusan Teknik Mesin, Program Studi Otomotif UK Petra, namun pembangkit energi listrik tenaga bobot mobil tersebut masih menghasilkan energi listrik yang relatif kecil dan alat yang dibuat oleh Benny Sutandrio memiliki desain yang tidak dapat diinjak oleh kendaraan, sehingga perlu untuk menyempurnakannya atau meningkatkan unjuk kerjanya agar semakin efisien dalam menghasilkan listrik dengan tenaga yang benar-benar dari gaya kendaraan yang melintas.

Tujuan dari pelaksanaan Tugas Akhir ini:

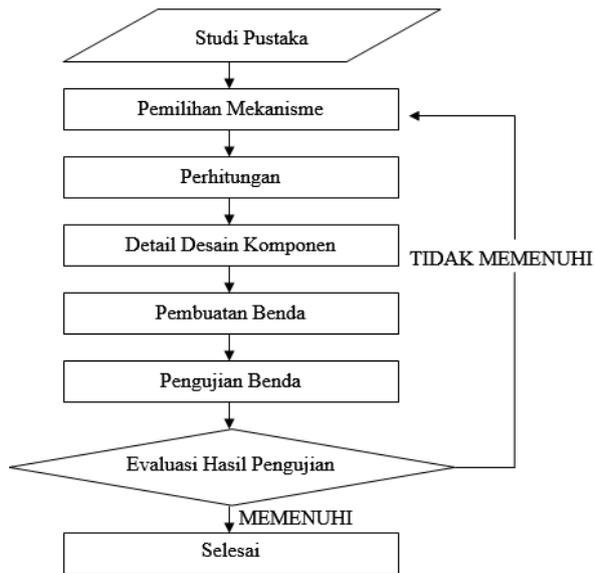
1. Merancang mekanisme alternatif pembangkit listrik terbarukan dengan memanfaatkan gaya dari mobil yang melintas.
2. Meningkatkan unjuk kerja pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan yang telah dibuat oleh Benny Sutandrio $\pm 20\%$.

Manfaat dari pelaksanaan Tugas Akhir ini:

1. Dapat memperoleh energi listrik secara cuma-cuma dari mobil yang melintas.
2. Listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik ini dapat digunakan untuk mengoperasikan portal palang parkir, loket karcis parkir atau untuk penerangan/menyalakan lampu di sekitarnya.
3. Mengurangi penggunaan sumber energi dari PLN atau Genset sehingga lebih ekonomis/hemat biaya listrik.

2. Metode Penelitian

Dalam menyusun Tugas Akhir ini dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

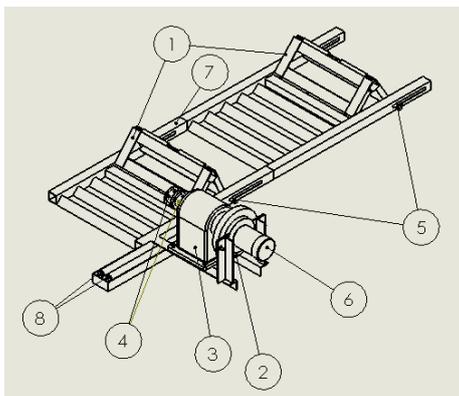


Gambar 1. Bagan Metode Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Alat pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan ini akan dibuat dengan 3 sistem utama yaitu mekanisme sistem mekanik untuk menyerap energi benturan dari roda kendaraan yang melintas, mekanisme sistem kelistrikan untuk mengubah energi yang diserap sistem mekanik untuk menghasilkan listrik, dan mekanisme sistem pembalik yang berfungsi untuk mengembalikan sistem mekanik agar dapat digunakan secara berulang.

Mekanisme tersebut bekerja ketika polisi tidur tersebut ditekan oleh mobil yang melaluinya, sehingga bagian berbentuk segitiga tersebut akan berenggang menjadi lurus, dimana ujung terdepan dari bagian tersebut dikaitkan dengan tali yang terlilit ke *drum*, sehingga drum berputar dan memutar poros yang terhubung pada *gearbox*. Poros output dari *gearbox* akan berputar dan memutar *flywheel* yang terhubung ke generator, sehingga generator berputar dan mengubah energi putaran menjadi energi listrik. Ketika bagian berbentuk segitiga (*Bump*) sudah tidak diinjak maka pegas akan menarik tali sehingga bagian segitiga tersebut akan kembali ke posisi semula.



Gambar 2. Tampak isometris alat yang akan dibuat

Gambar diatas merupakan gambar rancangan dan komponen yang terdapat pada Mesin pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan. Berikut ini adalah penjelasan dari bagian yang ditunjuk oleh nomor-nomor diatas :

1. *Bump/polisi tidur*
2. *Flywheel/roda gila*
3. *Gearbox*
4. *One way bearing + Drum*
5. *Poros sliding*
6. *Generator*
7. *Frame*
8. *Kait Pegas*

Fungsi dari komponen - komponen yang digunakan adalah :

- *Bump/Polisi Tidur*

Bump / Polisi Tidur merupakan bagian yang akan ditabrak oleh roda mobil, dan akan mengubahnya menjadi gerak translasi yang menarik tali yang dipasangkan pada poros sliding, dan tali tersebut terhubung ke *drum* pada *one way bearing* sehingga *one way bearing* akan berputar.

- *One Way Bearing + Drum*

One way bearing berfungsi agar rotasi yang terjadi pada poros input *gearbox* tetap berada pada satu arah meskipun *one way bearing* berputar berlawanan arah ketika mengembalikan posisi *bump / polisi tidur*. *Drum* dilekatkan pada *one way bearing*, sebagai tempat untuk melilitkan tali.

- *Gearbox*

Gearbox berfungsi untuk meningkatkan putaran yang dihasilkan *one way bearing* menjadi putaran yang lebih tinggi agar cukup untuk memutar generator. Pada *gearbox* dipasangkan poros *input* dan poros *output*. Poros *input* terhubung ke *one way bearing*, dan poros *output* terhubung ke *flywheel*.

- *Flywheel*

Flywheel berfungsi untuk menyimpan energi yang diserap oleh sistem mekanik dan disalurkan secara perlahan ke generator untuk menghasilkan putaran yang lebih lama dan lebih stabil, sehingga *output* listrik yang dihasilkan oleh generator akan relatif lebih stabil dan lebih lama dibandingkan apabila tidak menggunakan *flywheel*.

- *Generator*

Generator berfungsi untuk mengubah energi kinetik putaran pada *flywheel* menjadi energi listrik, sehingga listrik yang digunakan dapat disimpan di dalam baterai.

- *Kait Pegas*

Kait berfungsi untuk dikaitkan dengan pegas, pegas yang dikaitkan adalah pegas tarik yang terhubung pada tali. Pegas berfungsi untuk mengembalikan posisi *bump* ke posisi semula setelah diinjak oleh mobil. Pegas yang digunakan adalah pegas tarik.

- *Frame*

Merupakan tempat terpasangnya semua komponen

A. Perhitungan Kecepatan Putaran *Flywheel*

Data yang dapat diketahui untuk menghitung kecepatan

putaran flywheel adalah :

- Kecepatan kendaraan yang dijadikan acuan untuk perhitungan adalah 10 km/jam, kecepatan pergerakan *bump* diasumsikan 1/3 dari kecepatan kendaraan.
- Panjang translasi *bump* sebesar 12.36 cm.
- Jari-jari *one way bearing* pertama sebesar 3.75 cm, dan yang kedua sebesar 3 cm.
- Rasio gearbox 1:34

Dari data diatas dapat dihitung :

- Kecepatan sudut poros input dari *one way bearing* pada *drum* pertama:

$$v = \omega_{input} * r \quad (1)$$

$$0.926\text{m/s} = \omega_{input} * 0.0375\text{m}$$

$$\omega_{input} = 24.69 \text{ rad/s}$$

Kecepatan putaran output gearbox :

$$\omega_{output} = \omega_{input} * \text{rasio gearbox} \quad (2)$$

$$\omega_{output} = 24.69 \text{ rad/s} * 34$$

$$\omega_{output} = 839.46 \text{ rad/s}$$

Jadi, kecepatan putaran output = 839.46 rad/s * 9.5493 = 8016.25 RPM.

- Kecepatan sudut poros input dari *one way bearing* pada *drum* kedua, menggunakan persamaan (1):

$$0.926\text{m/s} = \omega_{input} * 0.03 \text{ m}$$

$$\omega_{input} = 30.86 \text{ rad/s}$$

Kecepatan putaran output gearbox, menggunakan persamaan (2):

$$\omega_{output} = 30.86 \text{ rad/s} * 34$$

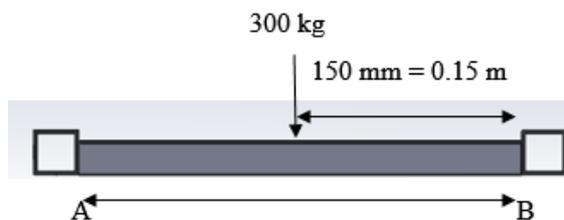
$$\omega_{output} = 1049.46 \text{ rad/s}$$

Jadi, kecepatan putaran output = 1049.46 rad/s * 9.5493 = 10021.67 RPM.

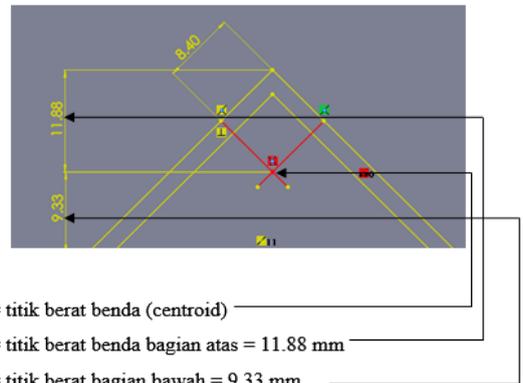
B. Perhitungan Kekuatan *Frame*

Perhitungan ini dilakukan supaya alat memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban ketika digunakan dan dapat beroperasi secara normal dan tidak rusak. Pada perencanaan ini digunakan material besi siku ST 37 yang memiliki σ_b sebesar 235 MPa. [1]

Kendaraan yang digunakan untuk menguji adalah Honda Freed dengan berat 1200 kg, karena alat yang dibuat untuk dilalui 1 roda saja maka, diasumsikan bobot pada 1 roda kendaraan adalah 1200 kg / 4 = 300kg



Gambar 3. Gaya tekan pada besi siku *frame*



- Y = titik berat benda (centroid)
- Ya = titik berat benda bagian atas = 11.88 mm
- Yb = titik berat benda bagian bawah = 9.33 mm

Gambar 4. Posisi dan centroid besi siku

$$\sum M_A = 0 \quad (3)$$

$$F_{roda} * 0.15 \text{ m} - F_B * 0.3 \text{ m} = 0$$

$$2943 \text{ N} * 0.15 \text{ m} = F_B * 0.3 \text{ m}$$

$$1471.5 \text{ N} = F_B$$

$$\sum F_y = 0 \quad (4)$$

$$F_{roda} - F_A - F_B = 0$$

$$m * g - F_A - F_B = 0$$

$$300\text{kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 = F_A + F_B$$

$$2943 \text{ N} = F_A + 1471.5 \text{ N}$$

$$1471.5 \text{ N} = F_A$$

$$F_A = F_B = 1471.5 \text{ N} = F$$

- Tegangan yang terjadi di bagian atas centroid :

$$\sigma = M * Y_a / I \quad (5)$$

$$\sigma = F * 150 \text{ mm} * 11.88 \text{ mm} / (2.24 * 10^4 \text{ mm}^4)$$

$$\sigma = 1471.5 \text{ N} * 150 \text{ mm} * 11.88 \text{ mm} / (2.24 * 10^4 \text{ mm}^4)$$

$$\sigma = 107.47 \text{ MPa}$$

Tegangan yang terjadi pada bagian atas centroid adalah 143.290 MPa. *Safety Factor* ditentukan sebesar 2, karena beban yang terjadi adalah beban dinamis, serta untuk mengantisipasi apabila material yang digunakan tidak 100% homogen, dan juga untuk menghemat biaya dari penggunaan material yang terlalu kuat, maka digunakan, sehingga:

$$\sigma_b / SF > \sigma \quad (6)$$

$$235 \text{ MPa} / 2 > 107.47 \text{ MPa}$$

$$117.5 \text{ MPa} > 107.47 \text{ MPa}$$

Dari persamaan diatas terlihat bahwa tegangan yang terjadi yaitu 107.47 MPa lebih kecil dari tegangan yang diijinkan yaitu 117.5 MPa, sehingga penggunaan besi siku ukuran 3 x 3 cm dengan tebal 3 mm tersebut dinyatakan memenuhi syarat.

- Tegangan yang terjadi di bagian bawah centroid :

$$\sigma = M * Y_b / I \quad (7)$$

$$\sigma = F * 150 \text{ mm} * 9.33 \text{ mm} / (2.24 * 10^4 \text{ mm}^4)$$

$$\sigma = 1471.5 \text{ N} * 150 \text{ mm} * 9.33 \text{ mm} / (2.24 * 10^4 \text{ mm}^4)$$

$$\sigma = 91.94 \text{ MPa}$$

Tegangan yang terjadi pada bagian bawah centroid adalah 91.94 MPa. *Safety Factor* ditentukan sebesar 2, karena beban yang terjadi adalah beban dinamis, serta

untuk mengantisipasi apabila material yang digunakan tidak 100% homogen, dan juga untuk menghemat biaya dari penggunaan material yang terlalu kuat, maka digunakan, sehingga:

$$235 \text{ MPa} / 2 > 91.94 \text{ MPa}$$

$$117.5 \text{ MPa} > 91.94 \text{ MPa}$$

(dihitung dengan menggunakan persamaan (6))

Dari persamaan diatas terlihat bahwa tegangan yang terjadi yaitu 91.94 MPa lebih kecil dari tegangan yang diijinkan yaitu 117.5 MPa, sehingga penggunaan besi siku ukuran 3x3cm dengan tebal 3mm tersebut dinyatakan memenuhi syarat.

C. Hasil Benda yang Dibuat

Setelah membuat perhitungan dan pengamatan maka pembuatan benda dilakukan dan hasilnya seperti gambar berikut ini :



Gambar 5. Benda yang telah dibuat



Gambar 6. Benda yang telah di buat dilihat dari sisi atas

D. Pengujian

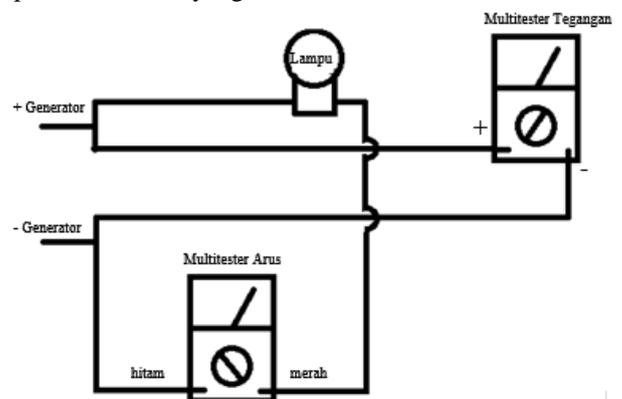
Setelah alat pembangkit listrik selesai dibuat, maka alat tersebut perlu untuk diuji supaya dapat diketahui apakah mekanisme alat pembangkit listrik tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak, dan dapat diketahui performanya.

Peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian alat pembangkit listrik ini adalah:

1. Mesin pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan.

2. Takometer.
3. Combo Amperemeter atau 2 buah Multitester
4. *Handphone*/kamera.
5. *Stopwatch*.
6. Lampu 5watt/12Volt dan fittingnya.
7. Mobil.

Pengujian dilakukan oleh 5 orang, 1 orang mengendarai mobil, 1 orang menghitung waktu, 1 orang mencatat tegangan, 1 orang mencatat arus, dan 1 orang lagi mencatat putaran flywheel. Rangkaian alat uji untuk pengukuran tegangan dan arus ditunjukkan pada gambar 5.1, sedangkan untuk posisi takometer ditunjukkan pada gambar 5.2. Pengujian dilakukan di jalan paving blok. Untuk pencatatan data, dilakukan bahwa saat pertama alat ukur menampilkan hasil pengukuran, saat itu dianggap detik ke 0, lalu pencatatan data berikutnya diberi jeda 4 detik supaya ada cukup waktu untuk menulis data dan alat ukur telah menampilkan pembacaan data yang baru.



Gambar 7. Rangkaian kelistrikan untuk pengujian



Gambar 8. Posisi takometer untuk pengujian

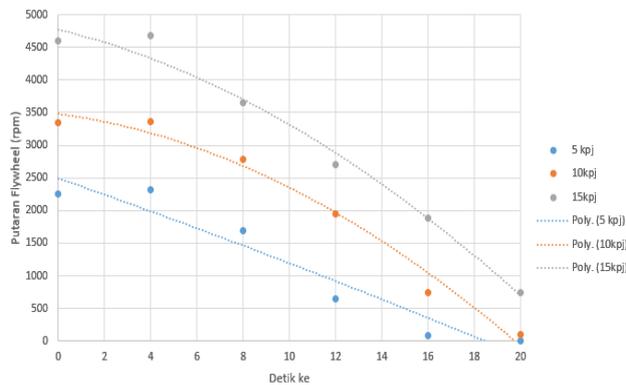
Pengujian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Siapkan mesin pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan, letakkan di tempat yang datar.
2. Posisikan mobil supaya tegak lurus dengan mesin pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan.
3. Rangkai alat Combo Amperemeter/Multitester dengan Lampu dan Generator.
4. Siapkan takometer, hadapkan pada *flywheel*.
5. Siapkan *stopwatch*.

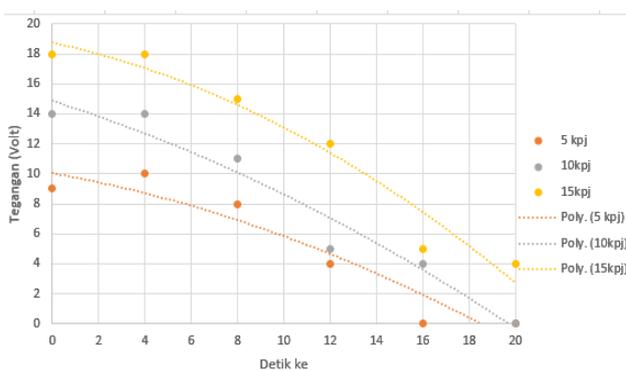
6. Jalankan mobil untuk menginjak mesin pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan tersebut.
7. Nyalakan stopwatch pada saat mobil menginjak *bump* yang pertama.
8. Catat hasil pembacaan combo amperemeter dan tachometer dari detik pertama pembacaan hingga detik terakhir combo amperemeter menampilkan hasil pembacaan.
9. Gunakan *handphone*/kamera untuk mengambil gambar saat pengujian.
10. Ulangi langkah 1-9 untuk kecepatan mobil yang berbeda (5 km/jam, 10 km/jam, dan 15 km/jam).
11. Ulangi langkah 1-9 untuk pengujian dengan beban lampu.
12. Menghitung daya yang dihasilkan mesin pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan.

E. Hasil Pengujian

Berikut ini adalah hasil pengujian yang telah dilakukan :

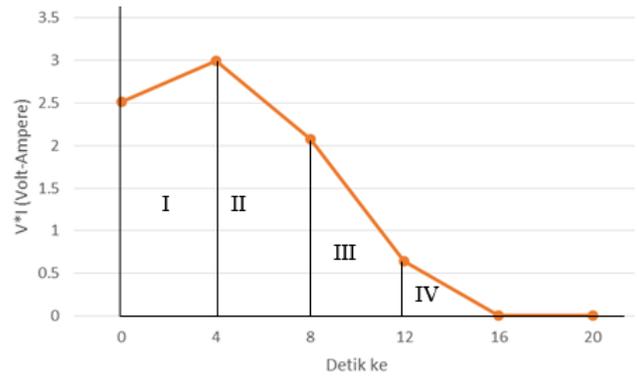


Gambar 9. Hasil Percobaan dengan Kecepatan Mobil 5, 10, dan 15 km / jam



Gambar 10. Hasil Percobaan dengan Kecepatan Mobil 5, 10, dan 15 km / jam

Perhitungan daya yang dihasilkan alat pembangkit listrik ini berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan adalah dengan menggunakan luasan grafik hasil kali tegangan dengan arus (Volt-Ampere) terhadap waktu (detik), maka dari luasan grafik tersebut akan diperoleh daya yang dihasilkan oleh alat ini.[2]



Gambar 11. Hasil Percobaan dengan Kecepatan Mobil 5 km / jam

Daya yang dihasilkan dapat dihitung dari Luasan I + II + III + IV, sehingga :

- Luasan I :

$$L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$$

$$= \frac{1}{2} * (2.52+3)*4$$

$$= 11.04 \text{ Joule}$$

- Luasan II :

$$L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$$

$$= \frac{1}{2} * (3+2.08)*4$$

$$= 10.16 \text{ Joule}$$

- Luasan III :

$$L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$$

$$= \frac{1}{2} * (2.08+0.64)*4$$

$$= 5.44 \text{ Joule}$$

- Luasan IV :

$$L = \frac{1}{2} * \text{Alas} * \text{Tinggi}$$

$$= \frac{1}{2} * 4 * 0.64$$

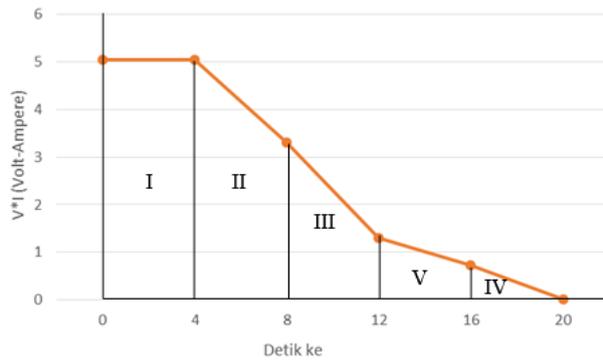
$$= 1.28 \text{ Joule}$$

- Luasan total : LI + LII + LIII + LIV

$$= 11.4 \text{ Joule} + 10.16 \text{ Joule} + 5.44 \text{ Joule}$$

$$+ 1.28 \text{ Joule}$$

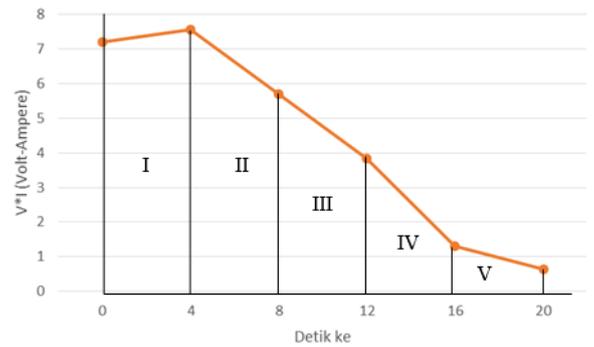
$$= 28.28 \text{ Joule}$$



Gambar 12. Hasil Percobaan dengan Kecepatan Mobil 10 km / jam

Daya yang dihasilkan dapat dihitung dari Luasan I +II + III + IV +V , sehingga :

- Luasan I :
 $L = \text{Panjang} * \text{Lebar}$
 $= 5.04 * 4$
 $= 20.16 \text{ Joule}$
- Luasan II :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (5.04+3.3)*4$
 $= 16.68 \text{ Joule}$
- Luasan III :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (3.3+1.3)*4$
 $= 9.2 \text{ Joule}$
- Luasan IV :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (1.3+0.72)*4$
 $= 4.04 \text{ Joule}$
- Luasan V :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Alas} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * 4 * 0.72$
 $= 1.44 \text{ Joule}$
- Luasan total : LI + LII + LIII + LIV + LV
 $= 20.16 \text{ Joule} + 16.68 \text{ Joule} + 9.2 \text{ Joule}$
 $+ 4.04 \text{ Joule} + 1.44 \text{ Joule}$
 $= 51.52 \text{ Joule}$



Gambar 13. Hasil Percobaan dengan Kecepatan Mobil 15 km / jam

Daya yang dihasilkan dapat dihitung dari Luasan I +II + III + IV +V , sehingga :

- Luasan I :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (7.2+7.56)*4$
 $= 29.52 \text{ Joule}$
- Luasan II :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (7.56+5.7)*4$
 $= 26.52 \text{ Joule}$
- Luasan III :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (5.7+3.84)*4$
 $= 19.08 \text{ Joule}$
- Luasan IV :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (3.84+1.3)*4$
 $= 10.28 \text{ Joule}$
- Luasan V :
 $L = \frac{1}{2} * \text{Jumlah Sisi Sejajar} * \text{Tinggi}$
 $= \frac{1}{2} * (1.3+0.64)*4$
 $= 3.88 \text{ Joule}$
- Luasan total : LI + LII + LIII + LIV + LV
 $= 29.52 \text{ Joule} + 26.52 \text{ Joule} +$
 $19.08 \text{ Joule} + 10.28 \text{ Joule} + 3.88$
 Joule
 $= 89.28 \text{ Joule}$

Dari hasil pengujian dan perhitungan diatas, maka dapat dibandingkan dengan performa pembangkit listrik sebelumnya yang dibuat oleh Benny Sutandrio yang hasilnya sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Pembangkit Listrik yang Baru

Kecepatan Pengujian (km/jam)	Daya yang Dihasilkan (Joule)
5	28.28
10	51.52
15	89.28

Tabel 2. Hasil Pengujian Pembangkit Listrik Benny Sutandrio

Bobot yang Diujikan (kg)	Daya yang Dihasilkan (Joule)
265	39.75
395	83.795
525	126.1

Dari pengujian yang dilakukan mungkin tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan pembangkit listrik tenaga bobot kendaraan yang dibuat oleh Benny Sutandrio, karena pembangkit listrik yang dibuat oleh Benny Sutandrio memanfaatkan energi potensial saja dari mobil untuk menjalankan mekanismenya, sehingga bobot kendaraan sangat berperan untuk menentukan daya listrik yang dihasilkan (semakin berat kendaraan yang menginjak maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan), sedangkan pembangkit listrik yang saya buat lebih memanfaatkan momentum dari kendaraan yang bergerak untuk menjalankan mekanismenya (semakin besar momentum kendaraan maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan). Namun, perbandingan pembangkit listrik yang saya buat dengan yang dibuat oleh Benny Sutandrio dapat dilihat melalui kecepatan putaran flywheel dan lamanya flywheel berputar, disini terlihat bahwa flywheel dapat mencapai putaran tertinggi yaitu 4679 rpm yang menghasilkan tegangan 18 volt pada saat pengujian dengan kecepatan mobil 15km/jam yang berarti lebih tinggi dari putaran *flywheel* pembangkit listrik Benny Sutandrio yang nilai maksimumnya 3340 rpm yang menghasilkan 13.75 volt pada saat pengujian dengan asumsi bobot mobil 525 kg, selain itu putaran flywheel dari alat yang saya buat dapat berputar sekitar 20 detik, sedangkan buatan Benny Sutandrio hanya sekitar 8 detik.

4. Kesimpulan

Disimpulkan bahwa pembangkit listrik yang dibuat memiliki performa yang lebih bagus karena dapat menghasilkan putaran *flywheel* yang lebih kencang dan lebih lama, sehingga dapat generator mampu menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dan lebih lama dibandingkan dengan pembangkit listrik sebelumnya yang dibuat oleh Benny Sutandrio. Pembangkit listrik ini dapat menghasilkan tegangan yang cukup untuk mengisi daya baterai ketika tegangan yang dihasilkannya lebih dari 12 volt, yaitu terjadi ketika pengujian pada kecepatan 10 km/jam dan 15 km/jam. Namun, alat ini memiliki sedikit kelemahan yaitu, ketika roda belakang mobil menginjak *bump* yang pertama, maka hal itu akan menjadi sia-sia karena putaran *flywheel* yang

dihasilkannya lebih kecil dari hasil putaran flywheel injakan *bump* kedua dari roda depan..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini, terutama kepada dosen pembimbing, keluarga, teman-teman, dan saudara sekalian.

5. Daftar Pustaka

- [1] St37-2 steel plate
<http://www.steel-plate-sheet.com/Steel-plate/DIN/St372.html>
- [2] Sutandrio, Benny. (2014). *Perencanaan Mekanisme Pembangkit Listrik Tenaga Bobot Kendaraan*. Surabaya.