

# PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF DENGAN MEMANFAATKAN *FLYWHEEL* SEBAGAI PENYIMPAN ENERGI BERDAYA 1000 WATT

Ruslim<sup>1\*</sup>, WiwingHerianto<sup>2</sup>, Hadi Santoso<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Borneo Tarakan  
Jl. Amal Lama No. 1, Kel. Pantai Amal, Kec. Tarakan Timur, Kota Tarakan Kalimantan Utara  
\*E-mail: [ruslim@Borneo.ac.id](mailto:ruslim@Borneo.ac.id)

**ABSTRACT:** The increase in the need for electrical energy is influenced by the increase in population. This increase is not matched by the availability of electrical energy, especially in some remote areas in North Kalimantan. Free energy-based power plants are an alternative solution to meet the availability of electrical energy. Free energy is a method of utilizing energy without using fuel. One of the free energy developed is flywheel generator. The purpose of this study is to design a power generation system using the flywheel as energy storage and to calculate and analyze flywheel power. The results of this study indicate that a power plant design has been carried out using a flywheel as an energy store with a flywheel power of 1,185 watts, where with the use of a flywheel in a power plant that uses a motor, the energy absorbed by the driving motor is 1333 watts.

**Keywords:** alternative energy, free energi, flywheel generator, power

**ABSTRAK:** Peningkatan kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh penambahan jumlah penduduk. Peningkatan tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan energi listrik terutama di beberapa daerah terpencil yang ada di Kalimantan Utara. Pembangkit listrik yang berbasis free energi menjadi solusi alternatif dalam mencukupi ketersediaan energi listrik. Free energi merupakan metode pemanfaatan energi tanpa menggunakan bahan bakar. Salah satu free energi yang dikembangkan adalah *flywheel* generator. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem pembangkit listrik dengan pemanfaatan *flywheel* sebagai penyimpan energi serta menghitung dan menganalisis daya *flywheel*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa telah dilakukan perancangan pembangkit listrik dengan pemanfaatan *flywheel* sebagai penyimpan energi dengan daya *flywheel* sebesar 1.185 watt, dimana dengan penggunaan *flywheel* pada pembangkit listrik yang menggunakan bantuan motor, maka energi yang diserap motor penggerak tersebut sebesar 1333 watt.

Kata kunci: energi alternatif, free energi, flywheel generator, daya

## I. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik nasional pada tahun 2018 mencapai sekitar 64.925 MW. Dari tahun ke tahun konsumsi listrik di Indonesia mengalami peningkatan. Berdasarkan data dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), total pemakaian listrik di Indonesia sebesar 271 TWh mengalami peningkatan rata-rata sekitar 4,8% per tahun selama 5 tahun terakhir. Peningkatan ini sesuai dengan kenaikan jumlah pelanggan energi listrik di Indonesia. Di Provinsi Kalimantan Utara ketersediaan energi listrik adalah sekitar 204 MW dengan konsumsi energi listrik mencapai 556 GWh. Rasio elektrifikasi di Provinsi Kalimantan Utara ditargetkan meningkat dari sekitar 99,26% pada tahun 2019 menjadi sekitar 100% pada tahun 2020. Kebutuhan energi listrik di Provinsi Kalimantan Utara diproyeksikan akan mengalami pertumbuhan rata-rata sekitar 42,2% per tahun dalam periode 10 tahun ke depan, atau sekitar 18,3% per tahun untuk periode 20 tahun ke depan [1].

Berdasarkan pemaparan kebutuhan energi tersebut, maka perlu adanya sumber energi alternatif yang mampu menyediakan kebutuhan energi listrik yang tidak tergantung pada sumber energi minyak bumi dan batubara. Terntu saja energi alternatif yang dimaksud adalah energi yang mampu menghasilkan daya yang cukup untuk kebutuhan industri skala kecil maupun sekala menengah, dengan daya yang mencapai 1000 Watt. Salah satu energi alternatif yang mampu menunjang

kebutuhan tersebut adalah pembangkit listrik alternatif dengan pemanfaatan *flywheel* sebagai penyimpanan energi.

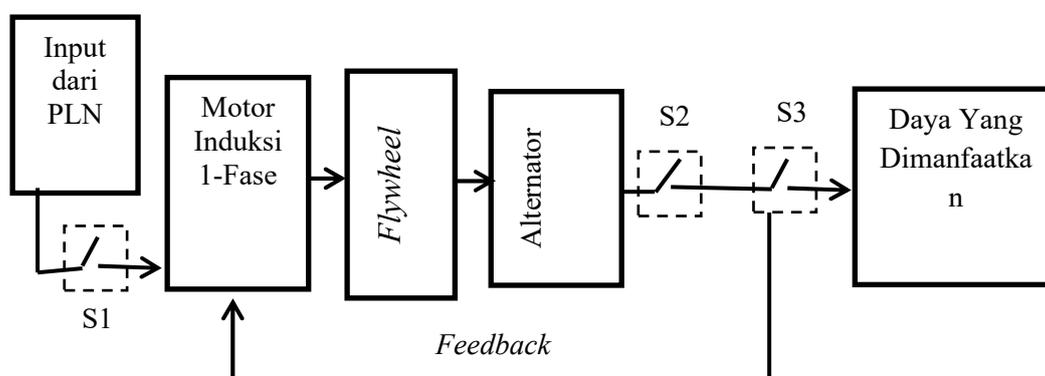
Roda gila (*Flywheel*) merupakan suatu komponen dari mesin yang mampu menyimpan energi kinetik dari gerak putar (rotasi) poros engkol dan untuk menstabilkan putaran mesin. Roda gila (*Flywheel*) terhubung pada ujung poros engkol mesin yang menerima daya putar dari piston selama langkah kerja *flywheel* berfungsi sebagai penyimpanan energi, yang mana menyimpan energi saat daya mesin melebihi kebutuhan dan melepaskannya daya mesin lebih kecil dari kebutuhan. Dapat dimanfaatkan sebagai kontrol dari terjadinya suatu perubahan kecepatan, mampu membuat *crankshaft* berputar secara terus menerus sehingga mesin beroperasi dengan lembut [2]. *Flywheel* adalah sebuah komponen yang dapat dipergunakan untuk meredam perubahan kecepatan dengan memanfaatkan kelembaman putaran [3]. Dari kelembaman roda gila dapat menyimpan energi dengan memanfaatkan gerak rotasi pada *flywheel* sehingga memperoleh energi kinetik rotasi yang dipengaruhi oleh torsi.

Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan pembangkit listrik alternatif dengan pemanfaatan *flywheel* sebagai penyimpan energy yang mampu menghasilkan daya luaran 1000 watt.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dimana peneliti melakukan perancangan dan analisa terhadap pembangkit listrik alternatif dengan memanfaatkan *flywheel* sebagai penyimpan dan penerus energi.

Proses perancangan alat bertujuan untuk mendapatkan desain prototipe sesuai dengan kriteria dari *flywheel* generator. Secara garis besar skema kerja dari rancang bangun pembangkit listrik alternatif dengan pemanfaatan *flywheel* sebagai penyimpan energy yang dilakukan perancangan ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Skema kerja alat

Berdasarkan skema kerja alat di atas, jika *switch* 1 dinyalakan maka arus listrik dari PLN akan terhubung ke motor penggerak, sehingga rotor pada motor penggerak berputar. Dari putaran motor penggerak tersebut ditransmisikan ke *flywheel* dan dari *flywheel* ditransmisikan ke alternator. Setelah tegangan alternator mencapai 230 volt *switch* 1 dimatikan, kemudian *switch* 2 dinyalakan agar motor penggerak mendapatkan suplai listrik dari alternator. *Switch* 3 dinyalakan untuk memanfaatkan energi listrik yang dihasilkan dari mesin pembangkit listrik tersebut.

### 1) Perhitungan torsi pada motor

Torsi merupakan momen putar atau besarnya gaya yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan rotasi [4]

Untuk sebuah motor listrik dengan daya ( $P$ ) dan putaran ( $n$ ), besarnya torsi ( $T$ ) yang dihasilkan oleh motor listrik tersebut dapat ditentukan dengan persamaan (1) berikut [2].

$$P = T \cdot \omega \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  $\omega$  merupakan besarnya kecepatan sudut yang diturunkan dari persamaan putaran sebagaimana persamaan (2);

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{n}{60} \dots\dots\dots(2)$$

2) Perhitungan putaran pada flywheel

Dalam suatu sistem yang memiliki transmisi yang jaraknya cukup jauh sehingga memisahkan antar kedua buah poros yang menyebabkan tidak memungkinkan penggunaan transmisi dengan roda gigi, maka *V-belt* sebagai suatu solusi yang dapat dipergunakan. *V-belt* merupakan sebuah transmisi penghubung kedua poros untuk mentransmisikan putaran dan daya yang terbuat dari karet dan memiliki penampang trapesium. Penggunaan *V-belt* dililitkan mengelilingi ke alur *pulley* yang berbentuk V juga. Bagian sabuk yang melilit pada *pulley* akan terjadi lengkungan sehingga bagian dalam sabuk akan bertambah lebar [4]

Transmisi sabuk-V dalam sistem pembangkit ini ada dua yaitu motor ke *flywheel* dan *flywheel* ke alternator dapat dilihat dalam persamaan (3) berikut [4].

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2} \dots\dots\dots(3)$$

3) Menghitung torsi yang ditransmisikan ke *flywheel*

Menghitung torsi yang ditransmisikan untuk memutar *pulley* yang terhubung dengan *flywheel* yaitu menggunakan perbandingan sesuai persamaan (4):

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{n_1}{n_2} \dots\dots\dots(4)$$

4) Menghitung torsi *flywheel*

Torsi atau momen gaya merupakan gaya yang menyebabkan benda bergerak melingkar (berputar) di suatu sumbu putar. Torsi dapat didefinisikan ukuran keefektifan gaya tersebut dalam menghasilkan putaran atau rotasi mengelilingi sumbu putar tersebut, sehingga torsi sangat berpengaruh terhadap besarnya daya yang dihasilkan suatu benda yang berputar [2].

Besar torsi (T) yang dihasilkan oleh *flywheel* yaitu dengan perkalian momen inersia (I) dengan percepatan sudut ( $\alpha$ ) didapatkan dengan persamaan (6) berikut [2].

$$T = I \cdot \alpha \dots\dots\dots(6)$$

Dimana I adalah momen inersia. Momen Inersia merupakan suatu ukuran tahanan/ kelembaman suatu benda terhadap perubahan dalam gerak putar. Berbeda halnya dengan massa benda yang hanya tergantung pada jumlah zat yang terdapat di dalam benda, dan tergantung bagaimana zat-zat atau massa dalam benda dapat di destribusi [5]

Momen Inersia yang dilambangkan (I) dengan satuan dalam SI adalah ( $kg.m^2$ ) untuk mendapatkan nilai momen inersia dari suatu benda yang bergerak melingkar adalah dengan mengalikan setengah massa dari *flywheel* (m) dengan jarak sumbu putar yang dikuadratkan partikel terhadap sumbu putar ( $r^2$ ). Secara matematis momen inersia dapat ditulis sebagai berikut [5]:

$$I = \frac{1}{2} M \cdot r^2 \dots\dots\dots(5)$$

Dimana  $\alpha$  merupakan besarnya percepatan sudut yang diturunkan dari persamaan kecepatan sudut sebagaimana persamaan (7):

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \dots\dots\dots(7)$$

5) Perhitungan daya flywheel

Daya dalam *flywheel* merupakan energi yang telah didistribusikan dalam penggerak, sehingga menghasilkan gerak putar pada *flywheel* [2], karena pada *flywheel* terjadi gerak rotasi sehingga *Flywheel* dengan besar torsi (T) dengan kecepatan sudut ( $\omega$ ) maka daya *flywheel* dapat dihitung sesuai persamaan (8) Berikut:

$$P = T \cdot \omega \dots\dots\dots(8)$$

6) Daya Output pada alternator

Daya yang dapat dikeluarkan oleh alternator dapat dihitung dengan penurunan persamaan efisiensi sesuai persamaan (9).

$$\eta = \frac{\text{Daya Output}}{\text{Daya Output}} \dots\dots\dots(9)$$

**III HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 PEHITUNGAN**

**3.1.1 Perhitungan Torsi Pada Motor**

Untuk menentukan nilai dari torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak maka terlebih dahulu ditentukan besaran kecepatan sudut yang dihasilkan oleh motor penggerak. Besaran kecepatan sudut yang dihasilkan dari putaran motor penggerak yang tertera pada *name plate* adalah sebagai mana diturunkan dari persamaan (2). Dengan demikian didapatkan kecepatan sudut sebagai berikut:

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{n}{60}$$

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{3011 \text{ rpm}}{60}$$

$$\omega = 315,1 \text{ rad / sec}$$

Berdasarkan persamaan (1) dapat dihitung besarnya torsi yang dihasilkan oleh motor listrik adalah:

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{1 \text{ HP}}{315,1 \text{ rad/sec}} \cdot 745 \text{ watt/HP}$$

$$= \frac{745 \text{ watt}}{315,1 \text{ rad/sec}}$$

$$T = 2,36 \text{ N.m}$$

### 3.1.2 Perhitungan Putaran Pada Flywheel

Berdasarkan perencanaan untuk pulley yang digunakan yaitu 2:5, besar pulley yang terhubung pada motor penggerak sebesar 2 inch dan pada sisi flywheel menggunakan pulley sebesar 5 inch dengan putaran motor penggerak 3.011 rpm, sehingga didapatkan putaran flywheel sebesar:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$
$$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2}$$
$$= \frac{3.011 \text{ rpm} \cdot 2 \text{ inch}}{5 \text{ inch}}$$
$$n_2 = 1.204 \text{ rpm}$$

Berdasarkan spesifikasi alternator untuk mencapai tegangan 230 volt membutuhkan putaran sebesar 1.500 rpm, sedangkan pada flywheel hanya memiliki putaran sebesar 1.204 rpm. Besar pulley pada sisi flywheel sebesar 5 inch, maka besar pulley yang dibutuhkan di sisi alternator untuk mencapai putaran 1.500 rpm sesuai dengan persamaan (3) yaitu:

$$d_4 = \frac{n_3 \cdot d_3}{n_4}$$
$$= \frac{1.200 \text{ rpm} \cdot 5 \text{ inch}}{1500 \text{ rpm}}$$
$$d_4 = 4 \text{ inch}$$

### 3.1.3 Menghitung torsi yang transmisi ke flywheel

Motor penggerak dengan putaran sebesar 3.011 rpm menghasilkan torsi sebesar 2,36 Nm. Sementara itu putaran pada flywheel sebesar 1.204 rpm sehingga besar torsi yang ditransmisikan ke flywheel sesuai [persamaan (4)] yaitu sebesar:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{n_1}{n_2}$$
$$T_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot T_1 (\text{Torsi Input})$$
$$= \frac{3.011 \text{ rpm}}{1.200 \text{ rpm}} \cdot 2,36 \text{ N.m}$$
$$T_2 (\text{Torsi Output}) = 5,9 \text{ N.m}$$

### 3.1.4 Perhitungan Torsi pada Flywheel

Flywheel yang digunakan terbuat dari besi cor. Massa flywheel adalah sebesar 30 kg. Diameter luar dari flywheel tersebut sebesar 42 cm. Dari kedua besaran tersebut, maka diperoleh besar momen inersia yang dihasilkan oleh flywheel berdasarkan persamaan (5) adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{1}{2} M \cdot r^2$$
$$= \frac{1}{2} 30 \cdot \left( 42 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ cm}}{2.100 \text{ m}} \right)^2$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} 30 \cdot (0,21 \text{ m})^2 \\
 &= 15 \text{ kg} \cdot 0,0441 \text{ m}^2 \\
 &= 0,66 \text{ kg} \cdot \text{m}^2
 \end{aligned}$$

Sementara itu dengan putaran *flywheel* sebesar 1.204 rpm, nilai kecepatan sudutnya dihitung mengikuti persamaan (2). Maka kecepatan sudut yang terjadi pada *flywheel* adalah sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
 \omega &= 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \\
 &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1.204 \text{ rpm}}{60 \text{ s}} \\
 &= \frac{7.561 \text{ rpm}}{60 \text{ s}} \\
 &= 126 \text{ rad/sec}
 \end{aligned}$$

Dalam pengukuran waktu yang dibutuhkan motor penggerak untuk memutar *flywheel* mencapai putaran 1.204 rpm terdapat kesulitan karena adanya slip saat motor penggerak untuk memutar *flywheel*. Jika diasumsikan slip pada motor penggerak tersebut diabaikan, maka waktu yang dibutuhkan motor penggerak untuk memutar *flywheel* mencapai putaran 1.204 rpm yaitu selama 21,1 detik dengan arus motor penggerak 4 A, sehingga percepatan sudut *flywheel* berdasarkan persamaan (7) sebesar:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \\
 &= \frac{126 \text{ rad/sec}}{21,1 \text{ s}} \\
 &= 5,97 \text{ rad/sec}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan besar momen inersia pada *flywheel* yaitu 0,66 kg.m<sup>2</sup> dengan percepatan sudut 5,97 rad/s<sup>2</sup>. Sehingga torsi pada *flywheel* berdasarkan persamaan (6) yaitu sebesar:

$$\begin{aligned}
 T &= I \cdot \alpha \\
 &= 0,66 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 5,97 \text{ rad/sec} \\
 &= 3,94 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan torsi pada motor penggerak yang ditransmisikan ke *flywheel* yaitu sebesar 5.9 N.m sedangkan torsi pada *flywheel* yaitu sebesar 3.94 N.m. Sehingga motor penggerak mampu untuk memutar *flywheel*.

### 3.1.5 Daya pada *flywheel*

Sehingga daya yang dihasilkan oleh *flywheel* dapat dihitung sebagaimana pada persamaan (8) berikut.

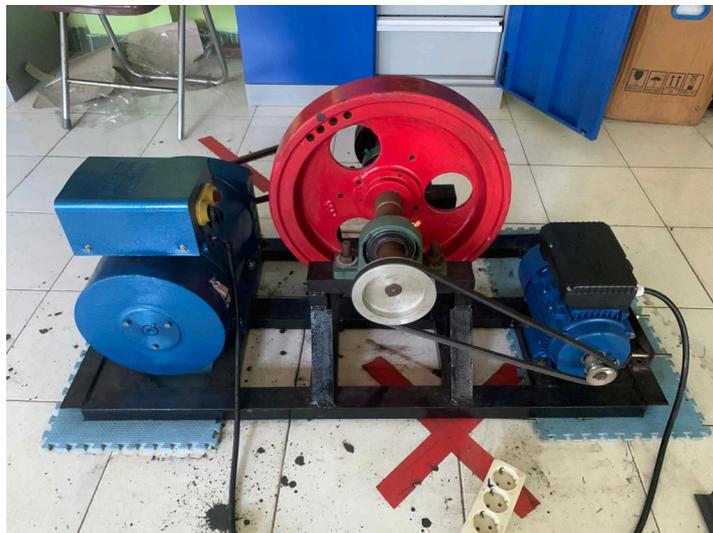
$$\begin{aligned} P &= T \cdot \omega \\ &= 3,49 \text{ N.m} \cdot 126 \text{ rad/sec} \\ &= 439 \text{ watt} + \text{ daya motor } 745 \\ &= 1.185 \text{ watt} \end{aligned}$$

### 3.1.6 Daya yang mampu dihasilkan alternator

Daya yang dapat dikeluarkan oleh alternator dapat dihitung dengan penurunan persamaan efisiensi sesuai persamaan 9. Data yang diperoleh berdasarkan spesifikasi yang terdapat pada *name plate* efisiensi alternator sebesar 100%, sehingga didapatkan daya keluaran alternator sebesar:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\text{Daya Output}}{\text{Daya Output}} \\ P_{\text{Output}} &= \frac{P_{\text{Input}}}{\eta} \\ P_{\text{Output}} &= \frac{1.185 \text{ watt}}{1} \\ P_{\text{Output}} &= 1.185 \text{ watt} \end{aligned}$$

Dari hasil perancangan dilanjutkan proses manufaktur dari sistem rancang bangun pembangkit listrik. Bentuk dari peralatan rancang bangun pembangkit listrik alternatif dengan pemanfaatan *flywheel* sebagai penyimpan energi adalah sebagai mana yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Tampilan real dari *flywheel* generator

Setelah semua perangkat mesin sudah terpasang dengan baik, maka dilanjutkan ke pengujian dan pengambilan data. Variabel data yang diambil atau diukur meliputi putaran motor, putaran *flywheel*, putaran alternator, arus motor, dan tegangan pada alternator. Adapun variabel data pengukuran dimaksud adalah sebagai berikut.

Tabel 1. pengaruh beban terhadap putaran dan tegangan pada alternator tanpa penambahan *flywheel*

No	Beban P (watt)	Putaran Alternator n (rpm)	VoltOutput V (volt)
1	0	1523	270
2	60	1488	260
3	160	1444	250
4	755	1200	190

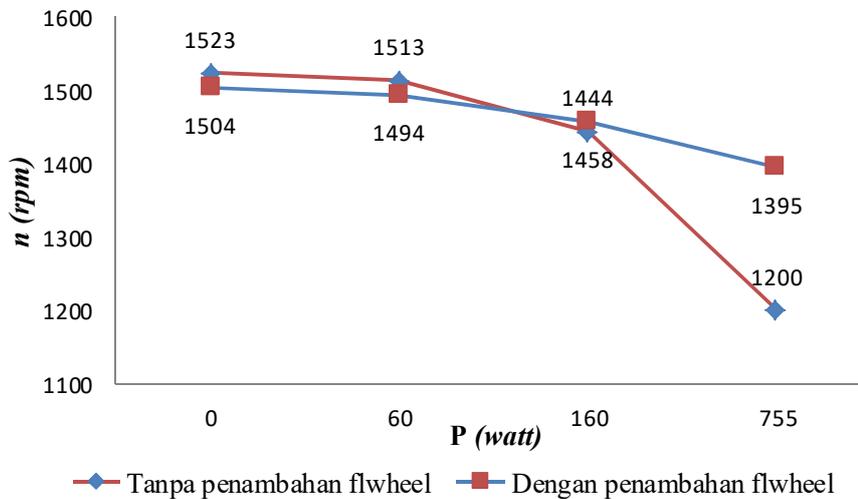
Dari data pengujian tabel 4.1 tanpa penggunaan *flywheel* daya yang dihasilkan oleh alternator pada beban 755 watt yaitu sebesar 190 watt tidak memenuhi kebutuhan untuk mensuplai ke motor penggerak yaitu sebesar 220 volt berdasarkan dari name plate yang terdapat pada motor.

Tabel 2. Pengaruh beban terhadap putaran dan tegangan pada alternator penambahan *flywheel*

No	Beban P (watt)	Putaran Alternator n (rpm)	VoltOutput V (volt)
1	0	1504	270
2	60	1494	260
3	160	1458	260
4	755	1395	240

Dari data pengujian tabel 4.2 dengan penggunaan *flywheel* daya yang dihasilkan oleh alternator pada beban 755 watt yaitu sebesar 240 volt sehingga cukup untuk memenuhi kebutuhan untuk mensuplai ke motor penggerak.

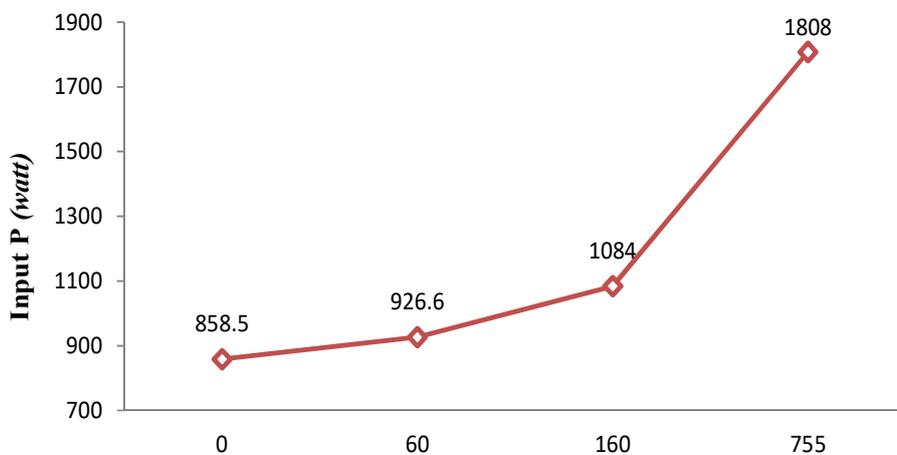
Adapun pengaruh dengan penambahan *flywheel* dan tanpa penambahan *flywheel* terhadap putaran alternator, jika diberi beban yang sama pada alternator.



Gambar 3. Grafik hubungan jumlah putaran terhadap daya luaran dengan *Flywheel* dan tanpa *Flywheel*

*Flywheel* dapat menyimpan energi dapat dimanfaatkan untuk menstabilkan putaran pada generator listrik, agar putaran pada generator listrik lebih stabil dan torsi lebih besar. Sehingga pada saat generator listrik mengalami beban yang berlebih, roda gila mampu melipat gandakan energi dan putaran yang cukup untuk alternator. Sehingga generator listrik tidak mengalami penurunan putaran saat terjadi beban [6]. Hal yang sama ditunjukkan pula dalam penelitian ini yaitu, putaran alternator tanpa penggunaan *flywheel* ketika diberi beban mengalami penurunan secara drastis, namun dengan penggunaan *flywheel* putaran alternator lebih stabil dan pada saat pemberian beban alternator tidak mengalami penurunan putaran yang berlebihan, dikarenakan adanya energi yang tersimpan pada *flywheel* untuk menstabilkan putaran.

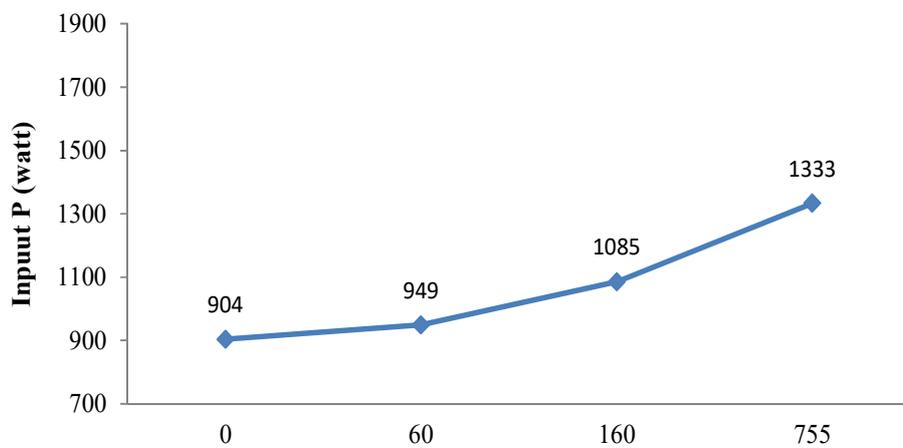
Adapun pengaruh beban daya pada alternator terhadap konsumsi daya pada motor penggerak dengan pembebanan 60 watt, 160 watt, 755 watt tanpa penambahan *flywheel* dapat dilihat berdasarkan grafik berikut.



Gambar 4. Grafik hubungan daya masukan dan daya luaran motor tanpa *Flywheel*

Berdasarkan grafik pada gambar 4 diatas jika motor penggerak tanpa beban, daya serap motor penggerak sebesar 859 *watt*. Ketika diberi beban sebesar 60 *watt* pada alternator daya serap motor penggerak mengalami sedikit kenaikan sebesar 68 *watt* dari 859 *watt* menjadi 927 *watt*. Pada beban 160 *watt* pada alternator daya serap motor mengalami kenaikan sebesar 158 *watt* dari 927 *watt* menjadi 1085 *watt*, dan pada beban 755 *watt* pada alternator daya serap motor penggerak mengalami kenaikan sangat sebesar yaitu 723 *watt* dari 1085 *watt* menjadi 1808 *watt*. Namun daya serap dari motor penggerak jauh lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh alternator.

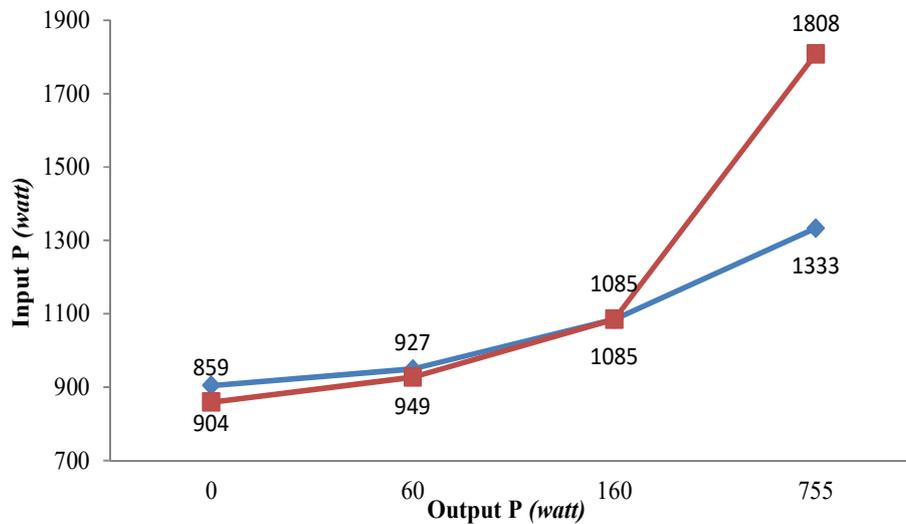
Adapun pengaruh beban daya listrik pada alternator terhadap konsumsi daya pada motor penggerak dengan pembebanan 60 *watt*, 160 *watt*, 755 *watt* dengan penambahan *flywheel* dapat dilihat berdasarkan grafik berikut.



Gambar 5. Grafik hubungan daya masukan dan daya luaran motor dengan *Flywheel*

Penggunaan *flywheel* dalam suatu sistem pembangkit listrik dapat menjadi solusi dapat meningkatkan kinerja dari sebuah pembangkit dalam mengatasi flutuasi beban [7]. Dalam peneliian ini menunjukkan bahwa jika motor penggerak tanpa beban, daya serap motor penggerak sebesar 904 *watt*. Ketika diberi beban sebesar 60 *watt* pada alternator daya serap motor penggerak mengalami sedikit kenaikan yaitu sebesar 45 *watt* dari 904 *watt* menjadi 949 *watt*. Pada beban 160 *watt* pada alternator daya serap motor penggerak mengalami kenaikan sebesar 136 *watt* dari 949 *watt* menjadi 1085 *watt*, dan beban 755 *watt* pada alternator daya serap motor penggerak mengalami kenaikan sebesar 245 *watt* dari 1085 *watt* menjadi 1333 *watt*., Namun daya serap dari motor penggerak lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh alternator.

Adapun pengaruh penambahan *flywheel* dan tanpa penambahan *flywheel* terhadap konsumsi daya pada motor penggerak, jika diberi beban yang sama yaitu sebesar 60 *watt*, 160 *watt*, dan 755 *watt* dapat dilihat berdasarkan grafik berikut ini.



Gambar 6. Perbandingan Grafik hubungan daya masukan dan daya luaran motor dengan *Flywheel* dan tanpa *Flywheel*

Perancangan pembangkit listrik dengan mengaplikasikan *flywheel* kedalam generator listrik, agar dapat meningkatkan daya pada alternator dan menstabilkan tegangan yang dihasilkan oleh alternator [5]. Dan penelitian dengan menggunakan simulator turbin angin savonius prototype menunjukkan bahwa *flywheel* yang digunakan memiliki momen inersia sebesar  $0.00121 \text{ kg.m}^2$ . dalam penggunaan *flywheel* menghasilkan kelebihan energi dengan persentase peningkatan rata-rata yaitu sebesar 58,0475% dan efisiensi dengan penggunaan *flywheel* disetiap penambahan beban tertinggi yaitu sebesar 0,004010 %.[3]. Dalam penenelilaian ini mengukur daya serap motor penggerak ketika diberi pembebanan menunjukkan bahwa dalam penggunaan *flywheel* dapat menghemat penggunaan sumber daya listrik untuk suplay ke motor penggerak, dimana tanpa penggunaan *flywheel* daya serap motor penggerak 1808 watt, sedangkan dalam penggunaan *flywheel* daya serap motor hanya dibutuhkan 1.333 watt dengan beban alternator yang sama, dikarenakan dalam penggunaan *flywheel* motor penggerak mendapatkan bantuan energi dari sehingga motor tidak perlu mengeluarkan yang tenaga besar.

#### IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa sebagai mana diuraikan maka dapat disimpulkan bahwa;

- 1) Telah dilakukan perancangan pembangkit listrik alternatif dengan pemanfaatan *flywheel* sebagai penyimpan energy yang diaplikasikan ke dalam sistem pembangkit listrik dengan meningkatkan daya putar pada motor pengarak yang ditransmisikan ke generator.
- 2) Daya yang dihasilkan oleh *flywheel* dalam perancangan ini yaitu sebesar 1,185 watt.
- 3) Berdasarkan data hasil pengujian didapatkan bahwa dengan penggunaan *flywheel* putaran alternator ketika diberi beban lebih stabil dan daya serap motor penggerak dengan penggunaan *flywheel* lebih kecil dimana beban alternator sebesar 755 watt, energi yang diserap motor penggerak tanpa penggunaan *flywheel* adalah sebesar 1808 watt. Sedangkan dengan penggunaan *flywheel* energi yang diserap motor penggerak adalah sebesar 1,333 watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Rancang Umum Kelistrikan Nasional, Kementrian Energi Dan Sumber Daya Mineral Jakarta, 2019.
- [2] M. Cummins, A. P. Rachmawan, I. M. Ariana, and I. Gerianto, “Analisa Pengaruh Flywheel dan Firing Order Terhadap Proses Kerja Mesin Diesel.” *Jurnal Teknik Sistem Perkapalan*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2014
- [3] J. Julpardi, “ANALISIS EFEKTIFITAS PEMANFAATAN FLYWHEEL SEBAGAI BATERAI MEKANIS PADA TURBIN ANGIN SAVONIUS,” *JTRAIN J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1.
- [4] Sularso, “Dasar perancangan dan elemen mesin, Pradnya Paramita,” *cetakan 11 Jakarta*, 2004
- [5] R. Razali and S. Stephan, “Rancang Bangun Mesin Pembangkit Listrik tanpa Bbm Berkapasitas 3000 Watt dengan Memanfaatkan Putaran Flywheel,” *J. Media Elektro*, pp. 45–48, 2017.
- [6] M. A. Rokhim and I. Alfi, “RANCANG BANGUN GENERATOR LISTRIK OVERUNITY DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI YANG TERSIMPAN PADA FLYWHEEL (RODA GILA).” University of Technology Yogyakarta, 2019.
- [7] S. Marinus, “Studi Aplikatif Roda Gila (Flywheel) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH),” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1.