

## RANCANG BANGUN PROTOTIPE GENERATOR BEBAS ENERGI MENGUNAKAN FLYWHEEL

### DESIGN OF FREE ENERGY GENERATOR PROTOTYPE USING FLYWHEEL

Citra Zaskia Pratiwi<sup>1\*</sup> dan Dimas Bayu Sasongko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo, Sidoarjo

\*E-mail : [citrazaskia38@gmail.com](mailto:citrazaskia38@gmail.com)

#### ABSTRACT

*The advantage of free energy generator is it can produce electrical energy without using fuel so that it suitable to use in ponds. Free energy generator is designed using electric motor with the power of 3 1,5 HP and rotation speed of 1480 rpm, generator with the power of 4 KW and rotation speed of 1500 rpm, and flywheel with the mass of 36 kg and diameter of 40,6 cm. The test results show generator can produces the voltage of 230 V using the pulley diameter on flywheel of 12,5cm, the moment of inertia of 0,74 kg.m<sup>2</sup>, the kinetic energy of 8889,25 Joule, and the electrical power of 2,4 KW in stable condition or without changing.*

**Keywords:** *Electric generator, flywheel, electric motor, moment of inertia, kinetic energy, electrical power*

#### ABSTRAK

Kelebihan dari generator bebas energi adalah dapat menghasilkan energi listrik tanpa penggunaan bahan bakar sehingga cocok digunakan di tambak. Generator bebas energi dirancang dengan menggunakan motor listrik dengan daya 1,5 HP dan kecepatan putaran 1480 rpm, generator listrik dengan daya 3 KW dan kecepatan putaran 1500 rpm, dan *flywheel* dengan massa 36 kg dan diameter 40,6 cm. Hasil pengujian menunjukkan generator dapat menghasilkan tegangan 230 V dengan menggunakan diameter pulley pada *flywheel* sebesar 12,5 cm, momen inersia yang dihasilkan sebesar 0,74 kg.m<sup>2</sup>, energi kinetik sebesar 8889,25 Joule, dan daya listrik sebesar 2,4 KW dalam kondisi stabil atau tanpa perubahan.

**Kata kunci :** Generator listrik, *flywheel*, motor listrik, momen inersia, energi kinetik, daya listrik

#### I. PENDAHULUAN

Listrik dibutuhkan petambak untuk penerangan, penggerak pompa air, penggerak kincir air (*paddle wheel*), dan sebagainya. Selama periode budidaya, jumlah energi listrik untuk sistem aerasi dan pompa mencapai 24.867 – 28.894 KW. Selain itu, komponen biaya listrik dalam proses produksi berkontribusi antara 9,56 – 13,10% (Syah *et al.*, 2017). Besarnya biaya operasional yang berasal dari konsumsi daya listrik menjadi permasalahan tersendiri bagi petambak. Salah satu cara untuk dapat menghemat biaya operasional dalam kegiatan usaha budidaya perikanan adalah dengan cara menghemat biaya pemakaian listrik baik listrik untuk

penerangan, listrik untuk penggerak pompa air maupun untuk penggerak kincir air (*paddle wheel*), dan lain-lain. Selain itu, peralatan tambahan yang digunakan mensuplai energi listrik di tambak adalah generator set (genset), yang biasanya digunakan pada saat listrik mati atau sedang bermasalah. Penggunaan genset ini biasanya membutuhkan bahan bakar sehingga juga akan berpengaruh pada biaya operasional untuk penyediaan bahan bakar. Oleh karena itu, dilakukan desain dan realisasi generator listrik bebas energi (*free energy generator*) menggunakan motor listrik sebagai tenaga penggerak, *flywheel* yang berfungsi sebagai penyimpan energi (*energy storage*), dan generator atau

alternator sebagai penghasil energi listrik.

Sumber tenaga penggerak motor listrik pada pengoperasian awal masih menggunakan sumber tenaga listrik dari PLN dan setelah generator menghasilkan listrik maka sebagian listrik yang dihasilkan oleh generator tersebut digunakan untuk menggerakkan motor listrik, kemudian listrik dari sumber tenaga PLN dimatikan. Selanjutnya generator tersebut akan berjalan dengan tenaga sendiri yang diputar/ digerakkan oleh motor listrik dengan sumber pasokan listrik berasal dari generator yang digerakkannya. Sebuah penyimpan energi berupa roda gaya (*flywheel*) untuk penerus putaran digunakan untuk membantu mempertahankan dan menstabilkan putaran generator pada saat berlangsungnya proses peralihan/ pergantian sumber tenaga penggerak dari sumber listrik PLN ke listrik generator sehingga generator ini akan bergerak terus menerus dan bekerja dengan tenaga/energi sendiri yang dibantu oleh energi dari roda penerus/ *flywheel* (*flywheel energy generator*).

Hasil penelitian Maji *et al.* (2016) menghasilkan listrik sebesar 0,45 KW dengan penggunaan *flywheel* dari motor listrik 0,5 HP sedangkan listrik sebesar 4,167 KW dihasilkan dengan penggunaan *flywheel* dari motor listrik 1,5 HP (Lwin, 2019). Oleh karena itu, *free energy generator* dapat menjadi alternatif solusi mengatasi permasalahan yang dialami petambak terutama mengenai biaya operasional (biaya listrik dan bahan bakar). Pada penelitian dibahas mengenai rancang bangun prototipe generator bebas energi dengan menggunakan *flywheel*.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat

### 2.3. Analisa Data

Sebelum dilakukan analisa data, maka diperlukan pengambilan data terlebih dahulu yang meliputi kecepatan putar *flywheel* dan motor listrik dengan

Penelitian dilakukan pada bulan Mei - November 2020 di Tefa Mekanisasi Perikanan Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo. Dalam penelitian ini secara sederhana prosedur penelitian ini dapat didiagramkan sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian antara lain (1) alternator/generator AC dengan spesifikasi daya 3 KW, tegangan 230 V, dan kecepatan putaran 1500 rpm, (2) motor listrik dengan daya 1,5 HP dan kecepatan putaran 1480 rpm, (3) *flywheel* dengan massa 36 kg dan diameter 40,6 cm, (4) *pulley*, (5) *V-belt*, (6) *handle*, (7) besi dudukan mesin, (8) kabel listrik, (9) stop kontak, (10) las listrik, (11) bor listrik, (12) gerinda, (13) jangka sorong, (14) tachometer, dan (15) clamp meter. Alternator/generator AC berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dan *flywheel* digunakan untuk menyimpan energi kinetik.

menggunakan tachometer, serta tegangan yang terukur pada generator listrik. Analisa data digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter *pulley* terhadap tegangan generator, pengaruh massa *flywheel*

terhadap besarnya momen inersia dan energi kinetik, serta daya yang dihasilkan generator. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Ariffaiuddin (2018) untuk meningkatkan energi listrik alternatif menggunakan *flywheel* generator.

### III.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1.Perancangan Generator Bebas Energi

Perancangan dimulai dengan melakukan observasi dan studi literatur terkait model generator bebas energi, Dari hasil yang didapat selanjutnya dilakukan proses pembuatan gambar. Pembuatan gambar generator bebas energi dimulai dari pembuatan rangka yang terdiri dari dudukan generator, *flywheel*, dan motor listrik. Berikut adalah spesifikasi generator bebas energi yang telah dirancang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi generator bebas energi

Nama Alat	Generator Bebas Energi
Dimensi	86 cm x 35 cm x 35 cm
Kecepatan Putaran Generator	1500 rpm
Daya Generator	3 KW
Kecepatan Putaran Motor Listrik	1480 rpm
Daya Motor Listrik	1,5 HP
Massa <i>Flywheel</i>	36 kg
Diameter <i>Flywheel</i>	40,6 cm
Bahan Rangka	Besi L siku

Adapun bagian-bagian dari generator bebas energi adalah sebagai berikut :

##### a. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penyangga dan tempat memasang komponen antara

lain motor listrik, generator, dan *flywheel*. Desain rangka dirancang dengan panjang 86 cm, lebar 35 cm, dan tinggi 35 cm, dengan bahan besi L siku

##### b. Motor listrik

Motor listrik berfungsi sebagai penggerak generator dimana dalam perancangan ini menggunakan motor AC dengan tegangan 220 V, kecepatan putar 1480 rpm, dan daya 1,5 HP.

##### c. Alternator/Generator

Alternator/generator berfungsi untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Pada perancangan digunakan generator AC tipe ST-3 dengan daya 3 KW, tegangan 230 V, dan kecepatan putaran 1500 rpm.

##### d. *Flywheel*

Fungsi dari *flywheel* yaitu untuk menyimpan energi kinetik dimana massa yang digunakan sebesar 36 kg dengan diameter sebesar 40,6 cm.

##### e. *Pulley*

*Pulley* berfungsi untuk mentransmisikan torsi dan gerakan berputar dari suatu komponen ke komponen lain. Diameter *pulley* pada generator listrik adalah sebesar 10 cm dan diameter *pulley* pada motor listrik adalah sebesar 12,5 cm sedangkan diameter *pulley* pada *flywheel* divariasikan menjadi 3 yaitu dengan diameter sebesar 12,5 cm, 20 cm, dan 27 cm.

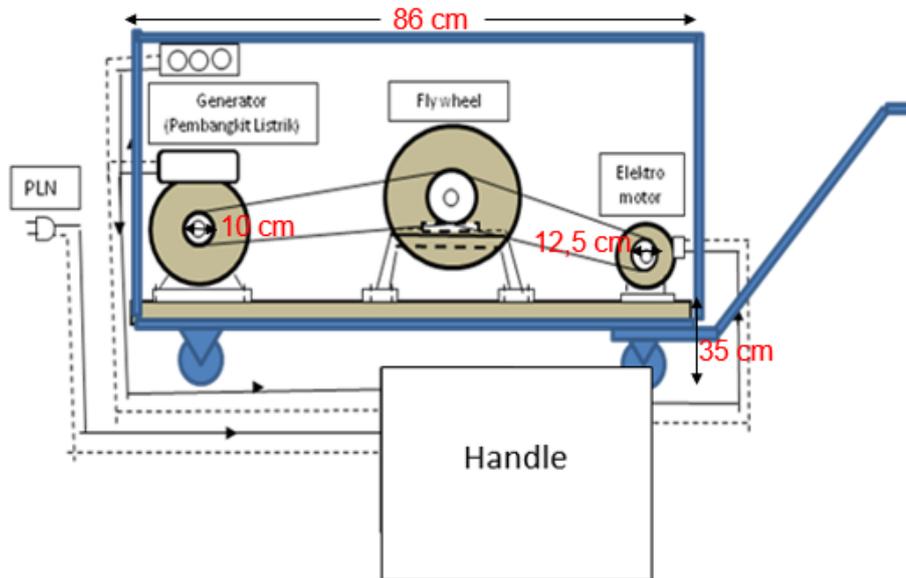
##### f. *V-belt*

*V-belt* berfungsi untuk memindahkan daya antara dua poros yang sejajar

##### g. *Handle*

*Handle* berfungsi untuk memindahkan sumber listrik dari PLN atau generator

Adapun desain dari generator bebas energi seperti pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Desain pandangan samping generator bebas energi

### 3.2. Pembuatan Generator Bebas Energi

Dalam pembuatan generator bebas energi, hal yang pertama dilakukan adalah perancangan generator bebas energi dengan spesifikasi sesuai Tabel 1. Perancangan juga meliputi pembuatan desain sesuai Gambar 2. Selanjutnya adalah persiapan alat dan bahan yang meliputi alternator/generator AC, motor listrik, *flywheel pulley*, *V-belt*, *handle*, besi dudukan mesin, kabel listrik, stop kontak, las listrik, bor listrik, dan gerinda. Kemudian membuat rangka dudukan mesin dengan menggunakan besi L siku yang telah dipotong. Besi L siku yang telah dipotong kemudian disatukan hingga membentuk rangka sesuai gambar dengan menggunakan las listrik. Rangka besi yang dibuat memiliki panjang 86 cm, lebar 35 cm, dan tinggi 35 cm sedangkan lebar penyangga bawah 60 cm.

Proses selanjutnya adalah memotong besi sebagai dudukan motor listrik yang dilakukan dengan menggunakan gerinda. Setelah pembuatan dudukan motor dilanjutkan pembuatan dudukan alternator/generator dan *flywheel*. Proses selanjutnya yaitu menentukan diameter *pulley* dimana diameter *pulley*

pada generator listrik adalah sebesar 10 cm dan diameter *pulley* pada motor listrik adalah sebesar 12,5 cm sedangkan diameter *pulley* pada *flywheel* divariasikan menjadi 3 yaitu dengan diameter sebesar 12,5 cm, 20 cm, dan 27 cm untuk pengujian alat. Kemudian dilanjutkan perakitan alat dengan memasang motor listrik, generator, dan *flywheel* pada rangka yang sudah dibuat. Setelah itu, pemasangan *pulley* dan *V-belt* untuk menghubungkan motor listrik, *flywheel*, dan generator listrik. Proses selanjutnya adalah pembuatan sambungan menggunakan kabel listrik untuk menghubungkan motor listrik dengan sumber listrik PLN. Kemudian, pasang *handle* yang berfungsi sebagai saklar untuk memindahkan arus dari sumber listrik PLN dan generator listrik ke motor listrik. Adapun hasil pembuatan generator bebas energi seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil pembuatan generator bebas energi

### 3.3. Pengujian Generator Bebas Energi

#### 3.3.1. Pengaruh Variasi Diameter Pulley Terhadap Tegangan Generator

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan diameter *pulley* pada *flywheel* ( $D_{PF}$ ) dimana terdapat 3 diameter *pulley* yang berbeda sedangkan untuk diameter *pulley* pada generator listrik dan motor listrik tetap. Diameter *pulley* pada generator listrik ( $D_{PG}$ ) adalah sebesar 10 cm dan diameter *pulley* pada motor listrik ( $D_{PM}$ ) adalah sebesar 12,5 cm. Tujuan pengujian ini adalah mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh generator listrik.

##### 1. Pengujian I ( $D_{PF} = 27$ cm)

Pengujian I dilakukan dengan menggunakan *pulley* yang dipasang pada *flywheel* dengan diameter sebesar 27 cm. Adapun tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 10 V. Berdasarkan hasil pengujian, tegangan yang dihasilkan masih belum maksimal karena umumnya tegangan yang dibutuhkan adalah sebesar 220 V. Hal ini dikarenakan kecepatan putaran pada generator listrik kurang maksimal. Hasil pengujian seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengujian I

##### 2. Pengujian II ( $D_{PF} = 20$ cm)

Pengujian II dilakukan dengan menggunakan *pulley* yang dipasang pada *flywheel* dengan diameter sebesar 20 cm. Adapun tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 50 V. Berdasarkan hasil pengujian, tegangan yang dihasilkan belum mencapai tegangan yang biasanya digunakan untuk peralatan listrik yaitu 220 V. Hal ini dikarenakan kecepatan putaran pada generator listrik juga kurang maksimal. Hasil pengujian seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengujian II

### 3. Pengujian II ( $D_{PF} = 12,5$ cm)

Pengujian III dilakukan dengan menggunakan *pulley* yang dipasang pada *flywheel* dengan diameter sebesar 12,5 cm. Adapun tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 230 V. Berdasarkan hasil pengujian, tegangan yang dihasilkan sudah memenuhi dan mencapai tegangan yang umum digunakan yaitu 220 V. Hal ini dikarenakan kecepatan putaran pada generator listrik sudah memenuhi spesifikasi (Tangko, 2019). Hasil pengujian seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengujian III

Hasil pengujian di atas dapat dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7 maka diameter *pulley* yang dapat menghasilkan tegangan sesuai spesifikasi generator adalah sebesar 12,5 cm dan dapat disimpulkan bahwa diameter *pulley* berpengaruh pada tegangan generator.

### 3.3.2. Pengaruh Massa *Flywheel* Terhadap Momen Inersia dan Energi Kinetik

#### 1. Momen Inersia

Momen inersia dipengaruhi oleh massa dan jari-jari *flywheel* (Ariffaiuddin, 2018). *Flywheel* yang digunakan untuk penelitian berbentuk cakram atau silinder pejal dengan rincian sebagai berikut.

Diameter *flywheel* ( $D$ ) = 40,6 cm = 0,406 m  
 Jari-jari *flywheel* ( $R$ ) =  $1/2 \times 0,406$  m = 0,203 m

Massa *flywheel* ( $m$ ) = 36 kg

Berdasarkan rincian di atas maka perhitungan momen inersia ( $I$ ) pada *flywheel* adalah :

$$I = \frac{1}{2} mR^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 36 \times (0,203)^2$$

$$I = 0,74 \text{ kg.m}^2$$

Jadi, massa *flywheel* berpengaruh pada momen inersia dimana dengan massa sebesar 36 kg menghasilkan momen inersia sebesar 0,74 kg.m<sup>2</sup>.

#### 2. Energi Kinetik

Berdasarkan hasil pengujian maka digunakan diameter *pulley* sebesar 12,5 cm untuk mencapai tegangan maksimal yaitu 230 V. Oleh karena itu, kecepatan *flywheel* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hamri, 2020) :

Diameter *pulley* pada motor listrik ( $D_{PM}$ ) = 12,5 cm

Kecepatan *pulley* pada motor listrik ( $N_{PM}$ ) = 1480 rpm

Diameter *pulley* pada *flywheel* ( $D_{PF}$ ) = 12,5 cm

$$D_{PM} \times N_{PM} = D_{PF} \times N_{PF}$$

$$12,5 \times 1480 = 12,5 \times N_{PF}$$

$$N_{PF} = \frac{18500}{12,5} = 1480 \text{ rpm}$$

Jadi, kecepatan *pulley* pada *flywheel* ( $N_{PF}$ ) adalah sebesar 1480 rpm.

Selain itu, energi kinetik yang disimpan *flywheel* tergantung dari besarnya momen inersia ( $I$ ) dan kecepatan sudut/angular *flywheel* ( $\omega$ ), dimana perhitungan energi kinetik ( $E_k$ ) yang dapat disimpan *flywheel* adalah sebagai berikut.

Momen inersia ( $I$ ) = 0,74 kg.m<sup>2</sup>

Kecepatan *flywheel* = 1480 rpm

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan sudut } (\omega) &= \frac{2\pi N_{PF}}{60} \\ &= \frac{2\pi \times 1480}{60} \\ &= 155 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

$$\text{Energi kinetik } (E_k) = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,74 \times 155^2$$

$$= 8889,25 \text{ Joule}$$

Jadi, energi kinetik yang dapat disimpan oleh *flywheel* ( $E_k$ ) adalah sebesar 8889,25 Joule.

### 3.3.3. Daya Listrik

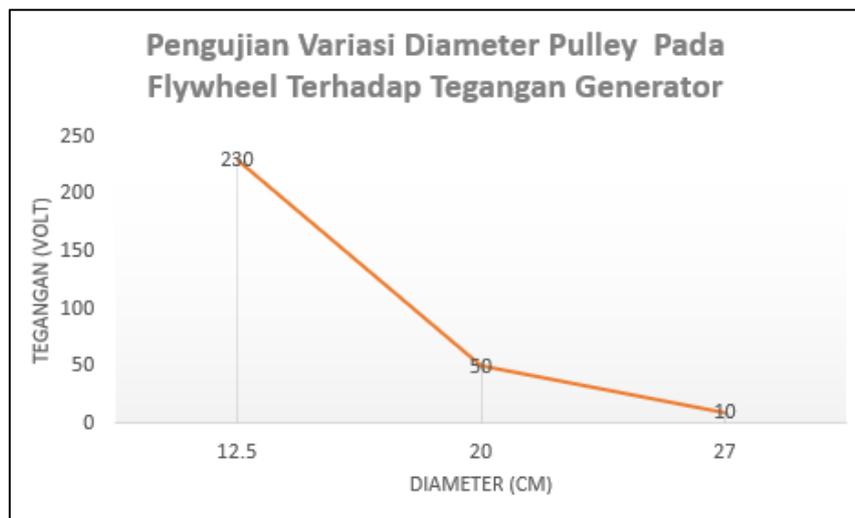
Daya yang dapat dihasilkan generator berdasarkan perhitungan adalah sebagai berikut:

*Input power* motor listrik = 1,5 HP = 1,12 KW

Efisiensi generator listrik = 80% = 0,8

*Output power* generator listrik =  $\frac{230 \text{ V}}{230 \text{ V}} \times 3 \text{ KW} \times 0,8 = 2,4 \text{ KW}$

Daya tersebut merupakan daya yang dapat dicapai generator dalam kondisi stabil atau tidak ada perubahan, serta belum memperhitungkan penggunaan motor listrik, beban *flywheel*, dan gesekan pada *V-belt*.



Gambar 7. Grafik pengujian variasi diameter *pulley* terhadap tegangan

## IV. KESIMPULAN

Desain dan realisasi generator bebas energi telah dilakukan. Generator bebas energi terdiri dari motor listrik sebagai tenaga penggerak dengan spesifikasi daya 1,5 HP dan kecepatan putaran 1480 rpm, *flywheel* yang berfungsi sebagai penyimpan energi (*energy storage*) dengan massa 36 kg dan diameter 40,6 cm, dan generator atau alternator sebagai penghasil energi listrik dengan daya 3 KW, tegangan 230 V, dan kecepatan putaran 1500 rpm. Generator dapat menghasilkan tegangan sesuai spesifikasi yaitu 230 V dengan menggunakan diameter *pulley* pada *flywheel* sebesar 12,5 cm. Selain itu, generator dapat menghasilkan momen inersia sebesar 0,74 kg.m<sup>2</sup> dan energi kinetik sebesar 8889,25 Joule. Daya yang

dapat dihasilkan generator dalam kondisi stabil atau tidak ada perubahan adalah sebesar 2,4 KW dengan memperhitungkan efisiensi dari generator listrik sebesar 80%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhwan, Gunari, B., Sunardi, dan Wirawan, W.A. 2020. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun. *J. Teknik Energi*, 17(1): 15-24.
- Ariffaiuddin, S. dan A.P. Budijono. 2018. Rancang bangun prototipe alat untuk meningkatkan energi listrik alternatif menggunakan *flywheel* generator. *J. Rekayasa Mesin*, 4(3):31-35.
- Hamri dan Zulkifli M. 2020. Analisis

- Pembangkit Listrik tanpa Bahan Bakar Minyak (BBM). *J. Teknologi*, 21(1): 31-35
- Jhibakate, B.M. et al. 2017. Review of free energy generator using flywheel. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(2):2021-2023.
- Lwin, J.T. 2019. Design Calculation of Flywheel Free Energy Generating System with Motor-Generator. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology (IJSET)*, 6(8):167-171.
- Maji, S.U., M.S. Mane, C. Kshirsagar, A. Jagdale, dan D. Malgar. 2016. Conventional Free Energy using Flywheel. *International Journal for Scientific Research & Development (IJSRD)*, 4(2):1259-1265.
- Razali dan Stephan. Rancang Bangun Mesin Pembangkit Listrik Tanpa BBM Berkapasitas 3000 Watt dengan Memanfaatkan Putaran Flywheel. *J. Media Elektro*, 6(2):45-48.
- Rokhim, M.A. dan I. Alfi. 2019. Rancang Bangun Generator Listrik dengan Memanfaatkan Energi yang Tersimpan pada Flywheel (Roda Gila). *J. TeknoSAINS FTIE UTY*.
- Syah, R., Makmur, dan M. Fahrur. 2017. Budidaya Udang Vaname dengan Padat Penebaran Tinggi. *J. Media Akuakultur*, 12:19-26.
- Tangko, J., R. Tandioga, I. Djufri, dan R. Haardiyanti. 2019. Analisis Pembangkit Listrik Berbasis Flywheel. *J. Sinergi*, 17(1):77-83.
- Thakre, S.B., S.H. Zode, A.S. Singh, dan S.R. Ingole. 2018. Self Generator Free Energy Flywheel. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(1):1062-1065.
- Yuniarsih, P., F. Bachtiyar, M. Rosyidin, dan T. Prabawanto. 2014. Flywheel Generator. From <https://media.neliti.com/media/publications/169906-ID-flywheel-generator.pdf>. [Retrieved on 28 December 2020]