

RANCANG BANGUN PROTOTYPE ALAT UNTUK MENINGKATKAN ENERGI LISTRIK ALTERNATIF MENGGUNAKAN *FLYWHEEL GENERATOR*

Samsul Ariffaiuddin

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: samsulariffaiuddin@mhs.unesa.ac.id

Agung Prijo Budijono, ST., MT

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: agungprijobudijono@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi dan perindustrian serta pertumbuhan penduduk yang pesat membuat kebutuhan listrik terus meningkat setiap tahunnya. Dua abad lalu manusia menjadi amat bergantung kepada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam untuk menghasilkan listrik. Ketika sumber BBM itu mulai menipis (terlihat dari harganya yang semakin mahal), manusia berusaha memanfaatkan energi alternatif. Salah satu cara untuk dapat menghasilkan dan memanfaatkan energi alternatif adalah menggunakan *Flywheel Generator*. Rekayasa ini bertujuan untuk mengetahui kinerja *Free Energy Flywheel Generator (Flywheel Energy Storage)* dalam menghasilkan energi listrik alternatif. Metode yang digunakan dalam rekayasa ini adalah rekayasa uji coba dengan analisis deskriptif kualitatif. Uji karakteristik kinerja alat ini meliputi Putaran (Rpm) *Flywheel* 2200 rpm dengan motor listrik 1 HP, alternator 2500 watt dengan beban *Dummy Load* (Alat Listrik). Rekayasa ini dapat meningkatkan energi listrik Alternatif Menggunakan *Flywheel Generator* dengan massa 80Kg Rpm 2200 menggunakan penggerak 1Hp, mampu meningkatkan energi listrik PLN 1100 watt menjadi 1760 watt dalam waktu kurang lebih dalam 1 menit.

Kata kunci : Flywheel, Motor, Generator, Dummy Load

Abstract

The development of technology and industry and the rapid growth of the population makes the demand for electricity continues to increase every year. Two centuries ago humans became very dependent on fossil fuels such as petroleum, coal, and natural gas to generate electricity. When the source of fuel is starting to thin out (seen from the rising price drastically), humans trying to take advantage of alternative energy. One way to generate and utilize alternative energy is to use a Flywheel Generator. This engineering aims to determine the performance of the Free Energy Flywheel Generator (Flywheel Energy Storage) in generating alternative electrical energy. The method used in this engineering is a pilot engineering with qualitative descriptive analysis. Test performance characteristics of this tool include Round (Rpm) Flywheel 2200 rpm with 1 HP electric motor, 2500 watt alternator with Dummy Load load (Electrical Equipment). This engineering can increase electrical energy Alternative Using Flywheel Generator with mass 80Kg Rpm 2200 using 1Hp drive, can increase PLN 1100 watt electric energy to 1760 watt in less time in 1 minute

Keywords: Flywheel, Motor, Generator, Dummy Load

PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan energi listrik dapat dijadikan sebagai indikator meningkatnya kemakmuran suatu masyarakat. Namun pada waktu yang sama timbul masalah dalam upaya penyediaannya. Hal ini disebabkan semakin menipisnya persediaan minyak bumi di Indonesia. Perkembangan teknologi dan perindustrian serta pertumbuhan penduduk yang pesat membuat kebutuhan akan listrik terus meningkat setiap tahunnya. Dua abad lalu manusia menjadi amat bergantung kepada bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, dan gas alam untuk menghasilkan energi listrik. Ketika sumber BBM itu mulai menipis (terlihat dari harganya yang semakin mahal), manusia berusaha mencari energi alternatif. Beberapa energi alternatif yang dapat digunakan

diantaranya, energi angin, pembangkit *microhydro*, bahan bakar biodiesel, bioethanol, pembangkit listrik solar cell dan lain – lain. Untuk mengembangkan salah satu energi alternatif tersebut, maka dalam Tugas Akhir ini akan dirancang Peningkatan Energi Listrik Alternatif dengan memanfaatkan putaran *Flywheel*. Putaran *Flywheel* menyimpan momen inersia. Saat berputar momen ini akan dikonversi menjadi bentuk energi kinetik. Ketika dibandingkan dengan alat penyimpan energi lainnya (seperti baterai elektromagnet), *Flywheel* memiliki daya yang tinggi, pengisian energinya lebih besar dan siklus kerjanya bertahan lama (**Seong J. Kim et al, 2013**). (*Flywheel Energy Storage System (FESS)*). *Flywheel* rotor dilengkapi oleh bantalan magnetik non – contact yang menghasilkan kerugian gesek yang rendah. Untuk

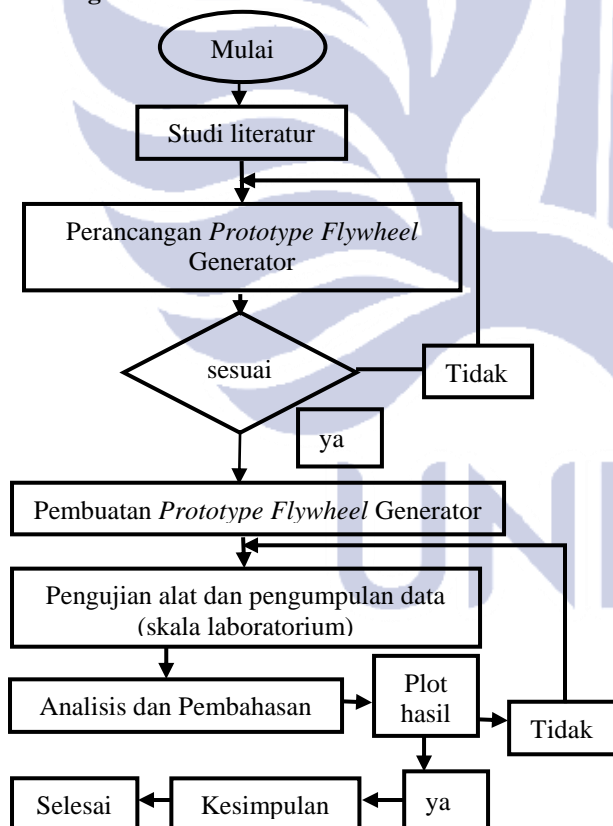
menyimpan energi kinetik, motor/generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, begitu sebaliknya (Yongjie Han, et al 2011). Dalam membuat rancang bangun Prototype Alat untuk Meningkatkan Energi Listrik Alternatif terdiri dari beberapa tahapan, yaitu (1) perencanaan elemen mesin (2) rancang bangun sistem mekanik, (3) uji coba performa alat. Penelitian ini difokuskan uji coba kinerja performa alat, rancang bangun yang akan dibangun harus bisa menunjukkan indikator telah terjadi peningkatan energi listrik alternatif. Protoype alat ini memiliki unit komponen utama antara lain :

- Motor listrik
- Generator
- Komponen panel
- Pulley
- Van belt
- Flywheel

Diharapkan dengan terwujudnya “*Rancang Bangun Prototype Alat untuk Meningkatkan Energi Listrik Alternatif Menggunakan Flywheel Generator*”, dapat digunakan sebagai bahan acuan pengembangan energi alternatif.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1 Rancangan Penelitian

▪ Pengujian

- Alat-alat yang diperlukan dalam pengujian:
 - Media beban
 - Tacho meter.
 - Timer (stop wachth)
 - Sumber listrik AC 1 Phase
- Bahan yang diperlukan:
 - Kabel
 - Alat Las Listrik

▪ Langkah pengujian fungsi alat

1. Input daya dari PLN

Memberikan input daya dari PLN listrik ac 220volt pada motor listrik 1HP 1400Rpm 5A melalui alat ukur yang ada pada komponen panel listrik

$$\begin{aligned}
 P &= I \cdot V \\
 &= 5A \cdot 220\text{Volt} \\
 &= 1100\text{Watt}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Extension / Tensioner motor listrik

Berfungsi sebagai kontrol arus listrik AC dari PLN 220 Volt agar motor listrik tidak *overload* akibat daya mula mula (*starting*) dengan angka limitnya 1HP 1400Rpm 6A. *Tensioner* sebagai perambat torque agar mampu memenuhi kebutuhan energi yang di butuhkan *flywheel* dengan selang waktu tertentu. Waktu yang di butuhkan motor listrik untuk menggerakkan *flywheel* merupakan percepatan yang di simbolkan $\alpha = \text{rad} / \text{s}^2$ jika tidak ada *tensioner* maka motor listrik tidak mampu menggerakkan *flywheel* sehingga terjadi *overload*, lama waktu motor listrik memenuhi kebutuhan *flywheel* di simbolkan Δt hasil pengukuran dengan timer menunjukkan sebagai berikut :

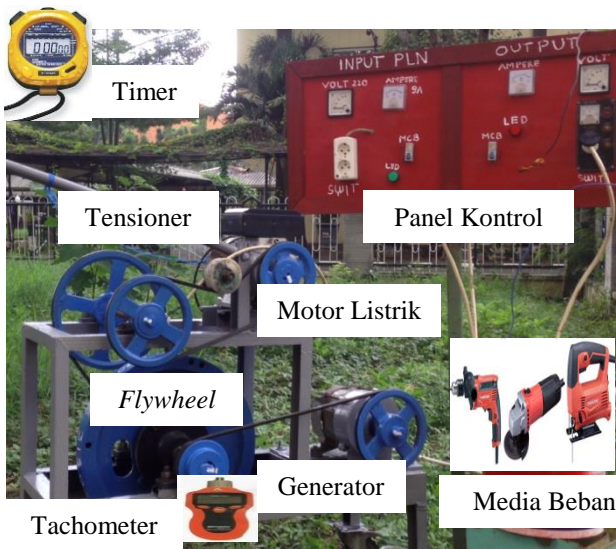
1HP 1400Rpm flywheel Rpm2200 Δt 60 s

Output daya yang dihasilkan Hasil output listrik dari generator atau altenator 2500watt 2700rpm melalui panel listrik di ukur dengan metode pembebanan alat las listrik sehingga di ketahui kinerja alat tersebut mampu mengeluarkan daya seberapa besar dan bekerja seberapa lama.

$$\begin{aligned}
 P &= I \cdot V \\
 &= 8A \cdot 220\text{Volt} \\
 &= 1760 \text{ Watt}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Sehingga dapat di ketahui hasil dari alat tersebut dapat diasumsikan $P_{\text{out}} - P_{\text{in}} = P$ lebih (1760-1100=660Watt) jadi ada nilai lebih 660watt. Dalam pengambilan data di lapangan alat tersebut memiliki batas kemampuan dalam kurun waktu kurang lebih 1 menit

Alat Uji



Gambar 2 Instrumen Rekayasa

▪ **Objek Rekayasa**

Objek rekayasa ini adalah Sistem Peningkatan Energi Listrik Alternatif dengan Flywheel Generator dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Motor Listrik 1 HP , 1400rpm
- Alternator (generator) 2500 Watt , 2700rpm
- Dimensi rangka flywheel generator (P x L x T) : 1500mm x 405mm x 1000 mm.
- Diameter Poros Transmisi : 20mm
- Diameter Poros Flywheel : 40 mm
- Diameter Poros Motor Listrik : 19 mm
- Diameter Poros Alternator : 29 mm
- Panjang V – Belt :
 - Alternator – Poros Flywheel : 64 inchi
 - Motor listrik – Poros Transmisi : 48 inchi
 - Flywheel – Poros Transmisi : 48 inchi

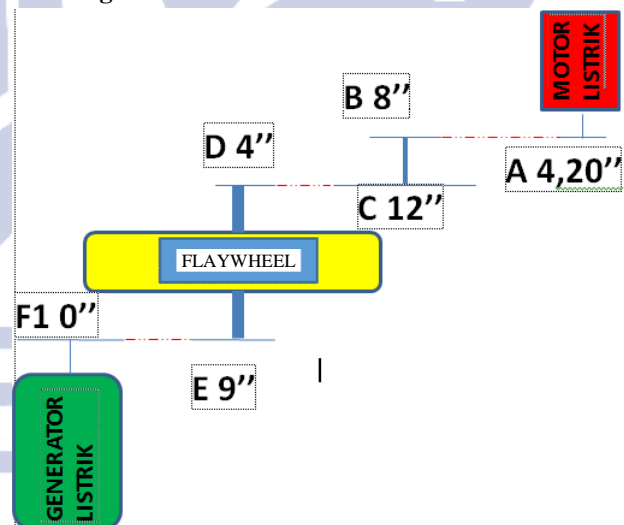
▪ **Instrumen Rekayasa**

- Tachometer
- Panel Kontrol
Panel Kontrol digunakan untuk memantau hasil enegi listrik yang diterima oleh motor listrik dan listrik yang dihasilkan oleh Flywheel Generator.

- MCB C20 (20A)
- Braking motor listrik 6 A
- Lampu Indikator Hijau dan Merah ODA
- AmpereMeter input : 0 – 10 A
- AmpereMeter output : 0 – 15 A
- VoltMeter : 0 – 500 V
- VoltMeter : 0 – 500 V

- Motor Listrik
Motor listrik adalah mesin listrik yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar
Merek : FAMOUZPRO
Tipe : GMYL-80M2-4-B3
Tegangan : 220 V
Arus : 6 A
Daya : 1 HP
Kecepatan : 1400 rpm
- Alternator (Generator)
Generator merupakan sebuah alat yang mampu menghasilkan arus listrik
Merek : AVR
Tipe : Genset
Tegangan : 220 V
Arus : 11,3A
Kecepatan : 2700 rpm
Daya : 2,5kW

Rancangan Alat



Gambar 3 Desain Sistem Penghubung Menghitung moment inertia flywheel

Diketahui :

$$M = \text{Massa flywheel (kg)}$$

$$= 80\text{kg}$$

$$R = \text{Jari-jari (m)}$$

$$= 0,245 \text{ m}$$

Ditanya :

$$I = \text{Moment inersia (Kg m}^2 \text{)}$$

Jawab :

$$I = \frac{1}{2} MR^2 \tag{2}$$

$$= \frac{1}{2} 80\text{Kg} \cdot 0,060025\text{m}$$

$$= 2,401 \text{ Kg m}^2$$

Nilai moment *inersia* tetap karena dimensi *flywheel* tidak berubah-ubah .

Menghitung torque flywheel Rpm 2200 Motor listrik 1HP

Kecepatan sudut *flywheel*

Diketahui :

$$\text{Rpm} = \text{Kecepatan rotasi}$$

penggerak awal

$$\pi = 22/7 \text{ atau } 3,14$$

$$60 = \text{Waktu (s)}$$

Ditanya :

$$\omega = \text{rad / s}$$

Jawab :

$$1 \cdot \text{Rpm} = 1 \cdot 2 \cdot \pi / 60$$

$$= 1400 \cdot 2 \cdot 22/7 : 60$$

$$= 146,66 \text{ rad / s}$$

(3)

Percepatan sudut *flywheel*

Diketahui :

$$\Delta\omega = 146,66 \text{ rad/s}$$

$$\Delta t = 60 \text{ s}$$

Ditanya :

$$\alpha = \text{Percepatan sudut (rad/s}^2 \text{)}$$

Jawab :

$$\alpha = \Delta\omega : \Delta t \tag{4}$$

$$= 146,66 \text{ rad/s} : 120 \text{ s}$$

$$= 1,2221 \text{ rad / s}^2$$

Torque flywheel

Diketahui :

$$I = \text{Momen inersia (kg m}^2 \text{)}$$

$$= 2,401 \text{ kg m}^2$$

$$\alpha = \text{Percepatan sudut (rad / s}^2 \text{)}$$

$$= 1,2221 \text{ rad / s}^2$$

Ditanya :

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

Jawab :

$$T = I \cdot \alpha \tag{5}$$

$$= 2,401 \cdot 1,2221$$

$$= 2,934 \text{ Nm}$$

Daya yang di hasilkan *flywheel* dengan satuan watt

Diketahui :

$$T = \text{Torque (Nm)}$$

$$= 2,934 \text{ Nm}$$

$$\text{Rpm} = \text{Kecepatan rotasi flywheel (Rpm)}$$

$$= 2200 \text{ Rpm}$$

$$60\ 000 = \text{Nilai konstanta}$$

Ditanya :

$$P = \text{Daya (Watt)}$$

Jawab :

$$P = T \cdot 2 \pi \cdot \text{RPM} / 60000 \tag{6}$$

$$= 2,934 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2200 / 60000$$

$$= 0,675 \text{ Kw}$$

$$= 0,675 \text{ Kw} \times 1000$$

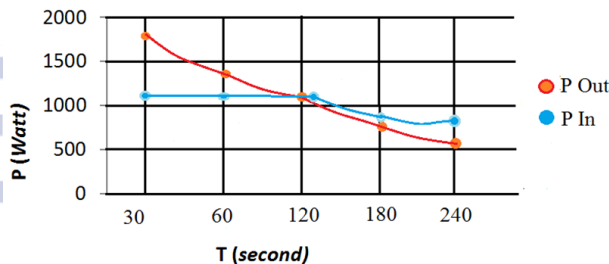
$$= 675 \text{ Watt} + P \text{ motor listrik } 880 \text{ Watt}$$

$$= 1775 \text{ Watt}$$

Tabel 1 Hasil Praktik Di Lapangan

S (Sec ond)	1hp Motor listrik 1400Rpm			Flywheel			2,5kw Generator listrik 2600Rpm			Dummy load
	V (Volt)	A (Amp ere)	P (Watt)	I (Inersia)	α (percepatan sudut)	P (Watt)	V	A	P (Watt)	
240	220	4	880	2,401 Kg ^m ²	1,2221 rad / s ²	1555	220	2,5	550	Bor listrik drill
180	220	4	880	2,401 Kg ^m ²	1,2221 rad / s ²	1555	220	3,5	770	Bor listrik drill + Gerinda listrik
120	220	5	1100	2,401 Kg ^m ²	1,2221 rad / s ²	1775	220	5	1100	Bor listrik drill + Gerinda listrik + Jig saw
60	220	5	1100	2,401 Kg ^m ²	1,2221 rad / s ²	1775	220	6,5	1430	Bor listrik drill + Gerinda listrik + Jig saw + Gerinda listrik
30	220	5	1100	2,401 Kg ^m ²	1,2221 rad / s ²	1776	220	8	1760	Bor listrik drill + Gerinda listrik + Jig saw + Gerinda listrik + bor listrik

Energi Input motor listrik bersumber dari PLN di besarkan oleh *flywheel* sehingga mampu menggerakkan sistim output generator. Nilai output lebih besar dari pada input bergantung pada Rpm dan torque *flywheel*. Di samping itu energi input juga memiliki T (second) batasan untuk menggerakkan sistim *flywheel*.



Gambar 4 Diagram Performen Alat

mengalami kerugian pada saat pembebanan (Generator) P Out 1100 watt ke bawah dan mengalami ke untungan pada saat pembebanan (Generator) P Out diatas 1100watt sampai 1760watt.

Dari grafik di atas penggunaan P Out sangat berpengaruh pada waktu kerja kemampuan alat tersebut sehingga dapat disimpulkan penggunaan P Out yang besar akan memperpendek kemampuan alat tersebut dalam melakukan siklus kerjanya.

PENUTUP

Simpulan

Dari serangkaian rancang bangun, pengujian, analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai Desain sistem alat yang paling bagus dapat disimpulkan dari pengambilan data hasil praktik lapangan pada table 4.5 menggunakan input dari PLN menggunakan motor listrik 1100 watt menghasilkan output dari generator listrik 1760 watt pada putaran flywheel 2200 Rpm lama siklus kerjanya adalah 1 menit.

Saran

Dari simpulan di atas, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Diperlukan penelitian lanjutan tentang waktu hidup dan mati kinerja alat dalam melakukan siklus kerjanya sesuai dengan rancangan agar bisa stabil sehingga alat tersebut bisa siklus.
- Untuk pengujian lebih lanjut perlu dilakukan penelitian mengenai analisa dan ujicoba
 - getaran *Flywheel*
 - karakteristik kekuatan rangka
 - efisiensi sistim penghubung (*pulley* dan *v belt*)
 - kemampuan kinerja tensioner
 - kopling bebas pada *flywheel*
- Memanfaatkan energy gravitasi sebagai energy gerak *fywheel*.
- Memanfaatkan perbedaan massa jenis air dan udara sebagai energy gerak *fywheel*.

DAFTAR PUSTAKA

Azly,Rahmad. 2017. Menghitung ratio,Putaran dan kapasitas. (<http://kumpulan-ilmu-pengetahuan-umum.blogspot.co.id/2017/06/menghitung-ratio-putaran-gearbox-dan-kapasitas.html>,Diakses pada tanggal 1 November 2017)

Conteh A.Michael, et al. 2016. “*Composite Flywheel Material Design For High-Speed Energy Storage*”. Applied Research and Technology. 14 : 184 – 190

Generator_____. 2017. (https://id.wikipedia.org/wiki/Generator_listrik., Diakses pada tanggal 17 Agustus 2017).

Han Yongjie, et al. 2012. “*General Design Method of Flywheel Rotor for Energy*

Storage System”. Energy Procedia. 16 : 359 - 364.

Kim. J.Seong, et al. 2014. “*Design And Fabrication Of Hybrid Composite Hubs For A Multi-Rim Flywheel Energy Storage System*”. Composite Structures. 107 : 19 – 29.

MTYahya, Daya *flywheel*. 2017. (<http://esemkaindonesia.blogspot.co.id/2014/05/menghitung-torsi-dan-daya-mesin.html>, Diakses pada tanggal 1 November 2017)

Motor *Listrik*_____. 2017. (https://id.wikipedia.org/wiki/Motor_listrik,Diakses pada tanggal 1 November 2017).

Panel

Listrik_____. 2017. (<http://teknik-ketenagalistrikan.blogspot.co.id/2013/04/komponen-panel-listrik-dan-fungsinya.html>, Diakses pada tanggal 1 November 2017)

Percepatan Sudut_____. 2017. (<https://id.wikihow.com/Menghitung-Percepatan-Sudut>, Diakses pada tanggal 1 November 2017)

Ririnapriyaputri, Kecepatan Sudut, 2017. (<https://brainly.co.id/tugas/1936849>, Diakses pada tanggal 1 November 2017)

R.S.khurmi, J.K. gupta. 1980. “*A Textbook of Machine Design*”. Eurasia Publishing House (PVT) LTD, Rah.

Sarojo, Ganijanti Aby. 2011. “*Mekanika Edisi 5*”.Salemba Teknika. 272.

Subagya, Hari dan Taranggono, Agus. 2005. “*Sains Fisika Untuk Sma Klas 2*”. Bumi Aksara 13 : 5 – 22

Sugiono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D.Bandung : Alfabeta Bandung.

Sumanto.1991.“*Mesin Arus Searah*”. Andi offset 50 : 1 – 190