

**REKAYASA PEMANFAATAN ENERGI GRAVITASI PADA *FLYWHEEL***  
**UNTUK MEMPERPANJANG DURASI KERJA UPS**  
*(Uninterruptible Power Supply)*

**R. Rizky Riharja Satria Karesa, Dr.Eng. Yuliman Purwanto, M.Eng, Wisnu  
Adi Prasetyanto, ST, M.Eng**

<sup>1</sup> Alumni Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Dian  
Nuswantoro Semarang

<sup>2,3</sup> Staf Pengajar Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Dian  
Nuswantoro Semarang

Email : [511201200543@mhs.dinus.ac.id](mailto:511201200543@mhs.dinus.ac.id), [yuliman.purwanto@dsn.dinus.ac.id](mailto:yuliman.purwanto@dsn.dinus.ac.id),  
[wisnuadip@dsn.dinus.ac.id](mailto:wisnuadip@dsn.dinus.ac.id)

**Abstrak**

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini, dimana hampir semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik. Pemadaman listrik pada perkantoran atau industri merupakan hal yang tidak diinginkan. Perkantoran, kampus dan industri menggunakan beberapa pembangkit alternatif untuk mengatasi pemadaman tersebut. Untuk mengantisipasi pemadaman listrik pada genset biasanya menggunakan UPS (*Uninterruptible Power Supply*). UPS akan mengalirkan arus listrik seketika pada saat terjadinya pemadaman listrik. Kemampuan daya yang dikeluarkan oleh UPS bergantung pada kapasistas baterai yang tersedia, jadi semakin besar baterai yang digunakan daya yang dihasilkan semakin besar juga. Tentu saja UPS ini memiliki banyak kekurangan dimana daya yang besar memerlukan kapasitas daya baterai yang besar dan durasi waktu juga berpengaruh. Semakin lama durasi yang diinginkan semakin besar pula kapasitas baterai yang dibutuhkan.

Mengatasi kelemahan tersebut, dibutuhkan sistem pembangkit listrik swa-daya model gravitasi yang mampu memperpanjang durasi kerja dari UPS. Sistem ini memanfaatkan energi yang tersimpan pada *flywheel* untuk menghasilkan output yang mampu di kembalikan ke inputan pada sistem. Penelitian ini menggunakan sistem yang dikembangkan oleh Chas Campbell yang memanfaatkan *flywheel* untuk membantu putaran tetap stabil.

Hasil dari penelitian ini adalah adanya penambahan durasi kerja pada UPS sebesar 1,72 %.

***Kata kunci: sistem Chas Campbell, flywheel, overunity, pembangkit swa-daya, durasi kerja UPS, Generator***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini, dimana hampir semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat populasi penduduk di Indonesia yang semakin tinggi, maka permintaan akan energi listrik juga meningkat. Oleh karena itu berbagai upaya yang dilakukan oleh pemerintah agar dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat.

Pemadaman listrik pada perkantoran atau industri merupakan hal yang tidak diinginkan. Perkantoran, kampus dan industri menggunakan beberapa pembangkit alternatif untuk mengatasi pemadaman tersebut. Beberapa pembangkit alternatif yang digunakan yaitu Generator Set atau sering disebut dengan genset, merupakan sebuah perangkat atau gabungan antara generator atau alternator dengan *engine* yang dapat digunakan sebagai alat pembangkit listrik. Genset dapat menjadi solusi ketika terjadi pemadaman, terdapat banyak tipe genset dengan beberapa varian genset. Namun, genset memiliki banyak kekurangan yaitu sistem pada genset yang tidak bisa langsung berjalan ketika terjadi pemadaman listrik. Oleh karena itu, diperlukannya waktu untuk *start up* genset tersebut, tentu saja hal ini sangat merepotkan ketika sebuah stasiun televisi mengadakan siaran berita secara langsung (*live*) dan secara tiba-tiba terjadi pemadaman. Untuk mengantisipasi waktu *start up* pada genset sebuah stasiun televisi biasanya menggunakan *Uninterruptible*

*Power Supply* atau yang sering disebut dengan UPS.

UPS akan mengalirkan arus listrik seketika pada saat terjadinya pemadaman listrik. Kekuatan daya listrik yang dapat digunakan tergantung dari besarnya kapasitas daya dari UPS tersebut. UPS memiliki sistem kerja dimana UPS akan menyimpan daya pada baterai saat listrik mengalir. Kemudian disaat listrik padam, UPS akan mengalirkan daya yang tersimpan pada baterai menuju ke jaringan yang terpasang dengan perangkat tersebut. Kemampuan daya yang dikeluarkan oleh UPS bergantung pada kapasitas baterai yang tersedia, jadi semakin besar baterai yang digunakan daya yang dihasilkan semakin besar juga. Tentu saja UPS ini memiliki banyak kekurangan dimana daya yang besar memerlukan kapasitas daya baterai yang besar dan durasi waktu juga berpengaruh, semakin lama durasi yang diinginkan semakin besar pula kapasitas baterai yang dibutuhkan.

Berdasarkan dari kondisi tersebut maka diperlukan pembangkit energi baru yang dapat mempertahankan durasi kerja dari UPS sampai listrik dari pusat atau PLN menyala dan tidak bergantung dengan kondisi alam atau yang disebut dengan pembangkit energi baru terbarukan non konvensional. Salah satu pembangkit tersebut merupakan pembangkit yang memanfaatkan gaya gravitasi. Pembangkit tersebut mengadopsi dari sistem yang di buat oleh Chas Campbell dimana sistem tersebut di klaim dapat membangkitkan dirinya sendiri (*self-power generator*) dimana *output* dari sistem lebih besar dari *input* sistem (*overunity*). Sistem tersebut diharapkan mampu menambah durasi kerja UPS untuk mengatasi waktu *start up* dari genset sebelum di sambungkan pada beban.

Energi tersebut tersimpan pada *flywheel* atau disebut juga dengan istilah roda gila. Pembangkit ini tidak tergantung dengan kondisi alam dan pembangkit ini juga tidak menggunakan bahan bakar sehingga pembangkit ini dapat menjadi solusi baru untuk mengatasi krisis energi didunia ini.

Dari hasil uraian diatas, akan dirancang tugas akhir berupa Rekayasa Pemanfaatan Energi Gravitasi Pada *Flywheel* Untuk Memperpanjang Durasi Kerja UPS (*Uninterruptible Power Supply*).

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, maka terdapat berbagai permasalahan yang hendak diselesaikan adalah :

1. Bagaimana merancang sebuah pembangkit listrik swa-daya yang memanfaatkan energi yang tersimpan pada *flywheel*?
2. Bagaimana mengatur sebuah pembangkit yang dihubungkan dengan UPS yang dapat mengalirkan daya listrik ketika aliran listrik dari pusat terputus dan mampu memperpanjang durasi kerja UPS?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat pembangkit listrik yang memanfaatkan energi yang terimban pada *flywheel*, tidak menggunakan bahan bakar serta ramah lingkungan.
2. Membuat sebuah pembangkit yang dapat menambah durasi kerja UPS dalam mengalirkan aliran listrik ketika terjadi pemadaman listrik.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Peneliti  
Mampu membuat sebuah pembangkit yang tidak menggunakan bahan bakar baik bahan bakar fosil atau bahan bakar lainnya, tidak tergantung dengan kondisi alam, dan merupakan pembangkit yang ramah lingkungan.
2. Bagi Instansi  
Sebagai tambahan referensi akademik pada Universitas Dian Nuswantoro Semarang, serta dapat digunakan sebagai perbandingan untuk penelaah yang serupa bagi peneliti selanjutnya.
3. Bagi Pengguna  
Mendapatkan energi gratis (*free energy*) dimana energi ini tidak menggunakan bahan bakar atau daya lain. Sehingga energi ini dapat digunakan untuk mengatasi baik pemadaman listrik atau sebagai pembangkit utama.

### 1.5 Batasan Masalah

Pada sistem yang akan dibuat nanti, memiliki batasan sebagai berikut:

1. Menggunakan teori dari sistem Chas Champbell.
2. Implementasi dilakukan menggunakan prototipe.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Flywheel*

*Flywheel* atau Roda Gila atau Roda Penyeimbang Gaya adalah salah satu elemen mesin yang berbentuk bulat dengan bobot massa yang besar, yang terhubung langsung dengan poros engkol dan biasanya terletak sebelum atau setelah alat penghubung untuk *output*. *Flywheel* ini berfungsi sebagai penyeimbang gaya dan mengatur putaran mesin sehingga putaran mesin dapat berjalan dengan baik. Prinsip kerja dari *Flywheel* ini adalah menjaga putaran mesin agar tetap berjalan normal dan tidak kaku sehingga *output* yang dihasilkan bisa dikontrol [1].

Ketika putaran mesin tinggi, maka *flywheel* ini menyimpan energi kinetik yang kemudian dialirkan saat putaran mesin rendah, sehingga saat putaran mesin rendah *output* yang dihasilkan tetap konstan, karena dengan bobot massa yang besar memungkinkan *flywheel* tetap berputar sekalipun mesin secara tiba-tiba dimatikan. Hal ini mengindikasikan bahwa peranan *flywheel* pada mesin sangat berarti [1].



Gambar 2.1 *Flywheel*

Fungsi *Flywheel* pada mesin sama persis dengan fungsi gunung pada bumi.

Ketika *Flywheel* ini mengalami sedikit saja retakan pada permukaannya, maka putaran mesin menjadi tidak seimbang dan mempengaruhi *output* yang dihasilkan, bahkan ketika *flywheel* mengalami pengurangan massa akibat gesekan antar material atau sebab lain, maka keseimbangan pada mesin menjadi terganggu dan dapat menimbulkan getaran paksa pada mesin, akibatnya selain minimnya *output* yang dihasilkan karena putaran yang tidak teratur juga bisa menimbulkan getaran yang besar. Apabila kecepatan berkurang energi akan dilepaskan oleh *flywheel* dan bila kecepatan bertambah energi akan disimpan dalam *flywheel*.

*Flywheel* biasanya terbuat dari baja dan berputar pada bantalan (*bearings*) konvensional, dan umumnya terbatas pada tingkat revolusi kurang dari 1000 RPM. Beberapa *flywheel* modern terbuat dari bahan serat karbon dan menggunakan bantalan magnet, memungkinkan *flywheel* untuk berputar pada kecepatan sampai 60.000 RPM. *Flywheel* sering digunakan untuk menyediakan energi yang terus menerus dalam sistem dimana sumber energi tidak kontinyu. Dalam kasus tersebut, *flywheel* menyimpan energi ketika torsi diterapkan oleh sumber energi dan melepaskan energi yang tersimpan ketika sumber energi tidak menerapkan torsi untuk itu. Misalnya, *flywheel* yang digunakan untuk mempertahankan kecepatan sudut konstan *crankshaft* dalam mesin piston. Dalam hal ini, *flywheel* yang dipasang pada *crankshaft* menyimpan energi ketika torsi yang diberikan pada *flywheel* oleh piston yang sedang bergerak, dan melepaskan energi ke beban mekanik bila tidak ada piston yang menghasilkan daya [1].

Momen inersia adalah sifat yang dimiliki oleh sebuah benda untuk mempertahankan posisinya dari gerak berotasi dan ukuran resistansi/kelembaman sebuah benda terhadap perubahan dalam gerak rotasi. Momen inersia untuk flywheel yang berbentuk cakram/silinder pejal adalah [2]:

$$I = \frac{1}{2} mr^2 \dots\dots\dots (Persamaan 1)$$

Dimana:

- I = Momen inersia (kg.m<sup>2</sup>)
- m = Massa cakram (kg)
- r = Jari-jari (m)

Massa *flywheel* dapat dihitung menggunakan rumus:

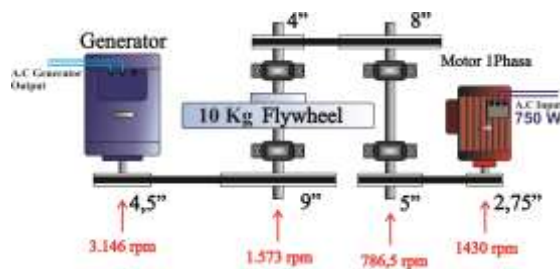
$$W = A \cdot 2\pi \cdot r \cdot \rho \dots\dots\dots (Persamaan 2)$$

Dimana:

- W = Massa flywheel (kg)
- A = Luas penampang flywheel (m)
- r = Jari-jari (m)
- $\rho$  = Massa jenis bahan flywheel (kg/m<sup>3</sup>) (besi cor = 6800-7800)

### 2.2 Sistem Chas Campbell

Chas Campbell adalah seorang penemu dari Australia, ia mengembangkan pembangkit tenaga listrik dengan sistem *flywheel* (roda gila). Chas Campbell telah merancang dan menguji pembangkit tenaga listriknya yang dapat membangkitkan dirinya sendiri (*overunity*).



Gambar 2.1 Sistem Chas Campbell

Sebuah motor AC 750 W kapasitas (1 *horse power*) digunakan untuk menggerakkan serangkaian *v-belt* dan *pully* yang membentuk *sebuah transmisi* yang menghasilkan lebih dari dua kali kecepatan rotasi pada poros dari sebuah generator sinkron. Hal menarik dari sistem ini adalah bahwa daya listrik yang lebih besar dapat ditarik dari output generator dari inputan pada motor. Hal tersebut dapat terjadi, dan teori gravitasi Tseung ini menjelaskan bahwa jika pulsa energi diterapkan ke *flywheel*, maka kelebihan energi sama dengan  $2mgr$  dimasukkan ke dalam *flywheel*, dimana "m" adalah massa dari roda gila, "g" adalah konstanta gravitasi dan "r" adalah radius pusat massa dari *flywheel*, (jarak dari as *flywheel* ke titik dimana berat roda muncul untuk berputar. Jika semua dari berat *flywheel* adalah di tepi roda, "r" akan menjadi jari-jari roda itu sendiri) [3].

Hal ini menunjukkan bahwa jika *flywheel* (yang berwarna biru muda pada Gambar 2.2) didorong lancar dengan kecepatan konstan, maka tidak ada keuntungan energi. Namun, jika putarannya tidak lancar, maka kelebihan energi diambil dari medan gravitasi.

Faktor-faktor yang dapat menambah Energi yang tersimpan pada *flywheel* adalah sebagai berikut:

1. Energi akan bertambah sesuai dengan pertambahan luas diameter dan berat *flywheel*.
2. Energi yang tersimpan pada *flywheel* juga akan bertambah jika berat *flywheel* terpusat pada tepi *flywheel*.
3. Dorongan yang diberikan pada *flywheel* yang semakin cepat [3].

### BAB III

## METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Pada penulisan Tugas Akhir ini, metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, dimana eksperimen yang dilakukan adalah membuat dan merancang alat yang dapat memanfaatkan energi kinetik yang tersimpan pada *flywheel*.

### 3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan dalam metode penelitian dan perancangan alat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

#### 3.1.1 Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Motor AC 1 Fasa.
2. Generator AC 1 Fasa 3 kw, 1500 rpm.
3. Generator AC 1 Fasa 600 w, 3000 rpm
4. *Flywheel*.
5. Besi siku sebagai rangka.
6. Kabel NYM berinti 3 sebagai jalur instalasi.
7. Bearing dengan tipe Pillow Bearing.
8. Mur dan Baut.

#### 3.1.2 Alat

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

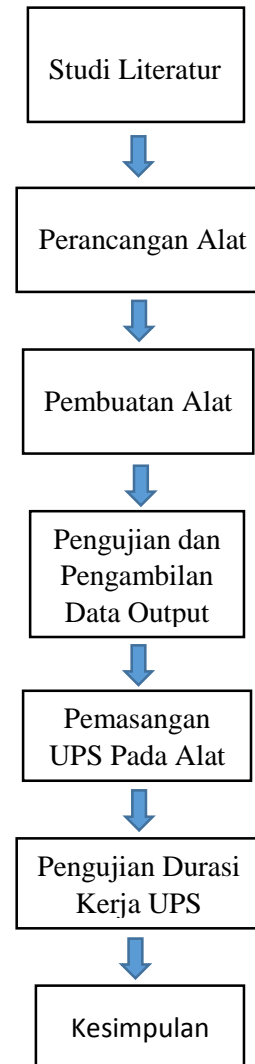
1. Las listrik.
2. Toolset.
3. Multitester.
4. Tachometer Laser.
5. Amperemeter Digital.
6. Laptop

### 3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua tahap perancangan, yaitu perancangan mekanik yang berisi rancangan desain dengan

rangkaian mekanik yang dibutuhkan pada sistem dan rancangan elektronik yang berisi rancangan rangkaian pada komponen elektronik.

Pada penelitian ini, memiliki beberapa tahapan seperti yang ditunjukkan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alur proses

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil pengujian dan analisa untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai kriteria yang diinginkan yaitu sistem dapat bekerja dengan hasil output daya dari generator bisa lebih besar dari input motor (*over unity*).

#### 4.1 Pengujian Sistem

Setelah pembangkit listrik swa-daya model gravitasi telah di buat, maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui pada tiap-tiap bagian komponen dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsi sebenarnya yang sesuai dengan yang diinginkan.

##### 4.1.1 Pengujian Eksperimen 1

Pengujian awal yang dilakukan dengan spesifikasi komponen sebagai berikut :

1. Motor menggunakan motor  $\frac{3}{4}$  hp.
2. *Flywheel* dengan berat 13 kg.
3. Menggunakan generator 1500 rpm dengan output 3000 W dan generator 3000 rpm dengan output 500 W.
4. *Pully* generator sama dengan *pully flywheel* untuk generator 1500 rpm.

*Pully* generator berdiameter 5 inc untuk generator 3000 rpm.

Tabel 4.1 Data pengujian generator 1500 rpm

Tabel 4.2 Data pengujian generator 1500 rpm

3	Beban Gerinda Duduk + Motor 1/2 hp	208 V	06,7 A	198 V	02,6 A	1498
---	------------------------------------	-------	--------	-------	--------	------

Setelah melakukan pengujian dapat dilihat perbandingan dari Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 pada hasil pengujian tanpa *flywheel* dan arus motor tanpa diberi beban, dimana pada Tabel 4.1 arus sebesar 4,1 A lebih besar daripada Tabel 4.2 dengan arus 3,4 A. Untuk Tabel 4.1 menggunakan generator dengan kecepatan putar sebesar 1500rpm yang tidak sesuai dengan sistem dari Gambar 3.2 sedangkan Tabel 4.2 menggunakan generator dengan kecepatan putar 3000rpm yang memang sesuai dengan sistem dari Gambar 3.2. Sedangkan hasil pengujian dengan *flywheel* 13kg dapat di lihat arus motor tanpa beban pada Tabel 4.1 sebesar 4,1 A masih lebih besar dengan hasil pengujian Tabel 4.2. dari hasil pengujian tersebut, dapat di simpulkan bahwa generator 3000 rpm lebih cocok digunakan pada sistem pembangkit listrik swa-daya yang akan di buat.

##### 4.1.2 Pengujian Eksperimen 2

Pada pengujian 2 ini motor yang semula menggunakan  $\frac{3}{4}$  hp di ganti dengan motor  $\frac{1}{2}$  hp. Dengan spesifikasi pengujian sebagai berikut:

1. Motor menggunakan motor  $\frac{1}{2}$  hp.
2. *Flywheel* dengan berat 13 kg.
3. Menggunakan generator 1500 rpm dengan output 3000 W dan generator 3000 rpm dengan output 500 W.
4. *Pully* generator sama dengan *pully flywheel* untuk generator 1500 rpm.

*Pully* generator berdiameter 5 inc untuk generator 3000 rpm.

Hasil pengujian pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa arus motor tanpa beban maupu dengan *flywheel* 13kg berkisar antara 3,2 A sampai 3,3 A. Dimana arus

Dengan <i>Flywheel</i> 13kg						
No	Keterangan	Motor		Generator		RPM Generator (rpm)
		Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	
1	Tanpa Beban	216 V	04,1 A	233 V	00,0 A	1597
2	Beban Gerinda Duduk	215 V	04,5 A	233 V	00,3 A	1523
3	Beban Gerinda Duduk + Motor 1/2 hp	210 V	06,5 A	200 V	02,7 A	1496
Tanpa <i>Flywheel</i>						
No	Keterangan	Motor		Generator		RPM Generator (rpm)
		Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	
1	Tanpa Beban	212 V	04,1 A	229 V	00,0 A	1595
2	Beban Gerinda Duduk	211 V	04,6 A	229 V	00,3 A	1579

sebesar itu tidak sesuai dengan spesifikasi motor 1/2 hp. Dapat kita lihat di perhitungan 1 sebagai berikut:

• **Perhitungan 1**

Diketahui:

1 Hp = 745,7 Watt (Standart Amerika  
Jika  $\cos \varphi = 1$ ) [5]

$$1/2 \text{ Hp} = \frac{745,7 \text{ Watt}}{2} = 372,8 \text{ Watt}$$

$$3/4 \text{ Hp} = 745,7 \text{ Watt} \times \frac{3}{4} = 559,27$$

Watt

$$I = 3,2 \text{ A}$$

$$V = 220 \text{ V}$$

Ditanya:

a)  $\cos \varphi$  motor 1/2 Hp

b)  $\cos \varphi$  motor 3/4 Hp

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{a) } \cos \varphi \frac{1}{2} \text{ Hp} &= \frac{\frac{1}{2} \text{ Hp}}{V \cdot I} \\ &= \frac{372,8 \text{ Watt}}{220 \text{ V} \cdot 3,2 \text{ A}} \\ &= 0,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \cos \varphi \frac{3}{4} \text{ Hp} &= \frac{\frac{3}{4} \text{ Hp}}{V \cdot I} \\ &= \\ \frac{559,27 \text{ Watt}}{220 \text{ V} \cdot 3,4 \text{ A}} &= 0,74 \end{aligned}$$

Dimana:

I= Data arus pada motor tanpa beban dan *flywheel*.

V= Tegangan pada motor tanpa beban dan *flywheel*.

$\cos \varphi$ = faktor daya pada motor

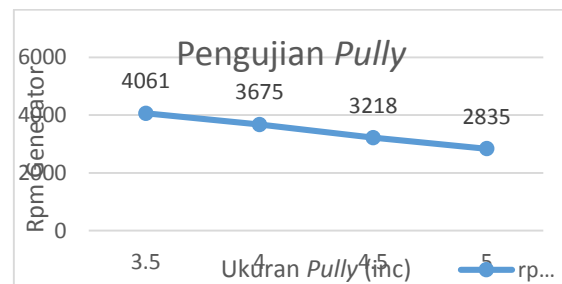
Hasil dari Perhitungan 1 dapat ditarik kesimpulan bahwa motor 1/2 Hp dan motor 3/4 Hp yang mendekati faktor daya sama dengan 1 adalah motor 3/4 Hp. Dengan demikian motor 1/2 hp tidak

digunakan dan diganti dengan motor 3/4 Hp.

**4.1.3 Pengujian Pully**

Pengujian ini merupakan pengujian untuk mengambil data rpm dari generator terhadap tegangan yang keluar dari generator. *Pully* yang akan diuji yaitu *pully* 5 inc; 4,5 inc; 4 inc dan 3,5 inc.

Hasil dari Tabel 4.4 dapat diubah menjadi grafik seperti yang terlihat di Gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4. 1 Grafik pengujian *pully*

Hasil pengujian pada Tabel 4.4 dapat dilihat tegangan generator pada *pully* 4 inc dan 3,5 inc tidak stabil. Ketidak stabilan tegangan dikarenakan rpm pada generator tidak sesuai dengan spesifikasi generator yang memiliki kecepatan putar 3000 rpm. Akibat dari berlebihnya kecepatan putar pada generator tidak hanya ketidak stabilan tegangan pada generator tetapi juga rusaknya dioda pada lilitan rotor generator.

Jika pada *pully* 5 inc tegangan pada generator hanya 200 V saja. Sedangkan tegangan standart nasional indonesia adalah 220 V. Tegangan yang masih berada di bawah standart tersebut dikarenakan rpm pada generator hanya 2835 rpm saja dan tidak sesuai dengan spesifikasi generator 3000 rpm.

Untuk data pengujian *pully* 4,5 inc pada Tabel 4.4 tegangan pada generator sebesar 260 V. Tegangan tersebut juga masih dirasa terlalu besar untuk dihubungkan dengan UPS yang memiliki tegangan inputan 180-240V.





bervariasi diantaranya seperti 100 W, 300 W dan 500 W.

#### 4.1.1 Pengujian Dengan Beban 100 W

Tabel 4.7 menunjukkan waktu dari durasi kerja UPS yang terhubung dengan pembangkit listrik swa-daya maupun tidak. Dari Tabel 4.7 dapat kita ambil rata-rata dari seluruh durasi kerja UPS tanpa dihubungkan dengan pembangkit swa-daya dan rata-rata dari seluruh durasi kerja UPS yang terhubung dengan pembangkit listrik swa-daya. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada Perhitungan 2.

##### • Perhitungan 2

a) Selisih waktu

$$= \text{mean } y - \text{mean } x$$

$$= 14.064 \text{ detik} - 13.813 \text{ detik}$$

$$= \mathbf{251 \text{ detik} = 4 \text{ menit } 11 \text{ detik}}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Selisih (\%)} &= \frac{\text{selisih waktu}}{\text{rata-rata } x} \times 100\% \\ &= \frac{251 \text{ detik}}{13.813 \text{ detik}} \times 100\% \\ &= \mathbf{1,81 \%} \end{aligned}$$

Dimana:

x = Jumlah perhitungan durasi kerja UPS yang tidakterhubung dengan pembangkit swa-daya.

y = Jumlah perhitungan durasi kerja UPS yang terhubung dengan pembangkit swa-daya.

z = Jumlah data yang di ambil.

Pada Perhitungan 2 dapat dilihat bahwa selisih waktu sebesar 4 Menit 11 Detik atau terjadi peningkatan durasi kerja pada UPS setelah di hubungkan dengan pembangkit swa-daya sebesar 1,81 %.

#### 4.1.2 Pengujian Dengan Beban 300 W

Tabel 4.8 menunjukkan waktu dari durasi kerja UPS yang terhubung dengan pembangkit listrik swa-daya maupun tidak. Dari Tabel 4.8 dapat kita ambil rata-rata dari seluruh durasi kerja UPS tanpa dihubungkan dengan pembangkit swa-daya

dan rata-rata dari seluruh durasi kerja UPS yang terhubung dengan pembangkit listrik swa-daya. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada Perhitungan 3a dan 3b.

##### • Perhitungan 3

Diketahui:

$$x = 20.003 \quad y = 20.331 \quad z = 5$$

Ditanya:

a) Rata-rata x

b) Rata-rata y

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{a) Rata-rata } x &= \frac{x}{z} \\ &= \frac{20.003}{5} \\ &= \mathbf{4000,6 \text{ detik}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Rata-rata } y &= \frac{y}{z} \\ &= \frac{20.331}{5} \\ &= \mathbf{4.066,2 \text{ detik}} \end{aligned}$$

##### • Perhitungan 4

a) Selisih waktu

$$= \text{mean } y - \text{mean } x$$

$$= 4.066,2 - 4000,6$$

$$= \mathbf{65,6 \text{ detik} = 1 \text{ menit } 5 \text{ detik}}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Selisih (\%)} &= \frac{\text{selisih waktu}}{\text{rata-rata } x} \times 100\% \\ &= \frac{65.4 \text{ detik}}{4000,6 \text{ detik}} \times 100\% \\ &= \mathbf{1,63 \%} \end{aligned}$$

Pada Perhitungan 3 dan Perhitungan 4 dapat dilihat bahwa selisih waktu sebesar 1 Menit 5 Detik atau terjadi peningkatan durasi kerja pada UPS setelah di hubungkan dengan pembangkit swa-daya sebesar 1,63 %.

#### 4.1.4 Pengujian Dengan Beban 500 W

Tabel 4. 3 Pengujian durasi kerja UPS dengan beban 500 W

Lama durasi kerja UPS		
No	UPS tidak terhubung pembangkit swa-daya	UPS terhubung dengan pembangkit listrik swa-daya
1	26 Menit 44 Detik	27 Menit 12 Detik

Tabel 4.9 menunjukkan waktu dari durasi kerja UPS yang terhubung dengan pembangkit listrik swa-daya maupun tidak. Dari Tabel 4.9 dapat kita ambil rata-rata dari seluruh durasi kerja UPS tanpa dihubungkan dengan pembangkit swa-daya dan rata-rata dari seluruh durasi kerja UPS yang terhubung dengan pembangkit listrik swa-daya. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada Perhitungan 5.

##### • Perhitungan 5

a) Selisih waktu

$$\begin{aligned}
 &= \text{mean } y - \text{mean } x \\
 &= 1.632 \text{ detik} - 1.604 \text{ detik} \\
 &= \mathbf{28 \text{ detik}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) Selisih (\%)} &= \frac{\text{selisih}}{\text{mean } x} \times 100\% \\
 &= \frac{28 \text{ detik}}{1.604 \text{ detik}} \times 100\% \\
 &= \mathbf{1,74 \%}
 \end{aligned}$$

Pada Perhitungan 5 dapat dilihat bahwa selisih waktu sebesar 28 Detik atau terjadi peningkatan durasi kerja pada UPS setelah di hubungkan dengan pembangkit swa-daya sebesar 1,74 %.

#### 4.1.5 Rata-rata Pengujian Implementasi

Jadi, rata-rata perhitungan dari semua pengujian implementasi dapat kita lihat pada Perhitungan 6 berikut:

##### • Perhitungan 6

$$\begin{aligned}
 \text{a) Rata-rata pengujian} &= \\
 &= \frac{\text{beban } 100 \text{ W} + \text{beban } 300 \text{ W} + \text{beban } 500 \text{ W}}{3} \\
 &= \frac{1,81 \% + 1,63 \% + 1,74\%}{3} \\
 &= \mathbf{1,72 \%}
 \end{aligned}$$

#### 4.4 Analisis

Dari hasil perhitungan rata-rata pengujian implementasi dapat dilihat penambahan durasi kerja UPS setelah dihubungkan dengan pembangkit swa-daya model gravitasi sebesar 1,72%. Angka tersebut dirasa masih belum optimal dikarenakan spesifikasi dari motor dan generator. Spesifikasi motor dan generator yang ada di pasaran berbeda dengan spesifikasi perancangan alat. Susahnya mencari spesifikasi yang sama persis di pasaran menjadi penyebab utama perbedaan spesifikasi motor dan generator dengan perancangan alat.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah semua proses penelitian dilakukan, mulai dari studi literatur, perancangan mekanik, perancangan instalasi, pemilihan komponen, dan pembuatan alat, hingga dilakukan pengujian tiap bagian dan pengujian implementasi, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan terkait penelitian tugas akhir ini, di antaranya:

1. Berdasarkan hasil dari seluruh pengujian sistem pembangkit listrik swa-daya model gravitasi dapat diketahui bahwa sistem sudah dapat di buat tetapi belum menghasilkan tenaga swa-daya secara optimal. Penyebabnya adalah spesifikasi dari motor dan generator belum sama dengan

rancangan dikarenakan kesulitan dalam mencari komponen yang tepat di pasaran. Terlebih lagi  $\cos \phi$  dari motor sangat berpengaruh terhadap kerja sistem dan *output* generator tidak sesuai dengan yang di butuhkan (kurang besar).

2. Berdasarkan pengujian implementasi dapat diketahui bahwa durasi kerja UPS setelah di hubungkan dengan sistem pembangkit swa-daya model gravitasi meningkat dengan rata-rata sebesar 1,72%. Penambahan durasi kerja tersebut masih dianggap masih tergolong kecil dikarenakan sistem dari pembangkit swa-daya model gravitasi ini memiliki *output* yang lebih kecil dari *input* yang dibutuhkan.

## 5.2 Saran

Dari pengamatan dan analisis terhadap sistem pembangkit listrik swa-daya model gravitasi pada penelitian kali ini, penulis memberikan beberapa saran agar nantinya dapat memperpanjang durasi kerja UPS untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat digunakan motor yang memiliki spesifikasi yang sesuai dengan rancangan serta memiliki kualitas yang baik ( $\cos \phi$  mendekati 1) dan secara perbandingan output generator harus lebih besar dari inpuatan motor.
2. Menggunakan generator dengan kecepatan putarnya 3000 rpm yang memiliki *output* yang lebih besar daripada output motor yang dibutuhkan. Dengan memilih *output* yang besar tetapi dimensi dari generator tetap kecil agar torsi putar tetap kecil.
3. Pada output generator sebaiknya di tambahkan perangkat AVR (Automatic Voltage Regulator) agar output tetap

stabil walaupun output dari generator berfluktuasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Pembangkit Listrik Dengan Menggunakan Flywheel yang Memanfaatkan putaran dari generator ac sinkron dan flywheel yang diputar oleh motor dengan suplai PLN 220V”. <http://eprints.polsri.ac.id/1696/3/BAB%20II.pdf>. Tanggal Akses: 30 Juni 2016
- [2] Moh. Syaikh Aminudin. 2010 “*Studi Aplikasi Flywheel Energy Storage Untuk Meningkatkan Dan Menjaga Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*” Institut Teknologi Sepuluh Nivember
- [3] Kelly, Patrick J. 2008. “*Practical Guide to ‘Free-Energy’ Devices Chapter 4: Gravity-Powered Systems*”. United Kingdom
- [4] Wirabuana, Cakra. 2010. “*Synchronous Motor*”. Universitas Indonesia
- [5] American National Manufacturers Associaton. 2012 “*American National Standart Motors and Generator*”. American National Standart Institute

