

PEMANFAATAN *FLYWHEEL* MAGNET SEPEDA MOTOR DENGAN 8 RUMAH BELITAN SEBAGAI GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Ari Wijayanto, Hasyim Asy'ari, Agus Supardi
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani tromol pos 1 pabelan kartasura surakarta
wijay67@gmail.com

ABSTRAKSI

Listrik merupakan salah satu kebutuhan primer untuk kehidupan manusia sehingga diperlukan suatu pembangkit tenaga listrik. Pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini bertujuan untuk mengetahui daya keluaran yang mampu dihasilkan oleh flywheel magnet sepeda motor yang dilakukan pengujian di Waduk Botok, Mojodoyong, Kedawung, Sragen, Jawa Tengah dan sekaligus memanfaatkan energi terbarukan secara optimal terutama air.

Pemanfaatan aliran sungai di Waduk Botok untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro ini menggunakan kincir air tipe overshot. Desain kincir air dibuat sedemikian rupa agar dapat memutar flywheel magnet secara maksimal, karena kincir air digunakan sebagai penggerak awal. Sistem pembangkit ini memanfaatkan flywheel magnet sepeda motor sebagai pembangkit listrik, kemudian diubah menggunakan inverter, sehingga menghasilkan keluaran tegangan AC.

Daya yang dihasilkan flywheel magnet dengan debit air sebesar $0,017016 \text{ (m}^3/\text{s)}$ dengan kecepatan air 3 m/s mampu memutar flywheel magnet asli dan flywheel magnet modifikasi dengan kecepatan putar flywheel magnet rata-rata 750 rpm . Daya DC yang dihasilkan flywheel magnet saat dipasang beban lampu maksimal 22 watt flywheel magnet asli menghasilkan daya DC sebesar $12,8 \text{ watt}$ dan flywheel magnet modifikasi sebesar $12,4 \text{ watt}$, sedangkan daya AC yang dihasilkan flywheel magnet saat dipasang beban lampu maksimal 22 watt flywheel magnet asli mampu menghasilkan daya AC sebesar $11,3 \text{ watt}$ dan flywheel magnet modifikasi sebesar $11,9 \text{ watt}$.

Kata kunci: Waduk, PLTMh, flywheel magnet, kincir air

1. Pendahuluan

Listrik merupakan salah satu kebutuhan primer untuk kehidupan manusia sehingga diperlukan suatu pembangkit tenaga listrik. Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat, maka diperlukan waktu yang tidak sedikit untuk membangun suatu pembangkit tenaga listrik. Diperlukan adanya sumber energi alternatif untuk mengatasi kelangkaan energi. Sumber daya listrik alternatif yang dapat dikembangkan berupa pemanfaatan potensi air. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air.

Daerah pegunungan memiliki potensi energi listrik yang besar dalam bentuk air.

Sebagian daerah pegunungan terdapat sumber mata air yang mengalir melalui sungai-sungai. Ketinggian aliran sungai tersebut dapat dimanfaatkan sebagai PLTMh. Pada dasarnya, PLTMh memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial yang dapat diubah menjadi energi listrik. Mikrohidro bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air $2,5 \text{ meter}$.

Pengembangan PLTMh cocok untuk daerah terpencil atau pedesaan yang pada umumnya masih banyak terdapat sumber daya air terutama daerah yang masih banyak

ditumbuhi pepohonan. Pembangunan PLTMh ditujukan untuk daerah-daerah pedesaan yang memiliki potensi, dari potensi itu hanya dimanfaatkan energinya atau diambil energi potensialnya, tidak banyak mempengaruhi lingkungan atau mengurangi air untuk keperluan pertanian.

Aliran air merupakan salah satu sumber penggerak yang bisa menggerakkan kincir air, *flywheel* magnet bisa dimanfaatkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Flywheel* magnet mampu menghasilkan putaran yang menghasilkan energi listrik, sehingga dapat digunakan sebagai energi alternatif kedepannya.

Upaya membangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) adalah upaya untuk mengajak masyarakat hidup bersih dan peduli terhadap lingkungan sekitar. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti melakukan penelitian tentang Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang memanfaatkan energi aliran sungai di Waduk Botok dan *flywheel* magnet sepeda motor sebagai sumber pembangkit listrik.

2. Metode Penelitian

2.1 Jadwal Penelitian

Penelitian dengan judul pemanfaatan *flywheel* magnet sepeda motor dengan 8 rumah belitan sebagai generator pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro dimulai dari studi literatur, pembuatan proposal sampai analisa data dan pembuatan kesimpulan.

Alur dalam penelitian ini adalah :

- a. Studi Literatur
- b. Kajian penulis tentang referensi-referensi yang berkaitan dengan penelitian ini berupa buku, skripsi, jurnal publikasi, tesis dan karya ilmiah tentang Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh).
- c. Perizinan di Waduk Botok
- d. Mengajukan surat izin kepada petugas penjaga di Waduk Botok, Mojodoyong, Kedawung, Sragen.
- e. Pengambilan Data

Penelitian untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) menggunakan kincir tipe *overshot* di Waduk Botok, Mojodoyong,

Kedawung, Sragen. Data yang harus dicatat antara lain :

- a. Kecepatan putar *flywheel* magnet
- b. Tegangan dan arus yang dihasilkan *flywheel* magnet
- c. Tahap Pengolahan Data
- d. Langkah-langkah yang akan dilakukan sebagai berikut :
- e. Merancang rangka besi alat pembangkit.
- f. Merancang dudukan generator (*flywheel* magnet), kincir air dan memasang *v-belt*.
- g. Menguji dan mengukur keluaran daya dari generator (*flywheel* magnet).
- h. Menganalisis hasil dari pengujian alat.
- i. Membuat kesimpulan dengan melihat hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

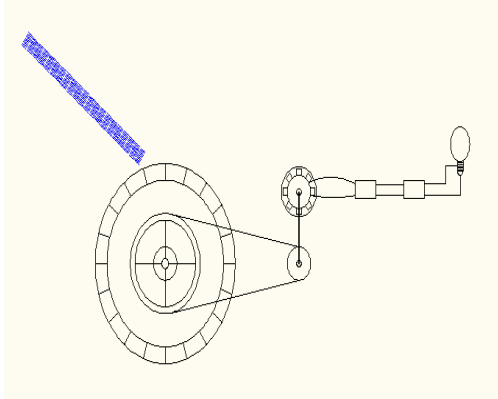
- a. Multimeter dan tang ampere (*clamp ampere*) untuk mengetahui arus dan tegangan
- b. *Tachometer* untuk mengukur kecepatan putar *flywheel* magnet.
- c. Laptop digunakan untuk pengoperasian data dan pembuatan laporan.

2.2 Bahan

- a. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
- b. Pipa PVC dengan diameter 8,5 cm.
- c. Besi As,
- d. *V – Belt A-54*
- e. Puli dengan perbandingan 2:13
- f. Kincir air
- g. *Regulator* (kiprok),
- h. *Inverter*
- i. Stop kontak dan lampu AC
- j. *Flywheel* magnet

Tabel 1. Klasifikasi *flywheel* magnet

<i>Flywheel</i> magnet	Jumlah Rumah belitan	Diameter kawat (mm)	Jumlah email lilitan
Asli	8	1	480
Modifikasi	8	0.9	768



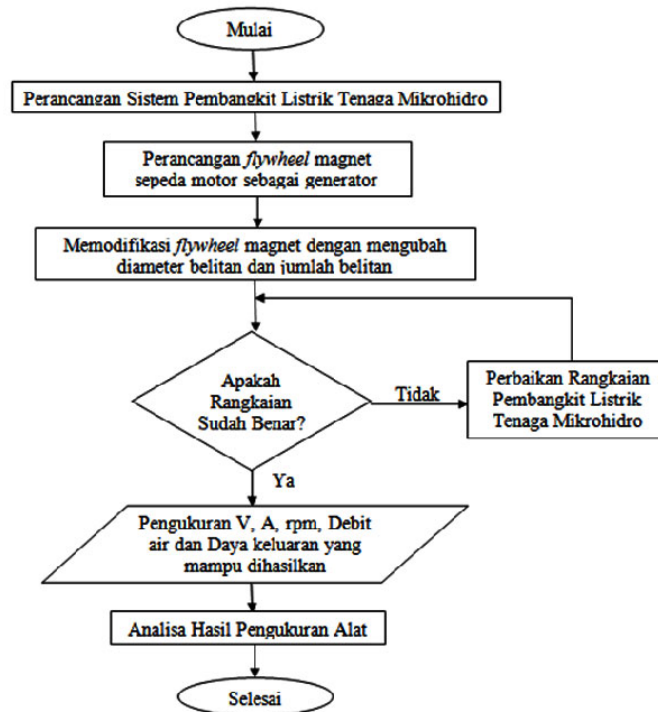
Gambar 1. Bagan pengujian alat

flywheel magnet. Ampere meter, volt meter, inverter di pasang pada rangka besi. Poros pada kincir dan flywheel magnet di pasang puli dengan perbandingan 2:13 dan dihubungkan menggunakan V-Belt. Kemudian dari flywheel magnet dihubungkan ke regulator (kiprok), dari regulator dihubungkan ke ampere dan volt meter yang digunakan untuk mengetahui arus dan tegangan DC yang dihasilkan oleh flywheel magnet. Kemudian dihubungkan dengan inverter untuk mengubah tegangan DC menjadi AC, bagan tersebut ditunjukkan pada gambar 1.

Pengambilan data berupa kecepatan putar, tegangan dan arus flywheel magnet. Flowchart penelitian ditunjukkan pada gambar 2.

2.1 Diagram Alur Penelitian

Penelitian diawali dengan pembuatan alat dimulai dari pembuatan kincir air, pemasangan puli pada poros kincir dan



Gambar 2. Flowchart penelitian

3. Hasil Pengujian dan Pembahasan

a. Hasil Pengujian

Hasil pengujian flywheel magnet asli dengan kecepatan putar rata-rata 750 rpm, menggunakan pipa berdiameter 8,5 cm dan kecepatan air 3 m/s, data yang diambil dalam pengujian ini adalah kecepatan putar flywheel

magnet, tegangan DC dan arus DC yang dihasilkan oleh flywheel magnet, tegangan AC dan arus AC yang dihasilkan oleh inverter.

Dalam pengujian ini debit air yang mengalir pada pipa dapat diperoleh dengan cara perhitungan sebagai berikut :

Luas penampang pipa :

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,085)^2$$

$$= 0,785 \cdot 0,007225$$

$$= 0,0056716 \text{ m}$$

Debit air yang mengalir pada pipa :

$$Q = Av$$

$$= 0,005672 \cdot 3$$

$$= 0,017016 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Hasil pengujian *flywheel* magnet asli dengan kecepatan putar rata-rata 750 rpm, menggunakan pipa berdiameter 8,5 cm dan kecepatan air 3 m/s dapat dilihat di tabel 2. Sedangkan hasil pengujian *flywheel* magnet modifikasi dengan kecepatan putar rata-rata *flywheel* magnet 750 rpm, menggunakan pipa berdiameter 8,5 cm dan kecepatan air 3 m/s dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengujian *flywheel* magnet asli menggunakan pipa berdiameter 8,5 cm dan kecepatan air 3 m/s.

Debit air (m ³ /s)	Putaran <i>flywheel</i> magnet (rpm)	Arus AC (ampere)	Arus DC (ampere)	Tegangan AC (volt)	Tegangan DC (volt)	Beban lampu AC (watt)
0,017016	750	0,06	0,89	185	12	7
		0,06	1	180	10,5	15
		0,06	1,05	180	11	20
		0,07	1,28	190	10	22

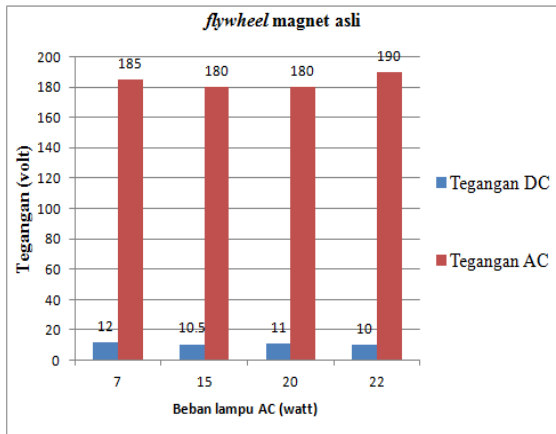
Tabel 3. Hasil pengujian *flywheel* magnet modifikasi menggunakan pipa berdiameter 8,5 cm dan kecepatan air 3 m/s.

Debit air (m ³ /s)	Putaran <i>flywheel</i> magnet (rpm)	Arus AC (ampere)	Arus DC (ampere)	Tegangan AC (volt)	Tegangan DC (volt)	Beban lampu AC (watt)
0,017016	750	0,06	0,86	180	11	7
		0,06	0,96	185	10,5	15
		0,07	1,04	185	11	20
		0,08	1,24	175	10	22

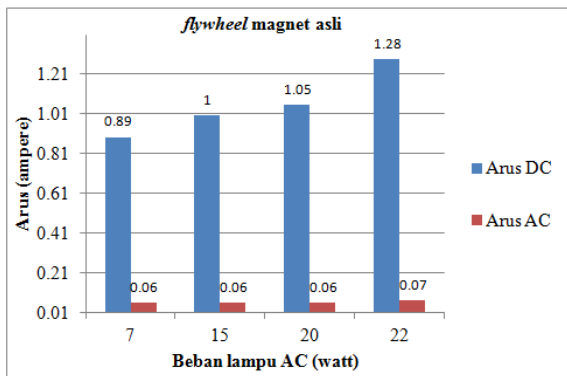
Dari tabel 2 dan 3 Arus AC merupakan arus yang keluar dari inverter (setelah inverter), arus DC merupakan arus yang keluar dari *flywheel* magnet (sebelum masuk ke inverter), tegangan AC merupakan tegangan yang keluar dari inverter (setelah inverter), tegangan DC merupakan tegangan

yang keluar dari *flywheel* magnet (sebelum masuk ke inverter). Beban lampu AC merupakan beban yang terpasang di inverter (setelah inverter).

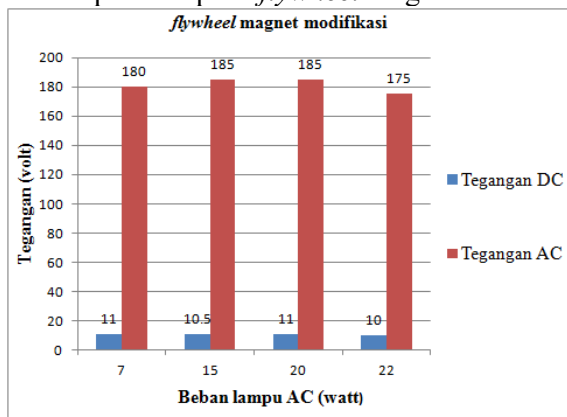
Hasil dari pengujian *flywheel* magnet asli dan *flywheel* magnet modifikasi pada tabel 2 dan tabel 3 dapat juga dilihat pada gambar 3, 4, 5 dan 6.



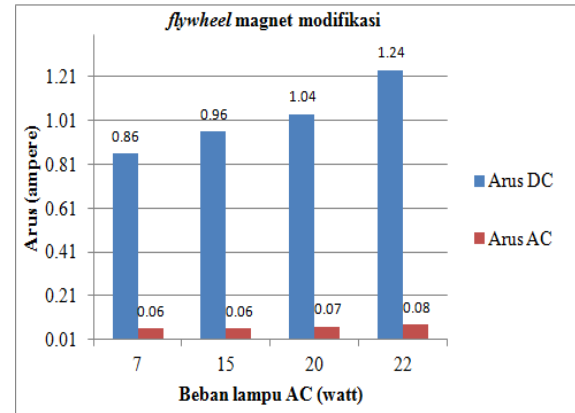
Gambar 3. Diagram tegangan DC dan tegangan AC terhadap beban pada *flywheel* magnet asli (*original*)



Gambar 4. Diagram arus DC dan arus AC terhadap beban pada *flywheel* magnet asli



Gambar 5. Diagram tegangan DC dan tegangan AC terhadap beban pada *flywheel* magnet modifikasi



Gambar 6. Diagram arus DC dan arus AC terhadap beban pada *flywheel* magnet modifikasi

b. Pembahasan Data Pengujian

Pengujian menunjukkan bahwa dengan kecepatan putar rata-rata *flywheel* magnet 750 rpm, *flywheel* magnet asli dan *flywheel* magnet modifikasi menghasilkan tegangan AC dan DC, arus AC dan DC dengan beban yang sudah ditentukan. Hasil pengukuran daya yang dihasilkan *flywheel* magnet dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5

Daya DC yang dihasilkan oleh *flywheel* magnet dapat diperoleh dengan cara menghitung sebagai berikut :

■ *flywheel* magnet asli

a. Beban 7 watt

$$P = V \cdot I \\ = 12 \cdot 0,89 \\ = 10,6 \text{ watt}$$

b. Beban 15 watt

$$P = V \cdot I \\ = 10,5 \cdot 1 \\ = 10,5 \text{ watt}$$

c. Beban 20 watt

$$P = V \cdot I \\ = 11 \cdot 1,05 \\ = 11,5 \text{ watt}$$

d. Beban 22 watt

$$P = V \cdot I \\ = 10 \cdot 1,28 \\ = 12,8 \text{ watt}$$

■ *flywheel* magnet modifikasi

a. Beban 7 watt

$$P = V \cdot I \\ = 11 \cdot 0,86 \\ = 9,46 \text{ watt}$$

b. Beban 15 watt
 $P = V \cdot I$
 $= 10,5 \cdot 0,96$
 $= 10,08 \text{ watt}$

c. Beban 20 watt
 $P = V \cdot I$
 $= 11 \cdot 1,04$
 $= 11,44 \text{ watt}$

d. Beban 22 watt
 $P = V \cdot I$
 $= 10 \cdot 1,24$
 $= 12,4 \text{ watt}$

a. Beban 7 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 180 \cdot 0,06 \cdot 0,85$
 $= 9,18 \text{ watt}$

b. Beban 15 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 185 \cdot 0,06 \cdot 0,85$
 $= 9,4 \text{ watt}$

c. Beban 20 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 185 \cdot 0,07 \cdot 0,85$
 $= 11 \text{ watt}$

Daya AC yang dihasilkan oleh *flywheel* magnet dapat diperoleh dengan cara menghitung sebagai berikut :

■ *flywheel* magnet asli

a. Beban 7 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 185 \cdot 0,06 \cdot 0,85$
 $= 9,4 \text{ watt}$

b. Beban 15 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 180 \cdot 0,06 \cdot 0,85$
 $= 9,18 \text{ watt}$

c. Beban 20 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 180 \cdot 0,06 \cdot 0,85$
 $= 9,2 \text{ watt}$

d. Beban 22 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 190 \cdot 0,07 \cdot 0,85$
 $= 11,3 \text{ watt}$

d. Beban 22 watt
 $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$
 $= 175 \cdot 0,08 \cdot 0,85$
 $= 11,9 \text{ watt}$

Dari tabel 4. Dibawah, arus DC merupakan arus dari *flywheel* magnet (sebelum masuk ke inverter), tegangan DC merupakan tegangan yang keluar dari *flywheel* magnet (sebelum masuk ke inverter), daya DC merupakan daya yang diketahui melalui perhitungan menggunakan rumus dan daya tersebut berada sebelum inverter.

Dari tabel 5. Dibawah, arus AC merupakan arus dari *flywheel* magnet (setelah inverter), tegangan AC merupakan tegangan yang keluar dari *flywheel* magnet (setelah inverter), daya AC merupakan daya yang diketahui melalui perhitungan menggunakan rumus dan daya tersebut berada setelah inverter.

■ *flywheel* magnet modifikasi

Tabel 4. Hasil pengukuran daya DC *flywheel* magnet asli dan *flywheel* magnet modifikasi.

<i>Flywheel</i> magnet	Arus DC (ampere)	Tegangan DC (volt)	Daya DC (watt)	Beban lampu (watt)
Asli (Original)	0,89	12	10,6	7
	1	10,5	10,5	15
	1,05	11	11,5	20
	1,28	10	12,8	22
Modifikasi	0,86	11	9,46	7
	0,96	10,5	10,08	15
	1,04	11	11,44	20

1,24 10 12,4 22

Tabel 5. Hasil pengukuran daya AC *flywheel* magnet asli *flywheel* magnet modifikasi

<i>Flywheel</i> magnet	Arus (ampere)	AC Tegangan (volt)	Daya AC (watt)	Beban lampu (watt)
Asli (Original)	0,06	185	9,4	7
	0,06	180	9,18	15
	0,06	180	9,2	20
	0,07	190	11,3	22
Modifikasi	0,06	180	9,18	7
	0,06	185	9,4	15
	0,07	185	11	20
	0,08	175	11,9	22

Hasil pengujian daya DC dan daya AC pada *c. flywheel* magnet asli dan *flywheel* magnet modifikasi dapat juga dilihat pada gambar 7 dan gambar 8.

Pembahasan Potensi Energi Air

Daya kincir air yang dihasilkan pada pengujian alat ini dapat dilihat pada tabel 6. Daya kincir air tersebut diperoleh dengan cara perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \cdot \eta \\
 &= 1000 \cdot 9,81 \cdot (0,017016 \cdot 2 \cdot 0,8) \\
 &= 9810 \cdot 0,0272256 \\
 &= 267,08314 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Total energi yang tersedia dari suatu penampungan air merupakan energi potensial air yaitu :

$$E_p = mgh \dots\dots\dots (1)$$

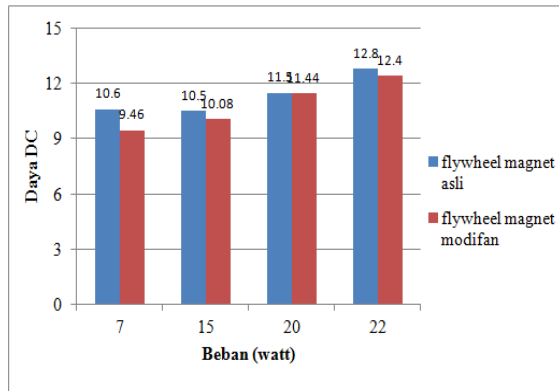
Sebelumnya mencari massa air (*m*) karena belum diketahui

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (2)$$

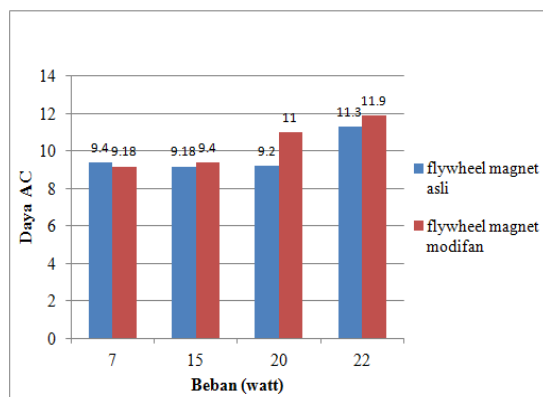
Perhitungan energi potensial air pada sungai:

$$\begin{aligned}
 V &= p \cdot l \cdot t \\
 &= 50 \cdot 3 \cdot 0,3 \\
 &= 45 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$1000 = \frac{m}{45}$$



Gambar 7. Diagram perhitungan daya DC terhadap beban pada *flywheel* magnet asli dan *flywheel* magnet modifikasi



Gambar 8. Diagram batang perhitungan daya AC terhadap beban pada *flywheel* magnet asli dan *flywheel* magnet modifikasi.

$$\begin{aligned}
 m &= 1000 \cdot 45 \\
 &= 45.000 \text{ kg} \\
 E_p &= mgh \\
 &= 45000 \cdot 9,81 \cdot 2 \\
 &= 882900 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

Perhitungan energi potensial air pada pipa :

$$\begin{aligned}
 V &= \left(\frac{1}{4} \pi D^2\right) l \\
 &= (1/4 \cdot 3,14 \cdot (8,5)^2) \cdot 670 \\
 &= 56,716 \cdot 670 \\
 &= 37999,88 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,0379 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$1000 = \frac{m}{0,0379}$$

$$\begin{aligned}
 m &= 1000 \cdot 0,0379 \\
 &= 37,9 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_p &= mgh \\
 &= 37,9 \cdot 9,81 \cdot 2 \\
 &= 743,6 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

Total energi yang tersedia dari suatu penampungan air merupakan energi potensial air.

Perhitungan energi kinetik air pada sungai :

$$\begin{aligned}
 E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 45000 \cdot (3)^2 \\
 &= 22500 \cdot 9 = 202500 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

Perhitungan energi kinetik air pada pipa :

$$\begin{aligned}
 E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 37,9 \cdot (3)^2 \\
 &= 18,95 \cdot 9 \\
 &= 170,55 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa pemanfaatan aliran sungai Waduk Botok untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro menggunakan kincir air tipe *overshot* di Waduk Botok, Mojodoyong, Kedawung, Sragen, Jawa Tengah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya DC yang dihasilkan *flywheel* magnet asli saat dipasang beban

lampu maksimal 22 watt menghasilkan daya DC sebesar 12,8 watt dan *flywheel* magnet modifikasi saat dipasang beban lampu maksimal 22 watt menghasilkan daya DC sebesar 12,4 watt, sedangkan daya AC yang dihasilkan *flywheel* magnet asli saat dipasang beban lampu maksimal 22 watt menghasilkan daya AC sebesar 11,3 watt, dan *flywheel* magnet modifikasi saat dipasang beban lampu maksimal 22 watt menghasilkan daya AC sebesar 11,9 watt.

DAFTAR PUSTAKA

Budiman, Aris. Asy'ari, Hasyim. Hakim, Arif Rahman. *Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik*. Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik UMS, Vol. 12 No. 01 ISSN 1411-8890.

Damastuti, Anya P. 1997. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Sumber: http://www.elsppat.or.id/download/file/w8_a6.pdf

Djajusman Hadi, S.Sos. M.AB dan Budiharto, S.Pd. 1998. *Artikel kincir air kaki angsa dan inovasi listrik Mikrohidro*

Sumber: <http://www.kendali.net/>

Jalius, Jama. Dkk. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1 Untuk Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta.

Marsudi, Djiteng. 2011. *Pembangkitan Energi Listrik Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.

Paryatmo, Wibowo. 2007. *Turbin Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu