

NASKAH PUBLIKASI

**APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN
RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
(PLTMH) MENGGUNAKAN KINCIR AIR TIPE PELTON**



**Disusun untuk Memenuhi Tugas dan Syarat-syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Strata-satu Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Disusun oleh :

GINANJAR SUKO RAHARJO

D 400 080 056

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2013

HALAMAN PENGESAHAN

Diajukan guna memenuhi kelengkapan sebagai syarat Tugas Akhir untuk menyelesaikan program Strata 1 (S1) pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah memenuhi syarat dan disetujui pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 08 November 2013

Judul : **“APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) MENGGUNAKAN KINCIR AIR TIPE PELTON”**

Mengetahui,

Pembimbing 1



(Ir. Jatmiko, MT)

Pembimbing 2



(Hasyim Asy'ari, ST, MT)

Ketua Jurusan Teknik Elektro



(Ir. Jatmiko, M.T.)

**SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH**

Bismillahirrohmannirrohim

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ginanjar Suko Raharjo
NIM : D 400 080 056
Fakultas/Jurusan : Teknik/Elektro
Jenis : Skripsi
Judul : APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) MENGGUNAKAN KINCIR AIR TIPE PELTON.

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk:

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 8 November 2013

Yang menyatakan,



(Ginanjar Suko Raharjo)

APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) MENGUNAKAN KINCIR AIR TIPE PELTON.

Ginjar Suko Raharjo

Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Email: gin_anjar@ymail.com

ABSTRAKSI

Penelitian ini menggunakan kincir air tipe pelton untuk Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan menggunakan generator magnet permanen tipe axial. Penelitian ini juga bermaksud untuk mengukur besar potensi alam suatu pemandian umum untuk dijadikan pembangkit listrik secara permanen dengan menggunakan 2 buah pipa penstock untuk pengujiannya.

Pengujian dalam penelitian ini menggunakan kincir air tipe pelton 8 sudu. Kincir air tersebut mempunyai diameter sebesar 40 cm, panjang sudu kincir sebesar 15 cm dan diameter sudu sebesar 12cm. Pada generator menggunakan magnet permanen yang terpasang pada rotor sebanyak 10 biji dengan ukuran 10 x 10 cm. Penelitian menggunakan head dari kedua pipa penstock untuk mendapatkan energi mekanis pada kincir yang telah di konversi dari energi potensial yang digunakan untuk tenaga penggerak rotor generator.

Hasil dari penelitian pertama pada pipa penstock 1 menghasilkan aliran air dengan kecepatan 2,2 m/s dengan debit air sebesar 0,017427 (m³/s), daya kinetik sebesar 42,943 watt mampu menghasilkan kecepatan putar pada rotor generator sebesar 4950 RPM. Pada kecepatan rotor 4950 RPM dengan jarak stator-rotor 0,5 , 1, 1,5, 2 cm menghasilkan tegangan keluaran AC sebesar 19, 16,5 , 16, 14,5 dan tegangan keluaran DC sebesar 9,5, 8 , 6,5, 4,5 tanpa beban. Dengan adanya beban 3 buah kipas DC berkapasitas 9 watt, menghasilkan keluaran sebesar 1,95, 1,75, 1,4, 1,25 DC Volt dengan arus yang mengalir sebesar 0,03 A, 0,03 A, 0,02 A, 0,02 A. Penelitian kedua menghasilkan keluaran tegangan dan arus lebih kecil, hal ini disebabkan oleh aliran air yang kecil sebesar 1,85 m/s, debit air sebesar 0,005229 (m³/s) dan daya kinetik sebesar 8,949 Watt sehingga hanya mampu menghasilkan perputaran rotor sebesar 4300 RPM.

Kata Kunci : Sumber energi, Kincir air pelton, RPM rotor generator

1. PENDAHULUAN

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro

yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu.

Prinsip dasar mikrohidro adalah memanfaatkan energi potensial yang dimiliki oleh aliran air pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik.

Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Daya yang masuk (P_{gross}) merupakan penjumlahan dari daya yang dihasilkan (P_{net}) ditambah dengan faktor kehilangan energi (*loss*) dalam bentuk suara atau panas. Daya yang dihasilkan merupakan perkalian dari daya yang masuk dikalikan dengan efisiensi konvers.

Pemilihan tipe turbin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) sama seperti pemilihan tipe turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) konvensional yang pernah ada. Dasar pemilihan tipe turbin sebagai penggerak generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) terlebih dahulu harus diketahui besaran *Head* (meter), debit air ($m^3/detik$), dan besarnya kecepatan putar turbin (n). Kecepatan putaran turbin diperoleh dengan mengetahui kecepatan air yang akan masuk sudu-sudu turbin, dengan merubah kecepatan linear menjadi kecepatan keliling (*sentrifugal*) pada poros turbin tersebut yang disebut dengan kecepatan keliling (Subhan Nafis, 2008).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang baik akan menghasilkan suatu pekerjaan yang baik pula. Guna menghasilkan hal tersebut, perlu diadakannya suatu prosedur penelitian. Adanya suatu prosedur ini diharapkan pekerjaan dapat dilaksanakan secara berurutan dan berkelanjutan tanpa harus mengganggu jenis pekerjaan lainnya.

Persiapan disini penulis melakukan segala sesuatu yang berhubungan dengan proses perancangan. Persiapan yang dilakukan meliputi: Mempelajari dan memahami sifat dan karakteristik dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, studi literatur, mempersiapkan alat dan bahan guna membuat rangkaian.

Penelitian PLTMH ini memerlukan beberapa bahan untuk mengambil data penelitian, berikut ialah bahan yang diperlukan:

1. Generator *axial* kecepatan rendah menggunakan magnet permanen.
2. Kincir air tipe *pelton*.
3. Dioda *bridge* sebagai penyearah tegangan output AC generator.
4. buah kipas DC

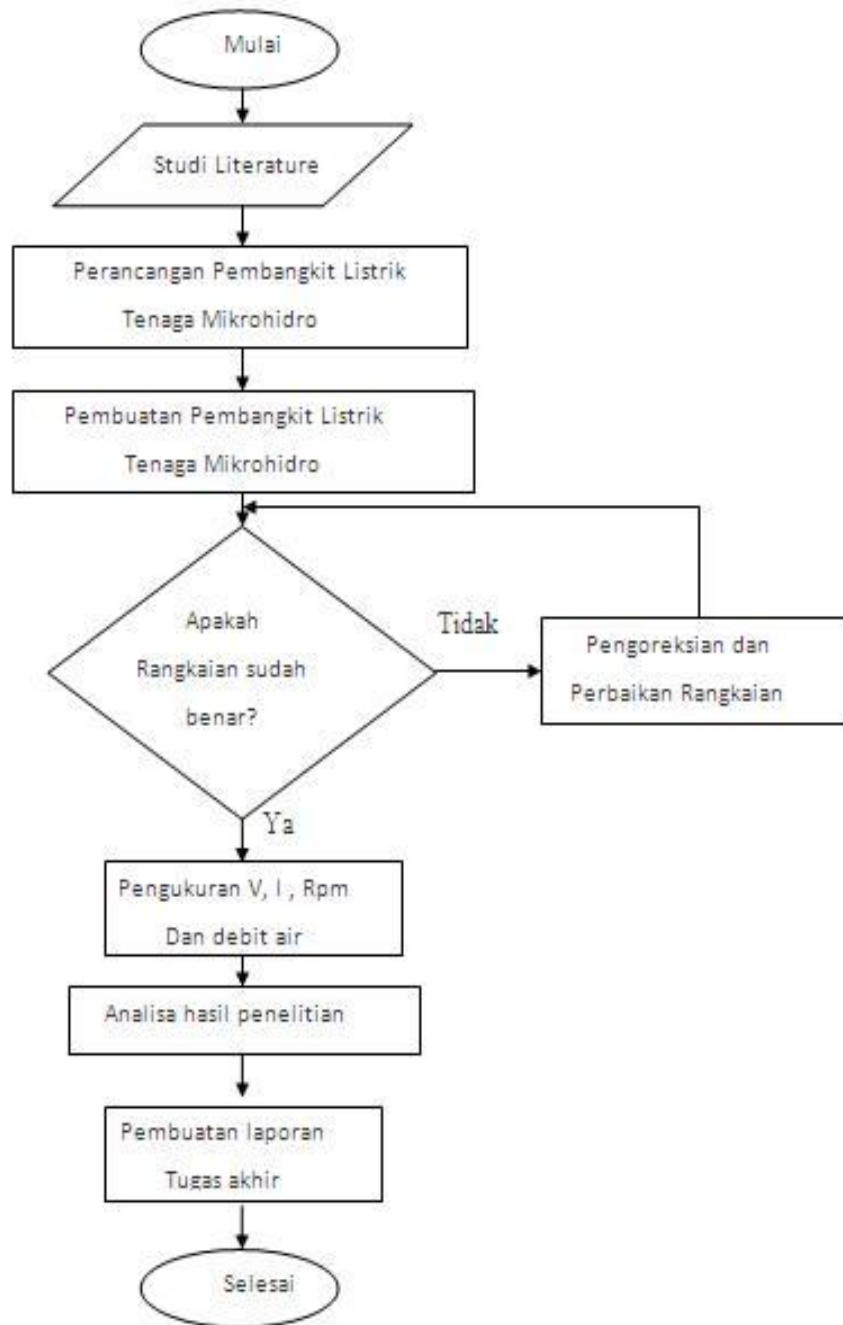
Penelitian tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan peralatan. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Multimeter untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan.
2. Tachometer untuk mengukur kecepatan rotor generator.
3. Tool Kit untuk melepas dan memasang rotor generator untuk mengubah jarak stator-rotor.

Dalam penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang menggunakan kincir air tipe *pelton* harus mempunyai catatan sebagai berikut:

1. Kecepatan putar kincir dan rotor generator.
2. Tegangan dan arus yang dihasilkan generator.
3. Debit air yang mengalir.

Flowchart



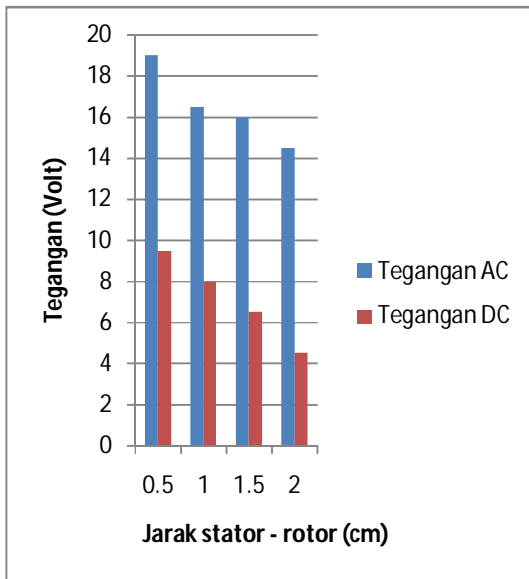
Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

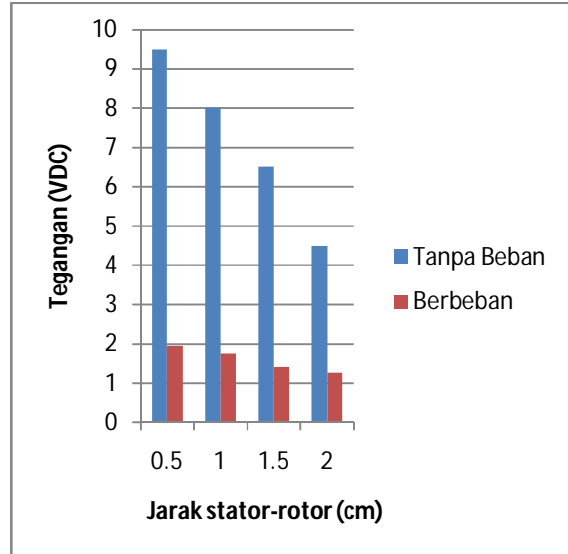
Hasil penelitian yang dilakukan adalah penelitian mengenai perancangan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan kincir air tipe *pelton*. Data pengujian diperoleh dari pengujian pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang menggunakan kincir air tipe *pelton* dilakukan di Pemandian umum Jolotundo, Klaten, Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan 2 pipa penstock yang berbeda, berikut ialah tabel perhitungan pipa *penstock* 1 dan pipa *penstock* 2.

Penelitian ini mengambil tegangan DC sebagai acuan perhitungan data. Tegangan DC di ambil dari generator yang sudah disearahkan dulu sebelumnya menggunakan *diode bridge*. Data pertama diambil dari pengujian pipa *penstock* 1 dengan kecepatan putar rotor sebesar 975 RPM dan penelitian pipa *penstock* 2 dapat dihitung dengan kecepatan RPM sebesar 755.

Analisa percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 4.1 yang menunjukkan nilai tegangan AC dan DC pembangkit pada kecepatan putar rotor sebesar 4950 RPM. Percobaan pertama menggunakan pipa *penstock* 1.

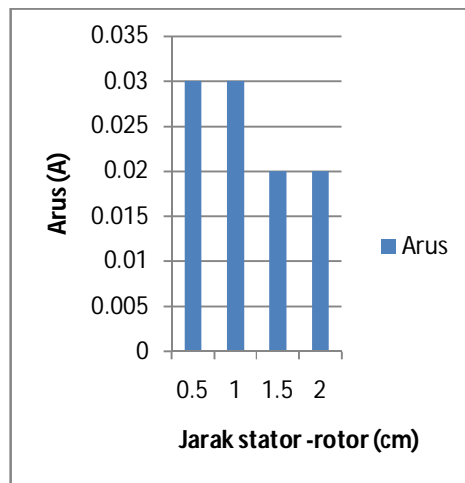


Gambar 2. Grafik hubungan output AC dan DC terhadap jarak stator-rotor pada pipa *penstock* 1.

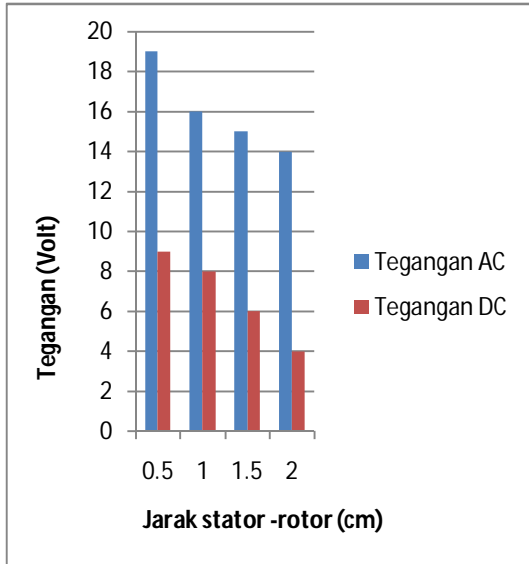


Gambar 3. Grafik hubungan output DC berbeban dan tidak berbeban terhadap jarak stator-rotor pada pipa *penstock* 1.

Gambar 3. menunjukkan pada kecepatan putar rotor sebesar 975 RPM menghasilkan output sebesar 9,5 Volt DC dan menurun menjadi 1,95 Volt DC saat diberi beban 3 buah kipas angin. Pada jarak stator-rotor diubah menjadi 2 cm, tegangan output turun drastis menjadi 4,5 Volt DC saat tidak berbeban dan 1,25 Volt DC saat berbeban. Hal ini menandakan adanya drop tegangan yang cukup signifikan saat proses pembebanan.

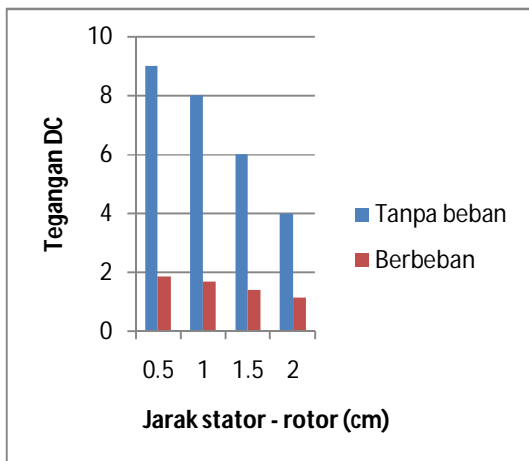


Gambar 4. Grafik arus berbeban pada pipa *penstock* 1.

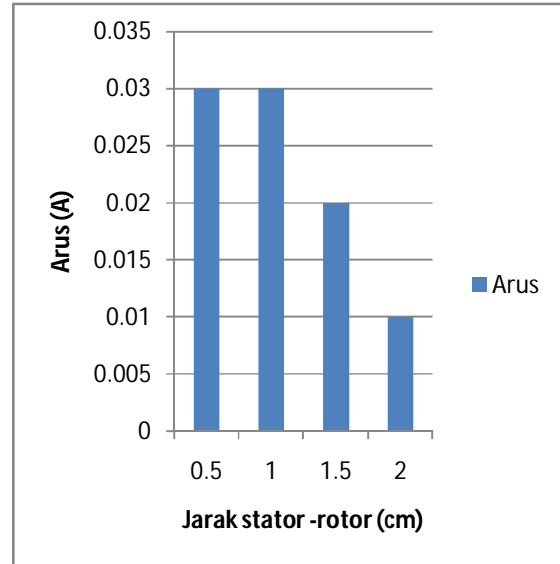


Gambar 5. Grafik hubungan output AC dan DC terhadap jarak stator-rotor pada pipa *penstock* 2.

Gambar 5 menunjukkan pada saat kecepatan putar rotor sebesar 755 RPM, rata-rata output AC pada jarak 0,5 cm sebesar 19 AC Volt dan pada output DC sebesar 9 DC Volt. Semakin bertambahnya jarak antara stator-rotor akan membuat kecilnya tegangan yang dihasilkan, maka dari itu output tegangan DC dipilih karena pada output tegangan AC generator tidak mencapai target yang diharapkan.



Gambar 6. Grafik hubungan output DC berbeban dan tidak berbeban terhadap jarak stator-rotor pada pipa *penstock* 2.



Gambar 7 menunjukkan kenaikan arus yang ditarik beban yang sebanding dengan berkurangnya jarak antara stator – rotor pada generator. Hasil percobaan menunjukkan arus yang berbeda dari jarak 0,5 cm menjadi 2 cm ialah 0,03 A berubah menjadi 0,01 A.

Berdasar percobaan tersebut juga diperoleh rumus mencari nilai P out dan nilai efisiensi dari debit air yang digunakan seperti pada percobaan pertama di pipa *pinstock* 1.

$$P_{out} : V \times I$$

$$Eff : \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \times 100\%$$

Tabel 1. Hasil pengukuran pipa *penstock* 1.

NO	Jarak Rotor-Strator (cm)	Tegangan DC (V)		Arus Akibat Beban DC (A)	Daya Input Sistem (watt)	Daya Output Sistem (Watt)	Efisiensi Daya (%)
		Tanpa Beban	Ada Beban				
1	2	4,5	1,25	0,02	42.943	0,028	0,8
2	1,5	6,5	1,4	0,02	42.943	0,038	0,10
3	1	8	1,75	0,03	42.943	0,052	0,12
4	0,5	9,5	1,85	0,03	42.943	0,055	0,14

Dari percobaan pertama tersebut dapat langsung disimpulkan bahwa efisiensi semakin meningkat seiring berkurangnya jarak antar stator-rotor, meski pertambahan dari efisiensi sangatlah kecil hanya 0,2 % saja namun dapat dijadikan tolok ukur keberhasilan pada percobaan pertama.

Analisa percobaan kedua dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7 yang menunjukkan nilai tegangan AC dan DC yang dihasilkan generator. Pada percobaan kedua menggunakan pipa *penstock* 2, sebagai contoh pada gambar 6. menjelaskan bahwa pada kecepatan putar rotor sebesar 755 RPM diperoleh output sebesar 9,5 Volt DC dan menurun secara drastis menjadi 1,95 Volt DC saat diberi beban 3 buah kipas angin. Pada jarak stator-rotor diubah menjadi 2 cm, tegangan output turun drastis menjadi 4 Volt DC saat tidak berbeban dan ketika dibebani menjadi 1,15 Volt DC. Hal ini menandakan adanya drop tegangan yang cukup signifikan.

Berdasar percobaan tersebut juga diperoleh rumus mencari nilai P out dan nilai efisiensi dari debit air yang digunakan seperti pada percobaan pertama di pipa *pinstock* 1.

$$P_{out} : V \times I$$

$$Eff : \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \times 100\%$$

Tabel 1. Hasil pengukuran pipa *penstock* 2.

NO	Jarak Rotor-Strator (cm)	Tegangan DC (V)		Arus Akibat Beban DC (A)	Daya Input Sistem (watt)	Daya Output Sistem (Watt)	Efisiensi Daya (%)
		Tanpa Beban	Ada Beban				
1	2	4	1,15	0,01	8,949	0,015	0,016
2	1,5	6	1,4	0,02	8,949	0,028	0,031
3	1	8	1,7	0,03	8,949	0,052	0,058
4	0,5	9	1,85	0,03	8,949	0,055	0,061

Dari tabel percobaan kedua tersebut dapat langsung disimpulkan bahwa efisiensi juga semakin meningkat seiring berkurangnya jarak antar stator-rotor seperti yang dilakukan pada percobaan pertama, percobaan kedua ini peningkatan efisiensi sangatlah kecil dikarenakan debit air dari pipa *penstock* 2 lebih kecil daripada debit air pipa *penstock* 1

4. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan secara bertahap dan di pipa yang berbeda dengan kecepatan debit air yang berbeda pula dapat disimpulkan besar potensi Pemandian Umum Jolotundo dengan analisa pipa *penstock* 1 diperoleh data dengan kecepatan aliran air sebesar 2,22 m/s dengan aliran debit air sebesar 0,017427 m³/s, tegangan AC dan DC diperoleh dari generator dengan kecepatan perputaran rotor sebesar 4950 RPM. Pada jarak 0,5 cm menghasilkan tegangan AC sebesar 19 Volt AC dan juga tegangan DC sebesar 9,5 Volt DC tanpa beban dan 1,95 Volt DC saat diberi beban. Penelitian pipa *penstock* 2 memperoleh data hasil pengujian sebesar 4300 pada perputaran RPM rotor. Penelitian kedua ini menghasilkan tegangan AC dan DC. Pada jarak 0,5 cm menghasilkan tegangan AC sebesar 19 Volt AC, 9 DC volt tanpa beban dan 1,95 DC volt berbeban.

5. DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Asy'ary, Hasyim, 2010, *Bahan ajar Sistem Pembangkit*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Energi Air, sumber : <http://febri-fisika.blogspot.com/2011/11/energi-air.html>

M. Hariansyah, Ir., M.T. *Rencana peningkatan kapasitas daya listrik pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH)*.

Nafis, Subhan. 2008. *Pemilihan Tipe Turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Sumber: http://www.ccitonline.com/mekanikal/tiki-read_article.php?articleId=29

NOTOSUDJONO D, 2002. *Perencanaan PLTMH di Indonesia*, BPPT.

Pengetian Pltmh, sumber : <http://niningf43.blogspot.com/2011/02/pltmh.html>

THOYIB, M. 1999. *Filsafat Ilmu dan Perkembangannya*. Muhammadiyah University Press, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.

Tomi. 2012. *Pengertian dan Prinsip Kerja Generator AC*. Sumber : <http://mrratkey.blogspot.com/2012/09/normal-0-false-false-false-in-x-none-x.html>