



Analisis Pengoperasian Triple Turbin (Turbin Propeller dan Dual Turbin) pada PLTMH

M. Arif Rohman, Budi Santoso², Tatun Hayatun Nufus³

^{1,2,3}Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro merupakan pembangkit listrik skala mikro yang menggunakan media air sebagai penggerakannya. Pada penelitian sebelumnya dilakukan pengoptimalan 1 pompa untuk sistem dual turbin, dan pengambilan data untuk mengetahui debit air pompa sentrifugal yang digunakan sebagai sumber head air dalam sistem PLTMH. Dari kedua penelitian tersebut masih terdapat kelemahan dari PLTMH yang tidak menghasilkan daya optimal, meskipun head dan debit air PLTMH sangat besar. Berdasarkan permasalahan tersebut penulis melakukan pengoptimalan pada prototipe PLTMH dengan menambahkan turbin banki untuk memaksimalkan pengkonversian daya hidrolik yang dihasilkan pompa, sehingga menjadi sistem triple turbin. Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan debit melalui bukaan katub air sebesar dua pertiga, dan full sehingga mendapatkan nilai daya, arus, rpm dari model prototipe PLTMH. Daya yang di dapat dari analisa pengoperasian sistem triple turbin pada prototipe PLTMH, daya terbesar adalah pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Banki sebesar 44,24 Watt, Dan pengoperasian yang memiliki Efisiensi terbesar adalah pengoperasian Turbin Propeller dan Banki sebesar 8,351%

Kata Kunci : Triple Turbin, PLTMH, Efisiensi

Abstract

The prototype of a Micro Hydro Power Plant is a micro-scale power plant that uses water as the driving force. In previous studies, optimization of 1 pump for a dual turbine system was carried out, and data collection was carried out to determine the water discharge of the centrifugal pump used as a source of water head in the MHP system. From the two studies, there are still weaknesses in the PLTMH which do not produce optimal power, even though the head and water discharge of the MHP are very large. Based on these problems, the author optimizes the PLTMH prototype by adding a banki turbine to maximize the conversion of hydraulic power generated by the pump, so that it becomes a triple turbine system. Data retrieval is done by varying the discharge through the water valve opening by two-thirds, and full so that it gets the value of power, current, rpm from the prototype model of the MHP. The power obtained from the analysis of the operation of the triple turbine system on the PLTMH prototype, the largest power is the operation of the Propeller Turbine and Banki Turbine of 44.24 Watt, and the operation that has the greatest efficiency is the operation of the Propeller and Banki Turbine of 8.351%

opening. Keywords: Triple Turbine, MHP, Efficiency

1. PENDAHULUAN

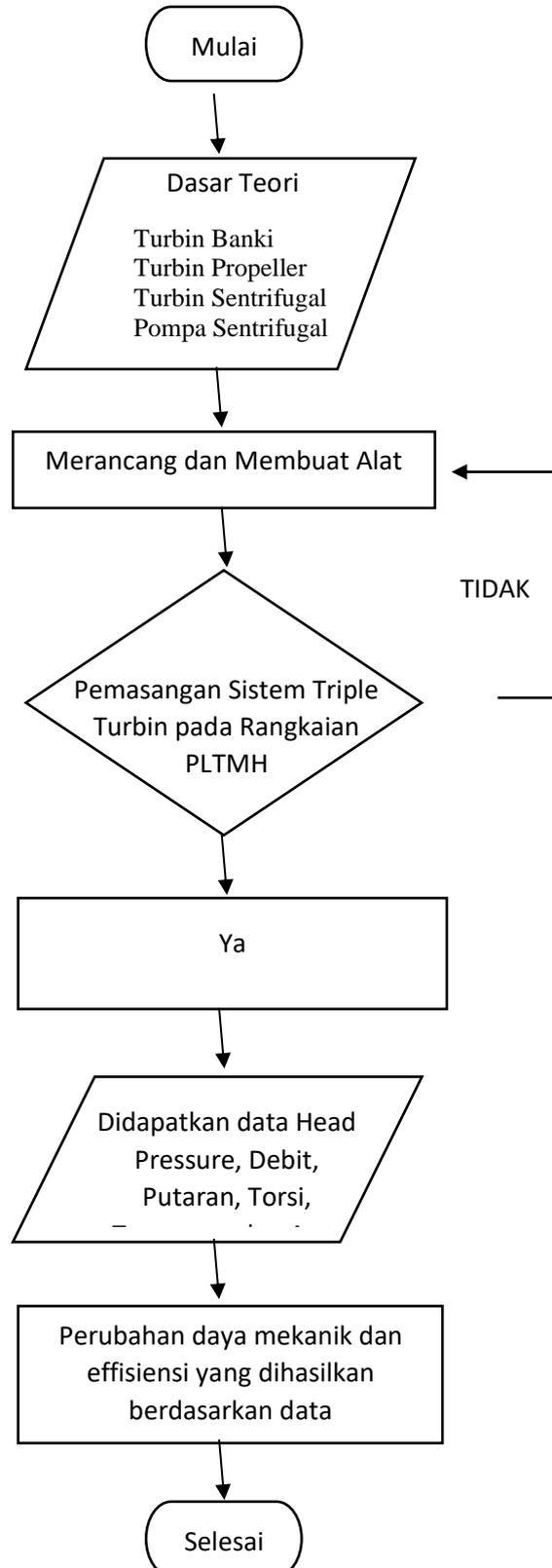
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik skala mikro yang menggunakan tenaga air sebagai penggeraknya sehingga dapat memutar generator yang dihubungkan dengan turbin dan menghasilkan listrik. Sebelumnya telah dilakukan penelitian terkait PLTMH yang berjudul “Analisis Pengoptimalan 1 Pompa untuk Dual Turbin pada Rancangan Bangun PLTMH Turbin Sentrifugal dan Turbin Propeller”.

Pada penelitian tersebut didapatkan PLTMH yang menghasilkan 57,75 Watt, dengan menggunakan satu pompa sebagai sumber *head* dan dua turbin sebagai alat untuk mengkonversi energinya. Kemudian penelitian tersebut dikembangkan kembali dengan judul “Pengukuran *Open Debit Model Triangle Weir* dan *Rectangle Weir* dengan Dua Turbin pada PLTMH” dan menghasilkan daya 66,75 Watt.

Dari kedua penelitian tersebut dilakukan pengembangan pada daya listrik yang dihasilkan dari PLTMH dengan menambahkan turbin banki, sehingga merubah konfigurasi dual turbin menjadi triple turbin. Kemudian dilakukan pengujian dengan memvarisikan debit air melalui bukaan katub sebesar seperempat bukaan, setengah bukaan, dua perempat bukaan, bukaan penuh.

Berdasarkan latar belakang diatas, tujuan dan manfaat rancang bangun ini antara lain: mengetahui pengaruh pengoperasian sistem triple turbin dalam meningkatkan efisiensi kerja model prototipe PLTMH.

2. METODE PENULISAN

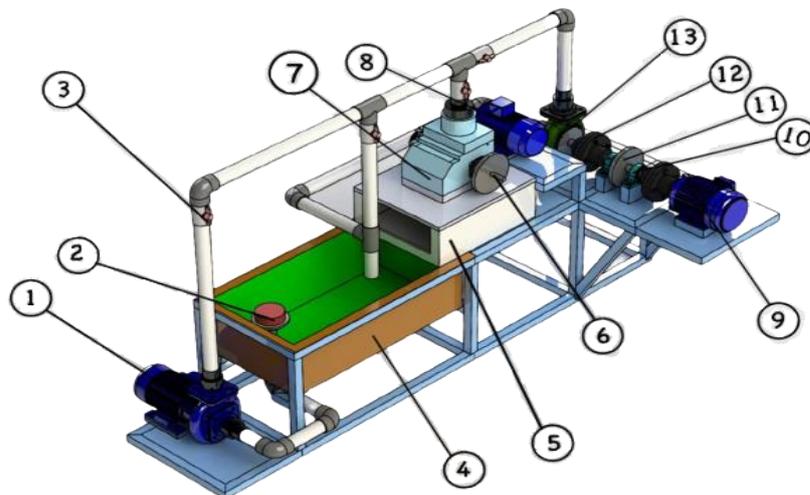


Berdasarkan gambar 1, maka berikut adalah metode yang penulis gunakan.

Pertama, penulis memulai metode ini dengan penentuan topik yang akan diangkat, pada metode ini penulis melakukan identifikasi masalah pada kelemahan PLTMH pada penelitian sebelumnya melalui pengamatan pada prototipe yang dioperasikan. Permasalahan yang ditemukan dari hasil observasi adalah kecilnya hasil daya yang dihasilkan akibat kapasitas kerja turbin sentrifugal yang tidak bisa mengimbangi generatornya, kemudian pada turbin propeller tidak dapat menghasilkan daya yang besar, dan masih tersisanya tenaga hidrolik yang cukup besar meski sudah mengoperasikan sistem dual turbin.

Studi literatur bertujuan untuk menentukan teori-teori yang sesuai dengan masalah yang sedang dibahas serta membantu untuk memecahkan masalah tersebut. Setelah itu dilakukan proses analisa data untuk menentukan Langkah pengembangan model prototipe PLTMH ini. Analisa data yang dilakukan berupa pencocokan spek turbin tambahan yang sesuai untuk PLTMH sistem triple turbin yang dibandingkan dengan sistem dual turbin. Setelah melakukan analisa data didapatkan bahwa turbin banki sesuai untuk meningkatkan kinerja model prototipe PLTMH . Jika langkah pengembangan alat sudah sesuai, maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sehingga solusi dapat ditemukan.

Pembuatan Model Analisa PLTMH



Keterangan Gambar:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Pompa | 8. Motor |
| 2. Turbin Propeller | 9. Motor |
| 3. Katup | 10. Bearing |
| 4. Reservoir 2 | 11. Flywheel |
| 5. Reservoir 1 | 12. Kopel |
| 6. Poros | 13. Turbin Sentrifugal |
| 7. Turbin Banki | |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil dari pengukuran di lapangan didapatkan data sebagai berikut ini :

Data Hasil Pengukuran :

Data berikut di dapat dari kinerja PLTMH tipe turbin dengan variasi pengoperasian PLTMH, pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Banki, pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Sentrifugal, pengoperasian Triple Turbin.

Tabel 1 Hasil data Pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Banki

debit (m ³ /s)	Putaran (RPM)	Arus (A)	Tegangan (V)	Ballast (V)	Tekanan (Bar)	Daya listrik (Watt)	Kecepatan sudut (rad/s)	Head loss (m)	Daya hidrolik (Watt)	Efisiensi turbin
0,012	1760	0,54	80	60	0,45	43,2	184,2133	4,5	529,74	8,155
0,012	1762	0,56	79	60	0,45	44,24	184,4227	4,5	529,74	8,351
0,012	1751	0,58	76	60	0,45	44,08	183,2713	4,5	529,74	8,321
0,012	1744	0,59	74	55	0,45	43,66	182,5387	4,5	529,74	8,243
0,012	1739	0,59	72	50	0,45	42,48	182,0153	4,5	529,74	8,019
0,012	1704	0,61	70	50	0,45	42,7	178,352	4,5	529,74	8,061
0,012	1699	0,63	68	45	0,45	42,84	177,8287	4,5	529,74	8,087
0,012	1673	0,64	65	40	0,45	41,6	175,1073	4,5	529,74	7,853
0,012	1672	0,66	61	35	0,45	40,26	175,0027	4,5	529,74	7,599
0,012	1687	0,69	56	30	0,45	38,64	176,5727	4,5	529,74	7,294

Tabel 2. Hasil data Pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Sentrifugal

debit (m ³ /s)	Putaran (RPM)	Arus (A)	Tegangan (V)	Ballast (V)	Tekanan (Bar)	Daya listrik (Watt)	Kecepatan sudut (rad/s)	Head loss (m)	Daya hidrolik (Watt)	Efisiensi turbin
0,012	1462	0,38	79	60	0,55	30,02	153,0227	5,5	647,46	4,636
0,012	1409	0,39	75	60	0,55	29,25	147,4753	5,5	647,46	4,517
0,012	1360	0,41	70	60	0,55	28,7	142,3467	5,5	647,46	4,4327
0,012	1323	0,45	69	55	0,55	31,05	138,474	5,5	647,46	4,7957
0,012	1302	0,46	66	55	0,55	30,36	136,276	5,5	647,46	4,689
0,012	1269	0,48	62	55	0,55	29,76	132,822	5,5	647,46	4,596
0,012	1234	0,5	59	50	0,55	29,5	129,1587	5,5	647,46	4,556
0,012	1187	0,52	52	50	0,55	27,04	124,2393	5,5	647,46	4,176
0,012	1166	0,55	49	40	0,55	26,95	122,0413	5,5	647,46	4,162
0,012	1077	0,58	43	40	0,55	24,94	112,726	5,5	647,46	3,852

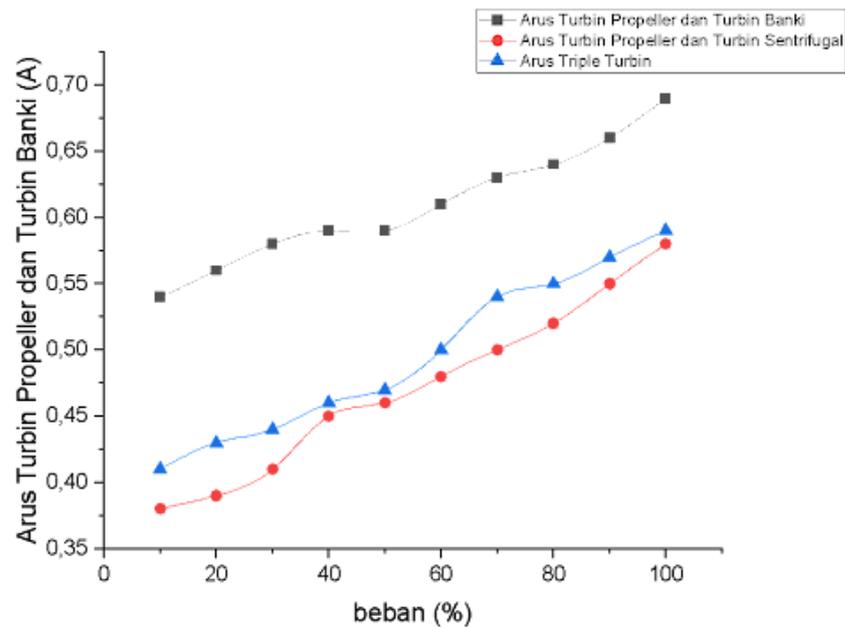
Tabel 3. Hasil data Pengoperasian Triple Turbin

debit (m ³ /s)	Putaran (RPM)	Arus (A)	Tegangan (V)	Ballast (V)	Tekanan (Bar)	Daya listrik (Watt)	Kecepatan sudut (rad/s)	Head loss (m)	Daya hidrolik (Watt)	Efisiensi turbin
0,012	1685	0,41	90	85	0,45	36,9	176,3633	4,5	529,74	6,966
0,012	1679	0,43	86	85	0,45	36,98	175,7353	4,5	529,74	6,981
0,012	1643	0,44	84	80	0,45	36,96	171,9673	4,5	529,74	6,977

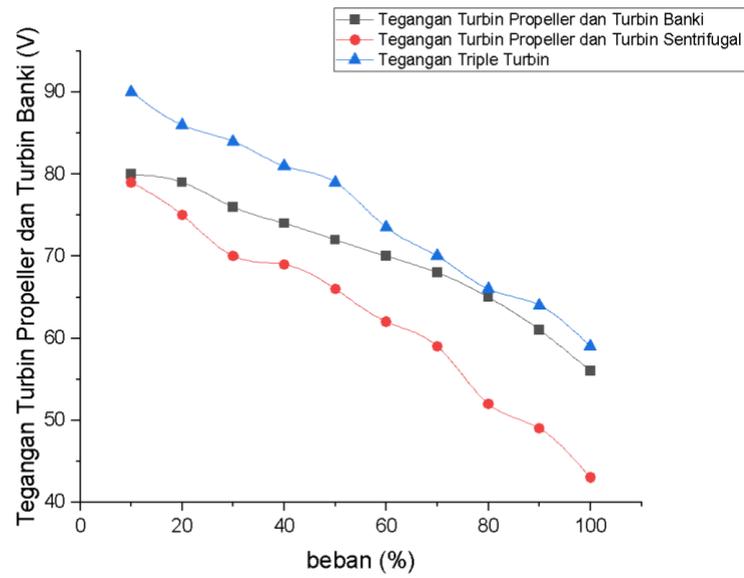
0,012	1636	0,46	81	80	0,45	37,26	171,2347	4,5	529,74	7,034
0,012	1588	0,47	79	75	0,45	37,13	166,2107	4,5	529,74	7,009
0,012	1523	0,5	73,5	70	0,45	36,75	159,4073	4,5	529,74	6,937
0,012	1498	0,54	70	65	0,45	37,8	156,7907	4,5	529,74	7,136
0,012	1449	0,55	66	65	0,45	36,3	151,662	4,5	529,74	6,852
0,012	1451	0,57	64	50	0,45	36,48	151,8713	4,5	529,74	6,886
0,012	1356	0,59	59	40	0,45	34,81	141,928	4,5	529,74	6,571

Analisa dan Grafik

Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa terjadi perubahan tegangan dan arus setiap penambahan beban, Perubahan tersebut dapat dilihat dari grafik perbandingan Tegangan dan arus pada pengoperasian PLTMH.



Grafik 1. Perbandingan Arus pada Pengoperasian PLTMH



Grafik 2. Perbandingan Tegangan pada Pengoperasi PLTMH

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa ketika beban naik maka arus akan mengalami kenaikan dikarenakan arus mengikuti perubahan beban, sedangkan pada tegangan terlihat ketika beban dinaikan maka tegangan akan mengalami penurunan dikarenakan tegangan berbanding terbalik dengan arus.

Dapat dilihat di grafik bahwa yang memiliki arus terbesar adalah pengoperasian turbin propeller dan turbin banki, sedangkan yang memiliki tegangan terbesar adalah pengoperasian triple turbin.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat data yang diperoleh dengan variasi pengoperasian turbin. Dapat disimpulkan bahwa pengoperasian turbin pada PLTMH yang menghasilkan daya terbesar adalah pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Banki sebesar 44,24 Watt, dan yang menghasilkan daya terkecil adalah pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Sentrifugal dengan sebesar 24,94 Watt. Dan pengoperasian yang memiliki Efisiensi terbesar adalah pengoperasian Turbin Propeller dan Banki sebesar 8,351% dan yang terkecil adalah pengoperasian Turbin Propeller dan Turbin Sentrifugal sebesar 3,582%.

Saran

Untuk mengoptimalkan kerja PLTMH triple turbin ini perlu dilakukan perbaikan pada bagian cacat manufaktur pada turbin banki. Mengatasi peristiwa kavitasi yang menyebabkan penurunan performa pompa sentrifugal yang menghasilkan daya hidrolis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing yang telah membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir, dan Politeknik Negeri Jakarta atas dukungan tempat dan sarana dalam penulisan serta doa orang tua yang selalu menyertai penulis.

REFERENSI

- 1 J. McKinney and P. C. C. Warnick. (1983). *Microhydropower Handbook Volume 1*.
- 2 A. A. Musyafa and I. H. Siregar. (2015). "EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL Achmad Aliyin Musyafa Indra Herlamba Siregar Abstrak" *Jtm*, vol. 03, pp. 136–144.
- 3 Mustakim. (2015). Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal Jenis Tunggal. *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro*.
- 4 Suwignyo, Masudin, I., Mokhtar, A., & Nissa, K. (2018). Desain dan Pembuatan Turbin Propeller. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*.
- 5 Denny, S. P. (2009). Pengaruh Generator Listrik dalam Kehidupan Sehari- hari. *Jurnal Softskill Mata Kuliah Teknik Listrik*.
- 6 Mahalla, Suharyanto, & S., M. B. (2013). Evaluasi Kinerja IMAG Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Cokro Tulung Kabupaten Klaten. *Jurnal Media ELEktrik*.
- 7 Harvi, & Ikrar H. (2017). Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana*.
- 8 Syahrudin, Diky. (2013). Modifikasi Alternator Sepeda Motor menjadi Generator 220 Volt pada Frekuensi 50 Hz. *JBTPPOLBAN*.