

ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DI DESA ARGAMUKTI KECAMATAN ARGAPURA KABUPATEN MAJALENGKA

Perly Sumirat, Engkos Koswara, Haris Budiman, Dony Susandi

Teknik Mesin Universitas Majalengka

email: ferlysumirat46@gmail.com

ABSTRACT

Majalengka Regency is located at the foot of Ciremai Mountain, where there are many waterfalls such as Muara Jaya Waterfall in Argamukti Village, Argapura District. The potential of this waterfall can not be utilized further, only new to the utilization for the tourist area. Another possible utilization is the creation of Micro Hydro Power Plant (MHPP), which will be an efficient alternative energy solution because it only utilizes the available water drops. In writing this Job Training Report discussed on maintenance of Micro Hydro Power Plant, the influence of the nozzle valve openings to turbine rotation, the effect of turbine rotation to the voltage generated by the generator, generator rotation for the resulting voltage stable on 220-240V.

Turbine velocity value of the largest of the test conducted is at 414.2 rpm, while the lowest are at 210.5 rpm. The turbine spinning test is subjected to a nozzle valve opening position. The result of the effect of the turbine rotation on the voltage generator, when the speed increases then the voltage will increase so vice versa. The effect of the generator spin on the generator voltage is the weaker the generator the weaker the voltage generated and vice versa.

Keywords: MHPP, electric energy, water turbine, generator voltage.

1. PENDAHULUAN

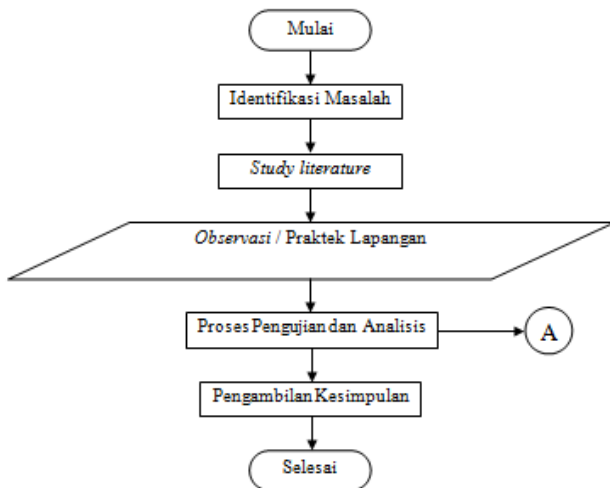
Prinsip kerja turbin adalah memanfaatkan tekanan dari air untuk menghasilkan putaran poros turbin. Pada turbin, energi potensial air berubah menjadi energi kinetik melalui *nozzle* disemprotkan ke *bucket* untuk dirubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk memutar poros generator yang berfungsi sebagai sumber utama untuk menghasilkan arus listrik.

Kinerja generator induksi sangat dipengaruhi oleh beban yang dipikul, ketika suatu beban pada generator tersebut naik maupun turun maka berdampak pada tegangan dan frekuensi (tidak stabil). Menurut Dragomirescu dkk. (2011) dalam penelitiannya menyatakan bahwa beban (*load*) berpengaruh terhadap tegangan yang dibangkitkan pada SEIG (*Self Excitation Induction Generator*). Untuk itu diperlukan konverter frekuensi untuk mengendalikan keluaran tegangan (380 V, 50 Hz) pada generator, agar berputar pada kecepatan tetap konstan. Chauhan dkk. (2013) menyatakan bahwa pengaruh dari kecepatan dan kapasitansi sebagai kombinasi parameter untuk SEIG (*Self Excitation Induction Generator*) agar menghasilkan nilai regulasi tegangan, regulasi frekuensi dan beban untuk memberikan kinerja yang optimal

Pada turbin dikenal adanya putaran stabil, putaran stabil adalah putaran yang kecepatannya tetap atau tidak naik-turun. Penyebab putaran turbin tidak stabil bisa disebabkan saluran air tersumbat, saringan air kotor, volume air pada bak penenang berkurang dan ada kebocoran pada instalasi perpipaan.

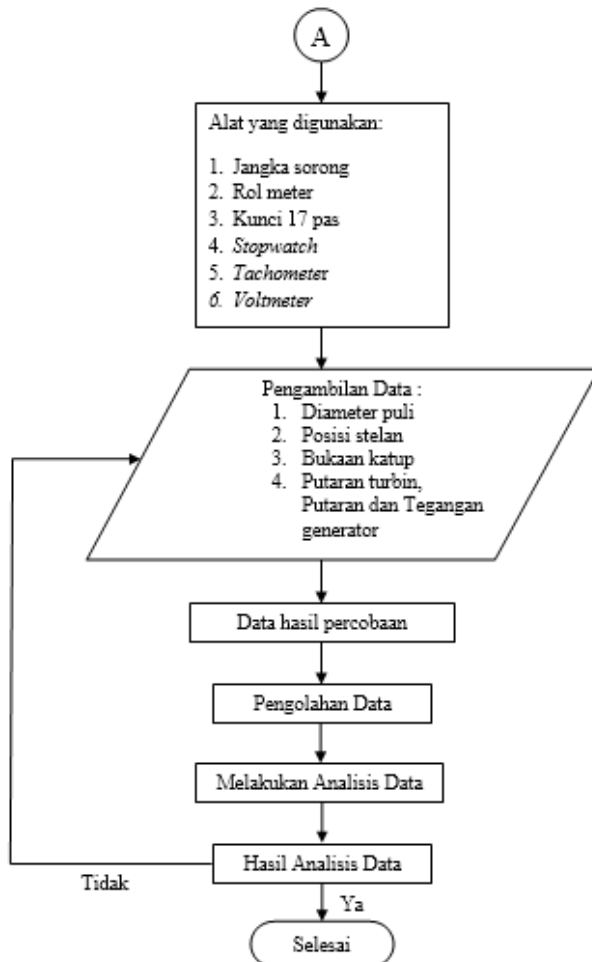
2. METODE PELAKSANAAN

Diagram alir (*Flow Chart*) Gambar 1 dibawah ini yang menjelaskan mengenai rangkaian proses kerja yang dilakukan dalam pelaksanaan kerja praktek. Dimulai dari identifikasi masalah, proses pengujian sampai pengambilan kesimpulan.



Gambar 1 *Flow Chart* kerja praktek

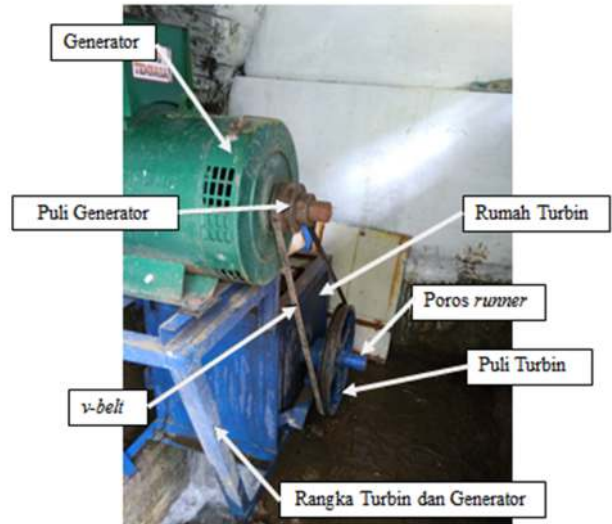
Flow Chart Gambar 2 ini merupakan penjelasan kegiatan lanjutan dari kegiatan proses pengujian dan analisis



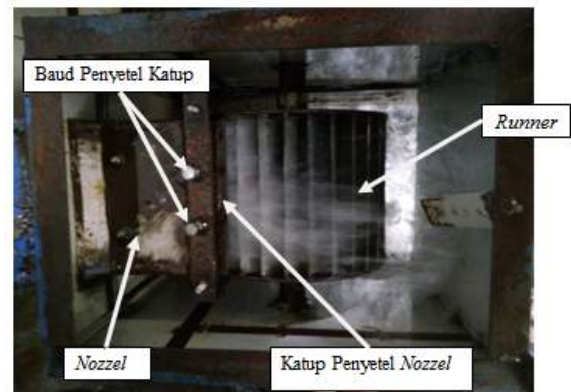
Gambar 2 *Flow Chart* Proses Pengujian dan Analisis Data

Konstruksi

Konstruksi turbin air *cross flow* ini berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Air Terjun Muara Jaya, selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3 Kontruksi turbin *cross flow*



Gambar 4 Turbin air *cross flow*

Proses Pengujian dan Analisis Data

1. Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam proses pengujian dan analisis pembangkit listrik tenaga mikro hidro adalah sebagai berikut :

1. Jangka sorong
2. Rol meter
3. Kunci 17 pas
4. *Stopwatch*
5. *Tachometer*
6. *Voltmeter*

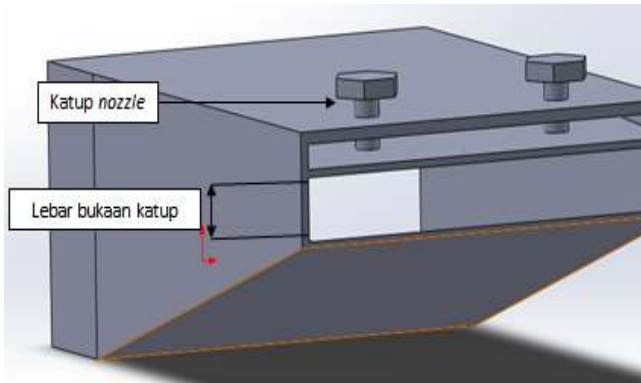
2. Pengambilan data secara langsung

Dalam proses pengambilan data ada beberapa pengambilan data yang dilakukan, berikut ini adalah pengambilan data yang dilakukan :

1. Pengambilan data ukuran diameter puli turbin dan puli generator

Alat ukur yang digunakan dalam pengambilan data ini adalah alat ukur jangka sorong dan rol meter yang digunakan untuk mengukur diameter puli turbin dan puli generator

2. Pengambilan data lebar bukaan katup nozzle



Gambar 5 Design nozzle

Gambar 5 menunjukkan *design nozzle* yang digunakan pada PLTMH Air Terjun Muara Jaya, Pengambilan data lebar bukaan katup *nozzle* dilakukan dengan menggunakan alat ukur jangka sorong dan kunci 17 pas. Proses pengambilan datanya yaitu dengan memutar bantalan baut penyetel $\frac{1}{2}$ putaran dengan kunci 17 pas, lalu lakukan pengukuran pada lebar bukaan katup *nozzle* dengan menggunakan alat ukur jangka sorong, catat hasil pengukurannya. Lakukan langkah pengukuran tersebut secara berulang sampai penyetelan bukaan katup *nozzle* habis, berikut ini kegiatan pengukuran lebar bukaan katup dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Kegiatan pengukuran lebar bukaan katup terhadap putaran turbin

- Pengambilan data putaran turbin, putaran dan tegangan generator



Gambar 7 Kegiatan pengukuran putaran turbin, putaran dan tegangan generator

Proses pengambilan data ini dapat dilihat pada Gambar 7, ada beberapa alat yang dibutuhkan yaitu *stopwatch*, *tachometer*, dan kunci 17 pas. pengambilan data putaran turbin dan putaran generator dalam proses pengambilan datanya menggunakan *stopwatch* untuk menghitung lama waktu yang digunakan setiap kali proses pengambilan data, lama waktu yang digunakan yaitu 5 detik. *Tachometer* digunakan untuk mengetahui besaran putaran pada poros turbin dan generator yang berputar, sedangkan kunci 17 pas digunakan untuk memutar bantalan baut penyetel bukaan katup.

Tahapan pengujian yang dilakukan adalah memutar baut penyetel katup *nozzle* $\frac{1}{2}$ putaran lalu tunggu selama 5 detik, lakukan pengukuran putaran turbin dan putaran generator dengan menggunakan *tachometer*, catat hasil pengukuran tegangan generator dengan melihat hasil pengukuran pada *voltmeter* yang terpasang dibagian generator. Lakukan langkah pengambilan data tersebut secara berulang sampai penyetelan bukaan katup *nozzle* habis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kinerja PLTMH

Pengambilan data pengujian PLTMH Air Terjun Muara Jaya dalam kondisi tanpa beban dilakukan dalam 3 kali pengujian, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1 Hasil pengujian ke 1

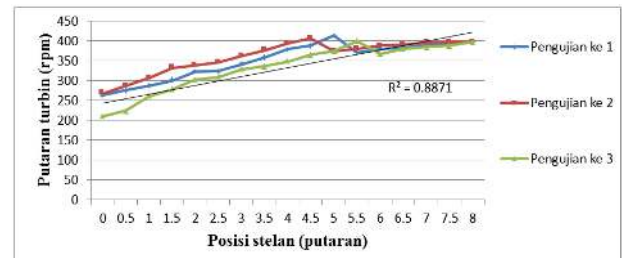
No	Posisi setelan (putaran)	Bukaan katup (mm)	Putaran turbin (rpm)	Putaran generator (rpm)	Tegangan generator (V)
1	0	32,60	264	1078	0
2	0,5	31,90	276,2	1155	0
3	1	31,20	287	1196	0
4	1,5	30,40	300,1	1226	10
5	2	29,70	323,3	1317	10
6	2,5	28,90	324,4	1360	15
7	3	28,10	341,6	1391	15
8	3,5	27,30	359	1466	20
9	4	26,60	379,6	1535	20
10	4,5	25,80	388,7	1581	30
11	5	25,10	414,2	1672	35
12	5,5	24,30	371,6	1537	195
13	6	23,60	380,3	1562	210
14	6,5	22,90	383,4	1587	210
15	7	22,20	389,7	1589	200
16	7,5	21,40	392,3	1595	200
17	8	20,70	397,9	1597	200

Tabel 2 Hasil pengujian ke 2

No	Posisi setelan (putaran)	Bukaan katup (mm)	Putaran turbin (rpm)	Putaran generator (rpm)	Tegangan generator (V)
1	0	32,60	268,3	1092	0
2	0,5	31,90	288	1187	20
3	1	31,20	307,6	1269	25
4	1,5	30,40	332,8	1350	25
5	2	29,70	338,6	1364	25
6	2,5	28,90	345,9	1412	25
7	3	28,10	362,8	1491	30
8	3,5	27,30	377,3	1533	35
9	4	26,60	395,1	1649	35
10	4,5	25,80	407,2	1653	40
11	5	25,10	374,4	1510	175
12	5,5	24,30	379,9	1533	180
13	6	23,60	388,3	1559	200
14	6,5	22,90	390,3	1597	210
15	7	22,20	396,5	1599	210
16	7,5	21,40	397,8	1605	215
17	8	20,70	398,4	1610	215

Hubungan Antara Posisi Stelan Terhadap Putaran Turbin

Putaran turbin yang dapat dihasilkan di Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Air Terjun Muara Jaya pada masing-masing pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik hubungan antara posisi stelan terhadap putaran turbin

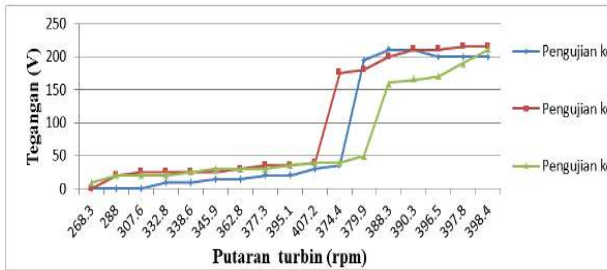
Dari Gambar 8 hubungan grafik diatas, diperoleh putaran turbin yang bervariasi dari ketiga hasil pengujian posisi setelan katup, bisa dilihat perbandingan hasilnya semakin tinggi posisi stelan katup *nozzle* maka putaran turbin yang dihasilkan semakin tinggi pula.

Nilai kecepatan turbin yang paling besar dari ketiga pengujian tersebut berada pada 414,2 rpm dipengujian ke 1, sedangkan yang paling rendah berada di 210,5 rpm menurut pengujian ke 3. Pengujian putaran turbin dipengaruhi posisi stelan bukaan katup *nozzle*.

Dari ketiga pengujian diatas ada sebuah permasalahan yaitu munculnya grafik tertinggi ditengah pengujian lalu turun kembali, itu disebabkan generator mulai menghasilkan energi listrik sehingga seperti ada hambatan yang menyebabkan putaran turbin turun kembali.

Hubungan Antara Putaran Turbin Terhadap Tegangan Generator

Putaran turbin terhadap tegangan generator yang dihasilkan di Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Air Terjun Muara Jaya pada masing-masing pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.

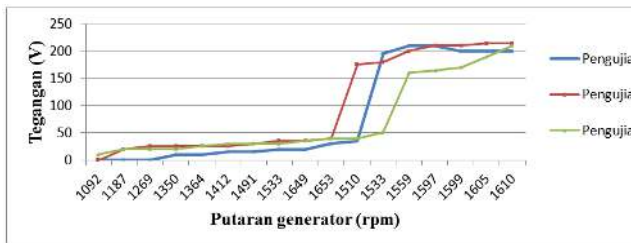


Gambar 9 Grafik hubungan antara Putaran turbin terhadap tegangan generator

Pada Gambar 9 data diambil sebanyak 3 kali pengujian, mulai dari tegangan yang paling rendah 10 V dengan putaran 210,5 rpm pada pengujian 3, sampai yang paling tinggi 215 V dengan putaran 398,4 rpm pada pengujian ke 2. Gambar 9 membuktikan bahwa kecepatan putar turbin mempengaruhi tegangan generator, ketika kecepatan putaran turbin meningkat maka tegangan yang dihasilkan akan semakin meningkat begitu sebaliknya.

Hubungan Putaran Generator Terhadap Tegangan Generator

Hubungan putaran generator dan tegangan generator pada masing-masing pengujian dapat dilihat pada Gambar 10.

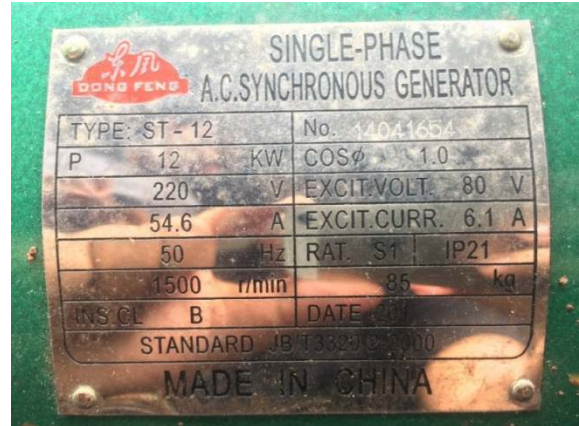


Gambar 10 Grafik hubungan antara putaran generator dan tegangan generator

Nilai dari tegangan listrik yang dihasilkan pada PLTMH Air Terjun Muara Jaya tergantung pada seberapa cepat laju putaran generator yang dihasilkan, semakin cepat laju putaran generator yang dihasilkan, semakin besar pula nilai tegangan listrik yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin lemah putaran generator semakin lemah pula tegangan listrik yang dihasilkan.

Bila dilihat dari diagram diatas, nilai paling tinggi tegangan listrik yang dihasilkan oleh PLTMH Air Terjun Muara Jaya terjadi pada putaran 1610 rpm menghasilkan 215 V pada pengujian ke 2. Sedangkan menurut spesifikasi generator bahwa generator yang

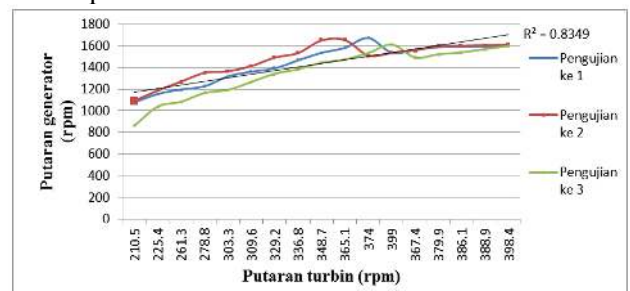
digunakan memiliki tegangan paling rendah di putaran 1500 rpm, berdasarkan data pengujian yang dilakukan tegangan paling rendah berada dikisaran putaran 1500 rpm itu sebesar 175 V pada pengujian ke 2. Berikut ini gambar 12 spesifikasi generator yang digunakan di PLTMH Air Terjun Muara Jaya.



Gambar 11 Spesifikasi generator

Hubungan Putaran Turbin Terhadap Putaran Generator

Hubungan putaran turbin dan putaran generator pada masing-masing pengujian dapat dilihat pada Gambar 12 berikut ini:



Gambar 12 Grafik hubungan antara putaran turbin dan putaran generator

Gambar 12 menunjukkan hubungan grafik antara putaran turbin dan putaran generator, diperoleh putaran generator dan putaran turbin yang bervariasi dari ketiga hasil pengujian, bisa dilihat perbandingan hasilnya semakin tinggi putaran turbin maka putaran generator yang dihasilkan semakin tinggi pula.

kecepatan turbin yang paling tinggi dari ketiga pengujian tersebut berada pada 414,2 rpm dengan putaran generator 1672 rpm dipengujian ke 1, sedangkan kecepatan paling rendah dari turbin adalah 210,5 rpm dan putaran generator 861 rpm menurut hasil pengujian ke 3.

Dalam ketiga pengujian diatas ada sebuah permasalahan yaitu munculnya grafik tertinggi ditengah pengujian lalu turun kembali, itu disebabkan pada saat putaran tersebut generator mulai menghasilkan listrik sehingga seperti ada hambatan yang menyebabkan putaran generator dan turbin turun kembali.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penyusunan Laporan Kerja Praktek tentang analisis pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) di Desa Argamukti Kecamatan Argapura Kabupaten Majalengka, ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bukaannya katup *nozzle* sangat mempengaruhi putaran turbin, semakin kecil bukaan katup *nozzle* maka putaran turbin yang dihasilkan semakin tinggi dan sebaliknya, Nilai kecepatan turbin yang paling tinggi dari ketiga pengujian tersebut berada pada 414,2 rpm dipengujian ke 1, sedangkan yang paling rendah berada di 210,5 rpm menurut pengujian ke 3.
2. Pengaruh yang terjadi antara putaran turbin terhadap tegangan yang dihasilkan oleh generator, semakin cepat putaran generator yang dihasilkan semakin besar pula nilai tegangan listrik yang dihasilkan dan begitu juga sebaliknya. Nilai paling tinggi tegangan listrik yang dihasilkan oleh PLTMH Air Terjun Muara Jaya terjadi pada putaran 1610 rpm menghasilkan 215 V berdasarkan hasil pengujian ke 2.
3. Dalam pengujian ini belum didapat putaran generator yang dapat menghasilkan tegangan stabil diangka 220-240 V, karena perolehan paling tinggi tegangan listrik yang dihasilkan hanya sampai diangka 215V dengan putaran 1610 rpm menurut pengujian ke 2.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Koswara, Engkos, et al. "KAJI ANALITIK POTENSI DAYA LISTRIK PLTMH DI AIR TERJUN MUARA JAYA DESA ARGAMUKTI KABUPATEN MAJALENGKA PROVINSI JAWA BARAT." Prosiding Semnastek (2017).
2. Sari, Sri Purnomo, and Rendi Yusuf. "PENGARUH JARAK DAN UKURAN NOZZLE PADA PUTARAN SUDU TERHADAP DAYA LISTRIK TURBIN PELTON."
3. Saputro, Dwi Aji, and S. T. Agus Supardi. *Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Tegangan Dan Frekuensi Generator Induksi 1 Fase 6 Kutub*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016
4. Sularso, Suga. "Kiyokatsu, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, PT." *Pradnya Paramita, Jakarta* (1978).
5. Mokhtar, Ali, and Sayid Muhammad. "PENERAPAN TEKNOLOGI PENGOPERASIAN, PERAWATAN DAN PELATIHAN MIKRO HIDRO DI DESA KARANG SUKO KECAMATAN PAGELARAN KABUPATEN MALANG." *Jurnal Dedikasi* 10 (2014).
6. Mulyadi, Mulyadi, Margianto Margianto, and Ena Marlina. "PENGARUH JARAK SEMPROT NOZZLE TERHADAP PUTARAN POROS TURBIN DAN DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN PADA PROTOTYPE TURBIN PELTON." *Jurnal Teknik Mesin* 6.02 (2017).
7. Sukamta, Sri, and Adhi Kusmantoro. "Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur." *Jurnal Teknik Elektro* 5.2 (2015).
8. Dwiyanto, Very, Dyah Indriana Kusumastuti, and Subuh Tugiono. "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)." *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 4.3 (2016): 407-422.