

**KAJIAN KETERHUBUNGAN PARAMETER MEKANIK DAN LISTRIK
PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO BERBASIS
TURBIN *CROSSFLOW* 5 kW**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu untuk mendapatkan gelar
Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :
NUR FADIL
13 2014 100

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2018**

SKRIPSI

**KAJIAN KETERHUBUNGAN PARAMETER MEKANIK DAN LISTRIK
PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO BERBASIS
TURBIN *CROSSFLOW* 5 kW**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

Nur Fadil
(132014100)


Merupakan Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Pada, 10 Februari 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1


H. Zulkifli Saleh, M.Eng.
NIDN: 0212056402

Pembimbing 2


Faroda, S.T., M.T.
NIDN: 0224076001


Anggota Dewan Penguji


Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.
NIDN: 0212056402

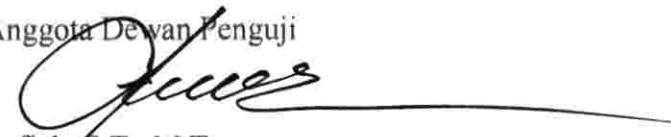
Anggota Dewan Penguji


Ir. Ali Nurdin, M.T.
NIDN: 0007126208

Anggota Dewan Penguji


Feby Ardianto, S.T., M.Cs.
NIDN: 0207038101

Anggota Dewan Penguji


Sofiah, S.T., M.T.
NIDN: 0209047302

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik,**


Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T.
NIDN: 0227077004

Ketua Program Studi Teknik Elektro,


Taufik Barlian, S.T., M.Eng.
NIDN: 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 10 April 2018

Yang membuat pernyataan



METERAI
TEMPEL
E8A47AEF96384034
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Nur Fadil

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Berdo'a dan berusaha
- Jujur adalah kunci kesuksesan
- Lisan mu menunjukkan kualitas mu
- Berpegang teguh pada prinsip

Kupersembahkan Skripsi Ini Kepada :

- Allah SWT.
- Dosen Pembimbing Bpk Ir. Zulkiffly Saleh ,M.Eng, dan Ir Azhari ST.MT
- Ayahku Sarwidi dan Ibuku Napsiah yang tak kenal lelah memberiku doa dan dukungan baik moril maupun materil.
- Kakak-kakak ku tercinta yang selalu mendukungku Yogi Alfian,spd.
- Almamater ku Universitas Muhammadiyah Palembang
- Rekan Seperjuangan *team turbine crossflow*, Nur Fadil, Roy Rahadiyan, Tesar Pradana, Yoga Wijaya, dan Ricki Purwanto.
- Teman Sekosan Habib Muhar Syaifulah dan Aby Musa Azhari

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbilalamin, Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya akhirnya penulisan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam mudah-mudahan tetap selalu dilimpahkan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, para sahabat, dan pengikut-Nya.

Skripsi yang berjudul “Kajian Keterhubungan Parameter Mekanik dan Listrik Pada PLTMH berbasis Turbin *Crossflow* 5 kW”. Penyusunan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar S-1 atau Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, pengarah, dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu, pada kesempatan ini dan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Faroda ST. M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

Ucapan terimakasih kepada pihak yang berperan dalam membantu penyelesaian skripsi, yaitu :

1. Bapak Abid Djazuli, S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Taufik Barlian, ST, M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Feby Ardianto, ST, M.Cs. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Ayahku Sodikun dan Ibu ku Asiah yang tak kenal lelah memberiku doa dan dukungan baik moril maupun materil.
7. Adik-adikku Fandina Widianti dan Faizal Mubarak yang selalu mendukung terus.
8. Almamater ku Universitas Muhammadiyah Palembang
9. Rekan Seperjuangan *team turbine crossflow*, Yan Pratikna, Roy Rahadiyan, Tesar Pradana, Yoga Wijaya, dan Ricki Purwanto.
10. Seluruh teman-teman Mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2014, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas budi baik kalian yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal ibadah yang kalian lakukan diterima dan mendapat balasan dari-Nya. Semoga bimbingan, saran, partisipasi dan bahan yang telah diberikan akan bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Palembang,

2018

Penulis

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) merupakan salah satu sumber energi terbarukan, ramah lingkungan dan mudah diterapkan di daerah-daerah pedesaan dan terpencil. Di Indonesia, potensi energi PLTMH cukup besar namun belum banyak dimanfaatkan dengan optimal. PLTMH adalah salah satu cara untuk memanfaatkan sumber energi alternatif yang ada, khususnya di pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Pemanfaatan dengan mengandalkan PLTMH yaitu dengan memanfaatkan aliran air sehingga memutar poros turbin sampai terbentuknya energi mekanik. Energi inilah yang akan dihubungkan ke generator untuk memutar rotor yang pada akhirnya dapat membangkitkan energi listrik. Dengan demikian, maka kehandalan sistem yang dibangun merupakan suatu keharusan untuk mendapatkan energi listrik yang berkualitas. Sehingga untuk mengangkat permasalahan diatas, perlu di analisis keterhubungan parameter mekanik dan listrik pada PLTMH tersebut, agar turbin yang akan dibangun berjalan sebagaimana mestinya. Hasil analisis dan perhitungan pengukuran putaran turbin sebanyak 10 kali didapat dengan rata-rata putaran 1663,2 rpm, daya turbin yang didapatkan 6,9632 kW, maka energi listrik yang didapatkan pada daya generator 4,526 kW.

Kata kunci: Aliran, Putaran, Daya

ABSTRACT

Micro hydro power plant (PLTMH) is one of the sources of renewable energy, environmentally friendly and easily applied in rural areas and remote. In Indonesia, the potential energy of the PLTMH is big enough but not much utilized optimally. PLTMH is one of the ways to utilize alternative sources of energy, especially in rural areas that are not affordable by the electricity network by on Exploiting PLN. Utilization by relying on PLTMH that is by utilizing the water flow so that the rotating turbine shaft until the formation of mechanical energy. This Energy will be clutch to the generator rotor to rotate, which in turn can raise electric energy. Thus, the reliability of the built system is a must to get quality electrical energy. So to raise the above problems, it is necessary in the analysis of the connectedness of mechanical and electrical parameters at the PLTMH, so that the turbine to be built running properly. The result of analysis and calculation of the turbine measurement rotation by as much as 10 times the average obtained with round 1663,2 rpm, the power of turbine round 6,9632 kW, then electrical energy obtained at 4,526 kW generator power.

Key words: Flow, Spin, Power

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAM PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi Terbarukan	4
2.1.1 Energi Air.....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH).....	5
2.2.1 Komponen-Komponen PLTMH	7
2.2.2 Keunggulan	9
2.3 Turbin Air	9
2.3.1 Jenis-jenis Turbin.....	9

2.4	Saluran Terbuka.....	10
2.5	Debit	11
2.6	Turbin <i>Crossflow</i>	11
2.6.1	Prinsip Kerja Turbin <i>Crossflow</i>	13
2.6.2	Putaran Turbin.....	14
2.6.3	Daya Turbin	14
2.6.4	Efisiensi Turbin.....	15
2.7	Puli.....	15
2.8	Torsi.....	16
2.9	Pembangkitan Daya.....	16
2.9.1	Daya <i>Available</i> (Tersedia).....	16
2.9.2	Daya Terbangkitkan	17
2.10	Daya.....	17
2.10.1	Arus.....	17
2.10.2	Tegangan.....	18
2.10.3	Frekuensi.....	18
2.11	Generator Sinkron.....	19
2.11.1	Prinsip Kerja Generator Sinkron	20
2.11.2	Komponen Generator Sinkron	20
2.12	Penerapan Beda Hingga.....	21
2.12.1	Persamaan Diferensial Parsial Jenis Eliptik	22
2.12.2	Penerapan Metode Beda Hingga	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram <i>Fishbone</i>	26
3.2	Alat dan Bahan	26

BAB IV DATA DAN ANALISIS

4.1	Data	29
-----	------------	----

4.1.1	Data Mekanis	29
4.1.2	Data Elektris	34
4.2	Analisis	35
4.2.1	Saluran	35
4.2.2	Debit	35
4.2.3	Daya Available.....	36
4.2.4	Daya Turbin	36
4.2.5	<i>Pulley</i>	37
4.2.6	Daya Keluaran pada Generator	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema PLTMH	6
Gambar 2.2 Berbagai macam bentuk saluran terbuka	10
Gambar 2.3 Komponen-komponen pada turbin <i>crossflow</i>	12
Gambar 2.4 Dua tipe turbin <i>crossflow</i>	13
Gambar 2.5 Penurunan Tekanan Aliran Fluida Pada Sisi atas Turbin	13
Gambar 2.6 <i>Salient-poleRotor</i> dan <i>Cylindrical-rotor</i>	19
Gambar 2.7 Titik-titik didalam persamaan	23
Gambar 2.8 Titik <i>mesh (i,j)</i> yang dihubungkan ke empat titik tetangganya	24
Gambar 3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	26
Gambar 3.2 Turbin <i>Crossflow</i>	26
Gambar 3.3 <i>FlowWatch FW 450</i>	26
Gambar 3.4 <i>Global Positioning System</i>	27
Gambar 3.5 <i>Tool Kits</i>	27
Gambar 3.6 <i>Digital Tachometer</i>	27
Gambar 3.7 <i>Stopwatch</i>	27
Gambar 3.8 Las Listrik	28
Gambar 3.9 Waterpas	28
Gambar 3.10 Pita Ukur	28
Gambar 4.1 Penampang Saluran	29
Gambar 4.2 Grafik Lebar Penampang	30
Gambar 4.3 Grafik Kedalaman Penampang	30
Gambar 4.4 Grafik Kecepatan Aliran	31
Gambar 4.5 Dimensi Turbin Tampak Atas	33
Gambar 4.6 Dimensi Turbin Tampak Samping	33

Gambar 4.7 Dimensi Turbin Tampak Depan.....	33
Gambar 4.8 Grafik Pengukuran Putaran Turbin	34
Gambar 4.9 <i>Pulley 1 Stage</i>	35
Gambar 4.10 Grafik Hubungan daya turbin dan Putaran poros turbin	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Pengukuran Penampang Saluran	29
Tabel 4.2 Data Kecepatan Aliran Per penampang	31
Tabel 4.3 Hasil pada Perhitungan Matlab	32
Tabel 4.4 Data Aliran	32
Tabel 4.5 Data Spesifikasi Turbin	32
Tabel 4.6 Kecepatan Putaran Turbin	34
Tabel 4.7 Data <i>Pulley</i>	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik adalah sumber daya yang paling banyak digunakan karena memiliki banyak fungsi, diantaranya dalam menunjang kehidupan manusia, listrik digunakan sebagai catu alat-alat elektronik dan alat lainnya yang membutuhkan listrik. Listrik menopang kelangsungan di berbagai bidang, seperti halnya bidang industri, bidang pendidikan, dan lain sebagainya. Dengan demikian listrik menempatkan dirinya pada posisi pertama sebagai kebutuhan primer bangsa. Namun hal ini berbanding terbalik dengan terbatasnya bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik, karena pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil masih sangat diandalkan. Hal ini membuat banyak negara termasuk Indonesia mencari cara dalam pemanfaatan energi untuk menambah pasokan listrik guna memenuhi kebutuhan di berbagai bidang dan aspek kehidupan. Selain mengandalkan pembangkit listrik berbahan bakar fosil, aplikasi yang diarahkan dalam pemanfaatan energi terbarukan yang ada di alam adalah pemanfaatan energi air, energi angin, energi matahari, dan panas bumi. Salah satu sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi di Indonesia adalah pemanfaatan energi air dan apabila pemanfaatan energi tersebut secara meluas di seluruh wilayah Indonesia maka peluang keluar dari krisis listrik akan semakin besar mengingat bahwa terdapat banyak sungai yang berpotensi untuk dimanfaatkan dan semuanya menyebar di seluruh pulau-pulau besar yang ada di Indonesia. (Pratilastiarso & Hamka, 2016)

Akibat krisis energi tersebut, berdampak pada ketersediaan produksi daya listrik. Hal ini telah menarik perhatian para peneliti untuk menemukan sumber-sumber energi baru yang lebih murah, yang tersedia dalam jumlah yang besar. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini. Turbin *crossflow*, merupakan

salah satu jenis turbin yang sering digunakan untuk PLTMH. (Mafrudin & Irawan, 2012)

PLTMH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang mengubah energi potensial air menjadi kerja mekanis, memutar turbin dan generator untuk menghasilkan daya listrik skala kecil, yaitu sekitar 0-100 kW. Pembangunan PLTMH, merupakan salah satu alternatif supply energi listrik, khususnya di pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. PLTMH merupakan alternatif yang sangat potensial bila dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya. Dengan demikian maka kehandalan sistem yang dibangun merupakan suatu keharusan untuk mendapatkan energi listrik yang berkualitas (Subandono, 2012).

Sehingga untuk mengangkat permasalahan diatas, perlu dianalisis keterhubungan parameter mekanik dan listrik pada PLTMH tersebut. Oleh karena itu, penulis mengambil judul “Kajian Keterhubungan Parameter Mekanik Dan Listrik Pada PLTMH Berbasis Turbin *Crossflow* 5 Kw” agar turbin yang akan dibangun berjalan sebagaimana mestinya untuk suplai energi PLTMH.

1.2 Tujuan Penelitian

Mengkaji hubungan parameter mekanik dan listrik.

1.3 Batasan Masalah

Hubungan parameter mekanik dan listrik pada PLTMH berbasis turbin *crossflow*.

1.4 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penelitian ini, sistematika akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi Latar Belakang Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cekdin, C., & Barlian, T. (2013). *Rangkaian Listrik*.
- Damastuti, P. A. (1997). Pembangkit Tenaga Mikrohidro. *TEKNOLOGI* , 11-12.
- Dietzel, F. S. (1993). *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Frاندana, W., & Kasim, T. S. (2016). Evaluasi Kinerja Pltmh Sikabung-Kabung Di Desa Sukamakmur Kecamatan Kutalimbaru Kabupaten Deli Serdang Dengan Rekayasa Nilai (Value Engineering). *Jurnal Singuda Ensikom* , 26-40.
- Gule, H. I., & Ibrahim, H. (2015). Kaji Eksperimental Pengaruh Sudu Pengarah Terhadap Efisiensi Turbin Crossflow Dengan Jumlah Sudu 30. 1-13.
- Harseno, E., & Jonas, S. (2017). Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan Pada Saluran Terbuka Bentuk Primatis. *Majalah Ilmiah UKRIM* , 1-26.
- Indonesia, E. C. (2010). *Buku Panduan Energi Yang Terbarukan*. PNPM Mandiri.
- Indriani, A., Hendra, Kurniawan M, A., & Herawati, A. (2013). *Rancang Bangun Dan Pembuatan Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Metode Elemen Hingga Berdasarkan Posisi Dan Bentuk Sudu Screw Pump*. Bengkulu.
- Joni, A. (2013). *Pemanfaatan Motor Induksi Satu Fasa sebagai Generator*. Yogyakarta.
- Mafrudin, & Irawan, D. (2012). Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur. *Turbo* , III, 7-12.
- Nusyirwan. (2017). Kajian Perancangan dan Evaluasi PLTMH Jorong Patamuan Kabupaten Pasaman dalam Mengatasi Kekurangan Listrik Pedesaan. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal* , 40-46.
- Pratilastiarso, J., & Hamka, M. (2016). Rancang Bangun PLTMH Menggunakan Turbin Cross-Flow berkapasitas 1 Kw untuk Daerah Terpencil dengan Sumber Air yang Terbatas. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (pp. 1-7). Yogyakarta: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia.
- Rainarli, E. (2012). Simulasi Perancangan Bejana Tekan Dengan. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)* , 31.

- Rohimibnuahmad. (2009, april 29). *Definisi Tegangan, Arus, Dan Daya Listrik*.
- Rustan, H. (2013). Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kinerja Turbin Cross Flow. *Jurnal Mekanikal* , IV (2).
- Sailah, S., & Cekdin, C. (2014). *Medan Elektromagnetik*.
- Saleh, Z., & Syafitra, F. (2016). Analisis Perbandingan Daya Pada Saluran Pembawa Untuk Suplai Turbin Ulir Archimedes. *Simposium Nasional Teknologi Terapan* , 132-138.
- Sitepu, W. A., Sinaga, J. B., & Sugiri, A. (2014). Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh). *Jurnal FEMA* , 72-78.
- Subandono, A. (2012). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. 1-13.
- Susaty, A. (2003). Pengembangan Turbin Air Type Crossflow Diameter Runner 400 Mm. *Pemaparan Hasil Litbang 2003* (pp. 1-20). Bandung: Pusat Penelitian Informatika - LIPI.
- Susaty, A., & Subekti, A. R. (2009). Implementasi Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Kapasitas 30 kW di desa Cibunar Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Daur Bahan Bakar 2009* (pp. 22-26). Serpong: Puslit Tenaga Listrik dan Mekatronik – LIPI.
- Sutanto, A. (2015). Perkakas Bantu Pegang dan Pengarah untuk Fibrikasi Disc Runner PLTMH untuk Produksi Jobshop. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, (pp. 1-8). Banjarmasin.
- Tohari, M., & Lubis, I. (2015). Pengujian Unjuk Kerja Turbin Crossflow Skala Laboratorium Dengan Jumlah Sudu 20. 1-14.
- Wikipedia. (2014, Agustus 6). *Frekuensi*. Retrieved 5 3, 2015, from ensiklopedia bebas: <http://id.wikipedia.org/wiki/Frekuensi>
- Yuniarti, E. (2012). Rancangan Parameter Turbin Crossflow Generator Sinkron Pada Pltmh Talang Lintang. *Berkala Teknik* , II, 1-13

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai landasan teori yang berisikan dasar pemikiran secara teoritis dan secara umum antara lain tentang Energi Terbarukan, Turbin *crossflow*, Pembangkitan Daya, Generator Sinkron 1 Fasa.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Membahas mengenai Diagram Alir (*fishbone*), Alat dan Bahan yang digunakan.

BAB 4 DATA DAN ANALISIS

Membahas mengenai analisis data yang diperoleh saat melakukan penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari skripsi yang telah dibuat.