

**PERBANDINGAN DAYA AVAILABLE, DAYA KELUARAN TURBIN DAN
DAYA KELUARAN GENERATOR AKSIAL**



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Program

Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

Demas Fajar Prakoso

13 2015 034

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2019

SKRIPSI
PERBANDINGAN DAYA AVAILABLE DAYA KELUARAN TURBIN
ARCHIMEDES DAN DAYA KELUARAN GENERATOR AKSIAL



Dipersiapkan dan Disusun Oleh

DEMAS FAJAR PRAKOSO

132015034

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada 22 Agustus 2019

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Yosi Apriani, S.T., M.T.
NIDN : 0213048201

Pembimbing 2

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

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik



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

Penguji 1

Ir. Saleh Al Amin, M.T.
NIDN : 0216086201

Penguji 2

Ir. Subianto, M.T.
NIDN : 0207036201

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Taufik Barlian, S.T., M.Eng.
NIDN : 218017202

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 Oktober 2019

Yang Membuat Pernyataan



Demas Fajar Prakoso

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Berdo'a dan berusaha
- ❖ Kepuasan pada keberhasilan yang telah diperoleh tergantung seberapa besar usaha yang telah dilakukan
- ❖ Jangan pernah takut mencoba hanya karena pernah gagal
- ❖ Bersyukurlah, maka Allah akan menambahkan nikmatmu
- ❖ Jadilah pemenang yang tidak pernah takut akan kegagalan
- ❖ Hasil takkan pernah berhianat pada persiapan.

Kupersembahkan skripsi kepada :

- ❖ ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
- ❖ Kepada kedua orang tuaku Bapakku Sutrisno, Ibuku Tercinta Elly Laswati dan Mbaku Shella Etrie Vetrisyah yang tak kenal lelah memberiku doa, dan Semangat, dukungan baik moril maupun materil, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibuku tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
- ❖ Kepada Pembimbing Skripsi I saya Ibu Yosi Apriani,.S.T.M.T. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan Pembimbing II. Ir. Zulkiffli Saleh,.M.Eng sekaligus telah menjadi ibu dan ayah dikampus dan dilapangan.
- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
- ❖ Team Sarwan *Renewable Energy Team* yang selalu bersama menghibur dan bersemangat dikampus bimbingan dan dilapangan.

- ❖ Untuk sahabat rekan-rekan Team Kiamori dan yang Terutama Direktur Utama PT.Kiamori Academy yang telah memberikan semangat motivasi untuk menyelesaikan Skripsi ini .
- ❖ Teman-teman satu angkatan 2015 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini guna memenuhi syarat gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Adapun judul skripsi ini adalah **“PERBANDINGAN DAYA AVAILABLE, DAYA KELUARAN TURBIN ARCHIMEDES DAN DAYA KELUARAN GENERATOR AXIAL”** Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, arahan, dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu, pada kesempatan ini dan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. Selaku Dosen pembimbing 1
2. Bapak Ir. Zulkifli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 2

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

1. Bapak **Dr. Abid Dzajuli, 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. S.T.,M.Eng.** Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak **Feby Ardianto, M.Cs** Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Elektro dan Staff Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Kedua orang tuaku bapakku Sutrisno ibuku Elly laswati dan mbakku Shella yang tak kenal lelah memberiku doa dan dukungan baik moril maupun materil.
7. Terima kasih juga kepada rekan seperjuangan skripsi “Sarwan Renewable Energi Team” yang telah membantu, menghibur dan kerja samanya selama penelitian Skripsi.
8. Kepada sahabatku Habib, Desi ayu , Desi ahiryani dan Team Kiamori academy terimakasih sudah mensupport untuk skripsi ini.
9. Semua pihak yang terkait dalam penyelesaian skripsi ini.

Tiada lain harapan penulis semoga Allah SWT membalas segala niat baik pada semua pihak yang tersebut diatas.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun, demi kebaikan penulisan yang akan datang. Dan juga penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi Perkembangan Ilmu dan teknologi, khususnya di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Oktober 2019

Penulis

ABSTRAK

PERBANDINGAN DAYA AVAILABLE, DAYA KELUARAN TURBIN DAN DAYA KELUARAN GENERATOR AKSIAL

Demas Fajar Prakoso*

*Email : Demasfajarprakoso@gmail.com

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengancara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air pada sungai air Terjun terdapat potensi ketersediaan air yang cukup sepanjang tahun, debit yang dapat diandalkan, memiliki kontur yang sesuai dan telah dimanfaatkan untuk PLTMH. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perbandingan daya available, daya keluaran turbin dan daya keluaran generator aksial. Metode penelitian ini menggunakan 4 tahapan yaitu : 1. Pengambilan data 2. Alat dan bahan 3. Perhitungan 4. Analisis , Kecepatan maksimum pada penampang saluran tepatnya terjadi di permukaan alian sebesar 10,93 m/dt sedangkan kecepatan minimum terjadi didasar saluran sebesar 3,1126 m/dt. Daya available aliran pada saluran yang lebih besar yaitu 14,6 W. Secara mekanis dan elektris Daya yang tebangkitkan dari turbin sebesar 7,45 kw . Sedangkan pada pengujian berbeban resistif dengan total daya yang dihasilkan generator yaitu 5,6 kw.

Kata kunci : Daya available, Daya terbangkitkan pada turbin, Generator Aksial

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistematika Penulisan.....	2
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Energi	4
2.2. Terjunan Air	4
2.3. Siklus Hidrologi	4
2.4. Limpasan Permukaan (<i>Run Off</i>).....	5
2.5. Ketinggian Air	5
2.6. Daya Available (Tersedia).....	6
2.7. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	6
2.7.1. Prinsip Kerja PLMTH.....	7
2.8. Turbin Air.....	8

2.8.1.	Turbin Ulir Archimedes	8
2.8.2.	Prinsip Kerja Turbin Ulir Archimedes	9
2.8.3.	Keunggulan Dari Turbin Archimedes	9
2.9.	Puli.....	10
2.10.	Pembangkitan Daya	10
2.10.1.	Debit.....	10
2.10.2.	Torsi	11
2.10.3.	Efisiensi Turbin Archimedes.....	12
2.11.	Daya Keluaran Turbin Archimedes	13
2.12.	Generator Sinkron.....	13
2.12.1.	Konstruksi Generator Sinkron.....	14
2.12.2.	Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	15
2.13.	Generator Aksial	16
2.13.1.	Konstruksi Generator Aksial.....	17
2.13.2.	Prinsip Kerja Generator Aksial	20
2.13.3.	Kelebihan Generator aksial	21
2.13.4.	Perbandingan Antara Generator Radial Dengan Generator Aksial.....	21
2.14.	Daya Keluaran Generator	22
2.15.	Metode Beda Hingga	23
2.15.1.	Persamaan Diferensial Parsial Jenis Eliptik	23
BAB 3	.....	26
METODE PENELITIAN	.....	26
3.1.	Diagram Fishbone	26
3.2.	Mekanisme Pelaksanaan Penelitian.....	26
3.3.	Alat dan Bahan	28
BAB 4	.....	36
DATA DAN ANALISIS	.....	36
4.1.	Data Pengukuran	36

4.1.1.	Data kecepatan aliran melalui program Matlab	37
4.1.2.	Data hasil pengukuran kecepatan aliran air	39
4.1.3.	Data Dimensi Turbin.....	40
4.1.4.	Data Putaran	41
4.1.5.	Spesifikasi Generator Axial	42
4.2.	Analisis	42
4.1.2.	Luas penampang dan Kapasitas debit aliran	43
4.2.1.	Parameter Mekanis.....	43
4.2.2.	Daya Available.....	45
4.2.3.	Daya Turbin	46
4.2.4.	Perhitungan Daya Keluaran Generator	46
BAB 5	.....	48
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	48
5.1.	Kesimpulan.....	48
5.2.	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	.....	49
LAMPIRAN	.....	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring meningkatnya perkembangan kebutuhan manusia. Berbagai pemanfaatan sumber energi dilakukan untuk mengatasi semakin menipisnya sumber energi yang memanfaatkan Bahan Bakar Minyak (BBM). Salah satu solusi adalah memanfaatkan energi baru dan terbarukan, seperti energi surya, angin, dan air. Potensi energi air sebenarnya besar dan selama ini pemanfaatannya masih belum maksimal (Hanggara & Irvani, 2017).

Sungai merupakan salah satu sumber air bagi kehidupan yang ada di bumi. Baik manusia, hewan dan tumbuhan, semua makhluk hidup memerlukan air untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Sungai mengalir dari hulu ke hilir bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Di Indonesia terdapat banyak sekali sungai-sungai besar maupun kecil yang terdapat di berbagai daerah. Hal ini merupakan peluang yang bagus untuk pengembangan energi listrik di daerah khususnya daerah yang belum terjangkau energi listrik. Banyak daerah pedesaan di Indonesia yang dekat dengan aliran sungai yang memadai untuk pembangkit listrik pada skala yang demikian. Diharapkan dengan memanfaatkan potensi yang ada di desa-desa tersebut dapat memenuhi kebutuhan energinya sendiri dalam mengantisipasi kenaikan biaya energi atau kesulitan jaringan listrik nasional untuk menjangkanya Mikro Hidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (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 pada sungai air Terjun terdapat potensi ketersediaan air yang cukup sepanjang tahun, debit yang dapat diandalkan, memiliki kontur yang sesuai dan telah

dimanfaatkan untuk PLTMH. dengan adanya sumber energi alternatif dalam pembangkitan energi listrik akan memegang peran penting dalam berbagai aktivitas industri dan ekonomi. Khususnya untuk mengaliri listrik di daerah-daerah terpencil dan sulit dijangkau oleh jaringan listrik nasional, maka pembangkitan listrik dengan memanfaatkan energi air merupakan salah satu alternatif yang baik karena diiringi dengan pengurangan biaya konektivitas jaringan, dan terhindar dari rugi-rugi daya akibat transmisi dan distribusi. Salah satu teknologi yang dikembangkan untuk mendukung PLTMH ini adalah turbin ulir *Archimedes*, sebagai penggerak mula (*prime mover*) dari PLTMH tersebut (Dwiyanto & K Indriana, 2016).

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan daya *available*, daya keluaran turbin dan daya keluaran generator aksial.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini dalam lingkup daya *available*, daya keluaran turbin dan daya generator aksial.

1.4. Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai landasan teori yang berisikan dasar pemikiran secara teoritis dan secara umum antara lain tentang energi terbarukan, turbin air, turbin ulir *Archimedes*, daya *available*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini membahas secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi ini dilakukan dengan diagram *fishbone*, waktu dan tempat serta bahan dan peralatan yang akan diteliti.

BAB 4 DATA DAN ANALISIS

Bab ini membahas tentang analisis data yang diperoleh saat melakukan penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari skripsi yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkadir, M. (2017). Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Kinerja Turbin Ulir. *KURVATEK*, 65-72.
- Abdurrahim, H., & Harja, B. H. (2014). Metal Indonesia vol.36. *Penentuan Dimensi Sudu Turbin Dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes*, 26-33.
- Akbar, M. (2012). Rancang Bangun Generator Turbin Angin Axial Tiga Fasa Untuk Kecepatan Angin Rendah. *Universitas Indonesia*, 1-66.
- Amir. (2018). Kemiringan Optimum Model Turbin Ulir 2 Blade Untuk Pembangkit Listrik Pada Head Rendah. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 1-8.
- Dietzel, F. S. (1993). *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Dipl. Eng, S. . (2013). *Generator*. jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Dwiyanto, V., & K Indriana, D. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *JRSDD*, 1-16.
- Fatoni, A., Effendi, R., & Ristantono, F. (2012). Desain dan Implementasi Kontroler PID Logika Fuzzy Pada Sistem Automatic Voltage Regulator (AVR) Gasoline Generator Set Kapasitas 1 KVA Mesin 4-Tak. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1*, 1-7.
- Hanggara, I., & Irvani, H. (2017). Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana*, 1-7.
- Havendri, A., & Lius, H. (2009). Perancangan Dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Tipe Screw (Archimedean Trubine) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah Di Indonesia. *ISSN:0854-8471*, 1-7.

- Havendri, A., & Lius, H. (2009). Perancangan Dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type Screw (Archimedean Turbine) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Head Rendah Di Indonesia. *TeknikA*, 1-7.
- Havendry, A., & Arnif, I. (2010). Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum Pada Turbin Ulir Untuk Data Perancangan Turbin Ulir Pada Pusat Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Head Rendah . *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9* , 1-6.
- Hwang, C.-J., & Hsiao, y.-c. (2014). Design of High Performance Permanent-Magnet Synchronous Wind Generators. *energies ISSN 1996-1073*, 1-19.
- Irvani, H., & Ikrar, H. (2017). Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana Volume 2 No 2*, 149-155.
- Jasa, L., Weking, I. A., & Putra, W. G. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH Dengan Menggunakan turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17*, 385-392.
- Kreyszig, E. (2011). *ADVANCED ENGINEERING MATHEMATICS*. Boston: JOHN WILEY & SONS, INC.
- Nugroho, D. A., & Himawanto, A. D. (2017). Kajian Terotik Pengaruh Geometri Dan Sudut Kemiringan Terhadap Kinerja Turbin Archimedes Screw. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan (SENATIK)*, 1-4.
- Nugroho, Y. H., & Sallata, K. M. (2015). *PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro)* . Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Prasetijo, H., Ropiudin, & Dharmawan, B. (2012). ermanent Magnet Generator as Low Speed Electric Power Plant. *Dinamika Rekayasa*, 70-77.
- Prisandi, Chatra Agustra. (2011). *STUDI DESAIN KUMPARAN STATOR PADA GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL TANPA INTI STATOR*, 1-86.
- Putra, E. A. (2014, December 04). Perancangan Dan Pembuatan Generator Fluks Radial Satu Fhasa Menggunakan Lilitan Kawat Sepeda Motor Dengan Variasi Diameter Kawat. *Universitas Bengkulu*, 1-35.

- Putra, I. G., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 385-392.
- Rainarli, E. (2012). SIMULASI PERANCANGAN BEJANA TEKAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE BEDA HINGGA. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 31-34.
- Sara, D. I., Syukri, M., & Syahputra, M. T. (2017). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro Dengan Menggunakan Turbin Ulir. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, 1-7.
- Setia, P., & MT., S. P. (2017). Rancang Bangun Mini Generator Fluks Aksial 1 Fasa Putaran Rendah Menggunakan Neodymium Magnet (Ndfeb) Berbasis Multi Cakram. *Ft Umrah*, 1-17.
- Sofian, E. (2011). Studi Bentuk Rotor Magnet Permanent Pada Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Tanpa Inti Stator. *Universitas Indonesia*, 1-71.
- Syahrizal, Syukri, M., & Noprizal, L. (2016). Perancangan Prototype Generator Magnet Pemanent 1 Fasa Jenis Fluks Aksial Pada Putaran Rendah. *e-ISSN 2252-7036*, 40-44.
- Tambunan, F. S., & Setiabudy, R. (2014). Analisis Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Nyomplong Bogor. *FT UI*, 1-21.
- Taryana, N., Syahrial, & Alam, A. (2015). Pemodelan dan Simulasi Automatic Voltage Regulator untuk Generator Sinkron 3 kVA Berbasis Proportional Integral . *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* , 97-110.
- Walujo, S., & Prasetijo, H. (2014). Prototipe Generator Magnet Permanen Axial Ac 1 Fasa Putaran Rendah Sebagai Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro. *Techno, ISSN 1410-8607*, 30-36.
- Waluyo, Syahrial, & Wijaya, A. A. (2016). Perancangan Generator Magnet Permanen Dengan Arah Fluks Aksial Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik . *Jurnal Reka Elkomika*, 93-108.

Yasri, I., & Alfarisi, A. (2016). Aspek Perancangan Generator Magnet Permanen Fluks Aksial 1 Fasa Untuk Mengakomodir Kecepatan Putar 500-600 Rpm. *Jom FTEKNIK Volume 3 No 2*, 1-6.

Yulistiyanto, B., Hizhar, Y., & Lisdiyanti. (2012). Effect Of Flow Discharge And Shaft Slope Of Archimides(Screw) Turbin On The Micro-Hydro Power Plant. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 1-5.