

SKRIPSI
KAJIAN REDUKSI HARMONISA ARUS DAN RUGI DAYA
UNTUK BEBAN NON LINIER PADA SISTEM PLTMH
SARWAN



Merupakan Syarat Untuk Memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
21 Agustus 2021

Dipersiapkan dan Disusun oleh
M. ANDRE TRIYANA
132017050

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2021

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN REDUKSI HARMONISA ARUS DAN RUGI DAYA UNTUK
BEBAN NON LINIER PADA SISTEM PLTMH SARWAN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan penguji

24 Agustus 2021

Dipersiapkan dan disusun oleh

M. Andre Triyana

132017050

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.

NIDN: 0212056402

Pembimbing 2

Ir. Eliza, M.T.

NIDN: 0209026201

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

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

Penguji 1

Yosi Apriani, S.T., M.T.

NIDN : 0213048201

Penguji 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T.

NIDN: 0228098702

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro

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

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi. Sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang di acu dalam naskah dan ditentukan dari daftar pustaka.

Palembang, 24 Agustus 2021

Yang Membuat Pernyataan



M. Andre Triyana

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Berusaha dan terus berdoa karena doa adalah kekuatan yang paling besar dari Allah SWT
- ❖ Jawaban dari keberhasilan adalah terus belajar dan tak kenal putus asa
- ❖ Ambilah kebaikan dari apa yang di katakan
- ❖ Selalu bersyukur dengan apa yang telah di beri Allah SWT
- ❖ Selama ada niat dan keyakinan yang tidak mungkin akan menjadi mungkin
- ❖ Pedang yang terbaik adalah sebuah kesabaran tanpa batas

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 Bapak Ade Andrian dan Ibu Susi Sandora yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan Doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
- ❖ Kepada semua keluarga besarku yang selalu mengerti keadaan dan membuat saya untuk bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini.
- ❖ Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan sekaligus telah menjadi ayah dikampus dan dilapangan. Serta Pembimbing II saya Ibu Ir. Eliza, M.T. yang sudah sabar membimbing penyelesaian penulisan skripsi ini
- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
- ❖ Team Sarwan *Microhydro Power Plant* serta team Base Camp Muhammad Rudini, S.T., Priyodwi Marwanto, S.T., Yodi Febritama, S.T., Juniko Firmansyah, S.T., Muhammad Hafidz Pratama Putra, S.T., Diky Pradana Putra, S.T., Denny Adrian, S.T., Muhammad Aulia Rahman, S.T.,

Muhammad Ibrahim Romadan Saputra, S.T., Muhammad Nurhafiddin, S.T., Nanang Irawan Sadewo, S.T., M. Haikal Aldrin, S.T, yang selalu bersama menghibur dan bersemangat dikampus bimbingan serta dilapangan.

- ❖ Team PLTS Atar Badak yang selalu membantu dilapangan.
- ❖ Untuk anak pungut Team Sarwan Zamza Satria, S.T. yang selalu menghibur dan memberi semangat.
- ❖ Teman-teman satu angkatan 2017 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.
- ❖ Calon istriku Alvitri Dhalia yang telah memberi semangat dan doa.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **KAJIAN REDUKSI HARMONISA ARUS DAN RUGI DAYA UNTUK BEBAN NON LINIER PADA SISTEM PLTMH SARWAN** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Ir. Zulkifli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I
- Ibu Ir. Eliza, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. 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, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.T, MCs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Orangtuaku yang tak pernah lelah memberikan dukungan dan do'a yang terbaik, serta kakak dan keluargaku.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Angkatan 2017 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 13 Agustus 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Andre Triyana', with a long horizontal stroke extending to the right.

M. Andre Triyana

ABSTRAK

KAJIAN REDUKSI HARMONISA ARUS DAN RUGI DAYA UNTUK BEBAN NON LINIER PADA SISTEM PLTMH SARWAN

M. Andre Triyana*

*Email: andretriyana@gmail.com

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) mengacu pada pembangkit listrik dengan skala di bawah 100 kW. Banyak daerah pedesaan di Indonesia yang dekat dengan aliran sungai yang memadai untuk pembangkit listrik pada skala kecil seperti di Dusun Sarwan V, Kecamatan Banding Agung, Kabupaten OKU Selatan. Salah satu komponen yang terutama dalam PLTMH merupakan turbin. Banyak tipe turbin yang digunakan dalam PLTMH salah satunya merupakan turbin ulir Archimedes. Beban yang peralatannya menggunakan rangkaian semikonduktor atau komponen elektronika daya dapat menimbulkan harmonisa yang disebabkan distorsi terhadap gelombang sinusoidal pada tegangan dan arus. Harmonisa yang muncul akan berdampak negatif terhadap peralatan misalnya munculnya getaran mekanik pada panel listrik, gangguan frekuensi pada sistem telekomunikasi. Untuk mengatasi masalah ini digunakan filter pasif untuk mereduksi nilai dari harmonisa tersebut. Hasil uji dari program ETAP versi 12.6 setelah menggunakan filter pasif didapatkan nilai THD di bus 2 sebesar 5,27% dan di bus 3 sebesar 5,28% . Dari hasil perhitungan didapatkan nilai rugi daya sebesar 92,717 Watt.

Kata kunci: PLTMH, Turbin ulir Archimedes, Harmonisa

ABSTRACT

STUDY OF CURRENT HARMONIC REDUCTION AND POWER LOSS FOR NONLINEAR LOADS IN SARWAN MHPP SYSTEM

M. Andre Triyana*

*Email: andretriyana@gmail.com

Micro Hydro Power Plant (MHPP) refers to power plants with a scale of under 100 kW. Many rural areas in Indonesia are close to adequate river flows for small-scale power generation, such as in Dusun Sarwan V, Banding Agung District, South OKU Regency. One of the main components in MHPP is a turbine. Many types of turbines used in MHPP, one of which is the Archimedes screw turbine. Loads whose equipment uses semiconductor circuits or power electronic components can cause harmonics caused by distortion of sinusoidal waves in voltage and current. The harmonics that appear will have a negative impact on the equipment, for example the appearance of mechanical vibrations in electrical panels, frequency disturbances in the telecommunications system. To overcome this problem, a passive filter is used to reduce the value of the harmonics. The test result of ETAP program version 12.6 after using passive filter obtained THD value in bus 2 by 5.27% and on bus 3 by 5.28%. From the calculation of power loss value of 92,717 Watts.

Keywords: Micro Hydro Power Plant, Archimedes screw turbine, Harmonics

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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 PLTMH	4
2.1.1 Prinsip kerja PLTMH	4
2.1.2 Komponen PLTMH	5
2.2 Turbin Air.....	5
2.3 Pemilihan Jenis Turbin	7
2.4 Turbin Ulir Archimedes	7
2.5 Harmonisa	8
2.6 Pengaruh Harmonisa	9
2.7 Mengurangi Harmonisa	9
2.8 Total <i>Harmonic Distortion</i> (THD)	9
2.9 Beban Linier	11
2.10 Beban Non Linier	11
2.11 Daya.....	11

2.12 Metode Beda Hingga.....	13
BAB 3	14
METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	14
3.2 Mekanisme Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan	15
BAB 4	16
DATA DAN ANALISIS.....	16
4.1 Data Pengukuran	16
4.1.1 Data kecepatan aliran menggunakan program matlab.....	16
4.2 Data Beban Non Linier.....	17
4.4 Bentuk Gelombang.....	21
4.5 Data <i>Single Line</i> Diagram Harmonisa.....	22
BAB 5	25
KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLTMH	4
Gambar 2.2 (a) turbin impuls (b) turbin reaksi	6
Gambar 2.3 Klasifikasi turbin	6
Gambar 2.4 Turbin ulir Archimedes	8
Gambar 2.5 Jangkauan operasi turbin ulir Archimedes	8
Gambar 2.6 Bentuk gelombang distorsi harmonisa	9
Gambar 2.7 Segitiga daya	12
Gambar 3.1 Diagram fishbone	14
Gambar 4.1 Perbandingan daya aktif dan daya semu	18
Gambar 4.2 Perbandingan daya reaktif dan daya semu	19
Gambar 4.3 Perbandinga nilai daya aktif, daya semu, dan daya reaktif	20
Gambar 4.4 Bentuk gelombang tanpa filter	21
Gambar 4.5 Bentuk gelombang dengan filter	21
Gambar 4.6 Single line diagram harmonisa	22
Gambar 4.7 Waveform tegangan	23
Gambar 4.8 Waveform arus	24

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengukuran kecepatan aliran pada saluran	16
Tabel 4.2 Hasil pengukuran data beban non linier motor 1 phasa.....	17
Tabel 4.3 Hasil perhitungan daya semu	17
Tabel 4.4 Hasil perhitungan daya aktif	18
Tabel 4.5 Hasil perhitungan daya reaktif	19
Tabel 4.6 Data segitiga daya beban non linier	20

DAFTAR LAMPIRAN

L.5 Proses penyambungan casing turbin.....	30
L.6 Proses pemindahan turbin ulir	31
L.7 Proses pemasangan turbin ulir Archimedes.....	31
L.8 Pengukuran kecepatan putaran turbin.....	32
L.9 Turbin ulir Archimedes.....	32
L.10 Rotor turbin.....	33
L.11 Bantalan (Bearing).....	33
L.12 Tachometer	34
L.13 Jangka sorong	34
L.14 Multimeter	35
L.15 Clamb Ampere meter.....	35
L.16 Stopwatch	36
L.17 Tape Measure.....	36
L.18 Spirit Level	37
L.19 Busur.....	37
L.20 Bola ping pong.....	38
L.21 Oscilloscope.....	38
L.22 Generator	39
L.23 Filter Pasif.....	39
L.24 Fan Belt.....	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi terus menjadi bertambah bersamaan meningkatnya pertumbuhan kebutuhan manusia. Berbagai pemanfaatan sumber tenaga dicoba untuk menanggulangi menipisnya sumber energi yang menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM). Salah satu pemecahan merupakan menggunakan energi baru serta terbarukan, seperti tenaga surya, angin, serta air. Kemampuan energi air sesungguhnya besar serta sepanjang ini pemanfaatannya masih belum optimal. Hingga dari itu, telah selayaknya dibesarkan untuk memenuhi pasokan daya listrik di wilayah terpencil seperti di pedesaan (Hanggara & Irvani, 2017).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) mengacu pada pembangkit listrik dengan skala di bawah 100 kW. Banyak daerah pedesaan di Indonesia yang dekat dengan aliran sungai yang memadai untuk pembangkit listrik pada skala kecil. Dengan memanfaatkan potensi yang ada di desa-desa tersebut dapat memenuhi kebutuhannya sendiri dalam mengantisipasi kenaikan biaya energi atau kesulitan jaringan listrik nasional untuk menjangkaunya (Dwiyanto, K, & Tugiono, 2016).

Salah satu komponen yang terutama dalam PLTMH merupakan turbin. Banyak tipe turbin yang digunakan dalam PLTMH salah satunya merupakan turbin ulir Archimedes. Turbin ulir Archimedes memiliki konstruksi terdiri dari satu atau beberapa sudu berbentuk heliks yang terpasang pada poros dan berfungsi sebagai *bucket* bergerak untuk buat bawa air ke atas. Setelah itu bersamaan dengan kebutuhan pemanfaatan sumber potensi energi air dengan *head* rendah, pemakaian ulir Archimedes diterapkan sebagai turbin air (Putra, Weking, & Jasa, 2018).

Secara umum beban yang peralatannya menggunakan rangkaian semikonduktor atau komponen elektronika daya dapat menimbulkan harmonisa yang disebabkan distorsi terhadap gelombang sinusoidal pada tegangan dan arus. Beban tersebut disebut beban non linier. Beberapa peralatan listrik, seperti

komputer, televisi, lampu dengan ballast elektronik maupun ballast magnetik, tape recorder, dan peralatan elektronik lainnya, merupakan beban yang juga sekaligus merupakan sumber harmonik, karena beban tersebut bersifat non linier. Gelombang sinusoidal tegangan dan arus yang dihasilkan dari beban non linier tersebut berfrekuensi tinggi, dimana merupakan kelipat frekuensi fundamentalnya (50 Hz) yang menyebabkan harmonisa (Prabowo, Haddin, & Nugroho, 2015).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji reduksi harmonisa arus dan rugi daya untuk beban non linier pada sistem PLTMH Sarwan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah ini mengetahui reduksi harmonisa arus dan rugi daya untuk beban non linier pada sistem PLTMH Sarwan.

1.4 Sistematika Penulisan

Secara sistematis penulisan skripsi ini akan ditulis sebagai berikut :

- BAB 1 Pendahuluan : Berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan
- BAB 2 Tinjauan Pustaka : Membahas mengenai landasan teori yang berisikan dasar pemikiran secara teoritis dan secara umum antara lain tentang PLTMH, turbin ulir Archimedes, harmonisa, beban non linier
- BAB 3 Metode Penelitian : Pada bab ini akan dibahas secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi
- BAB 4 Data dan Analisis : Pada bab ini menguraikan tentang reduksi harmonisa arus dan rugi daya untuk beban non linier pada sistem PLTMH
- BAB 5 Kesimpulan dan : Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran

Saran

dari pembahasan pada bab sebelumnya

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., & Nazir, R. (2015). Pemodelan dan simulasi beban non linier 3 fasa dengan metoda sumber arus harmonik. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 165-171.
- Apriani, Y., Saleh, Z., Dillah, R. K., & Sofian, I. M. (2020). Analysis of the local energy potential connection with power plants based on archimedes turbine 10 kw. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 162-166.
- Astro, R. B., Doa, H., & Hendro. (2020). Fisika kontekstual pembangkit listrik tenaga mikrohidro. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 142-149.
- Barlian, T., & A. Faroda. (2016). Analisis peningkatan faktor kerja motor induksi 3 fasa. *Surya Energi*, 39-48.
- Barlian, T., Apriani, Y., Savitri, N., & Hurairah, M. (2020). Analisis kapasitor bank untuk memperbaiki tegangan. *Surya energy*, 391-396.
- Cahyono, M. R. (2018). Analisa pemanfaatan harmonisa sebagai sumber energi alternatif dengan filter pasif. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 161-168.
- Charisiadis, C. (2015). *Presentasi penghantar ulir Archimedes sebagai pembangkit listrik tenaga air kapasitas rendah*.
- Dwiyanto, V., K, D. I., & Tugiono, S. (2016). Analisis pembangkit listrik tenaga mikro hidro studi kasus sungai air anak (hulu sungai way besai). *JRSDD*, 407-422.
- Hanggara, I., & Irvani, H. (2017). Potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro di kecamatan ngantang kabupaten malang jawa timur. *Jurnal Reka Buana Volume 2 No 2*, 149-155.
- Irwansyah, Maulana, M., & Syuhada, A. (2019). Desain dan kinerja turbin sekrup tunggal archimedes sebagai pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan variasi debit laju aliran. *Jurnal inovasi teknologi dan rekayasa*.
- Jawahar, C., & Michael, P. A. (2017). A review on turbines for micro hydro power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 882-887.
- Mustamam, Affandi, M., & Lubis, A. R. (2019). Analisis dan reduksi harmonisa arus pada fakultas teknik universitas negeri medan menggunakan singletuned passive filter. *SEMNASTEK UISU*, 158-163.
- Noviando, E. S., Ervianto, E., & Yasri, I. (2016). Studi penerapan artificial neural network untuk menghilangkan harmonisa pada gedung pusat komputer. *jom FTEKNIK*, 1-6.

- Nurdin, A., & Aries H, D. (2018). Kajian teoritis uji kerja turbin archimedes screw pada head rendah. *Jurnal Simetris*, 783-796.
- Prabowo, D. N., Haddin, M., & Nugroho, D. (2015). Reduksi harmonisa dengan filter aktif shunt berbasis matlab/simulink. *Media ElektriKa*, 20-34.
- Putra, I. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa pengaruh tekanan air terhadap kinerja pltmh dengan menggunakan turbin archimedes screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 385-392.
- Saleh, Z., Apriani, Y., & Karim, K. (2021). Analysis of performance of permanent magnet generator fluks axial 1 phasa with variation load. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 98-102.
- Samman, F. A., Ahmad, R., & Mustafa, M. (2015). Perancangan, simulasi dan analisis harmonisa rangkaian inverter satu fasa. *JNTETI*, 62-70.
- Saputra, I. B., Weking, A. I., & Jasa, L. (2017). Rancang bangun pemodelan pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan kincir overshot wheel. *Teknologi Elektro*, 48-54.
- Saputra, M., Weking, A., & Artawijaya, I. (2019). Eksperimental pengaruh variasi sudut ulir pada turbin ulir (archimedes screw) pusat. *Majalah Ilmiah teknologi elektro*, 83-90.
- Syafrudin.R, & Rachman, A. A. (2018). Analisis total harmonik distorsi pada panel acpdb akibat beban non linear. *ISU TEKNOLOGI STT MANDALA*, 33-44.
- Syafwan, H., Syafwan, M., Ramdhan, W., & Yusda, R. (2018). Pemograman komputasi rumus eksplisit metode beda hingga untuk turunan pertama dengan menggunakan matlab. *Seminar Nasional Royal (SENAR)*.
- Wibowo, H., Daud, A., & Al Amin, M. (2015). Kajian teknis dan ekonomi perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro di sungai lematang kota pagar alam. *Jurnal penelitian dan kajian bidang teknik sipil*, 34-41.
- Widiantara, I. A., Rinas, I., & Weking, A. I. (2016). Analisis pengaruh pengoperasian beban non linier terhadap distorsi harmonisa pada blue point bay villa & spa. *E-Journal SPEKTRUM*, 54-59.
- Wie, D. S., & Agung, A. I. (2018). Perencanaan dan implementasi prototipe pembangkit listrik tenaga mikro hidro . *Jurnal Teknik Elektro*, 31-36.