

SKRIPSI

**EVALUASI PENGARUH HARMONISA UNTUK BEBAN NON
LINIER PADA SISTEM PLTMH BERBASIS TURBIN ULIR
ARCHIMEDES SARWAN**



**Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
21 Agustus 2021**

**Dipersiapkan dan disusun oleh
EDO OCTARIANSYAH
132017084**

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

2021

LEMBAR PENGESAHAN
EVALUASI PENGARUH HARMONISA UNTUK BEBAN NON
LINIER PADA SISTEM PLTMH BERBASIS TURBIN ULIR
ARCHIMEDES SARWAN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji

21 Agustus 2021

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

EDO OCTARIANSYAH

132017084

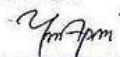
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1,


Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng


NIDN : 0212056402

Pembimbing 2,


Yosi Apriani, S.T.,M.T

NIDN : 0213048201

Penguji 1,


Ir. Eliza, M.T


NIDN : 0209026201

Penguji 2,


Muhammad Hurairah, S.T.,M.T

NIDN : 0228098702

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Kes. Ahmad Roni, M.T., IPM

NIDN : 0227077004

Mengesahkan,
Kepala Jurusan Teknik Elektro


Taufik Bahlan, S.T., M.Eng

NIDN : 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di suatu perguruan tinggi. Sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tuliskan atau di terbitkan orang lain kecuali saya yang secara di acu dalam naskah dan di tentukan dari dalam daftar pustaka.

Palembang, 25 Agustus 2021

Yang Membuat Pernyataan



Edo Octariansyah

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Bernazarlah jika ingin berhasil dalam mengerjakan suatu hal.
- Pendidikan memiliki akar yang pahit, akan tetapi buahnya sangat manis.
- Barangsiapa menempuh jalan untuk mendapatkan ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga. (HR. Muslim)

PERSEMBAHAN

- Allah SWT karena berkat rahmat dan nikmat nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
- Skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya kepada kedua orang hebat dalam hidup saya, Ayahanda Hengki Marsadi dan Ibunda Yanti Marlina. Kedua orang tua saya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai di titik ini dimana skripsi ini akhirnya dapat saya selesaikan. Tidak lupa juga saya ucapkan terima kasih kepada kakak saya Wisnu Wardana dan Ella anggraini, mereka juga ikut serta dalam terbentuknya semangat saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Kepada ibunda ku Insya Allah lusa kita sudah dapat bertemu kembali.
- Sahabat-sahabat saya di panti, Albert Novaliano, Deni Riski Saputra, Surahman Nazori, Arief Mailan, Wahyu Eka Kelana, M.Yoga Pratama, Moh.Haikal Aldrin, M.Rihadi, Ilham Irfandi, M.Agus Syahputra.
- Rekan kerja Sarwan Renewable Energi.

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 **“EVALUASI PENGARUH HARMONISA UNTUK BEBAN NON LINIER PADA SISTEM PLTMH BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES SARWAN”** 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. Bapak Ir. Zulkifli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1
2. Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing 2

Ucapan terimakasih kepada pihak yang berperan dalam menyelesaikan penelitian, yaitu :

1. ALLAH SWT atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis penelitian ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs. Selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Kepada pembimbing Skripsi I saya Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng sekaligus telah menjadi ayah dikampus dan dilapangan kami dan

Pembimbing II Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. yang telah membimbing penulisan skripsi ini.

7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Kepada Kedua Orang Tua saya Hengki Marsadi dan Yanti Marlina serta semua keluarga, terimakasih yang tak terhingga atas perhatiannya yang selalu memberikan doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
9. Keluarga Sarwan *Renewable Energi Team* yang selalu bersama saling mendukung, menghibur dan bersemangat dikampus bimbingan dan dilapangan.
10. Untuk sahabat kuliah rekan-rekan HME (Himpunan Mahasiswa Elektro) Universitas Muhammadiyah Palembang .
11. Teman-teman satu angkatan 2017 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.

Semoga ALLAH SWT, membalas budi baik kalian yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

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, 25 Agustus 2021

Edo Octariansyah

ABSTRAK

EVALUASI PENGARUH HARMONISA UNTUK BEBAN NON LINIER PADA SISTEM PLTMH BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES

SARWAN

Email: edooc22@gmail.com

Harmonisa adalah gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik akibat adanya distorsi gelombang arus dan tegangan yang menyebabkan gelombang menjadi non sinusoidal. Beban non linier adalah sebagai pemicu terbentuknya harmonisa, akibat yang didapat karena adanya harmonisa yang berlebih adalah penurunan kinerja pada peralatan atau bahkan dapat mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh harmonisa yang terjadi akibat adanya beban non linier serta mencari gelombang harmonisa dan hasil *Total Harmonic Distortion* (THD) dengan menggunakan Oscilloscope dan aplikasi ETAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada motor 1 fasa terjadi harmonisa arus dan tegangan. Harmonisa arus pada beban motor 1 fasa sebesar 19.50% dan harmonisa tegangan pada beban motor 1 fasa sebesar 4.11%.

Kata kunci : Harmonisa, Beban non linier

ABSTRACT

EVALUASI PENGARUH HARMONISA UNTUK BEBAN NON LINIER PADA SISTEM PLTMH BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES

SARWAN

Email: edocta22@gmail.com

Harmonics are disturbances in the electric power distribution system due to distortion of current and voltage waves which causes the waves to become non-sinusoidal. Non-linear load is a trigger for the formation of harmonics, the result of which is due to excessive harmonics is a decrease in performance of the equipment or can even be damaged. This study aims to analyze the effect of harmonics that occur due to non-linear loads and look for harmonic waves and the results of Total Harmonic Distortion (THD) using an oscilloscope and ETAP application. The results showed that the 1-phase motor occurs current and voltage harmonics. The harmonic current at the 1 phase motor load is 19.50% and the voltage harmonic at the 1 phase motor load is 4.11%.

Kata kunci : Harmonics, Non-linier load

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	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 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).....	4
2.1.1 Prinsip kerja.....	4
2.1.2 Komponen	5
2.2 Turbin Air.....	6
2.3 Turbin Ulir Archimedes	7
2.3.1 Prinsip kerja.....	7
2.4 Harmonisa	8
2.4.1 Standar IEEE untuk harmonisa	8
2.5 Jenis Beban.....	9
2.5.1 Beban linier	9
2.5.2 Beban non linier	9
2.6 Daya.....	10
2.6.1 Luas penampang	11
2.6.2 Debit air	11
2.6.3 Daya tersedia (<i>available</i>).....	11
2.6.4 Daya terbangkitkan.....	12
2.7 <i>Total Harmonic Distortion</i> (THD).....	12

2.7.1 <i>Total Harmonic distortion tegangan (THD-V)</i>	12
2.7.2 <i>Total Harmonic distortion arus (THD-I)</i>	12
BAB 3	13
METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Metode Pengambilan Data	13
3.2 Diagram <i>Fishbone</i>	13
3.3 Alat dan Bahan	14
3.4 Cara Penelitian	14
BAB 4	16
DATA DAN ANALISIS.....	16
4.1 Data	16
4.1.1 Kecepatan Aliran	16
4.1.2 Luas Penampang.....	18
4.1.3 Debit air	18
4.1.4 Daya Tersedia (<i>Available</i>).....	19
4.1.5 Daya Terbangkitkan.....	19
4.2 Pengukuran Beban Non Linier	19
4.2.1 Data Motor 1 Phasa 180 Watt.....	19
4.2.2 Hasil Simulasi Beban Non linier Menggunakan Oscilloscope.....	23
4.3 Hasil Simulasi THD Menggunakan ETAP	24
4.3.1 <i>Total Harmonic Distortion (THD-V)</i>	24
4.3.2 <i>Total Harmonic Distortion (THD-I)</i>	26
BAB 5	28
KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTMH	4
Gambar 2.2 Turbin ulir Archimedes	7
Gambar 2.3 Gelombang arus dan tegangan	9
Gambar 2.4 Gelombang arus dan tegangan	10
Gambar 3.1 Diagram fishbone	13
Gambar 4.2 Beban non linier kondisi tidak seimbang	23
Gambar 4.3 Beban non linier kondisi seimbang	23
Gambar 4.4 Hasil simulasi THD-V menggunakan Etap.....	24
Gambar 4.5 Gelombang THD-V	24
Gambar 4.6 Grafik THD-V	25
Gambar 4.7 Hasil simulasi THD-I menggunakan ETAP.....	26
Gambar 4.8 Gelombang THD-I	26
Gambar 4.9 Grafik THD-I.....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar distorsi harmonisa tegangan.....	8
Tabel 2.2 Standar distorsi harmonisa arus	8
Tabel 4.1 Perhitungan Kecepatan Aliran	17
Tabel 4.2 Data motor 1 phasa 180 watt.....	20

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kecepatan Aliran	18
Grafik 4.2 Perbandingan daya aktif (Watt) dan $\cos \phi$ terhadap beban non linier motor 1 phasa 180 watt	20
Grafik 4.3 Perbandingan daya semu (VA) dan $\cos \phi$ terhadap beban non linier motor 1 phasa 180 watt	21
Grafik 4.4 Perbandingan daya reaktif (VAR) dan $\cos \phi$ terhadap beban non linier motor 1 phasa 180 watt.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil simulasi matlab	36
Lampiran 2 Turbin <i>Archimedes</i>	36
Lampiran 3 Poros turbin.....	36
Lampiran 4 Generator	37
Lampiran 5 Bantalan (<i>bearing</i>).....	37
Lampiran 6 Bola ping pong.....	37
Lampiran 7 Tachometer	38
Lampiran 8 Jangka sorong	38
Lampiran 9 Multimeter	38
Lampiran 10 Stopwatch	39
Lampiran 11 Pita ukur.....	39
Lampiran 12 Oscilloscope.....	39
Lampiran 13 Motor listrik.....	40
Lampiran 14 Filter pasif.....	40
Lampiran 15 Pemindahan serta pemasangan tiang turbin.....	40
Lampiran 16 Pemasangan pipa	41
Lampiran 17 Pengadukan semen	41
Lampiran 18 Pengadukan semen	41
Lampiran 19 Pemindahan turbin.....	42
Lampiran 20 Selesai pemasangan turbin.....	42
Lampiran 21 Selesai pemasangan turbin.....	43
Lampiran 22 Kalibrasi oscilloscope.....	43
Lampiran 23 Kalibrasi oscilloscope.....	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini produksi energi listrik terbesar berasal dari bahan bakar fosil, yaitu lebih kurang 41.5% dari total produksi energi listrik nasional, menyusul produksi menurut energi terbarukan dengan pembangkit listrik tenaga air juga termasuk. Pengembangan konsep energi baru dan terbarukan serta peningkatan teknologi pembangkit energi terbarukan yang terdapat sangat krusial untuk mencapai rasio elektrifikasi. Potensi pemanfaatan tenaga listrik skala kecil melalui sungai, saluran irigasi perlu didorong untuk menaikkan pencapaian rasio elektrifikasi nasional pada tahun 2025 pembangkit (Dedic & Sandro, 2019).

Pengurangan bahan bakar fosil yang cepat dan tingginya biaya produksi energi konvensional sudah mendorong untuk memanfaatkan sumber energi non-konvensional. Semua sumber energi terbarukan lebih murah dan baik untuk menghasilkan listrik, tetapi pembangkit listrik tenaga air kecil terutama Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu yang terbaik untuk menyediakan listrik. Dengan PLTMH efisiensinya termasuk tinggi. Tegangan dan frekuensi pembangkit listrik ini tidak kontinu karena variasi aliran air ke turbin dan perubahan beban konsumen yang terhubung ke generator (Asad, Arshad, Haroon, Rehman, & Muhammad, 2019).

PLTMH adalah suatu pembangkit listrik yang berskala mini dengan daya keluaran ≤ 100 kW, menggunakan cara memanfaatkan sumber daya atau potensi air misalnya aliran sungai, irigasi, dan terjunan air. PLTMH lebih cenderung dikembangkan dalam wilayah pemukiman atau berlokasi pada wilayah-wilayah terpencil. Beberapa alasan teknis tentang pengembangan PLTMH yaitu, potensi sumber energi lokal yang beragam, penyebaran SES, aspek sosial terkait perilaku adaptif masyarakat terhadap ketersediaan dan pemanfaatan energi, faktor jumlah investasi pada PLTMH. Pengaruh langsung jumlah daya yang akan didapatkan terkait menggunakan jumlah investasi mulai berdasarkan perencanaan sampai pemanfaatan sistem (Yosi, Zulkifli, Kurnia, & Mochamad, 2020). Komponen

yang masih ada pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro salah satunya adalah turbin. Banyak jenis turbin yang dipakai pada PLTMH, salah satunya adalah turbin ulir Archimedes. Kelebihan turbin ulir Archimedes adalah bisa beroperasi dalam kondisi debit besar dan *head* rendah (Putra, Ibi, & Lie, 2018).

Harmonisa dan faktor daya merupakan acuan primer untuk menilai sebuah sistem memiliki kualitas daya listrik baik atau buruk. Masalah yang disebabkan oleh harmonisa dan faktor daya rendah secara generik merupakan efisien sistem menjadi rendah dan biaya pemakaian energi listrik menjadi tinggi. Pada dokumen IEEE mendeskripsikan bentuk gelombang yang terdistorsi, dimana jumlah dan besarnya harmonisa setiap komponen yang disebabkan oleh peralatan elektronika daya atau beban non linier.

Beban non linier adalah komponen pembangkit harmonisa dan sering digunakan oleh konsumen secara signifikan dapat mempengaruhi kualitas daya yang di hasilkan oleh PLTMH. Penelitian ini di fokuskan pada pembahasan yang berhubungan dengan harmonisa untuk beban non linier.

1.2 Tujuan Penelitian

Menganalisis pengaruh distorsi harmonisa yang terjadi pada sistem PLTMH karena adanya beban non linier.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam mengetahui pengaruh harmonisa untuk beban non linier pada sistem PLTMH.

1.4 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN	Membahas mengenai latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan.
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	Membahas mengenai tinjauan umum PLTMH, turbin air, turbin ulir <i>Archimedes</i> , harmonisa, beban non linier, daya, THD, TDD.

BAB 3 METODE PENELITIAN	Metode pengambilan data, metode perancangan alat, <i>fishbone diagram</i> , alat dan bahan yang digunakan, tempat dan waktu penelitian.
BAB 4 PEMBAHASAN	Data pengukuran, data percobaan, analisis data.
BAB 5 PENUTUP	Kesimpulan dan saran
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR PUSTAKA

- Sugiarto, H. (2015). Mereduksi Harmonisa Arus Dan Rugi Daya Akibat Beban Non Linier Dengan Memanage Penggunaan Beban Listrik Rumah Tangga. *Jurnal ELKHA Vol.7, No 1* , 34-41.
- Adi, W. I., Wayan, R. I., & Wayan, S. I. (2019). Studi Analisa Pengaruh Total Harmonic Distortion (THD) terhadap Rugi-Rugi, Efisiensi, dan Kapasitas Kerja Transformator pada Penyulang Kerobokan. *Jurnal SPEKTRUM* , Vol 6 No: 2.
- Ainuddin, A., Manjang, S., & Samman, F. A. (2017). Sistem Pengendali Pengisian Baterai pada Pembangkit Listrik. *Jurnal Teknik* , 17.
- Akbar, Khairu.M, S., & HalidRamdhan. (2020). Rancang Bangun Alat Sinkronisasi Tegangan, Frekuensi, dan Sudut Fasa Sistem Fotovoltaik dengan Grid/Jaringan PLN Menggunakan Arduino. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro Vol.5 No.3 e-ISSN: 2252-7036* , 10-19.
- Aksan, Satriani, S., & Sulhan, B. (2019). IDENTIFIKASI KUALITAS DAYA BEBAN LISTRIK RUMAH TANGGA. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat* , 133-139.
- Alfanz, R., K, F. M., & Haryanto, H. (2015). Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTSPLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal. *Jurnal Teknik* , 35.
- Amalia, R., & Nazir, R. (2015). PEMODELAN DAN SIMULASI BEBAN NON-LINIER 3-FASA DENGAN METODA SUMBER ARUS HARMONIK . *Jurnal Nasioanal Teknik Elektro* , 165-171.
- Amin, M Saleh Al, A., & Aan. (2017). ANALISA PERKIRAAN KEMAMPUAN DAYA YANG DIBUTUHKAN UNTUK PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS). *JURNAL AMPERE* , 39-53.
- Angga, W. I., Wayan, R. I., & Ibi, W. A. (2016). ANALISIS PENGARUH PENGOPERASIAN BEBAN-BEBAN NON-LINIER TERHADAP DISTORSI HARMONISA PADA BLUE POINT BAY VILLA & SPA. *E-JOURNAL SPEKTRUM* .
- Ariawan, & Ketut, U. (2020). PENGISI DAYA BATERAI TELEPON SELULER PORTABEL BERBASIS PANEL SURYA. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Vol. 17, No. 1 P-ISSN : 0216-3241 E-ISSN : 2541-0652* , 23-32.
- Ariawan, A. T., Indra, T., & Wijaya, A. (2013). Perbandingan Penggunaan Motor DC Dengan AC. *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems* , 19.
- Asad Alia, ↑. A. (2019). Engineering Science and Technology,an International Journal. *An efficient and novel technique for electronic load controller tocompensate the current and voltage harmonics* .
- Asad, A., Arshad, Haroon, A., Rehman, S. M., & Muhammad, K. (2019). An efficient and novel technique for electronic load controller tocompensate the current and voltage harmonics. *Engineering Science and Technology,an International Journal* .

- Bachtiar, & Muhammad. (2016). PROSEDUR PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PERUMAHAN (SOLAR HOME SYSTEM). *Jurnal SMARTek*, Vol. 4 No.3 , 176-182.
- Bahar, Abdul Kodir Al, M., & Teguh, A. (2018). PERENCANAAN DAN SIMULASI SISTEM PLTS OFF-GRID UNTUK PENERANGAN GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNKRIS. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna* , 97-107.
- Budi, H. H., Halim, A., Sigit, Y., & Hendi, R. (2015). PENENTUAN DIMENSI SUDU TURBIN DAN SUDUT KEMIRINGAN POROS TURBIN PADA TURBIN ULIR ARCHIMEDES.
- Cahyadi, IndraCatra, O., MasAyuAgung, K., & Dadang. (2020). Efisiensi Recharger Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Edu Elekrika Journal Vol. 9 No. 2 E-ISSN 2723-5602 P-ISSN 2252-7095* , 61-65.
- Dedic, J. H., & Sandro, N. (2019). Small scale archimedes hydro power plant test station: Design and experimental investigation. *Journal of Cleaner Production* .
- Deni, A., & Helen, L. Y. (2017). PENINGKATAN KELAYAKAN OPERASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO DI DESA CINTA MEKAR KABUPATEN SUBANG. *Jurnal Elektum* , Vol. 15 No. 2.
- Diantari, AitaRetno, E. W., & Christine. (2017). STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL.9NO. 2 ISSN: 1979-0783* , 120-125.
- Diantari, R. A., Erlina, & Widyastuti, C. (2017). *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 9 NO. 2* , 120-125.
- Diantari, R. A., Erlina, & Widyastuti, C. (2017). STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS. 120-125.
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA. *Jurnal Teknik* , 73.
- Eka, Y. F., & Umar, J. S. (2019). Studi Awal Pemanfaatanm Turbin Srew pada Aliran Sungai Kecil di Kota Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation* , 29-32.
- Fatkhurrozi, Bagus, N., Ibrahim, S., & jaya, T. (2019). PEMASANANGAN LAMPU PENERANGAN JALAN BERBASIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS DI DUSUN GENTAN DESA PURWOSARI KECAMATAN TEGALREJO KABUPATEN MAGELANG. *Civitas Ministerium Vol. 3, No.01, Oktober 2019* , 54-63.
- Gunawan, AriesGede, R., & Wayan, W. (2015). ANALISIS DISTORSI HARMONISA PADA PENYULANG ABANG KARANGASEM SETELAH TERPASANGNYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS). *E-Journal SPEKTRUM Vol. 2, No. 3* , 130-135.
- Gunawan, I., Akbar, T., & Anwar, K. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Tegangan Panel Surya (Solar Cell) Pada Lampu Penerang Jalan. *Jurnal Informatika dan Teknologi* , 70 - 78 .
- Hadi, S. (2015). Mereduksi Harmonisa Arus Dan Rugi Daya Akibat Beban Non Linier Dengan Memanage Penggunaan Beban Listrik Rumah Tangga.

- Harahap, & Partaonan. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *AYA YANG DIHASILKAN DARI BERBAGAI JENIS SEL SURYA* , ISSN 2622 – 7002 , 73-80.
- Hasan, H. (2012). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI PULAU SAUGI. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)* , 169-180.
- Ikrar, H., & Harvi, I. (2017). POTENSI PLTMH (PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO) DI KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR. *Jurnal Reka Buana* , Vol 2 No 2.
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). PROTOTIPE PEMANFAATAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM OTOMASI ATAP STADION BOLA. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro* , 35-42.
- Julisman, Andi, S., Ira Devi, S., & Halid, R. (2017). PROTOTIPE PEMANFAATAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM OTOMASI ATAP STADION BOLA . *Jurnal Online Teknik Elektro* , 35-42.
- Jumadi, a., & Mangapul, J. (2015). ANALISIS PENGARUH JENIS BEBAN LISTRIK TERHADAP KINERJA PEMUTUS DAYA LISTRIK DI GEDUNG CYBER JAKARTA. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN* , 106-117.
- Jumadi, M., Tambunan, & Mangapul, J. (2015). ANALISIS PENGARUH JENIS BEBAN LISTRIK TERHADAP KINERJA PEMUTUS DAYA LISTRIK DI GEDUNG CYBER JAKARTA. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN* , 106-117.
- Kamal Neno Abd, H. H. (2016). HUBUNGAN DEBIT AIR DAN TINGGI MUKA AIR DI SUNGAI LAMBAGU KECAMATAN TAWAELI KOTA PALU. *WARTA RIMBA* , 1-8.
- Kananda, Kiki, N., & Refdinal. (2013). KONSEP PENGATURAN ALIRAN DAYA UNTUK PLTS TERSAMBUNG KE SISTEM GRID PADA RUMAH TINGGAL. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Vol: 2 No.2 ISSN: 2302-2949* , 65-71.
- Khair, T., & Rosma, I. H. (2018). UJI KOMPARATIF LAPANGAN JANGKA PENDEK PRODUKSI ENERGI. *Jurnal Teknik* , 2.
- Kumara, K. V., Kumara, I. N., & Ariastina, W. G. (2018). TINJAUAN TERHADAP PLTS 24 KW ATAP GEDUNG T INDONESIA POWER PESANGGARAN BALI . *E-Journal SPEKTRUM V* , 26-35.
- Kumara, Ketut Vidhia, K., Ariastin, I. N., & Gede, W. (2018). TINJAUAN TERHADAP PLTS 24 KW ATAP GEDUNG PT INDONESIA POWER PESANGGARAN BALI. *E-Journal SPEKTRUM* , 26-35.
- Kumara, Ketut Vidhia, K., I Nyoman Satya, A., & Gede, W. (2018). TINJAUAN TERHADAP PLTS 24 KW ATAP GEDUNG PT INDONESIA POWER PESANGGARAN BALI. *E-Journal SPEKTRUM* , 26-35.

- Made, Y. A., Ahmad, Z., Hanif, J. F., & Faiz, H. (2020). Studi Harmonisa Akibat Komponen Penyearah pada Gardu Traksi Kereta Rel Listrik (KRL). *CYCLOTRON*.
- Maxime, B., Wen, S. T., Xiao-Bin, L., Feng-Chen, L., Xian-Zhu, W., & Shi, A. (2017). Investigation on pump as turbine (PAT) technical aspects for microhydropower schemes: A state-of-the-art review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148-179.
- Misbachudin.Muh, Desylita, S., Tri, W., & Yunus.Moch. (2016). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO DI DESA KAYUNI KABUPATEN FAKFAK PROVINSI PAPUA BARAT. *JURNAL AUSTENIT*, Vol 8 No 2.
- Murdiya, F., Hamzah, A., Azriyenni, Nurhalim, Firdaus, & Suwitno. (2020). Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pompa Air Dan Penerangan Dalam Program Pengabdian Kepada Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Untuk Mu NegeRI*, 192-198.
- Nafis, Subhan, A., Mohamad, H., & Adjar. (2015). ANALISIS KEEKONOMIAN PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA SISTEM KETENAGALISTRIKAN NIAS. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan Vol. 14 No. 2*, 83-94.
- Pratama, D. A. (2018). UJI KINERJA PANEL SURYA TIPE POLYCRYSTALLINE 100WP. *Jurnal Teknik*, 81.
- Prayogo, & Supto. (2019). Pengembangan Sistem Manajemen Baterai Pada PLTS Menggunakan On-Off Grid Tie Inverter. *Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung*, 58-63.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, F, M. A., & Huda, I. F. (2007). EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF. *Jurnal Teknik*, 11.
- Purwoto, Bambang Hari, A. F., Muhamad, H., & Fahmi, I. (2018). EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 10-14.
- Putra, I. G., Ibi, W. A., & Lie, J. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*.
- Putra, S., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah. *Jurnal Teknik*, 23.2.
- Putu, J. I., Ibi, W. A., & Lie, J. (2018). Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Vol 17 No 3.
- R. Nazira*, H. D. (2014). Energy Procedia. *Renewable Energy Sources Optimization: A Micro-Grid Model Design*, 316 – 327.
- Rahardjo, Irawan, F., & Ira. (2017). ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI INDONESIA. *Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batubara Skala Kecil, PLTN, Dan Energi Terbarukan*, 43-52.
- Raharjo, M. A., & Riadi, S. (2016). AUDIT KONSUMSI ENERGI UNTUK MENGETAHUI PELUANG PENGHEMATAN ENERGI PADA

- GEDUNG PT INDONESIA CAPS AND CLOSURES. *Jurnal PASTI* , 342-356.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, i. S. (2016). Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP . *Teknik*, 37(2), 2016 , 59-63 .
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. (2016). Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta* , 59-63.
- Richardo, B. A., Daniel, R., & Sentosa, S. J. (2018). Studi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga. *Seminar Nasional Fortei* , 1-7.
- Rizka, A., & Refdinal, N. (2015). PEMODELAN DAN SIMULASI BEBAN NON-LINIER 3-FASA. Vol 4 No 2.
- Roal, & Mario. (2015). Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS. *ELKHA Vol.7, No 2* , 12-19.
- Robby, D., Firdaus, & Feranita. (2015). ANALISIS DAMPAK TOTAL HARMONIC DISTORTION TERHADAP LOSSES DAN DERATING PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU. *Jom FTEKNIK* , Vol 2 No: 1.
- Rosalina, S., & Estu. (2019). PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI LAHAN PERTANIAN TERPADU CISEENG PARUNG-BOGOR. *jurnal semiinaar nasional teknoka* , 74-83.
- Rudyanto, T., Stevanus, N., & Elisabet, M. D. (2017). ESTIMASI SUMBERDAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN LISTRIK DUSUN PULAU TIMUN, KABUPATEN LAHAT, PROVINSI SUMATERA SELATAN. *Jurnal Geomine* , Vol. 05, No. 03 .
- SAODAH, & SITI, U. ., (2019). Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya . *Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung* , 339 - 350.
- Saodah, & Situ, U. ., (2019). Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung* , 339 - 350.
- Setiawan, David, E., Hamzah, S., & Latifa. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik. *urnal Teknik, Volume 14, Nomor 2* , 208-215.
- Setiawan, I. K., Kusmara, I. N., & Sukerayasa, I. W. (2014). ANALISIS UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS). *Jurnal Teknik* , 27-28.
- Setiawan, IkhlasM, M., BudiAgung, N., & MadeI, A. (2014). PENGUKURAN DAN ANALISIS HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA SINKRONISASI GENERATOR. *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia Harmonic, Generator Synchronizing, 3 Phase Power Analysis, IEE 159-2014* , 1-14.
- Sianipar, R. (2014). DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK. *energy surya, fotovoltaik, konfigurasi dasar* , 61 - 78.

- Sianipar, R. (2014). Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Teknik Elektro* , 62-65.
- Singh, S. H., Kumar, A. A., & Niranjari, K. (2015). Analysis and evaluation of small hydropowerplants: A bibliographical survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 1013-1022.
- Small scale archimedes hydro power plant test station: Design and experimental investigation. (2019). *Journal of Cleaner Production* .
- Sofyan, T., Sarma, G., & Fibrianti. (2020). ANALISIS PENGUKURAN HARMONISA TEGANGAN DAN ARUS LISTRIK PADA PT. EASTERN PEARL FLOUR MILLS MAKASSAR. *Prosiding Seminar Nasional NCIET Vol.1 (2020) B500-B508 National Conference of Industry, Engineering and Technology 2020, Semarang, Indonesia Sofyan, dkk. / NCIET Vol. 1 (2020) B500-B508* , 500-508.
- Subandi, H., & Hani. (2015). PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI MATAHARI SEBAGAI PENGGERAK POMPA AIR DENGAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA ISSN: 1979-8415 Vol. 7 No. 2* , 157-163.
- Sukamta Sri, A. H. (2018). STUDI ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI KEDUNG SIPINGIT DESA KAYUPURING KECAMATAN PETUNGKRIYONO KABUPATEN PEKALONGAN. *Edu ElektriKa Jurnal* .
- Suryanti, Meilia Eka, R. C., & da, F. B. (2014). ANALISIS UNJUK KERJA SISTEM FOTOVOLTAIK ON-GRID PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) GILI TRAWANGAN. *DielektriKa, ISSN 2086-9487 Vol. 1, No. 2* , 82 - 95.
- Tobing, AlfredoL, P., Wahmisari, P., & Porman. (2020). PENCATUAN DAYA DENGAN SUMBER ENERGI FOTOVOLTAIK UNTUK SISTEM OTOMATISASI BUDIDAYA TANAMAN TOMAT POWER SUPPLY WITH PHOTOVOLTAIC ENERGY SOURCES FOR TOMATO CULTIVATION AUTOMATION SYSTEMS. *e-Proceeding of Engineering : Vol.7, No.3 ISSN : 2355-9365* , 8662-8678.
- Utari, Evrita Lusiana, M., & Ikhwan, Y. (2018). PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PENGGANTI LISTRIK UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN PENERANGAN JALAN DI DUSUN NGLINGGOKELURAHAN PAGERHARJO KECAMATAN SAMIGALUHKABUPATEN KULON PROGO. *Jurnal Pengabdian “ Dharma Bakti “* , 90-98.
- Very, D., Indriyana, K. D., & Subuh, T. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *JRSDD* , Vol 4 No 3.
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan Energi Surya. *JPTK* , 37-46.
- Widi, A., Ibrohim, & Three, K. U. (2021). SIMULASI PEMODELAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO/PLTMH DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI MATLAB/SIMULINK. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO* , Vol 10 No 01.

- Wiharja, Ujang, R., & Ahmad. (2021). PERANCANGAN PLTS UNTUK PENERANGAN LISTRIK KAPAL PERINTIS 750 DWT DI DOK KODJA BAHARI. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol 9 No 2 ISSN : 2302-4712* , 55=63.
- yamsudin, Z., Hidayat, y., & Effendi, M. N. (2017). PERENCANAAN PENGGUNAAN PLTS DI STASIUN KERETA API . *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 9 NO. 1* , 70-83.
- Yosi, A., Zulkifli, S., Kurnia, D. D., & Mochamad, S. I. (2020). Analysis of the Local Energy Potential Connection with Power Plants Based on Archimedes Turbine 10 kW. *Journal of Robotics and Control (JRC)* , Vol 1.
- Yunando, & Sutriyatna. (2018). Studi Microgrid System Menuju Pembangunan Desa Mandiri Energi Di Desa Temajuk Kabupaten Sambas. *Jurnal ELKHA* , 6-14.
- Yuski, M. N., Hadi, W., & Saleh, A. (2017). Rancang Bangun Jangkar Motor DC. *BERKALA SAINTEK* , 98-103.
- Zulkifli, S., Yosi, A., Feby, A., & Ricky, P. (2019). ANALISIS KARAKTERISTIK TURBIN CROSSFLOW KAPASITAS 5 kW. *Jurnal Surya Energy* .