

SKRIPSI
ANALISIS KUALITAS DAYA PADA SISTEM PLTMH SARWAN
BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
24 Febuari 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MUHAMMAD RICKY HERYADI
132017160

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022

SKRIPSI

ANALISIS KUALITAS DAYA PADA SISTEM PLTMH SARWAN
BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan penguji
24 Februari 2022

Dipersiapkan dan disusun oleh
Muhammad Ricky Heryadi
132017160

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Bengawan Alfaresi, S.T., M.T., IPM
NIDN: 0205118504

Pembimbing 2

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

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

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

Penguji 1

Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN : 0002107302

Penguji 2

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

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro

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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat ini tidak ada karya yang pernah di ajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi atau di universitas manapun, sepanjang sepengetahuan saya, dan tidak terdapat karya atau usulan yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis yang di acu dalam naskah dan di sebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, 24 Febuari 2022
buat pernyataan,

Muhammad Ricky Heryadi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Jangan pernah takut gagal, biarkan gagal datang bertubi-tubi sampai dia bosan dan pergi meninggalkanmu.
- ❖ Skripsi itu sama seperti minum kopi. Tidak perlu filosofi-filosofian, yang penting 1, **KERJAKAN**. Karena skripsi yang baik adalah skripsi yang selesai.

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- ❖ Allah Subhanahuwataalla, atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis dan menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, kemudahan, rezeki, dan pertolongan.
- ❖ Dua orang hebat dalam hidup saya, Ayahandaku Suwarno dan Ibundaku Farida Dwiwati. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua ku.
- ❖ Kakak-adikku tercinta yaitu Ririn Indah Lestari dan Felisa Puspita Sari.
- ❖ Bapak Bengawan Alfaresi, ST., MT selaku pembimbing 1 saya yang telah memberi masukan dan saran, Serta bapak Feby Ardianto, ST., M.Cs selaku pembimbing 2 saya.
- ❖ Bapak Taufik Barlian, S.T, M. Eng selaku ketua program studi teknik elektro yang telah membimbing saya selama perkuliahan.
- ❖ Bapak Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng yang telah memberi masukan dan membimbing saya serta menjadi ayah saya di kampus, dan di lapangan.
- ❖ Serta rekan-rekan *Electrical Engineering* angkatan 2017, *Sarwan Renewable Energy Team*, yang tak henti-hentinya memberikan semangat.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunianya jugalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **ANALISIS KUALITAS DAYA PADA SISTEM PLTMH SARWAN BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES** yang disusun 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 Bengawan Alfaresi, ST., MT selaku Dosen Pembimbing 1
- Bapak Feby Ardianto, ST., M.Cs selaku Dosen Pembimbing 2

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., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Taufik Berlian, 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. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan penuh.
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 penyelesaian skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis

mendapatkan imbalan yang melimpah dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan sangat senang hati penulis terima. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya untuk penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 24 Febuari 2022

Penulis,

Muhammad Ricky Heryadi

ABSTRAK

ANALISIS KUALITAS DAYA PADA SISTEM PLTMH SARWAN BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES

Muhammad Ricky Heryadi

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

E-mail : muhamnad86@gmail.com

Salah satu parameter utama dalam pembangkitan listrik adalah adanya keluaran daya listrik yang sinergi dengan potensi sumber energi penggerakannya. Penelitian ini difokuskan pada analisis kualitas daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) berbasis turbin ulir Archimedes. Data pengukuran aliran pada saluran pembawa sebesar 4.85 m/dt, debit air pada saluran sebesar 0.284 m³/dt sehingga didapatkan daya terbangkitkan pada turbin sebesar 31.2 kW. Pengukuran terhadap beban yang diuji yaitu resistif, induktif, dan kapasitif diketahui bahwa hanya pada beban kapasitif motor 1 phase mengalami gangguan.

Kata kunci: PLTMH, kualitas daya, turbin ulir Archimedes, dan faktor daya

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
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.....	Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Error! Bookmark not defined.	
2.2 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Error! Bookmark not defined.	
2.3 Prinsip kerja PLTMH	Error! Bookmark not defined.
2.4 Pengertian Kualitas Daya Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.5 Tegangan <i>Transient</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6 Gangguan (<i>Interruption</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.7 Penurunan Tegangan (<i>Sag</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.8 Kenaikan Tegangan (<i>Swell</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.9 Distorsi Gelombang (Harmonisa)	Error! Bookmark not defined.
2.10 Fluktuasi Tegangan.....	Error! Bookmark not defined.
2.11 Variasi Frekuensi	Error! Bookmark not defined.

2.12	Besaran Listrik Dasar	Error! Bookmark not defined.
2.12.1	Tegangan	Error! Bookmark not defined.
2.12.2	Arus Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.12.3	Frekuensi	Error! Bookmark not defined.
2.12.4	Daya dan faktor daya	Error! Bookmark not defined.
BAB 3	.....	Error! Bookmark not defined.
METODE PENELITIAN	.....	Error! Bookmark not defined.
3.1	Diagram <i>Fishbone</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2	Tempat dan Waktu	Error! Bookmark not defined.
3.3	Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
BAB 4	.....	Error! Bookmark not defined.
DATA DAN ANALISIS	.....	Error! Bookmark not defined.
4.1	Data	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Kecepatan aliran air sungai menggunakan aplikasi Matlab..	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Kecepatan aliran air sungai.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	<i>Daya Available</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3	Daya Terbangkitkan	Error! Bookmark not defined.
4.4	Data arus, tegangan, frekuensi terhadap beban.	Error! Bookmark not defined.
4.4.1	Data beban kapasitif	Error! Bookmark not defined.
4.4.2	Data beban resistif	Error! Bookmark not defined.
4.4.3	Data beban induktif.....	Error! Bookmark not defined.
4.5	Analisis Kualitas Daya Listrik PLTMH Sarwan	Error! Bookmark not defined.
BAB 5	.....	Error! Bookmark not defined.
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	.....	3

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 PLTMH (Rohermanto, 2017).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2 Prinsip kerja PLTMH (Myson & Aritonang, 2019)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3Segitiga daya (Butarbutar & Riyanto, 2018).... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 1 Diagram *Fishbone* Sumber: Dokumentasi Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 1 Penampang Saluran**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2 Ilustrasi kecepatan aliran air sungai ..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Variasi frekuensi pada beban kapasitif, resistif, dan induktif ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Variasi tegangan pada beban kapasitif, resistif, dan induktif.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Perbandingan $\cos\phi$ pada beban kapasitif, resistif, dan induktif
.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 3. 1 Alat-alat yang digunakan**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 2Bahan-bahan yng digunakan**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1 Pengukuran waktu kecepatan aliran air sungai menggunakan flowatch**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Kecepatan aliran tertinggi dan terendah**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Hasil perhitungan kecepatan aliran air sungai **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Hasil perhitungan debit**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Data pada pembebanan kapasitif motor 1 phase. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 6 Data pada pembebanan resistif lampu pijar 100 Watt**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 7 Data pada pembebanan induktif trafo 10 A **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 8 Hasil perhitungan daya listrik**Error! Bookmark not defined.**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer yang sangat di butuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk menjadi salah satu penyebab pasokan listrik lebih tinggi. Sumber energi listrik dengan menggunakan energi fosil saat ini, ketersediaanya di alam semakin lama semakin menipis, oleh karena itu energi alternatif sangat dibutuhkan sebagai sumber energi terbarukan. Dari berbagai macam sumber energi terbarukan yang ada, hydro power merupakan salah satu teknologi sumber energi terbarukan yang efisien dalam pengembangannya. Dalam perkembangan teknologi turbin mempunyai berbagai variasi, salah satunya turbin jenis turbin ulir Archimedes. Teknologi tersebut yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan dalam sistem pembangkit tenaga mikro hidro (Jabar, Golwa, Prasetyo, & Kusuma, 2020).

Turunan jenis pembangkitan daya listrik skala PLTMH berbasis turbin ulir Archimedes memproduksi besaran daya tergantung dari kecepatan aliran pada saluran pembawa yang diharapkan dapat secara kontinyu walaupun dalam kondisi aliran pada saluran sangat rendah, untuk itu diperlukan data dasar kecepatan aliran pada lokasi sistem yang selanjutnya akan dibuktikan melalui perhitungan dengan menggunakan bahasa Pemograman Matlab versi R2007b (Putra, Ch, Mangindaan, & Tumaliang, 2020).

Pengelolaan energi listrik tak lepas dari permasalahan kualitas daya listrik. Sangat penting untuk mengidentifikasi, memastikan terjadinya permasalahan yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas daya dalam suatu sistem tenaga listrik, terutama pada PLTMH Sarwan Maka dengan itu penulis mempunyai ide untuk mengangkat judul skripsi “Analisis Kualitas Daya Pada Sistem PLTMH Sarwan Berbasis turbin Ulir Archimedes.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas daya listrik yang dihasilkan pada sistem PLTMH Sarwan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas daya listrik pada PLTMH Sarwan.

1.4 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai landasan teori yang berisikan dasar pemikiran secara teoritis dan secara umum antara lain Mengenai Tentang teori dasar Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas pengambilan data, metoda perancangan alat, fishbone, alat dan bahan yang digunakan, tempat dan waktu penelitian.

BAB 4 HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Berisi data-data yang didapatkan melalui pengukuran dan perhitungan dan analisis kualitas daya sistem PLTMH Sarwan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran dari pembahasan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksan, Said, S., & Bone, S. (2019). Identifikasi Kualitas Daya Beban Listrik Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, (pp. 133-139). Makassar.
- Jabar, Maulana Abdul, Golwa, Gian, Viling. (2020). Analisis Efisiensi Keluaran Energi Listrik Prototipe Sistem Pembangkit Tenaga Pico Hidro. *Jurnal Mechanical*, (36-43).
- Putra, Ryand Andala ; Ch, Glanny, Mangindaan, Tumaliang, Hans. (2020). Analisis Rugi-Rugi Daya Distribusi Primer 20 kV Di Kota Ternate *Jurnal teknik kelekro* (1-10).
- Butarbutar, M., & Riyanto, M. (2018). Manajemen Sisi Beban dan Optimalisasi Tingkat Konsumsi Energi Di SMK Negeri 2 Pontianak. *Jurnal ELKHA*, 10(01), 44-51.
- Dwiyanto, & Tugiono, Subuh. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai) *Journal Rekayasa Sipil Dan Desain (Jrsdd)*, 407-422.
- Carmanto, A. (2019). Analisis Peningkatan Kinerja Kualitas Daya Listrik Tegangan 20 Kv Di Industri Berbasis Simulasi Etap 12.6.0. *Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC)*, 02(2), 1-12.
- Rohermanto, Agus. (2017). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) *Jurnal Vokasi* 28-36
- Dos Santos, A. M., & Hidayat, T. (2017, September). Analisis Perbaikan Tegangan Sag Akibat Arus Asut Motor Induksi dengan Dynamic Voltage Restor (DVR). *Elektrika: Jurnal Teknik Elektro*, 01(01), 33-38.
- Dwiyanto, V., K., D. I., & Tugiono, S. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *Journal Rekayasa Sipil Dan Desain (Jrsdd)*, 04, 407-422.
- Hasanudin, L., Lolok, A., Balaka, R., Kadir, Hasan, L. O., Aminur, . . . Kadir, A. (2019). Analisis Potensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Pada Sungai Bone Di Kecamatan Pasir Putih Kabupaten Muna. *Seminar Nasional Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal* (hal. 304-315). Kabupaten Muna: Universitas Halu Oleo.
- Ihwanudin, M., Shalahuddin, Y., & Yumono, F. (2018, September). Simulasi Gangguan Voltage Sag Dan Voltage Swell Pada Jaringan 20 Kv Menggunakan Matlab Simulink. *Jurnal Qua Teknika*, 08(02), 1-15.
- Ilmi, U. (2019). Studi Persamaan Regresi Linear Untuk Penyelesaian Persoalan Daya Listrik. *Jurnal Teknika*, 11(1), 1083-1088.
- Jawahar, C. P., & Michael, P. A. (2017, May). A Review On Turbines For Micro

- Hydro Power Plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 882–887.
- Michael, P. A., & Jawahar, C. P. (2017). Design of 15 kW Micro Hydro Power Plant for Rural Electrification. *Energy Procedi*, 163-171.
- Mulyadi, R., Artika, K. D., & Khalil, M. (2019, Juni). Perancangan Sistem Kelistrikan Perangkat Elektronik Pada Mobil Listrik. *Jurnal Elemen*, 6(1), 7-12.
- Myson, & Aritonang, A. (2019, Juni). Generator DC 12 Volt dengan Kapasitas 270 Watt untuk PLTMH Dijalan Bintara Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muara Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 16-20.
- Napitupulu, J., & Siahaan, L. (2020, Maret). Studi Flicker Pada Start Motor Asinkron. *Jurnal Teknologi Energi Uda, Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 1-7.
- Norhadi, A., Marzuki, A., Wicaksono, L., & Yacob, R. A. (2015). Studi Debit Aliran Pada Sungai Antasan Kelurahan Sungai Andai Banjarmasin Utara. *Jurnal Poros Teknik Volume 7 No. 1*, 7-14.
- Nugroho, B. A., Sudjadi, & Christyono, Y. (2018). Rancang Bangun Frekuensi Meter Listrik Berbasis Atmega328. *Transient*, 7(4).
- Nugroho, H. Y., & Sallata, M. K. (2015). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*. Andi.
- Odi, F. (2016). Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Untuk Modul Praktikum Di Laboratorium Konversi Energi. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 02, 1-7.
- Ointu, S., Surusa, F. E., & Zainuddin, M. (2020). Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JJEED)*, 30-38.
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019, Juni). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266. *JURNAL AMPERE*, 04(01), 187-197.
- Putra, I. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018, September - Desember). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(03), pp. 385-392.
- Putri, M., & Pasaribu, F. I. (2018, Juni). Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (XL) di Industri. *Journal of Electrical Technology*, 03(02), 81-85.
- Rofii, A., & Ferdinand, R. (2018). Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 03(01), 39-51.

- Roza, I. (2018, Agustus). Analisis Penurunan Cos phi dengan menentukan Kapasitas Kapasitor Bank Pada Pembangkit Tenaga Listrik Pabrik Kelapa Sawit (PKS). *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 2(1), 33-42.
- Siahaan, F. J., Silalahi, E. M., Widodo, B., & Purba, R. (2020, September). Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Terhadap Lampu Hemat Energi (LHE) DAN Light-Emitting Diode (LED). *Letrokom: Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Elektro*, 03, 1-7.
- Meyyasa, I. P., Hartati, R. S., & Manuaba, I. G. (2019, Mei-Agustus 14). Analisa Kualitas Daya Listrik Instalasi Wing Amerta RSUP Sanglah Denpasar. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(02), pp. 249-257.