

SKRIPSI
ANALISIS RUGI-RUGI DAYA AKIBAT HARMONISA PADA
TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK SEDUDUK PUTIH



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Strata-1 Program
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Palembang

Oleh :

Muhammad Sulthon Abdillah
132020081

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS RUGI-RUGI DAYA AKIBAT HARMONISA PADA
TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK SEDUDUK PUTIH



Merupakan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan penguji 21 Maret 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:
MUHAMMAD SULTHON ABDILLAH

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

Taufik barlian, S.T., M.Eng.
NIDN. 0218017202

Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502

Penguji 1

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T.
NIDN. 0205118504

Penguji 2

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

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tidak ada karya yang saya tulis yang belum diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana di perguruan tinggi atau universitas mana pun, sepanjang pengetahuan saya dan tidak ada karya atau karya selanjutnya yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang ditulis berdasarkan referensi dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, 21 Maret 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Sulthon Abdillah

Motto dan Persembahan

Motto :

“Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.”

(QS Al-insyirah : 5 & 6)

“Tidak ada sebutir biji pun dalam kegelapan bumi dan tidak pula sesuatu yang basah atau yang kering, melainkan (tertulis) dalam kitab yang nyata (lauh mahfuz).”

(QS Al-an'am : 59)

“Jangan pernah merasa tertinggal, Setiap orang punya proses dan rezeki nya masing-masing.”

(QS Maryam : 4)

Kupersembahkan skripsi kepada :

- Alhamdulillah, puji Syukur kepada Allah SWT. Atas segala nikmat, karunia dan ridhonya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberikan kesehatan, perlindungan, rezeki, kemudahan, dan pertolongan.
- Kepada kedua orang tua saya, Bapak Sugianto dan Ibu Linda Rusmawati yang aku cinta dan sangat aku sayang. Kupersembahkan keberhasilan ini untuk bapak dan ibuku, terima kasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan doa-doa, dan bantuan, dan semangat, serta kasih sayang yang tulus ini.
- Kepada seluruh keluarga besarku kakak dan adikku selalu memberikan doa-doa, bantuan, serta support tiada hentinya sehingga penulis bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini.
- Kepada dosen pembimbing 1 Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.sc dan dosen pembimbing 2 Bapak Taufik barlian S.T., M.Eng yang telah dengan sabar membimbing penulis skripsi ini.
- Kepada teman-teman yang selalu memberikan semangat dan dukungan sehingga bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.

- Kepada diri penulis sendiri, Muhammad Sulthon Abdillah telah berjuang, sabar dan pantang menyerah menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji dan syukur kepada Allah SWT yang mana pada akhirnya penulis telah menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS RUGI-RUGI DAYA AKIBAT HARMONISA PADA TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK SEDUDUK PUTIH”** Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita pada dunia yang cerah dan penuh ilmu karunia Allah SWT.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bimbingan, tuntunan, arahan dan nasehat yang sangat bernilai. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Wiwin A.Oktaviani, S.T.,M.Sc, selaku Pembimbing I
2. Bapak Taufik Barlian, S.T.,M.Eng selaku Pembimbing II

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan sebagai penulis kepada pihak yang berperan dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T. selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

7. Teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Penulis sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis juga meminta maaf kepada pembaca apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan atau keliruan baik dari segi penulisan maupun dari segi tata letak penyusunan, karena yang sempurna hanyalah milik Allah SWT. Semoga semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Semoga Allah SWT, Membalas semua perbuatan baik yang telah kalian berikan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, dan semoga semua amal ibadahnya diterima dan dilapangkan rezeki yang berlimpah, Aamiin

Palembang, 17 Maret 2024

Penyusun

M. Sulthon Abdillah

ABSTRAK

Kualitas daya listrik merupakan aspek penting dalam sistem tenaga listrik karena berdampak langsung pada efisiensi dan keandalan peralatan listrik. Salah satu permasalahan utama dalam kualitas daya adalah harmonisa, yang merupakan distorsi gelombang arus dan tegangan akibat penggunaan beban non-linear. Kondisi ini dapat memicu peningkatan rugi-rugi daya pada komponen sistem tenaga, termasuk transformator daya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana harmonisa berpengaruh terhadap rugi-rugi daya pada transformator yang terpasang di Gardu Induk Seduduk Putih. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi berbasis perangkat lunak ETAP 19.01, yang meliputi analisis aliran daya, pengukuran Total Harmonic Distortion (THD), dan perhitungan kerugian daya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa THD pada salah satu transformator mencapai 9,61%, yang telah melampaui batas maksimum yang ditetapkan oleh standar IEEE 519-1992. Hal ini berdampak pada meningkatnya rugi-rugi daya dan menurunkan efisiensi transformator. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi seperti penggunaan filter harmonisa untuk mengurangi efek distorsi dan meningkatkan kualitas daya listrik pada sistem tenaga.

Kata Kunci : harmonisa, rugi daya, transformator daya, kualitas daya, ETAP, gardu induk.

ABSTRACT

Power quality is an important aspect in the electric power system because it has a direct impact on the efficiency and reliability of electrical equipment. One of the main problems in power quality is harmonics, which are distortions of current and voltage waves due to the use of non-linear loads. This condition can trigger increased power losses in power system components, including power transformers. This study aims to analyze the extent to which harmonics affect power losses in transformers installed at the Seduduk Putih Substation. The method used in this study is a simulation based on ETAP 19.01 software, which includes power flow analysis, Total Harmonic Distortion (THD) measurement, and power loss calculation. The simulation results show that the THD in one of the transformers reaches 9.61%, which has exceeded the maximum limit set by the IEEE 519-1992 standard. This has an impact on increasing power losses and reducing transformer efficiency. Therefore, mitigation efforts are needed such as the use of harmonic filters to reduce the effects of distortion and improve the quality of electric power in the power system.

Keywords : harmonic, power loss, power transformer, power quality, ETAP, substation.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
Motto dan Persembahan.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Harmonisa	4
2.1.1. Jenis Harmonisa.....	6
2.1.2 Beban Linear dan Non-Linear dalam Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.1.3 Indeks Harmonisa	7
2.1.4 Standard Harmonisa.....	9
2.1.6. Usaha-usaha Untuk Mengurangi Harmonisa.....	13
2.2. Transformator	14
2.2.1. Prinsip Kerja Transformator	15
2.2.2 Transformator Daya	15
2.2.3 Fungsi Transformator Daya	15
2.2.4 Komponen Utama Transformator Daya.....	16
2.2.5 Rasio Hubung Singkat	17
2.2.6 Daya Aktif pada Transformator Daya.....	18
2.2.7 Rugi daya akibat harmonisa.....	18
2.2.8 Total Penambahan Rugi Daya Akibat Pengaruh Harmonisa	20

2.2.9. Efisiensi Transformator Daya	21
2.3. Electrical Transient Analyzer Program (ETAP)	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Pengumpulan Data	25
3.3 <i>Flowchart</i> penelitan.....	26
3.4 Metode Penelitian.....	27
3.5 Alat Penelitian	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Data Spesifikasi Transformator Daya Di GI 70 KV Seduduk Putih	28
4.2 Spesifikasi Data Beban.....	30
4.3 Analisis Aliran Daya Pada ETAP 19.01	31
4.4 Analisis harmonisa menggunakan ETAP 19.01	32
4.5 Rasio Hubung Singkat.....	35
4.6 Batas maksimum THD Transformator Daya GI 70 kV Seduduk Putih	36
4.7 Rugi Daya Setelah Pengaruh Harmonisa	37
4.8 Total Rugi Daya Tambahan Akibat Harmonisa	41
4.9 Perhitungan Efisiensi Transformator Daya	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 KESIMPULAN	43
5.2 SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk gelombang tegangan dan arus sinus murni	4
Gambar 2.2 Bentuk gelombang fundamental, gelombang harmonisa, dan gelombang fundamental yang terdistorsi	5
Gambar 2.3 Gelombang beban linier	6
Gambar 2.4 Gelombang beban linier	7
Gambar 2.5 Transformator	14
Gambar 2.6 Prinsip Dasar Transformator	15
Gambar 2.7 Tampilan Software ETAP 19.0.1.	24
Gambar 3.1 Lokasi PT PLN (Persero) Palembang	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 4.1 single line diagram analisis aliran daya pada etaps 19.01	31
Gambar 4.2 hasil simulasi rugi daya pada software etaps 19.01	31
Gambar 4.3 Library harmonisa ETAP model fluorescent IEEE	32
Gambar 4.4 single line diagram untuk simulasi harmonisa menggunakan ETAP 19.01	32
Gambar 4.5 Spektrum harmonisa arus terdistorsi	34
Gambar 4.6 Hasil gelombang yang terdistorsi arus pada transformator 1 dan 2 ..	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas harmonisa tegangan sesuai standar IEEE 519-1992.....	10
Tabel 2.2 Batas harmonisa arus sesuai standar IEEE 519-1992	11
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator 1	28
Tabel 4.2 Spesifikasi Transformator 2	29
Tabel 4.3 Spesifikasi data beban yang ada di GI 70 kV Seduduk Putih	30
Tabel 4.4 harmonisa pada busbar	33
Tabel 4.5 harmonisa pada cabang sistem	33
Tabel 4.6 Hasil pengukuran THD	36
Tabel 4.7 perhitungan losses pada transformator 1	37
Tabel 4.8 perhitungan losses pada transformator 2	38
Tabel 4.9 Perbandingan perhitungan rugi-rugi daya dengan efisiensi trafo sebelum dan sesudah pengaruh harmonisa.....	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan sehari-hari yang sangat penting. Semakin banyak listrik yang dikonsumsi maka dampaknya semakin besar, termasuk terhadap kualitasnya. Kualitas listrik perlu mendapat perhatian khusus karena dapat mempengaruhi kepuasan konsumen. Kualitas daya yang baik mendatangkan kepuasan, namun kualitas daya yang buruk dapat mengakibatkan kerugian. Salah satu masalah yang berkaitan dengan kualitas daya melibatkan harmonisa.

Harmonisa adalah gangguan dalam sistem tenaga listrik yang dapat menyebabkan masalah kualitas. Pada harmonisa, bentuk gelombang arus atau tegangan yang disuplai menjadi terdistorsi, yang dapat mengakibatkan gangguan pada peralatan listrik. Gangguan ini disebabkan oleh pembentukan gelombang frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi dasarnya (fundamental). Fenomena ini dikenal sebagai frekuensi harmonisa, yang muncul dalam gelombang aslinya, sementara bilangan bulat yang mengalikan frekuensi dasar disebut angka urutan harmonik (Wayan Rinas et al., 2020).

Dalam sistem tenaga listrik, terdapat dua tipe beban, yaitu beban linier dan beban non-linier. Beban linier menghasilkan gelombang keluaran yang sebanding dengan arus dan impedansi, serta perubahan tegangan. Sebaliknya, beban non-linier menghasilkan gelombang keluaran yang tidak sebanding dengan tegangan pada setiap siklusnya. Akibatnya, bentuk gelombang arus dan tegangan keluarannya berbeda dengan bentuk gelombang masukannya, karena terdiri dari penjumlahan gelombang dasar dan gelombang harmonisa kedua, ketiga, dan seterusnya (Putu et al., 2018).

Transformator daya merupakan bagian penting dalam sistem kelistrikan gardu induk dan berperan penting dalam penyediaan energi listrik kepada pelanggan. Transformator daya dengan efisiensi tinggi penting untuk pasokan daya listrik yang optimal (Budi Utomo, 2021). Jaringan listrik terkadang mengalami gangguan akibat

ketidakseimbangan arus yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti ketidakseimbangan beban, penurunan tegangan, usia peralatan, kebocoran isolasi, diameter konduktor, harmonik distorsi total (THD) dan faktor lainnya. Distorsi harmonik total (THD) merupakan salah satu penyebab rugi-rugi daya, seringkali akibat penggunaan beban nonlinier pada jaringan listrik sehingga menimbulkan distorsi sinusoidal. Gangguan ini dapat mempengaruhi kualitas energi yang disalurkan ke pelanggan (Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan & Budi Sudiarto, 2024).

Dimungkinkan untuk memperkirakan kerugian daya akibat harmonisa di berbagai area jaringan yang disebabkan oleh banyak beban nonlinier. Perbedaan antara daya yang dihasilkan dan yang dikonsumsi dihitung dengan kehilangan daya. Namun pada umumnya rugi-rugi daya pada jaringan distribusi hanya bersifat perkiraan dan tidak diukur secara langsung karena terbatasnya jumlah alat ukur dalam jaringan dan mahalnya biaya pengumpulan data (Utomo & Putri, 2021).

Kinerja transformator dipengaruhi oleh beban non-linier, yang dapat menyebabkan distorsi gelombang sinus atau munculnya harmonisa. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kerugian daya yang disebabkan oleh harmonisa pada transformator daya. Data transformator akan diambil di Gardu Induk Seduduk Putih. Metode yang digunakan untuk simulasi menggunakan perangkat lunak yaitu ETAP 19.01. Dengan di dasari alasan alasan tersebut penulis mencoba untuk menyusun laporan akhir ini dengan judul “Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Harmonisa Pada Transformator Daya Di Gardu Induk Seduduk Putih”

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. untuk menghitung rugi rugi daya transformator pada Gardu Induk Seduduk Putih
2. untuk menganalisis nilai harmonisa transformator pada Gardu Induk Seduduk Putih

3. untuk menganalisis bagaimana hubungan antara rugi rugi daya yang diakibatkan harmonisa dengan efisiensi transformator

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, Adapun permasalahan yang di bahas adalah menghitung nilai rugi rugi daya terhadap harmonisa pada transformator menggunakan aplikasi ETAP 19.01.

1.4. Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini, akan di jelaskan mengenai Latar Belakang masalah, Tujuan Pembahasan, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini, berisikan teori-teori umum yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas oleh penyusun.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang informasi mengenai pengambilan data dalam Tugas Akhir yang akan dibuat oleh penyusun.

BAB 4 PEMBAHASAN DAN ANALISA

Dalam bagian ini berisikan tentang Analisa dan pembahasan nilai rugi rugi daya terhadap harmonisa pada transformator di gardu induk 70kv seduduk putih.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisiki tentang kesimpulan dan saran dari keseluruhan yang telah dilakukan oleh penyusun.

DAFTAR PUSTAKA

- A Practical and Effective Way of Applying IEEE Std 519-2014 Harmonic Limits.* (n.d.).
- Ashari, M. (2021). *Desain Konverter Elektronika Daya* (Edisi Revisi). Informatika Bandung.
- Budi Utomo, H. (2021). *Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung.*
- Budi Utomo, H., Fadhlurohman, E., Kunci Transformator, K., & matlab, simulink. (2021). *Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung.*
- Cekdin, C., & Barlian, T. (2013a). *RANGKAIAN LISTRIK* (FI. S. Suyantoro, Ed.). C.V ANDI OFFSET(Penerbit Andi).
- Cekdin, C., & Barlian, T. (2013b). *Transmisi Daya Listrik* (FI. S. Suyantoro, Ed.). C.V ANDI OFFSET (Penerbit ANDI).
- Dermawan, E., & Marthalia, A. (n.d.). *Evaluasi Penentuan Rugi-Rugi Transformator dalam Pengaruh Arus Non-Sinusoidal.*
- Fernando, Y., Gede, I., Darmawan, A., & Putri, N. U. (2024). *Analisis Penyempurnaan Nilai Harmonisa Pada Gardu Traksi Kereta Rel Listrik (KRL) Jalur Pesing-Duri Menggunakan Filter Pasif* (Vol. 18, Issue 02).
- IEEE Industry Applications Society. Power Systems Engineering Committee., IEEE Standards Board., & American National Standards Institute. (1998). *IEEE recommended practice for industrial and commercial power systems analysis.* Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Irwanto, R., & Hidayat1, J. (n.d.). *Analisa Harmonisa Pada Transformator 3 Fasa.* I(1).
- Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan, E., & Budi Sudiarto, dan. (n.d.). *Analisis dan Desain Filter Pasif ... Analisis dan Desain Filter Pasif Terhadap Harmonisa Pada Suatu Gedung Perkantoran Analysis and Design of Passive Filters for Harmonics in an Office Building* (Vol. 6, Issue 1).
- Mustika, A., Putri, N. A., Hafid, A., Faharuddin, A., & Elektro, P. (n.d.). *Studi Komparasi Spektrum Harmonik Gangguan Internal Dan Inrush Current Pada Trafo Daya Menggunakan Perangkat Lunak Pscad (Power System Computer Aided Design).* 15(1), 2023.

- Prasetyo, A., Agus Darwanto, I., Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe, J., & Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu Jl Kampus Ronggolawe Blok No, C. B. (2020). *Analisis Simulasi Gelombang Harmonisa Dan Instalasi Filter Menggunakan Etap 12.6 Pada Bus PWI Di JOB Pertamina-Petrochina East Java Tuban* (Vol. 14, Issue 1).
- Pringsewu, U. A., Mulyadi, L. R., & Bangsa, I. A. (n.d.). *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Studi Analisa Perhitungan Nilai Harmonik Tegangan Dan Arus Pada Buddha Tzu Chi Hospital*. <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- Putu, I., Kartika, G., Ketut Wijaya, I., & Mataram, I. M. (n.d.). *Desember 2018 310 I Putu Gede Kartika, I Ketut Wijaya* (Vol. 5, Issue 2).
- Rugi, T., Daya, R., Efisiensi Pada Penyulang, D., Baru, H., Pln, P. T., Zulkhulaifah, P. M., Rudito, H., Elektro, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2021). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2021 Makassar*.
- Setijasa, H., Triyono, dan, Teknik Elektro, J., & Negeri Semarang Jl Sudarto, P. (2023). *Perhitungan Efisiensi Transformator* (Vol. 19, Issue 3).
- Teknologi, J., & Uda, E. (n.d.). Studi Efisiensi Transformator Tiga Fasa. In *Maret* (Vol. 10, Issue 1).
- Tomi, A. (2023). Analisis Efisiensi Transformator Daya di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Ulee Kareng. *Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology*, 3.
- Utomo, H. B., & Putri, E. B. (2021). *Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.
- Utomo, H. B., & Rafita, M. (2021). *Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.
- Wayan Rinas, I., Gede Maharta Pemayun, A. A., & Made Suartika, I. (n.d.). *Desember 2020 I Wayan Rinas, A. A Gede Maharta Pemayun, I Made Suartika* (Vol. 7, Issue 4).
- Yusril, M., Haikal, I., Andriawan, A. H., & Widagdo, R. S. (2022). Analisa Harmonisa Pada Water Treatment Plant Di Pdam Delta Tirta Sidoarjo Ipa Kedunguling. In *Prosiding Senakama* (Vol. 1).