

**PERANCANGAN FILTER PASIF *SINGLE TUNED*
TERHADAP HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN
PT. CHAKRA TUNGGAL ELEKTRINDO**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Moh. Sifaul Janan

E.5051.1805371

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG**

2023

**PERANCANGAN FILTER PASIF *SINGLE TUNED*
TERHADAP HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN
PT. CHAKRA TUNGGAL ELEKTRINDO**

Oleh

Moh. Sifaul Janan

1805371

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

©**Moh. Sifaul Janan**

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian
Dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

MOH. SIFAUL JANAN

E.5051.1805371

**PERANCANGAN FILTER PASIF SINGLE TUNED
TERHADAP HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN
PT. CHAKRA TUNGGAL ELEKTRINDO**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I:



Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T.

NIP. 19720119 200112 1 001

Dosen Pembimbing II:



Dr. Hasbullah, S.Pd., M.T.

NIP. 19740716 200112 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “PERANCANGAN FILTER PASIF SINGLE TUNED TERHADAP HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN PT. CHAKRA TUNGGAL ELEKTRINDO” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 1 Januari 2023

Yang Menyatakan,

Moh. Sifaul Janan
NIM: 1805371

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbil'aalamiin*, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas ridho serta kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Filter Pasif Single Tuned Terhadap Harmonisa Pada Sistem Kelistrikan PT. Chakra Tunggal Elektrindo”.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah membantu serta mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini, baik dalam bentuk bimbingan, dorongan serta do'a. Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak dan Ibu yang telah memberikan segala dukungan serta do'a kepada penulis.
2. Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd. M.T.dan Dr. Hasbullah, M.T. selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran serta nasihat terbaiknya dengan sabar kepada penulis.
3. Dr. Ir. Dadang Lukman Hakim, selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi serta dorongan agar segera lulus.
4. Seluruh dosen beserta staf administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan.
5. Pemerintah kabupaten Rembang melalui Dinas Pendidikan dengan program beasiswa bagi perguruan tinggi yang telah memberikan banyak manfaat bagi anak-anak yang ingin meneruskan jenjang pendidikan ke perguruan tinggi sehingga saya sebagai salah satu penerimanya dapat menyelesaikan pendidikan S1 ini.
6. PT. Chakra Tunggal Elektrindo yang telah memberikan kesempatan bagi kami untuk melakukan penelitian serta pengambilan data.
7. Yayan Riyanto dan Rifqi fatin sebagai teman seperjuangan yang melakukan penellitian ini.

8. Nasywa imanuddin, Irsyad maulana, Andre Ega, Ariq R. sebagai teman yang yang selalu ada serta terus memberi motivasi dalam penulisan penelitian ini.
9. Teman-teman kelas TE-02 angkatan 2018.
10. Seluruh pihak yang telah membantu tanpa mengurangi rasa hormat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini. Dalam tulisan Skripsi ini penulis merasa masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik serta saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi pengembangan penelitian yang lebih lanjut. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak terkhusus untuk bidang ilmu pengetahuan terkait.

Bandung, 1 Januari 2023

Moh. Sifaul Janan
NIM: 1805371

ABSTRAK

Seiring berkembangnya teknologi, penggunaan beban non-linier telah merambah ke berbagai alat termasuk pada peralatan industri. Sistem kelistrikan PT. Chakra Tunggal Elektrindo memiliki beban industri beragam dan terdapat gangguan harmonisa arus berlebih. Penelitian ini bertujuan merancang filter pasif *single tuned* pada objek penelitian sesuai besar nilai harmonisanya. Penelitian dimulai dengan melakukan pengukuran pada setiap fasa ketika dalam kondisi beroperasi dan istirahat kemudian dimodelkan dalam simulasi dengan Matlab Simulink. Hasil pengukuran yang dilakukan menunjukkan adanya ketidakseimbangan beban serta adanya harmonisa arus yang melebihi batas standar IEEE 519-2014. Pemodelan sistem yang ditinjau menggunakan simulasi Matlab Simulink untuk melihat seberapa besar pengaruh setelah pemasangan filter pasif *single tuned*. Dari hasil penelitian ini diketahui filter pasif *single tuned* yang telah disimulasikan mampu menurunkan nilai harmonisa arus baik nilai IHDi maupun THDi pada masing-masing fasa sehingga sesuai standar IEEE 519-2014 kecuali pada fasa T kondisi istirahat. Fasa R kondisi operasi THDi diturunkan dari 8,72% menjadi 5,29% dan pada kondisi istirahat diturunkan dari 20,68% menjadi 7,89%. Fasa S pada kondisi istirahat THDi diturunkan dari 16,15% menjadi 6,08%. Fasa T pada kondisi operasi THDi diturunkan dari 19,21% menjadi 6,94% dan ketika istirahat diturunkan dari 44,09% menjadi 17,75%. filter pasif *single tuned* memang mampu menurunkan harmonisa arus yang terjadi namun juga masih memiliki beberapa kekurangan. Pada sistem kelistrikan juga masih terdapat ketidakseimbangan beban sehingga perlu adanya pemerataan pembebanan dan pengukuran ulang terhadap harmonisa pada kondisi beban seimbang.

Kata Kunci: Harmonisa, Filter pasif *single tuned*, keandalan, beban non-linier

ABSTRACT

Along with the development of technology, the use of non-linear loads has spread to various tools including industrial equipment. Electrical system PT. Chakra Tunggal Elektrindo has various industrial loads that are relatively constant and there is excessive current harmonic interference. This research aims to design a single tuned passive filter on the research object according to the harmonic value. The research began by measuring each phase when in operating and resting conditions and then modeled in a simulation with Matlab/Simulink. The results of the measurements show the load imbalance and current harmonics that exceed the IEEE 519-2014 standard limit. The system modeling under review uses Matlab/Simulink simulation to see how much influence it has after installing a single tuned passive filter. From the results of this study it is known that the simulated single tuned passive filter is able to reduce the value of current harmonics for both IHDi and THDi values in each phase so that it complies with IEEE 519-2014 standards except for phase T resting conditions. Phase R operating conditions THDi decreased from 8.72% to 5.29% and at rest decreased from 20.68% to 7.89%. S phase in resting condition THDi decreased from 16.15% to 6.08%. Phase T under operating conditions THDi decreased from 19.21% to 6.94% and at rest decreased from 44.09% to 17.75%. Single tuned passive filters are indeed able to reduce the current harmonics that occur but also still have some drawbacks. In the electrical system there is also a load imbalance so it is necessary to equalize the load and re-measure the harmonics under balanced load conditions.

Keywords: *Harmonics, single tuned passive filter, reliability, non-linear load*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN TEORI.....	5
2.1. Harmonisa.....	5
2.1.1. Definisi Harmonisa	5
2.1.2. Jenis-jenis Harmonisa	7
2.1.3. Komponen Harmonisa	8
2.1.4. Batasan Harmonisa.....	9
2.1.5. Sumber Harmonisa.....	11
2.1.6. Pengaruh Harmonisa Terhadap Sistem Kelistrikan	12
2.2. Faktor Daya	13
2.3. Filter Harmonisa.....	14
2.4. Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	15
2.5. Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	17

BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Prosedur Penelitian	20
3.2. Studi Literatur.....	22
3.3. Teknik Pengumpulan Data	22
3.3.1. Lokasi Penelitian.....	22
3.3.2. Teknik Pengukuran	23
3.4. Tahap Simulasi	23
3.5. Analisis Data.....	24
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Temuan Penelitian	27
4.1.1 Simulasi Tanpa Filter Pada Matlab Simulink R 2021.....	27
4.1.1.1. Simulasi Tanpa Filter <i>Phasa R</i>	28
4.1.1.2. Simulasi Tanpa Filter <i>Phasa S</i>	32
4.1.1.3. Simulasi Tanpa Filter <i>Phasa T</i>	36
4.1.2 Simulasi Filter Pasif <i>Single Tuned</i> pada Matlab Simulink R 2021 .	40
4.1.2.1. Simulasi dengan Filter <i>Phasa R</i>	40
4.1.2.2. Simulasi dengan Filter <i>Phasa S</i>	46
4.1.2.3. Simulasi dengan Filter <i>Phasa T</i>	49
4.1.3 Tingkat Reduksi Harmonisa Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	56
4.2. Pembahasan Hasil.....	62
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	69
5.1. Simpulan.....	69
5.2. Implikasi	70
5.3. Rekomendasi	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Polaritas komponen harmonisa (Sumber: Ridhatullah et al., 2017)	7
Tabel 2.2 Dampak polaritas komponen harmonisa(Sumber: Ridhatullah et al., 2017)	8
Tabel 2.3 Tabel batas distorsi harmonisa tegangan Std. IEEE 519-2014.....	9
Tabel 2.4 Tabel batas distorsi harmonisa arus Std. IEEE 519-2014.....	10
Tabel 2.5 Batas distorsi harmonisa tegangan SPLN D5.004-1:2012.....	10
Tabel 2.6 Batas distorsi harmonisa arus SPLN D5.004-1:2012.....	10
Tabel 4.1 Hasil simulasi harmonisa arus tanpa filter harmonisa fase R kondisi operasi	28
Tabel 4.2 Hasil simulasi harmonisa arus tanpa filter harmonisa fase R kondisi istirahat.....	30
Tabel 4. 3 Hasil simulasi harmonisa arus tanpa filter harmonisa fase S kondisi operasi	32
Tabel 4. 4 Hasil simulasi harmonisa arus tanpa filter harmonisa fase S kondisi operasi	34
Tabel 4.5 Hasil simulasi harmonisa arus tanpa filter harmonisa fase T kondisi operasi	36
Tabel 4.6 Hasil simulasi tanpa filter harmonisa arus fase T kondisi istirahat....	38
Tabel 4.7 Hasil simulasi harmonisa arus dengan filter <i>single tuned</i> fase R kondisi operasi	41
Tabel 4.8 Hasil simulasi harmonisa arus dengan filter <i>single tuned</i> fase R kondisi istirahat	44
Tabel 4.9 Hasil simulasi harmonisa arus dengan filter <i>single tuned</i> fase S kondisi istirahat.....	47
Tabel 4.10 Hasil simulasi harmonisa arus dengan filter <i>single tuned</i> fase T kondisi operasi	50
Tabel 4.11 Hasil simulasi harmonisa arus dengan filter <i>single tuned</i> fase T kondisi istirahat	53
Tabel 4.12 Tingkat Penurunan Harmonisa Arus dengan Filter <i>Single Tuned</i> pada Fase R kondisi operasi	56
Tabel 4.13 Tingkat Penurunan Harmonisa Arus dengan Filter <i>Single Tuned</i> pada Fase R kondisi istirahat	57
Tabel 4. 14 Tingkat Penurunan Harmonisa Arus dengan Filter <i>Single Tuned</i> pada Fase S kondisi istirahat.....	58
Tabel 4. 15 Tingkat Penurunan Harmonisa Arus dengan Filter <i>Single Tuned</i> pada Fase T	59
Tabel 4.16 Tingkat Penurunan Harmonisa Arus dengan Filter <i>Single Tuned</i> pada Fase T kondisi istirahat	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang sinusoidal tegangan dan arus	6
Gambar 2.2 Gelombang fundamental	6
Gambar 2.3 Gelombang harmonisa ketiga.....	6
Gambar 2.4 Gelombang fundamental, harmonisa ketiga dan hasil penjumlahannya	7
Gambar 2.5 Segitiga daya	13
Gambar 2.6 Rangkaian filter pasif single tuned.....	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 3. 2 PT. Chakra Tunggal Elektrindo	22
Gambar 3. 3 Clamp on Power Hitester 3286-20	23
Gambar 3. 4 Diagram alir analisis data.....	25
Gambar 4. 1 Rangkaian simulasi tanpa filter	27
Gambar 4.2 Diagram batang harmonisa arus fasa R kondisi operasi pada simulasi tanpa filter	29
Gambar 4.3 Gelombang arus fasa R kondisi operasi pada simulasi tanpa filter	29
Gambar 4.4 Diagram batang harmonisa arus fasa R kondisi istirahat pada simulasi tanpa filter	31
Gambar 4.5 Gelombang arus fasa R kondisi istirahat pada simulasi tanpa filter	31
Gambar 4.6 Diagram batang harmonisa arus fasa S kondisi operasi pada simulasi tanpa filter	33
Gambar 4.7 Gelombang arus fasa S kondisi operasi pada simulasi tanpa filter.	33
Gambar 4.8 Diagram batang harmonisa arus fasa S kondisi istirahat pada simulasi tanpa filter	35
Gambar 4.9 Gelombang arus fasa S kondisi istirahat pada simulasi tanpa filter	35
Gambar 4.10 Diagram batang harmonisa arus fasa T kondisi operasi pada simulasi tanpa filter	37
Gambar 4.11 Gelombang arus fasa T kondisi operasi pada simulasi tanpa filter	37
Gambar 4.12 Diagram batang harmonisa arus fasa T kondisi istirahat pada simulasi tanpa filter	39

Gambar 4.13 Gelombang arus fase T kondisi istirahat pada simulasi tanpa filter	39
Gambar 4. 14 Rangkaian simulasi dengan filter single tuned.....	40
Gambar 4.15 Diagram batang harmonisa arus fase R kondisi operasi pada simulasi dengan filter	42
Gambar 4.16 Gelombang arus fase R kondisi operasi pada simulasi dengan filter	42
Gambar 4.17 Grafik perbandingan harmonisa arus sebelum dan sesudah menggunakan filter single tuned fase R kondisi operasi.....	43
Gambar 4.18 Diagram batang harmonisa arus fase R kondisi istirahat pada simulasi dengan filter	45
Gambar 4.19 Gelombang arus fase R kondisi istirahat pada simulasi dengan filter	45
Gambar 4.20 Grafik perbandingan harmonisa arus sebelum dan sesudah menggunakan filter single tuned fase R kondisi istirahat.....	46
Gambar 4.21 Diagram batang harmonisa arus fase S kondisi istirahat pada simulasi dengan filter	48
Gambar 4.22 Gelombang arus fase S kondisi istirahat pada simulasi dengan filter	48
Gambar 4.23 Grafik perbandingan harmonisa arus sebelum dan sesudah menggunakan filter single tuned fase S kondisi istirahat	49
Gambar 4.24 Diagram batang harmonisa arus fase T kondisi operasi pada simulasi dengan filter	51
Gambar 4.25 Gelombang arus fase T kondisi operasi pada simulasi dengan filter	51
Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Harmonisa arus sebelum dan sesudah menggunakan filter single tuned fase T.....	52
Gambar 4.27 Diagram batang harmonisa arus fase T kondisi istirahat pada simulasi dengan filter	54
Gambar 4.28 Gelombang arus fase T kondisi istirahat pada simulasi dengan filter	54

Gambar 4.29 Grafik perbandingan harmonisa arus sebelum dan sesudah menggunakan filter single tuned phasa T kondisi istirahat.....	55
Gambar 4.30 Perbandingan gelombang arus tanpa filter dan dengan filter phasa R	64
Gambar 4.31 Perbandingan gelombang arus tanpa filter dan dengan filter phasa S kondisi istirahat	65
Gambar 4.32 Perbandingan gelombang arus tanpa filter dan dengan filter phasa T	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran MDP PT. Chakra Tunggal Elektrindo Kondisi istirahat.....	73
Lampiran 2. Hasil Pengukuran MDP PT. Chakra Tunggal Elektrindo Kondisi Operasi	75
Lampiran 3. Perhitungan Arus Hubung Singkat (Isc).....	77
Lampiran 4. Perhitungan Komponen Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	79
Lampiran 5. Surat Tugas	82

DAFTAR PUSTAKA

- Gong, jie, Li, D., Wang, T., Pan, W., & Ding, X. (2021). A comprehensive review of improving power quality using active power filters. *Electric Power System Reseach*.
- Azim, A., Elektro, D. T., Teknik, F., & Indonesia, U. (2008). Analisis harmonik pada lampu hemat energi. *Teknik Elektro Universitas Indonesia, Dc*.
- Budi Utomo, H., Sunarto, & Fadhlurohman, E. (2021). *Analisa Perancangan Filter Pasif dan Efisiensi Transformator Daya Akibat Harmonisa dengan Menggunakan Matlab*.
- Fahmi, M. I. (2016). *REDUKSI HARMONISA DENGAN MENGGUNAKAN FILTER PASIF SINGLE TUNE DAN FILTER MATRIX (STUDI KASUS PADA INDUSTRI PENGOLAHAN PLASTIK)*.
- Fatkhurrohman, M., Pujiantara, M., & Anam, M. S. (2015). *DESIGN HARMONIC PASSIVE FILTER ON ELECTRICAL SYSTEM OF CPA PETROCHINA TUBAN*.
- Gusmedi, H., & Priliasari, F. (2007). Studi Pengaruh Harmonisa pada Arus Listrik Terhadap Besarnya Penurunan Kapasitas Daya (Kva) Terpasang Transformator Distribusi (Studi Kasus : Trafo Distribusi PT. PLN (Persero) wilayah Bekasi Raya). *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro, 1*(1), 43–49.
- Hariato, T., & Shalahuddin, Y. (2018). Filter Pasif Single Tuned LC sebagai Kompensator Harmonisa Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Matlab Simulink. *Diah Arie W.K. / Setrum, 7*(1), 1.
- Heydar, R. A., Soeprijanto, A., & Penangsang, O. (n.d.). *Studi Harmonik Filter Pasif pada Sisi Tegangan Rendah pada Sistem Kelistrikan PT. Semen Tonasa V Sulawesi Selatan*.
- Li, C. S., Bai, Z. X., Xiao, X. Y., Liu, Y. M., & Zhang, Y. (2016). Research of harmonic distortion power for harmonic source detection. *Proceedings of International Conference on Harmonics and Quality of Power, ICHQP, 2016-December*, 126–129. <https://doi.org/10.1109/ICHQP.2016.7783437>
- Mulia, S. B. (2017). SIMULASI GANGGUAN HARMONISAPADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK PELEBURAN BAJA. *ELEKTRA, 2*(2), 74–82.

- Mulia, S. B., Elektro, P. T., Indorama, P. E., Kuning, D. K., & Harmonisa, G. (2017). *Kelistrikan Pabrik Peleburan Baja*. 2(2), 74–82.
- Mutiari, M. (2013). *ANALISA PENGUKURAN HARMONISA YANG DITIMBULKAN OLEH BEBAN NON LINIER*. 5, 15–22.
- Nomm, J., Ronnberg, S., & Bollen, M. (2018). Harmonic voltage measurements in a single house microgrid. *Proceedings of International Conference on Harmonics and Quality of Power, ICHQP, 2018-May*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICHQP.2018.8378921>
- Ridhatullah, Lubis, R. S., & Hasan, H. (2017). Perbaikan Harmonisa pada Jaringan Distribusi PLN 20KV Banda Aceh dengan Filter Pasif. *Seminar Nasional Dan Expo Teknik Elektro*, 29–34.
- Silalahi, E. M., Widodo, B., & Purba, R. (2016). *Analisis Total Harmonic Distortion (THD) dan Arus Harmonik Akibat Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) dan Light-Emitting Diode (LED) secara Kolektif Pada Jaringan Tegangan Rendah*. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/jfe/54>
- Sitompul, H. (2009). *ANALISIS PENGARUH HARMONIK PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT. PLN (PESERO) CABANG MEDAN*.
- SPLN. (2012). POWER QUALITY (REGULASI HARMONISA, FLICKER DAN KETIDAK SEIMBANGAN TEGANGAN). In *STANDAR PT (PLN PERSERO)*.
- Sugiarto, H. (2012). Kajian Harmonisa Arus Dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Pontianak. *Vokasi*, 8(2), 80–89.
- Sugiarto, H. (2015a). Mereduksi Harmonisa Arus Dan Rugi Daya Akibat Beban Non Linier Dengan Memanage Penggunaan Beban Listrik Rumah Tangga. *Elkha*, 7(1), 34–40.
- Sugiarto, H. (2015b). Mereduksi Harmonisa Arus Dan Rugi Daya Akibat Beban Non Linier Dengan Memanage Penggunaan Beban Listrik Rumah Tangga. *Elkha*, 7(1), 34–40.
- Utomo, H. B., Putri, E. B., & Kunci, K. (2021). *Perhitungan Rugi-Rugi pada Transformator Akibat Harmonisa dan Perancangan Filter Pasif menggunakan MATLAB*. 4–5.
- Winona Ramli, Z., & Handoko dan Ajub Ajulian Zahra, S. (2021). ANALISIS DAN PERANCANGAN MITIGASI HARMONIK TEGANGAN DAN ARUS DI POLTEKKES KEMENKES SEMARANG. *TRANSIENT*, 10(2), 2685–0206. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>