



Analisis Total Harmonic Distortion Terhadap Penambahan Filter Aktif Pada Modified Buck-Boost Inverter Untuk Mengurangi Common Mode Voltage Pada Motor Induksi

I Gede Mahardika M¹, I Putu Indra Pratama², Ida Bagus Gede Manuaba³,
Cokorde Gede Indra Partha⁴, I Wayan Arta Wijaya⁵

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Abstract

Received: 19 Desember 2023

Revised: 02 Januari 2024

Accepted: 09 Januari 2024

Buck-boost inverter is one tool that can convert Direct Current (DC) voltage into Alternating Current (AC) voltage while simultaneously increasing and decreasing the output voltage. On the other hand, there is a problem with induction motors, namely the presence of Common Mode Voltage (CMV) or the voltage between the neutral point of the motor and ground which can accelerate wear on the bearings and damage to the motor. One method that can reduce CMV is by using an active filter. Another problem due to the use of inverters is that there are harmonics due to the switching process. This research will examine the effect of adding modified BBI plus an active filter to a three-phase induction motor on CMV and THDv. This research process begins with designing a circuit simulation in the MATLAB application, then simulation testing is carried out to see its effect on CMV and THDv values. BBI simulation test results after the addition of active filters with conventional inverter circuit CMV worth 250V with THD worth 6744.45%, while the BBI circuit coupled with active filters worth 22V and THDv worth 114.53%. As well as the BBI circuit plus an active filter, CMV is worth 2.6V with THDv worth 65.30%.

Keywords: Buck-Boost Inverter, Induction Motors, Common Mode Voltage, Total Harmonic Distortion, Active Filter, Passive Filter

(*) Corresponding Author:

igdmahardikam36@gmail.com

How to Cite: M, I. G. M., Pratama, I. P. I., Manuaba, I. B. G., Partha, C. G. I., & Wijaya, I. W. A. (2024). Analisis Total Harmonic Distortion Terhadap Penambahan Filter Aktif Pada Modified Buck-Boost Inverter Untuk Mengurangi Common Mode Voltage Pada Motor Induksi. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10491842>.

PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan salah satu motor listrik yang pemanfaatannya sangat banyak pada industri besar maupun kecil, dikarenakan memiliki konstruksi yang sederhana, relatif lebih murah dan memiliki efisiensi yang tinggi.

Permasalahan pada motor induksi adalah adanya *Common Mode Voltage* (CMV), CMV akan menimbulkan arus pada badan motor sehingga menyebabkan kerusakan pada komponen *bearing*, sehingga dapat mempercepat keausan dan kerusakan pada motor dalam jangka panjang (Akbar & SE, 2017).

Buck-Boost Inverter (BBI) banyak digunakan dalam berbagai bidang, terutama untuk *renewable energy* (*Photovoltaik*), karena memiliki tingkat efisiensi yang tinggi dibandingkan jika menggunakan DC-DC Converter dengan inverter. Selain itu, inverter ini juga memiliki kelemahan yaitu kualitas *output* pada inverter

mengalami gangguan akibat *ripple* dan adanya harmonisa ketika proses penyerahan gelombang DC ke AC (Chairunnisah & Mataram, 2021).

CMV dan harmonisa yang dihasilkan oleh *inverter*, dapat direduksi dengan menggunakan perangkat keras seperti filter, *switching* tambahan, atau menggunakan metode perangkat lunak seperti mengkompensasi tegangan referensi menggunakan sebuah algoritma khusus. Tulisan ini mengusulkan BBI yang telah dimodifikasi dengan menggunakan filter aktif agar dapat mereduksi CMV dan THDv pada motor AC

TINJAUAN PUSTAKA

Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasa terdiri dari dua bagian utama yaitu *rotor* dan *stator*, biasanya digunakan pada *adjustable-speed* motor, Motor induksi tiga fasa memiliki kecepatan yang konstan saat keadaan tidak berbeban maupun berbeban penuh. Kecepatan motor induksi tiga fasa sangat sulit untuk dikendalikan, hal ini disebabkan model motor induksi tiga fasa bergantung pada frekuensi kerjanya dan menarik arus awalan yang besar (Erawati & Wahyuni, 2019). Motor induksi tiga fasa memiliki tiga fasa belitan yang terdapat pada *stator* dan *rotor*-nya.

Common Mode Voltage

Pada saat *inverter* mengubah daya *input* DC menjadi AC, akan timbul tegangan antara sumber *input* dengan titik netral beban (*ground*). Perbedaan tegangan pada *inverter* inilah yang disebut sebagai tegangan mode umum atau CMV, gambar dibawah ini menunjukkan rangkuman bagaimana pembangkitan gelombang sinus PWM frekuensi tinggi dapat berakhir dengan kerusakan bantalan.

Filter Aktif

Prinsip dasar dari filter aktif adalah dengan memanfaatkan teknologi elektronika daya untuk menghasilkan komponen arus spesifik yang bertujuan untuk menggagalkan komponen arus harmonisa yang dihasilkan oleh beban non-linear. Filter aktif merupakan rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen R, L, dan C yang dirancang untuk meredam harmonisa pada beban non-linear dalam sistem tenaga karena filter pasif selalu bermasalah apabila gangguan tersebut terjadi semakin besar dan berkelanjutan. Filter aktif menginjeksikan arus untuk membatalkan harmonisa yang terkandung pada arus beban.

Buck-Boost Inverter Termodifikasi

BBI tiga fasa terdiri dari tiga buah rangkaian bidirectional DC ke DC Buck-Boost converter. Rangkaian BBI termodifikasi tersusun atas filter pasif, yang dimana terdapat komponen induktor (L) yang disusun secara paralel dan kapasitor (C) disusun secara seri, filter pasif dapat menurunkan harmonisa dengan frekuensi tinggi, karena induktor memiliki karakteristik dapat menahan perubahan pada arus saat mengalirinya dan mampu memberikan impedansi yang besar pada riak. Sedangkan kapasitor memiliki karakteristik menyimpan energi pada saat periode konduksi. Dimana dengan melakukan pencarian nilai induktansi dan kapasitansi yang optimal, maka filter LC akan dapat bekerja dengan baik dalam mereduksi CMV.

Harmonisa

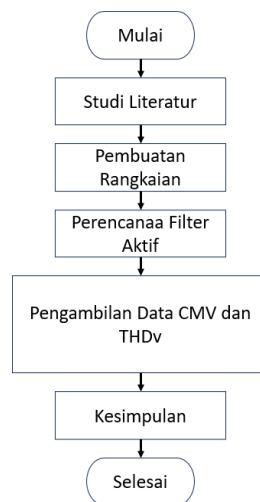
Harmonik adalah suatu fenomena yang timbul akibat terdistorsinya

gelombang sinusoidal secara periodik yang disebabkan oleh penggunaan beban listrik yang bersifat nonlinier. Bentuk gelombang yang terdistorsi dapat dianggap sebagai penjumlahan dari frekuensi dasar gelombang sinusoidal dan frekuensi yang merupakan kelipatan bilangan bulat dari frekuensi dasarnya.

Total Harmonic Distortion

Total Harmonic Distortion (THD) adalah ukuran nilai efektif dari komponen harmonisa dari bentuk gelombang yang terdistorsi. Indeks ini bisa dihitung untuk tegangan (THDV) dan arus (THDI). *Total Harmonic Distortion* (THD) digunakan untuk menyatakan besarnya distorsi harmonisa pada sistem tenaga listrik. (Fazrin & Simamora,2022)

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

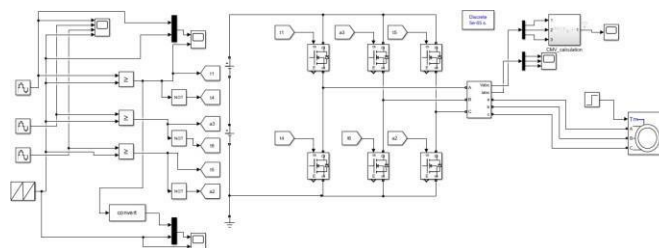
Berikut penjelasan pada Gambar 1:

a) Studi Literatur

Penelitian ini diawali dengan studi literatur, bertujuan untuk memahami secara mendalam mengenai motor induksi, BBI, cmv dengan jurnal dan buku sebagai sumber literatur.

b) Merancang sistem BBI Pada Aplikasi MATLAB

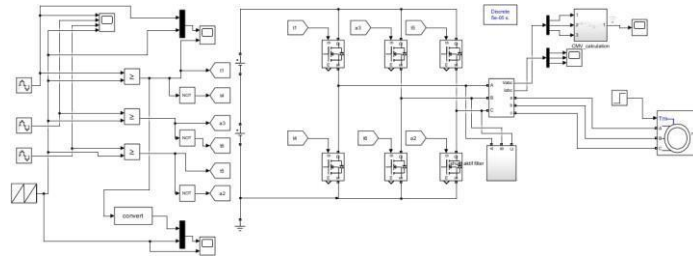
Langkah selanjutnya yaitu melakukan perancangan simulasi rangkaian BBI pada aplikasi MATLAB.



Gambar 2. Rangkaian Inverter Konvensional

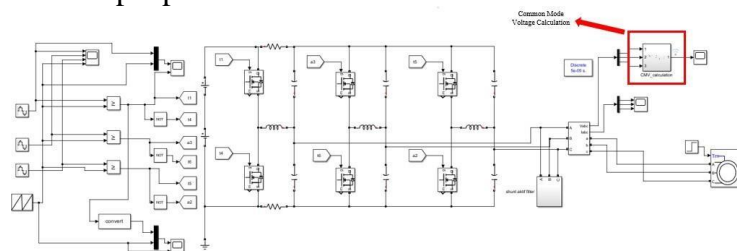
Rangkaian ini tersusun atas enam IGBT, satu motor induksi tiga fase, sistem kontrol, *probe* untuk mengukur arus dan tegangan, serta komponen-

komponen penyusun filter aktif yaitu RLC branch, three phase transformer, three level bride dan komponenlainnya seperti scope untuk mengukur keluaran.



Gambar 3. Rangkaian Inverter Konvensional Dengan Penambahan Filter Aktif

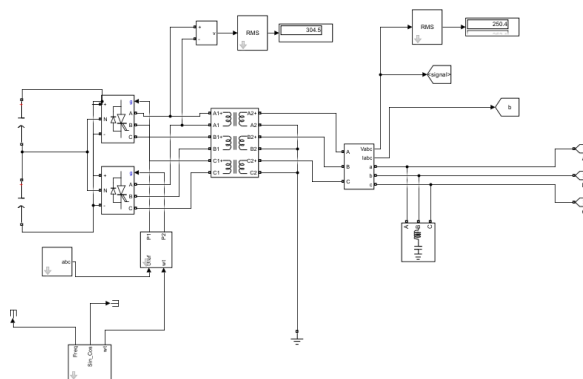
Hasil desain rangkaian kedua yaitu Inverter konvensional dengan filter aktif, komponen penyusun rangkaian ini sama dengan gambar 3 namun pada rangkaian ini terdapat penambahan filter aktif setelah inverter.



Gambar 4. Rangkaian BBI Termodifikasi Dengan Penambahan Filter Aktif

Sirkuit ini tidak jauh berbeda dengan rangkaian sebelumnya, dimana tersusun atas BBI termodifikasi dengan enam IGBT yang dikontrol menggunakan kontrol PWM serta dua buah resistor dengan nilai hambatan $1e-6$ yang digunakan agar rangkaian dapat di-running.

Perencanaan Filter Aktif



Gambar 5. Filter Aktif Shunt

Perancangan filter aktif ditunjukkan pada gambar 5 adalah filter aktif shunt yang dikontrol dengan kontrol PWM. Filter aktif ini tersusun atas beberapa komponen yaitu kontrol, series RLC branch, inverter, transformator dan komponen lainnya. Filter aktif yang dikontrol dengan PWM berbasis inverter merupakan penggunaan arus harmonisa untuk menanggulangi arus harmonisa yang dihasilkan dari penggunaan beban *non-lini* yang ada pada sistem kelistrikan. Jenis filter aktif ini menggunakan *power electronic switching* untuk menghasilkan harmonisa yang

akan diinjeksikan ke sistem.

Analisa Dan Pengamatan Hasil Keluaran CMV dan THDv

Melakukan analisis terhadap keluaran CMV dan THDv pada simulasi rangkaian MATLAB menggunakan *tools* Powergui.

Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan langkah keempat dan kelima maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

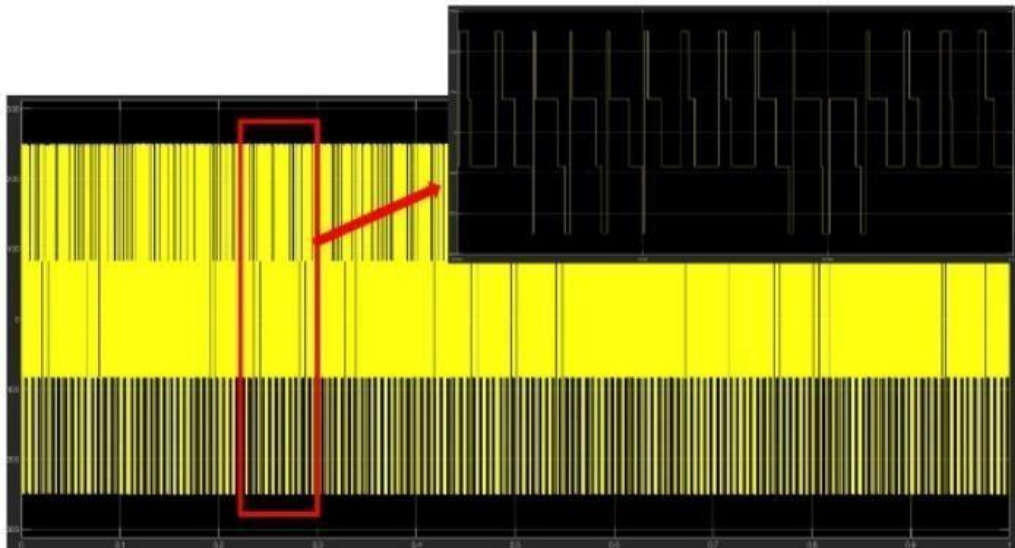
HASIL & PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Common Mode Voltage

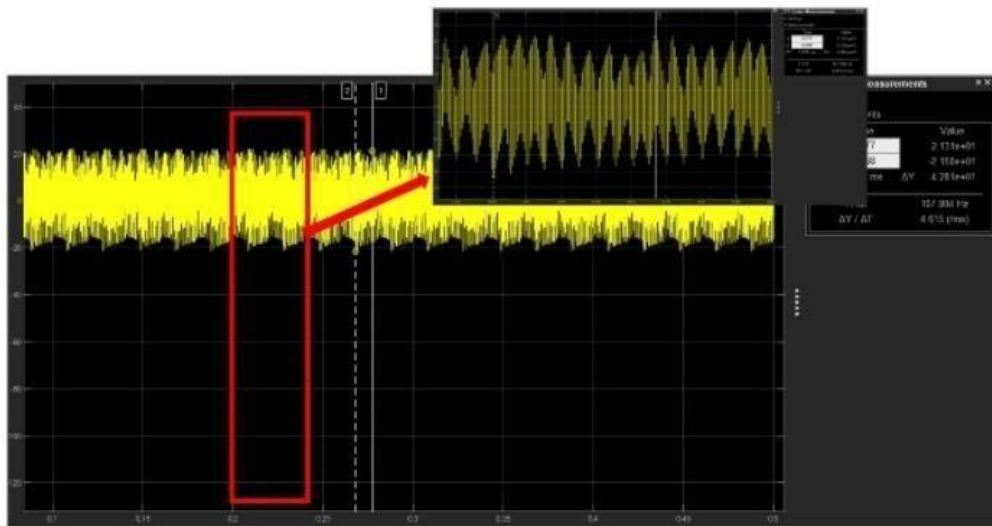
Berdasarkan hasil desain rangkaian Inverter konvensional tanpa filter didapatkan hasil simulasi pada gambar 6 dimana dengan *input*-an masing-masing fasanya 250V nilai keluaran CMVnya

sebesar 250V, Pada Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi rangkaian inverter konvensional yang ditambahkan dengan filter aktif, setelah pemasangan filter aktif *output* CMV bernilai 22V.

Hasil keluaran *output* pada gambar 8 setelah penambahan filter aktif shunt pada rangkaian BBI termodifikasi menunjukkan nilai CMV sebesar 2.27V. Pemasangan filter aktif shunt dapat berfungsi efektif dalam mereduksi CMV, dimana nilai CMV ini lebih kecil dibandingkan dengan hanya menggunakan filter pasif yaitu 3.4V.



Gambar 6. Hasil *Output* CMV Dengan Inverter Konvensional

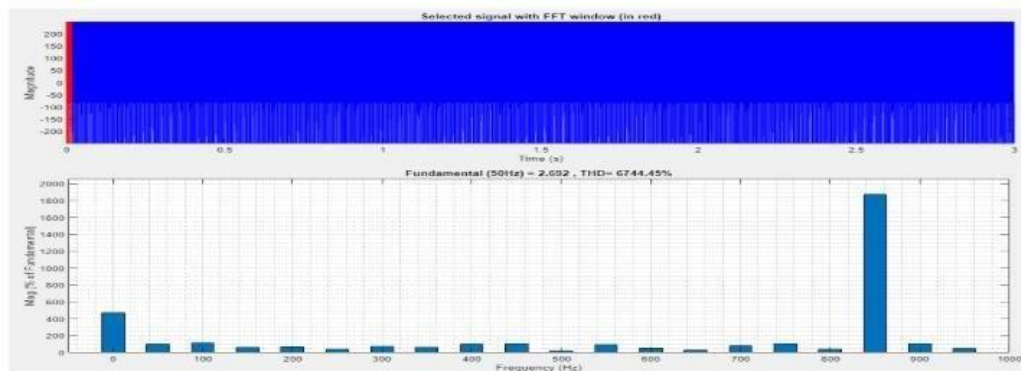


Gambar 7. Hasil *Output* CMV dengan Inverter Konvensional Ditambah Filter Aktif

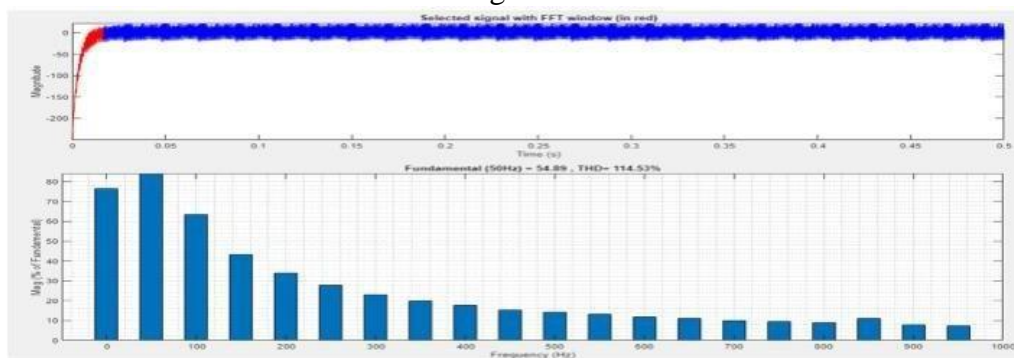


Gambar 8. Hasil *Output* CMV Dengan BBI Termodifikasi Pada MATLAB Ditambah Filter Aktif

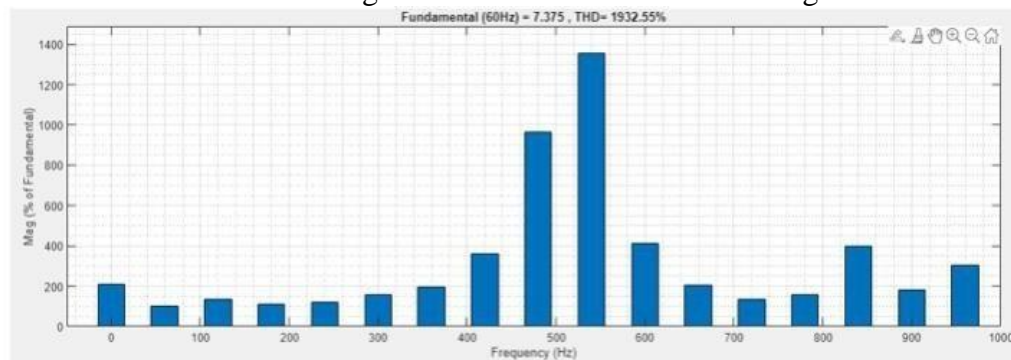
2. Hasil Uji Total Harmonic Distortion



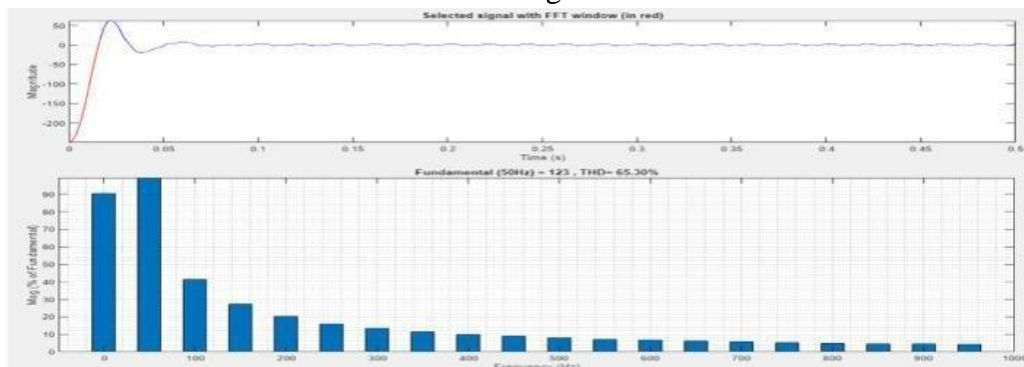
Gambar 9. Rangkaian Inverter Konvensional



Gambar 10. Rangkaian Inverter Konvensional Dengan Filter Aktif



Gambar 11. Rangkaian BBI Termodifikasi



Gambar 12. Rangkaian BBI Termodifikasi Dengan Filter Aktif

Gambar 9 menunjukkan hasil THDv pada rangkaian inverter konvensional sebelum penambahan filter, dimana hasilnya menunjukkan keluaran sebesar 6744.45%, sedangkan pada rangkaian inverter konvensional ditambah dengan filter aktif shunt pada gambar 10, nilai THDv nya menjadi 114.53%. Kemudian pada rangkaian BBI termodifikasi pada gambar 11 *output* THDv nya menjadi 1932.55% ,dan pada rangkaian BBI termodifikasi ditambah dengan filter aktif shunt ditunjukkan gambar 12 *output* THDv nya menjadi 65.30% .

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang simulasi BBI termodifikasi yang dilengkapi dengan filter aktif menggunakan aplikasi MATLAB. Hasil uji simulasi menunjukkan bahwa padarangkaian inverter konvensional, keluaran CMV sebesar 250V dengan THDv 6744.45%.Setelah ditambahkan filter aktif, keluaran CMV pada rangkaian inverter konvensional menjadi 22V dengan THDv 114.53%. Pada rangkaian BBI termodifikasi, nilai THDv mencapai 1932.55%. Setelah ditambahkan filter aktif pada rangkaian BBI termodifikasi, nilai CMV menurun menjadi 2.6V dengan THDv sebesar 65.30%. Penggunaan filter aktif dalam penelitian ini efektif dalam menurunkan CMV dan THDV.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A., & Bahri, S. Pengaruh Kepemimpinan Motivasi dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Asia Muslim Charity Foundation (AMCF) Sumatera Utara. *Maneggio: Jurnal Ilmiah Magister Manajemen*, 2020. 3(2), 235–246.
- Akbar, M., & SE, M. The Influence Of Leadership And Work Environment On EmployeePerformance: A case Study Of A Private University In Jakarta. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 2017. 5(1).
- Chairunnisah, R., KM, S., & Mataram, P. M. F. H. Teori sumber daya manusia. *In KinerjaKaryawan*. Bandung: Widina Bhakti Persada, 2021.
- Erawati, T., & Wahyuni, F. Pengaruh Corporate Governance, Ukuran Perusahaan, dan *Leverage* terhadap Kinerja Keuangan Perusahaan di Bursa Efek Indonesia (Studi Kasus Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2013-2017). *Jurnal Akuntansi Pajak Dewantara*, 2019. 1(2), 129–137.
- Fazrin, A. W., Afganistan, S., & Simamora, A. K. R. Analisis kualitas sumber daya manusia sebagai pendukung peningkatan kinerja karyawan pada PT MNC sekuritas. *Nautical: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2022. 1(2), 69–73.
- Ferawati, A. Pengaruh Lingkungan Kerja Dan Disiplin Kerja Terhadap yawan Pt. CahayaIndo Persada. *Jurnal Agora*, 2017. 5(1), 1–131.