

PENGARUH PERUBAHAN FREKUENSI DALAM SISTEM PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS *VARIABLE FREQUENCY DRIVE (VFD)* TERHADAP ARUS KUMPARAN MOTOR

Moh. Aswad Alfian M¹, Rasmondo², Andi Fitriati³, Syahrul Mustafa⁴, Mukhlisin⁵

^{1,2,4,5}Program Studi Teknik Listrik Politeknik Bosowa

³Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Bosowa

Email: 1aswadalfianaswadalfian@gmail.com,

2rsmndo09@gmail.com,

3andi.fitriati@bosowa.co.id

4syahrulmustafa@politeknikbosowa.ac.id,

5mukhlisin@politeknikbosowa.ac.id

Abstrak

Motor induksi tiga fasa terhambat oleh kesulitan yang melekat dalam pengaturan kecepatan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa motor ini berputar dengan kecepatan konstan. Kontrol Variable Frekuensi Drive (VFD), yang terhubung secara fisik ke motor, dapat digunakan untuk mengatur frekuensi masuk motor induksi tiga fasa. Untuk mengatur kecepatan motor, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh memvariasikan frekuensi sumber terhadap arus motor induksi tiga fasa yang beroperasi pada kondisi beban dan tegangan sumber konstan. Pada pengujian terdapat 3 skenario pengujian yaitu (1) Pengujian VFD dengan frekuensi yang bervariasi, (2) Pengujian VFD dengan beban konstan, (3) Pengujian motor induksi tanpa menggunakan VFD. Hasil penelitian yang diperoleh (1) Perubahan frekuensi berbanding lurus dengan perubahan kecepatan motor, (2) Arus pada kumparan motor cenderung stabil, (3) Kumparan motor cenderung mengalami kenaikan. Maka dari itu arus cenderung stabil 2,3 - 2,4 (A) terhadap kumparan motor.

Kata Kunci: Perubahan Frekuensi, VFD, Kecepatan Motor, dan Arus Kumparan

Abstract

The three-phase induction motor has the disadvantage of being difficult to control speed, because the three-phase induction motor rotates at a constant speed. To adjust the incoming frequency to the three-phase induction motor, you can use a Variable Frequency Drive (VFD) control that is connected directly to the three-phase induction motor. The purpose of this study is to analyze the effect of changing the source frequency to adjust the motor speed on the current of a three-phase induction motor under load conditions and a fixed source voltage. There are 3 test scenarios in the test, namely (1) VFD testing with varying frequencies, (2) VFD testing with constant load, (3) Induction motor testing without using a VFD. The research results obtained are (1) the change in frequency is directly proportional to the change in motor speed, (2) the current in the motor coil tends to be stable, (3) the motor coil tends to increase. So therefore the current tends to be stable 2.3 - 2.4 (A) to the motor coil.

Keywords: Frequency Change, VFD, Motor Speed and Coil Current

1. PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan industri. Motor induksi tiga fasa memiliki struktur yang sederhana, murah, dan mudah perawatannya. Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya [1]. Pada dasarnya motor induksi tiga fasa akan memiliki kecepatan yang konstan pada saat tanpa beban (no/idle) maupun

beban penuh (full load) [2]. Selain itu, Motor induksi tiga fasa sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan dengan kecepatan penuh atau kecepatan yang relatif [3].

Motor induksi tiga fasa mempunyai kelemahan sulitnya mengendalikan kecepatan, karena motor induksi tiga fasa berputar pada kecepatan konstan, sedangkan pada sebuah industri biasanya menginginkan motor listrik yang bisa diatur kecepatannya sesuai dengan

keinginan [4]. Untuk mengatur kecepatan motor induksi, putaran beban yang dapat beresilasi harus diatur. Ada metode tambahan untuk memodulasi kecepatan motor, seperti mengatur jumlah pasangan kutub atau frekuensi [1], [5].

Yang terhubung langsung ke motor adalah Variable Frekuensi Drive (VFD) yang dapat digunakan untuk mengatur frekuensi yang masuk ke motor induksi tiga fasa. VFD adalah perangkat yang digunakan untuk mengontrol kecepatan putaran motor listrik arus bolak-balik (AC) dengan mengatur frekuensi daya listrik. VFD telah diterima secara luas karena kemampuannya untuk mengontrol kecepatan putaran motor induksi [7]. Fungsi utama VFD adalah mengatur aliran energi dari sumber tenaga utama ke proses yang ditentukan melalui poros motor listrik. Dua variabel penting, torsi dan momentum, dimanipulasi untuk mencapai kontrol ini [6].

Penyesuaian frekuensi yang diterapkan pada motor induksi mempengaruhi kecepatan putaran motor dan besarnya arus yang melewati kumparannya. Hubungan ini dihasilkan dari proporsionalitas langsung antara perubahan frekuensi dan perubahan reaktansi induktif kumparan motor. Variasi arus motor menghasilkan variasi efisiensi motor yang sesuai, karena hubungan antara arus motor dan daya serta rugi-rugi daya adalah searah [5]. Jika arus listrik yang mengalir melalui kumparan motor melebihi arus nominal yang ditentukan, hambatan motor secara bertahap akan berkurang.

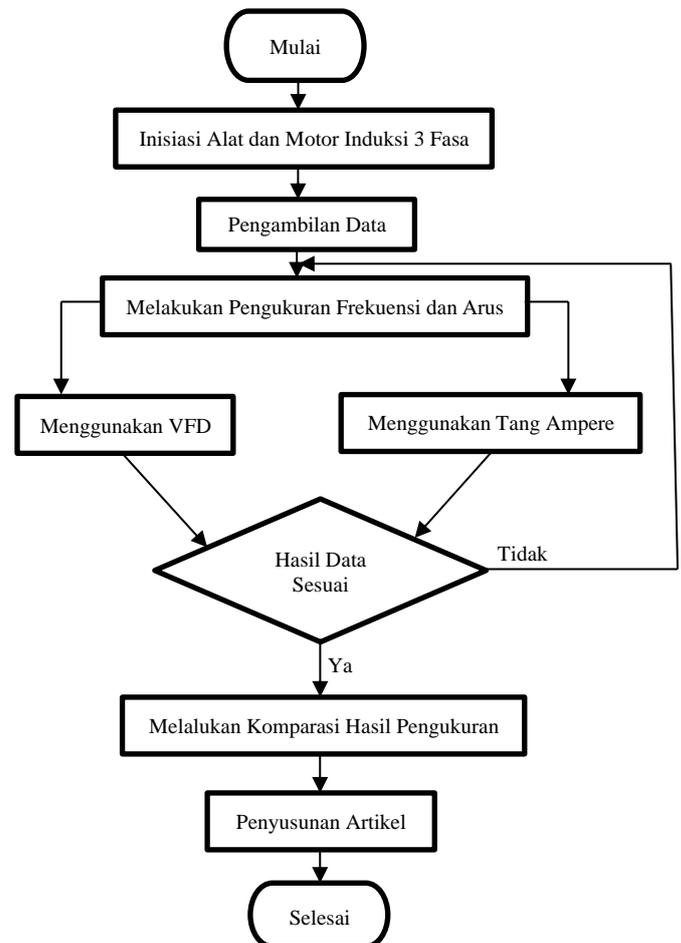
Berdasarkan uraian tersebut, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh memvariasikan frekuensi sumber untuk mengendalikan kecepatan motor pada arus motor induksi tiga fasa yang beroperasi pada kondisi beban dan tegangan sumber konstan.

2. METODE

2.1 Flowchart Penelitian

Flowchart atau Diagram alir memainkan peran penting dalam menguraikan urutan proses desain dan penelitian. Penelitian ini dimulai dari inisiasi alat dan pengawatan pada motor induksi 3 fasa yang digunakan. Selanjutnya pengambilan data dilakukan dengan pengukuran frekuensi dan arus dengan menggunakan VFD dan alat ukur komersil. Hasil yang diperoleh dari pengukuran kemudian dikomparasi untuk dianalisis. Hasil

analisis data selanjutnya dituangkan dalam artikel. *Flowchart* penelitian digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.2 Spesifikasi Alat

2.2.1 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi tiga fasa merupakan suatu alat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan prinsip induksi [8],[11]. Ketika diberi energi oleh catu daya 3 fasa yang seimbang, motor induksi 3 fasa menunjukkan tingkat stabilitas terbesar dalam kondisi pengoperasian biasa [5].

Tabel 1. Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa

Uraian	Data
Merek	Modern
Tegangan (V)	380
Frekuensi (Hz)	50
Power (HP)	2
Arus Nominal (A)	3,6



Gambar 2. Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa

2.2.2 Variable Frequency Drive (VFD)

VFD adalah suatu alat yang digunakan untuk mengontrol kecepatan putaran motor listrik arus bolak-balik (AC) dengan cara mengatur frekuensi suplai listrik motor tersebut [7]. Penggunaan inverter atau VFD dapat secara efektif mengurangi konsumsi daya dan arus motor starter, sehingga menghemat energi [9]. Tabel 2 mencantumkan karakteristik VFD yang digunakan dalam penelitian ini.

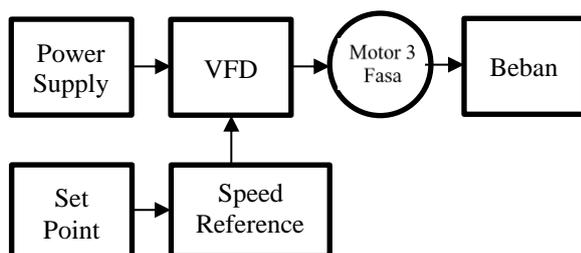
Tabel 2. Spesifikasi VFD

Uraian	Data
Merek	DELTA VFD M
Tegangan (V)	380 - 480
Frekuensi (Hz)	60
Power (HP)	2
Arus Nominal (A)	5,7



Gambar 3. Spesifikasi VFD

2.3 Blok Diagram



Gambar 4. Blok Diagram

2.4 Skenario Pengujian

Untuk menentukan keefektifan VFD dalam memodulasi kecepatan motor, dua jenis pengujian akan dilakukan. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan parameter yang berasal dari penelitian sebelumnya.

- Pengujian VFD terhadap motor induksi dengan memberikan frekuensi yang bervariasi yang bertujuan untuk melihat perubahan kecepatan motor induksi ketika beroperasi.
- Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas motor induksi yang beroperasi pada kondisi beban konstan menggunakan pengujian VFD. Fokusnya adalah pada evaluasi kemanjuran motor ketika penggerak frekuensi variabel (VFD) digunakan.
- Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik operasional motor induksi tanpa menggunakan VFD pada saat pengujian. Evaluasi terhadap kondisi sepeda motor tanpa muatan juga dilakukan untuk mengetahui potensi perubahannya.

2.5 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan dua metodologi untuk memfasilitasi proses penelitian dan mencapai hasil yang diinginkan. Secara khusus, Ampere Tang dan Variable Frekuensi Drive (VFD) digunakan. Prosedur statistik deskriptif melibatkan pendekatan metodis dan obyektif untuk menjelaskan dan mengkarakterisasi data yang dikumpulkan, tanpa interpretasi atau analisis tambahan. Analisis komparatif melibatkan pemeriksaan dan evaluasi efisiensi operasional motor induksi dalam dua situasi berbeda: satu tanpa kehadiran VFD, dan yang lainnya dengan penerapan VFD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

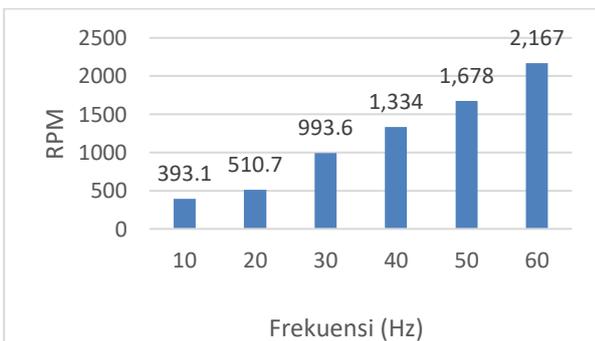
3.1 Pengujian VFD Terhadap Motor Induksi Dengan Variasi Frekuensi

Pengujian VFD terhadap Motor Induksi dilakukan dengan mengatur nilai frekuensi yang diberikan pada saat motor induksi beroperasi tanpa beban. Variasi frekuensi dimulai dari 10 Hz hingga 60 Hz. Parameter yang diamati berupa kecepatan motor (RPM), Tegangan (V), dan Arus (A). Hasil pengujian motor induksi terhadap variasi frekuensi sebagai berikut.

Tabel 3. Data RPM, Arus dan Tegangan Pada VFD

Frekuensi	RPM	Arus	tegangan
10	393,1	2,3	81
20	510,7	2,3	152,8
30	993,6	2,3	224,6
40	1.334	2,4	296,4
50	1.678	2,4	368,2
60	2.167	2,4	397,3

1. Perubahan Frekuensi terhadap Kecepatan Motor



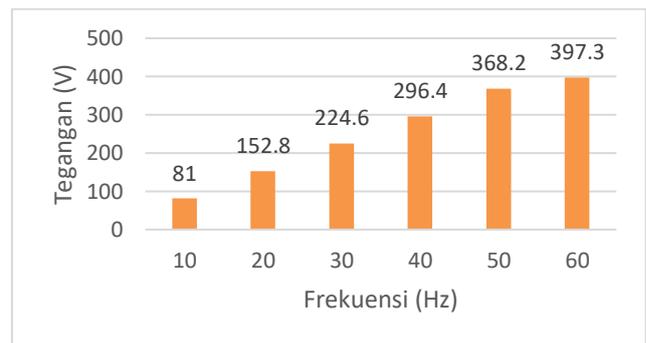
Gambar 5. Grafik Frekuensi Terhadap Kecepatan Motor



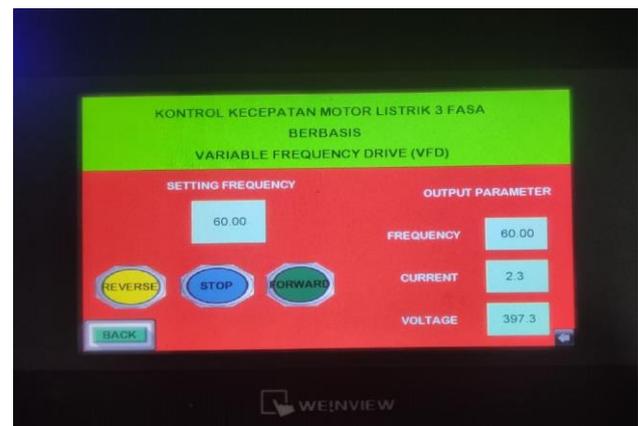
Gambar 6. Pengaruh Frekuensi terhadap Kecepatan Motor

Pada Gambar 3 di atas dapat diketahui pengaruh perubahan frekuensi terhadap kecepatan motor induksi dengan menggunakan VFD pada keadaan *starting*. Hasil pengamatan menunjukkan perubahan frekuensi berbanding lurus dengan perubahan kecepatan motor. Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa memperbesar frekuensi maka akan semakin meningkatkan kecepatan atau putaran motor.

2. Perubahan Frekuensi terhadap Tegangan



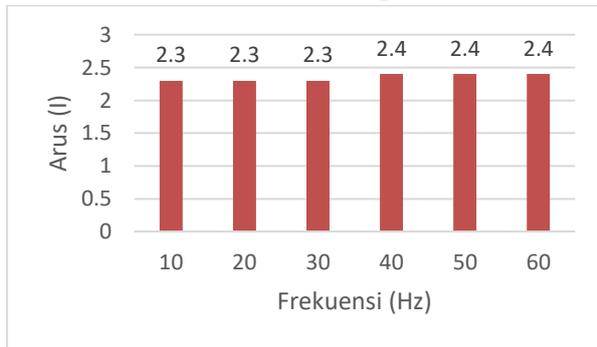
Gambar 7. Grafik Frekuensi terhadap Tegangan



Gambar 8. Pengaruh Frekuensi terhadap Tegangan

Pada Gambar 4 di atas dapat diketahui pengaruh perubahan frekuensi terhadap tegangan dengan menggunakan VFD pada keadaan *starting*. Hasil pengujian menunjukkan memperbesar nilai frekuensi maka nilai tegangan juga mengalami peningkatan dengan kata lain frekuensi berbanding lurus dengan tegangan masukan. Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa memperbesar frekuensi masukan maka semakin meningkatkan nilai tegangan masukan pada motor.

3. Perubahan Frekuensi terhadap Arus



Gambar 9. Grafik Frekuensi terhadap Arus



Gambar 10. Pengaruh Frekuensi terhadap Arus

Pada Gambar 5 di atas dapat diketahui pengaruh perubahan frekuensi terhadap tegangan dengan menggunakan VFD pada keadaan *starting*. Hasil pengujian menunjukkan memperbesar nilai frekuensi maka nilai arus tetap. Dengan kata lain perubahan frekuensi tidak mempengaruhi nilai arus. Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa memperbesar nilai frekuensi masukan maka nilai arus tidak mengalami perubahan.

3.2 Pengujian VFD Terhadap Motor Induksi Dengan Beban Konstan

Pengujian VFD terhadap Motor Induksi dengan beban konstan dilakukan untuk mengamati performa motor berdasarkan perubahan nilai arus terhadap kumparan motor. Dalam pengujian ini beban yang digunakan adalah beban konveyor. Frekuensi masukan VFD yang diberikan adalah 50 Hz dengan waktu kerja selama 7 menit. Hasil pengujian VFD terhadap

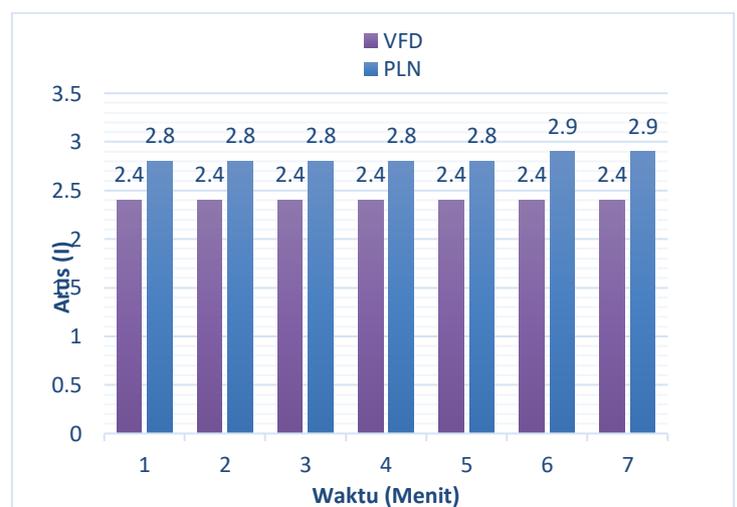
Motor Induksi dengan beban konstan dapat dilihat pada Gambar 11.

3.3 Pengujian Motor Induksi Dengan Beban Konstan Tanpa Menggunakan VFD

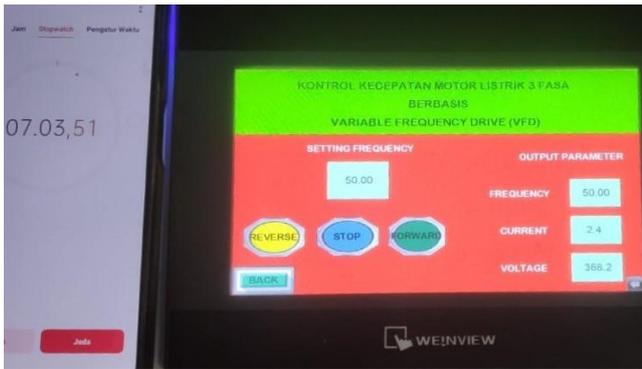
Pengujian Motor Induksi dengan beban konstan tanpa menggunakan VFD dilakukan untuk mengamati performa motor berdasarkan perubahan nilai arus terhadap kumparan motor. Dalam pengujian ini beban yang digunakan adalah beban konveyor. Frekuensi masukan yang diberikan adalah frekuensi sumber PLN 50 Hz dengan waktu kerja selama 7 menit. Hasil pengujian performa Motor Induksi dengan beban konstan tanpa menggunakan VFD dapat dilihat pada.

Tabel 4. Data Arus VFD dan PLN

Waktu	Frekuensi	Arus	
		VFD	PLN
1	50	2,4	2,8
2	50	2,4	2,8
3	50	2,4	2,8
4	50	2,4	2,8
5	50	2,4	2,8
6	50	2,4	2,9
7	50	2,4	2,9

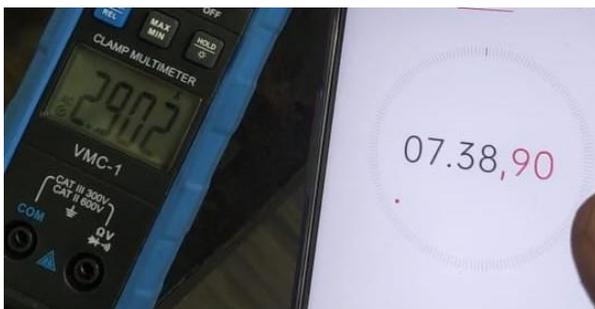


Gambar 11. Grafik Pengujian Menggunakan VFD dan Tanpa Menggunakan VFD Terhadap Motor Induksi Dengan Beban Konstan.



Gambar 12. Performa Motor Induksi terhadap Beban Konstan menggunakan VFD

Hasil pengujian VFD terhadap Motor Induksi menggunakan beban konstan konveyor menunjukkan arus pada kumparan motor cenderung stabil dari menit ke-1 hingga menit ke-5. Perubahan nilai arus terjadi pada menit ke-6 dan menit ke-7 akan tetapi perubahan yang terjadi sangat kecil dan tidak signifikan.



Gambar 13. Performa Motor Induksi dengan Beban Konstan tanpa menggunakan VFD

Hasil pengujian Motor Induksi dengan beban konstan konveyor tanpa menggunakan VFD menunjukkan arus pada kumparan motor cenderung mengalami kenaikan dari menit ke-1 hingga menit ke-7. Perubahan arus pada motor berakibat terjadinya perubahan efisiensi pada motor, karena arus berbanding lurus dengan daya dan rugi-rugi daya pada motor. Bila arus yang melewati kumparan motor telah melampaui arus nominal motor, maka seiring dengan waktu ketahanan motor menjadi berkurang.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dapat diambil berdasarkan hasil kajian dan penilaian yang dilakukan, antara lain sebagai berikut:

1. Pengendalian kecepatan putaran motor induksi 3 fasa menghasilkan kenaikan

kecepatan setiap naiknya frekuensi terhadap VFD.

2. Memperbesar nilai frekuensi maka nilai tegangan juga mengalami peningkatan dengan kata lain frekuensi berbanding lurus dengan tegangan masukan.
3. Menaikkan nilai frekuensi maka nilai arus tetap, dapat disimpulkan bahwa memperbesar nilai frekuensi masukan maka nilai arus tidak mengalami perubahan.
4. Terdapat perbedaan karakteristik arus pada kumparan motor induksi 3 fasa ketika menggunakan VFD dan menggunakan tang ampere pada kumparan motor. Hasil penelitian menunjukkan Motor induksi yang menggunakan VFD tidak mengalami perubahan arus yang signifikan dibandingkan dengan motor induksi 3 fasa menggunakan tang ampere lebih tinggi yang dimana lebih banyak menggunakan beban dibandingkan menggunakan VFD.

Saran

Sebelum mengaktifkan rangkaian VFD, beban harus dipasang untuk mencegah kemungkinan terjadinya kelebihan beban.

pada salah satu driver Saran disusun berdasarkan temuan penelitian yang telah dibahas. Saran dapat mengacu pada tindakan praktis, pengembangan teori baru, dan/atau penelitian lanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada pembimbing yang telah membantu serta meluangkan waktunya dalam penelitian dan pengembangan yang menjadi penopang kelulusan kami sebagai mahasiswa dan terimakasih juga kepada tenaga pengajar program studi teknik listrik yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan hasil yang baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Evalina, A. H. Azis, and Zulfikar, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller," J. Electr. Technol., vol. 3, no. 2, pp. 73–80, 2018.
- [2] D. A. Suwenda and P. Slamet, "Penerapan Variable Frequency Drive Pada Motor Fan Cooling Tower Untuk Efisiensi Tenaga Listrik Di Pt Japfa Comfeed Indonesia," vol. 4, pp. 1–8, 2022.

- [3] A. B. F. Fakhri, Y. A. Deavy, and M. Putri, "Analisis Pengaruh Kendali Putar Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Vfd Siemens," *Pros. Konf. Nas. ...*, pp. 674–683, 2022, [Online]. Available: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/894%0Ahttps://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/894/479>.
- [4] R. A. Rangkuti, A. Atmam, and E. Zondra, "Studi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)," *JURNAL TEKNIK*, vol. 14, no. 1. Universitas Lancang Kuning, pp. 121–128, 2020, doi: 10.31849/teknik.v14i1.2295.
- [5] Z. Anthony, "Pengaruh perubahan frekuensi dalam sistem pengendalian kecepatan motor Induksi 3-fasa terhadap efisiensi dan arus kumparan motor," *Tek. Elektro ITP*, vol. 1, no. 1, pp. 25–29, 2018.
- [6] Gomgom and I. Effendi, "Penerapan Variable Frequency Drive Pada Motor Fuel Screw Feeder Untuk Bahan Bakar Pada Sistem Boiler," *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 50–59, 2014.
- [7] Atmam, A. Tanjung, and Zulfahri, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD)," *SainETIn*, vol. 2, no. 2, pp. 52–59, 2018, doi: 10.31849/sainetin.v2i2.1218.
- [8] D. Novianto, E. Zondra, and ..., "Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Penggerak Vacuum Di PT. Pindo Deli Perawang," *SainETIn J. Sains ...*, vol. 4, no. 2, pp. 73–80, 2022, doi: 10.31849/sainetin.v6i2.9734.
- [9] I. Nugrahanto, P. G. Riatma, and A. D. Risdhayanti, "PERANCANGAN VARIABLE FREQUENCY DRIVE(VFD)SATU PHASA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SINUSOIDA PULSE WIDTH MODULATION BERBASIS MIKROKONTROLER," vol. 17, pp. 32–44, 2022.
- [10] Irvawansyah, I. & Mustafa, S. "Rancang Bangun Trainer Mesin Listrik AC". *Journal Of Elektrikal*. 1. (2), pp. 41-45, 2020.
- [11] Mukhlisin, M., & Irvawansyah, I. (2020). Alat Penggulung Belitan Motor dan Transformator Berbasis Arduino. *Joule (Journal of Electrical Engineering)*, 1(2), 61-64.