

Analisis Pengaruh Desain "6-Fasa Tak Simetris" 2 Lapis Kumputan Terhadap Efisiensi Motor Induksi 3-Fasa Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga

Zuriman Anthony¹, Mhd Zulfikar Erfani², Erhaneli³, Anggun Anugrah⁴, Arfita Yuana Dewi⁵

antoslah@gmail.com¹, zulfikarzf863@gmail.com², erhanelimarzuki@gmail.com³,

anggunanugrah@gmail.com⁴, arfitarachman.itp@gmail.com⁵

Teknik Elektro Sarjana, Institut Teknologi Padang Padang

Jl. Gajah Mada Kandis, Sumatra Barat

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 24 June 2024

Received in revised : 18 November 2024

Accepted : 2 Desember 2024

Available online : 12 Desember 2024

ABSTRACT

This study examines the role of Artificial Intelligence (AI) in marketing strategy through a Systematic Literature Review (SLR) approach. AI has shown a transformative impact by outperforming traditional methods, especially in optimizing big data-based marketing strategies. With the ability to analyze consumer behavior in depth, AI enables businesses to personalize marketing efforts and improve user experiences more efficiently and responsively. However, challenges such as data privacy, high initial investment, and reliance on data quality remain major concerns that must be addressed. This study also evaluates the effectiveness of using AI across marketing channels, which shows significant differences in their impact on business strategy. In addition, the integration of AI-based fitness equipment is considered to have a major contribution in increasing consumer satisfaction while driving online business growth. The results of this study provide valuable insights into the effective implementation of AI, as well as highlight the importance of maintaining data security and implementing AI strategically to provide optimal benefits for consumers and business development.

Keywords: 6-phase induction motor, efficiency, finite element, Ansys, magnetic flux.

1. Pendahuluan

Motor Induksi adalah suatu alat yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik[1]. Motor induksi merupakan motor Listrik yang banyak digunakan baik di dunia industri[2]-[7] maupun di sektor rumah tangga[8], [9], karena motor ini kuat[10], mudah penggunaannya dan lebih murah harganya[11]-[15] di dibandingkan dengan motor Listrik lainnya. Motor induksi yang digunakan dalam industri terutama menggunakan motor induksi dengan konsumsi daya yang tinggi yaitu motor induksi tiga fasa. Motor induksi tiga fasa memiliki tiga belitan identik yang berjarak 120° . Berbeda dengan motor induksi satu fasa yang hanya menggunakan dua buah kumparan yaitu kumparan utama dan kumparan bantu sehingga mengkonsumsi daya yang lebih kecil, motor induksi fasa 1- didesain terpisah 90° sehingga cocok digunakan di rumah[9]. Motor induksi 3 fasa merupakan motor Listrik yang sangat banyak digunakan dalam bidang industri dan perumahan[16], karena motor induksi 3 fasa sangat dibutuhkan untuk menggerakkan alat-alat pada industri Dimana alat-alat di industri membutuhkan daya yang tinggi setiap menggerakkan alatnya seperti kompresor, belt conveyor dan pompa.

Motor induksi 3 fasa sekarang masih memiliki nilai efisiensi yang belum cukup bagus. Dimana sering terjadinya drop pada efisiensi motor pada saat beban meningkat yang mana hal ini dapat membuat kinerja motor menjadi berkurang. Dalam beberapa penelitian untuk meningkatkan efisiensi motor dengan cara menambahkan fasa pada kumparan motor atau sistem multifasa[18],

Received June 21, 2024; Revised November 20, 2024; Accepted Desember 2, 2024

* Mhd Zulfikar Erfani; zulfikarzf863@gmail.com

[19], yang mana hasil yang di dapatkannya memiliki keandalan yang lebih baik dari pada motor induksi 3 fasa [20], [21]. Penambahan fasa ini meningkatkan efisiensi motor menjadi lebih baik seperti pada hasil yang didapatkan oleh beberapa penelitian di mana efisiensi dapat meningkat sekitar 10% [22].

Dalam penambahan fasa memerlukan biaya yang lebih[23] karena seiring meningkatnya jumlah fasa maka diperlukan sumber tenaga baru yang harus disesuaikan dengan jumlah fasa kumparan motor. Jika motor induksi memiliki desain kumparan 6-fasa maka diperlukan sumber tenaga 6-fasa. Oleh karena itu, diperlukan cara bagaimana membuat desain motor dengan kinerja yang lebih baik, terutama efisiensi motor tanpa memerlukan biaya tambahan yang mahal pada motor.

Solusi yang akan diberikan pada penelitian ini adalah dengan mempelajari kinerja motor induksi 3-fasa dengan desain kumparan 6-fasa tak simetris dengan menggunakan program ANSYS. Dengan menggunakan program ini diharapkan diperoleh bentuk gambaran kerapatan fluk yang terjadi pada motor dan pengaruhnya terhadap Daya Keluaran dan kecepatan motor sehingga diketahui pengaruhnya terhadap Efisiensi motor.

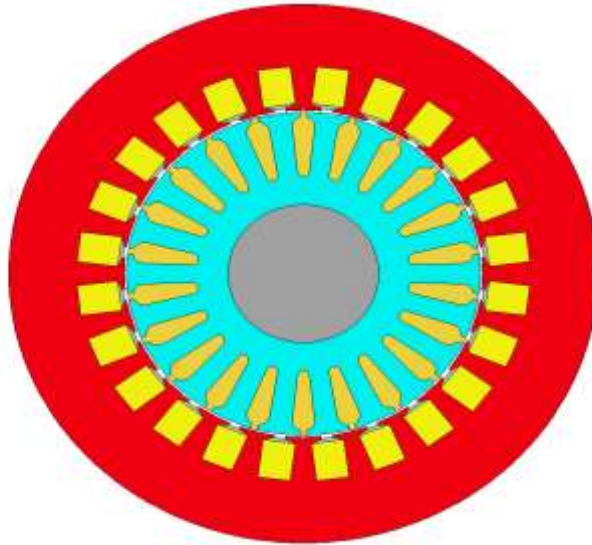
2. Metode penelitian

2.1. Desain Motor Induction 3 Phase Dan 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis

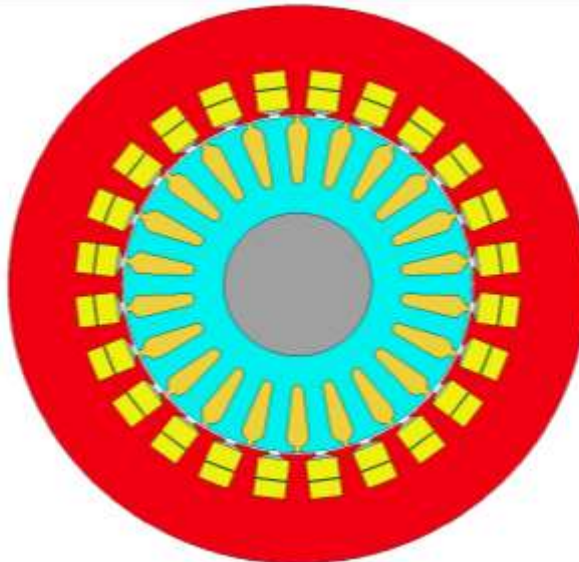
Pengujian bersifat experimental yang di lakukan menggunakan Software Ansys. Metode yang digunakan dengan cara membandingkan dua lilitan kumparan stator yang berbeda di mana pada keadaan awal motor induksi 3 fasa akan di simulasikan di dalam software ansys setelah data telah mendekati dengan motor induksi 3 fasa, maka akan dilakukan perubahan desain kumparan menjadi 2 lapis kumparan berikut bentuk geometry motor induksi 3 fasa dan 6 fasa taj simetris 2 lapis:

Tabel 1. Geometry Motor Induction 3 Fasa

Stator Parameters	Value	Rotor Parameters	Value
Slot Number	24	Rotor Bars	22
Stator Lam Dia	125	Pole Number	4
Stator Bore	76	Bar Opening [T]	1.5
Slot Width	7	Bar Opening Depth [T]	1
Slot Depth	10	Bar Opening Radius [T]	2.42275
Tooth Tip Depth	0.5	Bar Depth [T]	14
Slot Opening	2.4	Bar Corner Radius [T]	1.23562
Tooth Tip Angle	20	Rotor Diameter [Calc]	75
Sleeve Thickness	0	Air Gap	0.5
		Banding Thickness	0
		Shaft Dia	32
		Shaft Hole Diameter	0



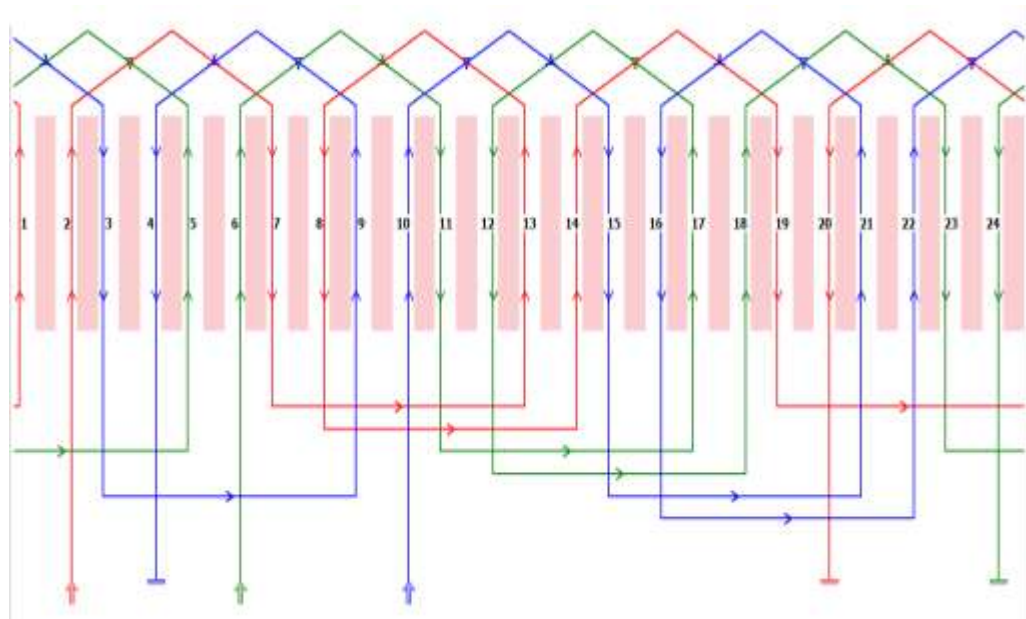
Gambar 1. Desain Motor Induksi 3 Fasa



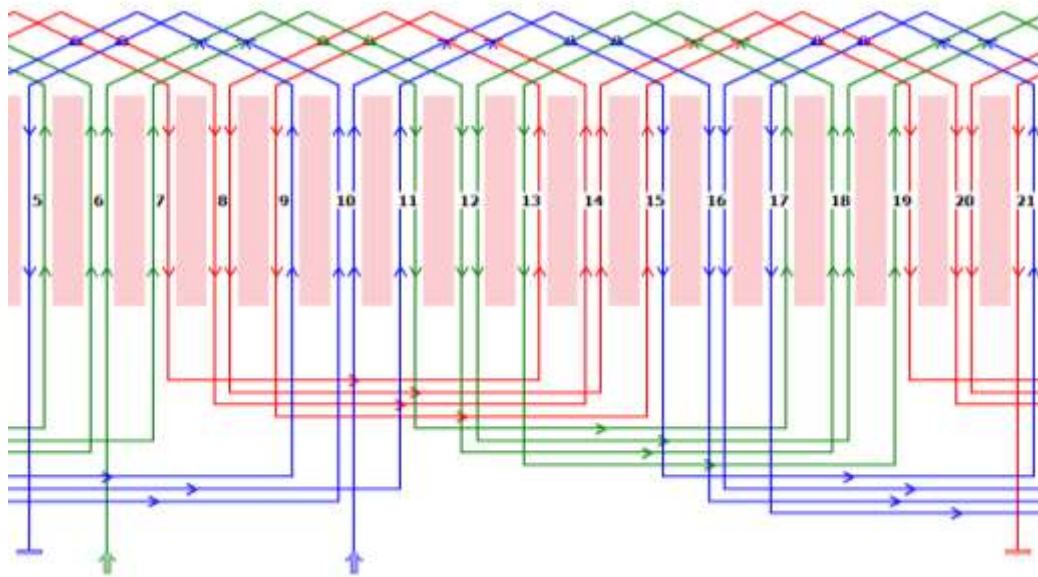
Gambar 2. Desain Motor Induksi 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis Kumparan

2.2 Desain Lilitan Motor Induksi 3 Fasa Dan 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis

Pertama desain lilitan motor induksi 3 fasa dibuat pada Ansys Motor CAD di mana dapat di lihat pada gambar 3 lilitan motor induksi 3 fasa berjarak 6 slot untuk setiap kutup nya. Setelah desain lilitan motor induksi 3 fasa selesai di uji, maka akan dibuat desain baru untuk motor insuksi 6 fasa tak simetris seperti pada tampak gambar 4 dimana pada layer pertama akan diberikan lilitan 3 fasa setelah itu pada layer kedua akan di letakkan lilitan 3 fasa selanjutnya, yang mana setelah lilitan lapis pertama dan kedua telah selesai maka akan diserikan pada lapisan pertama dengan lapisan kedua untuk setiap fasanya sehingga menjadi lilitan motor induksi 3 fasa 2 lapis seperti tampak pada gambar 4.



Gambar 3. Desain Lilitan Motor Induksi 3 Fasa

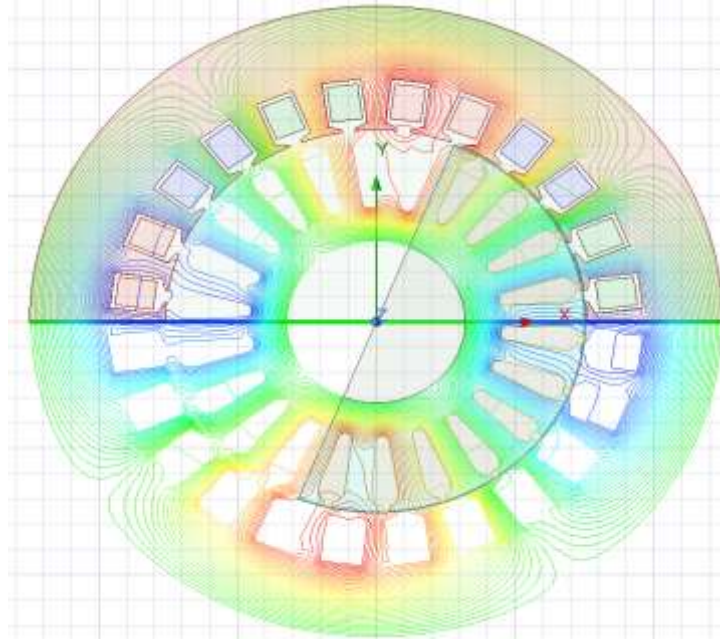


Gambar 4. Desain Lilitan Motor Induksi 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis Kumparan

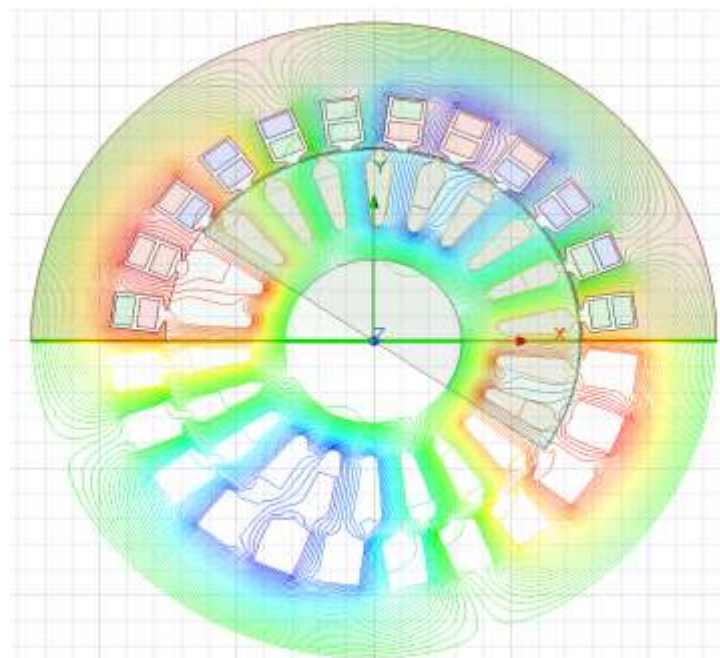
3. Hasil dan Analisa

3.1. Garis Flux Motor Induksi 3 Fasa dengan Motor Induksi Desain 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis Kumparan

Setiap arus fasa bolak-balik menghasilkan fluksnya sendiri yang berbentuk sinusoidal. Di sini intensitas dan arah fluks garis yang dihasilkan di stator dan rotor sangkar tupai motor induksi. Garis-garis fluks terus menerus, membentuk loop tertutup. Di kutub, garis fluks lebih padat dan setelah bergerak lebih jauh, garis-garis fluks memudar. Dari kedua gambar 5 dan 6 flux yang dihasilkan pada motor induksi desain 6 fasa tak simetris 2 lapis memiliki distribusi flux yang lebih baik dari pada motor induksi 3 fasa



Gambar 5. Flux Line Motor Induksi 3 Fasa

Gambar 6. Flux Line Motor Induksi Desain 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis Kumbaran:
Tabel 1. Geometry Motor Induction 3 Fasa

3.2 Hasil Pengujian Motor Induksi 3 Fasa Dan Desain 6 Fasa Tak Simetris 2 lapis Kumbaran

Hasil pengujian pada kedua motor di masukkan kedalam tabel di mana pada tabel ini berisikan daya masukan, daya keluaran dan rugi rugi daya yang di dapatkan pada hasil keluaran dari software ansys maxwell.

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor Induksi 3 Fasa

Pengujian	Motor Induksi 3 Fasa			Rugi-Rugi Daya Motor				Daya
								Masukan
	P(R)	P(S)	P(T)	P_{SCL}	P_{RCL}	P_{core}	P_{ROT}	Watt
559,73	243,30	240,87	243,30	87,409	30,5477	9,7469	40,5566	727,47
615,3983	266,74	266,74	266,74	95,1	37,8223	9,7747	40,0459	800,22
670,6938	291,66	291,37	290,23	104,148	46,1386	9,7993	39,5385	873,26
727,5994	316,52	317,09	317,11	114,67	55,4492	9,8523	38,9227	950,72
784,0072	342,02	342,71	342,89	126,945	66,6039	9,9037	38,367	1027,62

Tabel 3. Hasil Pengujian Motor Induksi Desain 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis

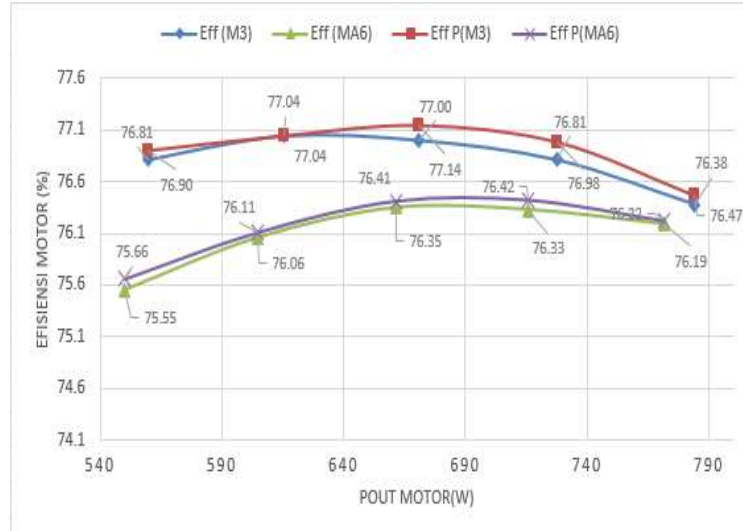
Pengujian	Motor Induksi 3 Fasa			Rugi-Rugi Daya Motor				Daya
								Masukan
	P(R)	P(S)	P(T)	P_{SCL}	P_{RCL}	P_{core}	P_{ROT}	Watt
550,1828	242,34	243,68	243,46	99,5958	26,6626	10,3455	40,956	729,48
604,9254	263,76	265,87	265,06	106,149	32,8736	10,3364	40,4997	793,88
661,3179	289,09	288,74	289,21	114,0793	40,0922	10,3204	40,0459	867,04
715,63	313,86	313,56	312,45	123,4203	48,3208	10,3189	39,5385	939,87
771,697	337,49	338,09	337,95	134,1159	57,5397	10,3384	38,9784	1013,53

3.3 Hasil Pengujian Motor Induksi 3 Fasa Dan Desain 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis Kumparan Terhadap Efisiensi

Hasil pengujian pada kedua motor di masukkan kedalam tabel di mana pada tabel ini berisikan daya masukan, daya keluaran dan rugi rugi daya yang di dapatkan pada hasil keluaran dari software ansys maxwell.

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor Induksi Desain 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis Terhadap Efisiensi

No	Output M1	Output M2	Efisiensi M1 Ansys	Efisiensi M2 Ansys	Efisiensi M1 Perhitungan	Efisiensi M2 Perhitungan
1.	559,73	550,1828	76,81	75,55	76,9	75,66
2.	615,3938	604,9254	77,04	76,06	77,04	76,11
3.	670,6938	661,3179	77,81	76,35	77,14	76,41
4.	727,5994	715,63	76,81	76,33	76,976	76,42
5.	784,0072	771,697	76,38	76,19	76,468	76,22



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Efisiensi Motor Induksi 3 Fasa Dan Perhitungan Dengan Motor Induksi Desain 6 Fasa Tak Simetris 2 Lapis Kumbaran

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap pengembangan motor induksi 3 Fasa dengan motor induksi desain 6 fasa 2 lapis terhadap efisiensi motor induksi 3 Fasa, maka diperoleh hasil. Efisiensi motor induksi desain 6 fasa tidak Simetris 2 lapis menghasilkan efisiensi lebih rendah di dibandingkan motor induksi 3 fasa sebesar 1%. Hal ini dikarenakan motor induksi desain 6 fasa tak simetris 2 lapis mempunyai rugi-rugi kumbaran lebih besar dari pada motor induksi 3 fasa. namun memiliki penurunan nilai efisiensi yang lebih rendah dari pada motor induksi 3 fasa.

References

- [1]. As-syahri, H. (2024). Peranan Influencer Marketing Sebagai Strategi Pemasaran Digital 5 . O. S. Shu, C. Liu, C. Xing, X. Wang, dan Y. Zhang, "Improved neuroendocrine intelligent control for a permanent magnet linear synchronous motor," *Measurement and Control (United Kingdom)*, vol. 53, no. 1–2, hlm. 222–228, Jan 2020, doi: 10.1177/0020294019882956.
- [2]. O. AlShorman dkk., "Sounds and acoustic emission-based early fault diagnosis of induction motor: A review study," 2021, SAGE Publications Inc. doi: 10.1177/1687814021996915
- [3]. S. W. Shneen, H. S. Dakheel, dan Z. B. Abdulla, "Design and implementation of variable and constant load for induction motor," *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, vol. 11, no. 2, hlm. 762–773, Jun 2020, doi: 10.11591/ijpeds.v11.i2.pp762-773.
- [4]. K. Li, G. Cheng, X. Sun, Z. Yang, dan Y. Fan, "Performance optimization design and analysis of bearingless induction motor with different magnetic slot wedges," *Results Phys*, vol. 12, hlm. 349–356, Mar 2019, doi: 10.1016/j.rinp.2018.11.078.
- [5]. M. A. Kabir, M. Z. M. Jaffar, Z. Wan, dan I. Husain, "Design, optimization, and experimental evaluation of multilayer AC winding for induction machine," dalam *IEEE*

- Transactions on Industry Applications, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jul 2019, hlm. 3630–3639. doi: 10.1109/TIA.2019.2910775.
- [6]. M. A. Hannan, J. A. Ali, A. Mohamed, dan A. Hussain, “Optimization techniques to enhance the performance of induction motor drives: A review,” 1 Januari 2018, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.rser.2017.05.240.
- [7]. A. Glowacz dan Z. Glowacz, “Diagnosis of the three-phase induction motor using thermal imaging,” *Infrared Phys Technol*, vol. 81, hlm. 7–16, Mar 2017, doi: 10.1016/j.infrared.2016. 12.003.
- [8]. A. Glowacz, “Acoustic based fault diagnosis of three-phase induction motor,” *Applied Acoustics*, vol. 137, hlm. 82–89, Agu 2018, doi: 10.1016/j.apacoust.2018.03.010.
- [9]. Z. Anthony dan E. Erhaneli, “A New Winding Design for Single Phase Induction Motor,” *International journal of Electrical and Computer Engginering(IJTECE)*, vol. 12, hlm. 5789–5798, Des 2022.
- [10]. C. H. Chen, H. M. Wu, Y. F. Lin, dan J. Y. Lee, “Stator flux oriented multiple sliding-mode speed control design of induction motor drives,” *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 13, no. 5, 2021, doi: 10.1177/16878140211021734.
- [11]. N. El Ouanjli dkk., “Modern improvement techniques of direct torque control for induction motor drives-A review,” 1 Desember 2019, Springer. doi: 10.1186/s41601-019-0125-5.
- [12]. A. K. Sahoo dan R. K. Jena, “Torque Quality Improvement in Induction Motor for Electric Vehicle Application Based on Teamwork Optimization,” *Advances in Electrical and Electronic Engineering*, vol. 20, no. 4, hlm. 359–379, 2023, doi: 10.15598/aeec.v20i4.4538.
- [13]. Y. Xie, C. Pi, dan Z. Li, “Study on design and vibration reduction optimization of high starting torque induction motor,” *Energies (Basel)*, vol. 12, no. 7, Apr 2019, doi: 10.3390/en12071263.
- [14]. Z. Yang, Q. Ding, X. Sun, J. Ji, dan Q. Zhao, “Design and analysis of a novel wound rotor for a bearingless induction motor,” *International Journal of Electronics*, vol. 106, no. 12, hlm. 1829–1844, 2019, doi: 10.1080/00207217. 2019.1625971.
- [15]. L. Yi, Y. Liu, W. Yu, dan J. Zhao, “A novel nonlinear observer for fault diagnosis of induction motor,” *J Algorithm Comput Technol*, vol. 14, 2020, doi: 10.1177/1748302620922723.
- [16]. R. Gianto, A. Hiendro, dan P. Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, “EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA 100 HP / 75 KW PADA PANEL STAR-DELTA DI PDAM TIRTA RAYA ADI SUCIPTO KUBU RAYA,” Pontianak, 2020. Diakses: 13 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/42557>.
- [17]. J. K. Pandit, S. Member, M. V Aware, S. Member, R. Nemade, dan E. Levi, “Direct torque control scheme for a six-phase induction motor with reduced torque ripple Direct torque control scheme for a six-phase induction motor with reduced torque ripple Direct Torque Control Scheme for a Six-Phase Induction Motor with Reduced Torque Ripple,” *IEEE*

- Trans Power Electron, vol. 32, no. 9, hlm. 7118–7129, 2016, [Daring]. Tersedia pada: <http://researchonline.ljmu.ac.uk/>.
- [18]. A. Madhukar Rao, S. Keerthipati, B. Prathap Reddy, dan M. Sahoo, “A fault-tolerant multilevel inverter for improving the performance of a pole-phase modulated nine-phase induction motor drive,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 65, no. 2, hlm. 1107–1116, Jul 2017, doi: 10.1109/TIE.2017.2733474.
- [19]. J. Paredes, B. Prieto, M. Satrústegui, I. Elósegui, dan P. González, “Improving the Performance of a 1-MW Induction Machine by Optimally Shifting from a Three-Phase to a Six-Phase Machine Design by Rearranging the Coil Connections,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 68, no. 2, hlm. 1035–1045, Feb 2021, doi: 10.1109/TIE.2020.2969099.
- [20]. M. A. Kabir, M. Z. M. Jaffar, Z. Wan, dan I. Husain, “Design, optimization, and experimental evaluation of multilayer AC winding for induction machine,” dalam *IEEE Transactions on Industry Applications*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jul 2019, hlm. 3630–3639. doi: 10.1109/TIA.2019.2910775.
- [21]. W. : Www, A. Nanoty, dan A. R. Chudasama, “International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Design, Development of Six Phase Squirrel Cage Induction Motor and its Comparative Analysis with Equivalent Three Phase Squirrel Cage Induction Motor Using Circle Diagram,” 2008. [Daring]. Tersedia pada: www.ijetae.com.
- [22]. A. S. Abdel-Khalik, M. S. Abdel-Majeed, dan S. Ahmed, “Effect of Winding Configuration on Six-Phase Induction Machine Parameters and Performance,” *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 223009–223020, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3044025.
- [23]. D. D. Lucache, E. and A. I. Universitatea Tehnică “Gh. Asachi” Iași. Faculty of Electrical Engineering, Universitatea din Craiova. Faculty of Electrical Engineering, Universitatea Tehnică a Moldovei. Faculty of Energetics and Electrical Engineering, dan Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017 International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN) : proceedings : October 11-13, Iași, Romania, Chisinau, Rep. Moldova.