

---

# STUDI ANALISA PENGARUH DESAIN 6 FASA TIDAK SIMETRIS TERHADAP TORSI DAN EFISIENSI MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN 3 MEDAN FLUKS

## *ANALYSIS STUDY OF THE EFFECT OF 6 PHASE UNSYMMETRICAL DESIGN ON TORQUE AND EFFICIENCY OF 3 PHASE INDUCTION MOTOR USING 3 FLUX FIELDS*

Muhammad Iqsan, Zuriman Anthony, M.T. , Ir. Erhaneli, Dr. Sepannur Bandri, Sitti Amalia, MT

Prodi Teknik Elektro Sarjana, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

*Miqsan0@gmail.com, antoslah@gmail.com, erhanelimarzuki@gmail.com.,*

*sepannurbandria@yahoo.com, sittiamalia232@gmail.com*

### **Abstrak**

Penelitian ini untuk mengkaji pengaruh desain 6-fasa terhadap torsi dan efisiensi motor induksi 3-fasa dengan sistem desain satu lapis tidak simetris. Dimana motor ini tetap disuplay dengan sumber 3-fasa. Penelitian dilakukan di laboratorium sistem tenaga Teknik Elektro Institut Teknologi Padang. Penelitian dilakukan untuk membandingkan kinerja motor induksi 3-fasa yang didesain 6-fasa dengan desain satu lapis tidak simetris. Kajian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh torsi dan efisiensi motor induksi 3-fasa konvensional terhadap desain 6-fasa 1 lapis tidak simetris. Kumparan pada desain 6 fasa dengan lapisan tidak simetris yang digunakan adalah desain 1 lapisan kumparan pada motor induksi 3-fasa. Motor induksi yang menjadi objek penelitian adalah motor induksi 3-fasa, 0,75 KW, 380Y, 1.75 A, 50 HZ dan 2800 rpm. Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil data torsi dan kecepatan yang tidak sama untuk kedua motor. Hal itu dikarenakan kumparan 6-fasa yang di desain 1 lapis tidak simetris pada motor induksi 3-fasa konvensional memiliki jarak lapisan kumparannya adalah 30°. Motor desain 6-fasa 1 lapis tidak simetris bekerja lebih baik dibandingkan dengan motor induksi 3-fasa konvensional.

**Kata kunci : Motor 3-fasa, Motor 6-fasa, Torsi, Efisiensi, tidak Simetris.**

### **Abstract**

*This study is to examine the effect of 6-phase design on torque and efficiency of a 3-phase induction motor with an unsymmetrical single-layer design system. Where this motor is still supplied with a 3-phase source. The research was conducted in the power system laboratory of Electrical Engineering, Padang Institute of Technology. The research was conducted to compare the performance of a 3-phase induction motor designed 6-phase with a one-layer unsymmetrical design. This study is to determine how much influence the torque and efficiency of conventional 3-phase induction motors have on the 6-phase 1-layer unsymmetrical design. The coil in the 6-phase design with an unsymmetrical layer used is a 1-layer coil design in a 3-phase induction motor. The induction motor that is the object of research is a 3-phase induction motor, 0.75 KW, 380Y, 1.75 A, 50 HZ and 2800 rpm. From the results of this study, the results of torque and speed data are not the same for both motors. That is because the 6-phase coil that is designed in 1 layer is not symmetrical in conventional 3-phase induction motors,*

---

---

*which have a coil layer distance of  $30^\circ$ . The 6-phase 1-layer unsymmetrical design motor works better than the conventional 3-phase induction motor.*

**Keywords:** 3-phase Motor, 6-phase Motor, Torque, Efficiency, Unsymmetrical.

## **I. Pendahuluan**

Motor induksi merupakan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Listrik yang diubah yaitu listrik 3-fasa. Rotor diposisikan pada ronggarongga stator, sehingga garis maden magnet putaran stator akan memotong belitan rotor Motor induksi ini banyak dipergunakan dikarenakan motor ini kuat, mudah penggunaan dan lebih murah harga dibandingkan dengan motor listrik yang lain-lainnya Pada umumnya motor induksi mempunyai beberapa kekurangan seperti efisiensi dan nilai torsi start yang rendah dibandingkan dengan motor sinkron (Anthony dan Erhaneli, 2020). Dalam upaya meningkatkan kinerja motor maka telah dilakukan kajian baru untuk mengembangkan motor induksi 3-fasa ini agar dapat beroperasi dengan kinerja lebih baik. Beberapa penelitian ini diantaranya dengan menambah jumlah fasa pada kumparan motor. Penelitian ini akan dilakukan untuk mengkaji peningkatan kinerja motor, terutama dengan cara membuat desain kumparan motor induksi 3-fasa menjadi motor desain 6-fasa dan diharapkan dengan banyaknya fasa maka medan fluks akan menjadi lebih baik. Kajian pada penelitian ini difokuskan pada pengaruh perubahan beban terhadap torsi dan efisiensi motor. Penelitian ini dilakukan untuk motor induksi 3-fasa dengan desain 6-fasa 3 medan fluks menggunakan sistem 1 lapis kumparan. Motor dengan desain ini tetap dioperasikan menggunakan sumber listrik 3-fasa.

## **II. Metode Penelitian**

Metode penelitian kuantitatif dan menganalisa data dengan alat ukur tachometer dan PQA untuk

mencari tegangan, arus, frekuensi dan  $\cos\phi$  pada motor .

## **III. Landasan Teori**

### **A. Motor Listrik**

#### **1.1 Pengertian Motor Listrik**

Motor listrik adalah suatu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sebagian besar motor listrik beroperasi melalui interaksi antara medan magnet motor dan arus listrik dalam lilitan kawat untuk menghasilkan gaya dalam bentuk torsi yang di terapkan pada poros motor. Motor listrik dapat dioperasikan oleh sumber arus searah atau DC, seperti dari baterai, kendaraan bermotor atau penyearah, dan juga motor listrik dapat digerakan dengan sumber tegangan bolak balik atau biasa disebut dengan sumber tegangan AC, seperti jaringan listrik, inverter atau generator listrik.

Motor listrik dapat diklasifikasikan berdasarkan pertimbangan seperti jenis sumber daya, konstruksi internal, aplikasi, dan jenis keluaran gerak. Selain tipe AC dan DC, motor dapat disikat atau tanpa sikat, mungkin dari berbagai fasa (lihat fasa tunggal, dua fasa, atau tiga fasa), dan dapat berupa berpendingin udara atau berpendingin cairan. Motor serba guna dengan dimensi dan karakteristik standar menyediakan tenaga mekanis yang nyaman untuk penggunaan industry.

#### **1.2. Pengertian Motor Induksi**

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik yang paling banyak digunakan. Jika motor induksi ini adalah motor induksi 3-fasa, maka

---

motor ini mempunyai 3 kumparan identik yang terpisah sebesar 120 derajat listrik dan biasanya disuplai oleh sumber listrik 3-fasa. Jika motor ini merupakan motor induksi 4-fasa (tidak umum digunakan), maka kumparan motor ini akan berjarak 90 derajat listrik. Berbeda halnya dengan Motor induksi 1-fasa, motor ini mempunyai 2 kumparan yang dalam sistem pengoperasiannya disuplai oleh sumber listrik 1-fasa. Motor induksi 1-fasa ini mempunyai dua kumparan yang mana kumparan pertama adalah kumparan bantu dan kumparan yang lainnya adalah kumparan utama. Khusus pada motor induksi 1-fasa jenis motor kapasitor, maka motor ini menggunakan kapasitor pada kumparan bantunya yang berfungsi untuk memperbesar torsi motor.

### 1.3. Cara Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotor, sehingga apabila kumparan stator motor induksi dihubungkan dengan sumber tegangan 3-fasa, maka rotor akan berputar karena menghasilkan medan elektromagnetik yang berputar.



**Gambar 1.1** Arus pada kumparan yang menghasilkan fluks. (Supriyadi, 2019)

### 2.1. Efisiensi pada Motor

Efisiensi motor dapat didefinisikan sebagai

perbandingan daya keluaran motor yang digunakan terhadap daya masukan pada terminal, Efisiensi motor yang tinggi dan factor daya yang mendekati 1 (satu) sangat diinginkan untuk operasi yang efisien dan untuk menjaga biaya rendah untuk seluruh pabrik tidak hanya untuk motor. Pada hampir kebanyakan negara, persyaratan bagi pihak pembuat untuk menuliskan efisiensi beban penuh pada pelat label atau plat nama motor. Namun demikian, bila motor beroperasi untuk waktu yang cukup lama, kadang-kadang tidak mungkin untuk mengetahui efisiensi tersebut sebab pada label motor kadangkala sudah hilang atau sudah dicat.

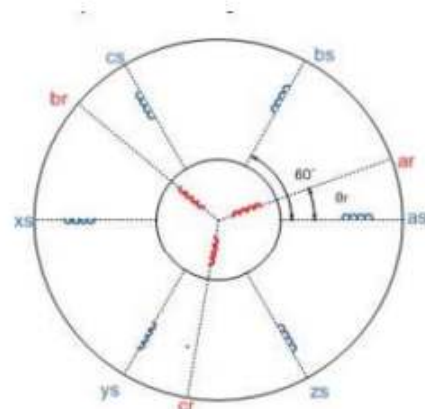
### 2.2. Torsi Motor induksi

Torsi dan Kecepatan berhubungan dengan kemampuan motor untuk memberikan beban mekanik. Torsi merupakan gaya awal pada motor saat start hingga motor bergerak (Zuriman Anthony, 2019).

## C. Motor Induksi 6-fasa

### 3.1. Pengertian Motor Induksi 6-fasa

Motor induksi 6-fasa memiliki jumlah enam belitan fasa bergeser secara simetris pada sudut 60 o mengelilingi stator



**Gambar 2.1** Bentuk diagram motor induksi 6 fasa secara

vektor(Venter dkk, 2012)

lingkar Ini adalah struktur yang sangat istimewa yang dapat beroperasi sebagai perangkat 3- fasa atau 6- fasa. Penempatan belitan antara setiap belitan adalah 120o . Ini berarti struktur 6-fasa yang asli bisa jadi dikelompokkan sebagai dua set 3-fasa belitan. Untuk mengembangkan prototipe induksi 6-fasa ini belitan stator motor konvensional bias dilepas dan di desain baru Kumbaran 6-fasa di slot stator. Kedua sisi semua enam kumparan harus diakhiri secara eksternal.

#### IV. Hasil dan Pembahasan

No	MOTOR 3-FASA			MOTOR 6-FASA			
	Por	Torsi	Eff.	Por	Torsi	Eff.	
1.	312	0,765	41,668	588	1,464	76,716	Beban generator
2.	478	1,796	66,367	858	2,204	76,467	Beban gm + 1 lampu
3.	482	1,943	67,036	750	2,514	85,156	Beban gm + 2 lampu
4.	344	2,641	64,262	818	2,848	96,155	Beban gm + 3 lampu
5.	342	2,669	61,289	822	3,181	89,256	Beban gm + 4 lampu
6.	478	3,017	65,195	984	3,386	89,175	Beban gm + 5 lampu

$$\begin{aligned} W_r &= 2 \cdot \pi \cdot N_r / 60 \text{ (rad/dt)} \\ &= 2 \times 3,14 \times 2776 / 60 \\ &= 290,55 \end{aligned}$$

Pada tabel ini terlihat bahwa pada percobaan ke-7 nilai torsi untuk motor 6-fasa yaitu 1,964 Nm. Dengan nilai kecepatan sudut yang telah didapatkan melalui perhitungan dengan nilai 290,55 rad/dt. Nilai torsi dapat dicari dengan perhitungan dibawah.

$$T = \frac{P_m}{w_r} = \frac{983,94}{290,55} = 3,39 \text{ Nm}$$

Selanjutnya pada nilai efisiensi pada percobaan ke-7 dapat dihitung dari hasil nilai

daya yang telah didapatkan pada perhitungan dibawah ini.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{983,94}{1104} \times 100\%$$

$$\eta = 89 \%$$

Perbandingan antara torsi terhadap beban, pada pengujian menggunakan 5 lampu, motor induksi 3-fasa konvensional memiliki nilai torsi 3,017 Nm dengan daya keluaran 828 W, sedangkan pada motor induksi desain 6- fasa memiliki nilai torsi 3,386 Nm dengan daya keluaran 984 W, sehingga selisih torsinya 11% dan selisih daya keluarannya yaitu 17%., untuk tabel dibawah cara mencarinya sama dengan yang diatas.

#### V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh hasil yang dirangkum sebagai berikut :

1. Torsi dan efisiensi yang didapatkan dari motor induksi 3 fasa desain 6 fasa sistem satu lapis tidak simetris memiliki hasil lebih baik dari motor induksi 3- fasa konvensional. Hal ini dikarenakan dikarenakan terjadinya peningkatan kerapatan fluks sehingga meningkatkan kecepatan putaran motor yang menghasilkan daya keluaran yang lebih tinggi dengan nilai torsi yang tinggi juga. Motor induksi 6-fasa tak simetris dengan motor induksi 3-fasa memiliki jarak kumparan antar kedua motor yang berbeda, yang membedakannya yaitu kerapatan fluks kumparan pada masing masing motor. Motor induksi 3-fasa konvensional memiliki desain kumparan satu lapisan berjarak 120 derajat sedangkan motor induksi 3-fasa desain 6-fasa semi simetris memiliki bentuk desain kumparan satu lapis berjarak 30 derajat.

2. Hubungan antara torsi dan efisiensi pada motor berbanding lurus. Dikarenakan semakin besar torsi yang dihasilkan pada motor, maka semakin besar juga efisiensi pada motor. Begitu pun sebaliknya jika semakin kecil torsi yang dihasilkan pada motor, maka semakin kecil pula efisiensi pada motor.

## VI. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis mengemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Diadakan penelitian lebih lanjut tentang upaya yang bisa dilakukan agar biaya penggunaan mengubah lilitan motor induksi ini lebih mengutamakan kestabilan yang dapat diperhitungkan dengan harga yang tidak mahal.

2. Dalam pemasangan lilitan motor harus tetap memperhatikan ketentuan tertentu agar dapat beroperasi secara efektif, tahan lama, dan efisien terhadap motor induksi.

## VII. Referensi

### Rujukan dari Artikel dalam Jurnal

Anthony, Z. (2011) „Pengaruh Perubahan Frekuensi Dalam Sistem Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3-Fasa Terhadap Efisiensi Dan Arus Kumputan Motor“, Jurnal Teknik Elektro ITP, 1(1), pp. 25–29.

Anthony, Z. dkk. (2014) „Pengoperasian Motor Induksi 3-Fasa Hubungan Delta Pada Sistem Tenaga 1-Fasa Yang Ditinjau Dari Efisiensi dan Kemampuan Motor“, (June 2014), pp. 29–32.

Anthony, Z. (2017) „Pengembangan Rangkaian Kendali untuk Mengoperasikan Motor Induksi 3-Fasa“, Jurnal Teknik Elektro ITP Anthony, Z. dan Erhaneli, E. (2017) „Disain Baru Bentuk Lilitan Kumputan Motor Induksi 1-fasa Berbasis Bentuk Lilitan Motor Induksi 3-fasa“, pp. 245–249.

Anthony, Z. dan Erhaneli, E. (2020) „Kinerja Motor Induksi 1-fasa Disain 4 Kumputan dengan Kapasitansi Kapasitor Jalan Terkendali“, Elkha, 12(1), p. 7.

Demir, Y. and Aydin, M. (2016) „A Novel Dual Three-Phase Permanent Magnet Synchronous Motor with Asymmetric Stator Winding“, IEEE Transactions on Magnetics, 52(7), pp. 1–4.

Emidiana, E. (2017) „Pengaruh Kapasitansi Kapasitor Pada Kumputan Bantu Terhadap Pemanasan Motor Induksi Satu Fasa“, Jurnal Ampere, 2(2), p. 81.

Evalina, N., Azis, A.H. dan Zulfikar (2018) „Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller“, Journal of Electrical Technology, 3(2), pp. 73–80.

Fnaiech, M.A., Betin, F. and Capolino, G. (2010) „Fuzzy Logic and Sliding-Mode Controls Applied to Six-Phase Induction Machine With Open Phases“, 57(1), pp. 354–364.

Livadaru, L. dkk. (2017) „FEM-based analysis on the operation of three-phase induction motor connected to six-phase supply system part 2 - Study on fault-tolerance capability“, 2017 11th International Conference on Electromechanical and Power Systems, SIELMEN 2017 - Proceedings, 2017-Janua, pp. 125–130.

Naim, M. (2016) „DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Modifikasi Jumlah Kutub Pada Motor Induksi

3 Fasa 36 Alur", 8(1), pp. 23–29.

Padang, I.T. dkk. (2022) „Studi Analisis Pengaruh Desain Kumparan 5 / 6 Fasa 67 Terhadap Kinerja Motor Induksi 3-fasa", 11(1).

