



**ANALISIS DESAIN STATOR PADA MOTOR INDUKSI
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI DAN MENGURANGI RIAK
TORSI**

SKRIPSI

**MUHAMMAD RAIHAN FADHLURRAHMAN
2110314089**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

2026



**ANALISIS DESAIN STATOR PADA MOTOR INDUKSI
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI DAN MENGURANGI RIAK
TORSI**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

**MUHAMMAD RAIHAN FADHLURRAHMAN
2110314089**

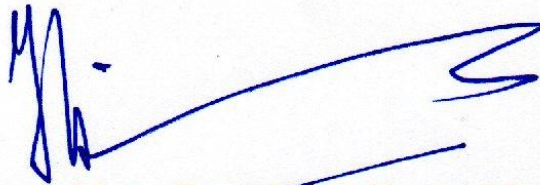
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2026**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Muhammad Raihan Fadhlurrahman
NIM : 2110314089
Program Studi : S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis desain stator pada motor induksi menggunakan metode taguchi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi riak torsi

telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Ir. Henry Binsar Hamenangan Sitorus, S.T., M.T.

Penguji Utama



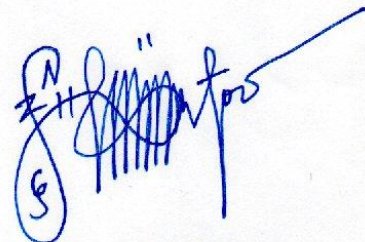
Nur Fauziah, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



**Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah,
S.T., M.T., IPM**

Dekan Fakultas Teknik



Ferdyanto, S.T., M.T.

Penguji I (Pembimbing)



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

**Koordinator Program Studi
Teknik Elektro**

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 13 Januari 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

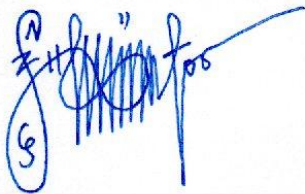
**ANALISIS DESAIN STATOR PADA MOTOR INDUKSI
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI DAN MENGURANGI RIAK
TORSI**

MUHAMMAD RAIHAN FADHLURRAHMAN

2110314089

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Ir. Ferdyanto, S.T., M.T.

Pembimbing II



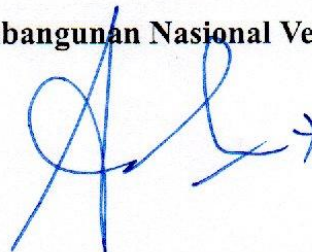
Luh Krisnawati, S.T., M.T.

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip ataupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Muhammad Raihan Fadhlurrahman

NIM : 2110314089

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 13 Januari 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Raihan Fadhlurrahman

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Raihan Fadhlurrahman

NIM : 2110314089

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS DESAIN STATOR PADA MOTOR INDUKSI
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI UNTUK MENINGKATKAN
EFISIENSI DAN MENGURANGI RIAK TORSI**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola (dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Januari 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Raihan Fadhlurrahman

ANALISIS DESAIN STATOR PADA MOTOR INDUKSI MENGUNAKAN METODE TAGUCHI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN MENGURANGI RIAK TORSI

Muhammad Raihan Fadhlurrahman

ABSTRAK

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan pada aplikasi industri karena keandalannya yang tinggi dan konstruksi yang sederhana. Namun, performa motor induksi masih dipengaruhi oleh parameter desain stator yang dapat menimbulkan riak torsi serta menurunkan efisiensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan desain stator motor induksi tiga fasa guna mengurangi riak torsi dan meningkatkan efisiensi menggunakan metode Taguchi dan Finite Element Analysis (FEA). Variasi parameter desain meliputi geometri slot stator, material inti stator, dan lebar celah udara yang disusun menggunakan orthogonal array L25. Simulasi elektromagnetik dilakukan menggunakan ANSYS RMxprt dan Maxwell 2D. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada desain awal motor memiliki riak torsi sebesar 17.269% dengan efisiensi 86.58%. Setelah dilakukan optimasi, nilai riak torsi berhasil diturunkan sebesar 0.142% menjadi 17.127%, sementara efisiensi meningkat hingga mencapai 88.52%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi metode Taguchi dan FEA mampu menghasilkan desain motor induksi dengan performa yang lebih optimal, khususnya dalam menekan riak torsi dan meningkatkan efisiensi operasional.

Kata kunci: Desain stator; Efisiensi; Finite Element Analysis (FEA); Metode Taguchi; Motor induksi tiga fasa; Riak torsi

**STATOR DESIGN ANALYSIS OF INDUCTION MOTORS USING
THE TAGUCHI METHOD TO IMPROVE EFFICIENCY AND
REDUCE TORQUE RIPPLE**

Muhammad Raihan Fadhlurrahman

ABSTRACT

Three-phase induction motors are widely used in industrial applications due to their high reliability and simple construction. However, motor performance is still affected by stator design parameters, which may cause torque ripple and reduce efficiency. This study aims to optimize the stator design of a three-phase induction motor to reduce torque ripple and improve efficiency using the Taguchi method and Finite Element Analysis (FEA). Design parameters, including stator slot geometry, stator core material, and air-gap length, were arranged using an L25 orthogonal array. Electromagnetic simulations were conducted using ANSYS RMxprt and Maxwell 2D. The simulation results show that the initial motor design exhibited a torque ripple of 17.269% with an efficiency of 86.58%. After optimization, the torque ripple was significantly reduced by approximately 0.142% to 17.127%, while the motor efficiency increased to a maximum value of 88.52%. These results indicate that the integration of the Taguchi method and FEA is effective in producing an optimized induction motor design with lower torque ripple and higher efficiency.

Keywords: *Finite Element Analysis (FEA); Stator design; Taguchi method; Three-phase induction motor; Torque ripple*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun skripsi ini dengan lancar dan tanpa kendala yang berarti. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat akademis yang wajib dipenuhi dalam kurikulum di program studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Adapun judul dari penelitian ini yaitu “Analisis desain stator pada motor induksi menggunakan metode taguchi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi riak torsi”

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak dapat terlaksana dengan baik tanpa adanya arahan, dukungan, bantuan, nasihat, serta motivasi yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan setulus-tulusnya kepada:

1. Keluarga penulis, khususnya orang tua penulis, yang telah membantu penulis dengan memberikan dukungan moral maupun material dan selalu memberikan doa restu kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ferdyanto S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dengan memberikan saran-saran yang bersifat membangun dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Ibu Luh Krisnawati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan saran serta masukkan yang sangat bermanfaat dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Teman-teman Program Studi S1 Teknik Elektro yang telah membantu dan memotivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Teman-teman yang membantu penulis dalam proses pengumpulan data, yaitu Danu, Wito, Damar, dan rekan-rekan lainnya yang tidak bisa disebut satu persatu.
6. Teman-teman konsentrasi Teknik Tenaga Listrik 2020 yang telah membantu dan saling menyemangati dalam penyusunan tugas akhir ini.

7. Seluruh dosen, staff, office boy, dan satpam Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jakarta yang telah membantu proses pengambilan data pada gedung dalam penelitian tugas akhir ini.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Sistematika penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Motor Induksi	8
2.3 Klasifikasi Motor Induksi.....	9
2.3.1 Motor Induksi Satu Fasa	9
2.3.2 Motor induksi tiga fasa.....	9

2.4	Konstruksi Motor Induksi	10
2.5	Prinsip Kerja Motor Induksi.....	13
2.6	Efisiensi Motor Induksi	14
2.7	Pengurangan Nilai Riak Torsi dan peningkatan efisiensi	15
2.8	<i>Finite Element Analysis</i> (FEA).....	17
2.9	Metode Taguchi.....	18
2.9.1	<i>Analysis of mean</i>	19
2.9.2	<i>Analysis of variance</i>	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		22
3.1	Tahapan Penelitian	22
3.1.1	Studi Literatur	22
3.1.2	Perumusan Masalah	22
3.1.3	Perancangan Desain Awal.....	23
3.1.4	Simulasi Desain.....	23
3.1.5	Modifikasi Desain	24
3.1.6	Pengumpulan Data	27
3.1.7	Hasil dan Pembahasan.....	30
3.1.8	Kesimpulan dan Saran.....	30
3.2	Perangkat Penelitian	31
3.2.1	Perangkat keras	31
3.2.2	Perangkat lunak	31
3.3	Lokasi Penelitian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Hasil Simulasi Desain Awal Motor.....	32
4.2	Simulasi Faktor Desain	34
4.3	Optimalisasi desain Motor Induksi.....	35

4.3.1	<i>Analysis of Mean (ANOM)</i>	35
4.3.2	<i>Analysis of Variance (ANOVA)</i>	51
4.3.3	Pemilihan Faktor Desain	62
4.4	Hasil Optimalisasi	63
BAB 5 PENUTUP		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor pompa pendingin sentrifugal	9
Gambar 2.2 Konstruksi motor induksi	10
Gambar 2.3 Konstruksi stator	11
Gambar 2.4 Inti stator	11
Gambar 2.5 Belitan stator	12
Gambar 2.6 Rotor <i>squirrel cage</i> pada motor induksi	12
Gambar 2.7 <i>Wound rotor</i> Pada motor induksi.....	13
Gambar 2.8 Bentuk slot stator	16
Gambar 2.9 Gambaran celah udara stator dan rotor	17
Gambar 3.1 Flowchart penelitian	22
Gambar 3.2 Diagram alir pengambilan data.....	27
Gambar 4.1 Desain komputasi motor induksi 3 fasa.....	32
Gambar 4.2 Rangkaian ekuivalen motor induksi	32
Gambar 4.3 Desain 2D dan penerapan finite element method	33
Gambar 4.4 Grafik torsi motor pada kecepatan 1463 rpm	34
Gambar 4.5 Grafik ANOM riak torsi	40
Gambar 4.6 Grafik ANOM efisiensi	45
Gambar 4.7 Grafik ANOM torsi	50
Gambar 4.8 Persentase pengaruh perubahan faktor desain pada riak torsi	61
Gambar 4.9 Persentase pengaruh perubahan faktor desain pada Efisiensi.....	61
Gambar 4.10 Persentase pengaruh perubahan faktor desain pada torsi	61
Gambar 4.11 Grafik daya pada desain akhir motor.....	64
Gambar 4.12 Grafik tegangan pada desain akhir	65
Gambar 4.13 Grafik arus pada desain akhir motor.....	65
Gambar 4.14 Grafik perbandingan Torsi desain awal dan desain akhir.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter input desain motor awal sebelum dioptimalisasi	23
Tabel 3. 2 Orthogonal array L25	25
Tabel 3.3 Variabel faktor desain	26
Tabel 4. 1 Hasil simulasi desain awal motor induksi 3 fasa	33
Tabel 4. 2 Hasil output simulasi faktor desain pada orthogonal array	34
Tabel 4. 3 Pengelompokan ANOM	36
Tabel 4. 4 ANOM Panjang Slot $hs_0(A)$ terhadap riak torsi	37
Tabel 4. 5 ANOM panjang slot $hs_2(B)$ terhadap riak torsi	37
Tabel 4. 6 ANOM lebar slot $bs_1(C)$ terhadap riak torsi	38
Tabel 4. 7 ANOM lebar slot $bs_2 (D)$	38
Tabel 4. 8 ANOM material inti (E) terhadap riak torsi	39
Tabel 4. 9 ANOM lebar celah udara (F) terhadap riak torsi	39
Tabel 4. 10 ANOM riak torsi	40
Tabel 4. 11 ANOM Panjang Slot $hs_0(A)$ terhadap efisiensi	41
Tabel 4. 12 ANOM panjang slot $hs_2(B)$ terhadap efisiensi	42
Tabel 4. 13 ANOM lebar slot $bs_1(C)$ terhadap efisiensi.....	42
Tabel 4. 14 ANOM lebar slot $bs_2 (D)$ terhadap efisiensi.....	43
Tabel 4. 15 ANOM material inti (E) terhadap efisiensi	43
Tabel 4. 16 ANOM lebar celah udara (F) terhadap efisiensi	44
Tabel 4. 17 ANOM efisiensi	44
Tabel 4. 18 ANOM Panjang Slot $hs_0(A)$ terhadap torsi	47
Tabel 4. 19 ANOM panjang slot $hs_2(B)$ terhadap torsi.....	47
Tabel 4. 20 ANOM lebar slot $bs_1(C)$ terhadap torsi	48
Tabel 4. 21 ANOM lebar slot $bs_2 (D)$ terhadap torsi.....	48
Tabel 4. 22 ANOM material inti (E)	49
Tabel 4. 23 ANOM lebar celah udara (F)	49
Tabel 4. 24 ANOM torsi.....	50
Tabel 4. 25 Sum of square [A] pada riak torsi	52
Tabel 4. 26 Sum of square [A] pada efisiensi	52
Tabel 4. 27 Sum of square [A] pada torsi.....	53
Tabel 4. 28 Sum of square [B] pada riak torsi.....	53

Tabel 4. 29 Sum of square [B] pada efisiensi.....	54
Tabel 4. 30 Sum of square [B] pada torsi.....	54
Tabel 4. 31 Sum of square [C] pada riak torsi.....	55
Tabel 4. 32 Sum of square [C] pada efisiensi.....	55
Tabel 4. 33 Sum of square [C] pada torsi.....	55
Tabel 4. 34 Sum of square [D] pada riak torsi	56
Tabel 4. 35 Sum of square [D] pada efisiensi	56
Tabel 4. 36 Sum of square [D] pada torsi.....	57
Tabel 4. 37 Sum of square [E] pada riak torsi.....	57
Tabel 4. 38 Sum of square [E] pada efisiensi.....	58
Tabel 4. 39 Sum of square [E] pada torsi	58
Tabel 4. 40 Sum of square [F] pada riak torsi	59
Tabel 4. 41 Sum of square [F] pada efisiensi	59
Tabel 4. 42 Sum of square [F] pada torsi	59
Tabel 4. 43 Analysis of variance pada ketiga parameter output.....	60
Tabel 4. 44 Hasil simulasi setelah optimalisasi.....	66
Tabel 4. 45 Parameter desain akhir motor induksi 3 fasa.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi penelitian

Lampiran 2 Perhitungan data

Lampiran 3 Lembar konsultasi pembimbing 1

Lampiran 4 Lembar konsultasi pembimbing 2