UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Efisiensi Energi Motor Induksi Berbeban Lebih dengan Variasi Profil Akselerasi dan Frekuensi Kerja Inverter
Fadhlul Muzakki, Dr. Ir. Nur Abdillah Siddiq, S.T., IPP.; Ir. Yakub Fahim Luckyarno, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALISIS EFISIENSI ENERGI MOTOR INDUKSI BERBEBAN LEBIH DENGAN VARIASI PROFIL AKSELERASI DAN FREKUENSI KERJA *INVERTER*

oleh

Fadhlul Muzakki
22/499854/TK/54769

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 5 Oktober 2026
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Motor induksi yang beroperasi pada kondisi berbeban lebih berisiko mengalami penurunan efisiensi dan ketidakstabilan operasi. Meskipun kondisi ini merupakan persoalan praktis yang umum di industri, kajian akademik yang mengkarakterisasinya masih jarang ditemukan. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi efisiensi energi sistem motor induksi berbeban lebih, ditinjau dari pengaruh variasi frekuensi kerja *inverter* dan profil akselerasi.

Pengujian dilakukan pada motor induksi tiga fasa 0,75 kW yang menggerakkan *exhaust fan* melalui transmisi puli, dikendalikan *inverter* pada enam titik frekuensi kerja (3–50 Hz) dan tiga profil akselerasi (linear, *s-curve*, *u-curve*). Efisiensi kondisi tunak dihitung melalui segregasi rugi daya mengacu IEEE Std 112 Method E1, sedangkan efisiensi kondisi transien dihitung dari integrasi daya terhadap waktu.

Hasil menunjukkan komposisi rugi daya bergeser dari didominasi rugi gesek-angin dan rugi inti pada frekuensi rendah menjadi didominasi rugi tembaga rotor pada frekuensi tinggi. Efisiensi kondisi tunak mencapai puncak 74,85% pada 32 Hz, kemudian menurun tajam hingga 12,22% pada 50 Hz karena motor melewati titik *breakdown torque*. Pada kondisi transien, profil *u-curve* secara konsisten menghasilkan rugi energi terendah dan efisiensi tertinggi, sehingga kombinasi frekuensi 32 Hz dan profil *u-curve* memberikan keseimbangan optimal antara efisiensi energi dan stabilitas performa.

Kata kunci: profil akselerasi, efisiensi energi, motor induksi, frekuensi kerja *inverter*, berbeban lebih

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Nur Abdillah Siddiq, S.T., IPP.
Pembimbing Pendamping : Ir. Yakub Fahim Luckyarno, S.T., M.Eng., Ph.D.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Efisiensi Energi Motor Induksi Berbeban Lebih dengan Variasi Profil Akselerasi dan Frekuensi Kerja Inverter
Fadhlul Muzakki, Dr. Ir. Nur Abdillah Siddiq, S.T., IPP.; Ir. Yakub Fahim Luckyarno, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS OF OVERLOADED INDUCTION MOTOR WITH ACCELERATION PROFILE AND INVERTER OPERATING FREQUENCY VARIATION

by

Fadhlul Muzakki
22/499854/TK/54769

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on October 5, 2026
in partial fulfillment of the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Induction motors operating under overload conditions risk reduced efficiency and unstable operation. Although this condition is a common practical issue in industry, academic studies characterizing it remain scarce. This study characterizes the energy efficiency of an overloaded induction motor system, examining the effects of inverter operating frequency and acceleration profile.

Testing was conducted on a 0.75 kW three-phase induction motor driving an exhaust fan through a pulley transmission, controlled by an inverter across six operating frequencies (3–50 Hz) and three acceleration profiles (linear, s-curve, u-curve). Steady-state efficiency was determined through loss segregation based on IEEE Std 112 Method E1, while transient efficiency was determined from power integrated over time.

The loss composition shifted from friction-windage and core losses dominating at low frequencies to rotor copper loss dominating at high frequencies. Steady-state efficiency peaked at 74.85% at 32 Hz before declining sharply to 12.22% at 50 Hz as the motor exceeded the breakdown torque point. Under transient conditions, the u-curve profile consistently yielded the lowest energy loss and highest efficiency, with the 32 Hz–u-curve combination providing the optimal balance between energy efficiency and performance stability.

Keywords: acceleration profile, energy efficiency, induction motor, inverter operating frequency, overload

Supervisor : Dr. Ir. Nur Abdillah Siddiq, S.T., IPP.
Co-supervisor : Ir. Yakub Fahim Luckyarno, S.T., M.Eng., Ph.D.