

**STUDI PENGARUH BEBAN NON-LINIER TERHADAP KINERJA DAN
KEANDALAN OPERASIONAL ALTERNATOR 1 FASA
SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro



Disusun oleh:
Tia Amanda Fitriyani
E505.1803859

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

STUDI PENGARUH BEBAN NON-LINIER TERHADAP KINERJA DAN KEANDALAN OPERASIONAL ALTERNATOR 1 FASA

Oleh
Tia Amanda Fitriyani

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Tia Amanda Fitriyani
Universitas Pendidikan Indonesia
2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

TIA AMANDA FITRIYANI

E505.1803859

**STUDI PENGARUH BEBAN NON LINEAR TERHADAP KINERJA DAN
KEANDALAN OPERASIONAL ALTERNATOR 1 FASA**

Disetujui dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I



Wasimudin Surva Saputra S.T., M.T.

NIP 19700808 199702 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Didin Wahyudin S.Pd., M.T., Ph.D.

NIP 19760827 200912 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Studi Pengaruh Beban Non-Linier Terhadap Kinerja Dan Keandalan Operasional Alternator 1 Fasa**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2025
Yang membuat pernyataan,

Tia Amanda Fitriyani
NIM. 1803859

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tia Amanda Fitriyani
NIM : 1803859
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Karya : Studi Pengaruh Beban Non Linier Terhadap
Kinerja dan Keandalan Operasional Alternator
1 Fasa

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, Agustus 2025

Tanda tangan: _____

Tia Amanda Fitriyani

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rezeki dan berkah-Nya penulis dapat menyusun laporan ini. Tak lupa sholawat dan salam tetap dicurah limpahkan kepada Nabi besar kita semua yaitu Nabi Muhammad S.A.W. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Pengaruh Beban Non-Linier Terhadap Kinerja Dan Keandalan Operasional Alternator 1 Fasa”**. Karya tulis ini dibuat untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Penulis menyadari banyak pihak yang ikut berperan dan membantu dalam penelitian hingga pembuatan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang terlibat dan membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua serta keluarga penulis yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan dalam pelaksanaan hingga penyusunan skripsi.
2. Bapak Wasimudin Surya Saputra ST., MT. selaku dosen pembimbing, sekaligus ketua Lab Konversi Energi Listrik dan Teknik Tegangan Tinggi yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Didin Wahyudin, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. Aip Saripudin, S.Si, M.T. selaku Ketua KBK Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Dr. Maman Somantri, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Arfah Athiroh, Sinta Agustina, M. Ramdhan Qurrota Ayun, M. Yahya Ulumudin, Auky Masada, Alif Haykal F, Rien Balqis Afifah, Anjasromo

7. Leksono Putro dan M. Hasan Musthofa selaku teman yang sudah banyak membantu, mendukung dan membagikan ilmunya.
8. Teman-teman kelas Teknik Elektro 2 2018 dan semua pihak yang telah membantu penulis yang namanya tidak bisa disebutkan semuanya di sini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian dan menyelesaikan laporan skripsi. Penulis juga menyadari terdapat banyak kesalahan dalam penulisan laporan skripsi ini sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penulisan laporan yang lebih baik. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi para pembaca

Bandung, Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital mendorong pemanfaatan perangkat elektronik berbasis switching yang menghasilkan beban non-linier, seperti LED, SMPS, dan *Variable Frequency Drive* (VFD). Beban non-linier menyebabkan arus tidak linier terhadap tegangan input sehingga memunculkan harmonisa yang menurunkan kualitas daya dan keandalan peralatan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja tegangan output alternator satu fasa terhadap variasi beban non-linier, mengukur nilai *Total Harmonic Distortion* (THD) arus dan tegangan, serta mengidentifikasi faktor penyebab penurunan keandalan operasional. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental di laboratorium dengan pengujian tanpa beban dan berbeban. Parameter yang diukur meliputi THD arus-tegangan, efisiensi, regulasi tegangan, daya semu, daya nyata, daya reaktif, frekuensi, dan faktor daya. Hasil menunjukkan bahwa beban LED memiliki efisiensi 43% dengan THDI 34,65% dan THDV 10,15%, SMPS memiliki efisiensi 22,38% dengan THDI 35,07% dan THDV 6,22%, sedangkan VFD memiliki efisiensi 25% dengan THDI 93,50% dan THDV 7,30%. Kombinasi ketiga beban menghasilkan efisiensi tertinggi 79%, namun tetap memiliki THDI 33,07% dan THDV 11,57%, menunjukkan tidak adanya perbaikan kualitas daya. Nilai regulasi tegangan tertinggi sebesar 18,3% ditemukan pada kombinasi ketiga beban, melebihi batas IEEE 519 sebesar 5%. Dapat disimpulkan bahwa beban non-linier secara signifikan menurunkan kualitas daya dan keandalan alternator satu fasa. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk perancangan sistem mitigasi harmonisa dan pemilihan spesifikasi alternator yang sesuai dengan karakteristik beban modern.

Kata Kunci: Alternator satu fasa, beban non-linier, distorsi Harmonisa, efisiensi daya, kualitas tegangan.

ABSTRACT

The advancement of digital technology has driven the widespread use of switching-based electronic devices that generate non-linear loads, such as LEDs, SMPS, and Variable Frequency Drives (VFD). Non-linear loads cause a non-linear current response to input voltage, producing harmonics that degrade power quality and equipment reliability. This study aims to analyze the output voltage performance of a single-phase alternator under various non-linear loads, measure the Total Harmonic Distortion (THD) of current and voltage, and identify the main factors contributing to operational reliability degradation. The research employed a quantitative experimental method in a laboratory setting, including no-load and load tests. Measured parameters included current-voltage THD, efficiency, voltage regulation, apparent power, real power, reactive power, frequency, and power factor. Results showed that LED loads achieved an efficiency of 43% with THDI of 34.65% and THDV of 10.15%, SMPS loads had an efficiency of 22.38% with THDI of 35.07% and THDV of 6.22%, while VFD loads reached 25% efficiency with THDI of 93.50% and THDV of 7.30%. The combination of all three loads yielded the highest efficiency of 84.17% but still produced THDI of 33.07% and THDV of 11.57%, indicating no improvement in power quality. The highest voltage regulation of 18.3% occurred under the combined load condition, exceeding the IEEE 519 limit of 5%. It is concluded that non-linear loads significantly reduce the power quality and reliability of single-phase alternators. These findings can serve as a reference for designing harmonic mitigation systems and selecting alternator specifications compatible with modern load characteristics.

Keywords: *Single-phase alternator; non-linear load, harmonic distortion, power efficiency, voltage quality*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Dasar Teori Alternator 1 Fasa.....	7
2.2 Kualitas Daya Listrik	9
2.3 Beban Non Linier.....	11
2.4 Kinerja Alternator 1 Fasa	13
2.5 Motor Induksi Sebagai Penggerak Alternator.....	15
2.6 Keandalan Operasional Alternator 1 Fasa.....	16
2.7 Penelitian Terdahulu.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Desain Penelitian.....	22
3.2 Lokasi Penelitian.....	24
3.3 Instrumen Penelitian.....	25
3.4 Alur Penelitian	29
3.5 Analisis Data	33
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Temuan.....	36
4.1.1. Karakteristik Tegangan Output	37
4.1.2. Data Nilai Harmonisa Arus dan Tegangan.....	43
4.1.3. Data Faktor Teknis Penyebab Penurunan Keandalan Alternator Satu Fasa Akibat Beban Non-Linier.....	49
4.2. Pembahasan.....	50
4.2.1. Analisis Karakteristik Tegangan Output Alternator 1 Fasa Pada Kondisi Tanpa Beban dan Beban Non-Linier.....	51
4.2.2. Analisis THD Arus dan Tegangan dengan Beban Non Linier pada Alternator 1 Fasa.....	53
4.2.3. Analisis Faktor Teknis Penyebab Penurunan Keandalan Alternator Satu Fasa Akibat Beban Non-Linier.....	59
BAB V SIMPULAN IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	62
5.1 Simpulan	62

5.2 Implikasi.....	63
5.3 Rekomendasi.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Konstruksi Alternator 1 Fasa.....	8
Gambar 2. 2 Gelombang Output Tegangan Alternator Satu Fasa	9
Gambar 2. 3 Bentuk Gelombang Harmonisa	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Lokasi Lab. Konversi Energi Listrik dan Teknik Tegangan Tinggi .	25
Gambar 3. 3 Panel Rangkaian Alternator dan Beban VFD.....	25
Gambar 3. 4 Alternator 1 Fasa	26
Gambar 3. 5 Variable Frequency Drive.....	27
Gambar 3. 6 Contoh Gelombang yang dihasilkan oleh SMPS.....	28
Gambar 3. 7 Clamp On Power Hitester Hioki 3286-20.....	28
Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3. 9 Rangkaian Tanpa Beban.....	31
Gambar 3. 10 Rangkaian dengan Beban Non-Linier.....	32
Gambar 4. 1 Output Tegangan pada Panel.....	37
Gambar 4. 2 Beban Lampu LED 6 Unit	38
Gambar 4. 3 SMPS yang Sudah Diatur Tegangan Outputnya	39
Gambar 4. 4 Tampilan VFD yang sudah Disetting	40
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Daya	51
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan THD Arus dan Tegangan pada Beban Tunggal	55
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan THD Arus dan Tegangan pada Beban Kombinasi	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Maksimum Tegangan Harmonisa (THD-V).....	10
Tabel 2. 2 Batas Maksimum Distorsi Arus Harmonisa (THDI).....	11
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 3. 1 Spesifikasi Beban Non Linier	27
Tabel 4. 1 Output dari Alternator 1 Fasa Tanpa Beban	37
Tabel 4. 2 Output dari Alternator dengan beban LED	38
Tabel 4. 3 Output dari Alternator dengan beban SMPS.....	39
Tabel 4. 4 Output dari Alternator dengan beban VFD	40
Tabel 4. 5 Output dari Alternator dengan beban VFD dan SMPS	41
Tabel 4. 6 Output dari Alternator dengan beban SMPS dan LED	41
Tabel 4. 7 Output dari Alternator dengan beban VFD, LED dan SMPS.....	42
Tabel 4. 8 Data Harmonisa Arus pada Tunggal.....	43
Tabel 4. 9 Data Harmonisa Tegangan pada Beban Tunggal	44
Tabel 4. 10 Data Harmonisa Arus pada Kombinasi Beban Non Linier	46
Tabel 4. 11 Data Harmonisa Tegangan pada Kombinasi Beban Non Linier.....	47
Tabel 4. 12 Data Regulasi Tegangan dan Efisiensi Pemanfaatan Alternator	49

DAFTAR PUSTAKA

- ABB. (2024). *Technical guide No. 6 Guide to harmonics with AC drives*.
- Abbas, A. S., El-Sehiemy, R. A., Abou El-Ela, A., Ali, E. S., Mahmoud, K., Lehtonen, M., & Darwish, M. M. F. (2021). Optimal Harmonic Mitigation in Distribution Systems with Inverter Based Distributed Generation. *Applied Sciences*, 11(2), 774. <https://doi.org/10.3390/app11020774>
- Adamiec, M., Dziubiński, M., & Siemionek, E. (2018). Research of the alternator on the stand – efficiency aspect. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 421, 022001. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/421/2/022001>
- Aljafari, B., Rameshkumar, K., Indragandhi, V., & Ramachandran, S. (2022). A Novel Single-Phase Shunt Active Power Filter with a Cost Function Based Model Predictive Current Control Technique. *Energies*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/en15134531>
- Castillo-Calzadilla, T., Cuesta, M. A., Quesada, C., Olivares-Rodriguez, C., Macarulla, A. M., Legarda, J., & Borges, C. E. (2022). Is a massive deployment of renewable-based low voltage direct current microgrids feasible? Converters, protections, controllers, and social approach. *Energy Reports*, 8, 12302–12326. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.09.067>
- Creswell, J. W. . (2017). *Research design. Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.
- Dora, R., Teja, A. R., Manoj Goud, D., Nayak, G. S., & Chethan Chaitanya, P. (2024). Enhancing Power Quality with Dynamic Voltage Restorer. *2024 5th International Conference on Data Intelligence and Cognitive Informatics (ICDICI)*, 326–331. <https://doi.org/10.1109/ICDICI62993.2024.10810873>
- Faisal Irsan Pasaribu. (2021). BEBAN NON LINIER DAN ANALISA HARMONISA. *Vol. 5 No. 1 (2018): Jurnal Teknik Elektro Dan Telekomunikasi*, 5, 29–34.
- Gharehpetian, G. B., Zolfaghari, M., & Bayati, N. (2024). *Future Power System Elements, Challenges, and Solutions*.
- Ginting, H., & Hidayat1, J. (2021). *ANALISA TOTAL HARMONISA DISTORSI (THD) PADA BEBAN NON LINIER JENIS LAPTOP IDEAPAD I10*. 1(1).
- Gumilang, B. S. G., Masramdhani Saputra, Asfari Hariz Santoso, & Saddani Djulihenanto. (2023). Analisis Kualitas Daya Beban 1-Fasa Non-Linear Pada Computer Assisted Test CPNS. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(3), 195–200. <https://doi.org/10.33795/elposys.v10i3.4443>
- Htita, I., Abdalla, O. H., El Korfolly, M. I., & Elmasry, S. (2024). Nonlinear Loads Modelling and Harmonics Analysis: A Review. *Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering (Formerly Recent Patents on Electrical & Electronic Engineering)*, 17(5), 429–443. <https://doi.org/10.2174/2352096516666230821161502>
- IEEE. (1993). *IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems sponsors Transmission and Distribution Committee of the IEEE Power Engineering Society and Static Power Converter Committee of the*

- IEEE Industry Applications Society*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEEE Standards Coordinating Committee 21. (2020). *1547.1-2020 - IEEE Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Energy Resources with Electric Power Systems and Associated Interfaces*. IEEE.
- Kerimzade, G. S. (2022). IJTPE Journal ANALYTICAL CONNECTIONS OF PARAMETERS AND SIZES OF PRECISION STABILIZER OF ALTERNATING CURRENT USING EFFECT OF INDUCTIVE LEVITATION. *International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE) Issue, 52*, 175–184. www.ijotpe.com
- Kumar, P., Kalla, U., Bhati, N., & Agarwal, K. L. (2022). Performance Investigation of Synchronized Three-Phase AC Chopper-Based Controller for Small Hydrogeneration Systems. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 58(2), 2217–2228. <https://doi.org/10.1109/TIA.2022.3140285>
- Made Wiwit Kastawan, I., Pamungkas, G., Studi D-III Teknik Konversi Energi, P., Teknik Konversi Energi, J., Negeri Bandung, P., Gegerkalong Hilir, J., Bandung Barat, K., & Barat, J. (2021). *PENGARUH HARMONISA ARUS AKIBAT PENGGUNAAN BEBAN NON-LINIER TERHADAP HASIL PENGUKURAN kWhmeter ANALOG. II*.
- Nguyen, T. L., & Phung, V. T. (2025). Harmonic control in electrical drives for transport systems. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS)*, 16(2), 827. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v16.i2.pp827-839>
- Ojo, O., & Bhat, I. (1995). An analysis of single-phase self-excited induction generators: model development and steady-state calculations. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 10(2), 254–260. <https://doi.org/10.1109/60.391890>
- Oktrialdi et al. (2024). ENERGI ALTERNATIF MENGGUNAKAN RADIATOR MOBIL MENGHASILKAN POWER SUPPLY AC 12 VOLT DAN 220 VOLT. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*. <https://doi.org/10.30596/rele.v6i2.17685>
- Penin y Santos, S., de Carvalho, E. F., & Penin, C. A. de S. (2025). The Big Challenge: Reducing Global Emissions and Increasing Global GDP. *Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 8(2), 76–93. <https://doi.org/10.26855/jepes.2024.12.005>
- Saneie, H., Daniar, A., & Nasiri-Gheidari, Z. (2021). Design Optimization of a Low Speed Small Scale Modular Axial Flux Permanent Magnet Synchronous Generator for Urban Wind Turbine Application. *Scientia Iranica*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.24200/sci.2021.56405.4709>
- Shawky, A., & Hussein, M. (2021). *Single-Stage Three-Phase Differential Inverter Utilizing Single-Ended Primary-Inductor Converters*.
- Syaputra Siregar, J., & Eteruddin, H. (2022). Analisa Kualitas Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 6(2), 90–98. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i2.9624>
- Tabora, J. M., De Lima Tostes, M. E., Bezerra, U. H., De Matos, E. O., Filho, C. L. P., Soares, T. M., & Rodrigues, C. E. M. (2021). Assessing Energy Efficiency and Power Quality Impacts Due to High-Efficiency Motors Operating under Nonideal

Energy Supply. *IEEE Access*, 9, 121871–121882.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109622>
Yuan, J. (2023). *PHASE SHIFT MODULATION TECHNIQUES FOR BIDIRECTIONAL ONBOARD CHARGERS IN ELECTRIC VEHICLES*.