

Modifikasi *Logic Fuel Oil Inlet Filter Differential Pressure Alarm* untuk Menjaga Keandalan *Fuel Oil System Gas Turbin* PLTGU GRATI

Eko Fatkhul Huda*, Shazana Dhiyah Ayuni, Jamaaluddin Jamaaluddin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstrak: Pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) sekarang ini memiliki peran penting sebagai penyedia energi listrik nasional, termasuk PLTGU Grati yang berkontribusi menjaga keandalan pada system Jaringan Jawa Bali terutama di wilayah timur. PLTGU Grati blok 1 dan 2 didesain dapat beroperasi dengan 2 tipe bahan bakar (*dual fuel*) yaitu gas dan HSD. Pada kondisi tertentu dimana kebutuhan system yang tinggi dan keterbatasan suplay gas, PLTGU Grati diminta oleh P2B untuk beroperasi walaupun dengan bahan bakar HSD sehingga kondisi kesiapan pembangkit senantiasa harus tetap terjaga termasuk *fuel system*. Salah satu gangguan yang menyebabkan status *Starting failure* (SF) di G 1.2 PLTGU adalah kegagalan *MFO Pump Trip* yang disebabkan rendahnya tekanan *suction pump* (menyentuh batasan trip $\leq -0,3$ kg/cm²). Berdasarkan kondisi operasi, diketahui bahwa *inlet filter/strainer* FO Pump kondisi kotor dan *Differential Pressure* menunjukan nilai yang tinggi ($\geq 0,5$ kg/cm²).

Kata Kunci: *Inlet Filter, Strainer, Fuel Oil Pump, Differensial Pressure, Early Warning*

DOI:

<https://doi.org/10.47134/innovative.v2i3.87>

*Correspondence: Eko Fatkhul Huda

Email: 191020100004@umsida.ac.id

Received: 01-07-2023

Accepted: 15-08-2023

Published: 30-09-2023



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Gas and steam power plants (PLTGU) currently have an essential role as national electricity providers, including the Grati PLTGU, which contributes to maintaining reliability in the Java Bali Network system, especially in the eastern region. PLTGU Grati block one is designed to operate with two fuel types (*dual fuel*), gas and HSD. In certain conditions where the system needs are high, and the limited gas supply, the Grati PLTGU is requested by P2B to operate even with HSD fuel so that the condition of plant readiness must always be maintained, including the fuel system. One of the disturbances that cause the *Starting failure* (SF) status in G 1.2 PLTGU Grati is the failure of the *MFO Pump Trip* caused by low suction pump pressure (touching the trip limit of ≤ -0.3 kg/cm²). Based on operating conditions, it is known that the FO Pump inlet filter is dirty, and *D / P* shows a high value (≥ 0.5 kg / cm²).

Keywords: *Inlet Filter, Strainer, Fuel Oil Pump, Differential Pressure, Early Warning*

Pendahuluan

Pada era modern sekarang dimana perkembangan teknologi sangat pesat, dalam hal ini sangat berpengaruh terhadap pemakaian sumber daya listrik pada konsumen yang meningkat seiring berkembangnya teknologi-teknologi yang membutuhkan energi listrik yang cukup banyak (Hai, 2023; Mahmoodi, 2023; Yildirim, 2023; Jamaaluddin et al., 2019). Demikian juga dengan penyediaan pembangkit sebagai penyuplai energi listrik (Yulisman & Fakhri, 2022; Grati, 2017;). Pembangkit yang mampu beroperasi dengan cepat, andal, efisien serta ramah lingkungan menjadi prioritas untuk di-*dispatch* oleh PLN P2B. PLTG memiliki kelebihan dapat beroperasi dengan cepat saat dibutuhkan sistem (± 26 s.d 30 menit untuk type GT M701D MHI) (Hou, 2021; Baikov, 2020; Pratiwi, 2019; Tsukagoshi et al., 2007). PLTGU Grati sebagai salah satu penopang pada system jaringan Jawa Bali terutama di wilayah timur, senantiasa harus terjaga kondisi dan kesiapannya (Tozlu, 2018; Ghenai, 2017; Annur, 2017). Gangguan yang terjadi harus dapat menjadi *lesson learn* dan mitigasi yang dilakukan dapat menjadi solusi agar gangguan tidak berulang (Plant, 2015). Gangguan yang sering terjadi di pembangkit salah satunya adalah kegagalan *fuel system* (Nabilah et al., 2022; Sulistiyowati et al., 2022).

Dimana masalah tersebut dapat berasal dari sisi *hardware* atau perangkat keras seperti *control valve* dan perangkat keras lainnya maupun dari sisi *software* atau perangkat lunak seperti *logic sheet* dan *controller* (Generator et al., 2022; Giemza, 2015; Machnik, 2015). Permintaan kebutuhan listrik konsumen seiring berkembangnya teknologi dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu (Siswanto, 2021). Hal tersebut mempengaruhi jumlah produksi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik (PLN) untuk menjaga produksi kebutuhan listrik agar tetap handal dan tidak mengalami kerugian dalam proses pengoperasian pembangkit listrik (Latupeirissa, 2017). Beban kerja produksi yang berubah-ubah seiring berkembangnya teknologi yang ada juga mempengaruhi efisiensi kerja dari pembangkit listrik. Efisiensi dari siklus turbin serta peralatan software dan *hardware* sangat berbeda-beda disetiap beban kerjanya. Untuk itu penulis akan mencari metode yang terbaik agar software dan *hardware* yang bekerja pada peralatan pembangkit listrik dapat bekerja secara maksimal dan efisien untuk mencegah kegagalan *software* dan *hardware* ketika beroperasi. Selanjutnya dari hasil penelitian yang dilakukan ini dapat menjadi rekomendasi efisiensi paling baik (Ayuni et al., 2021). untuk melakukan perbaikan pada peralatan *software* dan *hardware* yang belum dilakukan perbaikan.

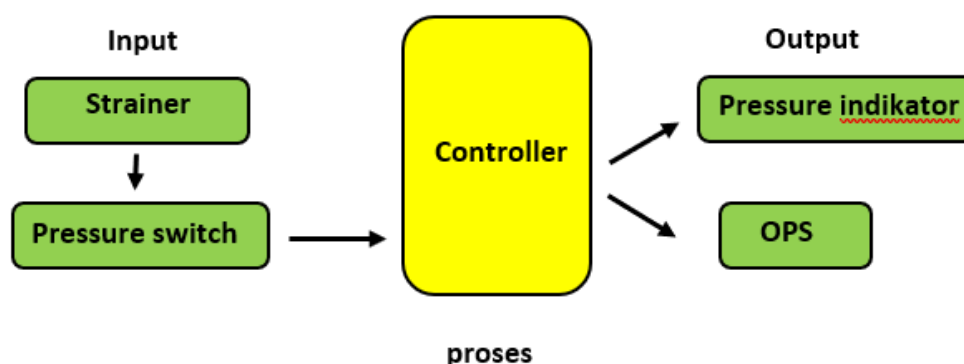
Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Improvement*. Dilakukan sebuah perancangan selanjutnya proses pengujian terhadap alat. penelitian menggunakan acuan standar yang sudah tertulis sebelumnya dengan menggunakan

software system control Diasy Netmatioan (Text, 2015). Sebagai hasil dari pembelajaran yang sudah didapatkan dapat diterapkan dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan perangkat lunak yang sudah ada, supaya berhasil dalam mencegah kegagalan system proteksi Gas Turbine supaya dapat berfungsi dengan baik serta keandalan unit tetap terjaga (Dan et al., 2017).

A. Blok Diagram Sistem

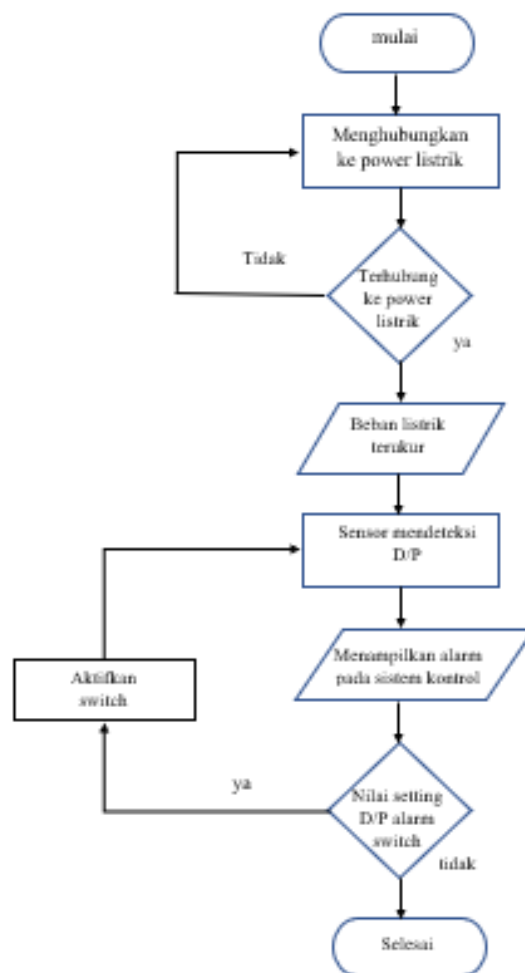
Hasil dari Analisa kondisi peralatan proteksi dan *logic* FOP diketahui ada ketidaknormalan peralatan baik di Gas Turbin blok 1 maupun blok 2 sehingga dilakukan modifikasi peralatan proteksi pada *function logic* serta memastikan kembali *setting alarm* FOP inlet D/P dan Batasan *setting* proteksi MFOP Trip, jika memungkinkan batasan terlalu besar bisa dilakukan perubahan *setting alarm* FOP inlet D/P alarm supaya bisa menjadi *early warning* saat *strainer* kotor. Berikut ini merupakan blok diagram sistem yang digunakan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

B. Flowchart Sistem

Flowchart sistem menjelaskan urutan prosedur kerja dari penelitian. Selanjutnya mulai di jelaskan untuk menjalankan suatu sistem pada PLTGU. Kemudian Proses selanjutnya yaitu menghubungkan ke power listrik untuk menjalankan suatu peralatan *system control*, Jika sudah terhubung maka beban listrik sudah bisa digunakan namun jika tidak terhubung maka di perlukan pengecekan apakah power sudah ON atau OFF, Setelah beban listrik sudah ada maka *system control* akan mendeteksi aliran listrik yang akan menjalankan proses operasi MFOP (*Main Fuel Oil Pump*). Selanjutnya *system control* akan melakukan pengontrol pengoperasian peralatan instrumentasi, kemudian hasil pengukuran akan ditampilkan pada komputer yang ada pada *Central Control Room* (CCR) Jika hasil pembacaan nilai standar telah terlampaui serta pembacaan melebihi nilai yang telah di standarkan maka peralatan *hardware* akan mengirimkan sinyal *early alarm* di *system control* yang selanjutnya akan terbaca di computer untuk dilakukan pengecekan D/P pada strainer yang ada peralatan suction MFOP.



Gambar 2. *Flowchart Sistem*

C. Perancangan *Software*

Perancangan *software* ini bertujuan untuk memperbaiki *system control* yang sudah ada, penelitian menggunakan acuan standar yang sudah tertulis sebelumnya dengan menggunakan *software* yang sudah.

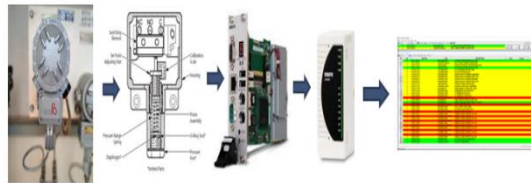


Gambar 3. *Perancangan Hardware*

Pada gambar 3. merupakan tahapan modifikasi di aplikasi *Diasy netmation*. Dimulai dengan masuk pada aplikasi *Diasy netmation*. Kemudian *login* menggunakan akun yang sudah ada. Buat modifikasi yang sudah direncanakan guna mendapatkan hasil yang sesuai pada aplikasi *Diasy netmation*. Kemudian jika sudah selesai melakukan modifikasi pada aplikasi *Diasy netmation* lakukan download sesuai dengan SOP.

D. Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* ini bertujuan untuk memperbaiki hardware yang sudah ada, penelitian menggunakan acuan standar yang sudah tertulis sebelumnya dengan menggunakan hardware yang sudah.



Gambar 4. Skema Rangkaian

Gambar 4 merupakan skema rangkaian dari sistem PLTGU yang sudah ada yang dipergunakan dalam penelitian ini. *Differential Pressure Switch* dihubungkan dengan pin NC, COM, dan GND. Sementara itu untuk keluaran VDC *Differential Pressure Switch* dihubungkan dengan tegangan 24 VDC untuk masukannya dan I/O modul untuk keluarannya, serta CPU untuk menjalankan suatu *system control*, selanjutnya dari hasil pembacaan yang telah dihasilkan akan terbaca pada monitor HMI.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian peralatan dilakukan secara perbagian, sehingga menciptakan sebuah penelitian yang sempurna. Dimulai dengan pengujian perangkat lunak, pengujian perangkat lunak, pengujian *differential pressure switch*, pengujian *differential pressure* indikator, pengujian *logic* FOP INFLT D/P ALARM.

A. Pengujian Perangkat Lunak

Pada pengujian perangkat lunak digunakan DCS (*Distributed Control System*) *Diasy Netmation Mitsubishi Power sketch* pemrograman dengan menggunakan komputer dan teknologi informasi. Dengan menggunakan DIASYS Netmation, perangkat dapat dipilih berdasarkan ukuran sistem untuk mengembangkan konfigurasi sistem yang optimal.



Gambar 5. Pengujian aplikasi Software Orca – View

Dari langkah – langkah pengujian perangkat lunak yang dilakukan didapatkan hasil pengujian seperti pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Perangkat Lunak

No.	Nama device	Hasil pengujian
1.	Software Orca - View	Ok
2.	Software Ws Manager	Ok
3.	Aktifkan Santai	Ok

B. Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian perangkat keras di tunjukkan beberapa komponen-komponen diantaranya adalah *Differential Pressure Switch*, CPU, I/O Module Digital Input, dan di lengkapi dengan *power supply* 220 VAC, dan 24VDC sebagai sumber input tegangan komponen. sementara untuk kontruksi peralatan dibuat menggunakan peralatan yang sudah ada.

**Gambar 6.** Pengujian DPS

Dari langkah-langkah pengujian perangkat keras yang dilakukan didapatkan hasil pengujian seperti pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Google Home

No.	Nama Device	Spesifikasi Peralatan	Status
1	Power Supply	24 CDV	Power ON
2	Differential Pressure Switch	0,2 – 2,5 kg	Ok
3	Differential Pressure Indikator	0 – 5 kg	Ok
4	CPU	Diasy Netmation	Power ON
5.	I/O Module	Diasy Netmation	Power ON

C. Pengujian *Differential Pressure Switch*

Pengujian *Differential Pressure Switch* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam melakukan pembacaan nilai tegangan, arus, dan nilai tekanan *Differential Fluida*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat standar (*handpum kalibrator*) kemudian hasil pembacaan dicatat dan dilakukan perbandingan antara hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan alat standar guna mendapatkan persentase ketepatan pembacaan sensor.



Gambar 7. Pengujian *Differential Pressure Switch*

Dari langkah-langkah pengujian *Differential Pressure Switch* di atas didapatkan hasil seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Differential Pressure Switch*

No.	Alat Standart untuk Pembanding	<i>Differential Pressure Switch</i> Kontak	Hasil Pengujian	Nilai Standart Kalibrasi	Hasil
1	0,31 kg	NC	0,31 Kg	0,30 Kg	Kalibrasi Ok
		NO	0,23 Kg		

D. *Pengujian Differential Pressure Indicator*

Pengujian *Differential Pressure Indicator* dilakukan untuk mengetahui kemampuan pembacaan indikator. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat standar kemudian hasil pembacaan dicatat dan dilakukan perbandingan antara hasil pembacaan sensor indikator dengan hasil pembacaan alat standar guna mendapatkan persentase ketepatan pembacaan sensor. Berikut ini merupakan Langkah-langkah dalam pengujian *Differential Pressure Indicator*.



Gambar 8. Pengujian *Differential Pressure Indicator*

Dari langkah-langkah pengujian *Differential Pressure Indicator* di atas didapatkan hasil data pegujian *Differential Pressure Indicator* seperti pada tabel 4

Tabel 4. Hasil *Differential Pressure Indicator*

No.	Nama device	Range Pengujian			Keterangan
		Standart	<i>Differential pressure Indicator</i>	Menggunakan alat standart	
1.		0 Kg	0 Kg	0 Kg	Ok
2.	Differential	0,1 Kg	0,1 Kg	0,12 Kg	Ok
3.	Pressure	0,2 Kg	0,2 Kg	0,2 Kg	Ok
4.	Indikator	0,3 Kg	0,3 Kg	0,32 Kg	Ok
5.		0,4 Kg	0,4 Kg	0,41 Kg	Ok

E. Pengujian Sistem Perbagian

Pengujian sistem perbagian dilakukan untuk mengetahui cara kerja dari setiap komponen bahwa sudah sesuai atau belum dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Sementara itu untuk pengambilan data hasil pengujian dilakukan pada setiap sistem dalam alat. Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut

**Gambar 9.** Pengukuran Tegangan Pressure Switch**Gambar 10.** Pengukuran Tegangan I/O Module**Gambar 11.** Pengukuran Arus I/O Module dan Pressure Switch

Dari langkah-langkah pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus menggunakan alat standar di atas didapatkan hasil data pengujian seperti pada tabel 4.

Tabel 5. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dengan Perintah "Aktifkan mati"

No.	Deskripsi	Hasil Pengukuran	Gambar Hasil Pengukuran
1.	Pengukuran Tegangan <i>Pressure Switch</i>	23,13 VDC	Terlampir Gambar 8
2.	Pengukuran Tegangan I/O Module	23,29 VDC	Terlampir Gambar 9
3.	Pengukuran Arus I/O Module dan <i>Pressure Switch</i>	3.073 A	Terlampir Gambar 10

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa salah satu gangguan yang menyebabkan status *Starting failure* (SF) di G 1.2 PLTGU Grati adalah kegagalan MFO *Pump Trip* yang disebabkan rendahnya tekanan *suction pump* (menyentuh batasan trip $\leq -0,3$ kg/cm²). Berdasarkan kondisi operasi, diketahui bahwa *inlet filter/strainer* FO *Pump* kondisi kotor dan D/P menunjukkan nilai yang tinggi ($\geq 0,5$ kg/cm²). Penelitian yang kami lakukan telah berkontribusi meminimalisir potensi gangguan kehilangan produksi listrik PLTGU Grati sebesar Rp. 77.228.248,77 selama dalam waktu 35 menit serta Penelitian yang diterapkan meningkatkan kewaspadaan operasional dan keandalan *fuel system*.

Daftar Pustaka

- Annur, M. N. (2017). *Pengaruh Variasi Beban Terhadap Performa Turbin Gas Di PLTGU Blok Gt 1.3 Pt. Indonesia Power Grati, Pasuruan*.
- Ayuni, S. D., Jamaaluddin, & Syahrurini, S. (2021). Strategi Mitigasi Bencana Tanggul Lapindo Di Desa Gempolsari: Disaster Mitigation Strategy of Lapindo Empire in Gempolsari Village. *J. Teknol. Dan Terap. Bisnis*, 4(1), 8–11.
- Baikov, I. R. (2020). Energy saving when pumping oil pumps with the gas-turbine drive. *SOCAR Proceedings*, 5, 46–50. <https://doi.org/10.5510/OGP20200100422>
- Dan, E., Lepas, P., & Pt. (2017). *Analisa Komponen Kritis Dan Penerapan Reliability Centered Maintenance II (RCM II) (Studi Kasus : Gas Turbine Compressor (GTC) Pada Fasilitas)*.
- Ghenai, C. (2017). Modeling and simulation of shrouded Horizontal Axis Wind Turbine using RANS method. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 11, 235–243.
- Giemza, B. (2015). Gas-dynamic foil bearings application in high-speed turbines. *Journal of Konbin*, 27(1), 99–108. <https://doi.org/10.2478/jok-2013-0109>
- Grati, D. I. P. (2017). *Analisis Isolasi Panas Pada Casing Turbin Gas Tipe M701D*.
- Hai, T. (2023). Multiobjective optimization of a cogeneration system based on gas turbine, organic rankine cycle and double-effect absorbtion chiller. *Chemosphere*, 338. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139371>

- Hou, Y. X. (2021). Research on Modification Design of Marine Gas Turbin Low-Pressure Compressor. *Reneng Dongli Gongcheng/Journal of Engineering for Thermal Energy and Power*, 36(10), 98–104. <https://doi.org/10.16146/j.cnki.rndlgc.2021.10.013>
- Jamaaluddin, I., Robandi, I., & Anshory, I. (2019). A very short-term load forecasting in time of peak loads using interval type-2 fuzzy inference system: A case study on java bali electrical system. *J. Eng. Sci. Technol.*, 14(1), 464–478.
- Latupeirissa, H. L. (2017). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Daya Pada Trafo Distribusi. *J. Simetrik*, 7(2), 68–73. <https://doi.org/10.31959/js.v7i2.43>
- Machnik, Z. (2015). The implementation of gas turbine components in RthosEnergy Poland company. *Przegląd Elektrotechniczny*, 91(10), 89–94. <https://doi.org/10.15199/48.2015.10.18>
- Mahmoodi, H. (2023). The effect of renewed melting process under electrical slag on the fatigue life of the precipitation hardened stainless steel Custom-450. *Journal of Materials Research and Technology*, 23, 1680–1695. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.01.070>
- Nabilah, V., Marpaung, R. S., Energi, T. K., Mesin, T., Medan, P. N., & Burn, K. (2022). Terhadap Unjuk Kerja Turbin Gas PT PLN UPDK (pp. 1047–1055).
- Pahleviannur, M. R. (2022). *Penentuan Prioritas Pilar Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Pena Persada.
- Pahleviannur, M. R., Wulandari, D. A., Sochiba, S. L., & Santoso, R. R. (2020). Strategi Perencanaan Pengembangan Pariwisata untuk Mewujudkan Destinasi Tangguh Bencana di Wilayah Kepesisiran Drini Gunungkidul. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 29(2), 116–126.
- Plant, J. P. (2015). *Kajian Kelayakan Penambahan Fuel Gas Heater gas Turbin Tipe M701D Untuk Meningkatkan Efisiensi PLTGU Grati, [1] S. D.*
- Pratiwi, I. (2019). Usulan Penerapan Total Productive Maintenance pada Mesin Turbin Gas. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 18(1), 37–47. <https://doi.org/10.25077/josi.v18.n1.p37-47.2019>
- Siswanto, D. (2021). *Dewan Energi Nasional | Berita*.
- Sulistiyowati, I., Jamaaluddin, J., & Anshory, I. (2022). *Procedia of Social Sciences and Humanities Characteristics of Direct-Coupling Fuel Cell Injection in Renewable Energy Hybrid Power Generation Electrical Systems Karakteristik Injeksi Fuel Cell Secara Direct-Coupling Pada Sistem Kelistrikan Pembangkit Hibr*. 0672(c), 748–756.
- Text, T. (2015). *Training Text DIASYS Netmation*®.
- Tozlu, A. (2018). Thermodynamic and thermoeconomic analyses of an organic Rankine cycle adapted gas turbine cycle using S-CO₂. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 33(3), 917–928.
- Tsukagoshi, K., Masada, J., Muiyama, A., Iwasaki, Y., & Ito, E. (2007). Operating Status of Upgrading Gas Turbines and Future Trend of Gas Turbine Development. *Mitsubishi Heavy Ind. Ltd. Tech. Rev.*, 44(4), 1–6.

-
- Yıldırım, E. (2023). Numerical analysis of secondary flow loss reduction in axial turbine blades using a combined endwall fence and casing groove method. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 38(1), 357–369. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.686234>
- Yulisman, Y., & Fakhri, A. (2022). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya dan PLN. *J. Electr. Power Control Autom.*, 5(1), 29. <https://doi.org/10.33087/jepca.v5i1.68>