

Penerapan Analisis Korelasi dan Regresi Sederhana pada Pengaruh Beban Generator terhadap Efisiensi Turbin di PLTU PT. X Unit 3

Eka Megawati^{1*}, Yuniarti¹, Arryf Rahmad Subuhqi¹, I Ketut Warsa¹, Mohammad Lutfi²

¹Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Indonesia

²Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Indonesia

E-mail : ekamegawati89@yahoo.com

ABSTRACT

The relationship between generator load and turbine efficiency is an important basis in determining turbine performance as a tool that functions to convert heat energy from water vapor into electrical energy in a Steam Power Plant (PLTU). This study aims to analyze the effect of generator load on turbine efficiency and determine the correlation and regression values. The methods used include a linearity test to see a significant linear relationship analysis through manual calculations, followed by correlation to measure the level of relationship between variables, and regression analysis to predict turbine. The results of the linearity test show an F_{count} value of 26.997 and an F_{table} of 4.750, so that $F_{count} > F_{table}$, indicating a significant linear relationship between generator load and turbine efficiency. The multiple R value of 0.8479 indicates a very strong relationship, while the R square value of 0.7189 means that the generator load affects turbine efficiency by 71.89%, while 28.11% is influenced by other factors. The regression equation $Y = 68.81 + 0.286X$ shows that every 1 MW increase in generator load increases turbine efficiency by 0.286%.

Keywords: Generator Load, Turbine Efficiency, Linearity Test, Correlation, Regression

ABSTRAK

Hubungan antara beban generator dan efisiensi turbin menjadi dasar penting dalam menentukan kinerja turbin sebagai alat yang berfungsi mengubah energi panas dari uap air menjadi energi listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beban generator terhadap efisiensi turbin serta menentukan nilai korelasi dan regresinya. Metode yang digunakan meliputi uji linearitas untuk melihat hubungan linier secara signifikan melalui perhitungan manual, dilanjutkan dengan analisis korelasi serta analisis regresi untuk memprediksi nilai efisiensi turbin. Hasil uji linearitas menunjukkan nilai F_{hitung} sebesar 26,997 dan F_{tabel} sebesar 4,750, sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$, menandakan hubungan linier yang signifikan antara beban generator dan efisiensi turbin. Nilai multiple R sebesar 0,8479 menunjukkan hubungan yang sangat kuat, sedangkan nilai R square sebesar 0,7189 berarti beban generator memengaruhi efisiensi turbin sebesar 71,89%, sedangkan 28,11% dipengaruhi oleh faktor lain. Persamaan regresi $Y = 68,81 + 0,286X$ menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 MW beban generator meningkatkan efisiensi turbin sebesar 0,286%.

Kata kunci: Beban Generator, Efisiensi Turbin, Uji Linieritas, Korelasi, Regresi.

PENDAHULUAN

Saat ini, konsumsi energi listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Listrik menjadi kebutuhan utama masyarakat dan umumnya dihasilkan melalui pembangkit listrik berbasis uap (Irawan, dkk., 2021). Pertumbuhan pesat sektor industri dan kawasan permukiman menandakan meningkatnya permintaan terhadap energi listrik. Sebagian besar aktivitas industri sangat bergantung pada pasokan listrik untuk mendukung proses produksi serta operasional. Untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin besar ini, pemerintah membangun berbagai jenis pembangkit listrik di berbagai wilayah Indonesia. Salah satu jenis pembangkit yang paling banyak digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan energi dari bahan bakar fosil seperti batubara, minyak bumi, atau gas alam untuk menghasilkan energi mekanik yang memutar turbin. Turbin tersebut kemudian menggerakkan generator guna menghasilkan energi listrik. PLTU bekerja dengan memanfaatkan uap sebagai media penggerak sudu-sudu turbin, di mana uap yang digunakan merupakan uap kering atau superheated steam (Singko & Khwee, 2021). Dalam sistem PLTU, air berperan sebagai fluida kerja yang mengalami perubahan fase dari cair menjadi uap dan sebaliknya selama proses siklus termal berlangsung. Daya listrik yang dihasilkan oleh PLTU bersifat fluktuatif, menyesuaikan dengan beban listrik yang dibutuhkan. Saat permintaan listrik meningkat, keluaran energi juga bertambah, begitu pula sebaliknya. Hal ini berpengaruh langsung terhadap biaya produksi, karena peningkatan daya listrik menuntut konsumsi bahan bakar yang lebih besar.

Turbin merupakan komponen utama dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki peran vital dalam proses konversi energi. Fungsinya adalah mengubah energi uap bertekanan dan bersuhu tinggi menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan putar. Energi kinetik yang terkandung dalam uap dimanfaatkan untuk memutar sudu-sudu turbin, sehingga performa dan efisiensi turbin sangat dipengaruhi oleh kualitas serta kondisi uap yang digunakan. Dengan demikian, perkembangan teknologi turbin memiliki hubungan yang sangat erat dengan kemajuan sistem pembangkitan uap (Arrazi dkk, 2023).

Pengujian linearitas berfungsi untuk menilai signifikansi hubungan linier antara dua variabel. Uji ini umumnya dilakukan sebagai syarat awal sebelum melaksanakan analisis korelasi maupun regresi linear. Uji linieritas biasanya dilakukan melalui pencarian persamaan garis regresi yang menghubungkan variabel independen x terhadap variabel dependen y . Berdasarkan garis

regresi yang terbentuk, dilakukan uji mengenai keberartian koefisien regresi dan juga sifat linieritasnya (Megawati dkk, 2021).

Uji linieritas dilakukan untuk mengetahui apakah hubungan dalam penelitian bersifat linier (segaris) atau justru tidak linier. Kesetaraan linier bertujuan untuk memahami keterkaitan antara variabel biner dan non-biner serta menilai apakah hubungan tersebut bersifat linier atau tidak (Nasar, dkk., 2024). Apabila hasil uji linearitas menunjukkan ketidaklinearan, hal tersebut mengindikasikan bahwa data dari responden kurang konsisten dalam merepresentasikan setiap indikator pada kuesioner penelitian. Meskipun indikator-indikator itu termasuk dalam satu konsep operasional variabel, ketidakkonsistenan yang muncul berpengaruh terhadap kenaikan standar deviasi.

Korelasi digunakan untuk mengukur tingkat kekuatan hubungan antara dua atau lebih variabel berdasarkan jenis skala data yang digunakan. Sebagai contoh, uji Pearson diterapkan pada data berskala interval atau rasio, uji Spearman dan Kendall digunakan untuk data ordinal, sedangkan Chi Square digunakan untuk data nominal. Besarnya hubungan antara variabel ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi yang berada pada kisaran 0 hingga 1. Pengujian hipotesis dalam analisis korelasi dapat dilakukan secara dua arah (*two-tailed*). Apabila koefisien bernilai positif, maka hubungan antara variabel bersifat searah, sedangkan koefisien negatif menandakan hubungan yang berlawanan arah. Koefisien korelasi merupakan ukuran statistik yang menggambarkan tingkat keterkaitan atau kovariasi antara dua variabel. Jika nilainya tidak sama dengan nol (0), maka terdapat hubungan antara kedua variabel tersebut. Nilai +1 menunjukkan korelasi sempurna dengan hubungan linear positif, sementara nilai -1 menunjukkan korelasi sempurna dengan hubungan linear negatif. Sementara itu, korelasi parsial digunakan untuk mengetahui kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel kontinu dengan mengendalikan pengaruh satu atau lebih variabel kontinu lainnya yang berfungsi sebagai kovariat atau variabel kontrol (Akbar & Katsirin, 2023).

Regresi linier sederhana adalah teknik analisis yang digunakan untuk menjelaskan hubungan linier antara satu variabel independen (X) dan satu variabel dependen (Y). Dalam metode ini, terdapat variabel yang memengaruhi dan variabel lain yang dipengaruhi. Tujuan utamanya ialah mengetahui arah hubungan, baik positif maupun negatif, serta memperkirakan nilai variabel dependen berdasarkan perubahan variabel independen. Secara umum, teknik ini dipakai

untuk menguji seberapa besar pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat (Nurhaswinda, N., dkk., 2025).

METODA PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis korelasi dan regresi linier sederhana. Data penelitian diperoleh dari hasil pencatatan langsung beban generator dan efisiensi turbin di PLTU PT. X Unit 3 yang memiliki kapasitas 1×60 MW. Variabel bebas (X) dalam penelitian ini adalah beban generator, sedangkan variabel terikat (Y) adalah efisiensi turbin. Analisis dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu uji linearitas, perhitungan korelasi untuk mengetahui tingkat hubungan, dan analisis regresi untuk menentukan pengaruh antara variabel serta memprediksi perubahan efisiensi turbin berdasarkan variasi beban generator. Seluruh proses perhitungan dibantu dengan perangkat lunak Microsoft Excel untuk memastikan ketelitian dan keakuratan data. Analisis korelasi digunakan untuk mengukur sejauh mana hubungan antara dua variabel berlangsung, sementara regresi sederhana digunakan untuk melihat pengaruh beban generator terhadap efisiensi turbin serta memprediksi perubahan efisiensi berdasarkan variasi beban. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak statistik agar hasil perhitungan lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Analisa data pada PLTU PT. X Unit 3 Kapasitas 1×60 MW pada sampel 1 hingga 14 lalu dihitung efisiensi turbin dari masing-masing Sampel, lalu dilakukan analisa hasil Efisiensi Turbin beserta Beban Generator untuk melakukan Uji Linieritas secara Manual, dan menghitung hasil Korelasi dan Regresi Sederhana dengan menggunakan Software Microsoft Excel (Hapsari dkk, 2022).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

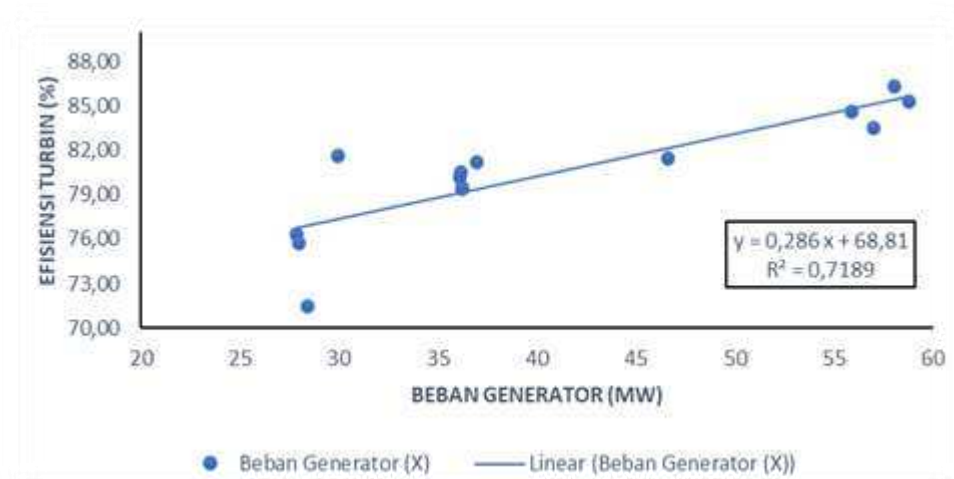
Data hasil observasi dapat ditemukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Beban Generator dan Efisiensi Turbin.

<i>No Sampel</i>	<i>Beban Generator X (MW)</i>	<i>Efisiensi Turbin Y (%)</i>
1	29,96	81,59
2	36,12	80,19
3	46,6	81,50
4	57,04	83,54
5	58,77	85,34
6	55,91	84,60

No Sampel	Beban Generator X (MW)	Efisiensi Turbin Y (%)
7	58,03	86,34
8	36,25	79,47
9	36,24	79,38
10	36,13	80,49
11	36,95	81,21
12	27,85	76,29
13	28,43	71,50
14	28	75,71

Berdasarkan Tabel 1 menyajikan hasil perhitungan antara beban generator dan efisiensi turbin guna memperoleh nilai pengaruh di antara keduanya.



Gambar 1. Grafik Linieritas Beban Generator Terhadap Efisiensi Turbin.

Berdasarkan hasil pengolahan data dari 14 sampel yang diambil, dilakukan perhitungan antara beban generator dan efisiensi turbin untuk menentukan pola hubungan keduanya. Dari hasil uji linearitas diperoleh F_{hitung} sebesar 26,997 dan F_{tabel} sebesar 4,750, sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$ yang berarti hubungan keduanya bersifat linier dan signifikan.

Nilai korelasi sebesar 0,8479 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara beban generator dan efisiensi turbin, sedangkan nilai R^2 sebesar 0,7189 mengindikasikan bahwa sebesar 71,89% variasi efisiensi turbin dapat dijelaskan oleh perubahan beban generator. Sisa 28,11% kemungkinan disebabkan oleh faktor eksternal lainnya, seperti kondisi tekanan uap, suhu operasi, dan efisiensi mekanik sistem. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian dari Manguma (Manguma dkk, 2021).

Persamaan regresi linier sederhana yang dihasilkan adalah $Y = 68,81 + 0,286X$, yang berarti setiap kenaikan beban sebesar 1 MW akan meningkatkan efisiensi turbin sebesar 0,286%. Dengan demikian, peningkatan beban generator memberikan kontribusi positif terhadap kinerja turbin selama masih berada pada batas operasional normal. Persamaan regresi diatas didapatkan nilai intercept atau nilai efisiensi turbin (y) sebesar 68,81 dan nilai beban generator (x) sebesar 0,286. Berdasarkan persamaan regresi dari perhitungan di atas ialah untuk Efisiensi turbin (Y) sebesar 68,81, dan untuk beban generator (X) sebesar 0,286 sehingga dapat ditulis persamaan regresinya $Y=68,81+0,286X$, persamaan regresi dapat digunakan untuk memperkirakan nilai variabel dependen ketika variabel independen mengalami peningkatan atau penurunan. Dalam kasus ini, setiap kenaikan satu MegaWatt (MW) pada beban generator akan meningkatkan efisiensi turbin sebesar 0,286%. Analisis regresi ini berfungsi untuk uji pengaruh antara variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y).

Besaran nilai R^2 (koefisien determinasi) semakin dekat dengan angka 1 menunjukkan bahwa hasil analisa memiliki kualitas yang sangat baik serta variabel independen memberikan pengaruh yang sangat kuat terhadap variabel dependen (Seran dkk, 2024). Berdasarkan grafik 1, ketika diagram pencar membentuk pola yang teratur, dapat diartikan bahwa variabel X dan Y saling berkorelasi karena perubahan X diikuti oleh perubahan Y. Sebaliknya, diagram pencar yang acak menunjukkan bahwa kedua variabel tidak berkorelasi. Koefisien korelasi Pearson (r) digunakan untuk mengukur kekuatan asosiasi antara dua variabel, dengan nilai yang berada dalam interval -1 sampai +1. Apabila nilai r mendekati +1, hubungan antara variabel bersifat positif yang kuat, sedangkan jika mendekati -1 menunjukkan adanya hubungan negatif yang kuat. Sebaliknya, nilai r yang mendekati nol menandakan hubungan antarvariabel cenderung lemah. Sejalan dengan persamaan regresi yang ditampilkan pada Gambar 1, diperoleh persamaan $Y=68,81+0,286X$ Interpretasi dari model tersebut adalah bahwa setiap penambahan beban generator sebesar 1 MW akan meningkatkan efisiensi turbin sebesar 0,286%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai Multiple R sebesar 0,8479, yang menunjukkan bahwa hubungan antara beban generator dengan efisiensi turbin tergolong sangat kuat, serta nilai R^2 sebesar 0,7189 yang dapat diartikan bahwa beban generator mempengaruhi efisiensi turbin sebesar 71,89 %, sedangkan 28,11 % dipengaruhi factor lain dan persamaan regresi

$Y=68,81+0,286X$ yang dapat diartikan setiap kenaikan 1 MW beban generator, maka akan menaikkan nilai efisiensi turbin sebesar 0,286 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik pada saat pengambilan data, pengolahan data hingga pembuatan laporan, sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R., Sukmawati, U. S., & Katsirin, K. (2023). Analisis Data Penelitian Kuantitatif: Pengujian Hipotesis Asosiatif Korelasi. *Jurnal Pelita Nusantara*, 1(3), 430-448.
- Arrazi, M., Zamzami, Z., & Maimun, M. (2023). Analisis Efisiensi Turbin Uap Sebagai Penggerak Generator Pabrik Minyak Kelapa Sawit PT. Syaukath Sejahtera (GANDAPURA). *Jurnal Tektro*, 7(1), 91-97.
- Hapsari, Y. T., Refiantoro, R. F., & Nugroho, C. R. (2022). Analisis Regresi Sederhana Pada Nilai UAS Menggunakan Microsoft Excel Dan IBM SPSS. *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 17(2), 107-116.
- Irawan, O. W., Pratama, L. S., & Insani, C. (2021). Analisis Termodinamika Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap Kapasitas 1500 kW. *JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI)*, 5(3), 109.
- Manguma, M., Sompotan, A., & Nusa, J. (2021). Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Generator di Unit 2 PLTP Lahendong. *Jurnal FisTa: Fisika dan Terapannya*, 2(2), 109-113.
- Megawati, E., Putra, A. O. P., Effendi, N., & Yuniarti, Y. (2021). Optimization of Time in the Esterification Process of Jelantah Oil with Anova Analysis. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 6(2), 184-196.
- Nasar, A., Saputra, D. H., Arkaan, M. R., Ferlyando, M. B., Andriansyah, M. T., & Pangestu, P. D. (2024). Uji Prasyarat Analisis. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 2(6), 786-799.
- Nurhaswinda, N., Egistin, D. P., Rauza, M. Y., Rahma, R., Ramadhan, R. H., Ramadani, S., & Wahyuni, W. (2025). Analisis regresi linier sederhana dan penerapannya. *Jurnal Cahaya Nusantara*, 1(2), 69-78.
- Seran, M. K. B., Tedy, F., Samane, I. P. A., Batarius, P., Nani, P. A., & Sinlae, A. A. J. (2024). Analisis Data Pertanian Tanaman Pangan untuk Memprediksi Hasil Panen di Kabupaten Malaka Menggunakan Metode Multiple Linear Regression. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 4(1), 209-221.

Singko, A., & Khwee, K. H. (2021). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)(Studi Kasus PLTU Harjohn Timber Kubu Raya). *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 9(2).