

## Analisis Pengaruh Jarak dan Waktu Terhadap Tingkat Kebisingan di Pemukiman Akibat Sumber dari PLTU dengan Pendekatan Statistik

Iqbal Romadona<sup>1</sup>, Puguh Triwinanto<sup>1,2\*</sup>, Mumammad Ibrahim I<sup>1</sup>, Rakha Edria P<sup>1</sup>, Dwi Dian Rahmat M. P<sup>1</sup>, Achmad Rifaie<sup>1</sup>, Wina Libyawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta, 1264, Indonesia

<sup>2</sup>Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN), Jakarta, 1264, Indonesia

\*Email Corresponding Author: puguhtri5323010@univpancasila.ac.id

### ABSTRAK

Kebisingan dari aktivitas putaran blower pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) mencapai 115 dB, Tingkat yang membahayakan pendengaran manusia. Oleh karena itu, PLTU harus memberikan peredam kebisingan pada ruangan mesinnya. Studi sebelumnya telah meneliti pengaruh jarak dan waktu terhadap kebisingan akibat operasional mesin pembangkit listrik, Namun belum menggunakan pendekatan Taguchi yang dapat menganalisis interaksi faktor-faktor tersebut secara komprehensif, Sehingga Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jarak dan waktu terhadap kebisingan di pemukiman akibat PLTU menggunakan metode Taguchi kemudian dilanjutkan menganalisis menggunakan Regresi linear menggunakan *Software Minitab*. Data kebisingan diukur dengan variasi jarak dan waktu siang - malam. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada jarak 400 meter menunjukkan hasil rata-rata sebesar 54,22 dB, Karena aktivitas PLTU cenderung stabil sepanjang hari, perbedaan antara siang dan malam hanya berdampak kecil pada tingkat kebisingan. dimana hasil tersebut sudah dibawah ambang batas yang diizinkan pada tingkat kebisingan di pemukiman sekitar PLTU. Hasil penelitian ini dapat menjadi indikator jarak antara PLTU dengan pemukiman minimal sejauh 400 meter.

**Kata kunci:** Analisis Kebisingan; dB; Taguchi; PLTU

### ABSTRACT

*The noise from the blower rotation activity at the Steam Power Plant (PLTU) reaches 115 dB, a level that endangers human hearing. Therefore, the PLTU must provide noise dampening in the engine room. Previous studies have examined the effect of distance and time on noise due to power plant engine operations, but have not used the Taguchi approach which can analyze the interaction of these factors comprehensively, so this study aims to analyze the effect of distance and time on noise in settlements due to PLTU using the Taguchi method and then continue to analyze using linear regression using Minitab software. Noise data was measured with variations in distance and time of day - night. The results of the analysis showed that at a distance of 400 meters showed an average result of 54.22 dB, Because PLTU activities tend to be stable throughout the day, the difference between day and night has only a small impact on the noise level. where the results are already below the permissible threshold on the noise level in the settlements around the PLTU. The results of this research can be an indicator of the distance between the PLTU and the minimum settlement.*

**Keywords:** Noise Analisis; Decibels(dB); Taguchi; PLTU

### PENDAHULUAN

Ketika beroperasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTD) sering kali memunculkan masalah lingkungan, salah satunya adalah kebisingan yang dapat memengaruhi area hunian di sekitarnya. Kebisingan yang dihasilkan dari kegiatan pembangkit listrik, seperti pada PLTD, diakibatkan oleh operasional mesin dan sistem pembuangan uap. Intensitas kebisingan ini cenderung lebih tinggi pada jarak yang lebih dekat dengan sumber bunyi dan dapat bervariasi antara siang dan malam, yang mengakibatkan potensi

gangguan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar area pembangkit [1].

Tingkat kebisingan berpotensi melampaui nilai ambang batas (NAB) yang direkomendasikan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, khususnya dalam waktu operasional siang hari. Pada malam hari, tingkat aktivitas menurun sehingga kebisingan juga cenderung lebih rendah dibandingkan siang hari. Kajian tentang kebisingan di sekitar PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) menunjukkan bahwa jarak sangat memengaruhi tingkat kebisingan yang dirasakan oleh masyarakat sekitar [2]. Studi kebisingan di

wilayah PLTD diselidiki dengan metode eksperimen, dimana tingkat kebisingan mencapai 114 dBA [3]. Studi ini menemukan bahwa semakin jauh jarak dari sumber, semakin berkurang pula intensitas kebisingan yang dirasakan, sehingga penting untuk memahami pola perambatan suara untuk mengurangi dampak bagi masyarakat sekitar. Studi ini menunjukkan dampak aktivitas PLTD terhadap gangguan pendengaran dipengaruhi oleh intensitas pengoperasian Generator pada PLTD dan jarak dikisaran 60 meter dari hunian [4]. Akan tetapi studi ini belum mempertimbangkan waktu pengoperasian di malam hari.

Tingkat Kebisingan menurut Permenakertras RI Nomor 12 Tahun 2011 adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran pada unit PLTU [5].

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996, ambang baku mutu kebisingan lingkungan ditentukan 55 desibel (dB). Dari sejumlah kota besar yang diteliti tingkat kebisingannya, pada siang hari rata-rata 70 dB dan pada malam hari 60 dB [6]. Intensitas kebisingan di area PLTD, PLTG, PLTU, Compressor, Boiler dan Turbin Generator berada pada tingkat 85 dBA (minimum)- 114 dBA (maksimum). Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No 51/Men/1999 tentang kebisingan, tingkat kebisingan pada area utilities berada di atas nilai batas ambang kebisingan yaitu 85 dBA selama 8 jam kerja (1 shift) [7]. Polusi suara sekarang diakui di seluruh dunia sebagai masalah utama untuk kualitas hidup di perkotaan. Kebisingan merupakan salah satu penyebab “penyakit lingkungan” yang penting. *World Health Organization* (WHO) melaporkan pada tahun 2000 terdapat 250 juta (4,2%) penduduk dunia mengalami gangguan pendengaran akibat kebisingan dalam berbagai bentuk [8].

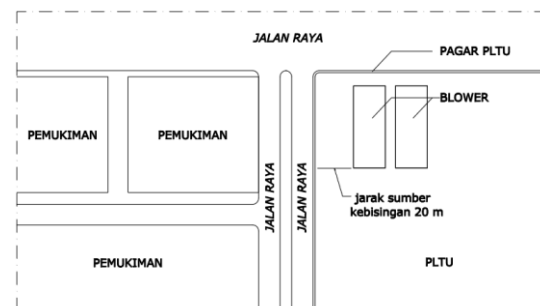
Inovasi teknologi peredam suara, seperti material akustik dan penghalang suara, kini menjadi fokus utama dalam mengurangi gangguan PLTU. Selain itu, desain komponen mesin yang lebih senyap, seperti pada pendingin dan turbin, dikembangkan untuk menciptakan PLTU yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan vegetasi sebagai penghalang suara alami juga dipertimbangkan, meskipun efektivitasnya sangat bergantung pada ketebalan, kepadatan, dan jenis tanaman. Dengan ketebalan yang memadai, vegetasi dapat meredam gangguan hingga 10–15 dB [9].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jarak dan perbedaan waktu (siang dan malam) terhadap tingkat kebisingan di hunian yang disebabkan oleh PLTU menggunakan

metode Taguchi. Metode desain tangguh Taguchi adalah alat yang ampuh untuk merancang sistem berkualitas tinggi. Desain Taguchi menyediakan pendekatan yang sederhana, efisien dan sistematis untuk optimasi, kualitas dan biaya [10]. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat kebisingan di berbagai titik sekitar (PLTU) serta perbedaannya antara siang dan malam hari, sehingga dapat menjadi acuan dalam upaya mitigasi dampak kebisingan di area hunian.

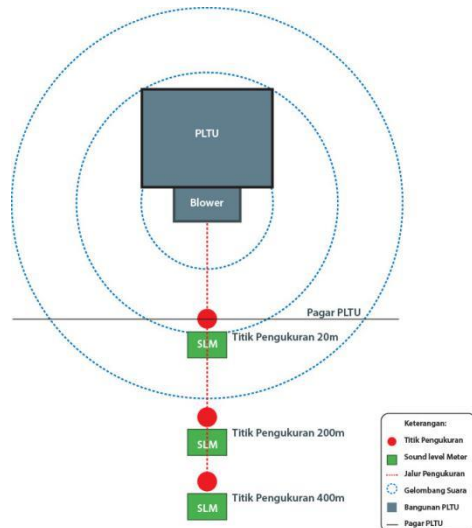
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini mempergunakan metode Taguchi untuk menganalisis data hasil pengukuran kebisingan yang diakibatkan oleh PLTU dengan total kapasitas 1.200 MW yang terdiri dari 2 unit. Sumber utama kebisingan pada PLTU ini berasal dari *blower* yang berputar secara terus-menerus selama proses pembangkitan listrik berlangsung, menghasilkan tingkat kebisingan 115 dB. Tingkat kebisingan ini di atas ambang batas yang aman bagi pendengaran manusia [6]. Gambar 1. Menunjukkan peta lokasi PLTU dengan hunian yang terkena dampak kebisingan.



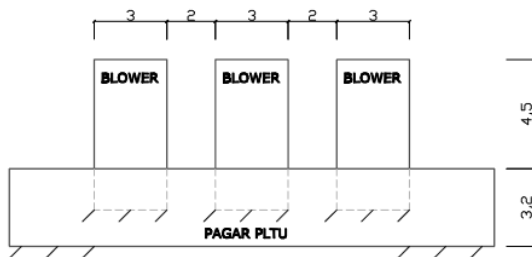
**Gambar 1** Peta Sumber Kebisingan

Mengacu pada peta sumber kebisingan yang ditunjukkan pada Gambar 1, metode pengukuran disusun berdasarkan pedoman standar kebisingan SNI 03-6386-2000 [11] dan Kep. Men. Lingk. Hidup No. Kep-48/MEN LH/11/1996 [6]. Skematik pengukuran dilakukan pada tiga lokasi PLTU seperti yang ditunjukkan Gambar 2.



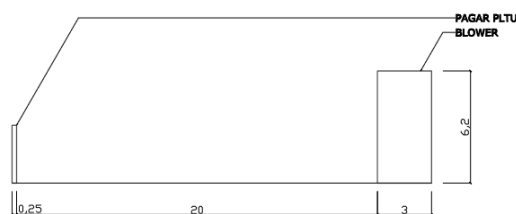
**Gambar 2** Skematik Pengukuran

Gambar 2 menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan pada tiga titik, masing-masing dengan jarak minimal 20 meter, jarak medium 200 meter, dan jarak maksimum 400 meter. Sumber kebisingan diukur dari pagar PLTU, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3** Tampak Depan Pagar PLTU

Gambar 3 memperlihatkan posisi tampak depan pagar PLTU sebagai titik awal pengukuran kebisingan. Dan untuk ilustrasi jarak antara sumber kebisingan dengan pagar PLTU dijelaskan pada Gambar 4.



**Gambar 4** Tampak Samping Pagar PLTU

Dari Gambar 4 yang ditunjukkan, jarak antara blower dengan pagar PLTU berjarak 20 meter. Dimana pagar terbuat dari material beton dengan tinggi pagar 3,2 meter dan untuk ketebalan pagar 0,25 m.

Sebelum melakukan pengambilan data tingkat kebisingan, peralatan dikalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan keakuratan data. Kemudian dimulai dengan menempatkan alat pada ketinggian 1,2 meter menggunakan tripod, lalu mikrofon diarahkan ke sumber bunyi dengan sudut  $80^\circ$  yang berlangsung selama 10 menit dengan interval 5 detik pada setiap titik jarak. Pengukuran dilakukan pada kondisi cerah pukul 16.00 WIB pada siang hari dan 22.00 WIB pada malam hari hal tersebut karena dianggap mewakili waktu menjelang penurunan aktivitas. Pada Tabel 1-4 merupakan rincian spesifikasi teknis peralatan yang digunakan dalam pengukuran.

**Tabel 1** Spesifikasi Leica Disto

Leica DISTO D510	
Measurement Range	0,05 - 200 m
Akurasi	44 - 144 cm
Dimensi	13 - 25 mm
Tilt Measurement Range	$360^\circ \pm 0,2$
Bluetooth	v4.0
Berat	1,2 kg

Leica Disto digunakan untuk mengukur jarak antar titik pengukuran, dengan cara menekan tombol pengukuran sehingga laser akan memantul mengenai target pengukuran. Kemudian jarak pengukuran akan terlihat pada display.

**Tabel 2** Spesifikasi Tripod

Tripod BK-555P	
Material	Aluminum Alloy
Tinggi	44 - 144 cm
Min - Maks Tub Diameter	13 - 25 mm
Panjang Lipatan	350 mm
Berat	1,4 kg

Tripod digunakan sebagai dudukan untuk Sound Level Meter agar stabil saat pengukuran kebisingan.

**Tabel 3** Spesifikasi Sound Level Meter

Sound Level Meter KW06-290	
High Range	65 - 130 dB
Low Range	35 - 100 dB
Akurasi	$\pm 1,4$ dB at 94 dB
Dimensi	251x63.8x40 mm
Berat	0.5 kg

Sound Level Meter digunakan sebagai alat pengukuran kebisingan, dengan cara menangkap gelombang suara melalui mikrofon kemudian di gelombang tersebut di ubah menjadi nilai satuan desibel (dB).

**Tabel 4** Spesifikasi Stopwatch

Stopwatch Seiko SVAE301	
Memory	Max 100 pieces
Maximum Timing	100 Jam
Akurasi	$\pm 0.0012\%$ (R.T.)

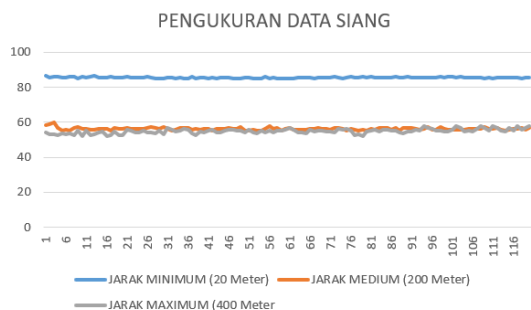
Size 79x62x23,4 mm  
Berat 0.1 kg

Stopwatch digunakan sebagai indikator waktu selama pengambilan data kebisingan selama 10 menit dengan interval 5 detik.

Hasil dari pengambilan data tingkat kebisingan sebanyak 720 data, yang selanjutnya akan diolah menggunakan software minitab. Metode Taguchi digunakan pada langkah awal untuk mengidentifikasi parameter optimal dari data yang di peroleh, Selanjutnya mengetahui S/N ratio untuk mengevaluasi pengaruh faktor. Setelah itu dilanjutkan dengan melakukan Normality Test untuk memastikan data berdistribusi normal. Terakhir dilanjutkan pada Regresi Linear untuk memprediksi respon kombinasi antara jarak yang sudah terbukti berdistribusi normal dengan variabel waktunya sehingga didapat kombinasi jarak dan Waktu dengan nilai kebisingan terkecil.

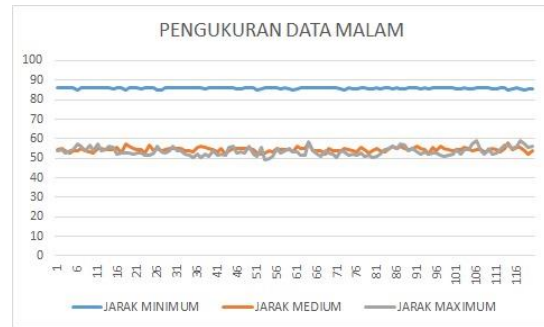
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data hasil pengukuran tingkat kebisingan yang dilakukan pada dua interval waktu yang berbeda di siang hari dan malam hari ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Kedua gambar menunjukkan variasi tingkat kebisingan yang diukur di setiap titik pengamatan



**Gambar 5** Data Pengukuran Siang

Data pada gambar menunjukkan hasil pengukuran kebisingan di siang hari. Grafik menunjukkan perubahan nilai kebisingan dalam decibel (dB) tertinggi dan terendah selama pengukuran waktu.



**Gambar 6** Data Pengukuran Malam

Dari Taguchi analisis data yang telah diolah dengan software minitab ditunjukkan pada Gambar 7 sampai 12 .

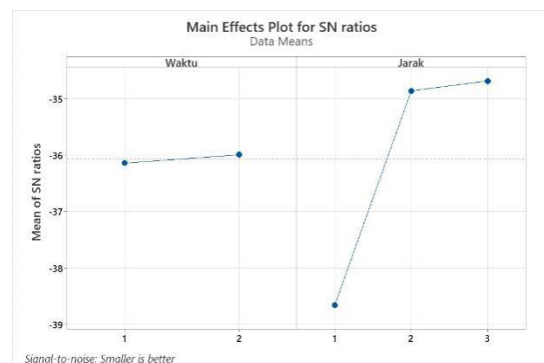
**Response Table for Signal to Noise Ratios**

Smaller is better

Level Waktu	Level Jarak	Delta	Rank
1	-36,14 -38,66		
2	-36,00 -34,86		
3	-34,69		
Delta	0,15 3,97		
Rank	2 1		

**Gambar 7** Table Signal to Noise Ratios

Dari gambar 7 menunjukkan faktor jarak lebih berpengaruh daripada faktor waktu terhadap variabilitas proses, terbukti dari nilai Delta yang berbeda jauh, yaitu 3.97 dan 0.15. Berdasarkan nilai S/N ratio yang didapat, level kebisingan paling aman adalah level 2 untuk faktor Waktu dengan nilai -36.00 (malam hari), dan level 3 untuk faktor Jarak dengan nilai -34.69 (jarak 400 m). Gambar 8 merepresentasikan data tabel pada gambar 7 dalam bentuk grafik



**Gambar 8** Main Effect for Sn ratios

Grafik waktu mendekati landai, hanya naik 0,38%. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan waktu memiliki sedikit efek atau tidak terlalu mempengaruhi respons. Sementara itu,

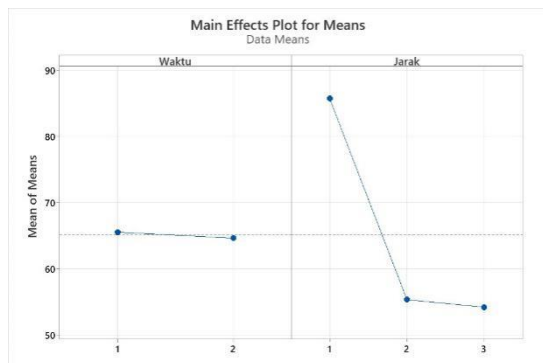
terjadi peningkatan signifikan sebesar 9,8% untuk faktor jarak. Semakin terjal kemiringannya, semakin besar pengaruh faktor tersebut.

**Response Table for Means**

Level Waktu Jarak		
1	65,53	85,69
2	64,65	55,35
3		54,22
Delta	0,88	31,47
Rank	2	1

**Gambar 9** Table for Means

Dari Gambar 9 bisa dilihat bahwa tingkat kebisingan pada faktor jarak menurun 35,4% dari level 1 ke level 2 dan 2% dari level 2 ke level 3. Penurunan kebisingan berpengaruh besar pada jarak 20m hingga 200m, namun tidak begitu signifikan pada jarak 400m. Perbedaan kebisingan antara siang (65.53 dB) dan malam (64.65 dB) hanya sekitar 0.90 dB karena aktivitas di lokasi pengukuran relatif konsisten. Informasi tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik di Gambar 10.



**Gambar 10** Main Effect Plot for Means

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor jarak tetap menjadi faktor utama yang mempengaruhi tingkat kebisingan di lokasi tersebut. Hal ini terlihat dari perbedaan kemiringan garis yang tajam, terutama dari jarak 1 (83,2 dB) ke jarak 2 (54,3 dB), turun sebesar 28,9 dB.

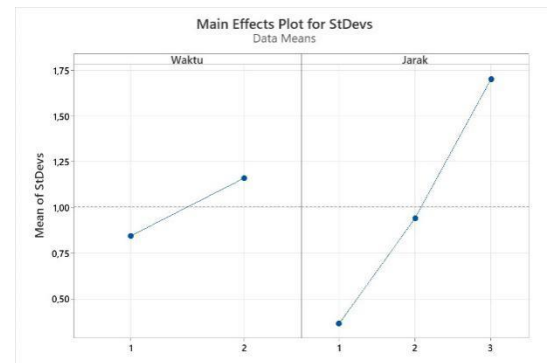
**Response Table for Standard Deviations**

Level Waktu Jarak	
1	0,8001 0,3186
2	1,1611 0,9225
3	1,7007
Delta	0,3610 1,3821
Rank	2 1

**Gambar 11** Table for Standard Deviations

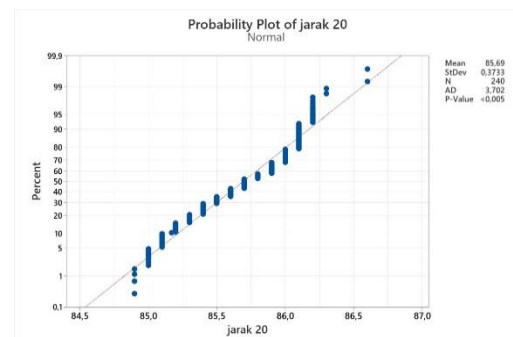
Pada Gambar 11 mempertegas kembali bahwa faktor jarak tetap menjadi faktor dominan dalam pengukuran kebisingan. Yang berbeda dan menarik dari tabel ini adalah kita dapat melihat seberapa besar variasi atau konsistensi pengukuran di setiap level. Terdapat fenomena unik dimana standar deviasi justru meningkat seiring bertambahnya jarak. ini mengindikasikan bahwa pengukuran kebisingan menjadi semakin bervariasi (kurang konsisten) pada jarak yang lebih jauh, meskipun nilai rata-ratanya menurun seperti ditunjukkan pada tabel Means sebelumnya.

Untuk faktor waktu, pengukuran di malam hari (Level 2) menunjukkan variasi yang lebih tinggi dibanding siang hari (Level 1). Ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan di malam hari cenderung lebih fluktuatif meskipun rata-ratanya lebih rendah dari siang hari. Grafiknya dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12** Main Effect Plot StDevs

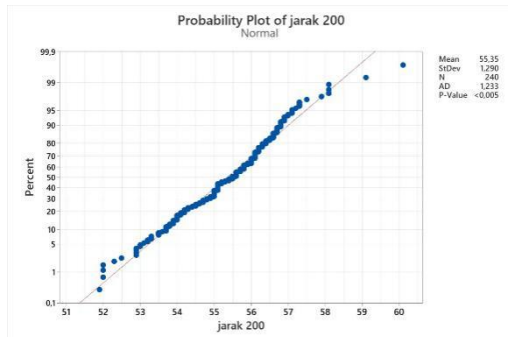
Peningkatan standar deviasi pada faktor waktu adalah sebesar 31,09%, sedangkan pada faktor jarak berturut-turut mengalami peningkatan sebesar 65,46% dan 45,76%. Ini menandakan bahwa variabilitas data yang lebih besar disebabkan oleh jarak yang lebih besar.



**Gambar 13** Probability Plot jarak 20

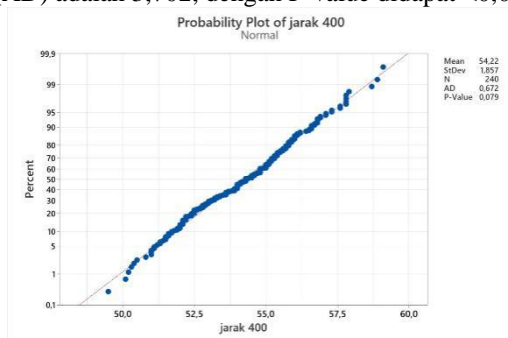
Berdasarkan informasi pada keterangan hasil pada Gambar 13, nilai rata-rata untuk jarak 20 adalah 85,69, dengan standar deviasi sebesar

0,3733. Jumlah data (N) yang digunakan dalam analisis ini adalah 240. Nilai *Anderson-Darling* (AD) dihitung sebesar 3,702, dengan *P-value* <0,05.



**Gambar 14** Probability Plot jarak 20

Berdasarkan data pada Gambar 14, rata-rata jarak 200 sebesar 85,69, dengan standar deviasi 0,3733. Jumlah data yang digunakan dalam analisis ini sebanyak 240. Nilai *Anderson-Darling* (AD) adalah 3,702, dengan *P-value* didapat <0,05.



**Gambar 15** Probability Plot jarak 20

Rata-rata dari data ini adalah 54,22, yang menunjukkan nilai tengah dari distribusi data untuk jarak 400. Standar deviasi sebesar 1,857, yang menunjukkan penyimpangan data dari nilai rata-rata. Dengan sampel 240, *AD* bernilai 0,672 menunjukkan data tidak jauh dari distribusi normal. Nilai *P-value* yang diperoleh adalah 0,079, > 0,05.

Uji normalitas menunjukkan bahwa hanya data pada jarak 400-meter yang memenuhi asumsi distribusi normal dengan *p-value* > 0,05 berdasarkan hasil Taguchi dan *Probabilty Test*. Analisis dilakukan menggunakan regresi linear untuk memverifikasi hubungan antara variabel yang telah diidentifikasi dari Taguchi. Data jarak 400 meter dibagi berdasarkan waktu pengambilannya, yakni siang dan malam.

Regresi Linear juga dapat memprediksi respon untuk kombinasi parameter yang berbeda, dan memvalidasi hasil optimasi Taguchi dengan

model matematis yang dapat dilihat pada gambar 16.

#### Regression Equation

$$\text{jarak 400} = 53,562 + 0,0 \text{ DATA\_DM} + 1,317 \text{ DATA\_DS}$$

**Gambar 16** Regression Equation

Gambar 16 menunjukkan hubungan matematis antara jarak 400 m sebagai variabel dependen dengan *DATA\_DM* dan *DATA\_DS* sebagai variabel independen. Persamaan tersebut memiliki nilai konstanta sebesar 53.562, yang berarti ketika kedua variabel independen bernilai nol, nilai jarak 400 akan sebesar 53.562 unit. Dalam persamaan ini, *DATA\_DM* memiliki koefisien 0.0 yang mengindikasikan bahwa variabel ini tidak memiliki pengaruh terhadap perubahan jarak 400, atau dengan kata lain setiap perubahan nilai *DATA\_DM* tidak akan mengakibatkan perubahan pada nilai jarak 400. Sementara itu, *DATA\_DS* memiliki koefisien positif sebesar 1.317, yang berarti setiap kenaikan satu unit *DATA\_DS* akan menyebabkan peningkatan jarak 400 sebesar 1.317 unit. Berdasarkan koefisien-koefisien tersebut, dapat disimpulkan bahwa *DATA\_DS* merupakan variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap jarak 400, sedangkan *DATA\_DM* tidak memberikan pengaruh yang berarti. Persamaan regresi ini dapat digunakan sebagai alat untuk memprediksi nilai jarak 400 berdasarkan nilai *DATA\_DS* yang diberikan, serta memahami bagaimana perubahan *DATA\_DS* akan mempengaruhi jarak 400 dalam konteks penelitian atau analisis yang sedang dilakukan.

#### Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)
1,73893	12,64%	12,27%

**Gambar 17** Model Summary

Gambar 17 menunjukkan seberapa baik model yang dibuat dalam menjelaskan data. Ada tiga nilai penting yang perlu diperhatikan. Pertama, nilai *S* sebesar 1,73893 menunjukkan seberapa jauh kesalahan prediksi model - semakin kecil nilainya semakin baik. Kedua, nilai *R-sq* (*R-squared*) sebesar 12,64% memberitahu kita bahwa model ini hanya mampu menjelaskan sekitar 13% dari seluruh variasi data, yang berarti masih ada sekitar 87% yang tidak bisa dijelaskan oleh model ini. Terakhir, nilai *R-sq(adj)* sebesar 12,27% adalah versi yang lebih akurat dari *R-squared* karena sudah mempertimbangkan kompleksitas model. Hal ini belum cukup bagus dalam

menjelaskan data. Mungkin ada faktor-faktor penting lain yang belum dimasukkan ke dalam model, atau mungkin perlu dicoba pendekatan analisis yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pada jarak 400 meter dari PLTD, nilai kebisingan yang terukur rata-rata mencapai 60,97 dB [12]. Angka ini masih melebihi batas baku tingkat kebisingan yang diizinkan dipemukiman. Begitupun berdasarkan analisis pada penelitian ini dengan jarak 400 meter menunjukkan hasil rata-rata sebesar 54,22 dB. Dimana hasil tersebut sudah dibawah ambang batas yang diizinkan. Hasil ini menunjukkan penurunan sebesar 6,57 dB dibandingkan temuan studi sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada jarak 400 meter menjadi jarak minimal batas pemukiman yang aman terhadap dampak kebisingan yang ditimbulkan oleh PLTU.

Pada penelitian ini jarak lebih berpengaruh dalam mengurangi kebisingan daripada waktu. Selisih kebisingan antara siang dan malam sebesar 0,9 dB menunjukkan bahwa aktivitas PLTU cukup stabil. Meningkatkan jarak telah terbukti meningkatkan kualitas lingkungan kebisingan secara signifikan, sesuai dengan prinsip "*Smaller is Better*." Uji normalitas menunjukkan bahwa pada jarak 400 meter, kebisingan menjadi lebih stabil dan sesuai dengan distribusi normal, yang bermanfaat dalam perencanaan pemukiman dan mengurangi dampak kebisingan.

### KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis pengaruh jarak dan waktu terhadap tingkat kebisingan di pemukiman yang disebabkan oleh aktivitas PLTU menggunakan metode Taguchi. Hasil analisis menunjukkan bahwa jarak dari sumber kebisingan merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap tingkat kebisingan yang diukur. Semakin besar jarak dari PLTU, semakin rendah tingkat kebisingan yang dirasakan. Pada jarak 400 meter, tingkat kebisingan yang terukur rata-rata 54,22 dB, jauh di bawah ambang batas yang diizinkan. Sementara itu, perbedaan waktu siang dan malam hanya memberikan dampak minimal terhadap tingkat kebisingan, karena aktivitas PLTU cenderung stabil sepanjang hari.

Uji normalitas menunjukkan bahwa data kebisingan pada jarak 400 meter terdistribusi normal, yang berarti tingkat kebisingan di lokasi tersebut lebih stabil. Analisis regresi linear juga mengkonfirmasi bahwa jarak 400 meter dapat

dijadikan sebagai indikator atau acuan jarak aman antara PLTU dan pemukiman untuk meminimalkan dampak kebisingan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S.F. Aldo , Nurhasanaha, Zulfian, 2022. "Analisis Tingkat Kebisingan Pada Area Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (Pltd) Wilayah Kabupaten Kubu Raya", Prodi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
- [2] Prima Fithri1, Indah Qisty Annisa. 2015, "Analisis Intensitas Kebisingan Lingkungan Kerja pada Area Utilities Unit PLTD dan Boiler di PT.Pertamina RU II Dumai", Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
- [3] L. Chunaeni, B. Arif, Ekaningtyas. 2002, "Penelitian Kebisingan di Sistem Generator dan Daerah Sekitar PLTU Suralaya Serang Banten". LAPAN.
- [4] Dea Rachmayati Anggraini1, Yulisa Fitrianiingsih1, Dan Aji Ali Akbar. 2020 , "Analisis Tingkat Kebisingan Dan Persebarannya Menggunakan Metode Noise Mapping Pada PLTD Siantan, Kalimantan Barat", Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [5] Prayogo, I., Widajati, N., Keselamatan, D., & Kerja, K. (2015). Perbedaan Gangguan Pendengaran Akibat Bising Antara Operator CCR PLTU Dengan PITGUDI PT PJB UP Gresik.
- [6] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996. "Tentang Baku Tingkat Kebisingan".
- [7] Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor : Kep.51/Men/1999. "Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Di Tempat Kerja"
- [8] Uswatun Hasanah, Zulfikar Ali As, Maharso. (2016) Tingkat Kebisingan di Kawasan Pemukiman Sekitar PLTD Muara Teweh
- [9] Ow, L. F., & Ghosh, S. (2017). Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics*, 120, 15–20.
- [10] Anirban C. Mitraa, J. Mukul, S. Tanushri, , G Kiranchand.2015, "Implementation of Taguchi

Method for Robust Suspension Design”  
Procedia Engineering.

- [11] SNI 03-6386-2000
- [12] I.H. Muhammad, Wahyudin, S. Erlan, Azwaruddin, 2022. “Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Kegiatan Operasional Mesin Pembangkit PT PLN (Persero) ULPL Ampenan di Daerah Tanjung Karang”, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan.