



Analisa Kinerja *Forced Draft Fan* (FDF) sebelum dan sesudah *Overhaul* pada Unit 2 PLTU Banten 3 Lontar

Imam Hanafi¹, Sulanjari², Agustina Dyah Setyowati³, Ade Irawan⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No. 1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : ²dosen01182@unpam.ac.id

Masuk: 30 Oktober 2025

Direvisi: 10 November 2025

Disetujui: 14 November 2025

Abstract: The Forced Draft Fan (FDF) is a critical component in the boiler combustion system at coal-fired power plants (PLTU), functioning to supply combustion air to the furnace. The performance of the FDF significantly affects system efficiency and unit operation stability. This study aims to analyze the efficiency of FDF performance before and after an overhaul on Unit 2 of PLTU Banten 3 Lontar. The research uses a quantitative approach by analyzing operational parameter data obtained from field measurements and manual book references. Observed parameters include air flow, input power, output power, and FDF efficiency. The results show that after the overhaul, air flow increased by 24.54 m³/s for FDF 2A and 8.49 m³/s for FDF 2B. Output power increased by 58,754.34 watts (FDF 2A) and 49,445.91 watts (FDF 2B), while input power also increased by 14,471.71 watts and 9,430 watts, respectively. FDF efficiency improved by 20.02% on FDF 2A and 17.64% on FDF 2B. These improvements indicate that the overhaul successfully enhanced FDF performance. It is recommended that overhauls be carried out regularly according to the maintenance schedule, as they positively affect FDF efficiency and overall performance.

Keywords: Forced Draft Fan, Overhaul, Efficiency, Power Plant, Performance.

Abstrak: *Forced Draft Fan* (FDF) merupakan salah satu peralatan vital pada sistem pembakaran boiler di PLTU yang berfungsi untuk menyuplai udara pembakaran ke ruang bakar. Kinerja FDF sangat memengaruhi efisiensi sistem dan kestabilan operasi unit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi kinerja FDF sebelum dan sesudah dilakukan *overhaul* pada Unit 2 PLTU Banten 3 Lontar. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan menganalisis parameter operasional berdasarkan data lapangan dan referensi *manual book*. Parameter yang diamati meliputi *air flow*, daya input, daya output, dan efisiensi FDF. Hasil menunjukkan bahwa setelah *overhaul* terjadi peningkatan *air flow* sebesar 24,54 m³/s pada FDF 2A dan 8,49 m³/s pada FDF 2B. Daya output meningkat sebesar 58.754,34 watt (FDF 2A) dan 49.445,91 watt (FDF 2B), sementara daya input juga mengalami peningkatan masing-masing sebesar 14.471,71 watt dan 9.430 watt. Efisiensi FDF meningkat sebesar 20,02% pada FDF 2A dan 17,64% pada FDF 2B. Peningkatan efisiensi ini menunjukkan bahwa kegiatan *overhaul* berhasil meningkatkan performa FDF. Disarankan agar *overhaul* dilakukan secara berkala sesuai dengan jadwal pemeliharaan karena terbukti berdampak positif terhadap efisiensi dan kinerja FDF.

Kata kunci: Forced Draft Fan, Overhaul, Efisiensi, PLTU, Kinerja.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk Indonesia yang terus meningkat menyebabkan lonjakan kebutuhan energi, khususnya energi listrik. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pemerintah Indonesia melalui PT PLN (Persero) terus mengembangkan kapasitas pembangkit listrik nasional. Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa total kapasitas terpasang pembangkit listrik di Indonesia mencapai 66.514 MW pada tahun 2021, meningkat dari 64.843 MW pada tahun 2019 dan 65.236 MW pada tahun 2020. Dari total kapasitas tersebut, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) mendominasi dengan kapasitas terpasang sebesar 33.092 MW [1].

PLTU memiliki peran vital dalam sistem ketenagalistrikan nasional karena kontribusinya yang besar terhadap pasokan energi. Namun demikian, sistem ini juga sangat tergantung pada kinerja setiap komponen

Pada penelitian sebelumnya tentang “Energy Saving Analysis of Air Fan Motor in Power Plant Boiler Controlled by Variable Frequency Drive” [3], dengan mengatur udara sesuai kebutuhan menggunakan *VFD* dan dilakukan simulasi menggunakan *MATLAB*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa efisiensi PA fan meningkat sebesar 17,87% dan FDF dengan peningkatan sebesar 40,57%. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa melakukan inovasi yang tepat terhadap peralatan yang dinilai kurang efisien dapat menghemat energi yang dibutuhkan dan biaya operasional yang dikeluarkan. Di sisi lain, penelitian tentang “Menghitung Efisiensi Mill Fan yang Terdapat di Pabrik Baturaja II PT Semen Baturaja (Persero) Tbk” melakukan pengujian selama 10 hari untuk membandingkan efisiensi *fan mill* dengan nilai efisiensi dari pabrik pada pabrik semen [4]. Selama penelitian, didapatkan efisiensi rata-rata 78%, nilai tersebut mengalami penurunan dibandingkan nilai efisiensi desain dari pabrik yakni 92%. Penurunan tersebut dinilai wajar mengingat *fan mill* telah beroperasi selama 5 tahun. Akan terjadi penurunan efisiensi yang lebih signifikan jika pada *fan mill* tidak dilakukan pemeliharaan yang tepat dan benar.

METODOLOGI

The diagram illustrates a pulverized coal boiler system with two parallel air preheaters (APH A and APH B). The process flow is as follows:

- Coal Fuel Path:** COAL FUEL enters the MILL / POWDERIZER, which feeds into the BOILER.
- Hot Gas Path:** HOT GAS exits the BOILER and flows through the top of both APH A and APH B. The gas then splits to enter two ID FANs (ID FAN A and ID FAN B), which discharge into the STACKS.
- Air Path:**
 - PRIMARY AIR is drawn from the atmosphere by PAF A and PAF B.
 - SECONDARY AIR is drawn from the atmosphere by FDF A and FDF B.
 - The air preheaters (APH A and APH B) transfer heat from the hot gas to the primary and secondary air streams.
 - The preheated air is then fed into the BOILER.

24

Data yang dibutuhkan pada saat melakukan penelitian diperoleh dari informasi yang bersumber dari *manual book* dan dari pengamatan secara langsung dengan melihat data *trending history* pada *Distributed Control System* (DCS). Data tersebut adalah sebagai berikut: data putaran motor (rpm), tegangan yang diberikan kepada motor penggerak 3 *phase* (volt), arus motor yang digunakan untuk beroperasi (ampere), temperatur *inlet* udara FDF (°C), tekanan *outlet* FDF (pascal), dan aliran udara *outlet* FDF (m³/s). Berikut spesifikasi FDF pada *manual book*.

Parameter Utama Fan

Diameter <i>impeller</i> (m)	: 1,962
Diameter <i>hub</i> (m)	: 0,9
Kecepatan putar (r/min)	: 1490
Berat rotor (kg)	: 1050
Berat fan (kg)	: 8500

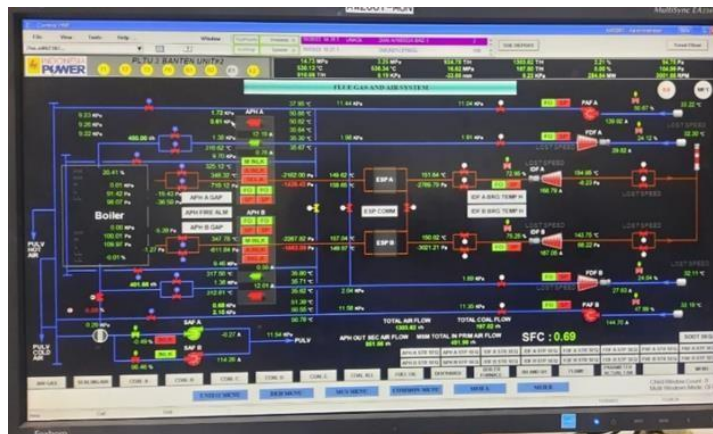
Performa dan Parameter Fan

Tabel 1. Performa dan Parameter Fan

No.	Deskripsi	Unit	TB	BMCR	MCR
1	Aliran udara <i>inlet</i>	m ³ /s	108	94,8	89,9
2	Tekanan penuh fan	Pa	3373	2811	2749
3	Temperatur <i>inlet</i>	°C	30	30	30
4	Densitas <i>inlet</i>	kg/m ³	1,17	1,171	1,171
5	Daya poros fan	kW	425	312	288
6	Efisiensi tekanan penuh fan	%	87	87	86
7	Kecepatan putar fan	r/min	1490	1490	1490

Parameter Motor

Tipe motor	: YKK450-4
Daya terpasang (kW)	: 500



Gambar 2. Tampilan DCS Sistem Udara PLTU

Untuk mengetahui kinerja FDF, maka perlu diketahui nilai efisiensinya. Nilai efisiensi FDF yang tinggi menunjukkan bahwa kinerja FDF dalam kondisi baik. Untuk menghitung efisiensi, perlu dilakukan perhitungan nilai *daya input* dan *output*.

Rumus yang digunakan untuk menghitung daya input motor 3 *phase* adalah sebagai berikut [5]:

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

Daya fan merupakan hasil perkalian debit udara (Q) dengan kenaikan tekanan (ΔP):

$$P_{out} = Q \cdot \Delta P \quad (2)$$

Efisiensi fan dihitung berdasarkan perbandingan antara daya keluaran dan daya masukan [4]:

$$\mu = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan keterangan:

P_{in} = daya input fan (watt)
 P_{out} = daya output fan (watt)
 μ = efisiensi fan (%)
 ΔP = kenaikan tekanan (Pa)

Q = debit udara (m^3/s)
 V = tegangan listrik (V)
 I = arus listrik (A)
 $\cos \varphi$ = faktor daya listrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

PLTU Banten 3 Lontar memiliki 4 unit pembangkit dengan kapasitas terpasang sebesar 315 MW pada tiap unit. Dalam 1 unit pembangkit terdapat 2 unit FDF, yaitu FDF sisi A dan B. Pengambilan data mengacu pada beban keluaran pembangkit rata-rata di beban tinggi (280–300 MW) dan pembukaan *dampers* FDF rata-rata 20% *opening*. Pengamatan dilakukan selama 7 hari untuk memperoleh data yang representatif terhadap variasi beban operasi pembangkit, memastikan kestabilan performa FDF pasca *overhaul*, serta mengurangi pengaruh faktor acak sehingga hasil analisis efisiensi lebih valid dan akurat.

Tabel 2. Data *Trending* Parameter FDF 2A sebelum *Overhaul*

Tanggal	FDF 2A						
	9/5/2023 Day 1	9/6/2023 Day 2	9/7/2023 Day 3	9/8/2023 Day 4	9/9/2023 Day 5	9/10/2023 Day 6	9/11/2023 Day 7
Beban Unit (MW)	288.31	290.46	277.73	230.79	236.34	284.22	291.56
Pembukaan Damper (%)	20.64	20.62	21.68	19.68	21.60	21.07	19.75
Arus Motor (Ampere)	26.81	26.91	27.55	27.21	27.71	27.33	26.79
Flow Udara (T/H)	310.93	304.78	322.24	311.37	310.35	329.85	310.34
Pressure (kPa)	1.38	1.34	1.30	1.29	1.44	1.43	1.45
Outlet Temp (°C)	31.09	36.02	28.63	28.63	27.96	29.82	31.70
Inlet Temp (°C)	27.71	33.25	25.24	25.87	25.29	26.45	28.30

Tabel 3. Data *Trending* Parameter FDF 2A sesudah *Overhaul*

Tanggal	FDF 2A						
	10/30/2023 Day 1	10/31/2023 Day 2	11/1/2023 Day 3	11/2/2023 Day 4	11/3/2023 Day 5	11/4/2023 Day 6	11/5/2023 Day 7
Beban Unit (MW)	287.57	287.45	292.79	294.90	284.69	289.65	294.74
Pembukaan Damper (%)	19.08	20.30	20.30	19.95	19.95	20.30	19.95
Arus Motor (Ampere)	29.47	28.35	28.12	28.85	29.25	28.65	28.70
Flow Udara (T/H)	407.51	397.49	397.03	441.61	428.53	404.59	440.54
Pressure (kPa)	1.81	1.62	1.55	1.59	1.77	1.52	1.54
Outlet Temp (°C)	33.53	31.00	32.02	34.56	34.56	31.00	35.59
Inlet Temp (°C)	26.83	29.30	31.79	27.49	28.15	28.30	26.83

Pada Tabel 2 dan Tabel 3 merupakan hasil pengambilan data parameter sebelum dan sesudah *overhaul* pada FDF Unit 2 sisi A. Pada tabel terlihat adanya peningkatan nilai parameter arus motor, *flow*, dan tekanan dari sebelum *overhaul* hingga sesudah *overhaul*. *Flow* udara mengalami peningkatan sebesar 24,54 m^3/s pada FDF 2A secara rata-rata selama 7 hari pengamatan.

Tabel 4. Data *Trending* Parameter FDF 2B sebelum *Overhaul*

Tanggal	FDF 2B						
	9/5/2023 Day 1	9/6/2023 Day 2	9/7/2023 Day 3	9/8/2023 Day 4	9/9/2023 Day 5	9/10/2023 Day 6	9/11/2023 Day 7
Beban Unit (MW)	296.80	292.79	278.71	254.49	286.79	296.03	299.39
Pembukaan Damper (%)	20.71	21.42	19.48	21.34	19.79	21.39	20.67
Arus Motor (Ampere)	26.77	26.16	26.00	26.49	26.73	26.75	27.10
Flow Udara (T/H)	380.25	381.36	384.02	395.24	387.51	377.11	378.52
Pressure (kPa)	1.38	1.38	1.27	1.40	1.40	1.36	1.42
Outlet Temp (°C)	30.00	28.15	31.22	26.83	29.30	31.79	27.49
Inlet Temp (°C)	296.80	292.79	278.71	254.49	286.79	296.03	299.39

Tabel 5. Data *Trending* Parameter FDF 2B sesudah *Overhaul*

FDF 2B							
Tanggal	10/30/2023	10/31/2023	11/1/2023	11/2/2023	11/3/2023	11/4/2023	11/5/2023
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
Beban Unit (MW)	295.12	292.72	280.94	286.35	296.16	288.84	287.21
Pembukaan Damper (%)	19.95	19.95	20.30	20.30	19.95	20.30	19.95
Arus Motor (Ampere)	27.55	27.15	27.46	27.76	27.85	27.66	27.75
Flow Udara (T/H)	416.10	423.50	411.51	415.83	424.64	427.87	426.82
Pressure (kPa)	2.04	1.55	1.55	1.67	1.90	1.68	1.86
Outlet Temp (°C)	25.29	26.45	28.30	26.45	28.30	27.71	33.25
Inlet Temp (°C)	295.12	292.72	280.94	286.35	296.16	288.84	287.21

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 merupakan hasil pengambilan data parameter sebelum dan sesudah *overhaul* pada FDF Unit 2 sisi B. Pada tabel terlihat adanya peningkatan nilai parameter arus motor, *flow*, dan tekanan dari sebelum *overhaul* hingga sesudah *overhaul*. *Flow* udara mengalami peningkatan sebesar 8,49 m³/s pada FDF 2B secara rata-rata selama 7 hari pengamatan.

Langkah pertama adalah mencari nilai densitas udara dengan rumus berikut [6]:

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \quad (4)$$

Dengan keterangan:

- ρ = densitas udara (kg/m³)
- P = tekanan absolut (1 atm = 101325 Pa)
- M = massa molar udara kering (0,02897 kg/mol)
- R = konstanta gas (8314 J/mol·K)
- T = suhu mutlak (K = °C + 273,15)

Setelah diperoleh nilai densitas udara, selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus untuk mengubah satuan *flow* udara dari t/h menjadi m³/s.

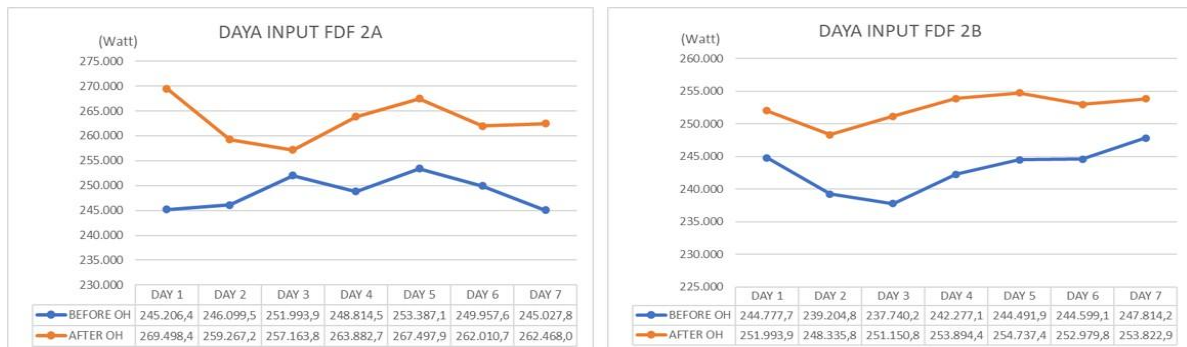
$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} \quad (5)$$

Dengan keterangan:

- Q = *flow* udara (m³/s)
- $\dot{m}$ = debit massa (kg/s)
- ρ = densitas udara (kg/m³)

$$\dot{m}(\text{kg/s}) = \frac{\text{flow udara (t/h)} \times 1000}{3600} \quad (6)$$

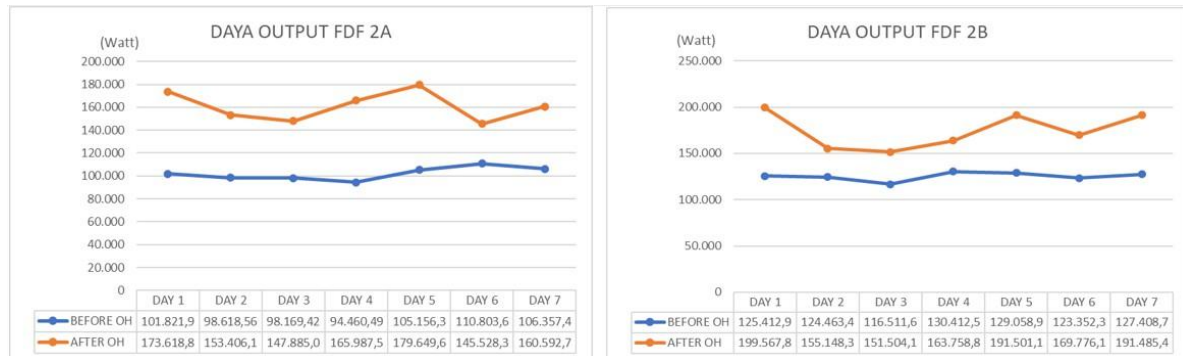
Selanjutnya dapat dihitung nilai daya input, daya output, dan efisiensi. Hasil perhitungan dinyatakan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Daya Input FDF 2A dan 2B

Dari grafik pada Gambar 3 terlihat adanya kenaikan signifikan pada daya input setelah dilakukan *overhaul*. Kenaikan terbesar terjadi pada FDF 2A hari ke-1 sebelum dan sesudah *overhaul*, yaitu sebesar 24.292 watt, serta pada FDF 2B hari ke-3 sebesar 13.410 watt. Peningkatan daya input pada fan menandakan bahwa motor bekerja lebih berat, disebabkan meningkatnya beban kerja motor yang dalam hal ini berkaitan dengan

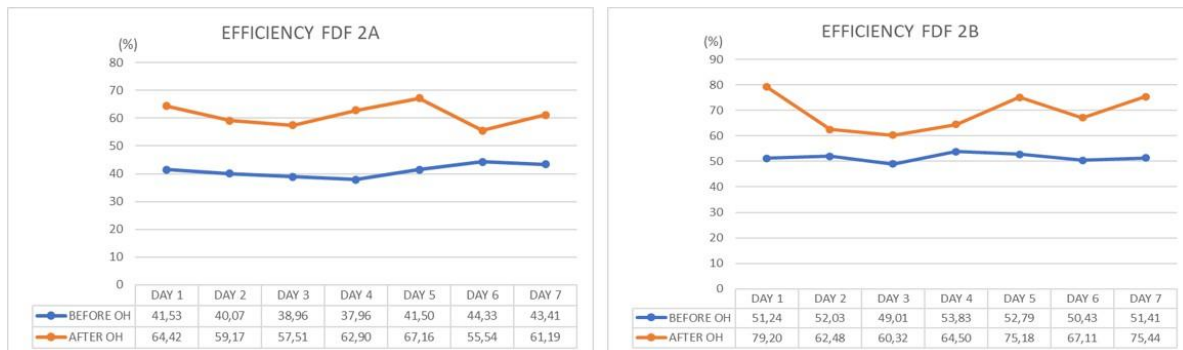
flow udara yang dihasilkan. Fluktuasi nilai daya input juga dapat terjadi akibat perubahan beban pada boiler, seperti peningkatan atau penurunan permintaan uap yang memengaruhi kebutuhan aliran udara [3]. Selain itu, faktor lain yang memengaruhi fluktuasi daya input adalah beban mekanis pada fan seperti pembukaan *damper* dan kondisi saluran *ducting* [7].



Gambar 4. Grafik Daya Output FDF 2A dan 2B

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan perubahan signifikan pada daya output setelah dilakukan *overhaul*. Kenaikan terbesar terjadi pada pengamatan hari ke-5 FDF 2A sebesar 74.493 watt dan pengamatan hari ke-1 FDF 2B sebesar 74.155 watt.

Peningkatan daya output tersebut menunjukkan bahwa *overhaul* berhasil meningkatkan performa fan. Penyebabnya antara lain inspeksi dan penggantian *blade*, penggantian *bearing*, inspeksi *shaft*, *alignment* dan *balancing*, serta kalibrasi sudut *blade*. Fluktuasi pada grafik pasca *overhaul* menandakan kondisi sistem yang masih dalam tahap penyesuaian [8]. Faktor lain yang mempengaruhi adalah kebutuhan udara pembakaran yang berubah sesuai kondisi operasi pembangkit.



Gambar 4. Grafik Efisiensi FDF 2A dan 2B

FDF merupakan *rotating machinery* yang bekerja terus-menerus dalam lingkungan abrasif (udara mengandung partikulat batubara, debu, dan sulfur). Selama operasi jangka panjang, terjadi degradasi performa sehingga efisiensi menurun. *Overhaul* dilakukan untuk menghilangkan sumber degradasi tersebut. Dari grafik pada Gambar 6 tampak bahwa efisiensi meningkat dari sebelum ke sesudah *overhaul* pada FDF 2A dan 2B. Kenaikan signifikan terjadi pada hari ke-5 FDF 2A sebesar 25,66% dan hari ke-1 FDF 2B sebesar 27,96%. Hal ini menunjukkan bahwa *overhaul* dapat meningkatkan kinerja FDF secara nyata.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, daya input FDF 2A dan 2B mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan peningkatan *flow* udara yang dihasilkan. Hal tersebut juga terjadi pada daya output FDF 2A dan 2B yang ikut meningkat. Efisiensi FDF 2A mengalami peningkatan sebesar 20,02%, sedangkan efisiensi FDF 2B meningkat sebesar 17,64%. Dengan demikian, *overhaul* pada FDF 2A dan 2B PLTU Banten 3 Lontar dinyatakan berhasil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Energi, D. A. N. Sumber, D. Mineral, and R. Indonesia, "Capaian kinerja sektor ESDM," 2022.

- [2] Sularso and H. Tahara, *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2000.
- [3] P. M. Wibowo, M. Haddin, and A. Marwanto, "Energy saving analysis of air fan motor in power plant boiler controlled by variable frequency drive," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 12, no. 4, pp. 2059–2069, 2021, doi: <http://doi.org/10.11591/ijpeds.v12.i4.pp2059-2069>.
- [4] M. T. Hidayat, R. Anugrah, and Safaruddin, "Menghitung Efisiensi Mill Fan di Pabrik Baturaja II PT Semen Baturaja (Persero) Tbk pada Proses Cement Mill Ditinjau dari Pemakaian Arus Listrik," *J. Multidisipliner Bharasumba*, vol. 01, no. 4, pp. 489–497, 2022, doi: <https://doi.org/10.62668/bharasumba.v1i04.295>.
- [5] Muratno and Misdi, "Pengujian dan Analisis Motor Asinkron Tiga Fasa pada Laboratorium Elektro," *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 27–34, 2020, doi: <https://doi.org/10.58839/mesin.v9i1.682>.
- [6] Asrori, S. H. Susilo, E. Yudiyanto, and Gumono, *Mekanika Fluida Dasar*. Pasuruan: Qiara Media, 2021.
- [7] USDOE, "Improving Fan System Performance: A Sourcebook for Industry," *U.S. Dep. Energy*, p. 83, 2003.
- [8] Q. Wang, H. Xu, L. Pan, and L. Sun, "Active Disturbance Rejection Control of Boiler Forced Draft System: A Data-Driven Practice," *Sustainability*, vol. 12, no. 10, pp. 1–12, 2020.