

Sistem Kendali Tekanan Udara Sekunder Pada *Force Draft Fan* (FDF) Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Hanifah Mutiara Fitri^{1*}, Siswo Wardoyo²

^{1*} Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
E-mail : 2283220038@untirta.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas penggunaan Pressure Transmitter pada *Force Draft Fan* di Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Evaluasi dilakukan melalui serangkaian pengujian untuk mengukur tekanan udara dan menganalisis respons posisi *Inlet damper* dalam pengaturan aliran udara. Data dikumpulkan melalui studi literatur, observasi langsung di lapangan, serta wawancara dengan praktisi terkait. Hasil pengukuran menunjukkan adanya variasi tekanan yang signifikan; untuk set point 100 mmwg, nilai tekanan *Seca Duct Pressure Transmitter* berkisar antara 94.37 mmwg hingga 111.31 mmwg, dan persentase pembukaan *Inlet damper* untuk FDF A & B bervariasi antara 58.28% hingga 63.07%. Terdapat beberapa kesalahan pengukuran yang perlu dievaluasi lebih lanjut, dengan nilai *error* yang bervariasi antara -11.31 dan 7.72. Meskipun demikian, sistem masih berfungsi dalam batas yang dapat diterima. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih mendalam mengenai pengendalian tekanan pada *Force Draft Fan* guna meningkatkan efisiensi dan stabilitas operasi di Pembangkit Listrik Tenaga Uap.

Kata kunci: *Pressure transmitter; Force Draft Fan (FDF); Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).*

ABSTRACT

This research aims to assess the effectiveness of using a Pressure Transmitter on a Force Draft Fan in a Steam Power Plant. Evaluation is carried out through a series of tests to measure air pressure and analyze the response of the Inlet damper position in air flow settings. Data was collected through literature study, direct observation in the field, and interviews with relevant practitioners. The measurement results show significant pressure variations; for a set point of 100 mmwg, the Seca Duct Pressure Transmitter pressure value ranges from 94.37 mmwg to 111.31 mmwg, and the opening percentage of the Inlet damper for FDF A & B varies between 58.28% to 63.07%. There are several

measurement errors that need to be evaluated further, with error values varying between -11.31 and 7.72. Despite this, the system still functions within acceptable limits. This research is expected to provide deeper insight into pressure control in Force Draft Fans in order to increase the efficiency and stability of operations in Steam Power Plants.

Kata kunci: *Pressure transmitter; Force Draft Fan (FDF); Steam Power Plant*

1. PENDAHULUAN

PT. PLN Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Suralaya merupakan salah satu pusat pembangkit listrik terbesar milik PLN Indonesia Power, berupa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berlokasi di sekitar Pulau Jawa. Perusahaan ini bertujuan membangkitkan energi listrik sebesar-besarnya guna memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia, khususnya di wilayah Jawa-Madura-Bali, dengan kapasitas mencapai 3.400 MW yang dihasilkan dari 7 unit pembangkit. Unit 1-4 masing-masing memiliki kapasitas 400 MW, sedangkan unit 5-7 masing-masing memiliki kapasitas 600 MW. Komponen utamanya adalah generator yang terhubung ke turbin, di mana energi kinetik dari uap panas digunakan untuk memutar turbin. Bahan bakar yang digunakan seperti batubara (padat), minyak (cair), atau gas dikonversikan menjadi energi listrik [1]. Dalam operasi PLTU, udara sangat penting untuk proses pembakaran bahan bakar di ruang bakar (*furnace*).

Pada dasarnya, pembakaran dapat terjadi jika tiga elemen utama terpenuhi, yaitu oksigen dari udara, bahan bakar, dan nyala api [2]. Dalam siklus kerja PLTU, batubara yang digunakan sebagai bahan bakar utama dibakar di dalam *furnace*, menghasilkan energi panas.

Energi panas ini digunakan untuk memanaskan pipa-pipa dalam *boiler* yang berisi air umpan (*feedwater*). Air umpan tersebut menyerap panas dari proses pembakaran dan berubah menjadi uap. Uap ini kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin yang memutar generator. Dan semua proses didalam PLTU tersebut membutuhkan peralatan untuk melakukan pengendalian atau pengontrolan dari proses tersebut.

Sistem kendali atau sistem kontrol adalah alat atau kumpulan alat yang digunakan untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan suatu sistem. Ada beberapa jenis sistem pengendalian, yaitu Sistem Pengendalian Umpan Maju (*open loop*), Sistem Pengendalian Umpan Balik (*Close Loop*) [3]. Sistem pengendalian *open loop*, adalah sistem di mana keluaran tidak mempengaruhi aksi pengendalian. Sedangkan Sistem Pengendalian *Close Loop*, adalah sistem di mana keluaran berperan dalam aksi kendali, artinya sistem ini mempertahankan hubungan yang telah ditentukan antara keluaran dan masukan acuan dengan membandingkannya serta menggunakan selisihnya sebagai alat pengendali [4]. Kebanyakan, di PLTU menggunakan sistem pengendalian *Close Loop* dengan tujuan untuk kelancaran proses operasi, kestabilan proses dan efisiensi biaya. Pada sistem udara pembakaran terutama pada FDF, paramater yang perlu dikendalikan adalah berupa tekanan (*pressure*) yang ada di ruang pembakaran (*furnace*).

Force Draft Fan merupakan alat yang digunakan untuk menyuplai atau memaksa udara luar masuk ke dalam ruang bakar *boiler*. FDF ini digerakkan oleh motor listrik dan terletak pada ujung saluran air intake *boiler*. Fan ini bekerja pada tekanan tinggi untuk menghasilkan udara sekunder yang dialirkan ke dalam *boiler*. Udara ini kemudian dicampur dengan bahan bakar dan digunakan sebagai udara pembakaran di *furnace boiler*. Udara yang dihasilkan oleh FDF diambil dari udara luar [5]. *Boiler* adalah alat yang umum digunakan di industri untuk memproduksi uap yang diperlukan dalam proses produksi dan pembangkit listrik. Efisiensi serta emisi dari proses pembakaran dalam *boiler* sangat tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan [6]. Pembakaran adalah

reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang menghasilkan panas, cahaya, serta produk pembakaran seperti gas, uap, dan abu. Proses ini dimulai dengan menghasilkan api melalui pemanasan bahan bakar menggunakan sumber panas. Selanjutnya, udara diambil oleh pembakar untuk menyediakan oksigen yang diperlukan agar pembakaran bahan bakar dapat berlangsung dengan baik. Energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran digunakan untuk memanaskan air atau media lainnya dalam *boiler* atau *furnace*, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan uap atau untuk pemanasan dalam proses industri lainnya.

Proses pembakaran yang optimal sangat penting untuk mempertahankan efisiensi dan kinerja mesin *boiler*. Pembakaran memerlukan tiga unsur utama, yaitu: Kehadiran udara, yang diperlukan untuk menciptakan campuran antara bahan bakar dan udara. Tanpa adanya udara, proses pembakaran tidak akan stabil. Udara yang dibutuhkan diperoleh dari lingkungan sekitar. Bahan bakar hanya akan terbakar jika temperaturnya meningkat hingga mendekati suhu udara [7]. Apabila proses pembakaran tidak dikendalikan, akan timbul berbagai masalah, seperti efisien pembakaran yang rendah akan menghasilkan gas buang yang lebih banyak dan bisa berpotensi mencemari lingkungan sekitar PLTU, kondisi pembakaran yang tidak stabil juga dapat merusak peralatan seperti *boiler* dan alat besar lainnya. Selain itu pembakaran yang tidak dikendalikan juga dapat meningkatkan risiko ledakan yang dapat membahayakan keselamatan operasional.

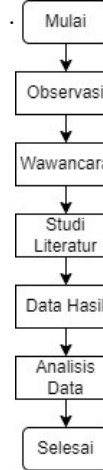
Pengontrolan tekanan udara merupakan salah satu sistem kontrol yang sangat umum diterapkan di dunia industri[8]. *Transmitter* adalah perangkat yang digunakan sebagai kelanjutan dari sensor, di mana *Transmitter* ini mengubah sinyal proses yang diterima oleh detektor menjadi sinyal listrik, kemudian mengirimkannya ke alat penerima seperti pencatat, pengendali, atau penunjuk [9]. *Transmitter* berfungsi dengan mengonversi perubahan yang terdeteksi oleh sensor menjadi sinyal listrik. Proses ini dapat dilakukan melalui sistem transmisi pneumatik, menggunakan udara bertekanan dalam kisaran 3-15 psi,

atau melalui sistem transmisi elektronik dengan rentang sinyal listrik 4-20 mA atau 1-5 VDC. Sebagai bagian dari sistem pengendalian proses, *Transmitter* juga dilengkapi dengan indikator seperti layar LCD atau lampu, yang memungkinkan pengecekan manual di lapangan sebelum sinyal dikirim ke ruang kontrol [10]. Sedangkan *Pressure Transmitter* adalah alat yang digunakan di industri untuk mengukur tekanan pada fluida, baik gas maupun cairan. Fungsinya adalah mendeteksi tekanan statis dari fluida dan kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik dalam rentang 4-20 mA atau 1-5 VDC, yang dapat dengan mudah ditransmisikan ke sistem kontrol atau komputer untuk pengolahan data. *Pressure Transmitter* dapat digunakan untuk pengukuran tekanan di tangki atau sebagai sensor tekanan udara pada kompresor, dengan output dan kapasitas kerja yang disesuaikan dengan kebutuhan industri, termasuk rentang output dan batasan tekanan yang telah ditentukan [11].

Dalam penelitian ini, penulis bertujuan untuk membahas efektivitas penggunaan *Pressure Transmitter* pada *Force Draft Fan* (FDF) dalam konteks industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Observasi dilakukan di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Pengujian mencakup pengukuran tekanan untuk menentukan batas kesalahan (*error*), serta analisis respons posisi *inlet damper* dalam pengaturan aliran udara.

2. METODE PENELITIAN

Peneliti menggunakan metode literatur dengan menelaah standar dan aturan terkait Sistem Kendali Tekanan Udara Sekunder pada *Force Draft Fan* (FDF) PLTU. Studi ini mencakup regulasi mengenai pengendalian tekanan udara, aliran udara pembakaran, spesifikasi teknis *Pressure transmitters*, serta pengaturan *inlet damper*, yang disesuaikan dengan standar operasional PLTU.



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

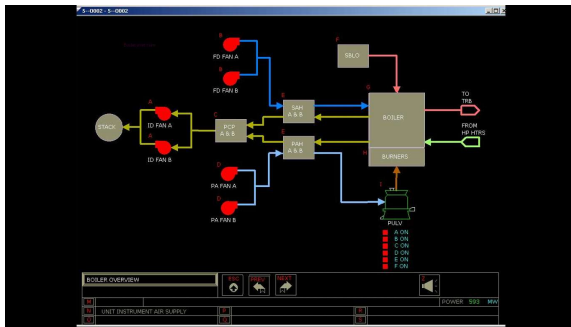
Data dikumpulkan melalui penelitian literatur, yang mencakup sumber seperti jurnal ilmiah, dan dokumen teknis. Pengumpulan data melalui metode observasi dilakukan dengan meninjau data teknis dari operasi lapangan, termasuk pengukuran tekanan, aliran udara, dan kinerja FDF yang dihasilkan dari pengujian sistem kendali. Metode wawancara meliputi pengajuan pertanyaan, pembelajaran teori, serta konsultasi langsung dengan para ahli yang berpengalaman di bidang sistem kendali PLTU.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. SISTEM UDARA PEMBAKARAN

Dalam proses produksi PLTU adanya sistem pengaturan udara pembakaran sangat diperlukan untuk menunjang kesempurnaan proses produksi listrik. Sistem pengaturan udara pembakaran sesuai namanya sistem ini mengatur agar kebutuhan udara pembakaran dapat tercukupi dan menjadikan proses pembakaran didalam *furnace* menjadi sempurna. Pembakaran sempurna sangat diperlukan dalam proses PLTU, apabila proses pembakaran tidak sempurna maka uap yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar yang diinginkan, hal ini bisa menyebabkan kekurangan pasokan uap untuk pemutar turbin sehingga listrik yang dihasilkan generator jadi lebih sedikit. Selain itu pembakaran yang tidak sempurna juga dapat merusak konstruksi dari *blade* (bilah) turbin apabila uap yang digunakan untuk memutar turbin tidak berupa

uap jenuh atau uap kering. Berikut adalah gambar sistem udara pembakaran pada PLTU yang dapat dilihat di



Gambar 2. Tampilan HMI Sistem Udara Pembakaran

Sumber : PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya Gambar 2.

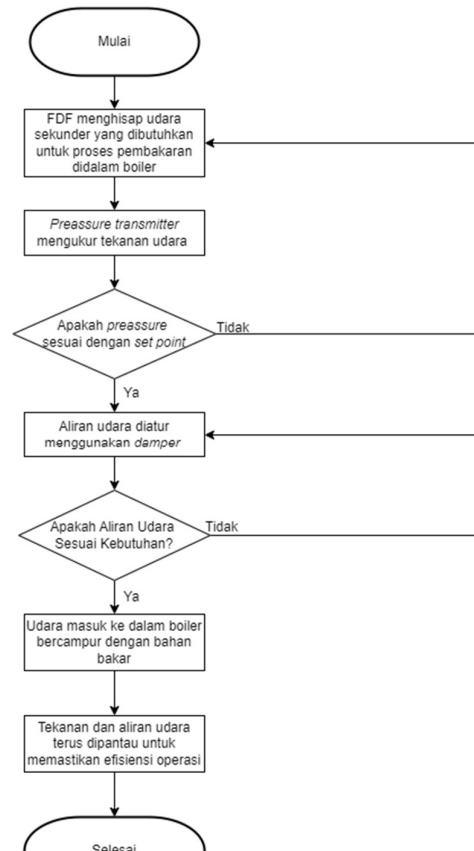
Pada Gambar 2 ditampilkan *Human Machine Interface* (HMI) untuk Sistem Udara Pembakaran. Dalam sistem ini, terdapat berbagai alat yang mendukung operasionalnya, yaitu *Primary Air Fan* (PAF), *Force Draft Fan* (FDF), dan *Induced Draft Fan* (IDF), yang masing-masing memiliki peran penting dalam proses pembakaran di dalam *furnace* dan menunjang satu sama lain sehingga menjadi sistem udara pembakaran. Udara yang digunakan merupakan udara primer dan udara sekunder. Udara primer dihasilkan dari *Primary Air Fan* (PAF) yang kemudian dipanaskan suhu (*temperatur*) udaranya dengan *Primary Air Heater* (PAH) sehingga mencapai suhu 280° C. Sedangkan udara sekunder yang dihasilkan dari FDF digunakan untuk membantu proses pembakaran dan penyeimbangan tekanan dalam *furnace* yang sebelumnya udara ini juga dipanaskan terlebih dahulu pada *Secondary Air Heater* agar udara sekunder ini tidak mengganggu proses pembakaran pada *boiler*.

Proses sirkulasi udara ini awalnya dimulai dari penghalusan batu bara di *Pulverizer*, suplai udara dari PAF bertujuan untuk meringankan batu bara dari kandungan air serta sebagai transportasi batu bara yang sudah dihaluskan hingga kehalusannya mencapai 200 *mesh* ke proses pembakaran didalam *boiler*. Batu bara yang sudah terbakar akan menghasilkan gas panas yang kemudian dialirkan untuk memanaskan *steam drum*, *pipa wall tube*, *super heather*, *reheater* dan *economizer*.

Selain gas panas biasanya pembakaran juga menghasilkan abu (*ash*), *ash* yang massanya lebih berat dan tidak terbawa hingga menuju cerobong (*stack*) dinamakan *fly ash*, sedangkan gas buang hasil pembakaran tadi karena masih memiliki suhu yang panas akan dimanfaatkan kembali untuk memanaskan *primary air heather* dan *secondary air heather* yang berfungsi sebagai pemanas udara dari IDF. Setelah melewati *air heather* dilanjutkan menuju *electrostatic precipitator* untuk menangkap *fly ash* dengan prinsip konduktivitas magnet, *ash* yang tertangkap pada sistem ESP ditampung ke transporter untuk selanjutnya diolah lebih lanjut. Gas buang dan *fly ash* yang masih tersisa selanjutnya dibuang menuju ke *stack* dengan bantuan dorongan dari IDF.

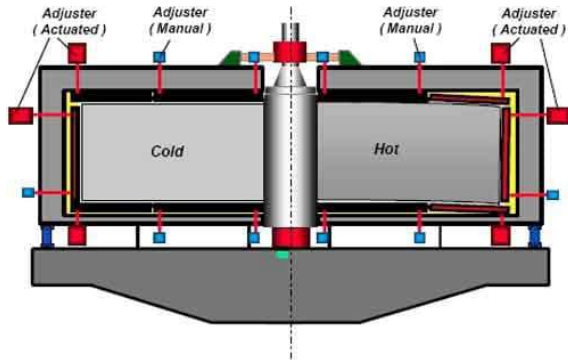
3.2. CARA KERJA FORCE DRAFT FAN (FDF)

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya pada proses kerja FDF dalam menyuplai udara untuk pembakaran di dalam *boiler*, tahapan-tahapan tersebut tersusun dalam bentuk flowchart yang dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Flowchart Cara Kerja Force draft fan (FDF)

Pada Gambar 3 dijelaskan tentang cara kerja *Forced Draft Fan* (FDF) yang terdiri dari beberapa tahap. Proses dimulai dengan FDF yang menghisap udara sekunder dari luar sebagai penyuplai udara pembakaran di dalam *boiler*. Udara yang masuk kemudian diukur tekanannya menggunakan *Pressure Transmitter*, yang hasilnya akan dibandingkan dengan *set point* yang ditentukan, yaitu 100 mmwg. Jika tekanan udara sesuai ataupun mendekati *set point*, aliran udara masuk dan diatur oleh *damper*. Udara yang telah diatur alirannya kemudian dialirkan ke dalam *boiler*, di mana ia bercampur dengan bahan bakar seperti batu bara dan minyak solar untuk memulai proses pembakaran di *furnace*. Selama proses ini, tekanan dan aliran udara terus dipantau secara *real-time* untuk memastikan pembakaran berlangsung optimal di dalam *boiler*, seperti pada Gambar 4 yang menunjukkan sistem air heater..



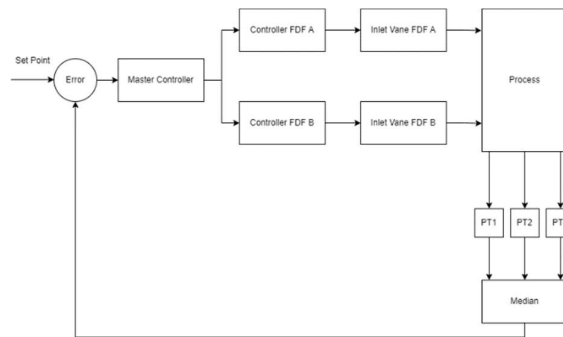
Gambar 4. Air Heater

Sumber : PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya

Pada Gambar 4 merupakan gambar *Air Heater*, yaitu komponen pemanas yang berfungsi untuk memanaskan udara primer dan sekunder di dalam unit pembangkit sebagai pemanas awal udara. Pada saat FDF bekerja memberikan tekanan udara positif dengan cara menghisap udara luar yang bertemperatur kira-kira 30°C kemudian udara tersebut akan dipanaskan melalui *secondary air heater* (SCAH) dengan memanfaatkan gas buang hasil pembakaran didalam *boiler*, pada SCAH udara melalui elemen-elemen berputar yang dilalui gas sisa pembakaran *boiler* sehingga panas dari gas sisa pembakaran tersebut berpindah pada udara dari FDF

3.3. SISTEM KENDALI TEKANAN UDARA PADA *FORCE DRAFT FAN* (FDF)

Penelitian ini berfokus pada sistem kendali tekanan udara pada *Force Draft Fan* (FDF) untuk menjaga kestabilan tekanan udara dalam *boiler*. Dengan memanfaatkan teknologi *Pressure transmitter*, sistem ini dirancang untuk secara otomatis menyesuaikan tekanan udara, meningkatkan efisiensi pembakaran, dan mendukung operasi pembangkit listrik secara keseluruhan, seperti pada Gambar 5.



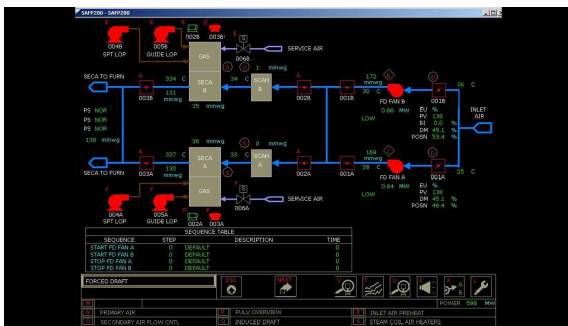
Gambar 5. Sistem Kendali *Force draft fan* (FDF)
Sumber : PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya

Keterangan:

1. *Set point*
2. *Error*
3. *Master Controller*
4. *Controller FDF A dan B*
5. *Inlet damper FDF A dan B*
6. *Procces*
7. *Pressure transmitter 1-3*
8. *Median*

Pada Gambar 5 dijelaskan tentang sistem kendali FDF menggunakan metode pengendalian *close loop*. Sistem ini disebut *close loop* karena menggunakan tiga

sensor *Pressure Transmitter* yang dipasang dilokasi berbeda untuk memantau tekanan udara. Nilai tekanan yang digunakan dalam proses kendali diambil dari median hasil pengukuran ketiga sensor *Pressure transmitter* tersebut. Jika tekanan yang terdeteksi oleh sensor tidak sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan, sistem akan mengidentifikasi adanya *error*. Nilai *error* ini kemudian diproses oleh *controller* yang akan mengirim perintah untuk menyesuaikan pembukaan *inlet damper* FDF. Jika tekanan terdeteksi lebih rendah dari *set point*, *master controller* akan memerintahkan aktuator untuk memperbesar pembukaan *inlet damper* FDF. Sebaliknya, jika tekanan lebih tinggi dari *set point*, *master controller* akan memerintahkan untuk mengurangi pembukaan *inlet damper* FDF. Dengan pengendalian tekanan udara sekunder, sistem memastikan bahwa tekanan udara yang disuplai oleh FDF selalu berada dalam kisaran yang optimal untuk mendukung proses pembakaran di dalam boiler. Berikut adalah gambar tampilan HMI sistem



Gambar 6. Tampilan HMI Sistem Kendali *Force Draft Fan* (FDF)

Sumber : PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya kendali FDF yang dapat dilihat di Gambar 6.

Pada Gambar 6 merupakan pengendalian FDF yang dilakukan secara digital menggunakan HMI (*Human Machine Interface*). Terdapat beberapa indikator pengukuran yang berfungsi untuk pemantauan atas sistem yang beroperasi. Indikator yang berasal dari sensor biasanya diletakkan sebelum atau sesudah aktuator. Pada setiap *Inlet damper* dan FDF terdapat beberapa indikator yang ditampilkan pada HMI yaitu PV (*Procces Variable*) indikator ini menandakan *set point* yang berada pada

furnace, PV ini berpengaruh pada *demand* pembukaan pada *Inlet damper* FDF apabila sedang dalam kontrol otomatis, selanjutnya adalah DM (*Demand*) indikator ini merupakan permintaan seberapa besar pembukaan *damper*. Selajutnya POSN (*Position*) adalah indikator yang menandakan posisi aktual dari pembukaan *damper* yang berada dilokal.

3.4. PRESSURE TRANSMITTER

Penelitian ini membahas *Pressure transmitter*, komponen penting dalam sistem kendali tekanan udara pada *Force Draft Fan* (FDF). Alat ini mengukur tekanan udara secara akurat dan mengirimkan data ke sistem



kendali untuk menyesuaikan *inlet damper*, seperti yang dijelaskan pada Gambar 7.

Pada Gambar 7 merupakan alat instrumentasi FDF yaitu sensor *pressure transmitter*. *Pressure transmitter* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi tekanan dari suatu fluida dalam ruangan tertutup lalu mengubahnya menjadi besaran analog elektrik yang diinginkan sebelum disampaikan ke kontroler atau ditampilkan pada display di lapangan. *Pressure*

Gambar 7. *Pressure transmitter*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Transmitter ini mengalami kontak langsung dengan fluida yang diukur, tekanannya dialirkan dalam satu pipa kecil (*tubing*) dan dapat langsung dideteksi berapa nilai tekanan fluida saat itu. *Transmitter* ini akan dihubungkan dengan *set point* tertentu sesuai dengan besaran apa yang akan diukur. Besaran tekanan yang didapat biasanya dalam persentase atau sinyal pneumatik (3-15 psig) yang akan dikonversi menjadi besaran digital (4-20 mA).

3.5. INLET DAMPER

Penelitian ini juga membahas *Inlet damper*, komponen penting dalam sistem kendali udara pada *Force Draft Fan* (FDF). *Inlet damper* berfungsi untuk mengatur aliran udara yang masuk ke dalam sistem, sehingga dapat menyesuaikan jumlah udara yang disuplai sesuai dengan kebutuhan proses pembakaran. Dengan pengendalian yang tepat, *inlet damper* memastikan bahwa tekanan udara tetap berada dalam kisaran optimal, mendukung efisiensi pembakaran dan kinerja sistem pembangkit listrik secara keseluruhan, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Inlet damper*
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Pada Gambar 8 merupakan alat aktuator FDF yaitu *Inlet damper*. *Inlet damper* adalah alat yang digunakan untuk mengatur aliran udara atau gas yang masuk ke dalam sistem seperti ruang pembakaran pada *boiler*. Alat ini berfungsi dengan membuka, menutup, atau menyesuaikan posisi bilahnya untuk mengontrol jumlah serta kecepatan aliran udara yang masuk. Pengoperasian *Inlet damper* dapat dilakukan secara digital dengan mode buka atau tutup penuh, atau secara analog dengan pengaturan variabel bukaan dari 0% hingga 100%, tergantung kebutuhan sistem. *Inlet damper* memiliki peran penting dalam industri karena mampu meningkatkan efisiensi, menghemat energi, dan menjaga kestabilan operasi. Dengan mengatur aliran udara yang tepat, proses pembakaran dapat berjalan optimal sehingga meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Selain

3.6. HASIL PENGUKURAN PRESSURE

Penelitian ini membahas hasil pengukuran tekanan pada sistem kendali *Force Draft Fan* (FDF). Pengukuran tekanan udara dilakukan secara terus-menerus menggunakan *Pressure transmitter* untuk memastikan bahwa tekanan yang disuplai ke dalam *boiler* sesuai dengan *set point* yang ditentukan. Hasil pengukuran ini menjadi dasar bagi sistem kendali untuk melakukan penyesuaian yang diperlukan, seperti mengatur posisi *inlet damper*. Dengan pemantauan dan pengendalian yang akurat, sistem dapat meningkatkan efisiensi proses pembakaran dan menjaga kinerja optimal dari pembangkit listrik, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

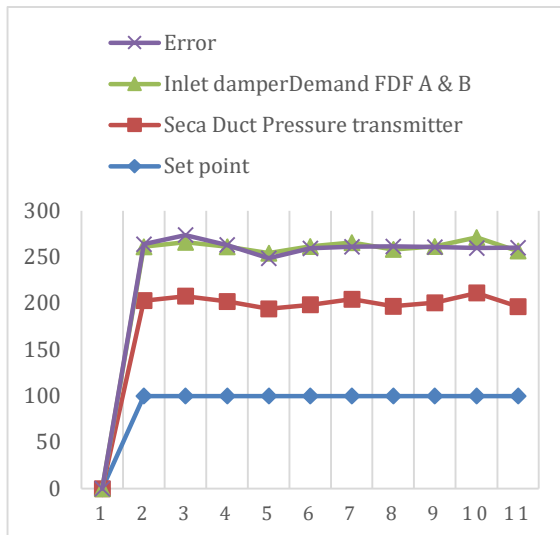
Tabel 1. Hasil Pengukuran Tekanan pada *Force Draft Fan* (FDF)

<i>Set point</i>	Seca Duct	<i>Inlet damper</i>	Error
	<i>Pressure transmitter</i> (mmwg)	Demand FDF A & B (%)	
100	102.85	58.28	2.85
100	107.72	58.46	7.72
100	101.87	59.39	1.87
100	94.37	60.03	-5.63
100	98.31	63.07	-1.69
100	104.53	61.22	-4.53
100	96.66	61.47	3.34
100	100.76	60.79	-0.76
100	111.31	59.92	-11.31
100	96.43	60.15	3.57

Sumber : PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran tekanan udara menggunakan *pressure transmitter* dengan *set point* sebesar 100 mmwg. Tekanan yang terukur itu bervariasi, mulai dari yang terkecil yaitu 94.37 mmwg, hingga nilai terbesar yaitu 111.31 mmwg, dan nilai *error* terbesar mencapai 11.31 mmwg dan *error* terkecil sebesar -0.76 mmwg. Adapun Perubahan posisi *inlet damper* berkisar antara 58.28% hingga 63.07% yang menunjukkan respons sistem terhadap nilai tekanan.

Berdasarkan Tabel 1, untuk memperjelas data yang disajikan, dapat dilihat dalam bentuk grafik diagram balok pada Gambar 9. Grafik ini memvisualisasikan perbandingan antara *set point*, tekanan duct, permintaan inlet damper, dan *error* yang terjadi, sehingga memudahkan pemahaman terhadap dinamika sistem.



Gambar 9. Grafik Representasi

Setelah menganalisis Gambar 9, terlihat bahwa sistem duct pressure transmitter menunjukkan variasi yang mencolok dalam nilai pengukuran tekanan, dengan rentang antara 94.37 mmwg hingga 111.31 mmwg. Meskipun terdapat beberapa titik dengan *error* yang cukup besar, banyak pengukuran tetap mendekati *set point* 100 mmwg, menandakan bahwa sistem memiliki kemampuan untuk kembali ke nilai target meskipun menghadapi tantangan. Permintaan inlet damper yang bervariasi juga berkontribusi terhadap perubahan tekanan, sehingga pemantauan yang cermat diperlukan. Oleh

karena itu, disarankan untuk melakukan penyesuaian pada kontrol inlet damper guna meningkatkan respons terhadap variasi tersebut, serta melakukan pemantauan rutin untuk mengidentifikasi pola dan penyebab ketidakstabilan. Selain itu, analisis lebih mendalam terhadap titik-titik dengan *error* tinggi sangat penting untuk menentukan tindakan perbaikan yang tepat. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan kinerja sistem dapat ditingkatkan dan stabilitas tekanan dapat lebih terjaga.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *pressure transmitter* pada *Force Draft Fan* (FDF) di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya sangat efektif dalam pengendalian tekanan udara. Nilai tekanan yang terukur bervariasi mulai dari 94.37 mmwg hingga 111.31 mmwg, dengan *set point* ditetapkan pada 100 mmwg. Meskipun terdapat beberapa kesalahan pengukuran yang perlu dievaluasi lebih lanjut, sistem tetap beroperasi dalam batasan yang dapat diterima. Respons sistem terhadap posisi *inlet damper* menunjukkan bahwa pengaturan aliran udara dilakukan secara dinamis untuk mempertahankan tekanan optimal. Keberadaan tiga sensor *pressure transmitter* dalam sistem kendali *close loop* terbukti efektif dalam memantau dan menyesuaikan pembukaan *inlet damper* FDF, sehingga memastikan stabilitas dan efisiensi pembakaran dalam *boiler*. Penelitian ini menekankan pentingnya pengendalian tekanan udara di FDF untuk meningkatkan efisiensi operasi PLTU serta mengidentifikasi potensi risiko dari pengendalian yang tidak optimal. Hasil penelitian ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan lebih lanjut dalam sistem kendali tekanan di industri pembangkitan listrik, bertujuan untuk meningkatkan kinerja dan keselamatan operasional secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya atas kerjasama dan bantuan selama penelitian ini. Penghargaan khusus peneliti sampaikan kepada Bapak Eko Wahyu Nugroho

selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan banyak ilmu, serta Bapak Dr. Siswo Wardoyo, S.T, M. Eng selaku dosen pembimbing yang telah membantu membimbing peneliti serta menyempurnakan penulisan penelitian ini. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penelitian ini.

Transmitter Dengan Metode Zero Suppression Pada Tangki Setting DP Transmitter Parameters with Zero Suppression Method on Tanks,” *J. Teknol.*, vol. 13, no. 1, pp. 3–7, 2023.

[11] L. A. Fatimah and R. Hidayat, “Analisis Hasil Studi Kasus Kalibrasi *Pressure transmitter* dengan Metode Zero Calibration,” *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 21–29, 2024, doi: 10.33019/electron.v5i1.109.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. V. Yunitasari, A. V. Yunitasari, and S. Pramono, “Sistem Proteksi Over Current Relay Motor Forced Draft Fan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap,” *J. Teknol. Universitas Muhammadiyah Jakarta*, vol. 13, no. 1, pp. 55–62, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/6002>
- [2] A. Syarief, Y. B. Setiambodo, M. N. Ramadhan, and A. Sabitah, “Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran Untuk Mengoptimalkan Proses Pembakaran *Boiler* Pt. Pln (Persero) Sektor Pembangkitan Asam Asam Unit 3 & Unit 4,” *Info-Teknik*, vol. 21, no. 1, p. 85, 2020, doi: 10.20527/infotek.v21i1.8966.
- [3] M. Amin and M. Syahputra Novelan, “Sistem Kendali Obstacle Avoidance Robot sebagai Prototype Social Distancing Menggunakan Sensor Ultrasonic dan Arduino,” *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 5, no. 1, pp. 148–153, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v5i1.3003>
- [4] S. Habibie, A. P., & Wardoyo, “Susunan Panitia □ Penanggung Jawab □ Pengarah □ Ketua Pelaksana □ Komite Program □ Komite Pelaksana”.
- [5] J. Desember, A. Nugraha, and N. G. Pahiyanti, “Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah Sistem Kendali dan Proteksi Coal Feeder pada Unit 1-4 PLN Indonesia Power UBP Suralaya Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah,” vol. 15, no. 2, pp. 119–130, 2024.
- [6] M. Faisal, “Eksperimen Pembakaran dalam *Boiler* untuk Evaluasi Kinerja dan Emisi Menggunakan Bahan Bakar Padat Kelapa Sawit,” vol. IX, no. 3, pp. 10175–10183, 2024.
- [7] C. Sihombing, P. R. Rumahorbo, and R. Situmorang, “Analisis Sistem Interlock Motor Force / Induced Draft Fan Pada *Boiler* Dengan Pengendalian Dcs Di Pt Unilever Oleochemical Indonesia Analysis Of The Interlock Motor Force / Induced Draft Fan System On *Boilers* With Dcs Control At Pt Unilever Oleochemical In,” pp. 1–8.
- [8] P. H. Suharti, A. S. Suryandari, and R. N. Amalia, “Analisis Kinerja Modul Pengendali Tekanan Udara Pct-14 Berbasis Plc Dengan Berbagai Metoda Tuning,” *Sebatik*, vol. 26, no. 2, pp. 420–427, 2022, doi: 10.46984/sebatik.v26i2.2134.
- [9] M. Mansyur, S. Hanief, and Y. Yuniyanto, “Sistem Level Kontrol Menggunakan Differential *Pressure transmitter* untuk Tangki Timbun CPO,” *IRA J. Tek. Mesin dan Apl.*, vol. 1, no. 3, pp. 10–19, 2023, doi: 10.56862/irajtma.v1i3.25.
- [10] A. Gatari and Y. Saragih, “Setting Parameter DP