

ANALISA DAYA HISAP ID FAN PADA PLTU KAPASITAS 400 MW

Arrad Ghani Safitra¹⁾, Apriani Rosnauli S.¹⁾, Setyo Nugroho¹⁾

¹⁾Sistem Pembangkit Energi, PENS, Jl. Raya ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111
60111

Email: arradgs@pens.ac.id

Abstract

Fans are one of the types of turbomachinery used to move air continuously with creating pressure differential. ID Fan is one of Fan in boiler application for sucking out flue gas and delivering it's toward stack. Processing of remove flue gas it's depending on load, quality of coal, and rotational speed that impact on ID Fan's performance. It has been proved due to organized data 62.5%, 75%, 87.5% & 100% of load it's give more negative or vacuum along gas-air profile especially when entering the ID Fan. Therefore ID Fan has rotational speed value limitation at 719 RPM. Due to comparing with maximal rotational speed the calculation based on suction capacity at this time is 74.5% while at commissioning state is around 98.5%. This caused by the different of coal ranked that impacting on requirement of air supplied in the processes. The data shows when the rank of coal is mixture between medium and low, ID Fan handling the airflow 428 m³/s whereas high rank-coal is lower about 389 m³/s.

Keywords: *ID fan, suction capacity, load, coal, rotational speed*

Abstrak

Fan merupakan salah satu turbomachinery yang berfungsi untuk memindahkan udara atau gas dengan menghasilkan kenaikan tekanan. ID Fan merupakan salah satu pengaplikasian Fan pada boiler yang berfungsi untuk menghisap gas buang serta mengalirkannya menuju stack. Penghisapan gas buang dari boiler sangat dipengaruhi oleh beban, kecepatan putar dan kualitas batubara sehingga berdampak pada performa ID Fan sendiri. Hal ini terbukti saat dilakukan pengambilan data berdasarkan beban sekitar 62.5%,75%,87.5%,&100% memberikan profil tekanan disepanjang udara-gas yaitu semakin negatif atau vakum pada masukan ID Fan. Dimana kinerja ID Fan sendiri memiliki keterbatasan nilai maksimal kecepatan putar yaitu 719 RPM. Saat dilakukan perhitungan dengan membandingkan pada kecepatan putar maksimal didapatkan daya hisap sebesar 74.5% dalam kondisi operasi dan 98.5% pada commissioning. Perbedaan ini terjadi karena pengaruh kualitas batubara sehingga berdampak pada jumlah udara yang dibutuhkan meningkat setelah dilakukan perubahan batubara menjadi campuran MRC dan LRC sebesar 428(m³/s) dan saat menggunakan HRC sebesar 389(m³/s).

Kata Kunci: *ID Fan, kapasitas hisap, beban, batubara, kecepatan putar*

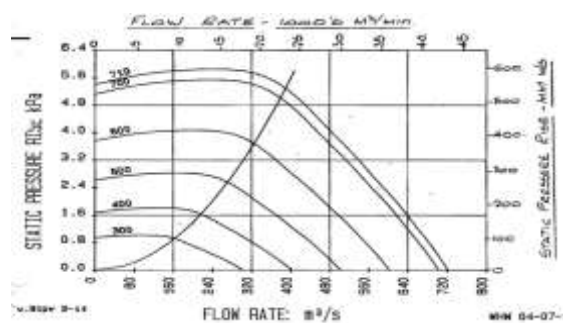
PENDAHULUAN

Dalam proses pembakaran di dalam boiler, udara dan gas buang saling terkait sehingga terintegrasi untuk menghasilkan draft yang berfungsi mengontrol tekanan pada furnace agar berada dalam kondisi vakum. Draft ini merupakan istilah pergerakan aliran udara dan gas buang akibat adanya perbedaan tekanan dari peralatan mekanis berupa Fan. Jenis ini dikenal dengan balanced draft dimana merupakan kombinasi dari forced

draft dan *induced draft*. Dimana *induced draft fan* berfungsi untuk menjaga tekanan dalam *furnace* bernilai negatif [1]. ID *Fan* dalam operasinya sebagai pengatur tekanan banyak diteliti salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh S. Sudhakar dan C.M. Raguraman menjelaskan bahwa jalur udara dan gas buang memiliki peranan penting dalam menjaga pembakaran yang sempurna dan stabil [2]. Selain itu, saat gas buang tidak teralirkan sempurna menuju stack maka dapat mengakibatkan ledakan pada boiler dan menurunkan efisiensi dari boiler sendiri [3]. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa melalui grafik performa *Fan* untuk mengetahui kinerja *Fan* saat ini dengan perhitungan daya hisap. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan bahwa ID *Fan* masih berada dalam range di grafik performa serta mengalami penurunan daya hisap. Hal ini karena perubahan konsumsi batubara serta adanya faktor penggunaan sehingga mengakibatkan adanya kerak di sepanjang saluran udara-gas dan berdampak pada ID *Fan* yang bekerja keras dengan menurunkan kecepatan putar agar dapat berfungsi sebagai pengatur *furnace*.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan dengan metode perbandingan nilai berdasarkan grafik performa *Fan* dari vendor seperti pada gambar 1. Grafik ini akan diplot menggunakan bantuan *software* “Get Data Graph Digitizier” untuk mendapatkan nilai per titik dan dapat dibandingkan dengan data operasi melalui Microsoft excel serta mendapatkan fungsi matematisnya.



Gambar 1. Grafik Perfoma *Fan*

Data operasi yang dibandingkan merupakan data berdasarkan pembebanan yaitu 250 MW, 300 MW, 350 MW, dan 400 MW seperti yang disajikan pada tabel 1. Setelah itu dilakukan pembuatan grafik kecepatan putar dengan aliran udara untuk mengetahui

korelasinya dengan model matematis yang didapatkan. Selanjutnya yaitu membandingkan data grafik performa *Fan* vendor yang didapatkan dengan data operasi untuk mengetahui posisi kinerja ID *Fan* dan daya hisap saat ini dengan *commissioning*

Tabel 1. Tabel Data Operasi

| ID Fan Flow (m ³ /s) | Tekanan IDF A (mmwc) | Tekanan IDF B (mmwc) | n IDF A (mmwc) | n IDF A (mmwc) | ρ (kg/m ³) |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|------------------------|
| 289.71 | 74.9 | 63.9 | 521.3 | 497.1 | 1.144 |
| 333.56 | 211 | 200 | 558.3 | 5631 | 1.144 |
| 379.16 | 293 | 287 | 624.6 | 657.2 | 1.144 |
| 428.04 | 350 | 319 | 674 | 680.3 | 1.144 |

HASIL DAN PENELITIAN

Saat beban meningkat maka udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran meningkat. Peningkatan kebutuhan udara berdampak pada kuantitas gas buang. Oleh karena itu, saat beban meningkat maka RPM pada *ID Fan* berputar lebih cepat untuk menghisap gas buang. Peningkatan kecepatan putar berpengaruh terhadap mekanisme strategi pengaturan gas buang yang dihisap yaitu pada sisi konsumsi oli pada *fluid coupling* di *ID Fan*.



Gambar 2. Grafik Pengaruh RPM ID *Fan* A Terhadap Jumlah Aliran Fluida



Gambar 3. Grafik Pengaruh RPM ID *Fan* B Terhadap Jumlah Aliran Fluida

Hal ini dapat diperjelas dengan hukum *Fan* bahwa perubahan kecepatan putar akan mempengaruhi baik aliran fluida maupun tekanan.

$$Airflow\ final = Airflow\ initial \times \frac{RPM\ final}{RPM\ initial} \quad [4]$$

Berdasarkan rumus diatas, terlihat bahwa hubungan kecepatan putaran sebanding lurus dengan *fluid flow* yang dibutuhkan. Sehingga dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut,

- Untuk *Fluid Flow ID Fan A*

$$f(x)=3976.1x - 704725$$

- Untuk *Fluid Flow ID Fan B*

$$f(x)=3113.2x - 206905$$

Setelah mendapatkan persamaan, maka dapat digunakan untuk memperkirakan berapa jumlah aliran yang mampu dikendalikan ID *Fan* agar dapat bekerja. Melalui data *manual book* diketahui kecepatan putar ID *Fan* memiliki batasan maksimal yaitu 719 RPM. Dari fungsi yang didapatkan terdiri atas 2 fungsi dengan *trendline linear* yang menyatakan adanya selisih karena fluida pada *fluid flow* terdiri dari udara primer, udara sekunder dan laju bahan bakar sedangkan pada ID *Fan flow* hanya udara primer dan sekunder. Hal ini terjadi karena saat proses pembakaran laju bahan bakar bereaksi dan menghasilkan sisa pembakaran seperti *fly ash* dan *bottom ash* dimana tidak dibahas secara mendetail.

Nilai maksimal jumlah aliran yang diperoleh yaitu sekitar 2.154.090,9 kg/h pada ID *Fan A* dan 2.031.485,8 kg/h pada ID *Fan B*. Hasil ini dapat digunakan untuk memperkirakan berapa batasan kualitas batubara yang dapat digunakan. Hal ini karena kualitas batubara sangat mempengaruhi kuantitas aliran batubara maupun aliran udara sehingga akan berdampak pada kinerja ID *Fan* sebagai komponen untuk menghilangkan hasil gas buang di dalam furnace. Selain itu, saat ID *Fan* bekerja pada limit kerjanya maka akan menghasilkan efisiensi yang rendah bahkan mempengaruhi peningkatan konsumsi dayanya. Hal ini sesuai dengan hukum *fan* dimana $\frac{kW1}{kW2} = \left(\frac{N1}{N2}\right)^3$ [4]. Dalam penelitian ini bertujuan memberikan gambaran bahwa yang berpengaruh dalam sistem balanced draft yaitu tekanan dimana akan mempermudah aliran dalam bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah.

Dalam menganalisa performa ID *Fan* dapat dilakukan berdasarkan daya hisap dimana pada tabel 2 dan 3 terlihat bahwa terjadi penurunan dari *commissioning* ke kondisi operasi. Hal ini terjadi karena beberapa hal yaitu waktu pemakaian, perubahan kualitas batubara, strategi pengaturan dll. Dalam melihat daya hisap dilakukan berdasarkan 2 perspektif yaitu tekanan maksimum dan aliran maksimum. Perspektif ini

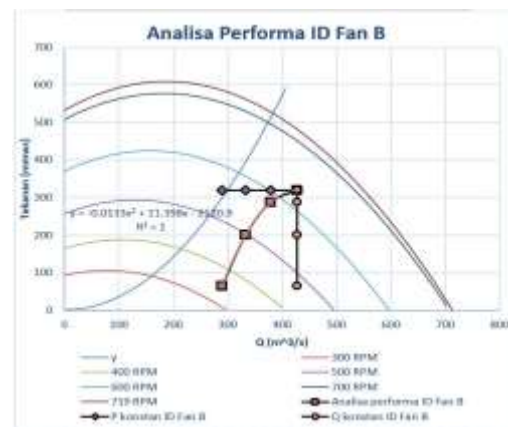
dilakukan karena kinerja ID *Fan* secara mekanis yaitu bergantung pada 2 parameter tersebut. Namun pada saat dilakukan perhitungan terdapat selisih dan lebih tinggi pada kondisi aliran maksimum dibanding dengan tekanannya. Hal ini terjadi karena dengan waktu pemakaian yang lama maka akan terjadi pengendapan dan kerak di sepanjang jalur udara-gas serta diperparah dengan penggantian batubara ke kualitas rendah. Akibatnya, tekanan menurun untuk tetap menghantarkan aliran dengan kuantitas besar dan hal ini akan berdampak pada kinerja fan yang akan dibahas setelah ini.

Tabel 2. Tabel Hasil Data Berdasarkan Aliran Maksimum

| Daya Hisap Berdasarkan Q Maksimum (m ³ /s) | | | | | |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| ID Fan A | | ID Fan B | | Comissioning | |
| 81 % | | 78 % | | 98 % | |
| Q max operasi (m ³ /s) | Q max vendor (m ³ /s) | Q max operasi (m ³ /s) | Q max vendor (m ³ /s) | Q max operasi (m ³ /s) | Q max vendor (m ³ /s) |
| 428.04 | 592.96 | 428.04 | 594.95 | 389.15 | 397.60 |

Tabel 3. Tabel Hasil Data Berdasarkan Tekanan Maksimum

| Daya Hisap Berdasarkan P Maksimum (mmwc) | | | | | |
|------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| ID Fan A | | ID Fan B | | Comissioning | |
| 73 % | | 66 % | | 99 % | |
| P max operasi (mmwc) | Q max vendor (mmwc) | Q max operasi (mmwc) | Q max vendor (mmwc) | Q max operasi (mmwc) | Q max vendor (mmwc) |
| 350 | 480.79 | 319 | 480.79 | 511 | 518..65 |



(a) (b)
 Gambar 4. (a) Grafik Performa ID *Fan* A dan (b) Grafik Performa ID *Fan* B

Pada masing masing grafik memiliki fungsi matematis yang berbeda. Perbedaan ini sangat dipengaruhi oleh data operasi pada tiap tiap *Fan*. Dari data yang telah

ditampilkan di gambar 4 (a) dan 4 (b) terlihat bahwa data operasi yang didapatkan untuk ID *Fan* B cenderung lebih rendah dibanding dengan ID *Fan* A. Hal ini dapat terjadi karena dengan spesifikasi yang sama memiliki resistansi sistem yang berbeda tergantung pada kondisi komponen di sepanjang jalur antara A dan B. Selain itu grafik yang ditampilkan memiliki titik puncak lalu akan menurun seiring dengan kenaikan jumlah aliran. Hal ini terjadi karena hubungan antara laju aliran dengan tekanan yaitu kuadrat dua sehingga akan memiliki nilai puncak dan akan turun seiring dengan bertambahnya laju aliran udara. Saat antara titik resistansi, tekanan dan laju aliran tepat pada 1 titik maka performa *Fan* berada pada performa/efisiensi terbaik [4]. Sebaliknya saat titik operasi berada jauh dari titik puncak akan mengalami penurunan performa dan meningkatkan kerja bearing serta dapat menimbulkan kenaikan level kebisingan [5]. Fungsi matematis yang diperoleh digunakan untuk memprediksi berapa besar jumlah aliran *Fan* yang mampu dihandle oleh *Fan* agar tetap dalam wilayah kerja *Fan*. Setelah dilakukan kalkulasi dengan memberikan nilai aliran maksimal yaitu sekitar 700 m³/s diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel data berdasarkan fungsi matematis

| Parameter | ID Fan A | ID Fan B |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| Laju Aliran (m ³ /s) | Tekanan (mmwc) | Tekanan (mmwc) |
| 428.04 | 345.64 | 321.10 |
| 480 | 344.32 | 285.82 |
| 525 | 297.81 | 197.24 |
| 600 | 126.68 | -70.1 |
| 650 | -52.40 | -331.45 |

Dari data yang diperoleh diketahui *Fan* akan melewati nilai batasannya saat aliran yang dihandle sebanyak 600-700. Prediksi ini perlu dilakukan karena kualitas batubara sangat mempengaruhi laju gas buang yang terjadi. Hal ini mempengaruhi dalam kebutuhan udara baik pada jalur sekunder maupun primer

Dengan penurunan kualitas batubara maka memiliki permasalahan yaitu emisi debu kelembaban yang tinggi, menyebabkan ID *Fan* mencapai batas maksimum dll [6]. Selain itu pengaruh kualitas batubara akan berdampak pada kondisi tekanan keluar furnace dan mempengaruhi kinerja pada tiap tiap komponen. Saat batubara kualitas rendah digunakan maka kebutuhan primer akan meningkat sedangkan pada jalur sekunder. Hal ini terjadi karena kandungan moisture di dalam batubara kualitas rendah

tinggi sehingga udara yang digunakan sebagai kebutuhan oksigen menurun. Dengan data yang disebutkan bahwa aliran yang semakin banyak akan mengakibatkan kerja *Fan* semakin berat. Selain itu *Fan* akan bekerja diwilayah limit sehingga tekanan yang dihasilkan semakin kecil dimana menandakan bahwa resistansi sistem akan mengurangi energi yang dihasilkan oleh *Fan*

SIMPULAN

Dari hasil uraian materi mengenai sistem *draft* dan pengaruhnya pada sisi hisap ID *Fan* dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Daya hisap saat ini dengan kondisi batubara yaitu mixture antara MRC dan LRC mengalami penurunan dibanding commissioning baik ID *Fan* A maupun B yaitu sekitar 74.5% dan 98.5%
2. ID *Fan* mengalami batas maksimal saat *flowrate* sekitar 580-700 m^3/s
3. Perlu dikaji mengenai sirkulasi gas buang menggunakan simulasi numerik (CFD) untuk mengetahui potensi erosi akibat penumpukan *ash* karena penggunaan *low rank coal*.
4. Perlu dikaji mengenai kualitas batubara terhadap kinerja motor yang mempengaruhi kapasitas ID *Fan*. Perlu dikaji mengenai pengaruh tiap komponen jalur gas buang terhadap tekanan gas buang

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Elanchezhian, C., L. Saravanakumar., dan B. Vijaya Ramnath. (2010). Power Plant Engineering.
- [2] S. Sudhakar dan C.M. Raguraman. (2016). Improvement in Efficiency of Air Preheater in Boiler TPS-1 Expansion.
- [3] Yasdin, Alimin, Siti Ramasih. (2019). *Identification of Induced Draft Fan (IDF) Damage in Boiler Waste Gas System*.
- [4] Tanjung, Aditia S. (2015). *Studi Eksperimen Pengaruh Blade Setting 30° Dan 60° Berprofil Flat Plate Terhadap Karakteristik Kerja Axial Fan 120 mm*.
- [5] Independent Electricity System Operator (IESO). (2008). *Fans and Blower: Energy Efficiency Reference Guide, America*.
- [6] Anderson, Bernard. (2011). *Coal Fired Boiler Principals*. HRL Technology.