

ANALISIS PENGARUH BEBAN TERHADAP KINERJA INDUCED DRAFT FAN PADA SIKLUS UDARA DAN GAS BUANG

- 1) Dosen, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kamus PENS Jalan Raya ITS Sukolilo 60111, Surabaya, Indonesia
- 2) Mahasiswa, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kamus PENS Jalan Raya ITS Sukolilo 60111, Surabaya, Indonesia

Corresponding email ^{1*)}:
arradgs@pens.ac.id

Received: 24-10-2020

Accepted: 24-11-2020

Published: 28-12-2020

©2020 Politala Press.
All Rights Reserved.

Arrad Ghani Safitra ^{1*)}, Apriani Rosnauli S. ²⁾, Setyo Nugroho ¹⁾

Abstrak. *Induced Draft Fan (ID Fan) merupakan salah satu fan yang berfungsi untuk menghisap gas buang hasil pembakaran dan mengalirkannya menuju stack serta mempertahankan furnace dalam kondisi vakum. ID Fan dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu pembebanan yang terjadi di PLTU. Kondisi ini mengakibatkan jumlah udara yang dihisap akan meningkat seiring bertambahnya beban dan membuat kinerja ID Fan bekerja maksimal. Hal ini berpengaruh terhadap performanya, sehingga dilakukan perbandingan data operasi dan grafik vendor untuk mengetahui batasan jumlah laju alir yang dapat dihisap oleh ID Fan. Pada saat kondisi operasi 100% atau beban maksimal 400 MW jumlah gas buang yang harus dialirkan yaitu 428.04 (m³/s). Berdasarkan nilai tersebut, jumlah aliran gas buang maksimal masih berada pada range grafik performa vendor dimana batasannya yaitu 720 (m³/s).*

Kata Kunci: id fan, laju aliran, beban

Abstract. *Induced Draft Fan (ID Fan) is one of the type of fans whom used to sucking out also delivering flue gas it's toward stack and to maintain the furnace bellow atmosphere or vaccum. In id fan work its influenced by many aspect one of them is load as an essential thing for demand in thermal power plant. This condition causing the increasing amount of flowrate that must be sucking out from furnace and affecting the ID fan performance going to be in maximal state. Due to this situation, it must be comparing between operation data and vendor to know the limitation of flowrate that handle by Id fan. The amount of flow rate at operational data is 428.04 (m³/s). Based on those data, the flowrate at this state it still in the range of graphic performance by vendor that the value is 720 (m³/s).*

Keywords: id fan, flowrate, load

To cite this article at <https://doi.org/10.34128/je.v7i2.146>

1. Pendahuluan

Siklus utama dalam proses pembangkitan listrik tenaga uap (PLTU) dengan bahan bakar batubara terdiri atas beberapa sistem diantaranya yaitu sistem udara dan gas buang. Sistem udara memiliki peranan penting dalam mensuplai ketersediaan oksigen pada proses pembakaran di dalam *furnace*. Dalam kegunaannya sistem udara dibedakan menjadi 2 sistem yaitu primer dan sekunder.

Pada sistem udara sekunder udara berfungsi untuk menyediakan ketersediaan pasokan oksigen dalam proses pembakaran di *furnace*. Sedangkan pada sistem primer udara berfungsi sebagai transportasi batubara menuju *pulverizer*. Pembagian sistem udara dilakukan dalam memfasilitasi agar antara batubara dan udara tercampur dengan menghasilkan aliran turbulen sehingga pembakaran yang terjadi berlangsung sempurna.

Hasil dari proses pembakaran yaitu gas buang yang dialirkan menuju *stack* untuk dibuang ke atmosfer. Gas buang harus dialirkan secara menyeluruh karena saat gas buang tidak teralirkan sempurna menuju *stack* maka dapat mengakibatkan ledakan pada boiler dan menurunkan efisiensi dari boiler sendiri [1]. Oleh karena itu, terdapat sistem gas buang yang mengatur gas untuk teralir secara sempurna dan mengolahnya agar menurunkan kadar polusi sebelum dibuang ke atmosfer.

Pada proses pembakaran antara udara dan gas buang saling terkait sehingga dalam operasinya kedua sistem ini terintegrasi. Kombinasi antara 2 sistem ini dilakukan untuk menjaga tekanan furnace berada dalam kondisi vakum. Kevakuman yang terjadi pada furnace dipengaruhi salah satunya yaitu beban pembangkit. Selain itu, komponen fans pada tiap siklus juga terdapat sistem interlocking untuk menjaga boiler berada pada temperature yang sesuai dan membuat proses pembakaran semakin efisien serta menjaga kerusakan dan kegagalan dari fan [2].

Dalam proses pembangkitan daya di PLTU terdapat komponen ID Fan yang kinerjanya sangat dijaga agar proses pembakaran dan sirkulasi gas buang berjalan secara continuous. Oleh karena itu ID Fan sendiri 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 [3]. Berdasarkan latar belakang ini, maka penulis melakukan analisis pengaruh beban terhadap performa ID Fan dengan variasi beban 62.5%,75%,87.5%,&100% .

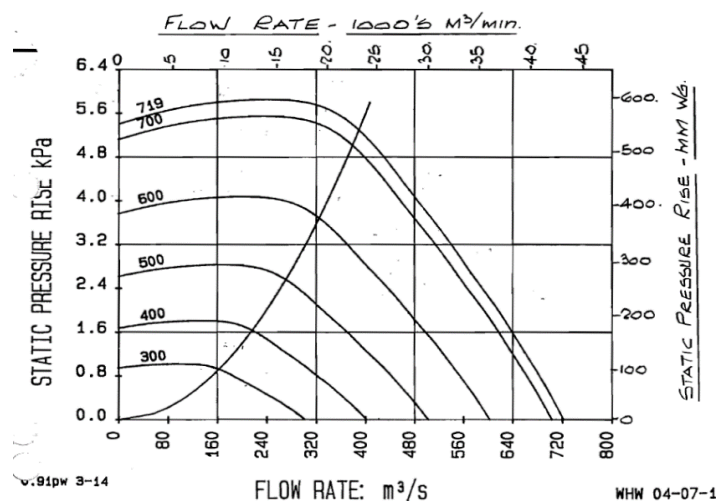
2. Metodologi

Data operasi yang dibandingkan merupakan data berdasarkan pembebanan yaitu 250 MW, 300 MW, 350 MW, dan 400 MW seperti yang disajikan pada tabel 1. 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. 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

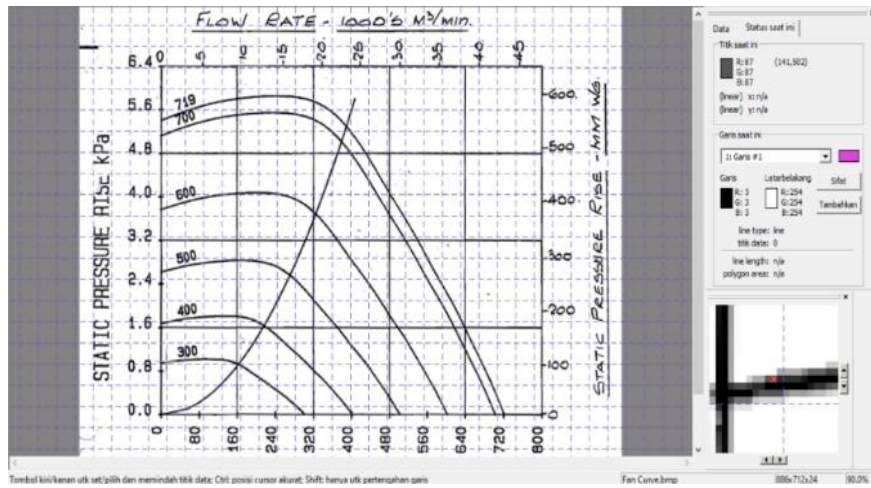
Pada tahapan untuk mendapatkan perbandingan nilai parameter operasi dan vendor diperlukan *tracking* data melalui grafik performa fan dari manual book. Grafik performa fan yang didapatkan sesuai dengan Gambar 2. Dimana untuk mendapatkan datanya diperlukan *software* yang mampu menghasilkan data dari sebuah gambar. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut maka digunakan *software* "GetData Graph Digitizer".



Gambar 1. Grafik Perfoma Fan

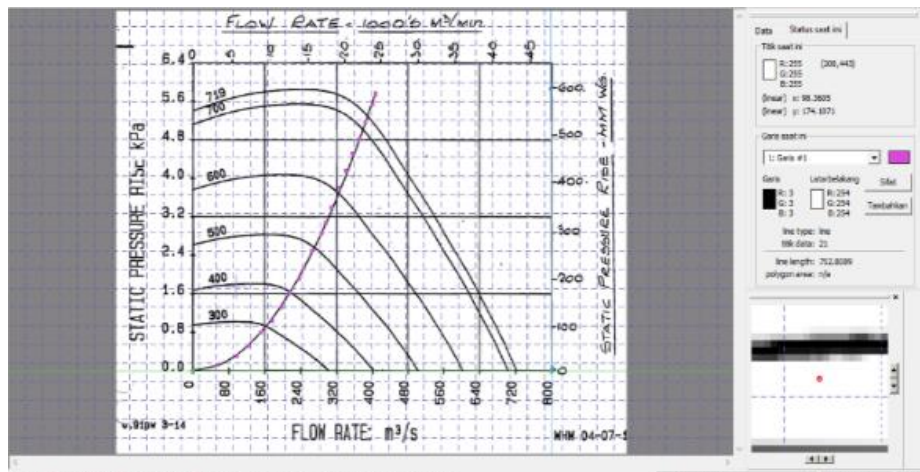
Pada proses pengolahan datanya terdiri atas beberapa tahapan hingga mendapatkan grafik yang sesuai melalui *tracking* data pada *digitizer*. Tahapannya yaitu,

1. Memasukkan gambar 1 ke dalam *digitizer* dan tampilannya akan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan GetData Graph Digitizer

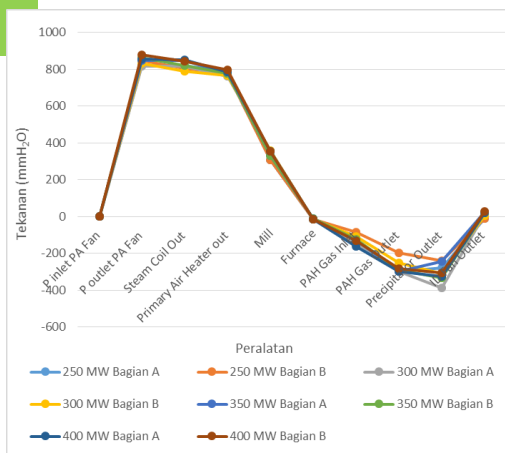
2. Setelah itu mulai dengan mengatur skala pada sumbu X (min,max) dan sumbu Y (min,max) sesuai nilai di dalam grafik
3. Selanjutnya yaitu melakukan *tracking* data dengan menekan tiap garis sehingga akan muncul titik titik disepanjang garis seperti pada Gambar 3. Setelah itu tekan pilihan tambahkan untuk menambahkan garis lainnya.



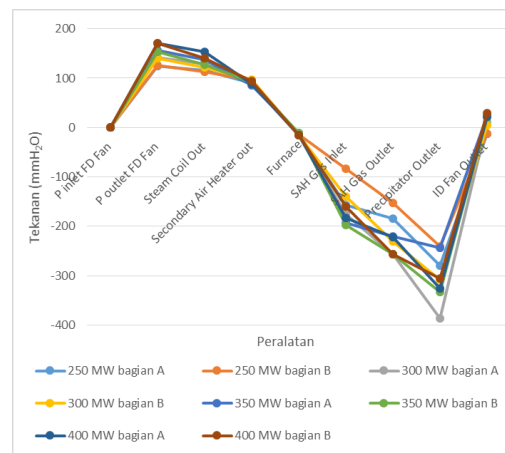
Gambar 3. Proses Pengambilan Data

4. Setelah membuat titik titik disetiap garis di simpan dengan format csv.
5. Selanjutnya, buka data yang dihasilkan oleh *digitizer*.
6. Karena pengambilan data dilakukan secara manual dengan *tracking* garis secara satu per satu maka grafik yang dihasilkan tidak maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan model matematis dengan *trendline* yang terbentuk.

3. Hasil dan Pembahasan



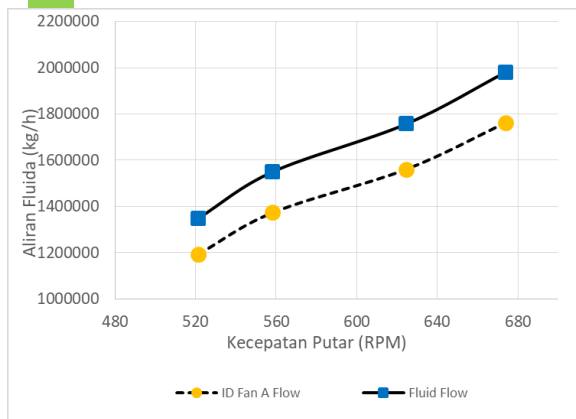
Gambar 4. Grafik profil tekanan di jalur udara-gas primer



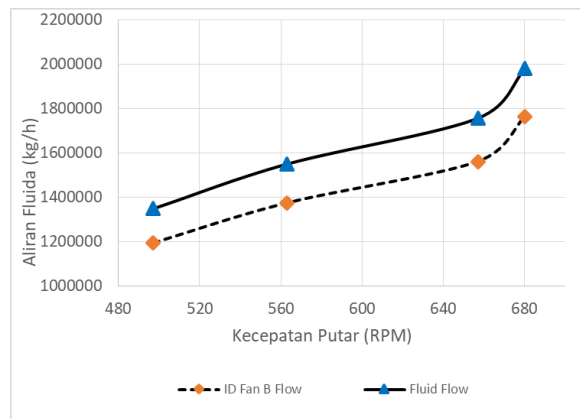
Gambar 5. Grafik profil tekanan di jalur udara-gas sekunder

Pada jalur udara-gas dapat dibagi menjadi 2 yaitu jalur primer dan sekunder. Pembagian ini berdasarkan fungsi udara yang digunakan yaitu sebagai *transport* batubara pada jalur primer dan suplai udara pembakaran untuk jalur sekunder. Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa profil tekanan mengalami penurunan setelah keluar dari PA Fan dan akan meningkat saat keluar dari ID Fan. Hal ini terjadi karena fan bekerja dengan mengkonversi energi kecepatan yang berasal dari *impeller/blade* menjadi tekanan. Perbedaan tekanan yang dihasilkan merupakan energi yang dihasilkan oleh fan sendiri serta untuk melawan resistansi aliran. Dalam prosesnya, jalur udara primer dimulai dari pengambilan udara atmosfer oleh PA Fan. Jumlah udara yang dihasilkan oleh PA Fan harus dipanaskan dahulu agar *transport* batubara ke dalam *furnace* memiliki temperatur yang sesuai dan tidak rendah sehingga proses pembakaran berlangsung sempurna. Komponen yang berperan untuk menaikkan temperatur udara yaitu *Primary Air Heater*. Setelah itu, udara akan dimasukkan ke dalam *mill/pulverizer* sebagai media transportasi batubara yang telah disampaikan sebelumnya. Setelah proses pembakaran terjadi maka menghasilkan gas buang yang memiliki temperatur tinggi. Dengan adanya proses pemanasan maka udara memiliki masa yang berkurang sehingga akan mengalir ke tekanan yang rendah. Karena itu terdapat ID Fan yang berfungsi untuk menghisap aliran gas buang menuju *stack* [4] dan menghasilkan tekanan negatif di sepanjang jalur *furnace* hingga gas buang. Peletakan ESP sebelum ID Fan dilakukan untuk mengurangi partikel yang terbawa dalam gas buang serta untuk menjaga *impeller/blade* pada fan.

Pada jalur sekunder memiliki komponen yang hampir sama dengan jalur primer tetapi dengan fungsi sebagai pemasok udara pembakaran sehingga tidak menggunakan *mill/pulverizer* sesuai pada Gambar 5. Sama halnya dengan udara primer, udara sekunder perlu dipanaskan karena saat temperturnya rendah maka dapat menyebabkan penyerapan panas yang terlalu berlebih pada gas buang. Hal ini dapat mengakibatkan timbulnya sulfur akibat temperatur gas buang terlalu rendah selain itu untuk menjaga komponen disepanjang *ducting* tidak mengalami erosi secara cepat. Selanjutnya udara akan masuk kedalam *windbox* sebelum dialirkan ke *furnace*. Berdasarkan grafik terlihat bahwa profil tekanan disepanjang jalur udara-gas sekunder memiliki tekanan paling positif pada keluaran FD Fan dan tekanan yang paling negatif berada pada masukan ID Fan. Selain itu, perubahan beban yang terjadi pada proses pembakaran berpengaruh terhadap jumlah aliran yang harus dihisap oleh ID Fan untuk tetap menjaga tekanan *furnace* berada pada vakum. Dimana pada ID Fan sendiri parameter yang berpengaruh terhadap performanya yaitu total flow dan tekanan yang akan menentukan kemampuan ID Fan dalam menghisap gas buang. Hal ini karena fan menghasilkan energi dengan cara meningkatkan perbedaan total pressure yang terdapat pada sisi inlet dan outlet sistemnya [5]. Saat jumlah aliran mendekati batas maksimalnya akan menurunkan perbedaan tekanan dan fan tidak mampu lagi melawan resistansi dari sistemnya serta membuat kegagalan operasi fan itu sendiri. Dalam kondisi operasionalnya masing-masing komponen tersebut memiliki resistansi atau pengurangan tekanan karena adanya *ducting*, sambungan, *fouling* pada peralatan *heat exchanger* maupun adanya gesekan di peralatan *preheater* antara udara masuk dan udara keluar dan lain sebagainya.



Gambar 6. Grafik Pengaruh RPM ID *Fan A* Terhadap Jumlah Aliran Fluida

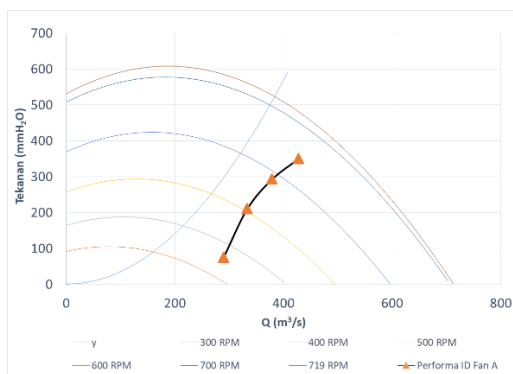


Gambar 7. Grafik Pengaruh RPM ID *Fan B* Terhadap Jumlah Aliran Fluida

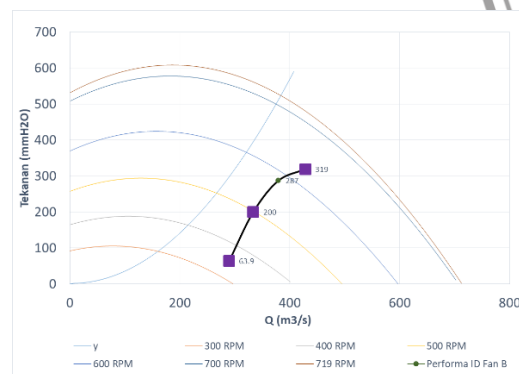
Hal ini dapat diperjelas dengan hukum *Fan* bahwa perubahan kecepatan putar akan mempengaruhi baik aliran fluida maupun tekanan.

$$Airflow\ final = Airflow\ initial \times \frac{RPM\ final}{RPM\ initial} \quad [6]$$

Berdasarkan rumus diatas, terlihat bahwa hubungan kecepatan putaran sebanding lurus dengan *fluid flow* yang dibutuhkan. 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 sisa pembakaran seperti *fly ash* dan *bottom ash* dimana tidak dibahas secara mendetail.



Gambar 8. Grafik performa ID *Fan A*



Gambar 9. Grafik performa ID *Fan B*

Dari data yang telah ditampilkan di gambar 8 dan 9 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 [6]. Sebaliknya saat titik operasi berada jauh dari titik puncak akan mengalami penurunan performa dan meningkatkan kerja bearing serta dapat menimbulkan kenaikan level kebisingan [7].

4. Kesimpulan

Dari analisa yang dilakukan diketahui bahwa permintaan beban pada pembangkit mempengaruhi semua sistem dan siklus salah satunya yaitu siklus gas buang. Di dalam siklus ini, komponen yang berperan dalam menjaga kevakuman *furnace* yaitu ID *Fan*. Komponen ini sangat dipengaruhi oleh jumlah udara yang digunakan baik pada jalur sekunder maupun primer dan berdampak pada kuantitas gas buang. Kuantitas ini yang menentukan performa dari ID *Fan*, dimana sangat beban semakin tinggi maka kebutuhan udara meningkat dan

ID Fan bekerja secara maksimal. Secara teori, setiap peralatan saat digunakan pada kondisi maksimal maka akan mencapai efisiensi yang tinggi, tetapi berdasarkan grafik performa *fan* terlihat bahwa terdapat titik puncak dan akan menurun seiring bertambahnya jumlah aliran yang dihisap oleh ID *Fan*. Berdasarkan data operasi yang didapatkan, diketahui bahwa performa ID *Fan* saat ini tidak mencapai titik puncak karena beberapa hal salah satunya yaitu untuk menangani total *flow* yang meningkat dari faktor pemakaian dan lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Yasdin, Alimin, Siti Ramasih. 2019. *Identification of Induced Draft Fan (IDF) Damage in Boiler Waste Gas System*.
- [2] V.Parameshwari, dkk. 2018. *Boiler Fans Protections and Interlocks Using Microcontroller in 210 MW*.
- [3] S. Sudhakar dan C.M. Raguraman. 2016. Improvement in Efficiency of Air Preheater in Boiler TPS-1 Expansion.
- [4] Sargent dan Lundy. 2009. *New Coal – Fired Power Plant Performance And Cost Estimates*
- [5] Chairat, A. S. N., dan Rahmadino Yuda. 2016. Analisa Kapasitas Forced Draft Fan Dengan Bahan Bakar Batubara Kualitas Rendah.
- [6] Tanjung, Aditia S. 2015. Studi *Eksperimen Pengaruh Blade Setting 30° Dan 60° Berprofil Flat Plate Terhadap Karakteristik Kerja Axial Fan 120 mm*.
- [7] Independent Electricity System Operator (IESO), 2008. *Fans and Blower: Energy Efficiency Reference Guide*, America.

