

---

# MODIFIKASI RASIO PULEY DENGAN PULEY MOTOR TERHADAP DAYA HISAP BLOWER

Alter Fibi Awani  
Sekolah Tinggi Teknologi Gempol-Pasuruan  
[alterfibiawani@gmail.com](mailto:alterfibiawani@gmail.com)

## Abstrak

Pada sebuah perusahaan furniture menggunakan blower untuk menghisap sisa belah atau sisa potong dari proses produksi, untuk memenuhi volume permintaan produksi yang meningkat cukup signifikan tiap tahunnya perusahaan mempunyai kebijakan untuk menambah mesin-mesin produksi, dengan adanya kebijakan tersebut diperlukan pula adanya peningkatan pada daya hisap blower. Aplikasi Teknologi Lingkungan melalui Pelaksanaan Produksi Pembersih bisa dilakukan dengan suatu metoda sederhana dan kadang-kadang tidak memerlukan investasi biaya besar. Meningkatkan putaran blower untuk memaksimalkan daya hisap blower juga memberi manfaat bagi lingkungan produksi dan memberi kenyamanan terhadap operator mesin produksi karena berkurangnya debu yang dapat mengganggu sistem pernafasan. Pada proses Peningkatan Produksi Pembersih yang dilaksanakan secara bergiliran untuk memodifikasi pulley pada tiap-tiap blower yang membutuhkan daya hisap yang lebih besar, Usaha ini berhasil meningkatkan daya hisap dari 23,73 m<sup>3</sup>/menit menjadi 37,29 m<sup>3</sup>/menit atau sekitar 11,06% dari hisapan sebelumnya, Dengan meningkatnya daya hisap pada blower, debu atau sisa potong kayu yang dihasilkan dalam proses produksi dapat dihisap secara maksimal sehingga lingkungan produksi jadi bersih dan memberikan kenyamanan terhadap operator karena debu hasil proses produksi tidak lagi mengganggu sistem pernafasan.

Kata kunci : Proses Produksi, Rasio Pulley, Kapasitas Aliran Blower.

## 1. PENDAHULUAN

Fan dan Blower digunakan di pabrik untuk ventilasi maupun untuk proses industri yang memerlukan aliran udara. Fan dan blower dibedakan menurut metode yang digunakan dan tekanan sistem operasinya untuk menggerakkan udara. *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) mendefinisikan fan dan blower menggunakan rasio spesifik, yaitu rasio

tekanan pengeluaran terhadap tekanan hisap.

Fan dan blower umumnya digerakan motor listrik. Blower digunakan untuk menghisap sisa potong atau belah kayu dalam proses produksi, dalam hal ini sering terjadinya penyumbatan pada blower dan daya hisap yang kurang pada blower sehingga mengganggu proses produksi.

Hal ini dijumpai pada perusahaan furniture yang menggunakan banyak mesin dalam proses produksinya, dan pada dust collectionnya memiliki banyak cabang sehingga memerlukan daya hisap blower yang cukup tinggi agar dapat menghisap secara maksimal hasil sisa potong/belah dari proses produksi, jika hisapan kurang maksimal akan terjadi penyumbatan pada blower sehingga mengganggu proses produksi.

Pada kondisi seperti ini dibutuhkan teknologi untuk meningkatkan daya hisap blower tanpa mengganggu operasional produksi, sehingga diharuskan melakukan perbaikan yang tidak membutuhkan waktu yang lama tetapi dapat memberi perubahan pada kapasitas daya hisap blower.

Upaya peningkatan daya hisap blower bukan saja akan memperlancar proses produksi berarti juga untuk kenyamanan dan menjaga kesehatan operator mesin produksi karena dapat mengurangi debu yang dihasilkan pada proses produksi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Blower dibedakan menjadi dua jenis yaitu blower sentrifugal dan positive displacement. Blower sentrifugal berbentuk lebih menyerupai pompa sentrifugal dari pada fan. Blower sentrifugal dapat beroperasi melawan tekanan 0,35 sampai 0,70 kg/cm<sup>2</sup> maupun

lebih. Karakteristik blower adalah aliran udara cenderung turun secara drastis begitu tekanan sistem meningkat. Karakteristik tersebut menyebabkan kerugian pada sistem pengangkutan bahan yang tergantung pada volume udara. Oleh karena itu, alat ini sering digunakan untuk penerapan sistem yang cenderung tidak terjadi penyumbatan.

Blower jenis positive displacement memiliki rotor, yang ‘menjebak’ udara dan mendorongnya melalui rumah blower. Blower ini cocok digunakan untuk sistem yang cenderung terjadi penyumbatan, karena dapat menghasilkan tekanan yang cukup hingga mencapai 1,25 kg/cm<sup>2</sup>.

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu serta digunakan untuk pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Exhouter adalah nama blower yang digunakan untuk keperluan gas dari dalam oven kokas. Dalam industri kimia alat ini digunakan untuk mensirkulasikan gas – gas tertentu didalam tahap proses secara kimiawi yang dikenal dengan nama booster atau sirkulator.

Karakteristik dari blower ditentukan oleh sistem kerja dan komponen dari blower yang ditampilkan pada tabel 1. Jenis blade atau fan yang digunakan juga

berpengaruh besar terhadap system blower.

**Kurva Fan/Blower**

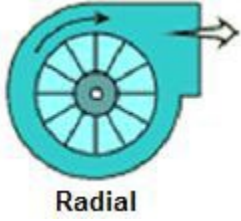
pada berbagai sistem fan, resistansi terhadap aliran udara (tekanan) jika aliran udara meningkat, resistansi ini bervariasi dengan kuadrat aliran. Tekanan yang diperlukan oleh sistem pada suatu kisaran aliran dapat ditentukan dan “kurva kinerja sistem” dapat dikembangkan.

Kemudian kurva sistem ini dapat diplotkan pada kurva fan untuk menunjukkan titik operasi fan yang sebenarnya pada “A” dimanadua kurva ( $N_1$  dan  $SC_1$ ) berpotongan. Titik operasinya yaitu aliran udara  $Q_1$  terhadap

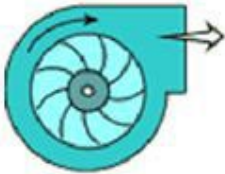
tekanan  $P_1$ . Sebuah fan beroperasi pada kinerja yang diberikan oleh pabrik pembuatannya untuk kecepatan fan tertentu. (grafik kinerja fan memperlihatkan kurva untuk serangkaian kecepatan fan). Pada kecepatan fan  $N$ , fan akan beroperasi sepanjang kurva kinerja  $N_1$  sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 4. Titik operasi fan yang sebenarnya tergantung pada resistansi sistem, titik operasi fan “A” adalah aliran ( $Q_1$ ) terhadap tekanan ( $P_1$ ).


Tabel 1. Karakteristik sistem blower

Jenis fan dan blade	Kelebihan	Kelemahan
(1)	(2)	(3)

<p>Fan radial dengan blade datar</p>  <p><b>Radial</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. cocok untuk tekanan statis tinggi.</li><li>b. Rancangan sederhana sehingga dapat dipakai untuk unit penggunaan khusus</li><li>c. Dapat beroperasi pada aliran udara yang rendah tanpa masalah getaran/vibrasi</li><li>d. Sangat tahan lama</li><li>e. Efisiensi mencapai 75%</li><li>f. Memiliki jarak ruang kerja yang lebih besar yang berfungsi untuk handling</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Hanya cocok untuk laju aliran udara rendah sampai sedang</li></ul>
---	--	---

	padat yang terbang (debu, serpihan kayu, dan skrap logam)	
--	---	--

1)	(2)	(3)
<p>Fan yang melengkung kedepan dengan blade yang melengkung kedepan</p>  <p><b>Foward curved</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Dapat menggerakkan volume udara yang besar terhadap tekanan yang relative rendah</li> <li>Ukurannya relative kecil</li> <li>Tingkat kebisingan rendah (diakibatkan rendahnya kecepatan) dan sangat cocok untuk pemanasan prumahan, ventilasi dan penyejuk udara</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Hanya cocok untuk layanan yang bersih, untuk layanan kasar, dan bertekanan tinggi</li> <li>Keluaran fan sangat sulit untuk diatur secara tepat</li> <li>Penggerak harus dipilih secara hati-hati untuk menghindarkan beban motor lebih, sebab kuva daya meningkat sejalan dengan aliran udara</li> <li>Efisiensi energi relative rendah ( 55-65 %)</li> </ol>
<p>Backward inclined fan, dengan blade yang miring jauh dari arah perputaran : datar, lengkung, dan airfoil</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Dapat beroperasi dengan perubahan tekanan statis (asalkan bebannya tidak berlebih ke motor)</li> <li>Cocok untuk sisitem yang tidak menentu pada aliran udara yang tinggi</li> <li>Cocok untuk layanan forced-draft</li> <li>Fan dengan blade</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Tidak cocok untuk aliran udara yang kotor (karena fan mendukung terjadinya penumpukan debu)</li> <li>Fan dengan blades airfoil kurang stabil karena mengandalkan pada peningkatan yang dihasilkan oleh setiap blade</li> </ol>

	<p>datar lebih kuat</p> <p>e. Fan dengan blade lengkung lebih efisien (melebihi 85%)</p> <p>f. Fan dengan blade airfoil yang tipis adalah yang paling efisien</p>	<p>c. Fan blades airfoil yang tipis akan menjadi sasaran erosi</p>
---	---	--

### Hukum Fan

Hukum fan memiliki tujuan untuk memperjelas hubungan antara parameter ventilasi industri : kecepatan fan, laju aliran udara flow(Q), tekanan (P), density/rapat masa ( $\rho$ ), putaran (rpm), PWR/power recruitment, (HP), mechanic efisiensi ( $\eta$ ).

Fan beroperasi dibawah beberapa hukum tentang kecepatan, daya dan tekanan. Perubahan dalam kecepatan (rpm) berbagai fan akan memprediksi

perubahan kenaikan tekanan dan daya yang diperlukan untuk mengoperasikan fan pada RPM yang baru. Hal ini diperlihatkan pada tabel di bawah.

Untuk memahami hukum fan dapat digunakan untuk secara akurat memprediksi perubahan (asumsi diameter kipas dan kerapatan udara yang konstan), dengan persamaan sebagai berikut :

Tabel 2.4. Kecepatan, tekanan dan daya fan (BEE india, 2004)

Flow (Q)	Pressure (P)	Power (PWR)
$Q_2 = Q_1 * (Size_2/Size_1)^3 * (RPM_2/RPM_1)$	$P_2 = P_1 * (Size_2/Size_1)^3 * (RPM_2/RPM_1)^2 * (P_2/P_1)$	$PWR_2 = PWR_1 * (Size_2/Size_1)^5 * (RPM_2/RPM_1)^3 * (P_2/P_1)$
Size = fan size atau diameter impeller (in)	Size = fan size atau diameter impeller (in)	PWR = power recruitment, HP
Dimana : P = fan pressure (tekanan fan), in WG RPM = putaran fan P = fan pressure (tekanan fan), in WG RPM = putaran fan	Dimana : P = fan pressure (tekanan fan), in WG RPM = putaran fan P = fan pressure (tekanan fan), in WG RPM = putaran fan	Dimana : PWR = power recruitment, HP
		Bagian-Bagian Blower Blower terdiri dari beberapa bagian : Blower terdiri dari beberapa bagian : 1. Motor listrik 2. Pulley (pulley motor dan pulley yang digerakkan) 3. Pully (pulley motor dan pulley yang digerakkan)

### 3. Poros

4. Bearing (filo blok)
5. Impeller (kipas blower)

## 6. Belt

Pulley merupakan salah satu komponen utama untuk belt mempunyai beberapa bagian, yaitu : “rim” roda tempat belt, “spokes” ruji-ruji atau bentuk lempengan. Pulley dibedakan atas bentuk rim-nya, materialnya dan permukaan rim-nya. Bentuk rim disesuaikan dengan tipe belt dan kondisi operasinya.

### 1. *pulley untuk belt datar*

Tipe ini cenderung memakai permukaan yang rata (flat) yang akan membuat bentuk. Pulley seperti sebuah silinder. Ukuran utama pulley untuk belt datar ini adalah : diameter pulley (D), lebar pulley (B) lebar ini disesuaikan dengan lebar belt (b), dan bentuk mahkota (Y).

### 2. *pulley untuk v-belt*

Bagian-bagian yang bersentuhan antara belt dan pulley adalah bagian sisi belt. Bentuk dan jumlah alur berdasarkan ukuran dan jumlah belt. Ukuran “groove”-nya diharapkan menjaga agar belt pada bagian bawahnya tidak saling bersentuhan atau terlalu berjulur keluar.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penerapan teknologi lingkungan (teknologi produksi bersih) ini dilakukan pada sebuah pabrik furniture yang banyak menggunakan fan dan blower, dengan melakukan berbagai modifikasi fan dan blower yang digunakan, modifikasi fan ini dapat diterapkan pada fan yang menggunakan transmisi belt dan pulley, roda gigi maupun yang dihubungkan langsung ke motor. perubahan putaran dapat dilakukan dengan memasang variable speed drive (VSD) atau dengan merubah diameter pulley pada transmisi yang menggunakan pulley. Pengamatan ini dilakukan mulai dari pengamatan sebelum modifikasi sampai dengan analisa hasil dari modifikasi yang telah dilaksanakan.

Alat Ukur Yang digunakan.

Penelitian ini membutuhkan beberapa alat ukur yaitu:

- Anemometer
- Tang ampere
- Mistar
- Tachometer

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisa untuk menghitung efisiensi fan. Sejumlah parameter operasi harus diukur, termasuk



kecepatan udara, head tekanan, suhu aliran udara pada fan dan input KW listrik dari motor. Dalam rangka mendapatkan gambaran operasi yang benar harus diyakinkan bahwa :

- Fan dan komponennya beroperasi dengan benar pada kecepatannya
- Operasi berada pada kondisi stabil ; suhu, berat jenis, resistansi sistem yang stabil dll.

Perhitungan efisiensi fan dilaksanakan dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Menghitung berat jenis
2. Menghitung aliran volumetric
3. Menghitung daya blower
4. Menghitung RPM
5. Menghitung panjang belt
6. Menghitung prosentase kenaikan blower

#### 4. PEMBAHASAN

Hasil pengukuran terhadap kondisi awal blower (sebelum dilakukan modifikasi).

- Menghitung RPM motor

$$\text{RPM} = 120 \times F/P$$

Keterangan :

RPM : rotation per menit  
F : frekuensi jala-jala P  
: pole atau kutub  
120 : nilai tetap

Dengan diketahui motor dengan daya 7.5 KW

Mempunyai jumlah 4 kutub

Dan frekuensi yang dipakai 50Hz

Maka :

$$\text{RPM} = 120 \times 50/4$$

$$= 1500$$

Maka putaran motornya : 1500 rpm

- Menghitung RPM blower

$$P1 : P2 =$$

RPM motor :

RPM blower

Keterangan :

P1 : diameter pully motor

P2 : diameter pully blower

Dengan diketahui :

Diameter pully motor (D1) = 8 inch

Diameter pully blower (D2) = 10 inch

$$\text{RPM motor} = 1500 \text{ rpm}$$

Maka :

$$\text{RPM blower} = (\text{RPM motor} \times P1) : P2$$

$$= (1500 \times 8) : 10$$

$$= 1200 \text{ rpm}$$

• **Menghitung berat jenis gas**

Dengan diketahui:

$$\text{Massa jenis udara } (\rho) = 1,215 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Gravitasi } (g) = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis gas } (\gamma) &= \text{massa jenis udara} \\ &(\rho) \times \text{gravitasi } (g) \\ &= 1,215 \times 9,8 \\ &= 11,9 \text{ kg/m}^2\text{s}^2 \end{aligned}$$

• **Menghitung aliran volumetric**

Dimana:

$$V = 21 \text{ m/min (didapat dari pengujian dengan anemometer)}$$

$$D = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m (diameter dust collector/pipa blower)}$$

$$\begin{aligned} \text{Area} &= \pi \times r^2 \\ &= 3,14 \times 0,6^2 \\ &= 1,13 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumetric flow (O),m/s} &= \text{velocity (V)} \\ &\text{,m/s} \times \text{area (m}^2\text{)} \\ &= 21 \text{ m/min} \times 1,13 \text{ m}^2 \\ &= 23,73 \text{ m}^3\text{/min} \\ &= 0,395 \text{ m}^3\text{/s} \end{aligned}$$

• **Menghitung head blower**

Dimana :

$$\begin{aligned} \Delta p &= 600 \text{ N/m}^2 \\ P_{\text{udara}} &= 1,251 \text{ kg/m}^3 \\ G &= 9,8 \text{ m/s} \\ H &= \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} \\ &= \frac{600}{(1251) \cdot (9,8)} \\ &= 50,390 \text{ m} \end{aligned}$$

• **Menghitung daya blower**

Dimana

$$\gamma = 11,9 \text{ kg/m}^2\text{s}^2$$

$$H = 50,390 \text{ m}$$

$$O = 0,52 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya}_{\text{udara}} &= \gamma \cdot H \cdot O \\ &= 11,9 \cdot 50,390 \cdot 0,52 \\ &= 311,813 \text{ watt} \end{aligned}$$

Meningkatkan daya hisap blower

sangat perlu dilakukan dengan kapasitas produksi yang semakin bertambah sehingga memerlukan daya hisap yang lebih besar dari sebelumnya, adanya mesin-mesin baru menjadi salah satu alasan menurunnya daya hisap blower, dengan kondisi yang seperti ini akan terjadi ketidnyamanan dalam pengerjaan produksi dan ada kemungkinan terjadinya penyumbatan pada dust collector sehingga sangat diperlukan upaya untuk meningkatkan daya hisap blower. Maka penulis melakukan perhitungan dengan harapan akan ada peningkatan sekitar 10 sampai 15%.

Putaran blower harus ditingkatkan dengan cara mengganti pully motor dengan yang lebih besar atau mengganti pully blower dengan yang lebih kecil, namun kali ini penulis melakukan penggantian pully pada motor yang semula 8inch diganti menjadi 10inch untuk meningkatkan putaran motor sehingga dapat meningkatkan daya hisap blower.

Ada cara lain untuk meningkatkan putaran motor dengan menggunakan inventer. inventer adalah rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonvensikan tegangan searah (DC) kesuatu tegangan bolak-balik (AC), inventer digunakan untuk mengatur kecepatan motor listrik/servo. Dengan

menggunakan inverter, motor listrik menjadi variable speed. Kecepatannya bisa diubah-ubah atau disetting sesuai kebutuhan. Fungsi inverter adalah untuk merubah kecepatan motor AC dengan merubah frekuensi outputnya (Hz), namun karena harga inverter yang cukup mahal penulis mencari alternatif yang lebih efisien tanpa biaya yang besar dengan memodifikasi pulley motor, hanya dengan biaya Rp. 250.000.

Setelah dilakukan penggantian pulley, hasil pengukuran kondisi kerja adalah :

• **Menghitung RPM blower**

$$P1 : P2 = \text{RPM motor} : \text{RPM blower}$$

Keterangan :

P1 : diameter pulley motor

P2 : diameter pulley blower

Dengan diketahui :

Diameter pulley motor (D1) = 10 inch

Diameter pulley blower (D2) = 10 inch

RPM motor = 1500 rpm

Maka :

$$\text{RPM blower} = (\text{RPM motor} \times P1) : P2$$

$$= (1500 \times 10) : 10$$

$$= 1500 \text{ rpm}$$

• **Menghitung panjang belt**

$$L = 2C + 1.57(D-d) + \frac{(D-d)^2}{4C}$$

Keterangan :

C : jarak senter pulley/shaft

D : Diameter pulley motor

d : Diameter pulley blower

Dengan diketahui :

$$D = 10 \text{ inch}$$

$$d = 10 \text{ inch}$$

$$C = 120 \text{ cm} = 47 \text{ inch}$$

$$\begin{aligned} L &= 2C + 1.57(D-d) + \frac{(D-d)^2}{4C} \\ &= 2.47 + 1.57(10 - 10) + \frac{(10-10)^2}{4(47)} \\ &= 94 + 1.57 \\ &= 95.57 \text{ inch,} \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 96 inch

Karena pulley yang digunakan sebelumnya adalah pulley jenis C, sehingga dalam penggantian digunakan pula pulley jenis C dan belt yang digunakan adalah v-belt sehingga untuk menggerakkan blower digunakan v-belt dengan panjang 96 inch biasanya dalam v-belt tertulis C - 96.

Namun sebelumnya kita harus memperhatikan hal-hal berikut :

1. Posisikan motor/pulley driver pada tengah dudukan adjuster, ini dimaksudkan supaya nanti bisa dilakukan adjustment untuk mengencangkan ataupun mengendorkan saat v-belt akan dipasang.

Cek ulang ketegak lurus pulley

maupun kelurusan antara dua pulley

(alignment). Hal ini bisa dilakukan

secara manual dengan bantuan benang

atau penggaris maupun dengan laser

alignment.

• **Menghitung aliran volumetric**

Dimana:

V = 33 m/min (didapat dari pengujian dengan anemometer)

D = 60 cm = 0,6 m (diameter dust collector/pipa blower)

$$\text{Area} = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times 0,6^2$$

$$= 1,13 \text{ m}^2$$

Volumetric flow (O), m/s = velocity (V)  
m/s x area (m<sup>2</sup>)  
= 33 m/min x 1,13 m<sup>2</sup>  
= 37,29 m<sup>3</sup>/min  
= 0,621 m<sup>3</sup>/s

• **Menghitung prosentase kenaikan hisapan blower**

$$Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \text{ maka } \frac{n_2}{n_1} \times \frac{Q_2}{Q_1} \times 100\% = \chi$$

$$\% \quad \frac{1500}{1200} \times \frac{37,29}{23,73} = 11,06\% \quad 100\%$$

$$= 11,06\%$$

Dari hasil analisa diatas modifikasi putaran blower ini menghasilkan beberapa keuntungan baik secara lingkungan maupun finansial sebagai berikut :

a. Meningkatnya daya hisap

Modifikasi putaran blower dengan penggantian pulley ini meningkatkan daya hisap dari 23,73 m<sup>3</sup>/menit menjadi 37,29 m<sup>3</sup>/menit atau sekitar 11,06 % dari hisapan sebelumnya.

b. Manfaat terhadap lingkungan

Memaksimalkan daya hisap sehingga lingkungan produksi jadi bersih dan memberikan kenyamanan terhadap operator karena debu hasil proses produksi tidak lagi mengganggu sistem pernafasan.

c. Keuntungan finansial

Penerapan produksi bersih melalui penggantian pulley blower ini hanya

pada harus memasang inventer pada motor listrik atau melakukan penggantian motor yang memerlukan biaya cukup besar.

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari penggantian pulley 8 inch

menjadi 10 inch, di sini telah membuktikan adanya peningkatan kapasitas aliran blower sehingga mampu meningkatkan daya hisap membutuhkan biaya yang murah dari

blower dari 23,73 m<sup>3</sup>/min menjadi 37,29 m<sup>3</sup>/min meningkat 11,06%.

2. Dengan meningkatnya daya hisab blower mampu menekan adanya penyumbatan yang terjadi pada ducting blower, sehingga fungsi dari blower dapat bekerja secara optimal.
3. Peningkatan daya hisab blower di sini juga bermanfaat untuk lingkungan karena mengurangi adanya polusi udara yang terjadi karena proses produksi yang meningkat.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Website “*definisi blower dan fan*”.
2. Cruch, Austin, H, Harahap zulkifli, 1993, *Pompa dan Blower*, -Cetakan ketiga, Erlangga, Jakarta.
3. Penelitian prasetiyadi, 2006, *pusat teknologi lingkungan*, BPPT, Jawa Timur.

4. Handayani, Sri Utami. *Bahan Ajar Pompa dan Kompresor*. (di akses dari internet 10 oktober 2013).
5. Semendawal, Abdul Haris. Et.al, 2011, *Memahami Whistle Blower*, Jakarta