

## PENGHEMATAN ENERGI PADA INDUSTRI SEMEN Studi Kasus : Pemasangan VSD'S pada Fan

**Teguh Prayudi**

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

### **Abstrak**

*Industri semen merupakan salah satu industri yang digolongkan sebagai industri yang boros mengkonsumsi energi, karena dalam proses produksi mengkonsumsi energi cukup besar setara dengan 25 s/d 35 % dari biaya total produksi. Sejalan dengan semakin berkurangnya cadangan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui (non-renewable energy), penghematan energi melalui efisiensi penggunaan energi pada proses produksi menjadi suatu keharusan yang tidak dapat dihindari.*

*Dalam penelitian sebelumnya<sup>[1]</sup>, Penulis telah melakukan Feasibility Study terhadap pemasangan VSD di Fan, yang menunjukkan kemungkinan penghematan energi yang cukup besar. Dalam penelitian ini, unjuk kerja dilapangan secara nyata telah didapatkan bahwa pemasangan inverter atau VSD'S pada Fan yang digunakan didalam proses produksi Industri Semen, mampu menghemat penggunaan energi sebesar 499,0464 MWH pertahun, dan nilai ini setara dengan penurunan emisi gas CO2 sebesar 361.309,594 Ton CO2/Tahun.*

**Keywords:** Industri Semen, Fan, Damper, Variable Speed Drive (VSD), Inverter.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Industri semen adalah industri yang banyak memerlukan energi untuk proses produksinya, yaitu bervariasi antara 25 % s/d 35 % dari total biaya produksi. Dengan demikian industri semen termasuk sebagai salah satu industri yang boros energi.

Sejalan dengan kondisi krisis energi yang melanda dunia dan terjadinya fenomena pemanasan global (*global warming*) saat ini, maka upaya penghematan penggunaan energi, terutama energi yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil perlu menjadi perhatian semuanya.

Timbulnya dampak lingkungan dari penggunaan bahan bakar fosil harus disikapi secara bijaksana dengan melakukan upaya-

upaya pencegahan atau pengurangan dampak tanpa harus mengurangi kinerja maupun produksi suatu kegiatan (industri), seperti optimalisasi proses, peningkatan efisiensi, pemanfaatan bahan baku yang ramah lingkungan dan sebagainya. Upaya ini dikenal sebagai prinsip-prinsip metoda produksi bersih.

Dalam industri semen, beberapa proses produksi masih memungkinkan dikaji lebih dalam melalui penerapan prinsip-prinsip produksi bersih tersebut untuk memperoleh efisiensi penggunaan energinya secara langsung akan berdampak pada penekanan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan perusahaan.

## 1.2. Tinjauan Pustaka

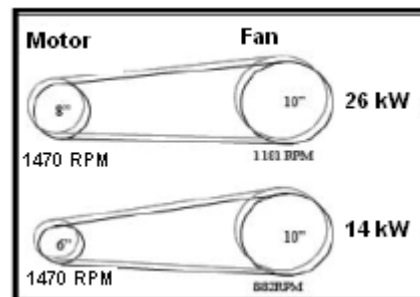
Hampir kebanyakan pabrik menggunakan fan untuk ventilasi dan proses industri yang memerlukan aliran udara. Sistem fan penting untuk menjaga pekerjaan proses industri, dan terdiri dari sebuah fan, motor listrik, sistem penggerak, saluran atau pemipaan, peralatan pengendali aliran, dan peralatan penyejuk udara (filter, kumparan pendingin, penukar panas, dan lain lain.). Departemen Energi Amerika Serikat memperkirakan bahwa 15 persen listrik di industri manufaktur Amerika dipakai untuk keperluan motor. Hal yang sama di sektor komersial, listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan motor fan yang merupakan bagian dari biaya energi terbesar untuk penyejukan ruangan<sup>[2]</sup> (US DOE, 1989).

Salah satu cara untuk mengurangi beban konsumsi energi fan agar lebih efisien adalah dengan cara pengaturan kecepatan fan untuk mengontrol aliran udara sesuai dengan kebutuhan.

Fan terpasang beroperasi pada kecepatan konstan. Namun beberapa situasi mungkin menghendaki perubahan kecepatan, sebagai contoh lebih banyak aliran udara mungkin diperlukan dari fan ketika ada tambahan sebuah saluran baru, atau mungkin diperlukan aliran udara yang sedikit jika fannya kebesaran.

Beberapa cara menurunkan atau mengendalikan aliran udara fan dapat dilakukan antara lain melalui cara/ metoda pengendali antara lain<sup>[2,3]</sup> : perubahan *pully*, penggunaan dampers, *Variable Speed Drive (VSD)*, *Inlet Guide vanes*, *Variable pitch fans*,

Perubahan *pully* dilakukan dengan mengurangi ukuran *pully* motor atau penggerak yang dimaksudkan untuk menurunkan kecepatan secara permanen dan menurunkan energi secara nyata, sebagaimana terlihat ada gambar dibawah ini dimana dengan penurunan 2 inchi *pully* menghemat 12 kW.



Gambar 1 skema perubahan *pully*

Penggunaan damper dilakukan untuk mengurangi jumlah aliran dan juga meningkatkan tekanan hulu, yang akan mengurangi keluaran fan. Keuntungan dari penggunaan damper selain murah juga mudah pemasangannya tetapi ada juga kerugiannya yaitu memberikan jumlah pengaturan yang terbatas. Serta walaupun dapat mengurangi aliran tapi tidak dapat mengurangi pemakaian energi. Selain itu biaya operasi dan perawatan lebih tinggi.

Fungsi dari *Variable Speed Drive (VSD)* adalah menurunkan kecepatan fan untuk memenuhi kebutuhan aliran yang dibutuhkan. Ada beberapa jenis VSD yang biasa digunakan yaitu : VSD Mekanik, listrik dan *Variable Frequency Drive*. *Variable Speed Drive (VSD)* dapat digolongkan menjadi 2 yaitu VSD mekanik dan VSD listrik. VSD mekanik mempunyai beberapa type seperti kopling hidrolik, kopling fluida, dengan belt dan *pully* yang dapat diatur, sedangkan VSD listrik typenya adalah kopling arus eddy, pengendali motor dengan rotor, Jenis lainnya adalah *Variable Frequency Drive*, dimana cara kerjanya adalah mengubah kecepatan putaran motor dengan mengatur frekwensi daya yang dipasok).

*Inlet Guide vanes*: adalah salah satu pengatur kecepatan yang mudah pemasangannya. Keuntungan dari inlet guide vanes ini adalah dapat memperbaiki efisiensi dengan biaya yang cukup murah dengan syarat aliran udara yang digunakan di antara 80-100% dari kapasitas maksimum. Apabila kurang dari 80 % dari

kecepatan maksimum maka efisiensi yang didapat tidak terlalu baik.

*Variable pitch fans* juga merupakan salah satu pengatur kecepatan fan yang menciptakan pusaran ke arah fan sehingga dapat memperkecil sudut antara udara yang masuk dan *blade* fan,

Langkah yang dilakukan adalah dengan merubah sudut antara aliran udara yang masuk dan *blade* yaitu dengan memiringkan *blade* fan sehingga menurunkan beban motor, tekanan dan aliran udara fan.

Keuntungan dari *Variable pitch fans* selain dapat menjaga efisiensi tinggi diatas kisaran kondisi operasi juga menghindarkan timbulnya gaung ketukan kecepatan operasi normal dicapai. Keuntungan yang lain adalah dapat beroperasi dari kondisi tanpa aliran sampai aliran penuh tanpa adanya masalah kegagalan.

Akan tetapi *Variable pitch fans* juga mempunyai beberapa kendala seperti hanya dapat diterapkan pada beberapa jenis fan aksial saja, selain itu akan timbul masalah kotoran jika bahan pencemar terakumulasi dalam actuator mekanis yang mengendalikan blades. Pada beban yang rendah untuk jangka waktu lama dapat mengurangi faktor daya dan efisiensi motor

Pada penelitian sebelumnya, penulis telah melakukan kajian penggantian damper dengan VSD berdasarkan asumsi penghematan yang dapat dilakukan oleh sebuah VSD dengan merk hitachi yang melalui perubahan variabel prosentase pada bukaan damper dari 0 % s/d 100 %. Dari hasil kajian ini dapat diketahui bahwa perubahan damper dengan VSD dapat menghasilkan penghematan energi yang besar.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh penghematan energi secara real pada fan melalui penggantian damper dengan VSD.

## 2. METODE DAN PERALATAN

### 2.1. METODOLOGI

Dalam penelitian dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Melakukan pengukuran daya pada 6 buah fan yang akan dipasang VSD elektrik seperti : persentase bukaan damper, desain, konsumsi daya aktual dan laju alir aktual.
- Melakukan pengukuran daya pada pemakaian VSD elektrik di 6 buah fan dari desain sampai dengan actual output.
- Menghitung besarnya penghematan dengan membandingkan pemakaian daya pada fan yang menggunakan damper dengan yang memakai VSD.

### 2.2. Peralatan

Dalam penelitian ini digunakan per - alatan utama yaitu :

- Peralatan Pengukur listrik model *HIOKI 3286-20 Clamp-on Power Hitester* digunakan untuk mengukur Parameter Utama (KVA, kW, PF, Hertz, KVAR, Ampere dan Volt.
- Peralatan Pengukur Kecepatan motor jenis *stroboscope*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi teknis masing-masing Fan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Fan

HAC MOTOR	DESIGN			
	KW	VOLT	AMP.	RPM
471-FN4	110	400	195	1485
471-FN5	110	400	195	1485
471-FN6	110	400	195	1485
471-FN7	110	400	195	1485
471-FN8	55	400	98	1475
471-FN9	55	400	98	1475

Hasil pengukuran pemakaian energi terhadap 6 buah fan sebelum dilakukan pemasangan inverter/VSD'S (masih menggunakan damper) yang telah dilaksanakan dari tanggal 26 november 2004 sampai dengan 1 maret 2005 disajikan pada Tabel 2. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggantian damper dengan inverter yang akan dilaksanakan.

Untuk melaksanakan proses penggantian *inverter* pada 6 (enam) buah Fan, dibutuhkan waktu lebih kurang 3 bulan yang dilaksanakan pada tanggal 8 april 2005 sampai dengan 20 april 2005.

Pengukuran telah dilaksanakan 2 periode, periode I pada tanggal 8 april 2005 sampai dengan 20 april 2005 dan periode II pada tanggal 1 september 2005 sampai dengan 6 september 2005. Hasil pengukuran masing masing Fan dapat dilihat pada Table 3 dan Tabel 4.

Tabel 2 memberikan gambaran pada kondisi awal Flow Range masing-masing motor yang dihasilkan sebelum dilaksanakan penggantian inverter sesuai dengan pengaturan persentase damper range pada motor yang digunakan. Dari hasil data yang diperoleh dapat dihitung bahwa proses ini memerlukan energi sebesar 267,76 KWH.

Dengan tanpa merubah *Flow Range* yang dihasilkan masing-masing Fan, pada periode I pengamatan hasil penggantian damper dengan inverter menunjukkan terjadi penurunan kebutuhan energi menjadi 203,01KwH, dengan perincian untuk masing-masing Fan sebesar : a. HAC Motor jenis 471-FN4 (13,45 KWH), b. Jenis 471-FN5 (19.43 KWH), c. Jenis 471-FN6 (12,76 KWH), d. Jenis 471-FN7 (4.43 KWH), Jenis 471-FN8 (8,15 KWH), dan Jenis 471-FN9 (6,74 KWH), atau telah terjadi penghematan penggunaan energi sebesar 64,96 KWH. Hasil ini tidak banyak berubah terhadap hasil pengamatan pada periode II (Tabel 4).

Tabel 2 : Pemakaian Energi Rata-rata Masing-masing Fan Menggunakan Damper

Feed range	HAC MOTOR	% damper range	Flowrange (Nm <sup>3</sup> /hr)	ACTUAL OUTPUT			ASSUMPTION
				Amp range	PF range	Average power (KW)	
270-310 t/hr	471-FN4	35 ~ 45	35,644 ~ 45,547	105~111	0.83~0.85	61.40	Energy price : Rp. 600 /KWH. Operating days: 320 days
	471-FN5	34 ~ 47	27,644 ~ 38,236	108~117	0.84~0.88	67.40	
	471-FN6	34 ~ 47	27,153 ~ 34,279	85~88	0.77~0.88	47.20	
	471-FN7	44 ~ 60	24,562 ~ 42,228	75~80	0.73~0.77	39.38	
	471-FN8	20 ~ 50	26,102 ~ 27,608	42~50	0.74~0.80	24.70	
	471-FN9	30 ~ 40	27,309 ~ 34,390	43~51	0.79~0.81	27.68	

Tabel 3 : Pemakaian Energi Rata-rata masing-masing Fan Menggunakan Inverter (VSD's).

Feed range	HAC MOTOR	speed range (rpm)	Flow range (Nm <sup>3</sup> /hr)	ACTUAL OUTPUT			SAVING ENERGY CALCULATION		
				Amp range	PF range	Average power (KW)	KWH	Daily (Rp)	Yearly (Rp)
270-310 t/hr	471-FN4	921~1152	32,500~43,864	82~97	0.92~0.95	47.95	13.45	193,680	61,977,600
	471-FN5	930~1221	29,839~46,333	79~102	0.93~0.97	47.97	19.43	279,792	89,533,440
	471-FN6	920~1155	32,990~61,660	30~36	0.93~0.97	34.45	12.75	183,600	58,752,000
	471-FN7	948~1278	24,680~56,154	66~75	0.91~0.97	35.15	4.43	63,792	20,413,440
	471-FN8	804~1083	30,586~39,205	34~44	0.93~0.98	16.55	8.15	117,360	37,555,200
	471-FN9	963~1095	30,395~34,200	43~48	0.91~0.95	20.94	6.74	97,056	31,057,920
Jumlah							64.96	936,288	299,289,600

Tabel 4 : actual energi yang digunakan oleh fan yang menggunakan Inverter

Feed range	HAC MOTOR	speed range (rpm)	Flow range (Nm <sup>3</sup> /hr)	ACTUAL OUTPUT			SAVING ENERGY CALCULATION		
				Amp range	PF range	Average power (KW)	KWH	Daily (Rp)	Yearly (Rp)
294-318 t/hr	471-FN4	954~1152	26,600~39,000	82~102	0.73~0.98	48.20	13.20	190,080	60,825,600
	471-FN5	950~1160	20,500~37,800	72~101	0.93~0.97	45.02	22.38	322,272	103,127,040
	471-FN6	960~1160	17,300~34,700	68~85	0.76~0.99	36.72	10.48	150,912	48,291,840
	471-FN7	1150~1250	24,500~47,100	74~81	0.75~0.97	39.56	0.02	288	92,160
	471-FN8	820~950	22,700~31,800	34~42	0.78~0.98	15.46	9.24	133,056	42,577,920
	471-FN9	860~950	19,300~22,500	38~45	0.77~0.98	18.07	9.61	138,384	44,282,880
Jumlah							64.93	934,992	299,197,440

Dari hasil perubahan *dampner* dengan *inverter* tersebut dapat diperoleh beberapa keuntungan, baik keuntungan finansial maupun keuntungan lingkungan.

Keuntungan finansial dari penghematan konsumsi energi dapat dihitung sebagai berikut :

- Penghematan energi : 64,96 KWH
- Biaya Energi = Rp 600,- per kWh

Dengan asumsi fan beroperasi penuh 24 jam/hari selama 320 hari pertahun, maka penghematan tahunan yang dapat diperoleh sebesar:

$$= 64,96 \text{ KWH} \times 24 \text{ jam} \times 320 \text{ hari} \\ \times \text{Rp. } 600,- \\ = \text{Rp } 299.427.840,-$$

Dengan memperhitungkan besarnya investasi yang diperlukan untuk mengganti/ merubah damper dengan inverter pada 6 (enam) buah fan sebesar Rp. 600.000.000,- , maka waktu pengembalian modal (*Break Event Point*) adalah :

$$\frac{600.000.000,-}{299.427.840,-} = 2 \text{ tahun}$$

Waktu pengembalian modal dalam jangka waktu 2 tahun sebagaimana yang telah diperoleh dari penghematan konsumsi energi ini dipandang sangat ekonomis, sehingga pada tahun ke tiga dan seterusnya industri semen ini dapat memetik keuntungan Rp 299.427.840,- untuk penggantian inverter pada 6 buah fan yang dioperasikan.

Sedangkan keuntungan lingkungan yang diperoleh dari penghematan energi terhadap penggantian 6 inverter adalah sebesar :

- Penghematan Daya pertahun  
= 64,96 KWH x 24 jam x 320 hari  
= 499.046,4 KWH/tahun  
= 499,0464 MWH/tahun
- Penurunan emisi gas rumah kaca (GHG)<sup>3,4]</sup>  
  
= 499,0464 MWH/tahun x 0.724 ton CO<sub>2</sub>/tahun  
= 361,31 Ton CO<sub>2</sub>/tahun

Mengingat pada operasionalnya, industri semen yang menjadi obyek penelitian ini

menggunakan 12 fan, maka apabila dapat dilakukan penggantian inverter pada 6 (enam) buah fan yang lain maka keuntungan finansial yang diperoleh pada tahun ketiga dan seterusnya sebesar Rp. 598.855.680,- dan keuntungan lingkungan sejak dilaksanakannya penghematan energi sebesar 722,62 Ton CO<sub>2</sub>/tahun suatu nilai yang cukup signifikan untuk berkontribusi bagi penurunan dampak GRK.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggantian damper dengan inverter telah dapat menghemat konsumsi energi sekitar 500 MWH/tahun atau setara dengan nilai Rp. 300.000.000,-/ tahun.
2. Walaupun penambahan Inverter pada motor fan cukup mahal, namun dengan mempertimbangkan penghematan yang diperoleh namun waktu pengembaliannya atau break even pointnya (BEP) hanya sekitar 2 (tahun), sehingga pada tahun ke 3 dan seterusnya sudah merupakan keuntungan perusahaan. BEP 2 tahun ini secara standar kelayakan, masih dianggap menguntungkan.
3. Penghematan konsumsi energi ini secara langsung dapat berkontribusi terhadap upaya penurunan pemanasan global (Global Warming) yang cukup signifikan.

##### 4.2. Saran

Penghematan konsumsi energi melalui penggantian inverter ini baru merupakan bagian kecil dari usaha penghematan yang dapat dilakukan pada industri semen. Untuk itu disarankan dapat dilakukan penghematan energi secara menyeluruh melalui penerapan metoda produksi bersih.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Prayudi, T., 2006. Pemasangan *variable speed drives* (vsd) pada fan untuk menurunkan penggunaan listrik Di industri semen, J. Tek. Ling, Edisi Khusus, Hal. 28 – 35, Jakarta,
2. ...., 1989, Energy Efficiency and Renewable Energy, *Improving Fan System Performance – a sourcebook for industry*, US Department of Energy (US DOE).
3. ...., "Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri Asia" Geriap Project, UNEP, 2005.
4. Sumber dari penghitung Gas Rumah Kaca *UNEP*: [www.uneptie.org/energy/tools/ghgin/](http://www.uneptie.org/energy/tools/ghgin/)