



## P. T. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA, TBK

### Pemasangan *Variable Speed Drives* (VSD) pada 12 fan untuk menurunkan penggunaan listrik pada motor-motor

#### RINGKASAN

---

Indocement adalah salah satu produsen semen terbesar di Indonesia, yang didirikan 1985 dan sekarang ini beroperasi 12 pabrik, sembilan pabrik terletak di Citeureup, Bogor, Jawa Barat; dua di Palimanan, Cirebon, Jawa Barat; dan satu di Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan. Terdapat lebih dari 90 fan yang digunakan diseluruh Plant # 6 (pada pabrik Citeureup) untuk berbagai penggunaan di dalam pembuatan semen. Sebagian besar fan yang digunakan dikendalikan dan dimonitor dari *Central Control Room* (CCR). Pada saat pengamatan pada sebagian fan, Tim menemukan kebanyakan fan mempunyai kontrol *Inlet Guide Vane* (IGV) atau damper yang tertutup dan tidak beroperasi pada efisiensi terbaik, yaitu dengan pembukaan IGV antara 53-71%. Teramati bahwa Fan di Plant # 6 mempunyai potensi untuk dilakukan penghematan energi. Opsi untuk optimasi penggunaan fan adalah dengan penerapan pengaturan kecepatan motor dengan *Variable Speed Drive* (VSD) untuk mengatur motor fan sesuai fluktuasi beban. Investasi untuk proyek ini Rp 1.250.000.000,00 atau kira-kira US\$ 136.000,00 ( 1US \$ = Rp 9.200). Dari perhitungan dalam studi kelayakan menunjukkan bahwa penghematan listrik dapat mencapai 5.530.120 kWh per tahun, dengan nilai mencapai Rp 2.942.023.799,30 per tahun, atau kira-kira US\$ 320.000. Waktu pengembalian modal lima bulan, GHG Emission 4.608,4 MWH  $\times$  0,724 = 3.336,41 TCO<sub>2</sub>/tahun. Pemasangan VSD akan dilakukan pada akhir Maret untuk enam inverter di grate 2 dan 3, sedang enam yang lain di grate 1 direncanakan dilaksanakan Desember 2005. Panel VSD akan ditempatkan di lokasi MCC.

#### KATA KUNCI

---

Indonesia, Semen, Fans & Blower, *Variable Speed Drive* (VSD)

#### PENGAMATAN

---

Terdapat lebih 90 fan yang digunakan diseluruh Plant # 6 untuk berbagai penggunaan di dalam pembuatan semen. Ukuran fan bervariasi dari < 5 kW sampai ke > 400kW tergantung dari penggunaan. Optimisasi kinerja fan merupakan salah satu peluang untuk mengurangi konsumsi listrik di pabrik, dan dari beberapa pengamatan, fan bekerja pada kecepatan yang tetap dengan damper atau *inlet guide vane* (IGV) sebagai pengatur aliran. Banyak dari fan yang digunakan dikendalikan dan dimonitor dari *Central Control Room* (CCR). Pada saat pengamatan pada sebagian fan, Tim menemukan banyak di antara fan mempunyai *Inlet Guide Vane* (IGV) atau kontrol damper yang tertutup dan tidak beroperasi pada efisiensi yang terbaik. Beban fan yang bervariasi



pada setiap penggunaan membutuhkan penyesuaian IGV's atau damper. Pengontrolan terhadap IGV's atau damper dilakukan untuk mengatur beban *fan* sesuai dengan kebutuhan proses. Tabel berikut adalah daftar potensi penghematan energi yang disusun berdasarkan data lapangan dari semua fan di Plant #6:

**Tabel 1: Potensi penghematan energi pada fan di Plant #6**

No. Peralatan	% Pembukaan IGV/Damper	Ukuran Motor (kW)	Konsumsi Daya aktual (kW)	Laju alir aktual (m <sup>3</sup> /men)
422-FN1	71	375	227	-
423-FN1	70	375	222	-
426-FN1	68	470	350	-
426-FN2	60	470	369	-
451-FN1	53	2000	-	-
452-FN1	47	2000	-	-
471-FN4	60	110	58	41,312
471-FN5	55	110	58	39,262
471-FN6	55	110	50	41,452
471-FN7	70	110	50	44,125
471-FN8	57	110	-	32,748
471-FN9	40	55	-	27,697
471-FN10	45	45	-	24,835
471-FND	52	-	-	688
471-FNE	52	-	-	380
471-FNF	30	-	-	200
471-FNG	52	-	-	455
471-FNH	44	-	-	446
471-FNI	24	-	-	171
471-FNJ	46	-	-	320
471-FNK	36	-	-	300
521-FN1	60	-	75	-
522-FN1	65	-	75	-

## OPSI

Dari pengamatan di atas ditentukan beberapa opsi, sebagai berikut:

- Laju alir volumetrik *fan* berbanding lurus dengan kecepatan motor, oleh sebab itu, metoda yang paling efisien untuk mengendalikan keluaran *fan* adalah dengan pengendalian kecepatan pada *fan* tersebut.
- Daya yang dikonsumsi oleh motor *fan* sebanding dengan kecepatan pangkat tiga motor, sehingga pengurangan kecepatan motor yang kecil menghasilkan pengurangan daya yang besar.
- Diperkirakan penghematan daya hingga 59% dapat dicapai dengan merubah dari IGV ke variabel pengendalian kecepatan dan mencapai 69% dengan merubah dari pengaturan damper ke variabel pengendalian kecepatan.



- Oleh karena itu, direkomendasikan untuk memasang *variable speed drives* (VSD'S) pada motor untuk mengendalikan kecepatan *fan*. Pada kondisi ini *inlet guide fans* atau *dampner fan* dibuka 100% dan kecepatan motor diatur sesuai dengan kebutuhan beban. Pemasangan VSD akan diterapkan pada *fan* yang beban motornya sering berubah yaitu *fan* yang pengaturan IGV atau dampernya terus-menerus atau secara teratur dirubah. Jika pengaturan IGV secara umum konstan setiap saat maka diterapkan opsi lain, yaitu perubahan perbandingan pulley atau penggunaan motor multi-speed.
- Pada *fan* yang layak dipasang VSD, keuntungan tambahan mungkin diperoleh dengan menggabungkan secara langsung motor dengan *fan*. Banyak *fan* yang menggunakan belt, mengakibatkan kerugian daya 2-3% akibat adanya slip.

## HASIL

Berikut ini hasil dari percobaan inverter pada *fan* pendingin 1R 75 kW:

**Tabel 2: Data dari percobaan Inverter**

Trade mark of "Hitachi" Perbandingan sebelum dan sesudah penggunaan inverter di fan pendingin (Cooling Fan 1R 75 KW)											
No.	Sebelum					Sesudah				Perbedaan	
	Dampner (%)	Laju (m <sup>3</sup> /m)	Arus (A)	Cos j	Daya (KW)	Arus (A)	Cos j	Frekwensi (Hz)	Daya (KW)	Daya (KW)	%
1	0	40	62	0,53	22,74	3	0,18	8,00	0,37	22,37	98,4
2	20	164	78	0,71	38,32	13	0,20	25,61	1,80	36,52	95,3
3	40	265	100	0,81	56,05	63	0,63	43,80	27,47	28,59	51,0
4	60	295	111	0,83	63,75	81	0,76	47,84	42,60	21,15	33,2
5	80	300	116	0,84	67,43	86	0,80	48,94	47,61	19,82	29,4
6	100	300	119	0,84	69,17	97	0,80	50,00	53,70	15,47	22,4

Percobaan dilakukan pada 19/05/2003

Tim listrik P6 dan Hitachi

Secara teknis Tim Proyek Geriapi tidak menemukan kesulitan untuk memasang VSD di fan.



**Tabel 3: Penghematan Energi Vs Interpolasi Bukaam Damper (Data Hasil)**

<b>Tabel 3 a: Interpolasi penghematan energi dari data fan 1R 75 kW</b>	
<b>Bukaan Damper (%)</b>	<b>Penghematan Energi (%)</b>
0	98,400
5	97,625
10	96,850
15	96,075
20	95,300
25	84,225
30	73,150
35	62,075
40	51,000
45	46,550
50	42,100
55	37,650
60	33,200
65	32,250
70	31,300
75	30,350
80	29,400
85	27,650
90	25,900
95	24,150
100	22,400

<b>Tabel 3b: Penghematan energi jika memakai VSD dan memakai data riil % bukaan damper</b>			
<b>Nomor Peralatan</b>	<b>Bukaan Damper (%)</b>	<b>Penghematan Energi (%)</b>	<b>Energi yang digunakan setelah memakai VSD</b>
471FN8MO1	68	31,680	0,683
471FN9MO1	25	84,225	0,158
471FNFMO1	26	82,010	0,180
471FNIMO1	20	95,300	0,047
471FN4MO1	65	32,250	0,678
471FN5MO1	65	32,250	0,678
471FN6MO1	65	32,250	0,678
471FN7MO1	75	30,350	0,697
471FNEMO1	33	66,505	0,335
471FNHMO1	41	50,110	0,499
471FNKMO1	43	48,330	0,517
471FNGMO1	37	57,645	0,424
471FNJMO1	38	55,430	0,446



**T. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA, TBK: pemasangan VSD pada 12 fan**

**Tabel 4: Perhitungan Penghematan Energi untuk Fan Pendingin pada Grate Cooler Plant #6**

**Asumsi:**

1. (%) penghematan energi: berdasarkan tabel 3b
2. Faktor Daya (FD): 0,8 (FD berbeda tergantung beban, berkisar 0,3~0,95)
3. Tegangan: 400 V
4. Waktu operasi: 300 hari dalam 1 tahun
5. Harga Energi: Rp 532 / kWH

NO	No. Alat	PERINGKAT		OPERASI			% BUKAAN DAMPER	DENGAN INVERTER		PENGHEMATAN DAYA (KW)	PENGHEMATAN ENERGI			PENGHEMATAN BIAYA – Tahunan (Rp)
		DAYA (kW)	ARUS (Amp.)	Arus		daya (kW)		DAYA (kW)	ARUS (Amp.)		Harian	Bulanan	Tahunan	
				(Amp.)	% Oper.									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	471FN8MO1	55	98	54	55,102	29,8944	68	36,89	20,42	9,47	227,29	6.818,79	81.826	43.531.174,91
2	471FN9MO1	55	98	48	48,980	26,5728	25	7,73	4,28	22,30	535,09	16.052,68	192.632	102.480.326,42
3	471FNFMO1	75	140	132	94,286	73,0752	26	16,96	9,39	63,69	1528,44	45.853,23	550.239	292.726.997,95
4	471FNI MO1	75	140	90	64,286	49,824	20	3,02	1,67	48,15	1155,63	34.668,96	416.028	221.326.658,15
5	471FN4MO1	110	195	123	63,077	68,0928	65	42,73	23,66	44,43	1066,44	31.993,14	383.918	204.244.206,94
6	471FN5MO1	110	195	123	63,077	68,0928	65	42,73	23,66	44,43	1066,44	31.993,14	383.918	204.244.206,94
7	471FN6MO1	110	195	100	51,282	55,36	65	34,74	19,23	36,13	867,02	26.010,68	312.128	166.052.200,76
8	471FN7MO1	110	195	85	43,590	47,056	75	30,36	16,81	30,25	725,97	21.778,96	261.348	139.036.910,50
9	471FNEMO1	110	195	140	71,795	77,504	33	24,05	13,31	64,19	1540,59	46.217,66	554.612	295.053.555,66
10	471FNHMO1	132	242	132	54,545	73,0752	41	27,21	15,06	58,01	1392,25	41.767,37	501.208	266.642.881,21
11	471FNKMO1	132	242	138	57,025	76,3968	43	29,46	16,31	60,09	1442,04	43.261,30	519.136	276.180.126,53
12	471FNGMO1	160	294	155	52,721	85,808	37	22,33	12,36	73,45	1762,71	52.881,19	634.574	337.593.541,61
13	471FNJMO1	160	294	182	61,905	100,7552	38	27,59	15,27	85,48	2051,54	61.546,21	738.555	392.911.011,72
		1.394							191	640	15.361	460.843	5.530.120	2.942.023.799

**METODA PERHITUNGAN**

Kolom F: % operasi = (Amp. Operasi / Amp. Peringkat) X 100% = ( Kolom E / Kolom D ) X 100%

Kolom G: Daya operasi (kW) = (v3 x V x I x FD)/1000 = 1.73 x 400 x Kolom E x 0.8)/1000

Kolom I: Arus dg Inverter = (100-% penghematan Energi) x Arus Operasi = (100-% penghematan Energi) x KolomE

Kolom H: Data Bukaam *Damper*

Kolom J: Daya dg Inverter (kW) = (v3 x V x I x FD)/1000 = (1.73 x 400 x Kolom I x 0.8)/1000

Kolom K: Penghematan Daya (kW) = Daya Operasi – Daya dg Inverter = Kolom G – Kolom J

Kolom N: Penghematan Energi Tahunan (kWH) = 24 x 25 x 12 x Penghematan Daya = 24 x 25 x 12 x KolomK

Kolom O: Penghematan (Rp) – Tahunan = Penghematan Energi Tahunan x Rp. 532 = 532 x Kolom N

*Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia- [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)*



Biaya investasi untuk proyek ini Rp 1.250.000.000,00 atau sekitar US\$136.000 (1US\$ = Rp 9.200). Dengan asumsi perhitungan rasional seperti dibawah ini:

- Biaya Energi = Rp 532 per kWh
- Operasi Pabrik = 300 hari
- Faktor Penghematan Energi (%) = Lihat Tabel. 3

(Asumsi dari hasil perhitungan rata-rata)

### Keuntungan Finansial

- Penghematan tahunan = Rp 2.942.023.799,30 atau US\$ 320.000,00
- Waktu Pengembalian Modal =  $\frac{Rp.1.250.000.000}{Rp.2.942.023.799,30 / thn} = 5 \text{ bulan}$

### Keuntungan Lingkungan

- Konsumsi Daya = 1394 kW
- Penghematan Daya = 640 kW
- Penghematan energi per hari = 640 kW x Rp 532/kWh x 24 J  
= Rp 8.172.288,33
- Penghematan Energi Tahunan = 640 kW x Rp 532/kWh x 24 J x 300 hari
- Emisi gas rumah kaca 4.608,4 MWH x 0.724\* = 3.336,41 TCO<sub>2</sub>/thn

\*Sumber dari penghitung Gas Rumah Kaca UNEP: [www.uneptie.org/energy/tools/ghgin/](http://www.uneptie.org/energy/tools/ghgin/)

## INFORMASI LEBIH LANJUT



Dr. Ir. Tussy A. Adibroto MSi atau Widiatmini Sih Winanti  
BPPT - Jl. MH Thamrin 8, Gedung BPPT II Lantai 20  
Jakarta Indonesia  
Tlp: +62 (21) 316 9758/68; Fax: +62 (21) 316 9760;  
E-m@il:tusyaa@ceo.bppt.go.id; [widiatmini@yahoo.com](mailto:widiatmini@yahoo.com)

Ketua Tim : Gunawan Purwadi  
General Manager  
PT. Indocement Tunggal Prakasa.Tbk  
Tlp: Kantor Pusat +62 21 2512121; pabrik +62 23 8752812;  
+62 231 343760; +62 518 61000  
Fax: Kantor Pusat +62 21 5701693; Pabrik +62 21 8752956;  
+62 231 343617; +62 518 61090  
E-m@il address: [Gunawan@indocement.co.id](mailto:Gunawan@indocement.co.id)

### Disclaimer:

Studi kasus ini dibuat sebagai bagian dari proyek "Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca untuk Industri di Asia dan Pasifik" ("Greenhouse Gas Emission Reduction from Industry in Asia and the Pacific"/ GERIAP). Sementara upaya-upaya masih dilakukan untuk menjamin bahwa isi dari publikasi ini didasarkan fakta-fakta yang benar, UNEP tidak bertanggung-jawab terhadap ketepatan atau kelengkapan dari materi, dan tidak dapat dikenakan sanksi terhadap setiap kehilangan atau kerusakan baik langsung maupun tidak langsung terhadap penggunaan atau kepercayaan pada isi publikasi ini © UNEP, 2006.