

ANALISA PENGGUNAAN DAYA PADA *OIL INJECTED COMPRESSOR* 75 KW BERBASIS *VARIABLE-SPEED DRIVE* DAN *FIX SPEED*

Kholik Adi Winarto, Bayu Firmanto, Eddy Suprihadi

Abstrak : Dalam penelitian ini, akan diukur daya yang melewati aktuator pada OIC yang bertipe *Fix Speed*, dan pada OIC yang bertipe *Variable Speed Drive*. Clamp meter akan digunakan dalam pengukuran ini. Kompresor yang akan dipakai sebagai sumber data pada penelitian ini ada dua buah. Yang pertama adalah Atlas Copco GA75+ 100AP, kompresor ini bertipe *Fix Speed*. Sedangkan untuk yang bertipe *VSD* digunakan Atlas Copco GA 37-75 *VSD*. Ada dua macam pengukuran yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Yang pertama adalah pengukuran daya yang digunakan pada kompresor *Fix Speed*. Pada pengukuran ini, akan diambil 15 titik data. Karena pada tipe *Fix Speed* yang terjadi adalah kondisi on pada saat kompresor menyala dan off pada saat kompresor mati, maka hanya ada 2 tipe tingkat beban, yaitu 0% untuk keadaan kompresor mati dan 100% pada saat kompresor menyala. Yang kedua adalah pengukuran daya yang digunakan pada kompresor bertipe *Variable Speed Drive*. Pada pengukuran ini, akan diambil 20 titik data. Ada 4 macam tingkat beban yang terbaca pada pengukuran ini, yaitu 0%, 42%, 69%, dan 100%. Setelah data terkumpul, maka penulis menggunakan metode regresi kubik untuk mencari efisiensi dari kompresor bertipe *VSD*. Setelah data yang didapat dari kedua pengukuran tersebut dibandingkan, maka dapat dilihat perbandingan efisiensi dari penggunaan daya pada kompresor tipe *Fix Speed* dan kompresor dengan tipe *Variable Speed Drive*.

Kata Kunci : *Oil Compressed Injector, Variable Seed Drive, Fix Speed, Daya*

PENDAHULUAN

Dewasa ini telah beredar 2 jenis OIC (*Oil Injected Compressor*), yaitu OIC yang berbasis *VSD (Variable-Speed Drive)* dan juga yang berbasis *Fix Speed*. Teknik *VSD* telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk salah satunya adalah dipakai di *air compressor*. Dapat dilihat ada penghematan energy ketika *air compressor* menggunakan *VSD*, dikarenakan motor hanya bekerja dengan speed yang dibutuhkan, lain hanya dengan *Fix Speed* dimana motor bekerja secara konstan dengan kecepatan yang sama. Karena *VSD* dapat diterapkan secara efektif dalam penghematan energi pada *air compressor*, maka muncul dugaan bahwa *VSD* juga dapat menimbulkan penghematan energy pada OIC.

METODE

Objek penelitian merupakan alat OIC (*Oil Injected Compressor*) *VSD (Variable Speed Drive)* dan *Fix Speed* dengan merk *Atlas Copco* dengan waktu penelitian pada bulan Desember 2017. Pada penelitian ini masalah yang akan diteliti adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan penggunaan energi untuk beban yang sama antara *VSD* terhadap *Fix Speed*. Kemudian membuat model untuk menggambarkan perbedaan tersebut apabila ditemukan perbedaan, disini peneliti akan membuktikan adanya penghematan energi yang muncul dengan penggunaan *VSD* pada OIC dibandingkan dengan *Fix Speed*. Metode pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan studi literatur, dan melakukan pengukuran menggunakan instrumen pengukuran.

Kholik Adi Winarto adalah akademisi Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang.
Bayu Firmanto adalah dosen Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang.
Eddy Suprihadi adalah dosen Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang.

Studi Literatur

Studi literatur adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan studi terhadap literatur yang relevan dengan topik penelitian, dengan tujuan mendapatkan teori dan konsep keilmuan yang berkaitan dengan penelitian, serta untuk mendapatkan data-data sekunder untuk penelitian.

Pengukuran Menggunakan Instrumen

Menurut (Arikunto, 1995:177), “instrumen penelitian adalah sesuatu yang penting dan strategis kedudukannya dalam pelaksanaan penelitian.” Keadaan-keadaan telah mendorong upaya-upaya pakar untuk membuat prosedur dan alat yang dapat digunakan guna mengungkap kenyataan-kenyataan (data) yang dapat dijadikan dasar dalam menyelesaikan berbagai masalah. Untuk itu instrumen penelitian menempati kedudukan penting dalam sebuah penelitian, hal ini tidak lain karena keberhasilan sebuah penelitian dipengaruhi pula oleh instrumen yang dipergunakan (Uhar Suharsaputra, 2012:94)

Kualitas data sangat menentukan kualitas penelitian. Kualitas data tergantung pada kualitas alat (instrumen) yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ada dua kategori, yakni :

- a) Instrumen digunakan untuk memperoleh informasi atau data tentang keadaan objek atau proses yang diteliti.
- b) Instrumen digunakan untuk mengontrol objek atau proses yang diteliti.

Data kondisi objek atau spesifikasi proses yang diukur dapat diulang dengan menggunakan dua instrumen tersebut (Gempur Santoso, 2012:62). Dalam suatu penelitian kuantitatif (adanya jarak antara subjek dan objek) yang bersifat verifikasi hipotesis, instrumen penelitian merupakan alat yang dipakai untuk menjembatani antara subjek dan objek (secara substansial antara hal-hal teoritis dan empiris, antara konsep dan data) (Uhar Suharsaputra, 2012:94) Pengukuran menggunakan instrumen merupakan teknik mendapatkan data dari piranti eksperimen, yang bertujuan untuk mendapatkan data primer untuk menjawab permasalahan dalam penelitian.

Variabel penelitian yang digunakan dan definisi operasional dalam penelitian ini adalah masukan dari OIC Fix speed akan diukur untuk mengetahui seberapa besar daya yang dibutuhkan untuk melakukan luaran tertentu serta masukan dari OIC VSD/VFD akan diukur untuk mengetahui seberapa besar daya yang dibutuhkan untuk melakukan luaran tertentu.

Data yang digunakan tidak menyeluruh untuk dipakai tetapi kami menggunakan Teknik sampling. Sampel yang akan diambil akan berasal dari OIC dengan rating daya yang sama (75kW) baik pada jenis Fix Speed maupun pada VSD. Data akan dikumpulkan setidaknya sebanyak 15 titik data untuk masing-masing jenis OIC.

Data akan dianalisis dengan cara mengumpulkan data dari OIC Fix Speed dan OIC VSD, kemudian akan dilakukan sebuah analisis untuk membuat model matematis hubungan antara masukan dan keluaran dari masing-masing OIC. Dari hasil pengamatan model matematis tersebut, kemudian dapat ditarik kesimpulan mengenai hubungan antara penggunaan OIC Fix Speed dengan VSD.

Data akan dianalisis dengan cara mengumpulkan data dari OIC Fix Speed dan OIC VSD, kemudian akan dilakukan sebuah analisis untuk membuat model matematis hubungan antara masukan dan keluaran dari masing-masing OIC. Dari hasil pengamatan model matematis tersebut, kemudian dapat ditarik kesimpulan mengenai hubungan antara penggunaan OIC Fix Speed dengan VSD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

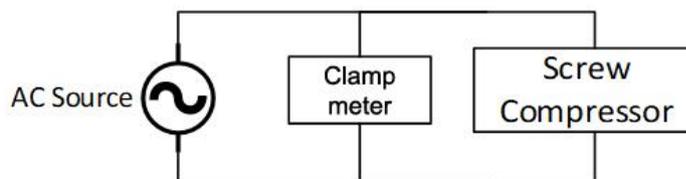
Dalam penelitian ini, penulis mengambil data dengan cara mengukur daya yang melewati aktuator pada OIC yang menggunakan Fix Speed, dan pada unit VSD pada OIC yang menggunakan VSD. Clamp meter akan digunakan dalam pengukuran ini. Kompresor yang akan dipakai sebagai sumber data pada penelitian ini ada dua buah. Yang pertama adalah Atlas Copco GA75+ 100AP, kompresor ini bertipe Fix Speed. Sedangkan untuk yang bertipe VSD digunakan Atlas Copco GA 37-75 VSD.

Ada dua macam pengukuran yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Yang pertama adalah pengukuran daya yang digunakan pada kompresor Fix Speed. Pada pengukuran ini, akan diambil 15 titik data. Karena pada tipe Fix Speed yang terjadi adalah kondisi on pada saat kompresor menyala dan off pada saat kompresor mati, maka hanya ada 2 tipe flow, yaitu 0% untuk keadaan kompresor mati dan 100% pada saat kompresor menyala.

Yang kedua adalah pengukuran daya yang digunakan pada kompresor bertipe Variable Speed Drive. Pada pengukuran ini, akan diambil 20 titik data. Pada tipe VSD, flow akan berubah seiring kebutuhan udara yang disuplai. Jadi motor akan bergerak dinamis dan flow juga berubah-ubah. Ada 4 macam flow yang terbaca pada pengukuran ini, yaitu 0%, 42%, 69%, dan 100%. Setelah data terkumpul, maka penulis menggunakan metode regresi kubik untuk mencari efisiensi dari kompresor bertipe VSD.

Setelah data yang didapat dari kedua pengukuran tersebut dibandingkan, maka dapat dilihat perbandingan efisiensi dari penggunaan daya pada kompresor tipe Fix Speed dan kompresor dengan tipe Variable Speed Drive.

Dalam Gambar 1 diperlihatkan diagram pemasangan alat untuk mengukur daya yang dikonsumsi oleh kompresor dengan tipe *Fix Speed*. Clamp meter diletakkan pada kabel masukan daya ke kompresor untuk mengambil data daya yang sedang digunakan oleh kompresor yang sedang berjalan.



Gambar 1. Pengukuran Daya Pada Kompresor

Prosedur pengukuran daya pada kompresor dengan tipe *Fix Speed* adalah dengan mencatat flow yang mengalir dengan melihat indikator pada panel LCD di kompresor. Selanjutnya meletakkan clamp meter pada kabel masukan daya ke kompresor. Setelah clamp meter pada kabel telah dimasukan daya ke kompresor, yang kita lakukan adalah melihat dan mencatat daya masukan pada clamp meter pada tabel. Proses selanjutnya adalah menghitung Efisiensi Efektif daya dengan rumus persamaan (4.1). lakukan kegiatan tersebut berulang-ulang).

Kemudian setelah diambil 15 titik data dengan 2 macam flow, maka data tersebut dimasukkan tabel. Dari data-data pada tabel tersebut, dapat ditarik data tentang Efisiensi Efektif pada berbagai tingkat beban. Prosedur daya pada kompresor dengan tipe *Variable Speed Drive* adalah mencatat flow yang mengalir dengan melihat indikator pada panel LCD di kompresor. Meletakkan clamp meter pada kabel masukan daya ke kompresor. Melihat dan mencatat daya masukan pada clamp meter pada tabel. Terakhir menghitung Efisiensi Efektif daya menggunakan rumus 1.

$$Efisiensi\ Efektif = \frac{p}{10.acfm} \quad (1)$$

setelah diambil 20 titik data dengan 4 macam flow, maka data tersebut dimasukkan tabel. Dari data-data pada tabel tersebut, kemudian digunakanlah metode regresi kubik untuk menentukan rumus Efisiensi Efektif pada berbagai tingkat beban. Peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam percobaan ini membutuhkan Kompresor Atlas Copco GA75+ 100AP, kompresor Atlas Copco GA 37-75 VSD dan clamp meter.

Pengukuran yang pertama adalah pengambilan data penggunaan daya pada kompresor bertipe *Fix Speed*. Pada pengukuran pertama ini hanya akan ada 2 macam flow, yaitu 0% pada saat mesin mati dan 100% pada saat keadaan menyala.



Gambar 2. Pengukuran Dengan Clampmeter pada *Fix Speed*

Data yang tersaji pada Tabel 1 merupakan data yang diambil pada saat flow 100% yaitu ketika motor *screw* menyala, sejumlah 10 titik dan pada saat flow 0% yaitu ketika kompresor mati, sebanyak 5 titik. Dari data yang tersedia, dapat dilihat bahwa ternyata ketika flow 0% masih ada daya yang masuk. Kemudian dari 10 titik data flow 100% dihitung rata-rata dari daya yang masuk, begitupula daya pada saat flow 0%. Rata-rata daya flow 100% dan 0% ini kemudian dijadikan patokan untuk menghitung Efisiensi Efektif *compressor fix speed* pada berbagai tingkat beban disajikan pada Tabel 2, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$E_{eff} = \frac{\left(\left(1 - \frac{C_{act}}{C_{max}} \right) \cdot P_U + \left(\frac{C_{act}}{C_{max}} \right) \cdot P_L \right) \cdot 100}{1000 \cdot C_{act}} \quad (2)$$

Setelah menghitung Efisiensi Efektif pada berbagai tingkat beban mulai dari 0% hingga 100% dengan interval 10%, dibuatlah Tabel 2 untuk memperlihatkan daftar Efisiensi Efektif dari kompresor bertipe *Fix Speed*, dihitung dengan persamaan 2.

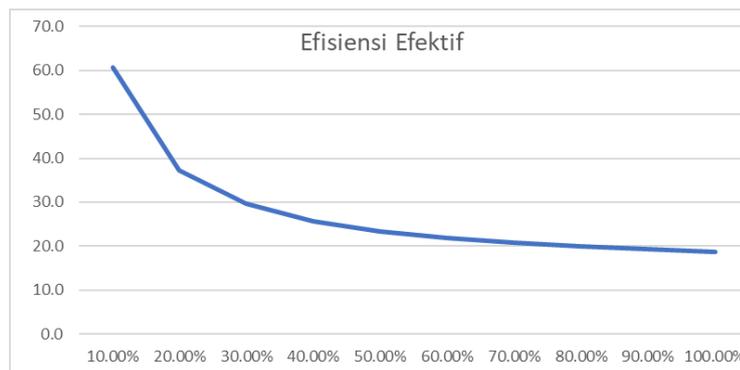
Tabel 1. Penggunaan Daya Pada Kompresor *Fix Speed* Saat *Screw* Bekerja

No	Daya (W) (A)	Aliran Udara (Kaki Kubik per Menit) (B)	Efisiensi Kerja (kW/100 kaki kubik per menit) (C = A / (10.B))
1	92226.0	502.4	18.4
2	89718.0	502.4	17.9
3	99636.0	502.4	19.8
4	89832.0	502.4	17.9
5	99408.0	502.4	19.8
6	91656.0	502.4	18.2
7	95079.2	502.4	18.9
8	95230.4	502.4	19.0
9	95215.4	502.4	19.0
10	94839.3	502.4	18.9

Tabel 2. Efisiensi Efektif Kompresor Tipe *Fix Speed* Pada Berbagai Tingkat Beban

No	Daya Standby P_u	Daya Active P_L	Aliran Terpakai C_{act}	Aliran Maksimum C_{max}	Efisiensi E_{eff} (kW/ 100 kaki kubik per menit)
	(W)	(W)	(Kaki Kubik per Menit)	(Kaki Kubik per Menit)	
	A	B	C	D	E
1	23354	94284	50,24	502,4	60,6
2	23354	94284	100,48	502,4	37,4
3	23354	94284	150,72	502,4	29,6
4	23354	94284	200,96	502,4	25,7
5	23354	94284	251,20	502,4	23,4
6	23354	94284	301,44	502,4	21,9
7	23354	94284	351,68	502,4	20,8
8	23354	94284	401,92	502,4	19,9
9	23354	94284	452,16	502,4	19,3
10	23354	94284	502,40	502,4	18,8

Dari data yang terkumpul pada Tabel 2, maka dibuatlah grafik yang menggambarkan hasil Efisiensi Efektif kompresor tipe *Fix Speed* pada berbagai tingkat beban.

**Gambar 3.** Grafik Efisiensi Efektif Kompresor Tipe *Fix Speed* Pada Berbagai Tingkat Beban

Pengukuran yang kedua adalah pengambilan data penggunaan daya pada kompresor bertipe *Variable Speed Drive*. Pada pengukuran kedua ini akan ada 4 macam flow, yaitu 0% pada saat mesin mati, 42%, 69%, dan 100% pada saat keadaan menyala. Terdapat banyak macam persentase flow dikarenakan VSD menggunakan daya hanya sesuai dengan kebutuhan pada saat pengisian.

**Gambar 4.** Display Flow pada Kompresor *Variable Speed Drive*

Hasil pengukuran yang telah didapatkan kemudian dituangkan kedalam tabel hasil pengukuran. Tabel 3 menjelaskan Data Pengukuran Daya Masuk Pada Kompresor Bertipe VSD.

Tabel 3. Data Pengukuran Daya Masuk Pada Kompresor Bertipe VSD

No	Daya (W)	Aliran Terpakai (Kaki Kubik per Menit)	Efisiensi Efektif (kW/100 kaki kubik per menit)
	(A)	(B)	($C = A / (10.B))$
1	92857.66	488.0	19.0
2	91975.73	488.0	18.8
3	93366.55	488.0	19.1
4	91466.09	488.0	18.7
5	90609.84	488.0	18.6
6	64589.20	336.7	19.2
7	63636.81	336.7	18.9
8	65077.67	336.7	19.3
9	66418.07	336.7	19.7
10	64391.47	336.7	19.1
11	40706.21	205.0	19.9
12	41717.32	205.0	20.4
13	41961.26	205.0	20.5
14	41606.47	205.0	20.3
15	38878.18	205.0	19.0

Data yang tersaji pada Tabel 3 merupakan data yang diambil pada saat flow ketika kompresor menyala, sejumlah 15 titik, yaitu pada saat flow 42% sebanyak 5 titik, pada saat flow 69% sebanyak 5 titik, dan pada saat flow 100% sebanyak 5 titik, serta pada saat flow 0% yaitu ketika kompresor mati, sebanyak 5 titik. Dari data yang tersedia, berbeda dengan kompresor dengan tipe *Fix Speed*, dapat dilihat bahwa ternyata ketika flow 0% tidak ada daya yang masuk. Sedangkan untuk Efisiensi Efektif dari data yang diambil pada saat penghitungan kedua, harus menggunakan metode regresi kubik untuk menghitungnya.

KESIMPULAN

Ditemukan perbedaan penggunaan daya untuk beban yang sama pada kompresor yang bertipe *Fix Speed* dibandingkan dengan kompresor yang bertipe *Variable Speed Drive*. Hal tersebut dikarenakan fleksibilitas flow yang dijalankan oleh kompresor yang bertipe *Variable Speed Drive* mempengaruhi daya masukan yang digunakan. Sedangkan untuk efisiensinya, tidak sepenuhnya kompresor bertipe *Variable Speed Drive* unggul. Kompresor bertipe *Fix Speed* lebih efisien pada saat tingkat beban mencapai 90% keatas, sedangkan pada saat tingkat beban 80% kebawah, efisiensi lebih tinggi apabila menggunakan kompresor yang bertipe *Variable Speed Drive*.

Model untuk menggambarkan perbedaan tersebut telah digambarkan pada bab 4, yaitu kurva menurun ke kiri berpotongan dengan garis yang hampir horizontal. Yang artinya, kompresor dengan tipe *Fix Speed* lebih efisien dalam penggunaan daya ketika beban daya mencapai 90% keatas. Sementara kompresor dengan tipe *Variable Speed Drive* mendominasi Efisiensi Efektifnya, yaitu kompresor dengan tipe ini lebih efisien ketika beban daya 80% kebawah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi (1995). Manajemen Penelitian, Jakarta: Rineka Cipta.
 Arikunto, Suharsimi (1996). Dasar-dasar Evaluasi. Jakarta: Rineka
 Muliando, E. S., dan Sutanto, T. (2002). Perancangan Sistem Pneumatik dengan Aplikasi pada Walking Robot. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
 Santoso, Gempur (2012). Metodologi Penelitian. Jakarta: Prestasi Pustakaraya.

Sugiyono (2017). Metode Penelitian Kualitatif (Untuk Penelitian yang Bersifat: Eksploratif, Enterpretif, Interaktif dan Konstruktif). Jakarta: Alfabeta.

Suharsaputra, Uhar (2012). Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif dan Tindakan, Bandung: PT. Refika Aditama.

UNEP (2006). Peralatan Energi Listrik Pompa dan Sistim Pemompaan. India : National Productivity Council