

ANALISA PENGARUH PARAMETER SISTEM PENGKONVERSIAN WET GAS TERHADAP PERFORMA KOMPRESOR SENTRIFUGAL

Ambo Intang

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa, Palembang

ABSTRACT

Within a specific operation, depending on the operation and maintenance, the compressor will experience performance degradation or performance as a result of increased and decreased several operating parameters compression of gas. To determine the effect of changing the operating parameters of the loss in performance then do retrieval and data processing operations on the wet gas compressor (WGC) FCCU unit Revenary III Pertamina Plaju by comparing with the operating specifications satandar (design) it. From the calculation results can be seen that the current Wet Gas Compressor Efficiency polytropis has declined, to Section I of 80.1% design to be 79.4% (down 0.7%) and section II of 77.6% design to 71, 2% (down 6.4%). As a result of a decrease Efficiency, then Shaft Horse Power has increased from 1981.48 kW design to 2156.487 kW (up by 8.5%). The fall in efficiency compressor polytropis main cause is the occurrence of fouling on the side of Compressor Blade-blade which is marked by higher operating temperature (TOP) and the increased pressure drop on the other hand decreased compressibility Wet gas is not so significant effect on changes in gas deinsitas.

Keyword : *Centrifugal Compressor, Parameters, Permorma, Pengkompresian Wet Gas*

1. PENDAHULUAN

Kompresor Sentrifugal mempunyai kurva performa yang identik dengan kurva performa Pompa Sentrifugal. Perbedaan yang mendasar adalah bahwa fluida yang dikompresi pada kompresor adalah gas, sedangkan yang dikompresi pada pompa adalah fluida cair. Bentuk kurva flow (kurva aliran) kompresor sangat tergantung pada kondisi masukan gas, kosekuensinya kerapatan (density) gas masukan mempengaruhi aliran volumetriknya (Golden,s.2002).

Pada awalnya bahan bakar (fuel) akan dirubah menjadi tenaga mekanis yang terjadi pada turbine engine. Tenaga mekanis dari turbin akan dirubah menjadi tenaga pengkompresian gas didalam kompresor.

Gas yang diproses didalam sebuah kompresor plant dimana disana terdapat proses piping dan peralatan diatasnya, seperti vessel, colers, dan lain-lain yang berarti bahwa gas akan mengalami penurunan tekanan aliran (pressure drop) (Chan,Evan.2006).

Pada sebuah kompresor plant bisa terdiri dari beberapa unit gas turbine package, performa plant akan dinyatakan sebagai plant yang beroperasi secara optimum, apabila outputnya yang berupa tekanan (pressure) dan aliran (flow) sesuai dengan masukan tenaga (input power) yang ada (Thamrin,I.2008)

Density gas yang selalu mengalami perubahan, peningkatan pressure drop aliran gas yang terjadi pada system proses pengkompresian adalah indikator utama yang bisa di jadikan dasar bahwa kompresor dalam jangka waktu operasi tertentu akan mengalami penurunan performa. Penurunan performa tersebut akan meningkatkan biaya operasi secara sigfikan (Intang,A.2010) karena input power yang dibutuhkan akan semakin besar untuk memproduksi wet gas pada jumlah dan kapasitas yang sama dalam memenuhi kebutuhan proses produksi gas.

Dalam pengambilan keputusan untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu diidentifikasi sampai dimana penurunan performa wet gas kompresor tersebut.

2. METODELOGI

2.1 Melakukan Pengambilan Data-data Operasi

Data – data Operasi :

No.	Parameter	Unit	Section 1	Section 2
1	Weight Flow	T/D	825,5	695,5
2	Suction Pressure	Kg/cm ²	0,38	3,19
3	Discharge Pressure	Kg/cm ²	5,75	14,4
4	Suction Temp.	C ⁰	31,5	38,8
5	Discharge Temp.	C ⁰	111,6	114,1
6	Speed	rpm	7649	7649

Sumber : Refenary III PertaminaPlaju

2.2. Studi Pustaka untuk Menentukan Dasar-dasar Teori dan Rumus yang digunakan

- Perhitungan Berat Molekul Wet Gas, Kapasitas panas spesifik (Cp), Ratio Panas spesifik (k) serta Kompresibilitas gas (Z).

a. Berat Molekul Wet Gas (MW)

Untuk menghitung Berat Molekul campuran Wet Gas (MW) terlebih dahulu harus diketahui % volume dari masing-masing komposisi Wet Gas. Data Komposisi Wet gas didapatkan berdasarkan hasil analisa Wet Gas yang dilakukan oleh Laboratorium. Berat Molekul Wet gas (MW) dihitung berdasarkan penjumlahan dari kontribusi masing-masing komposisi Gas dengan rumus :

$$MW = \sum (\% \text{ Volume} \times \text{Berat molekul}) \dots\dots\dots (1)$$

b. Kapasitas Panas Spesifik (Cp)

Kapasitas panas spesifik campuran Wet gas (Cp) dihitung berdasarkan penjumlahan dari kontribusi masing-masing Kapasitas panas Gas Ideal komponen yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_{p_{kom}} = A + BT + CT^2 + DT^3 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- Cp = Kapasitas panas Gas ideal komponen (kal/g-mol K)
- A,B,C,D= Tetapan-tetapan persamaan kapasitas panas ideal
- T = Temperatur aktual (Kelvin)

Sehingga Kapasitas panas spesifik campuran wet gas (Cp) :

$$C_{p_{camp}} = \sum (A + BT + CT^2 + DT^3) \dots\dots\dots(3)$$

c. Ratio Panas Spesifik (k)

Ratio Panas spesifik campuran (k) dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$K = C_p / (C_p - 1,986) \dots\dots\dots(4)$$

d. Kompresibilitas Wet gas (z)

Kompresibilitas gas campuran untuk masing-masing kondisi pada temperatur dan tekanan tertentu dihitung dengan menggunakan Tabel kompresibilitas yang digeneralisasi setelah terlebih dahulu menghitung Temperatur tereduksi (Tr) dan Tekanan tereduksi (Pr) masing-

masing komponen gas. Temperatur/tekanan tereduksi adalah perbandingan antara temperatur/tekanan aktual dengan Temperatur/Tekanan kritisnya.

- Perhitungan Head Polytropis (Hp), Efisiensi Polytropis (Eff p) serta Shaft Horse Power (SHP) pada kondisi aktual dan Design

Head Polytropis (Hp) aktual dihitung sebagai berikut :

$$H_{poly} = ((Z_s+Z_d)/2) \times (1545/MW) \times T_s \times (n/n-1) \times (R_p^{n-1/n} - 1) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- H_{poly} = Head polytropis aktual (ft.b/lb)
- Z_s = kompresibilitas campuran gas sisi suction
- Z_d = kompresibilitas campuran gas sisi discharge
- T_s = Temperatur suction (Rankine)
- MW = Berat molekul campuran
- $n-1/n$ = Tetapan polytropis
- R_p = Pressure ratio antara discharge dan suction

Effisiensi polytropis (η_{poly}) dihitung sebagai berikut :

$$(\eta_{poly}) = (k-1/k)/(n-1/n) \dots\dots\dots(6)$$

Shaft Horse Power polytropis (SHP_{poly}) dihitung sebagai berikut :

$$SHP_{poly} = Q \times H_{poly} / 33000 \times \eta_{poly} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

- SHP_{poly} = Shaft Horse Power polytropis (HP)
- Q = Weight flow aktual (lbm/min)
- η_{poly} = Effisiensi polytropis

- Perhitungan Koreksi Design berdasarkan kondisi dan parameter operasi Aktual

Dalam kondisi aktual, Berat Molekul campuran Wet Gas, kondisi Tekanan serta tempertur di sisi Suction dan Discharge berbeda dengan kondisi desainnya, untuk itu perlu dilakukan koreksi terhadap design Shaft Horse Power (SHP) dengan rumus sebagai berikut :

Koreksi Shaft Horse Power (SHP_{kor})

$$SHP_{kor} = F_{shp} \times SHP_d \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

- SHP_d = Shaf Horse Power (HP)
- F_{shp} = Faktor koreksi
 $= (MW_a/MW_d) \times (z_d/z_a) \times (T_{s_d}/T_{s_a}) \times (N_a/N_d)^3 \dots\dots\dots(9)$
- MW_a = Berat molekul campuran gas kondisi design
- MW_d = Berat molekul campuran kondisi aktual
- Z_{s_d} = Kompresibilitas campuran gas sisi suction kondisi design
- Z_{s_a} = Kompresibilitas campuran gas sisi suction kondisi aktual
- T_{s_d} = Temperatur campuran gas sisi suction kondisi design (rankine)
- T_{s_a} = Temperatur campuran gas sisi suction kondisi aktual (Rankine)
- N_a = Putaran kompresor kondisi aktual (rpm)
- N_d = Putaran kompresor kondisi design (rpm)

2.3. Perhitungan kinerja kompresor/WGC

Perhitungan kinerja kompresor/WGC dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Mengambil data-data operasinal fluida pada sisi suction dan discharge tiap section kompresor yang meliputi data Tekanan (PsiA) dan Temperaturu (R), Weight flow (lb.min) serta putaran kompresor
- b) Melakukan pengambilan data analisa komposisi Wet gas.
- c) Berdasarkan kedua data diatas selajutnya dilakukan perhitungan Berat molekul campuran (MW), Kapasitas panas spesifik pada tekanan tetap (Cp), Ratio panas sepesifik (k), Kompresibilitas gas (Z),
- d) Melakukan perhitungan Head Polytropis serta Shaft Horse Power(SHP) aktual dan design.
- e) Melakukan perhitungan koreksi terhadap kondisi design yaitu koreksi Shaft Horse Power(SHP). Perhitungan tersebut dilakukan pada kondisi Wet gas dan parameter operasi aktual dengan asumsi rotor dalam kondisi bersih

2.4. Melakukan evaluasi terhadap hasil perhitungan pada item d dan e diatas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil perhitungan performance Wet Gas Compressor (WGC)

No	Parameter Operasi	Unit	Design				Performance WGC			
			Section I		Section II		Section I		Section II	
			Suct.	Disch.	Suct.	Disch.	Suct.	Disch.	Suct.	Disch.
01.	Ratio Panas Spesifik (k)	-	1,129	1,113	1,145	1,164	1,126	1,105	1,126	1,106
02.	Kompresibilitas Wet gas (z)	-	0,982	0,965	0,950	0,909	0,985	0,985	0,945	0,926
03.	Weight flow (% Kapasitas Design)	Lb/m in	1216,939		998,684		1334,24 (110%)		1070,15 (107%)	
04.	Berat Molekul Wet Gas (MW)	-	42,95		40,59		46,6		45	
05.	Head Poly tropis	Feet	2935,834		2891,638		31627,832		26821,30	
06.	Effisiensi poly tropis (η_{poly})	%	78,900		74,100		75,17		68,94	
07.	Total Shaft Horse Power poly tropis (SHP _{poly}) (% SHP design)	Hp	2556,83				2794,53 (109,3%)			
08.	Putaran/Speed	rpm	7730				7649 (98,9%)			
09.	FVA RGT	Deg	-				47,6			
10	Koreksi Total Shaft Horse Power polytropis terhadap design (SHP _{poly}) (Kenailan Power)	HP	2556,83				2950,00 (+393,17 HP)			

3.2. Pembahasan

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat beberapa paramater penting dan korelasinya pada pengoperasian kompresor yang secara garis besar sebagai berikut :

1. Saat ini Wet Gas Kompresor beroperasi diatas 100% kapasitas designnya yaitu antara 102% s/d 110% kapasitas design.
2. Berdasarkan perbandingan berat molekul service (Wet gas) dapat terlihat bahwa Berat molekul Gas campuran Wet gas naik melebihi designnya.
3. Pengaruh penurunan berat molekul Gas (MW) berdampak terhadap kenaikan Head polytropis (HP) sehingga Shaft Horse Power Polytropis (SHP) juga mengalami kenaikan, terlihat bahwa aktual SHP 109,3% dari design, walaupun dari sisi putaran masih dibawah normal speed.
4. Diperlukan data pembanding untuk melihat naik atau turunnya konsumsi fuel gas untuk RGT yang apabila terindikasi bahwa jika naiknya bukaan control valve supply fuel gas ke RGT akan naiknya konsumsi fuel gas yang berkaitan dengan SHP yang dibutuhkan kompresor juga akan naik dan dari sisi kapasitas WGC beroperasi lebih tinggi.
5. Dari sisi Effisiensi Polytropis terlihat bahwa umumnya kompresor telah mengalami penurunan Effisiensi polytropis, effisiensi polytropis di Section-I sedikit mengalami kenaikan.
6. Hasil perhitungan koreksi SHP aktual terhadap designnya menunjukkan saat ini Kompresor sudah mengindikasikan trending kenaikan SHP, Kenaikan SHP koreksi 393,17 HP.

4. KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa saat ini Wet Gas Compressor telah mengalami penurunan Effisiensi polytropis, untuk Section I dari 80,1% design menjadi 79,4% (turun 0,7%) serta section II dari 77,6% design menjadi 71,2% (turun 6,4%).
2. Sebagai akibat adanya penurunan Effisiensi tersebut, maka Shaft Horse Power mengalami kenaikan dari 1.981,48 kW design menjadi 2.156,487 kW (naik sebesar 8,5%)
3. Penurunan effisiensi thermal bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah naiknya Parasitic flow pada internal part turbine atau turunnya effisiensi polytropis di sisi aksial kompresornya sendiri.
4. Dari pengalaman di site , turunnya effisiensi polytropis aksial kompresor penyebab utamanya adalah terjadinya fouling di sisi Blade-blade Kompresor yang ditandai oleh naiknya Temperatur Operating (TOP) dan meningkatnya pressure drop disisi lain penurunan Kompresibilitas Wet gas tidak begitu signifikan pengaruhnya terhadap perubahan deinsitas gas.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. "Compressor General Description, Data Sheet and Operating Limit". Section 2-3. Refenary III Pertamina. Plaju.
- Chan, Evan. (2006). "Wet Gas Compression in Twin-Screw Multiphase Pump". Thesis. Graduate Studies of Texas A&M University.
- Golden, S., Fulton, S. dan Hanson, Daril W. (2003). "Understanding Centrifugal Compressor Performance in a Connected Process System". Process Consulting Services Inc, Houston. Texas.

- Intang,Ambo. (2010). “*Performa Kerja Konverter Termoelektrik pada Pemanfaatan Panas Buang Incenerator Mini Pembakaran Sampah*”. Wacana teknologi, Jurnal Ilmu Teknologi, 1(1): 14-21.
- Thamrin,Ismail. (2008). “*Pengaruh Perawatan Kompresor dengan Metode Chemical Wash terhadap Unjuk Kerja Siklus Turbin Gas dan Karakteristik Aliran Isentropik pada Turbin Impuls*”. Jurnal Rekayasa Sriwijaya, 3(17):52-58.