

PENGARUH TEKANAN SUCTION GAS KOMPRESOR G TERHADAP KUANTITAS GAS DI UNIT KOMPRESOR PADA STASIUN PENGUMPUL AREA BEKASI

Indah Dhamayanthie, Mohamad Ari Nugroho
Program Studi D-III Teknik Kimia AKAMIGAS BALONGAN Indramayu
Email: idhamayanthie@gmail.com

Abstrak

Proses di Stasiun Pengumpul adalah minyak dan gas yang berasal dari sumur X, dialirkan ke manifold header. Minyak dan gas akan dipisahkan dengan separator dua fase. Minyak mengalir ke Free Water Knock Out, dan gas outuputnya masuk kedalam scrubber, untuk mengurangi kadar air yang terikut. Gas kemudian dinaikan tekanannya di kompresor. Gas Kompresor yang digunakan adalah jenis reciprocating doubeleacting/multistage. Gas kompresor ini mampu menaikan tekanan gas dari 29 psig sampai 430 psig, sedangkan pada aktualnya gas kompresor ini bekerja dari 22 psig sampai 340 psig. Hal ini menyebabkan volume aktual pada stage 1 dan stage 2 mengalami kenaikan dari data design dan volume aktual pada stage 3 mengalami penurunan dari data design. Besarnya volume aktual pada data design stage 1, stage 2 dan stage 3 adalah 1073 CFM; 803,22 CFM; 403,12 CFM secara berturut-turut. Sedangkan besarnya volume aktual pada data aktual stage 1, stage 2 dan stage 3 adalah 1133,57 CFM; 822,56 CFM; 394,49 CFM secara berturut-turut. Selain tekanan suction, variable lainnya yang memengaruhi adalah piston discharge, efisiensi volumetrik dan actual BHP. Efisiensi volumetrik pada data design didapatkan pada stage 1, stage 2, dan stage 3 adalah 78,47%; 82,89%,; dan 75,78% secara berturut-turut. Sedangkan data aktual efisiensi volumetrik stage 1, stage 2, dan stage 3 adalah 82,94%; 84,88%; dan 74,27% secara berturut-turut. Total brake horsepower data design adalah 1385,62 BHP, sedangkan data aktualnya adalah 1013,15 BHP sehingga act BHP menurun dari data desigannya.

Kata Kunci: Efisiensi, Gas, Kompresor, Kapasitas, Tekanan dan Variable.

Pendahuluan

Gas adalah salah satu dari tiga keadaan materi. Gas mempunyai sifat khusus yang tidak dimiliki oleh zat cair maupun zat padat. Jika suatu gas atau udara menempati suatu bejana tertutup maka pada dinding bejana tersebut akan bekerja suatu gaya. Gaya ini per satuan luas dinding disebut tekanan. Tekanan merupakan salah satu dari parameter atau

sifat penting dalam termodinamika. Berdasarkan dari persamaan gas ideal dapat diketahui ada beberapa faktor yang memengaruhi tekanan yaitu volume dan suhu.

Hubungan parameter tekanan dengan volum dapat diketahui dari pernyataan hukum Boyle yaitu “Jika gas dikompresikan (atau diekspansikan) pada temperature tetap, maka tekanannya akan berbandingan terbalik dengan volumenya”. Aplikasi dari hubungan parameter ini terdapat pada suatu alat yaitu Kompresor.

Kompresor adalah suatu alat atau mesin untuk memampatkan udara atau gas yang bertujuan untuk menaikkan tekanan fluida. Kompresor mempunyai prinsip kerja dengan cara menurunkan volume sehingga menaikkan tekanan gas atau udaranya.

Adapun tujuan saya melakukan pengamatan dan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jenis dan spesifikasi gas kompresor G yang digunakan di Stasiun Pengumpul
2. Mengetahui data design dan data aktual pada gas kompresor G di Stasiun Pengumpul
3. Mengetahui pengaruh tekanan *suction* pada gas kompresor G terhadap kuantitas gas di Stasiun Pengumpul

Metodologi Penelitian

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data, yaitu data-data design gas kompresor dan Log Sheet Gas Kompresor G. Log sheet untuk gas komprsor ini biasanya di dapat dalam 1 hari dengan waktu rentangnya 3 jam sekali. Dalam data log sheet ini untuk perhitungan Pressure Ratio (Rc), Pistone Displacement (PD), Eficiency Voluemntric, dan Actual Break Horse Power . Selain itu log sheet ini dapat menjadi parameter kualitas air hasil pengolahan seperti tekanan suction dan tekanan discharge.

Dimana data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung, wawancara dengan operator, dan study literature. Observasi lapangan yang pertama adalah mengunjungi Proses Stasiun Pengumpul dan unit Kompresor.

Hasil dan Pembahasan

1. Gas Kompresor G

Gas Kompresor G merupakan alat yang berfungsi untuk menaikkan tekanan feed gas CP (*Condensate Plant*) dari 20 psig hingga mencapai sekitar tekanan 300 psig. Gas tersebut ditekan dengan Gas Kompresor G dengan jenis kompersor reciprocating

dengan tiga stage dan *double acting*. Proses kompresi yang terjadi adalah proses kompresi adiabatik.

Gambar 1 Gas Kompresor G
(Sumber: Dokumean Pribadi)



2. Data Spesifikasi dari Gas Kompresor dan Penggerak

Berikut ini pada **Tabel 1** adalah data spesifikasi kompresor gas G dengan penggerak yaitu :

Tabel 1 Data Spesifikasi Gas Kompresor G

Gas Kompresor G	
Nama Peralatan	Reciprocating Compressor
<i>Tag Number</i>	TBN-CG-0006/00
<i>Merk</i>	Ariel
<i>Type</i>	JGT/4
<i>Serial Number</i>	F-33370
<i>Piston Rod Diameter</i>	2 in = 0,1667 ft
<i>Stroke</i>	4,5 in = 0,375 ft
<i>Speed</i>	1200 RPM
Jenis Kompresor	<i>Double Acting/Multistage</i> (3 Stage)
Engine	
Nama Peralatan	Prime Mover / Engine
<i>Tag Number</i>	TBN-GEG-0026/00
<i>Merk</i>	Waukesha
<i>Type</i>	L7042GSI
<i>Serial Number</i>	5283700566
<i>Countinous Engine Power</i>	1480 BHP
1st Stage Cylynder-	
<i>Cylinder Bore (Diameter)</i>	16,75 in = 1,3958 ft
<i>Pressure Suction</i>	29 psig
<i>Pressure Discharge</i>	101,98 psig
<i>Pressure Ratio (psia/psia)</i>	2,671

<i>Temperature Suction</i>	118 °F
<i>Temperature Discharge</i>	120 °F
<i>Capacity</i>	7,500 MMSCFD
<i>Clearence Volume Avg</i>	15,285%
2nd Stage Cylynder	
<i>Cylinder Bore (Diameter)</i>	14,125 in = 1,1771 ft
<i>Pressure Suction</i>	99,04 psig
<i>Pressure Discharge</i>	212,38 psig
<i>Pressure Ratio (psia/psia)</i>	1,997
<i>Temperature Suction</i>	118 °F
<i>Temperature Discharge</i>	120 °F
<i>Capacity</i>	7,500 MMSCFD
<i>Clearence Volume Avg</i>	19,62 %
3rd Stage Cylynder	
<i>Cylinder Bore (Diameter)</i>	10,5 in = 0,875 ft
<i>Pressure Suction</i>	207,38 psig
<i>Pressure Discharge</i>	459,29 psig
<i>Pressure Ratio (psia/psia)</i>	2,134
<i>Temperature Suction</i>	118 °F
<i>Temperature Discharge</i>	120 °F
<i>Capacity</i>	7,500 MMSCFD
<i>Clearence Volume Avg</i>	25,385 %

3. Data Operasi Gas Kompresor G

Pengambilan data operasional gas kompresor dalam 1 hari adalah 8 kali dengan jarak pengambilannya adalah 3 jam. Berikut ini pada **Tabel 2** adalah data operasi dari Gas Kompresor G pada tanggal 18-21 Mei 2017 yaitu :

Tabel 2 Data Operasi Komperesor Gas G

18 Mei 2017	<i>1st Stage</i>	<i>2nd Stage</i>	<i>3rd Stage</i>
Ps (psig)	22,75	72,25	146,625
Pd (psig)	72,25	146,625	340
Rc	2,32	1,85	2,20
Ts (°F)	60	80	81
Td (°F)	89,375	85,125	91
19 Mei 2017	<i>1st Stage</i>	<i>2nd Stage</i>	<i>3rd Stage</i>
Ps (psig)	23,1875	70,75	144,375
Pd (psig)	70,75	144,375	338,125
Rc	2,25	1,86	2,22
Ts (°F)	60	80	81
Td (°F)	94,25	85,25	90,5
20 Mei 2017	<i>1st Stage</i>	<i>2nd Stage</i>	<i>3rd Stage</i>
Ps (psig)	22,75	71,125	146,25
Pd (psig)	71,125	146,25	340,625

Rc	2,29	1,88	2,21
Ts (°F)	60	80	81
Td (°F)	91,75	83,375	90,25
21 Mei 2017	<i>1st Stage</i>	<i>2nd Stage</i>	<i>3rd Stage</i>
Ps (psig)	23,3125	71,5	146,25
Pd (psig)	71,5	146,25	341,875
Rc	2,27	1,87	2,22
Ts (°F)	60	80	81
Td (°F)	94,625	86,25	91,75

Keterangan :

- Ps : *Pressure suction* (psig)
- Pd : *Pressure discharge* (psig)
- Rc : *Ration Pressure*
- Ts : *Temperature suction* (°F)
- Td : *Temperature discharge* (°F)

4. Data Komposisi Feed Gas

Dapat kita lihat pada **Tabel 3**, spesifikasi umpan (feed gas) pada SP -.

Tabel 3 Komposisi Gas SP tanggal 20 Mei 2017

No	Komposisi Gas	Percentase (%)
1	N ₂	0,12
2	CO ₂	2,88
3	CH ₄	66,05
4	C ₂ H ₆	12,40
5	C ₃ H ₈	11,36
6	i-C ₄ H ₁₀	1,94
7	n-C ₄ H ₁₀	2,33
8	i-C ₅ H ₁₆	0,75
9	n-C ₅ H ₁₆	0,70
10	C ₆ H ₁₈	1,47
Total		100,00

5. Pengolahan Data Aktual

a. Menghitung *Ratio of Specific Heat* (k)

Ratio of Specific Heat dipengaruhi oleh *Molal Capacity Heat*. Sedangkan untuk mencari nilai *Molal Capacity Heat* mempunyai data koefisien A dan B yang dipengaruhi oleh suhu inlet kompresornya. Nilai k yang didapatkan terdapat pada **Tabel**

4. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *Ratio of Specific Heat* (k),

$$k = \frac{MCp}{MCp-1,986} \dots\dots\dots \text{Pers 12-4, hal 270, Ernest E. Ludwig}$$

$$MCp = A + (B \times T) \dots\dots\dots \text{Pers 12-5, hal 270, Ernest E. Ludwig}$$

Keterangan :

k = *Ratio of Specific Heat*

MCp = Molar Heat Capacity (BTU/ lb. mol R)

T = Temperatur inlet silinder kompresor (R)

Tabel 4 Data *Ratio of Specific Heat* (k)

k	
1 st Stage	1,22
2 nd Stage	1,21
3 rd Stage	1,21

b. Menghitung Pistone Displacement (PD)

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung Piston Displacement.

$$PD = \frac{(A_p - A_r/2) \cdot 2 \cdot s \cdot N}{1728} \dots\dots\dots \text{Pers 12-7A, hal 270, Ernest E. Ludwig}$$

Keterangan :

A_p = Luas piston diarea Head End (in²)
= (π/4) x D²

A_r = Luas piston diarea Crack End (in²)
= (π/4) x (D² - d²)

D = Diameter silinder (in)

d = Diameter piston rod (in)

S = Stroke (in)

N = *speed* (RPM)

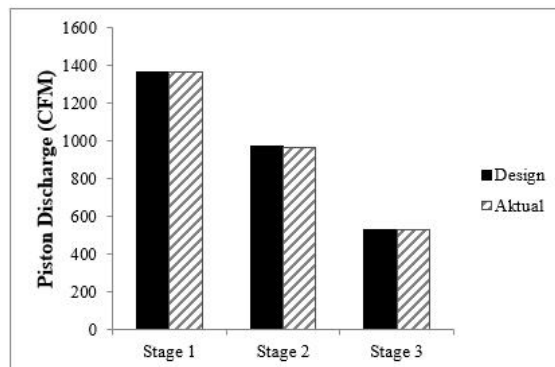
Berikut data pada **Tabel 5** menunjukan PD design dan aktual :

Tabel 5 Perbandingan PD design dan aktual

PD (CFM)					
Data Design*	1 st Stage	136	Data Operasi	1 st Stage	1366,
		7,4			69
	2 nd Stage	969,		2 nd Stage	969,0
		6			6
	3 rd Stage	531,		3 rd Stage	531,1
	4		3		

Keterangan :

*) = data design kompresor



Grafik 1 Perbandingan *Piston Discharge* design dengan aktual

Jika **Grafik 1** dihubungkan dengan literatur Ernest E. Ludwig, bahwa *piston discharge* dipengaruhi oleh luas piston di *head end*, luas piston di *crack end*, Stroke, dan perputaran piston (RPM). Sehingga, karena stage 1 dengan mempunyai diameter yang lebih besar daripada stage 2 dan 3, maka *piston discharge* stage 1 juga akan lebih besar dari pada stage 2 dan 3.

c. Menghitung Efisiensi Volumetrik dan Kapasitas Aktual

Kapasitas aktual dipengaruhi oleh efisiensi volumetrik dan *piston discharge*. berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai efisiensi volumetrik (η_v) dan Kapasitas Aktual (V_a),

$$\eta_v = 100 - Rc - V_{pc} \cdot (Rc^{1/k} - 1) \dots \text{Pers 12-16, hal 273, Ernest E. Ludwig}$$

$$V_a = PD \cdot (\eta_v) \dots \text{Pers 12-14, hal 273, Ernest E. Ludwig}$$

Keterangan :

Rc = *Compression Ratio* (Pd/Ps)

Pd = *Pressure Discharge* (psia)

Ps = *Pressure Suction* (psia)

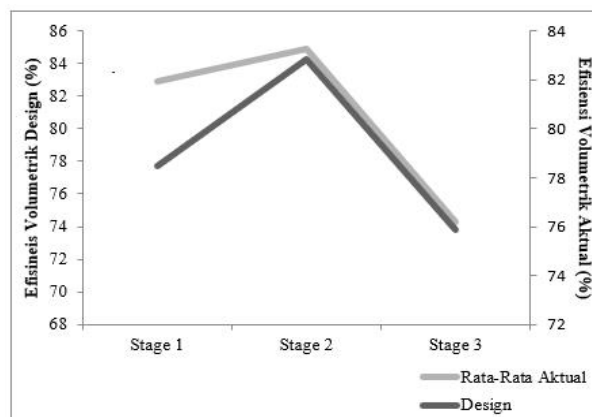
Tabel 6 Perbandingan Data *Compression Ratio*

Kompresor	Rc		
	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Design	2,67	2,00	2,13
18 Mei 2017	2,32	1,86	2,20
19 Mei 2017	2,26	1,86	2,,22
20 Mei 2017	2,29	1,88	2,21
21 Mei 2017	2,27	1,87	2,22
Rata-Rata Aktual	2,29	1,87	2,21

Tabel 7 Perbandingan Efisiensi Volumetrik Design dan Aktual

Kompresor	η_v (%)		
	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Design	78,47	82,84	75,86
18 Mei 2017	82,53	85,00	74,51
19 Mei 2017	83,24	85,00	74,13
20 Mei 2017	82,88	84,69	74,32
21 Mei 2017	83,12	84,84	74,13
Rata-Rata Aktual	82,94	84,88	74,27

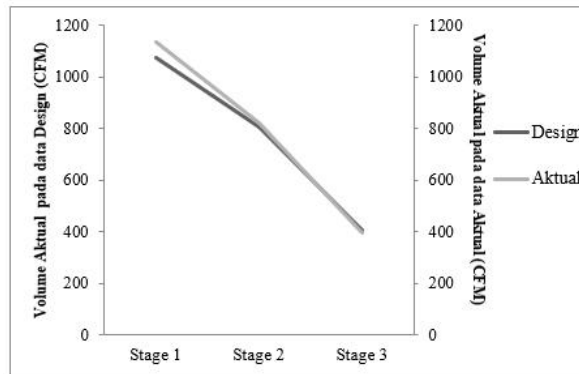
Jika **Grafik 2** dihubungkan dengan efisiensi volumetrik dari literatur Ernest E. Ludwig, maka semakin tinggi nilai *compression ratio* (Rc) maka semakin kecil nilai efisiensi volumetriknya begitupun sebaliknya, jika semakin kecil nilai *compression ratio* (Rc) maka semakin besar nilai efisiensi volumetriknya.



Grafik 2 Perbandingan Efisiensi Volumetrik Design dan Aktual

Tabel 8 Perbandingan Volume Aktual Design dan Aktual

Kompresor	V_a (CFM)		
	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Design	1073,00	803,22	403,12
18 Mei 2017	1127,93	823,7	395,74
19 Mei 2017	1137,63	823,7	393,73
20 Mei 2017	1132,71	820,7	394,74
21 Mei 2017	1135,99	822,15	393,73
Rata-Rata Aktual	1133,57	822,56	394,49



Grafik 3 Perbandingan Volume Aktual Design dan Aktual

Volume aktual adalah volume gas dalam keadaan tekanan dan temperatur pada daya isap. Sehingga volume aktual ini akan mempunyai nilai yang lebih kecil dari volume totalnya (*piston discharge*).

Jika **Grafik 3** dihubungkan dengan rumus kapasitas aktual dari literatur Ernest E. Ludwig, maka semakin tinggi nilai efisiensi volumetriknya, maka volume aktualnya akan semakin besar. Begitupun sebaliknya, semakin kecil nilai efisiensi volumetrik maka semakin kecil volume aktualnya.

d. Menghitung nilai Actual BHP (BHP)

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai Act BHP yaitu,
Act BHP =

$$0,004364 \times F_L \times \frac{k}{k-1} \times [\{P_s \times V_a \times (Rc^{(k-1)/k} - 1)\} \cdot Lo]$$

.....**Pers 12-28, hal 285, Ernest E. Ludwig**

Keterangan :

F_L = *Frame loss* (nilai F_L diasumsikan untuk gas engine drive adalah 1.275)

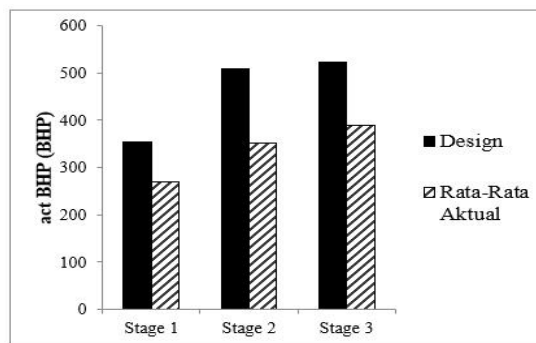
Lo = *Loss Factor* (**Fig 12-15, hal 280, Ernest E. Ludwig**)

Rc = *Compresion Ratio*

Sehingga, hasil data *actual Brake Horsepower* yang didapat pada data design dan aktual adalah :

Tabel 9 Perbandingan act BHP Design dan Aktual

Kompresor	Act Brakehorsepower (BHP)		
	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Design	353,20	509,20	523,22
18 Mei 2017	272,33	354,46	390,19
19 Mei 2017	268,58	348,34	387,50
20 Mei 2017	268,93	354,94	390,69
21 Mei 2017	270,64	353,94	392,07
Rata-Rata Aktual	270,12	352,92	390,11

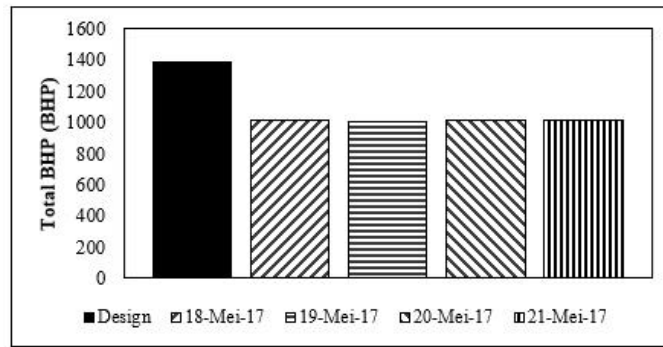


Grafik 4 Perbandingan act BHP Design dan Aktual

Berdasarkan **Grafik 4** bahwa *actual brake horsepower* pada data aktualnya mempunyai nilai yang lebih kecil daripada data desigannya. Hal ini dipengaruhi nilai tekanan suction, *compression ratio*, *ratio of specific heat*, *loss factor*, dan *frame loss*. Sehingga, hasil data Total aktual *Brake Horsepower* yang didapat adalah :

Tabel 10 Perbandingan Total BHP data design dan aktual

	Data Design	Data Aktual			
		18 Mei 2017	19 Mei 2017	20 Mei 2017	21 Mei 2017
Total BHP	1385,62	1016,98	1004,42	1014,56	1016,65
Rata-Rata	1385,62	1013,15			



Grafik 5 Perbandingan Total BHP Design dan Aktual

Jika **Grafik 5** dihubungkan *actual brake horsepower* dari literatur Ernest E. Ludwig, maka pada data aktual mempunyai nilai total *brake horsepower* lebih kecil daripada data designnya karena tekanan suction aktual berada dibawah nilai tekanan suction designnya maka *actual BHP* dari data aktual mempunyai nilai lebih kecil daripada *actual BHP* dari data design.

e. Rekapitulasi Data

Tabel 11 Rekapitulasi Data

		Kompresor G				
		Data Design	Data Aktual			
			18/05/2017	19/05/2017	20/05/2017	21/05/2017
Ps (psig)	Stage 1	29	22,75	23,1875	22,75	23,3125
	Stage 2	99,04	72,25	70,75	71,125	71,5
	Stage 3	207,38	146,625	144,375	146,25	146,25
Rc	Stage 1	2,67	2,32	2,26	2,29	2,27
	Stage 2	1,99	1,86	1,86	1,88	1,87
	Stage 3	2,13	2,20	2,22	2,21	2,22
ηv (%)	Stage 1	78,47	82,53	83,24	82,88	83,12
	Stage 2	82,84	85	85	84,69	84,84
	Stage 3	75,86	74,51	74,13	74,32	74,13
Va (CFM)	Stage 1	1073,00	1127,93	1137,63	1132,71	1135,99
	Stage 2	803,22	823,7	823,7	820,7	822,15
	Stage 3	403,12	395,74	395,73	394,74	393,73
Total BHP (BHP)		1385,62	1016,98	1004,42	1014,56	1016,65

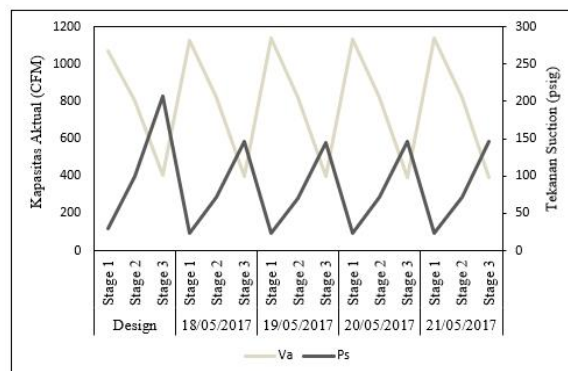
Berdasarkan **Tabel 11** diatas dapat dianalisa yaitu :

- 1) Gas Kompresor G mengalami penurunan tekanan suction pada data design dan dan data aktual disetiap stagenya.

- 2) *Compression ratio* pada stage 3 mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan tekanan suction pada stage 3 lebih kecil dari data design dan membebani kerja stage 3 yaitu dari sekitar 145 psig menjadi sekitar 340 psig.
- 3) Efisiensi volumetris pada Gas Kompresor G mengalami kenaikan pada stage 1 dan stage 2 serta mengalami penurunan pada stage 3 dikarenakan pengaruh *compression ratio* yang berbeda antara stage 1 dan stage 2 mengalami penurunan dengan stage 3 yang mengalami kenaikan pada designnya.
- 4) Total *Brake Horsepower* pada Gas Kompresor G juga mengalami penurunan yang dikarenakan pengaruh penurunan tekanan suction, dan mengalami kenaikan *compression ratio* dan volume aktual pada stage 3.
- 5) Stage kompresor menjadi lebih baik, *maka maintance* pada Gas kompresor G harus tetap dilaksanakan sesuai jadwal yang sudah dianjurkan.

f. Hubungan Tekanan Suction dan Volume Aktual

Prinsip kerja kompresor yaitu menaikkan tekanan dengan menurunkan volumenya. Hal ini terbukti pada persamaan gas ideal. Berikut pada **Grafik 5.7** adalah grafik tentang kondisi aktual kompresor dengan parameter tekanan dan volume actual.



Grafik 5.7 Hubungan Tekanan Suction dan Volume Aktual

Berdasarkan **Grafik 5.7** dapat dilihat bahwa hubungan tekanan suction dan volume actual berbanding terbalik. Hal ini dapat dinyatakan dengan persamaan gas ideal yaitu pada hukum Boyle yang berbunyi “Jika gas dikompresikan (atau diekspansikan) pada temperature tetap, maka tekanannya akan berbanding terbalik dengan volumenya”. Sehingga semakin besar nilai tekanannya maka, semakin kecil pula volume yang dihasilkan.

Kesimpulan

Setelah melakukan pengamatan dan pengolahan data maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Gas Kompresor G adalah Gas Kompresor dengan jenis *Reciprocating* dengan merk Ariel dan mempunyai spesifikasi Flow Rate 7,500 MMSCFD, speed 1200 RPM, dan kompresor dengan sistem *double acting/multistage* (3 stage).
2. Data design pada gas kompresor G mempunyai tekanan suction 29 psig, tekanan discharge 430 psig, temperatur suction 118 °F dan temperatur discharge 120 °F. Sedangkan data aktual pada gas kompresor G mempunyai tekanan suction sekitar 23 ± 1 psig, tekanan discharge sekitar 340 ± 1 psig, temperatur suction sekitar 60 ± 1 °F dan temperatur discharge sekitar 90 ± 2 °F.
3. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan kesimpulan bahwa penurunan tekanan suction akan menurunkan nilai efisiensi volumetris pada gas kompresor yang menyebabkan penurunan volume aktual gas. Hal ini terbukti pada prinsip persamaan gas ideal tepatnya pada hukum Boyle.

BIBLIOGRAFI

- Austin, George T. 1996. *INDUSTRI PROSES KIMIA. Edisi 5*. Diterjemahkan oleh: Jasjfi. Jakarta: Erlangga
- Abdassar, Deddy. 1994. *Teknik Eksploitasi Gas Bumi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Design Assistance Corporation. 211A. *Axial Compressor Model* .
<http://dacworldwide.com/product/detail/714/print> Diakses pada tanggal 12/03/2017 pukul 20:16 WIB.
- Hanlon, Paul C. 2001. *Compressor Handbook*. Mc Graw Hill: New York.
- Jr, Frank L. Evans. 1979. *Equipment Design Hand book for Refineries and Chemical Plants Volume I Second Edition*. Gulf Publishing Company, Texas.
- Ludwig, Ernest E. 1983. *Applied Process Design For Chemical And Petrochemical Plants/Volume 3 Second Edition*. Gulf Publishing Company: Houston.
- Sularso dan Haruo Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor Pemilihan Pemakaian dan Pemeliharaan*. Pradyanya Paramitha: Jakarta.