

Analisis Kinerja Kompresor Gas *Reciprocating* C-401 Menggunakan Metode Kenaikan *Enthalpy* di PT. Energi Mega Persada

Rahmad Fauzi¹, Syafri², Asral³

Laboratorium Hidraulik dan Pneumatik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

¹rahmad.fauzi55@yahoo.com, ²prie_00m022@yahoo.com, ³asral_2008@yahoo.com

Abstract

In heavy lifting equipment that works pneumatically, the compressor is used in its function as an air filling device for power sources. A compressor when viewed from the way it works, there are two types of compressors, each of which works differently. The first type is a compressor with a positive displacement work method and the second is a compressor with a dynamic working method. Where the difference between the two types is the first positive displacement type compressor, this compressor model works by inserting air into a closed space, then at the same time the volume of the space is reduced, then the pressure inside will naturally increase. This high pressure which is used for various purposes in accordance with the designation of the compressor. This positive displacement compressor is used in reciprocating compressors and rotary. Meanwhile on the dynamic model compressor, the volume of space is fixed but the air inside the space is given speed. Then at the same time the speed is changed to pressure. This happens because the air in the room whose volume is still under pressure. Compressors that use this dynamic model are usually on turbo axial flow devices. Reciprocating gas compressors located at PT. Energi Mega Persada (EMP) Riau, has experienced a decline in performance, causing the performance of the compressor gas to be not optimal in compressing gas.

Keywords: Enthalpy Rise Method, Reciprocating Gas Compressor, Performance Decrease.

1. Pendahuluan

Pada umumnya kompresor secara sederhana bisa diartikan sebagai alat yang digunakan untuk menghasilkan udara bertekanan (meningkatkan tekanan udara dari atmosfer ke tekanan yang dibutuhkan) untuk kebutuhan industri maupun domestik. Kompresor bisa kita temukan pada transportasi material, *control gate* dan *valve*, pembersihan material, penanganan komponen, *spray* material.

Sekalipun sama-sama sebagai alat yang digunakan untuk menghasilkan udara bertekanan pada masing-masing peralatan yang berbeda-beda pula.

Secara umum kompresor digunakan atau berfungsi menyediakan udara dengan tekanan tinggi. Prinsip kerja kompresor seperti ini biasa kita temukan pada mesin otomotif. Fungsi kedua dari kompresor adalah untuk membantu reaksi kimia dengan cara meningkatkan sistem tekanan. Kompresor seperti ini biasanya ditemukan pada industri kimia atau yang berhubungan dengan itu. Kompresor juga bertugas untuk membagi-bagikan gas dan bahan bakar cair melalui instalasi pipa-pipa gas. Selain itu dalam peralatan pengangkat berat yang bekerja secara pneumatik, kompresor digunakan dalam fungsinya sebagai alat pengisi udara untuk sumber tenaga [11].

Sebuah kompresor bila dilihat dari cara kerjanya, dibagi menjadi dua jenis kompresor yang masing-masing metode kerjanya berbeda-beda. Jenis pertama adalah kompresor dengan metode kerja *positive displacement* dan yang kedua adalah kompresor dengan metode kerja *dynamic* [9].

Dimana letak perbedaan kedua jenis ini adalah yang pertama kompresor jenis *positive displacement*, kompresor model ini bekerja dengan cara memasukan udara ke dalam ruang yang tertutup, lalu pada saat yang sama volume ruangnya diperkecil, dengan demikian tekanan di dalam dengan sendirinya akan naik. Tekanan yang tinggi inilah yang digunakan untuk berbagai keperluan sesuai dengan peruntukan kompresor. Kompresor model *positive displacement* ini digunakan dalam *reciprocating compressor* dan *rotary* [9].

Kompresor adalah peran utama dalam menetapkan *standart* dan telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perkembangan industri. Kompresor pertama seperti bisa menyalakan api atau air menandai dimulainya serangkaian alat kompresi. Tanpa teknik kompresi kita tidak bisa efisien dalam pengolahan minyak mentah yang distabilkan (dengan mengeluarkan gas tertutup) atau memisahkan berbagai komponen campuran gas yang diangkut dalam jumlah besar

antar negara melalui pipa gas. Saat ini kompresor banyak di jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Kompresor hampir ada di setiap bisnis dan rumah tangga sebagai pembersih vakum, pemanas & blower (penyejuk udara). [9]

Menurut Paul Hanlon, kompresor dimaksudkan untuk memampatkan zat dalam keadaan gas [10]. Dalam memprediksi kinerja kompresor dan menghitung beban pada berbagai komponen, kita memerlukan metode untuk memprediksi sifat gas. Tidak ada persamaan tunggal dari keadaan (persamaan yang memungkinkan densitas dari gas yang akan dihitung jika tekanan dan temperatur diketahui) yang akan terjadi untuk semua gas dalam segala kondisi. Pada umumnya kompresor digunakan dimulai dengan hal yang paling sederhana. Persamaan gas paling sederhana adalah hukum gas yang sempurna. [9]

$$Pv = \frac{P}{\rho} = RT \left[\frac{1}{144} \right] \dots(1) [9]$$

Persamaan ini berlaku secara akurat hanya untuk gas bila temperaturnya jauh lebih tinggi dari temperatur kritis atau tekanan yang jauh lebih rendah daripada tekanan kritis. Udara pada kondisi atmosfer mematuhi hukum ini dengan baik. Untuk memprediksi sifat gas riil lebih akurat, hukum gas yang sempurna adalah sering dimodifikasi dengan pembahasan nilai empiris “Z” yang disebut kompresibilitas atau terkadang super *compressibility* dari gas. Nilai Z adalah fungsi komposisi gas dan tekanan dan temperatur gas. Persamaan itu dapat dimodifikasi sebagai berikut: [9]

$$\frac{P}{\rho} = ZRT \left[\frac{1}{144} \right] \dots\dots (2) [9]$$

Jika semua *properties* yang digunakan untuk melakukan sistem pengukuran seperti sistem *english* atau sistem metrik. Faktor konversi dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini dapat digunakan untuk membantu mendapatkan unit yang sama. Tabel 1 Macam-macam sistem.

Tabel 1 Macam-Macam Sistem [9]

Parameter	Symbol	English system	Metric System
Pressure	P	Absolute pressure (psia)	Pascals or Kilopascal
Temperatur	T	Absolute temperatur (°R)	Degrees Kelvin (°K)
Spesifik Volume	V	Cubic inches per pound	Cubic meters per gram or cubic meters per kilogram
Universal Gas Constant	R	1545 ft-lbf/lbm °R	8.31144 kJ m / kmol °K

Tujuan dari penelitian ini adalah, mendapatkan nilai dari parameter yang di bawah ini:

1. Membandingkan hasil kinerja kompresor gas teoritis dan aktual.
2. Membandingkan kinerja kompresor gas sebelum dan sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy*.
3. Menentukan efisiensi kompresor secara keseluruhan.

2. Metode

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari kompresor gas secara keseluruhan dan perbandingan kinerja sebelum dan sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy*. Adapun software yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah *Dresser-Rand* dan *Aspen Hysys Engineering* dimana *software* ini sangat membantu dalam melakukan analisis kinerja dari kompresor gas. Metode pengujian dari kompresor gas akan dibandingkan dari tahun 2017 ke tahun 2018 dimana pada tahun 2017 pengujian kompresor gas yakni 3x24 jam, pada tahun 2018 pengujian kompresor hanya 5 jam per 15 menit. Ini dikarenakan permintaan dari konsumen untuk suplai gas seperti Metering PLN. Teluk Lembu. Adapun metode pengujian kompresor gas dapat dilihat pada langkah-langkah dibawah ini:

Adapun langkah-langkah penelitian ini yaitu :

1. Kompresor di *running* sesuai dengan permintaan dari konsumen seperti Metering PLN.Teluk Lembu.
2. Hubungkan *port usb* dari ESM ke laptop untuk mendapatkan data dari *engine* kompresor gas.
3. Atur bukaan %VVCP (*Valve Velocity Compressor Pocket*), berdasarkan kondisi dilapangan bukaan *pocket* kompresor yaitu 80%.
4. Untuk melihat nilai dari *pressure suction* dan *discharge*, *temperature suction* dan *discharge* sudah disediakan di monitor yang ada pada kompresor gas, tapi kalau untuk melihat pengukuran berapa besar *pressure discharge* dari kompresor gas bisa dilihat pada alat ukur *pressure gauge*.
5. Kemudian biarkan kompresor *running*, apabila *flow-rate* dari kompresor gas konsumen rendah dan dinaikan tekanannya sesuai permintaan dari konsumen.
6. Selama kompresor *running*, dicatat semua data-data yang ada pada panel monitor kompresor gas dan catat data-data dari *engine* kompresor yang dihubungkan ke laptop.
7. Apabila *flow-rate* yang dibutuhkan oleh konsumen sudah terpenuhi maka gas sisa

yang ada di kompresor di buang melalui *flare*.

8. Kemudian catat berapa *flow-rate* yang terakhir di naikan tekanannya.

Selanjutnya dengan menggunakan *microsoft excel* didapatkan grafik yang dapat memberikan informasi-informasi mengenai kinerja gas kompresor yaitu nilai N, Q, PD, BHP, VV. Dibawah ini adalah gambar 1 yang menunjukkan kompresor gas *reciprocating*:



Gambar 1. Kompresor Gas Reciprocating (PT. Energi Mega Persada)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Grafik Perbandingan N vs Q

Pengambilan data kecepatan putaran piston dengan kapasitas masuk kompresor dengan variasi kecepatan yang ada di PT. Energi Mega Persada yaitu N1= 900, N2=1000, N3=11000, N4=1200 akan dibandingkan dengan kapasitas masuk kompresor dengan nilai efisiensi volumetrik kompresor yaitu 71%.

3.2 Grafik Perbandingan N vs PD

Grafik ini adalah perbandingan kecepatan putaran (rpm) dengan piston displacement (PD) dimana nilai ini dipengaruhi dengan jenis kompresor yaitu *double acting*.

3.3 Grafik Perbandingan PD vs Q

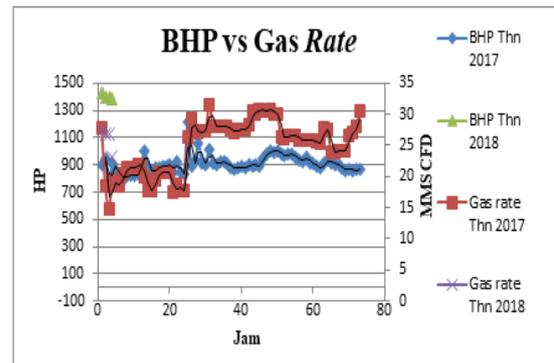
Grafik ini adalah perbandingan *piston displacement* dengan kapasitas kompresor (Q).

3.4 Grafik Perbandingan PD vs N vs Q

Grafik ini adalah perbandingan piston displacement (PD) dengan kecepatan putaran piston (rpm) dengan kapasitas kompresor (Q) dimana dari ketiga data ini akan dilihat peningkatan kinerja dari variasi kecepatan putaran piston yaitu N1=900, N2=1000, N3=1100, N4=1200.

3.5 Grafik Perbandingan N vs VV vs PD

Grafik ini adalah perbandingan kecepatan putaran piston (N) dengan kecepatan *valve* (VV) dengan *piston displacement* (PD) dimana grafik ini akan di analisis perbandingan nilainya. Hasil pengujian berdasarkan kelima perbandingan data pada grafik tersebut dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kinerja Kompresor Gas Pada Tahun 2017 & 2018 Sebelum dan Sesudah Menggunakan Metode Kenaikan *Enthalpy*

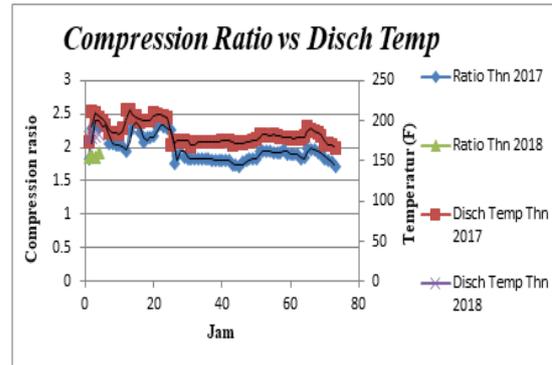
Pada (Gambar 2) dapat dilihat perbandingan *Brake Horsepower* (BHP) vs *Gas Rate* sebelum dan sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy* pada tahun 2017 & 2018, didapatkan perbandingan nilai dengan analisa seperti dibawah ini:

- Perbandingan *Power* dari Kompresor Gas

Pada tahun 2017 dengan waktu pengujian 3 x 24 jam dengan *flow-rate* sebesar 30 MMSCFD dan *pocket clearance* 50% didapatkan *power* dari kompresor gas yaitu dengan nilai *power* maksimum 1215.522 HP dengan kecepatan putaran sebesar 900 rpm. Nilai ini berbeda jauh sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy* yang dilakukan pada tahun 2018. Pada tahun 2018 dengan waktu pengujian 5 jam per 15 menit dengan *flow-rate* sebesar 27.30 MMSCFD dan *pocket clearance* 80% didapatkan *power* dari kompresor gas yaitu dengan nilai *power* maksimum 1428 HP dengan kecepatan putaran sebesar 998 rpm. Nilai ini didapatkan berdasarkan pengujian yang dilakukan di lapangan pada tanggal 1 November 2018 jam 19:30 WIB. Berdasarkan hasil pengujian sebelum dan sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy* didapatkan nilai perbedaan *power* yang cukup jauh dari tahun sebelumnya, ini dikarenakan faktor dari perubahan *pocket clearance* yang terjadi dari tahun 2017 dan tahun 2018 dengan selisih 30%, dengan menggunakan metode kenaikan

enthalpy terjadi peningkatan kinerja dari kompresor gas dari sebelum-nya kecepatan putaran maksimum **900 rpm** sekarang menjadi **998 rpm** dengan *power* sebelumnya **1215.522 HP** sekarang menjadi **1428 HP**.

- Perbandingan *Flow-Rate* dari Kompresor Gas
 Pada tahun 2017 dengan waktu pengujian 3 x 24 jam dengan *flow-rate* yang di kompres oleh kompresor gas waktu tahun 2017 ini dipengaruhi oleh permintaan dari konsumen yang akan membeli gas dari PT. Energi Mega Persada yang nantinya akan digunakan untuk menggerakkan turbin dari PLN. Teluk lembu dan PT. RAPP. Nilai ini hanya menghasilkan *power* dari gas kompresor sebesar 1215.522 HP dengan *flow-rate* sebesar itu seharusnya jika gas yang di kompres oleh kompresor besar maka *power* yang di hasilkanpun besar pula. Nilai ini juga dipengaruhi seberapa besar % *rated load* yang didapatkan dari hasil pengujian di lapangan. Pada tahun 2018 dengan waktu pengujian 5 jam per 15 menit dengan *flow-rate* **27.30 MMSCFD** dan *pocket clearance* 80%, *flow-rate* yang di kompres oleh gas kompresor waktu tahun 2018 ini juga di pengaruhi oleh permintaan konsumen yang sudah dijelaskan diatas, karena waktu kompresor mengkompres gas permintaan dari PT.PLN Teluk Lembu dengan *flow-rate* maksimum sebesar 27.30 MMSCFD berbeda pada tahun 2017 bisa mencapai **30 MMSCFD**. Dengan *flow-rate* ini didapatkan *power* dari gas kompresor sebesar 1428 HP. Nilai ini juga di pengaruhi oleh seberapa besar % *rate load* yang didapatkan pada saat pengujian di lapangan. Pada tahun 2017 % *rated load* yang didapatkan hanya **96.47%** berbeda jauh sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy* yaitu **102%**, hal ini yang menyebabkan *power* dari gas kompresor pada tahun 2018 meningkat.
- Perbandingan *Compression-Rasio* vs *Discharge Temperature*
 Ini adalah perbandingan *compressio-rasio* vs *discharge temperature* dari hasil pengujian kompresor gas yang dilakukan pada tahun 2017 dan tahun 2018 dengan perbedaan waktu pengujiannya yaitu: pada tahun 2017 waktu pengujian kinerja kompresor gas 3 x 24 jam dengan *pocket clearance*-nya 50%, sedangkan pada tahun 2018 waktu pengujian kinerja kompresor gas 5 jam per 15 menit dengan *pocket clearance*-nya 80%. Seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kinerja Kompresor Gas Pada Tahun 2017 & 2018 Sebelum dan Sesudah Menggunakan Metode Kenaikan *Enthalpy*

Pada Grafik (Gambar 3) dapat dilihat perbandingan *Compressio-Ratio* vs *Discharge Temperature* sebelum dan sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy* pada tahun 2017 & 2018 didapatkan perbandingan nilai dengan analisa seperti dibawah ini:

- Perbandingan *Compression-Ratio* vs *Discharge Temperature* Tahun 2017
 Pada tahun 2017 dengan waktu pengujian 3 x 24 jam didapatkan kenaikan temperatur tertinggi terjadi pada nilai *discharge* temperaturnya adalah **213°F** dan nilai dari *compression-rasio* tertinggi mencapai **2.38**. Ini diakibatkan oleh nilai dari tekanan *discharge* yang terjadi lebih kecil dibandingkan nilai dari tekanan *discharge* pada temperatur maksimum. Nilai ini dipengaruhi oleh nilai tekanan *suction* dan *discharge*, apabila semakin kecil nilai dari tekanan *suction* dan tekanan *discharge* maka akan semakin besar nilai dari *compression-rasio*-nya.
- Perbandingan *Compressio-Ratio* vs *Discharge Temperature* Tahun 2018
 Pada tahun 2018 dengan waktu pengujian 5 jam per 15 menit didapatkan kenaikan temperatur tertinggi terjadi pada nilai *discharge* temperaturnya adalah **187°F** dan nilai dari *compression-rasio* tertinggi **1.99**. Nilai ini berbeda jauh dengan nilai pada tahun 2017, karena pada tahun 2017 kecepatan putaran dari gas kompresor 900 rpm sedangkan pada tahun 2018 kecepatan putarannya mencapai 998 rpm. Seharusnya nilai dari *compression-rasio* tidak boleh melebihi dari angka 2, karena kalau melebihi dari angka 2 maka kinerja dari *engine* gas kompresor akan berat itu bisa menyebabkan terjadinya *overload* pada *engine* dan membuat *engine* cepat panas. Setelah menggunakan metode kenaikan *enthalpy* kinerja dari *engine* stabil dan nilai *compression-rasionya* tidak melebihi dari angka 2.

3.6 Metode Kenaikan *Enthalpy*

Metode kenaikan *enthalpy* adalah metode yang digunakan untuk mengukur kinerja kompresor keseluruhan dengan nilai *enthalpy* isentropik. Adapun metode ini dianalisis menggunakan *software Aspen Hysys Engineering* dengan data-data yang sudah didapatkan.

1. Efisiensi Kompresor

Dari semua parameter yang sudah didapatkan dapat disimpulkan efisiensi kinerja dari kompresor gas dapat dihitung dengan menggunakan parameter yang ada di bawah ini: [12]

- Kenaikan *Enthalpy* Aktual

$$H = h_d - h_s$$

Sebelum mencari nilai dari kenaikan *enthalpy* dalam keadaan isentropik terlebih dahulu data di interpolasi berdasarkan data yang sudah di analisis menggunakan *software Aspen Hysys Engineering*. Data dari analisis *software* tersebut dapat dilihat di bawah ini:

Ps: 253 Psia atau 267.7 Psig

Pd : 457 Psia atau 471.7 Psig

Untuk mencari nilai dari *enthalpy* di Ps dan Pd diambil data interpolasi dengan nilai Ps= 264.4 Psia dan Pd= 358.1 Psia yang nilai dari *enthalpy*-nya @hs= -1.251 x 10⁴ dan @hd= -1.259 x 10⁴ Btu/lbmole. Maka dari nilai tersebut dilakukan interpolasi sebagai berikut:

P	h
263.4	-1.251 x 10 ⁴
253	Hs, x
358.1	-1.259 x 10 ⁴

Ps= 264.4 Psia, @hs= -1.251 x 10⁴Btu/lbmole

Ps= 253 Psia, @hs= x

Pd= 358.1 Psia, @hd= -1.259 x 10⁴ Btu/lbmole

$$\frac{253 - 358.1}{264.4 - 358.1} = \frac{x - (-1.259 \times 10^4)}{(-1.251 \times 10^4) - (-1.259 \times 10^4)}$$

$$= 1.1216 = \frac{x - (-1.259 \times 10^4)}{80}$$

$$X = -12500.27 \text{ Btu/lbmole}$$

Jadi, nilai dari Ps= 253 Psia, @hs= -12500.27 Btu/lbmole ini berdasarkan data aktual dari lapangan.

Untuk mencari nilai *enthalpy* di *discharge* dengan Pd= 457 Psia dilakukan interpolasi seperti cara yang diatas:

P	h
358.1	-1.259 x 10 ⁴
457	Hd, x
680.8	-1.308 x 10 ⁴

Ps= 358.1 Psia, @hs= -1.259 x 10⁴ Btu/lbmole

Pd= 457 Psia, @hd= x

Pd= 680.8 Psia, @hd= -1.308 x 10⁴ Btu/lbmole

$$\frac{457 - 680.8}{358.1 - 680.8} = \frac{x - (-1.308 \times 10^4)}{(-1.259 \times 10^4) - (-1.308 \times 10^4)}$$

$$= 0.6935 = \frac{x - (-1.308 \times 10^4)}{490}$$

$$X = -12768.85 \text{ Btu/lbmole}$$

Jadi, nilai dari Pd= 457, @hd= -12768.85 Btu/lbmole.

Dari data *enthalpy* yang sudah didapatkan maka dilakukan perhitungan kenaikan *enthalpy* keadaan aktual dengan persamaan di bawah ini:

$$H = -12768.85 \text{ Btu/lbmole} - (-12500.27 \text{ Btu/lbmole})$$

$$H = -268.58 \text{ Btu/lbmole}$$

Untuk mencari *enthalpy discharge* dalam keadaan isentropik diambil asumsi isentropik dari Pd= 457 Psia, Pd= 460 Psia. Maka dilakukan interpolasi dengan cara di bawah ini:

P	h
358.1	-1.259 x 10 ⁴
460	Hdisen, x
680.8	-1.308 x 10 ⁴

Ps= 358.1 Psia, @hs=-1.259x10⁴

Btu/lbmole

Pd, isen = 460 Psia, @hd, isen=x

Pd= 680.8 Psia, @hd=-1.308x10⁴

Btu/lbmole

$$\frac{460-680.8}{358.1-680.8} = \frac{x - (-1.308 \times 10^4) \text{ Btu / lbmole}}{(-1.259 \times 10^4) - (-1.308 \times 10^4) \text{ Btu / lbmole}}$$

$$= 0.6842 = \frac{x - (-1.308 \times 10^4) \text{ Btu / lbmole}}{490}$$

$$X = -12744.74 \text{ Btu / lbmole}$$

Jika semua data *enthalpy* sudah didapatkan maka akan dilakukan perhitungan kenaikan *enthalpy* dalam keadaan isentropik dengan persamaan dibawah ini:

$$H_{isen} = h_{d,isen} - h_s$$

$$H_{isen} = -12744.74 \text{ Btu / lbmole} - (-12500.27 \text{ Btu / lbmole})$$

$$H_{isen} = -244.47 \text{ Btu / lbmole}$$

- Efisiensi Kompresor Gas
Untuk mencari efisiensi keseluruhan dari kompresor gas menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\eta_{isen,comp} = \frac{h_{d,isen} - h_s}{h_d - h_s}$$

$$\eta_{isen,comp} = \frac{-12744.742 \text{ Btu / lbmole} - (-12500.27 \text{ Btu / lbmole})}{-12768.85 \text{ Btu / lbmole} - (-12500.27 \text{ Btu / lbmole})}$$

$$\eta_{isen,comp} = 0.9102$$

$$\eta_{isen,comp} = 91\%$$

Jadi, dari hasil perhitungan efisiensi kompresor gas menggunakan metode kenaikan *enthalpy* dapat dikatakan kompresor gas yang berada di PT.Energi Mega Persada dalam keadaan baik dengan nilai efisiensi-nya= 91%.

- Efisiensi *System* dan *Engine* Penggerak
Untuk menghitung efisiensi dari kinerja kompresor gas di *engine* maka *fuel* ratio dari bahan bakar dapat diukur di *fuel* meter. Di PT.Energi Mega Persada *fuel* ratio bahan bakar dihitung dengan pengurangan *fuel* ratio Barton V-401 dengan *fuel* ratio Omni RAPP didapatkan nilai dari *average fuel* ratio tersebut. Dibawah ini rumus untuk menghitung efisiensi dari *engine* sebagai berikut: [12]

$$BHP = \frac{Hp \text{ Aktual}}{\eta_{mek}}$$

$$BHP = \frac{1428 \text{ HP}}{77\%}$$

$$BHP = 1854.54 \text{ HP}$$

Dari nilai BHP tersebut yang nantinya akan di kalkulasikan untuk menghitung dari *engine* kompresor, sebelum menghitung efisiensi dari

engine kompresor terlebih dahulu kita mencari nilai dari P_{in} (*power* masuk kompresor) dengan rumus sebagai berikut: [12]

$$P_{in} = \dot{m}_{fuel} \times LHV$$

Dari data *fuel* ratio GC-401 di dapatkan nilai dari *fuel rate*-nya= **0.3 MMSCFD= 32.94 lbmole/h** dan nilai dari LHV diambil dari tabel hasil analisis data oleh *software Aspen Hysys Engineering* dengan nilai nya = **1.145 x 10⁵ Btu/lbmole**. Maka *power* masuk kompresor gas adalah:

$$P_{in} = 32.94 \text{ lbmole / h} \times 1.145 \times 10^5 \text{ Btu / lbmole}$$

$$P_{in} = 3771630 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} = 1482.26 \text{ Hp}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka efisiensi *engine* adalah:

$$\eta_e = \frac{P_{in}}{BHP}$$

$$\eta_e = \frac{1482.26 \text{ HP}}{1854.54 \text{ HP}}$$

$$\eta_e = 0.79926$$

$$\eta_e = 80\%$$

Jadi, hasil dari kalkulasi diatas didapatkan nilai dari efisiensi *engine* kompresor gas adalah 80%. Faktor ini nantinya akan ditentukan berdasarkan seberapa besar nilai AFR dari kompresor gas.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja kompresor gas C-401 maka dapat disimpulkan hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Nilai dari P_s , simulasi = **233 Psig** dan P_s , Aktual = **253 Psig** dan perbedaan *flow-rate* simulasi dan aktual cukup jauh yakni dengan selisih sebesar **2.42 MMSCFD** dan *power* dari hasil simulasi nilainya = **1184 HP** dengan Aktual = **1428 HP**.
2. Dari hasil pengujian yang didapatkan sebelum dan sesudah menggunakan metode kenaikan *enthalpy*, kinerja dari gas kompresor pada tahun 2017 sebelum menggunakan metode kenaikan *enthalpy* didapatkan nilai *power* maksimum dari gas kompresor adalah **1212.522 HP** dengan kecepatan putaran maksimum-nya **900 rpm** menghasilkan *flow-rate* sebesar **30 MMSCFD**. Selanjutnya nilai dari *compression-ratio* tertinggi-nya yaitu **2.38** dengan nilai dari temperatur *discharge* maksimum yaitu **213°F(100.5°C)**. Pada tahun 2018 sesudah menggunakan metode ke

naikan *enthalpy* didapatkan nilai dari *power* gas kompresor maksimum yaitu **1428 HP** dengan kecepatan putaran maksimum-nya **998 rpm** menghasilkan *flow-rate* sebesar **27.30 MMCFD**. Selanjutnya nilai dari *compression-rasio* maksimum-nya yaitu **1.99**, dengan nilai temperatur *discharge* maksimum yaitu **187°F (86.11°C)**.

3. Dari hasil perhitungan yang didapatkan, efisiensi kompresor secara keseluruhan adalah **91%** dan efisiensi dari *engine* kompresor **80%**.

5. Daftar Pustaka

- [1] AGA Report No. 7, "Measurement of Natural Gas by Turbine Meter," 2006
- [2] API 618, "Reciprocating Compressor for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services," 1995
- [3] ASME PTC 10, "Performance Test Code on Compressors and Exchangers," 1997
- [4] ASME PTC 19.1, "Measurement Uncertainties," American Society Of Mechanical Engineers, New York, 1985
- [5] Aditiya. 2013. Makalah Kompresor <http://adiezzt.blogspot.com/2013/01/makalah-kompresor.html> (diakses pada tanggal 20 Februari 2018)
- [6] Brun, K. and Nored, M. G., "Guideline for Field Testing of Gas Turbine and Centrifugal Compressor Performance," Gas Machinery Research Council, August 2006
- [7] Boutin, B. and Webber, B., "Basic Reciprocating Engine and Compressor Analysis Techniques,"
- [8] Casey, M. V., Fesich, T.M., "On the Efficiency of Compressors with Diabatic Flows," GT2009- 59015, Proceedings of ASME Turbo Expo 2009: Power for land, Sea and Air, Orlando, FL, 2009
- [9] Giampaolo, Tony. 1939. "Compressors Handbook," . Francis Group: The Fairmont Press, Inc
- [10] Hanlon, Paul C. 2001. *Compressor Handbook*. New York: The McGraw Hill Company Inc
- [11] Pratama, Arga. 2016. Makalah Kompresor Torak. Teknik Mesin. <https://teknikkendaraanringan-otomotif.blogspot.com/2016/01/makalah-kompresor-torak.html> (diakses pada tanggal 20 Februari 2018)
- [12] Wilcox, Melissa 2009. "Guidelines for Field Testing of Reciprocating Compressor Performance," Gas