

PERFORMANSI POMPA INJEKSI BAHAN KIMIA PADA ANJUNGAN WEST STUPA

The West Stupa Pavilion is one of the offshore platforms of TOTAL E&P Indonesia which operates in the oil and gas sector in Indonesia. In the production process at the West Stupa platform, there is a pneumatic pump which is useful for injection of corrosion inhibitor chemicals for pipe flow, corrosion inhibitor pumps using a plunger pump type. Corrosion inhibitor pumps have a controlled-volume function, where the normal injection rate is 0.5 L / MMSCF. Where the West Stupa ridge system is a state asset and a company asset, it must be maintained. The stability of the injection of existing chemicals still needs to be re-evaluated in order to achieve a stable injection system and maximize the function of chemicals. The research was conducted at the West Stupa Pavilion, South Mahakam field, the work area of TOTAL E&P Indonesia in East Kalimantan. The research is a calculation of the total head of the chemical injection pump using a working pressure simulation method with fluid in the form of EPT2300 and KI3063 which have different SG (Specific Gravity). The results showed that the performance of the chemical injection pump at the West Stupa platform after being calculated to have the highest total head of 402.02 m at the EPT2300 the amount of flow was 52 liters/day and 373.5 m at KI3063 the amount of flow was 49 liters/day with Performance percentage was 7.1% greater when pumping EPT2300 chemicals. Therefore, it is advisable to carry out periodic checks on the internal components of the pump if you want to pump KI3063 chemical with higher specific gravity.

Budha Maryanti

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Balikpapan
Program Studi Teknik Mesin
budha_maryanti@yahoo.com

Rian Indra Saputra

Mahasiswa
Program Studi Teknik Mesin
Universitas Balikpapan
rianindra_saputra@yahoo.com

Keywords : *Plunger Pump, Chemical Injection, Performance.*

1. PENDAHULUAN

Anjungan *West Stupa* merupakan salah satu anjungan lepas pantai milik Negara Republik Indonesia yang berada di Selat Makasar. Pada anjungan *West Stupa*, terdapat sumur produksi gas, dan gas yang diproduksi akan dialirkan melalui pipa-pipa. Pipa produksi yang digunakan untuk mengalirkan gas menggunakan material logam. Dalam proses produksinya gas di anjungan *West Stupa*, terdapat proses injeksi bahan kimia *corrosion inhibitor* kedalam sistem aliran pipanya untuk mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh korosi, pada aplikasinya injeksi bahan kimia tersebut menggunakan pompa injeksi dengan penggerak pneumatik.

Pengawasan proses pompa injeksi berada di bawah tim produksi *offshore* karena pada aplikasinya *corrosion inhibitor injection pump* diletakkan pada anjungan lepas pantai *West Stupa* di *offshore*. Pada dasarnya injeksi bahan kimia ke pipa produksi dilakukan selama 24 jam dan untuk jenis bahan kimia yang diinjeksikan bergantung pada proses penanganan jenis korosi. Di Lapangan *South Mahakam* terdapat dua seri yang berbeda untuk bahan kimia *corrosion inhibitor*, yaitu KI3063 dan EPT 2300.

Injeksi bahan kimia pada anjungan *West Stupa* menggunakan pompa *positive displacement* dengan penggerak pneumatik. Dimana pompa ini memiliki peran yang sangat penting dalam proses injeksi bahan kimia. Oleh karena itu kerusakan pompa ataupun hambatan pada aliran injeksi bahan kimia sangat mempengaruhi besaran injeksi kimia ke pipa produksi. Dimana performa pada pompa injeksi sangat mempengaruhi proses injeksi bahan kimia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur besar performansi pompa injeksi dengan *series*

Williams P1000V800 dan menganalisis persentase performansi pompa saat menginjeksikan EPT2300 terhadap KI3063 dengan *series* Williams P1000V800.

Penggunaan pompa yang demikian luas dengan berbagai macam jenis dan bentuknya, memerlukan pengetahuan yang cukup untuk merancang, membuat, maupun memilih tipe pompa yang tepat sesuai dengan kondisi dan lingkungan operasi yang dilayaninya. Mulai dari tujuan penggunaannya, jenis dan sifat fluida yang dipompa, keadaan lingkungan, *head* dan kapasitasnya, pemilihan penggerakannya, bahkan sampai instalasi dan perawatannya, secara umum pompa berfungsi untuk:[1]

- a. Memindahkan fluida dari tempat yang berkedudukan rendah ke tempat yang berkedudukan tinggi.
- b. Memindahkan fluida dari suatu tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi.
- c. Memindahkan fluida ke tempat lain dengan jarak tertentu.
- d. Sirkulasi pada suatu proses di industri.

Untuk setiap pompa, biasanya pabrik pembuatnya memberikan kurva karakteristik yang menunjukkan unjuk kerja pompa pada berbagai kondisi pemakaian. Karakteristik sebuah pompa digambarkan dalam kurva karakteristik menyatakan besarnya *head* total, daya pompa dan efisiensi pompa terhadap kapasitas [2].

Karakteristik pompa merupakan hubungan antara tinggi tekan (*head*), kapasitas, daya dan efisiensi. Hubungan tinggi tekan akan digambarkan pada akibat kerugian gesekan (*head losses mayor*) dan kerugian akibat jalur pemipaan (*head losses minor*) [3].

Edi Widodo dan Indah Sulistiyowati [4] telah menemukan bahwa *head loss* terjadi dengan adanya belokan pada pipa. Dengan semakin banyak belokan maka *head loss* yang terjadi semakin besar. Dengan penambahan *tube flow conditioner head loss* yang timbul dikurangi dengan mempertahankan tekanan dan menurunkan kecepatan aliran.

Korosi pada logam terjadi akibat interaksi antara logam dan lingkungan yang bersifat korosif, yaitu lingkungan yang lembap (mengandung uap air) dan diinduksi oleh adanya gas O₂, CO₂, atau H₂S. Oleh karena korosi dapat mengubah struktur dan sifat-sifat logam maka korosi cenderung merugikan. Diperkirakan sekitar 20% logam rusak akibat terkorosi pada setiap tahunnya. Logam yang terkorosi disebabkan karena logam tersebut mudah teroksidasi[5].

Korosi dapat juga terjadi akibat suhu tinggi. Dalam praktiknya penganan korosi harus dicegah terlebih dahulu, salah satu pencegahannya dengan injeksi bahan kimia yaitu *corrosion inhibitor*. *Corrosion inhibitor* yang diinjeksikan pada pipa akan menyelimuti bagian dalam pipa sehingga mengurangi kontak langsung antara hidrokarbon yang mengalir didalam pipa dengan internal dinding pipa tersebut. Diharapkan dengan injeksi bahan kimia, akan mengurasi proses korosi pada pipa [6].

Pada aplikasinya pompa *corrosion Inhibitor* menggunakan pompa dengan tipe *plunger pump*. *Plunger pump* merupakan suatu silinder baja yang panjang, *packingnya* terletak konstan (*stationary*) pada bagian dalam dari silindernya. Perbedaannya dengan torak yaitu bentuknya lebih panjang dan *packingnya* menempel pada silinder. Sedangkan pada torak, *packingnya* menempel pada torak itu sendiri.

Berbeda dengan torak, maka *plunger pump* merupakan *long barrel* di mana *packingnya* terdapat pada *head* silinder yang terletak pada *end packed* dan *centre packed*. Bila *packing* ini sudah rusak/usang dapat diambil dengan melepaskan *head* dari pompa itu. *Initial costnya* besar, ujung dari *plunger* tidak mempunyai *packed* seperti halnya pada *piston*. *Plunger pump* digunakan untuk tekanan pompa yang tinggi antara 400-1000 psi. Dengan cara pemasangan *packing* seperti di atas, maka bila ada kebocoran dapat terlihat dari luar.

Pompa *Corrosion Inhibitor* adalah *positif displacement* jenis *Controlled-volume*, di mana tingkat injeksi normal 0,5 L/MMSCF, yang diatur oleh SKOFLO di setiap kepala sumur *splitter*. Untuk mengatur atau mengitung laju aliran yang diinjeksikan untuk setiap titik injeksi terdapat sebuah level ukur, dan pompa akan dikalibrasi oleh *removable*. [7]

2. PERHITUNGAN KARAKTERISTIK POMPA

2.1 Tekanan (*Pressure*)

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dengan gaya F dianggap bekerja secara tegak lurus terhadap luas permukaan A, maka[8] :

$$P = \frac{F}{A} \tag{1}$$

Keterangan, P = Tekanan (N/m²)

F = Gaya (N)

A = Luas permukaan (m²)

Dalam termodinamika, tekanan secara umum dinyatakan dalam harga absolutnya. Tekanan absolut tergantung pada tekanan pengukuran sistem, bisa dijelaskan sebagai berikut :

a. Bila tekanan pengukuran sistem diatas tekanan atmosfer, maka :
tekanan absolut = tekanan pengukuran + tekanan atmosfer

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{gauge}} + P_{\text{atm}} \quad (2)$$

b. Bila tekanan pengukuran dibawah tekanan atmosfer, maka :
tekanan absolut = tekanan atmosfer – tekanan pengukuran

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{gauge}} \quad (3)$$

2.2 Head Pompa

Head pompa adalah energi yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Menurut persamaan *Bernoulli* yang berbunyi “bila fluida inkompresibel mengalir sepanjang pipa yang penampangnya mempunyai beda ketinggian, perbedaan tekanan tidak hanya tergantung pada perbedaan ketinggian tetapi juga pada perbedaan antara kecepatan dimasing - masing titik tersebut”. Dalam persamaan *Bernoulli*, ada tiga macam *head* (energi) fluida dari sistem instalasi aliran, yaitu energi tekanan, energi kinetik dan energi potensial. Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut [9]:

$$H = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Keterangan, H = *Head* total pompa (m)

$\frac{P}{\gamma}$ = *Head* tekanan (m)

Z = *Head* statis total (m)

$\frac{v^2}{2g}$ = *Head* kecepatan (m)

2.3 Head Total (Total Head)

Head total (*total head*) adalah gabungan dari jenis-jenis *head* yang ada didalam suatu sistem pemipaan. Jenis-jenis itu antara lain *head* tekanan, *head* kecepatan, *head* statis, dan juga total *head loss*. Untuk mencari dapat menggunakan rumus:

$$H = h_p + h_v + h_a + h_l \quad (5)$$

Keterangan, H = *Head* total pompa (m)

h_p = *Head* tekanan (m)

h_v = *Head* kecepatan (m)

h_a = *Head* statis (m)

h_l = Total *head loss* (m)

Head tekanan merupakan tekanan (*pressure*) yang ada di saluran buang yang diubah kedalam *head*. Tekanan tersebut diubah dengan menggunakan rumus:

$$h_p = \frac{0.102 P}{SG} \quad (6)$$

Keterangan, h_p = *Head* tekanan (kPa)

P = Tekanan (kPa)

SG = Spesifik grafiti.

Head kecepatan adalah perbedaan antar energi kecepatan zat cair pada saluran buang dengan energi kecepatan zat cair pada saluran masuk. Untuk mendapatkan head kecepatan, kita harus mencari kecepatan aliran (*velocity*) terlebih dahulu dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \tag{7}$$

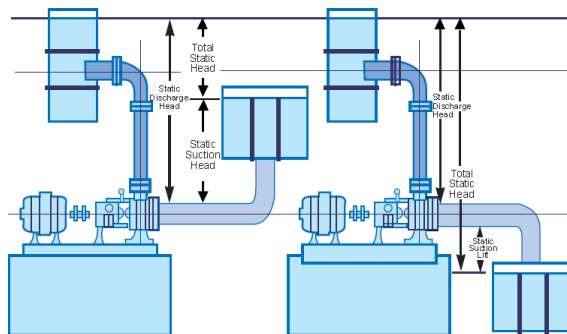
Keterangan, v = Kecepatan aliran (m/s)
 Q = Laju aliran (m³/h)
 D = Diameter dalam pipa (m)

Setelah kita mendapatkan kecepatan aliran (*velocity*), maka kita bisa mendapatkan head kecepatan. Head kecepatan dapat dinyatakan dengan rumus:

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \tag{8}$$

Keterangan, h_v = Head (m)
 V = Kecepatan aliran (m/s)
 g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Head statis (h_a) adalah penjumlahan dari head elevasi dengan head tekanan. Head statis terdiri dari head statis sisi masuk (*head statis hisap*) dan sisi ke luar (*head statis hisap*).



Gambar 1: Head Statis

Untuk pompa sentrifugal jenis vertical, head statis (h_a) dihitung dari tinggi permukaan air sampai titik tengah dari alat pengukur tekanan (*pressure gauge*).

Kerugian energi fluida dalam mengalir cairan dalam sistem perpipaan disebut sebagai kerugian head (*total head loss*). Total head loss (h_{tot}) terdiri dari mayor head loss (h_f), dan minor head loss (h_m). Untuk menghitung total head loss (h_{tot}) dapat digunakan dengan menggunakan rumus:

$$h_l = h_f + h_m \tag{9}$$

Keterangan, h_l = Total head loss (m)
 h_f = Kerugian head major (m)
 h_m = Kerugian head minor (m)

2. METODE DAN BAHAN

Penelitian ini dilaksanakan di lapangan *South Mahakam, TOTAL E&P Indonesia*. Perusahaan ini bergerak pada bidang usaha eksplorasi produksi minyak dan gas bumi. Objek yang menjadi fokus dalam penelitian ini yaitu pompa injeksi yang digunakan untuk memompakan bahan kimia yaitu *corosion inhibitor*. Pompa ini memiliki peranan penting dalam proses penanganan korosi pada internal pipa, sehingga performansi dari pompa sangat berpengaruh dalam kelancaran kerja sistem mengalirkan bahan kimia.



Gambar 2: Pompa Injeksi Bahan Kimia

Pompa injeksi yang menjadi objek penelitian merupakan pompa berjenis pompa *plunger* dengan series Williams P1000V800. Pompa injeksi tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut[10]:

- a. Model gas *supply pressure* : 6,9 bar
- b. *Max volume* : 33,5 LPH
- c. Volume per *strooke* : 12,3 cc
- d. *Max discharge pressure* : 434,4 barg

Adapun variabel yang digunakan terdiri dari:

- a. Variabel bebas, yaitu: tekanan saluran keluar dan fluida kerja yang dipompakan adalah *corrosion inhibitor* yaitu EPT2300 dan KI3063.
- b. Variabel terikat, diantaranya adalah jumlah aliran, dan *head* pompa.
- c. Variabel kontrol adalah tekanan saluran masuk.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Data Penelitian

Setelah dilakukan pengujian pada pompa injeksi bahan kimia di Anjungan *West Stupa* area kerja *TOTAL E&P Indonesia*, diperoleh data-data sebagai berikut:

Tabel 1: Data Penelitian untuk EPT2300

No.	Tekanan Saluran Buang		Laju Aliran		Head Statis (m)
	(bar)	(kPa)	(liter/day)	(m ³ /s)	
1.	35	3500	56	6,48 x 10 ⁻⁷	3,5
2.	35,5	3550	55	6,37 x 10 ⁻⁷	3,5
3.	36	3600	54	6,25 x 10 ⁻⁷	3,5
4.	36,5	3650	53	6,13 x 10 ⁻⁷	3,5
5.	37	3700	52	6,02 x 10 ⁻⁷	3,5

Tabel 2: Data Penelitian untuk KI3063

No.	Tekanan Saluran Buang		Laju Aliran		Head Statis (m)
	(bar)	(kPa)	(liter/day)	(m ³ /s)	
1.	35	3500	53	6,13 x 10 ⁻⁷	3,5
2.	35,5	3550	52	6,02 x 10 ⁻⁷	3,5
3.	36	3600	51	5,90 x 10 ⁻⁷	3,5
4.	36,5	3650	50	5,79 x 10 ⁻⁷	3,5
5.	37	3700	49	5,67 x 10 ⁻⁷	3,5

3.2 Analisa Perhitungan

Setelah didapatkan semua data-data yang diperlukan maka dilakukan perhitungan yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi *head* tekanan, *head* kecepatan (*velocity head*), *total head losses*, dan *head* total (*total head*).

1. Head Tekanan

Berdasarkan rumus (7) maka diperoleh nilai *head* tekanan sebagai berikut:

Tabel 3: *Head* Tekanan untuk EPT2300

No.	Tekanan Saluran Buang		Head Tekanan (m)
	(bar)	(kPa)	
1.	35	3500	376,98
2.	35,5	3550	382,36
3.	36	3600	387,75
4.	36,5	3650	393,14
5.	37	3700	398,52

Tabel 4: *Head* Tekanan untuk KI3063

No.	Tekanan Saluran Buang		Head Tekanan (m)
	(bar)	(kPa)	
1.	35	3500	350
2.	35,5	3550	355
3.	36	3600	360
4.	36,5	3650	365
5.	37	3700	370

2. Head Kecepatan

Tabel 5: *Head* Kecepatan EPT2300

No.	Head Tekanan (m)	Laju Aliran Pompa		Kecepatan Aliran (m/s)	Head Kecepatan (m)
		(liter/day)	(m ³ /s)		
1.	376,98	56	$6,48 \times 10^{-7}$	0,00092	$4,3 \times 10^{-8}$
2.	382,36	55	$6,37 \times 10^{-7}$	0,00090	$4,1 \times 10^{-8}$
3.	387,75	54	$6,25 \times 10^{-7}$	0,00088	$4,0 \times 10^{-8}$
4.	393,14	53	$6,13 \times 10^{-7}$	0,00087	$3,8 \times 10^{-8}$
5.	398,52	52	$6,02 \times 10^{-7}$	0,00085	$3,7 \times 10^{-8}$

Tabel 6: *Head* Kecepatan KI3063

No.	Head Tekanan (m)	Laju Aliran Pompa		Kecepatan Aliran (m/s)	Head Kecepatan (m)
		(liter/day)	(m ³ /s)		
1.	350	53	$6,13 \times 10^{-7}$	0,00087	$3,8 \times 10^{-8}$
2.	355	52	$6,02 \times 10^{-7}$	0,00085	$3,7 \times 10^{-8}$
3.	360	51	$5,90 \times 10^{-7}$	0,00083	$3,6 \times 10^{-8}$
4.	365	50	$5,79 \times 10^{-7}$	0,00082	$3,4 \times 10^{-8}$
5.	370	49	$5,67 \times 10^{-7}$	0,00080	$3,3 \times 10^{-8}$

3. Total Head Losses

Tabel 7: Total Head Losses EPT2300

No.	Head Tekanan (m)	Head major losses (m)	Head minor losses (m)	Total head losses (m)
1.	376,98	$6,48 \times 10^{-7}$	$1,51 \times 10^{-6}$	$2,16 \times 10^{-6}$
2.	382,36	$6,20 \times 10^{-7}$	$1,44 \times 10^{-6}$	$2,06 \times 10^{-6}$
3.	387,75	$5,93 \times 10^{-7}$	$1,38 \times 10^{-6}$	$1,97 \times 10^{-6}$
4.	393,14	$5,79 \times 10^{-7}$	$1,35 \times 10^{-6}$	$1,93 \times 10^{-6}$
5.	398,52	$5,53 \times 10^{-7}$	$1,29 \times 10^{-6}$	$1,84 \times 10^{-6}$

Tabel 8: Total Head Losses KI3063

No.	Head Tekanan (m)	Head major losses (m)	Head minor losses (m)	Total head losses (m)
1.	350	$5,79 \times 10^{-7}$	$1,35 \times 10^{-6}$	$1,93 \times 10^{-6}$
2.	355	$5,53 \times 10^{-7}$	$1,29 \times 10^{-6}$	$1,84 \times 10^{-6}$
3.	360	$5,79 \times 10^{-7}$	$1,22 \times 10^{-6}$	$1,80 \times 10^{-6}$
4.	365	$5,15 \times 10^{-7}$	$1,20 \times 10^{-6}$	$1,71 \times 10^{-6}$
5.	370	$4,90 \times 10^{-7}$	$1,14 \times 10^{-6}$	$1,63 \times 10^{-6}$

4. Total Head

Tabel 9: Total Head EPT2300

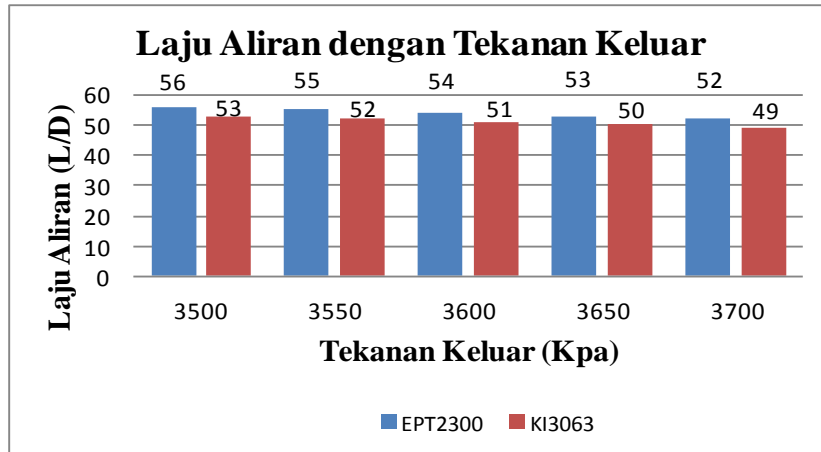
No.	Laju Aliran (Liter / day)	Tekanan Keluar (kpa)	Head Statis (m)	Head Tekanan (m)	Total Head (m)
1.	56	3500	3,5	376,98	380,48
2.	55	3550	3,5	382,36	385,86
3.	54	3600	3,5	387,75	390,86
4.	53	3650	3,5	393,14	396,64
5.	52	3700	3,5	398,52	402,02

Tabel 10: Total Head KI3063

No.	Laju Aliran (m ³ /h)	Tekanan Keluar (kpa)	Head Statis (m)	Head Tekanan (m)	Total Head (m)
1.	53	3500	3,5	350	353,5
2.	52	3550	3,5	355	358,5
3.	51	3600	3,5	360	363,5
4.	50	3650	3,5	365	368,5
5.	49	3700	3,5	370	373,5

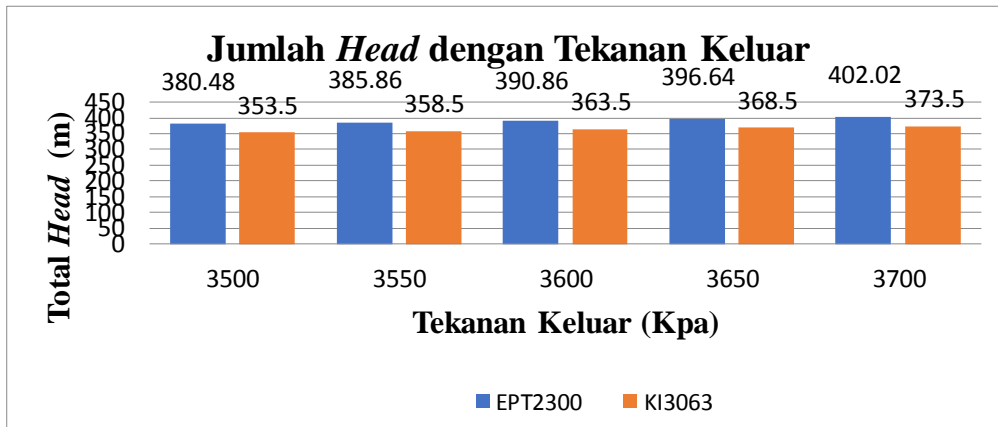
3.3 Pembahasan

Berdasarkan perhitungan yang telah ditabelkan sebelumnya, maka diperoleh hasil analisa performansi pompa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3 : Diagram Laju Aliran dan Tekanan Keluar EPT2300 dan KI3063

Gambar 3 menunjukkan perbandingan diagram EPT2300 dengan KI3063 dimana terjadi penurunan laju aliran. Hal ini di sebabkan karena adanya kenaikan tekanan pada saluran keluar (*discharge pressure*), maka akan terjadi penurunan pada jumlah aliran.



Gambar 4 : Diagram Jumlah Head Tekanan dan Tekanan Keluar (m)

Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara diagram batang EPT2300 dengan KI3063 dimana terjadi kenaikan *Head* tekanan. Hal ini disebabkan karena adanya kenaikan tekanan pada saluran keluar (*discharge pressure*), maka akan terjadi kenaikan pada *head* tekanan.

Setelah didapatkan data yang dibutuhkan untuk membuat sebuah analisa tentang perfromansi suatu pompa, maka dapat dibuat grafik pompa yang dibutuhkan untuk menganalisa perfromansi pada pompa bahan kimia. Selanjutnya bisa membandingkan laju aliran terhadap *head* pompa serta perfromansi pompa tersebut seperti pada Gambar 5.

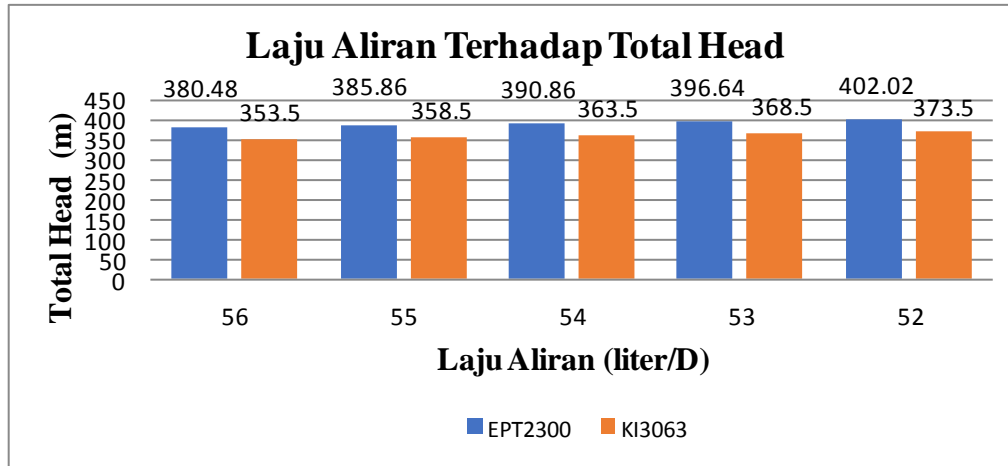
Setelah didapatkan hasil penelitian maka terlihat pada bahan kimia EPT2300 pada saat laju aliran 56 liter didapatkan perhitungan total *head* 380,48 m, pada saat laju aliran 55 liter didapatkan total *head* 385,86 m, pada saat laju aliran 54 liter didapatkan total *head* 390,86 m, pada saat laju aliran 53 liter didapatkan total *head* 396,63 m dan pada saat laju aliran 52 liter didapatkan total *head* 402,02 m.

Sedangkan pada Bahan Kimia KI3063 saat laju aliran 53 liter didapatkan perhitungan total *head* 353,5 m, pada saat laju aliran 52 liter total *head* 358,5 m, pada saat laju aliran 51 liter didapatkan total *head* 363,5 m, pada saat laju aliran 50 liter didapatkan total *head* 368,5 m dan pada saat laju aliran 49 liter didapatkan total *head* 373,5 m.

Jadi setelah hasil perhitungan, didapatkan total *head* tertinggi sebesar 402,02 m pada EPT2300 jumlah aliran sebesar 52 liter/day dan 373,5 m pada KI3063 jumlah aliran sebesar 49 liter/day. Sehingga terjadi peningkatan pada total *head* pompa sebesar:

$$\frac{402,02 - 373,5}{402,02} \times 100\% = 7,1\%$$

Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan bahwa pompa mempunyai performansi 7,1% total head lebih besar saat memompakan bahan kimia EPT2300 dari pada saat mengalirkan bahan kimia KI3063.



Gambar 5: Diagram Laju Aliran Terhadap Total Head

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan perhitungan yang dilakukan pada pompa injeksi bahan kimia di anjungan West Stupa Total E&P Indonesia maka dapat dinyatakan bahwa performansi pompa injeksi bahan kimia di anjungan West Stupa dapat digunakan untuk mengalirkan bahan kimia EPT 2300 dan KI3063 menuju pipa produksi di anjungan West Stupa. Setelah diperoleh hasil perhitungannya, didapat kesimpulan yaitu total head tertinggi sebesar 402,02 m pada EPT2300 dengan jumlah aliran sebesar 52 liter/day dan 373,5 m pada KI3063 dengan jumlah aliran sebesar 49 liter/day. Selain itu, pompa saat ini mempunyai performansi sebesar 7,1% total head lebih besar pada saat memompakan bahan kimia EPT2300 dari pada saat mengalirkan bahan kimia KI3063.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] SUNARNO, *Mekanikal Elektrikal*, Fisika Terapan dan Pompa, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2005.
- [2] SAKSONO, PUJI., "Analisis efisiensi pompa sentrifugal pada instalasi pengolahan air kampung damai Balikpapan", *Jurnal proton*, Vol. 3 no. 2, Oktober 2011.
- [3] MULIAWAN, ARIEF., AHMAD YANI, "Analisa Head Mayor Dan Minor Pompa Chiller dengan Buka-an Katup Instalasi Pompa Tunggal", *Jurnal Sains Terapan*, Vol.. 4 No. 1, April 2018.
- [4] WIDODO, EDI., INDAH SULISTIWATI, "Rekayasa instalasi pompa untuk menurunkan head loss", Dalam Prosiding SNTT FGDT, Purwokerto, 2016.
- [5] JOHN CHAMBERLAIN, *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
- [6] LEMIGAS, *Dasar-Dasar Pompa Positive Displacement dan Centrifugal*, Lemigas, Jakarta, 2000.
- [7] MANUAL BOOK, *Dasar-dasar pompa*, Manual book TOTAL E&P INDONESIA, Total E&P Indonesia, Balikpapan, 2007.
- [8] PUDJANARSA A, NURSUHUD DJATI, *Mesin Konversi Energi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- [9] SULARSO, HARUO TAHARA, *Pompa Dan Kompresor*, Cetakan Ketujuh, Pradnya Paramita, Jakarta, 2004.
- [10] MANUAL BOOK, *System Production*, Total E&P Indonesia, Balikpapan, 2013.