

Analisis Performansi Pompa Pemadam DEP-0131-A Dengan Kombinasi Flexim F601

Gunawan⁽¹⁾, Puji Saksono⁽²⁾, Usdar⁽³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya Telp/Fax. 0542-764205
Balikpapan

e-mail: gunawanfrhn@gmail.com

ABSTRAK

Pompa adalah suatu mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain, melalui pipa dengan cara memberi energi pada cairan yang dipindahkan. Pompa ini beroperasi sebagai pompa pemadam yang bertugas memadamkan api ketika kebakaran terjadi. Pompa DEP – 0131- A dengan diesel engine sebagai penggerak dan air sungai sebagai fluida yang di pindahkan. Dalam penelitian ini, peneliti mencoba melakukan analisis tentang performansi pompa yang dibandingkan dengan standar NFPA dan data pabrik. Peneliti melakukan observasi lapangan melalui pengetesan performansi dari debit airan dengan mengambil tekanan pada keluaran pompa. Kali ini umur pompa sebagai variabel bebas, performansi pompa sebagai variabel terikat dan control valve serta putaran engine yang dianggap konstan sebagai variabel control. Hasil performansi pompa dibandingkan dengan kebutuhan air di masing-masing platform, performansi pompa saat ini tidak mampu memenuhi kebutuhan air perusahaan dimana hasil performansi pompa pada head 110 meter adalah 452,058m³/h sedangkan kebutuhan SPU sesuai dengan data dari pabrik ada 673 m³/h pada head 110 meter. Pompa DEP 0131-A mempunyai performansi yang rendah dengan standar NFPA 20 yang mengharuskan aliran 1008 m³/h (150% rated) dan head 71,5 meter (65% rated), sedangkan hasil yang di dapat adalah 678.087 m³/h pada head 71.5 meter. Pengerukan secara air lift harus dilakukan untuk mengembalikan laju aliran 673 m³/h pada tekanan 11 bar.

Kata kunci : Pompa pemadam, Flexim F601, Performansi pompa.

A. PENDAHULUAN

Dalam inovasi teknologi pada masa ini, perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam bidang Migas (minyak dan gas) diwajibkan untuk memperhatikan keselamatan baik karyawannya maupun aset produksi dari perusahaan tersebut. Seperti halnya di lapangan gas SPU (*South Processing Unit*) yang di kelola TOTAL E & P INDONESIA sejak tahun 2008 dan sekarang di kelola oleh PT. PHM. Perawatan aset-aset produksi sangat di perhatikan sebagai penunjang produktivitas perusahaan. Seperti diketahui bahaya-bahaya yang dapat terjadi pada perusahaan minyak dan gas yaitu kebakaran, gas bocor, hingga terjadi suatu ledakan. Bahaya-bahaya tersebut dapat dicegah dengan sistem proteksi yang baik. Sebagai contoh jika terjadi suatu kebakaran, ada suatu sistem yang

mampu menanggulangi peristiwa tersebut agar tidak terjadi kerugian yang besar bagi perusahaan tersebut. Sistem tersebut dikenal sebagai sistem pemadam kebakaran.

Pada lapangan SPU, salah satu sistem pemadam kebakaran menggunakan fluida air sebagai sumber untuk memadamkan api. Posisi *site* SPU adalah di muara sungai Mahakam yang rentan terhadap pendangkalan. Pendangkalan tersebut memberikan pengaruh yang buruk terhadap performansi pompa pemadam api. Maka pengerukan wajib di lakukan untuk menjaga performansi pompa. Teknik pengerukan yang cocok di lakukan di bawah *platform* adalah teknik *air lift*.

Dalam pengoperasian dan perawatannya, menggunakan dua acuan, yaitu: data keluaran dari pabrik dan standar NFPA 20 yang berisi minimum *head* dan laju alir. Peneliti ingin mengetahui nilai performansi salah satu pompa yang sudah terpasang selama 10 tahun, apakah masih mempunyai nilai performansi yang sesuai dengan acuan tersebut. Pada kesempatan kali ini peneliti akan menggunakan alat tambahan yaitu Flexim, dimana alat ini sering digunakan oleh *Metering Team* untuk mengukur laju aliran, dan menjadi metode yang baru diterapkan dalam pengujian performansi pompa pemadam di SPU, PT. PHM

Adapun rumusan masalah Di dalam penelitian ini yang muncul, apakah nilai unjuk kerja (performansi) pompa masih memenuhi standar NFPA 20?

Batasan masalah dalam penelitian Agar pembahasan permasalahan tidak melebar dan agar yang dibahas lebih terarah, maka diadakan suatu pembatasan terhadap pembahasan yang ada sebagai berikut: (1) Tempat dilapangan gas SPU (*South Processing Unit*) yang dikelola Pertamina Hulu Mahakam, (2) Pompa yang digunakan sebagai pompa pemadam kebakaran adalah pompa buatan KSB dengan tipe B16-D5, (3) Air sungai dianggap tidak ada masalah.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil perhitungan dari nilai tekanan dan laju aliran pompa di lapangan untuk mengetahui unjuk kerja pompa apakah masih memenuhi standar NFPA 20

B. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dilapangan spu, PT. Pertamina Hulu Mahakam. Adapun dalam menghitung data yang telah didapatkan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

B.1 Menghitung *Head* Pompa

Head pompa merupakan salah satu hal terpenting dalam pompa. Jika *head* yang disajikan tidak sesuai dengan kenyataan maka kapasitas dari pompa menurun. Untuk itu menghitung *head* merupakan modal pertama menentukan jenis pompa mana yang akan digunakan.

Dalam persamaan Bernoulli, ada empat macam *head* dari sistem aliran fluida, yaitu *head* tekanan, *head* kinetik, *head* potensial, dan *head* kerugian akibat gesekan cairan dengan media sepanjang pengaliran. Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

a. *Head* Tekanan

Head tekanan adalah tekanan yang ada di saluran buang yang diubah kedalam *head*. Tekanan tersebut di konversikan dengan menggunakan rumus:

$$h_p = \frac{0.102 P}{SG}$$

Dimana :

h_p = *Head* Tekanan (m)

P = Tekanan (Kpa)

SG = *Specific Gravity*

b. *Head* Kecepatan

Head kecepatan adalah energi dari fluida yang menghasilkan aliran pada beberapa kecepatan. Kecepatan aliran dapat ditentukan dengan rumus:

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

Dimana:

h_v = *Head* Kecepatan (m)

v^2 = Kecepatan aliran (m/s)

G = Gaya Gravitasi (m/s)

c. *Head* Statis

Head statis (h_a) adalah penjumlahan dari *head* elevasi dengan *head* tekanan

d. *Head* Losses

Total head losses terdiri dari kerugian pada pipa lurus (h_f) dan kerugian *head* dalam jalur pipa (h_m).

B.2 Performansi Pompa

Perhitungan performansi pompa dapat dilihat dari hasil persentase antara debit aliran yang diukur dengan debit aliran desain

$$\eta = \frac{Q_{Measured}}{Q_{Design}} \times 100\%$$

Dimana :

$Q_{Measured}$ = Debit aliran yang diukur (m³/h)

Q_{Design} = Debit aliran desain (m³/h)

B.3 *Affinity* Laws

Sularso,1991[8] *Affinity laws* digunakan untuk menentukan

performansi dari pompa ketika terjadi perubahan kecepatan atau diameter dari *impeller*. *Affinity laws* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Dimana :

Q = Kapasitas Pompa (m³/jam)

n = Putaran pompa (rpm)

$$H_2 = H_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

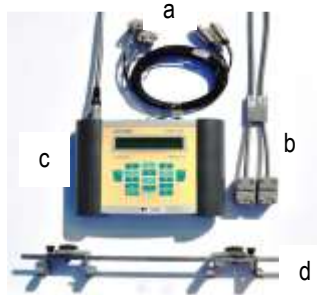
Dimana :

H = Head Pompa (m)

n = Putaran pompa (rpm)

B.4 Flexim F601

Menurut *Application Note*, 2017[1] Flexim F601 *Ultrasonic Liquid Flow Meter* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur *liquid* dan laju aliran dalam sebuah pipa. Alat ini dilengkapi sensor yang tidak *permanent* pada sebuah *installation* dan dapat mengukur ,tanpa sebuah sensor yang terpasang didalam sebuah pipa



Gambar 1. flexim F601
Sumber : *Application Note*, 2017

Bagian dari Flexim F601:

- a. *RTD Temperature Probes* (PT100)
- b. *Ultrasonic Transducers*
- c. *Control Console*
- d. *Magnetic Transducer Mounting Rails*

B.5 Obyek Penelitian



Gambar 2. DEP-0131-A Benda Uji

Keterangan:

Pabrik Pembuat = KSB *Pump*

Negara Pembuat = Brazil

Tipe Pompa = B16 D5

Kapasitas *Rated* = 672.18 m³/jam

Generated Head = 110 m

Kecepatan *Rated* = 1740 rpm

Efisiensi = 75%

Diameter *Impeller* = 245 mm

B.5 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan yaitu :

1. *Tachometer*
2. *Control Valve*
3. *Software Microsoft Excel*
4. Flexim f601

B.6 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Variabel Bebas : data awal pompa terpasang dan data riil
2. Variabel Terikat
 - a. *Head* pompa (m)
 - b. Kapasitas Pompa (m³/h)
 - c. Efisiensi Pompa (%)
3. Variabel Kontrol
 - a. Katup pengontrol tekanan
 - b. Putaran mesin dianggap konstan

C. ANALISA DAN PEMBAHASAN

C.1 Hasil Pengujian performansi

Setelah melakukan pengetesan uji performansi pada pompa pemadam kebakaran yang ada di lapangan SPU dengan tipe pompa KSB B16 D-5 , maka diperoleh data-data sebagai berikut:

Tabel 1. Data hasil performansi DEP-0131-A

Putaran <i>Engine</i> (rpm)	DEP-0131-A		
	DP (Barg)	<i>Head</i> Statis (m)	Q (m ³ /h)
1734	10.4	4	497.500
1735	11	4	450.500
1739	13	4	183.500

Head Kecepatan

Untuk mendapatkan kecepatan rata-rata aliran dalam pipa pada tiap-tiap tekanan di mulai dari (10.4 bar) menggunakan rumus dibawah ini :

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

$$V = \frac{0,138 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{3,14}{4} \times 0,092 \text{ m}^2} = 1,917 \text{ m/s}$$

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

$$h_v = \frac{(1,917 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,187 \text{ m}$$

Head tekanan

$$h_p = \frac{0,102P}{SG}$$

$$h_p = \frac{0,102 \times 1040 \text{ kPa}}{1,025 \text{ kgN/m}^3} = 103,49 \text{ m}$$

Total Head Losses

a. Major Losses

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

$$h_f = 0,110 \frac{40 \text{ m}}{0,304 \text{ m}} \times \frac{(1,917 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 2,706 \text{ m}$$

b. Minor Losses

Kerugian pada 8 belokan 90° (Sularso, 1991: 34)

$$f = 0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R}\right)^{3,5} \left(\frac{\theta}{90}\right)^{0,5}$$

dengan $D/R = 1$

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2} = \frac{0,138 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} (0,304 \text{ m})^2}$$

$$v = \frac{0,138}{0,072}$$

$$v = 1,917 \text{ m/s}$$

$$\theta = 90^\circ$$

Maka :

$$f = 0,131 + 1,847 \left(\frac{1}{2}\right)^{3,5} \left(\frac{90}{90}\right)^{0,5}$$

$$f = 0,131 + 1,847 (0,0884)(1)$$

$$f = 0,131 + 0,1633$$

$$f = 0,294$$

$$f = 8 \times 0,294$$

$$f = 2,352$$

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 2,352 \times \frac{(1,917 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 2,352 \times 0,187$$

$$h_f = 0,439 \text{ m}$$

Kerugian pada pipa isap. Harga koefisien kerugian Menurut Weisbach adalah (i) $f = 0,5$ (Sularso, 1991: 34)

Maka :

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0,5 \times \frac{(1,917 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 0,5 \times 0,187$$

$$h_f = 0,0935 \text{ m}$$

Kerugian pada pembesaran penampang pipa secara mendadak. Dimana nilai $f = 1$ (Sularso, 1991, 34)

Maka:

$$h_f = f \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = f \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{0,138 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} \times (0,254 \text{ m})^2}$$

$$V = \frac{0,138 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{3,14}{4} \times 0,064 \text{ m}^2}$$

$$V = \frac{0,138}{0,050} = 2,76 \text{ m/s}$$

$$h_f = f \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = f \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f = 1 \frac{0,7106}{2 \times 9,81} = 0,036 \text{ m}$$

Kerugian pada katup cegah jenis ayun. Dari tabel (Sularso, 1991: 39) untuk diameter 304 mm, diperoleh harga koefisien $f = 1,096$ (Interpolasi)

Maka:

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 1,096 \times \frac{(1,917 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 1,096 \times 0,187 = 0,2049 \text{ m}$$

Kerugian pada katup kupu-kupu. Dari tabel (Sularso, 1991: 39) untuk diameter 304 mm, diperoleh harga koefisien $f = 0,16$

Maka:

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0,16 \times \frac{(1,917 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 0,16 \times 0,187$$

$$h_f = 0,0299 \text{ m}$$

Kerugian pada katup cegah tutup-cepat jenis tekanan. Dari tabel (Sularso, 1991:

39) untuk diameter 304 mm, diperoleh harga koefisien $f = 1,096$ (Interpolasi) Maka:

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 1,096 \times \frac{(1,917\text{m/s})^2}{2 \times 9,81\text{m/s}^2}$$

$$h_f = 1,096 \times 0,187 = 0,2049 \text{ m}$$

Dari hasil diatas, untuk *minor losses* keseluruhan pada tekanan (10,4) adalah $0,439 + 0,0935 + 0,036 + 0,2049 + 0,0299 + 0,2049 = 1,0082 \text{ m}$.

Setelah mendapatkan nilai dari *major losses* dan *minor losses*, maka kita dapat menghitung total head losses yang terjadi sepanjang pipa. untuk menghitung total head losses adalah sebagai berikut:

$$h_l = h_f + h_m$$

Dimana :

h_l = Total Head Loss (m)

h_f = Kerugian gesek pada pipa lurus (m)

h_m = Kerugian gesek dalam jalur
pipe/pipe fittings (m)

Tabel 2. Total Head Losses

Head (m)	Total Head Losses (m)	DP (Barg)	h_f	h_m
103.493	3.7142	10.4	2.706	1.008
109.463	3.3856	11	2.499	0.887
129.366	1.3207	13	0.976	0.345

Head Total Pompa

Setelah mendapatkan data-data mengenai *head* tekanan *head* statis, *head* kecepatan dan *total head losses*. Maka akan dihitung *total head* pompa dengan menggunakan rumus yaitu:

$$H = h_p + h_v + h_a + h_l$$

$$H = 103,493 + 0,185 + 4 + 3,714$$

$$H = 111,3922 \text{ (Tekanan 10,4 bar)}$$

Untuk mengetahui *total head* pompa di tekanan yang lain dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel. 3 Total Head Pump

Total Head (m)	Total Head Losses (m)	DP (Barg)	h_v	h_p
111.392	3.7142	10.4	0.18	103.49
117.009	3.3856	11	0.16	109.46
134.711	1.3207	13	0.02	129.36

Affinity Laws

Dengan menggunakan *affinity laws* maka akan didapatkan hasil-hasil data yang sesuai dengan desain awal pompa yaitu desain putaran (*rated speed*) 1740 rpm. Dengan menggunakan rumus, maka hasil data akan menjadi :

Untuk perubahan jumlah aliran (Q) :

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$Q_2 = 497,500\text{m}^3/\text{h} \left[\frac{1740\text{rpm}}{1734\text{rpm}}\right]$$

$$Q_2 = 499,221\text{m}^3/\text{h}$$

Sedangkan untuk perubahan head (H) :

$$H_2 = H_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$H_2 = 111,3922\text{m} \left[\frac{1740\text{rpm}}{1734\text{rpm}}\right]^2$$

$$H_2 = 111,777 \text{ m}$$

Setelah menghitung jumlah aliran dan total *head*, maka diperoleh data-data yang terkoreksi dari jumlah aliran dan *head* pada pompa menggunakan *affinity laws* sehingga hasil dari data-data yang dihitung sesuai dengan spesifikasi pabrik pembuat (*manufacture*) yaitu 1740 rpm putaran pompa. Berikut tabel untuk mengetahui jumlah aliran (Q) dan *head* (H) yang telah terkoreksi.

Tabel 4. Affinity Laws

Putara n Engine (rpm)	DP (Barg)	DEP-0131-A	
		Total Head terkoreksi (m)	Q terkoreksi (m ³ /h)
1734	10.4	111.3922	499.221
1735	11	117.0096	452.058
1739	13	4134.7117	183.605

Efisiensi pompa

Dari data data yang diperoleh, di ketahui telah terjadi penurunan kapasitas pompa, maka efisiensi pompa juga mengalami penurunan, dari hasil pengesanan, efisiensi pompa adalah sebagai berikut

$$\eta = \frac{Q_{\text{Measured}}}{Q_{\text{Design}}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{452.058 \text{ m}^3/\text{h}}{673 \text{ m}^3/\text{h}} \times 100\%$$

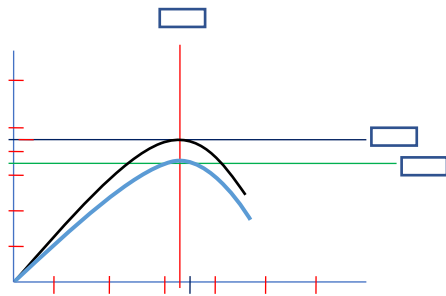
$$\eta = 67\%$$

$$\eta = \frac{75\% - 67\%}{75\%}$$

$$\eta = 0,10$$

$$\eta = (0,75 - 0,10) \times 100\%$$

$$\eta = 65\%$$



Gambar 3. Grafik efisiensi 1

Gambar 3 menunjukkan bahwa efisiensi pada pompa pemadam DEP-0131-A sekarang ini mengalami penurunan 10% dari desain, yaitu 65% pada efisiensi pompa aktual.

C.2 Analisa data performansi pompa

Analisa tentang performansi suatu pompa membutuhkan perbandingan dari data-data hasil pengetesan dari pabrik pembuat dengan data-data hasil pengetesan di lapangan. Kedua data tersebut akan disajikan melalui grafik pompa dengan head sebagai sumbu y dan jumlah aliran sebagai sumbu x. Berikut adalah tabel hasil pengetesan yang dilakukan oleh pabrik pembuat dan hasil dari pengujian yang dilakukan

Tabel 5. Data hasil percobaan pabrik pembuat

DEP-0131-A			
No	DP (Barg)	Q (m ³ /h)	Putaran Engine (rpm)
1	6	1090	1740
2	7.9	1000	1740
3	10.80	800	1740
4	111.90	600	1740
5	12.80	400	1740
6	13.8	200	1740
7	14.8	0	1740

Sedangkan untuk tabel hasil dari perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Data pompa actual

DEP-0131-A			
No	DP (Barg)	Q (m ³ /h)	Putaran Engine (rpm)
1	10.4	499.22	1740
2	11	452.05	1740
3	13	183.60	1740

Dengan mengacu pada tabel di atas, nilai tersebut dibandingkan dengan standar NFPA 20 yaitu:

1. Pompa mempunyai *Head* antara 101% sampai dengan 140% dari *rated Head* nya. (11,1 barg – 15,4 barg)
2. Pompa mampu mengalirkan fluida 150% dari *rated*-nya. Dengan perhitungan: 1,5 x 673= 1009,5 m³/h.
3. Jumlah aliran fluida pada saat 150% harus berada minimum 65% dari *Rated Head*nya

Ketiga standar diatas dapat disimpulkan menggunakan tabel dibawah ini:

Tabel 7. Standar NFPA 20

DEP-0131-A			
parameter	Shut-off Head	150% of Rated Flow	Min Head Of 65% Rated Head
unit	Barg	m ³ /h	meters
Rated Value	11.1-15.4	1008	71.5
aktual	13	678.087	71.5



Gambar 4. grafik perbandingan performansi pompa actual vs data pabrik

Setelah kita mendapatkan hasil data-data dari *manufacture* dan hasil perhitungan, maka akan dibandingkan performansi pompa tersebut menggunakan diagram perbandingan dibawah ini: Dari hasil grafik perbandingan antara kurva pompa hasil

pengujian dan dari pabrik pembuat saat pemasangan awal didapat analisa bahwa:

1. Terjadinya penurunan tekanan pada saluran buang (*discharge line*) sehingga di setiap titik terjadi penurunan parameter aliran.
2. Pada grafik tes hasil pengetesan, grafik tersebut berada di bawah dari grafik pabrik pembuat. Pengetesan tidak bisa dilakukan pompa hingga jumlah aliran yang keluar 0 m³/h. Hal ini dikarenakan dari pihak perusahaan membatasi tekanan pada saluran tes (*test header*) sebesar 13 bar saja. Hal ini berdasarkan *standard operating procedure* yang dimiliki perusahaan.
3. Pompa DEP-0131-A pada *head* 71.5m hanya mampu mengalirkan air 678.087m³/h, sedangkan aliran yang dikehendaki adalah 1008m³/h. Sehingga pompa DEP-0131-A tidak memenuhi standar NFPA

D. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan dapat disimpulkan bahwa hasil performansi pompa dibandingkan dengan kebutuhan air masing-masing *platform*, performansi pompa saat ini tidak mampu memenuhi kebutuhan air perusahaan dimana hasil performansi pompa pada *head* 110 meter adalah 452.058m³/h sedangkan kebutuhan SPU sesuai dengan data dari pabrik ada 673 m³/h pada *head* 110 meter. Pompa DEP-0131-A mempunyai performansi yang rendah dengan standar NFPA 20 yang mengharuskan aliran 1008 m³/h(150% *rated*) dan *head* 71.5 meter (65% *rated*), sedangkan hasil yang didapat adalah 678.087 m³/h pada *head* 71.5 meter

SARAN

Untuk menjaga agar performansi pompa sentrifugal pemadam kebakaran DEP-0131-A mengalami penurunan yang signifikan, oleh karena itu disarankan agar :

1. Melakukan pengawasan lebih ketat dengan cara merawat mesin dan pompa sesuai dengan prosedur yang ada sehingga kondisi dan umur komponen-komponen tersebut bertahan lama.
2. Melakukan pengerukan di area aliran masuk (*suction*) pompa.
3. Untuk memenuhi keperluan air pemadam kebakaran bisa terpenuhi dengan menghidupkan 3 buah pompa secara bersamaan, dari desain awal yang hanya memerlukan 2 pompa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada PT. Pertamina Hulu Mahakam yang telah memberikan tempat dan fasilitas dalam penelitian ini. Terimakasih untuk semua dukungan baik finansial maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Application note, 2017, *Flexim F601 Ultrasonic Flow Meter, Manual Book, Germany*
- Arief Muliawa, 2018, *Analisa Head Mayor dan Minor Pompa Chiller dengan bukaan Katup Instalasi Pompa Tunggal*, Universitas Trunajaya, bontang
- KSB, 2007, *FWP and Engine.Pdf*, Brazil
- NFPA Publication, 2010, *Standard For the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*, 1 Batterymarch Park, Quency
- Puji Saksono, 2011, *Analisa Efisiensi Pompa Centrifugal Pada Instalasi Pengolahan Iar Kampung Damai Balikpapan*, Proton 3(2), Malang
- Roa Jose Robello Portela, 2008, *FWP Performance Curve.pdf*, Brazil
- Roa Jose Robello Portela, 2008, *Vertical Spindle Well Pump*, Brazil
- Sularso dan Tahara Haruo, 1996, *Pompa dan Kompresor(Pemilihan, p Pemakaian dan Pemeliharaan)*, Pradnya Paramita, Jakarta

- Wahyu Djalmono Putro, 2010,
Centrifugal Pump Performance Testing Using Controlled Inverter, Semesta Teknik, Jawa Tengah
- Wardjito, 2010, *Perencanaan Instalasi Pompa Return Pump dengan Kapasitas 130 m³/jam Untuk Exchanger Heater Amonia*, Universitas Gresik, Gresik