

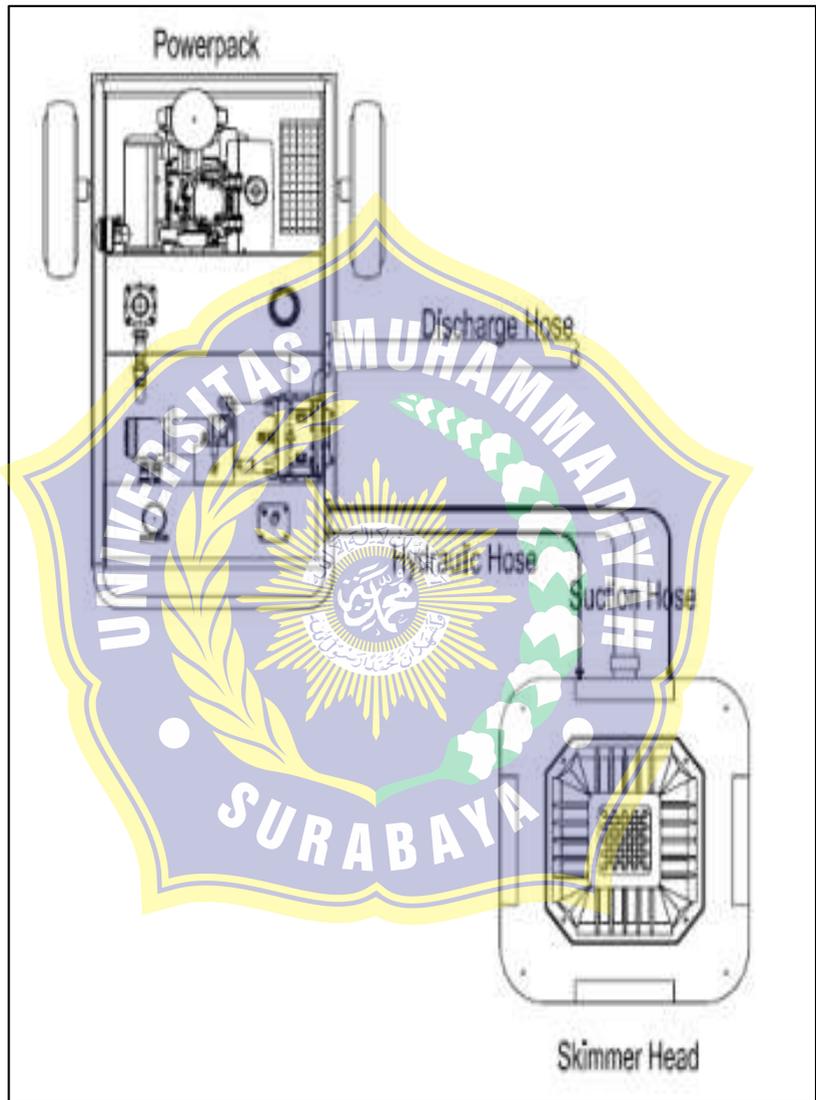
BAB IV

PEMBAHASAN

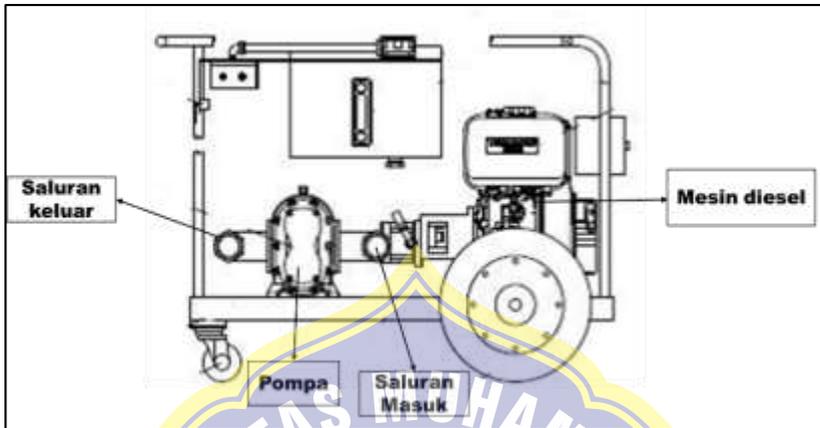
Pada bab berikut ini akan menjelaskan tentang perhitungan dan perencanaan ulang mengenai sistem instalasi pompa cuping untuk peralatan penanggulangan tumpahan minyak di PT. OSCT Indonesia. Fluida yg di pilih untuk proses perhitungan dan perencanaan ulang pompa cuping ini adalah HSD (High Speed Diesel) atau biasa disebut dengan solar.

4.1 Perencanaan Istalasi Pompa Pada Unit Powerpack

Perencanaan instalasi Pompa Cuping yang di instal pada unit powerpack mk-10 (peralatan penanggulangan tumpahan minyak) nantinya akan digunakan untuk memindahkan fluida cair (tumpahan minyak) yg telah di kumpulkan oleh *skimmer head* dan akan dipindahkan ke tempat penampungan sementara atau tangki pembuangan. Pompa cuping ini di gerakkan oleh motor hidrolik dan untuk kecepatan pompa di kontrol menggunakan *flow control valve*. Pada instalasi unit *powerpack* ini ada beberapa komponen utama yaitu terdiri dari mesin diesel merk yanmar yg berkapasitas 10 HP yang berfungsi untuk memutar atau menjalankan pompa hidrolik, tangki hidrolik, pompa hidrolik, motor hidrolik, pompa cuping. Pompa cuping ini di rancang untuk peralatan penanggulangan tumpahan minyak khusus di tepi pantai, sungai dan dermaga, maka dari itu dipilihlah pompa cuping karena pompa cuping memiliki dimensi yg kecil dan kemampuan hisap yang sangat bagus untuk fluida kental yang memiliki viskositas tinggi serta serta mempunyai kapsitas pompa yang lumayan tinggi yaitu sekitar 22 m³/jam.



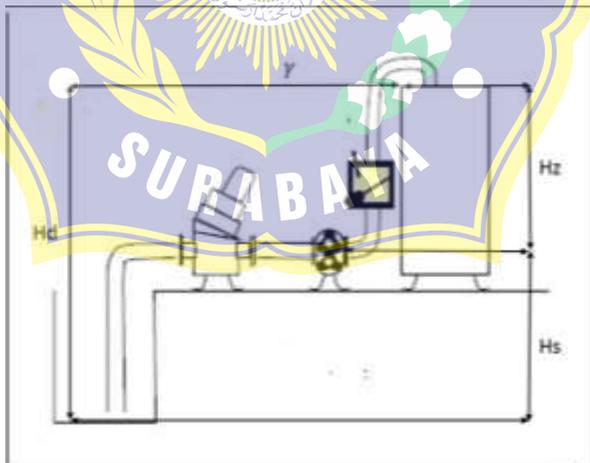
Gambar 4.1 Instalasi powerpack MK-10 dengan Skimmer



Gambar 4.2 Instalasi pompa pada unit powerpack

4.2 Perhitungan Head Efektif Instalasi Pompa

Head efektif instalasi adalah Head yang harus diatasi pompa dan seluruh komponen – komponen yang telah di dapat dan diperhitungkan tersebut. Adapun Head efektif instalasi meliputi *Head statis* dan *Head dinamis*.



Gambar 4.3 Skema suction head pompa

4.2.1 Perhitungan Kecepatan Aliran Pada Pipa *Suction*

Diketahui :

Kapasitas operasi diketahui sebesar 22 m³/jam.

Bahan : PVC 2 inch

$$Q = 22 \frac{m^3}{1 \text{ jam}} \times \text{bhl} \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ s}} = 0,006 \frac{m^3}{s}$$

$$D_{\text{inside}} = 0,0508 \text{ m}$$

Sehingga untuk menghitung kecepatan aliran pada pipa menggunakan rumus :

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

$$V = \frac{2 \cdot 0,006 \frac{m^3}{s}}{\pi (0,0508 \text{ m})^2 \frac{m}{s}} = 3,02 \frac{m}{s}$$

4.2.2 Perhitungan Kecepatan Aliran Pada Pipa *Discharge*

Diketahui :

Kapasitas operasi diketahui sebesar 22 m³/jam.

Bahan : PVC 2 inch

$$Q = 22 \frac{m^3}{1 \text{ jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ s}} = 0,006 \frac{m^3}{s}$$

$$D_{\text{inside}} = 0,0508 \text{ m}$$

Sehingga untuk menghitung kecepatan aliran pada pipa menggunakan rumus :

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

$$V = \frac{2 \cdot 0,006 \frac{m^3}{s}}{\pi (0,0508m)^2 \frac{m}{s}} = 3,02 \frac{m}{s}$$

Dari hasil perhitungan kecepatan aliran diatas besar kecepatan aliran pada pipa *suction* dan *discharge* besar kecepatan alirannya sama yaitu sebesar 3,02 m/s.

4.2.3 Perhitungan Head Statis

Untuk mengetahui nilai dari head statis yaitu menggunakan persamaan seperti berikut ini :

$$H_{\text{statis}} = H_d - H_s$$

Dimana :

H_s = Ketinggian permukaan fluida pada sisi suction (m)

H_d (m) = Ketinggian permukaan fluida pada sisi discharge

Maka besarnya head statis adalah :

$$H_{\text{statis}} = -7,5 \text{ m} - 1,5 \text{ m}$$

$$H_{\text{statis}} = 9 \text{ m}$$

4.2.4 Perhitungan Head Dinamis

Untuk mengetahui nilai dari head dinamis yaitu menggunakan persamaan seperti berikut ini :

$$H_{\text{dinamis}} = \frac{V_{dr}^2 V_{sr}^2}{2 \cdot g} + \sum H_{LT}$$

Dimana :

V_{dr} = Kecepatan pada permukaan discharge reservoir (m/s)

V_{sr} = Kecepatan pada permukaan suction reservoir (m/s)

ΣH_{LT} = Kerugian pada permukaan sepanjang pipa lurus dan adanya aksesoris (m)

4.2.5 Perhitungan **Head Loss Total Suction**

Head losses total pada instalasi terdiri dari Head Losses Mayor dan Head Losses Minor.

$$\Sigma H_{LT} = H_L + H_{LM}$$

4.2.5.1 **Head Loss Mayor Pipa Suction**

Head Loss Mayor didefinisikan sebagai seluruh kerugian energi yang timbul akibat adanya gesekan aliran fluida pada dinding saluran/pipa yang lurus dan berpenampang konstan. Besarnya mayor losses dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini :

$$H_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V_s^2}{2g}$$

Dimana :

f = Koefisien gesek

L = Panjang pipa lurus (m)

D = Diameter pipa (m)

V_s = Kecepatan aliran fluida pada pipa *suction* (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Data yang diketahui adalah sebagai berikut :

$$L_{\text{suction}} = 10 \text{ m}$$

$$D_{\text{inside}} = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$V_s = 3,02 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Harga faktor gesekan (f) berbeda untuk setiap type aliran, yaitu aliran Laminar dan Turbulent. Berdasarkan dari diagram kekerasan relatif pipa, untuk bahan pipa PVC dengan diameter pipa $D = 5,08 \text{ cm}$ didapat kekerasan relatif pipa $e/D = 0,005$.

Angka Reynold (Re) dapat dihitung sebagai berikut :

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{\left(890 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(3,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) (0,0508 \text{ m})}{10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}} = 1365402$$

Tnyata $Re > 2300$, berarti aliran turbulent.

Berdasarkan dari diagram moody untuk $e/D = 0,005$ dan $Re = 1365402$ didapat faktor gesek, $f = 0,03$ sehingga, untuk menghitung besar *head loss mayor* pada pipa *suction* adalah sebagai berikut :

$$H_{L_{\text{suction}}} = (0,03) \left(\frac{10}{0,0508} \right) \left(\frac{(3,02 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} \right) = 2,74519 \text{ m}$$

4.2.5.2 Head Loss Mayor Pipa Discharge

Untuk mencari besar *Loss Mayor* pada pipa discharge menggunakan persamaan yang sama seperti pada pipa *suction*, karena ukuran dan jenis pipa suction dan discharge sama, maka untuk besar head loss pada pipa discharge adalah besarnya sama yaitu 2,74519 m.

$$H_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V_s^2}{2g}$$

Dimana :

f = Koefisien gesek

L = Panjang pipa lurus (m)

D = Diameter pipa (m)

V_s = Kecepatan aliran fluida pada pipa suction (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Data yang diketahui adalah sebagai berikut :

$$L_{\text{discharge}} = 10 \text{ m}$$

$$D_{\text{inside}} = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$V_s = 3,02 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Berdasarkan dari diagram moody (lampiran) untuk $e/D = 0,005$ dan $Re = 1365402$ didapat faktor gesek, $f = 0,03$ sehingga, untuk menghitung besar *head loss mayor* pada pipa suction adalah sebagai berikut :

$$H_{L\text{suction}} = (0,03) \left(\frac{10}{0,0508} \right) \left(\frac{(3,02 \frac{m}{s})^2}{2 \times (9,81 \frac{m}{s^2})} \right) = 2,74519 \text{ m}$$

4.2.5.3 Head Loss Minor pipa suction

Head loss minor adalah kerugian gesek yang ditimbulkan karena adanya aksesoris disepanjang instalasi pipa. Untuk harga K pada masing- masing aksesoris diperoleh dari tabel Harga koefisien kerugian head. Pada instalasi pompa di unit powerpack mk-10 hanya terdapat 1 aksesoris yaitu elbow reguler 90° flanged.

a). Kerugian head pada elbow reguler 90° flanged ukuran 2 inch dengan harga $K = 0,3$, sebanyak 1 buah, maka :

$$H_{\text{elbow}90} = K \cdot \frac{V_s^2}{2g} = 1 \times 0,3 \times \frac{(3,02_s^m)^2}{2 \cdot (9,81_s^2)} = \mathbf{0,140381 \text{ m}}$$

4.2.5.4 Head Loss Minor Pipa Discharge

a). Kerugian head pada elbow reguler 90° flanged ukuran 2 inch dengan harga K = 0,3, sebanyak 1 buah, maka :

$$H_{\text{elbow}90} = K \cdot \frac{V_s^2}{2g} = 1 \times 0,3 \times \frac{(3,02_s^m)^2}{2 \cdot (9,81_s^2)} = \mathbf{0,140381 \text{ m}}$$

Setelah melakukan langkah perhitungan Head dinamis dengan menghitung head loss mayor dan head loss minor seperti perhitungan diatas, maka hasil perhitungan head loss setiap section akan diatbelkan seperti berikut ini :

Tabel 4.1 Perhitungan Head Loss

Section	H _L (m)	H _{Lm} (m)	H _{LT} (m)
Suction	2,74519	0,140381	2,885571
Discharge	2,74519	0,140381	2,885571
Jumlah	5,49038	0,280762	5,771142
		ΣH _{LT}	

Dengan diketahui data hasil perhitungan berupa *Head Statis* dan *Head Dinamis* maka :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{dinamis}} &= \frac{V_{dr}^2 V_{sr}^2}{2 \cdot g} + \Sigma H_{LT} \\
 &= \frac{(0_s^m) - (0_s^m)}{2 \times (9,81_s^2)} + 5,771142
 \end{aligned}$$

$$= 0 \text{ m} + 5,771142 \text{ m}$$

$$= 5,771142 \text{ m}$$

4.2.6 Head Efektif Instalasi Pompa

Untuk besar head efektif instalasi adalah sebagai berikut :

$$H_{\text{eff}} = H_{\text{statis}} + H_{\text{Dinamis}}$$

$$= 6 + 5,771142$$

$$= 11,771142 \text{ m} \times 1,25$$

$$= 14,713 \text{ m}$$

4.3 Perhitungan Daya Penggerak

4.3.1 Daya Fluida / Water Horse Power (WHP)

Energi yang diterima oleh fluida dari pompa dengan menghasilkan perubahan energi tekanan dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$WHP = \frac{\gamma \times Q \times H}{746}$$

Dimana :

WHP = Daya Fluida (HP)

γ = Berat fluida persatuan volume (N/m^3)

Q = Kapasitas yang direncanakan (m^3/s)

H = Head efektif instalasi (m)

Data yang sudah diperoleh dari perhitungan diatas adalah sebagai berikut :

$$Q = 22 \frac{m^3}{1 \text{ jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ s}} = 0,006 \frac{m^3}{s}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \rho \cdot g = 890 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \\ &= 8730,9 \frac{N}{m^3} \end{aligned}$$

$$H_{\text{eff}} = 14,713 \text{ m}$$

Sehingga untuk besar WHP bisa dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{WHP} &= \frac{\gamma \times Q \times H}{746} \\ &= \frac{8,731 \frac{N}{m^3} \times 0,006 \frac{m^3}{s} \times 14,713 \text{ m}}{746} \\ &= 0,002 \text{ HP} \end{aligned}$$

4.3.2 Perhitungan Daya Poros (P_{shaft})

Daya poros adalah daya yang digunakan untuk menggerakkan pompa ditambah kerugian di dalam pompa, yang besarnya dapat dihitung seperti berikut ini :

$$P_{\text{Shaft}} = \frac{WHP}{\eta_p}$$

Besarnya nilai efisiensi pompa didapat dengan melakukan plotting nilai putaran spesifik (n_s) dengan nilai kapasitas (Q). Untuk mendapatkan nilai n_s , dapat menggunakan persamaan seperti dibawah ini :

$$N_s = n \frac{\sqrt{Q}}{H_{eff}^{3/4}}$$

Diketahui :

$$n = 3600 \text{ rpm}$$

$$Q = 0,006 \frac{m^3}{s} \times 60 \frac{s}{min}$$

$$= 0,36 \frac{m^3}{min}$$

$$H_{eff} = 14,7139275 \text{ m}$$

$$n_s = 3600 \text{ rpm} \frac{\sqrt{Q}}{H_{eff}^{3/4}}$$

$$n_s = 3600 \text{ rpm} \frac{\sqrt{0,36 \frac{m^3}{min}}}{(14,7139275 \text{ m})^{3/4}}$$

$$n_s = 96,029 \text{ rpm}$$

Dari grafik hubungan antara kapasitas dan efisiensi , untuk efisiensi standat pompa untuk konsisi $n_s = 96,029 \text{ rpm}$ dan $Q = 0,36 \text{ m}^3/\text{min}$, maka efisiensi standat pompa η_p diambil 52% sehingga perhitungannya seperti berikut :

$$P_{Shaft} = \frac{WHP}{\eta_p}$$

$$P_{Shaft} = \frac{0,02 \text{ HP}}{0,52}$$

$$P_{\text{shaft}} = 0,004 \text{ HP}$$

4.3.3 Daya Nominal Penggerak

$$P_m = \frac{P(1+a)}{\eta_t}$$

Dimana :

P_m = Daya nominal Penggerak (HP)

a = Faktor cadangan (HP)

η_t = Efisiensi transmisi

Daya nominal harus ditentukan untuk daya poros pompa maksimum (P_{shaft}) dalam kerja normal. Karakteristik kerja dari sebuah pompa yaitu bervariasi. (Sularso, *Pompa dan Kompresor 2000*).

Tabel 4.2 Faktor Cadangan

Jenis Penggerak	a
Motor Induksi	0,1 – 0,2
Motor Bakar Kecil	0,15 – 0,25
Motor Bakar Besar	0,1 – 0,2

Tabel 4.3 Efisiensi Transmisi

Jenis Transmisi		η_t
Sabuk Rata		0,92 – 0,93
Sabuk V		0,95
Roda Gigi	Roda Gigi Lurus Satu Tingkat	0,92 – 0,95
	Roda Gigi Miring Satu Tingkat	0,95 – 0,98
	Roda Gigi Kerucut Satu Tingkat	0,92 – 0,96
	Roda Gigi Planiter Satu Tingkat	0,95 – 0,98
Kopling Hidrolik		0,95 – 0,97

Data yang diketahui :

$$P_{\text{shaft}} = 0,004 \text{ HP}$$

$$a = 0,25$$

$$\eta_t = 1$$

Sehingga berdasarkan data dari tabel diatas, untuk daya nominal penggerak dapat di ketahui dengan menggunakan seperti berikut ini :

$$P_m = \frac{P (1+a)}{\eta_t} = \frac{0,004 \text{ HP} \times (1+0,25)}{0,97} = 1,911 \text{ HP}$$

4.4 Hasil Pengujian Pompa

Setelah melakukan analisa dan perhitungan diatas, maka dilakukan pengujian dengan menambahkan oli P220 kedalam air yang akan digunakan untuk pengujian kurang lebih sebanyak 209 liter untuk mengetahui kapasitas pompa yang mendekati dengan perhitungan diatas, berikut adalah data hasil dari pengujian pompa cuping.

4.4.1 Peralatan Pengujian

Adapun peralatan – peralatan yang dipakai untuk pengujian pompa cuping adalah sebagai berikut:

1. Unit Powerpack (include mesinyanmar AL75, Pompa Cuping, Pompa hidrolik, Motor hidrolik, dan Kontrol valve).
2. IBC Tank cap.1000 Liter
3. Selang hisap dan 56 @10 Meter
4. Tachometer
5. Thermometer
6. Oil P220

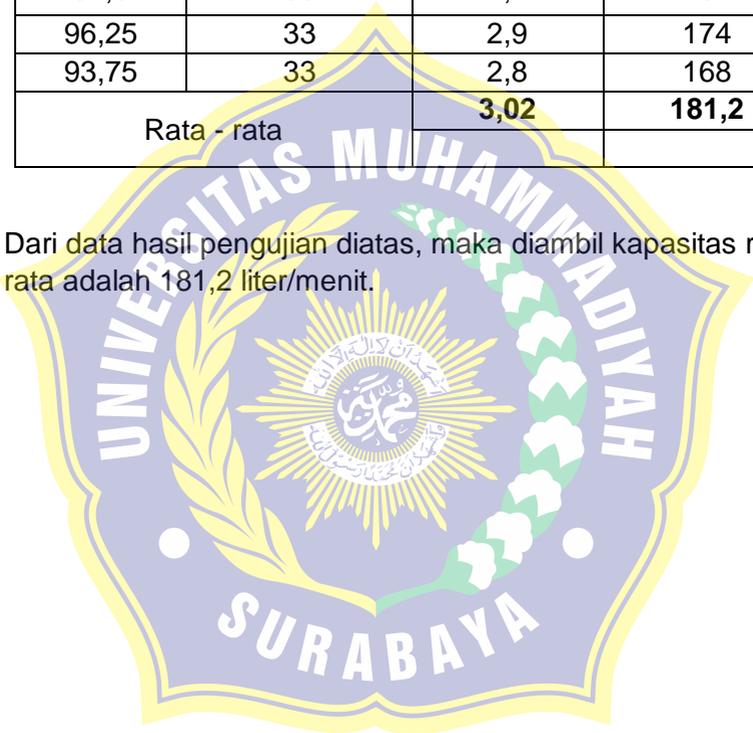
4.4.2 Hasil Pengujian Kapasitas

Pengujian dilakukan dengan cara memompa solar yang berada di tempat tumpahan dimasukkan kedalam temporary storage tank. Pengukuran volume dapat dilihat pada skala yang ada pada tangki. Dari hasil pengujian volume dan waktu ini diperoleh besarnya kapasitas. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pompa

Volume (Liter)	Waktu (Detik)	Kapasitas (Liter/detik)	Kapasitas (Liter/menit)
100	33	3	180
100	27	3,7	222
97,5	35	2,7	162
96,25	33	2,9	174
93,75	33	2,8	168
Rata - rata		3,02	181,2

Dari data hasil pengujian diatas, maka diambil kapasitas rata – rata adalah 181,2 liter/menit.





Gambar 4.4 Pengetesan Pompa



HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN!!!

BAB V

KESIMPULAN

Pada bab berikut ini memaparkan kesimpulan dan saran dari hasil perhitungan dan instalasi pompa dalam pembahasan mengenai instalasi pompa Cuping untuk peralatan penanggulangan tumpahan minyak di PT.OSCT INDONESIA.

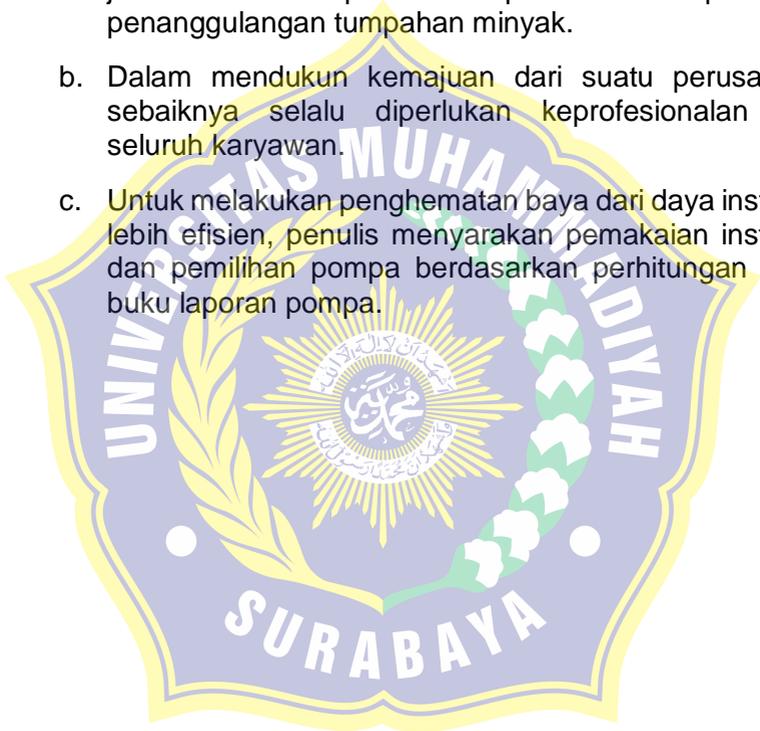
1.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan dan instalasi dapat disimpulkan sebagai berikut ini :
 - a. Instalasi pompa yang direncanakan dapat bekerja dengan baik, dengan head loss total 5,771 m.
 - b. Besarnya head efektif pompa berdasarkan hasil perhitungan diatas adalah sebesar 14,713 m.
 - c. Besarnya daya poros yg didapat dari hasil perhitungan adalah sebesar 1,483 HP.
 - d. Besarnya motor penggerak berdasarkan hasil perhitungan diatas adalah sebesar 1,911 HP.
 - e. Kapasitas yg diperoleh dari hasil pengujian rata – rata adalah 181,2 liter/menit.
2. PT OSCT sangat mengutamakan peranan pemeliharaan karena merupakan salah satu pendukung kelancaran pekerjaan dilapangan, karena semua peralatan yg dimiliki oleh PT.OSCT adalah barang yg digunakan ketika keadaan emergency pada saat ada tumpahan minyak. Sebagai conth pemeliharaan pompa beserta instalasi adalah menerapkan *preventife maintenance yaitu monthly, sixmonthly dan yearly.*

1.2 Saran

Adapun saran untuk PT.OSCT INDONESIA yaitu sebagai berikut :

- a. Sistem pengoperasian dan perawatan internal dari PT.OSCT cukup baik, maka diperlukan pembuatan jadwal dan list perawatan pada semua peralatan penanggulangan tumpahan minyak.
- b. Dalam mendukung kemajuan dari suatu perusahaan sebaiknya selalu diperlukan keprofesionalan dari seluruh karyawan.
- c. Untuk melakukan penghematan baya dari daya instalasi lebih efisien, penulis menyarankan pemakaian instalasi dan pemilihan pompa berdasarkan perhitungan pada buku laporan pompa.



DAFTAR PUSTAKA

1. Dietzel, Fritz. Turbin Pompa dan Kompresor, Alih Bahasa.
2. Fox, Robert W ; Mc Donald, Alan T. 2010. Introduction To Fluid Mechanics, 8th edition. New York : John Wiley and Sons,inch.
3. Karassik, Igor J. 1960 .Pump Handbook. McGraw-Hill, Inc
4. Khetagurov, M. Marine Auxiliary Machinery and Systems. Diterjemahkan oleh Nicholas Weinstein dari bahasa Rusia. Moscow: Peace Publishers.
5. Mohinder L. Nayyar. Piping Handbook, 7th ed. 1994. McGraw-Hills.
6. Moran, Michael J and Shapiro, Howard N. Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 8th ed. John Wiley and Sons, 2014
7. Silowash, Brian . Piping System Manual, 2010. McGraw-Hills
8. Sularso ; Tahara,Haruo. 2006. Pompa dan Kompresor. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
9. Operating and manual for Borger rotary lobe pump,2012

