

## Desain Jalur Pipeline Freshwater Dari Pumproom Menuju ke Jetty (Studi Kasus PT. Siam Maspion Terminal)

Bramastra Banuboro <sup>1\*</sup>, Emie Santoso <sup>2</sup>, Mardi Santoso <sup>3</sup>

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>

Program Studi D-III Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

Email: [bbanuboro@gmail.com](mailto:bbanuboro@gmail.com)<sup>1\*</sup>

**Abstract** – Jetty is one of facility for loading and unloading vessel load, such as liquid load, gas load, dry bulk, and general cargo. One of company that has this facility is PT. Siam Maspion Terminal, located in Manyar, Gresik. Beside all of service that ever had handled, this company also want to add freshwater supply facility to complete freshwater demand of vessel's crew and vessel it self. Fluid will be transfered by pump with pipeline as a transfer media. Total length of pipeline that needed for this facility is about 2 Km. There is 5 jetty that will get supply, farest jetty that will get supply is jetty 3. Based on vessel freshwater tank capacity calculation obtained maximum capacity that must be supplied by pump, the capacity is 100 m<sup>3</sup>. Supply scenario is only 1 jetty that will supply at the time. After pump power requirement calculation with manual calculation and software simulation, the results of each way are 24,12 Kw and 24,67 Kw. Difference result percentage between manual calculation and software simulation are 2,23 %. Pump type that met on catalogue is 100x80 FS2JA, this type has efficiency of 73,1% that most efficient specification on pump curve performance with pump head of 77 m and capacity of 100 m<sup>3</sup>/hr. Total estimated cost for material is Rp 692.099,210,

**Keyword:** Pump Power, Pump Performance Efficiency, Estimated Material Cost

### Nomenclature

<b>Q</b>	Kapasitas aliran (m <sup>3</sup> /hr)
<b>V</b>	Kecepatan aliran (m/s)
<b>A</b>	Luas penampang pipa (m <sup>2</sup> )
<b>Re</b>	Reynold's number
<b>ρ</b>	Massa jenis aliran (Kg/m <sup>3</sup> )
<b>D</b>	Diameter Dalam (m)
<b>e</b>	Roughness (mm)
<b>f</b>	Friction factor
<b>L</b>	Panjang pipa (m)
<b>HL<sub>major</sub></b>	Headloss major (m)
<b>g</b>	Percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
<b>HL<sub>minor</sub></b>	Headloss minor (m)
<b>K</b>	Nilai K dari fitting
<b>HL<sub>total</sub></b>	Headloss total (m)
<b>P<sub>pump</sub></b>	Daya pompa (Kw)
<b>H<sub>Pump</sub></b>	Head pompa (m)

### 1. PENDAHULUAN

Memenuhi kebutuhan akan kegiatan distribusi suatu fluida baik itu sebagai fluida cair maupun gas, sangat membutuhkan media transportasi, dimana fungsi dari media transportasi itu sendiri adalah untuk menghantar atau memindahkan fluida itu dari tempat satu ke tempat yang lainnya dengan efektif dan efisien. Salah satu media transportasi yang telah digunakan dalam

kehidupan manusia adalah media transportasi berupa saluran yang memiliki penampang lingkaran atau yang disebut sebagai pipa. Pipa sendiri telah digunakan sebagai media distribusi diberbagai sektor perindustrian mulai dari industri kesehatan, makanan, maritim, pertambangan, serta *oil and gas*. Salah satu pengaplikasian dari sistem perpipaan itu sendiri adalah pada fasilitas terminal *jetty*. Fasilitas tersebut berfungsi sebagai penyalur produk para *client*. Produk-produk tersebut disalurkan melalui *pipeline* dan kemudian didistribusikan menuju tangki penampungan yang ada. PT. Siam Maspion Terminal adalah salah satu perusahaan pemilik fasilitas terminal *jetty* ini, yang berfungsi untuk menyalurkan produk para *client* kepada para konsumennya. Produknya sendiri bisa berupa *liquid, gas, dry bulk, dan general cargo*.

Dengan berbagai macam servis distribusi produk para *client*, perusahaan berniat menambahkan fasilitas *loading fresh water* untuk memenuhi kebutuhan kapal dan awak kapal ketika berlayar. Pembahasan penelitian ini diawali dengan menentukan *head* pompa dan daya pompa dengan menggunakan perhitungan dengan manual dan software. Kemudian dilanjut dengan menentukan spesifikasi pompa yang paling efisien berdasarkan Best Efficiency Point (BEP) dari vendor pompa. Setelah semua didapatkan maka dilakukan perhitungan estimasi total biaya untuk

mengetahui estimasi kebutuhan biaya material yang dibutuhkan dalam proyek tersebut.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran ( $v$ ) didefinisikan besarnya debit yang mengalir persatuan luas. Kecepatan bisa didapatkan dengan persamaan kontinuitas dimana hasil dari pembagian antara debit aliran ( $m^3/s$ ) dan luas penampang ( $m^2$ ). (Ridwan, 1999)

$$v = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

Dimana:

$V$  = Kecepatan fluida yang mengalir (m/s)

$Q$  = Debit fluida ( $m^3/s$ )

$A$  = Luas penampang ( $m^2$ )

### 2.2 Reynold's Number

Untuk menentukan klasifikasi dari aliran dalam pipa, bisa diidentifikasi dengan menggunakan Reynold number, dimana persamaan ini tidak mempunyai satuan (*dimensionless*). Persamaan perhitungan Reynold number dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d}{\mu} \quad (2)$$

Dimana:

$Re$  = Reynold number

$\rho$  = Massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )

$V$  = Kecepatan aliran (m/s)

$d$  = Diameter pipa (m)

$\mu$  = Viskositas dinamis ( $Kg/m.s$ )

### 2.3 Koefisien Gesek

Koefisien gesek dipengaruhi oleh kecepatan, karena distribusi kecepatan pada aliran laminar dan aliran turbulen berbeda, maka penurunan koefisien gesek ini akan diturunkan secara berbeda pula untuk masing- masing jenis aliran. Untuk aliran laminar, besar koefisien geseknya bisa dihitung dengan persamaan :

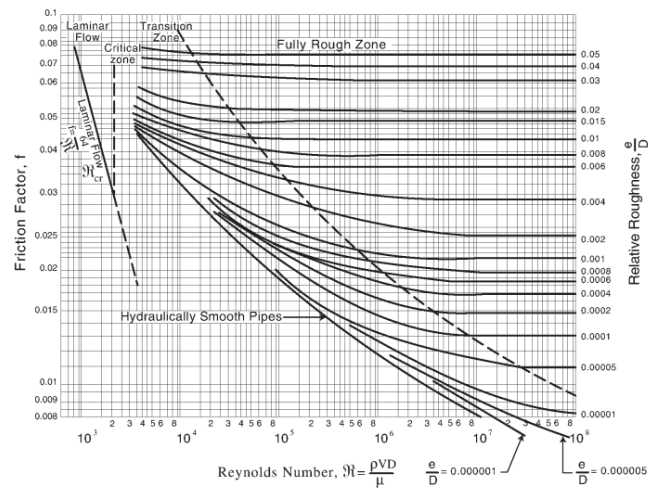
$$f = \frac{64}{Re} \quad (3)$$

Dimana :

$F$  = Koefisien kerugian gesek

$Re$  = Reynold Number

Untuk aliran turbulen, besarnya koefisien gesek ( $f$ ) dapat dihitung dengan persamaan Darcy dan dicari menggunakan *moody diagram*.



Gambar 2.1 Moody Diagram (Pipeline Engineering)

### 2.4 Headloss Major

*Headloss Major* Dapat terjadi karena adanya gesekan antara aliran fluida yang mengalir dengan suatu dinding pipa. Pada umumnya kerugian ini dipengaruhi oleh panjang pipa. *Headloss major* data dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach berikut ini: (Mahardhika, 2018).

$$Hl = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (4)$$

Dimana :

$f$  = koefisien kerugian gesek

$L$  = Panjang pipa (m)

$D$  = Diameter dalam pipa (m)

$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

### 2.5 Headloss Minor

Headloss minor dapat terjadi karena adanya sambungan pipa, seperti katup (valve), belokan (elbow), saringan (strainer), percabangan (tee), dan lain-lain. Headloss minor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut: (Mahardhika, 2018).

$$Hl = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (5)$$

Dimana :

$f$  = Koefisien kerugian gesek

$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$K$  = *K coefficient*

### 2.5 Head Pompa

Merupakan penjumlahan dari *head* statis dengan *headloss major dan minor*. Head ini menyatakan besarnya kerugian yang harus diatasi oleh pompa dari seluruh komponen-komponen yang ada.

Head total instalasi dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$H_{tot} = h_s + h_l \quad (6)$$

Dimana :

$H_{tot}$  =Head total pompa (m)

$H_s$  =Head statis total (m)

$H_l$  =Jumlah kerugian headloss major dan minor (m)

### 2.5 Daya Pompa

Daya pompa dihitung dengan mengalikan jumlah N fluida yang mengalir per detik ( $\rho \cdot g \cdot Q$ ) dengan energi H dalam J/N. Jadi menghasilkan persamaan sebagai berikut: (Giles-Soemiro.1986).

$$P = \rho \times g \times Q \times H_{tot} \quad (7)$$

Dimana:

$P_w$  = Daya pompa (Kw)

$\rho$  = Rapat massa fluida yang mengalir (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = Percepatan gravitasi = 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

$Q$  = Debit aliran fluida yang mengalir (m<sup>3</sup>/s)

$H$  = Head total pompa (m)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perhitungan Kapasitas Aliran

Menentukan kapasitas aliran yang harus dikeluarkan pompa untuk pengisian air tawar pada jetty. Perhitungan dilakukan sebagai berikut.

$$Q = \frac{100 \text{ m}^3}{1 \text{ hour}}$$

$$Q = 100 \frac{\text{m}^3}{h}$$

Maka debit yang harus dikeluarkan pompa adalah 100 m<sup>3</sup>/h, dalam artian pengisian air tawar sebanyak 100 m<sup>3</sup>, mampu diselesaikan dalam kurun waktu 1 jam.

### 3.2 Perhitungan Headloss Major

Melakukan perhitungan kerugian yang terjadi pada dinding internal pipa, dengan rincian sebagai berikut.

$$HL \text{ Major} = \frac{f \times L \times V^2}{2 \times g \times D} \quad (8)$$

Setelah dilakukan perhitungan tersebut maka didapatkan headloss major disetiap *line number* seperti pada tabel 1 berikut.

No	Pipe	Headloss Major (m)
1	FW-1-100-HDPE	1,37
2	FW-2-80-HDPE	0,94
3	FW-3-150-HDPE	0,2

4	FW-4-150-HDPE	4,25
5	FW-9-150-HDPE	0,8
6	FW-10-150-HDPE	2,41
7	FW-11-100-HDPE	1,71
8	FW-12-100-HDPE	32,81
9	FW-13-65-HDPE	22,17
Total		66,66

Berdasarkan tabel 1 jumlah dari *headloss major* yang terjadi adalah sebesar 66,66 m.

### 3.3 Perhitungan Headloss Minor

Melakukan perhitungan kerugian yang terjadi akibat aksesoris pipa seperti *fitting* dan *valve*, dengan rincian sebagai berikut

$$HL \text{ Minor} = \frac{K \times V^2}{2 \times g} \quad (9)$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan persamaan tersebut, maka didapatkan headloss minor yang terjadi pada setiap *line number* yang ditunjukkan pada tabel 2.

No	Pipe	Headloss minor (m)
1	FW-1-100-HDPE	0,76
2	FW-2-80-HDPE	5,84
3	FW-3-150-HDPE	0,19
4	FW-4-150-HDPE	0,04
5	FW-9-150-HDPE	0,22
6	FW-10-150-HDPE	1,3
7	FW-11-100-HDPE	0,25
8	FW-12-100-HDPE	0,68
9	FW-13-65-HDPE	2,1
Total		11,38

Berdasarkan tabel 2 jumlah dari *headloss minor* yang terjadi adalah sebesar 11,38 m.

### 3.4 Perhitungan Headloss Total

Setelah mendapatkan total headloss dari masing-masing headloss major dan minor, maka untuk mengetahui total headloss yang terjadi pada setiap *line number* dilakukan penjumlahan antara headloss major dan headloss minor tiap *line number* dengan hasil yang disajikan pada tabel 3.

No	Pipe	Headloss Total (m)
1	FW-1-100-HDPE	2,13
2	FW-2-80-HDPE	6,78
3	FW-3-150-HDPE	0,39
4	FW-4-150-HDPE	4,29
5	FW-9-150-HDPE	1,03
6	FW-10-150-HDPE	3,72
7	FW-11-100-HDPE	1,96
8	FW-12-100-HDPE	33,49
9	FW-13-65-HDPE	24,27
Total		78,07

Berdasarkan tabel 3 headloss total yang terjadi pada sistem adalah sebesar 78,07 m.

### 3.5 Perhitungan Head Pompa

Melakukan perhitungan *head* pompa untuk mengetahui head yang dibutuhkan pompa untuk mendistribusikan fluida keseluruh sektor. Head pompa sendiri merupakan penjumlahan antara *headloss* total dengan elevasi tertinggi pada sistem yaitu sebesar 10 m. Untuk persamaanya sebagai berikut.

$$H_{pump} = HL + HS \quad (10)$$

$$H_{pump} = 78,07 \text{ m} + 10 \text{ m} \\ = 88,07 \text{ m}$$

Dengan persamaan tersebut didapatkan head pompa yang diperlukan pompa yaitu sebesar 88,07 m.

### 3.6 Perhitungan Daya Pompa

Untuk mendapatkan berapa besar daya pompa untuk kebutuhan pemilihan pompa yang dibutuhkan dalam sistem, maka perhitungan daya pompa dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$P_{pump} = \rho \times g \times H_{pump} \times Q \quad (11)$$

$$P_{pump} = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \times 88,07 \text{ m} \times 0,028 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

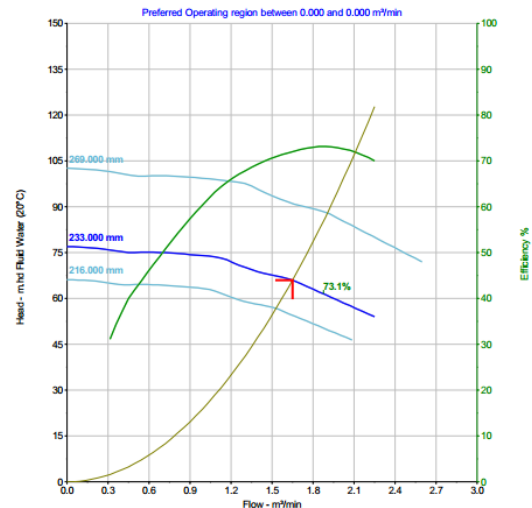
Dengan persamaan tersebut didapatkan daya pompa yang diperlukan, yaitu sebesar 24,12 Kw.

### 3.6 Perbandingan Hasil Daya Pompa

Dengan didapaknya daya pompa dengan metode perhitungan manual dan *software*, terjadi perbedaan hasil yaitu 24,12 Kw dan 24,67 Kw. Dari perbedaan hasil tersebut, maka persentase error yang terjadi adalah 2,23 %.

### 3.7 Penentuan Spesifikasi Pompa Paling Efisien

Setelah didapatkan daya pompa, maka dilakukan pemilihan pompa dengan menggunakan katalog vendor pompa Ebara. Dengan begitu penentuan efisiensi pompa ditinjau dari *pump curve performance*, yang dapat dilihat pada grafik 1.



Berdasarkan grafik 1 dapat dilihat bahwa efisiensi yang didapat adalah 73,1%, dengan spesifikasi sebagai berikut.

Type	: 100 x 80 FS2JA
Pump Capacity	: 100 m <sup>3</sup> /h
Pump Head	: 77 m
Voltage	: 380 Volt
Efficiency	: 73,1%
Frekuensi	: 50 Hz
Power	: 25,72 Kw

### 3.8 Estimasi Total Biaya Material

Setelah didapatkan kebutuhan material apa saja yang dibutuhkan dalam proyek ini, maka dilakukan perhitungan biaya material tersebut berdasarkan referensi harga yang didapat dari beberapa vendor. Setelah melakukan perincian biaya material, maka didapatkan total estimasi biaya material sebesar Rp 692.099,210,.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan head pompa didapatkan nilai sebesar 88,07 m yang mana merupakan hasil penjumlahan antara headloss total dengan elevasi tertinggi. Dengan begitu dari perhitungan daya pompa didapatkan daya sebesar 24,12 Kw. Dengan diketahuinya daya pompa yang dibutuhkan, maka digunakan sebagai acuan untuk menentukan spesifikasi pompa paling efisien. Maka diperoleh jenis pompa 100x80 FS2JA dengan head 80 m dan kapasitas 100 m<sup>3</sup>/hr, dengan spesifikasi tersebut maka didapatkan BEP (Best Efficiency Point) sebesar 72%. Setelah semua material dan mesin transfer fluida diketahui, maka didapatkan estimasi total biaya material sebesar Rp 692.099,210,.

## 7. PUSTAKA

[1] Indonesia, S. N. (2015). *Sistem perpipaan plastik - Pipa polietilena ( PE ) dan fitting*

*untuk sistem penyediaan air minum – Bagian 1 : Umum* (Vol. 2007). Jakarta.

- [2] Khasanah, A., Haryono, E., & Arumsari, N. (2017). Perencanaan Manajemen Proyek Pipa HSD Dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo. *2nd Conference on Piping Engineering and It's Application*, 252–257.
- [3] Mahardhika, P. (2018). Evaluasi Instalasi Plumbing Air Bersih Rumah Tipe 42 Menggunakan Pipe Flow Expert Berdasarkan Sni 03-7065-2005 Dan Bs,4
- [4] Parisher, R. A. (2002). *Pipe Drafting and Design. Gulf Professional Publishing* (Vol. 2).
- [5] Pratama, Y., Santoso, E., & Ariwiyono, N. (2017). Analisa Pengaruh Erosi Terhadap Lifetime Jalur Pipa Avtur Terminal ISG Tanjung Perak-DPPU Bandara Juanda Pada Line Number PRK-04-10"-#150 - PRK-05-8"-#600. *2nd Conference on Piping Engineering and It's Application*, 2, 281–285.
- [6] Ridwan. (1999). *Mekanika Fluida Dasar. Penerbit Gunadarma* (Vol. 2).
- [7] Sularso, H. T. (2000). *Pompa & Kompresor : Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan*.

**(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)**