

Desain Sistem Perpipaan *Line Service Water*

Aldy Rizky Dermawan^{1*}, Eko Julianto², Shultoni Mahardika³

Program Studi D4-Teknik Perpipaan, Teknik Permesinan Kapa, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*}

Program Studi D4-Permesinan Kapal, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: Aldyritzky@student.ppns.ac.id^{1*}; eko_julianto@ppns.ac.id^{2*}; smahardika@ppns.ac.id^{3*};

Abstract – The polypropylene project is currently in the FEED (Front End Engineering Design) stage, specifically for the service water system used for various process and domestic needs. Design planning is required for the piping route of the line service water system to tank 2D-1701. The length of the route to be designed from the pump to the suction tank is approximately 1 km. The pipe material used is ASTM A106 Grade B Schedule 40 with a diameter of 10 inches. Manual calculations yielded a head value of 34.7 m, while software calculations resulted in a head value of 35.8 m with an error percentage of 3.07% and a pump power of 21.19 kW. Based on the selection chart, the chosen pump type is a centrifugal pump of the Ebara 80-200/30 model.

Keywords: Pump, Service Water, Tank, Head

Nomenclature

Bagian *Nomenclature* berfungsi untuk mendefinisikan simbol dan istilah yang digunakan dalam penulisan *paper*.

Re	Reynold Number	
V	Kecepatan	(m/s)
ρ	Massa Jenis	(kg/m ³)
D	Diameter dalam pipa	(mm)
f	Friction Factor	
L	Panjang pipa	(m)
g	Percepatan Gravitasi	(m/s ²)
P	Pressure	(bar)
K	Loss Coefficient	
Q	Debit Fluida	(m ³ /h)
HL	Head Losses	(m)
Ha	Head Ketinggian	(m)
Hs	Head Suction	(m)
Ha	Head Discharge	(m)
Hp	Head Tekanan	(m)
Hv	Head Kecepatan	(m)
HPump	Head Pompa	(m)

1. PENDAHULUAN

Perusahaan kontraktor yang bergerak dalam bidang *Engineering, Procurement, Contruction* (EPC) sedang memasuki tahapan FEED (Front End Engineering Desing) untuk mendesain *utility facilities*. *Utility facilities* adalah sebuah sistem yang berfungsi sebagai sistem pendukung untuk suatu kegiatan atau proses pada *plant*.

Pada proyek tersebut terdapat beberapa *utility facilities*, diantaranya adalah *service water system*.

Service water system sangat berpengaruh pada *plant* ini, karena diperlukan untuk penggunaan umum dan *domestic* lainnya. *Service Water* dipasok oleh PDAM lalu disalurkan oleh pompa dan disimpan di *Service Water Storage Tank*.

Dalam observasi yang telah dilakukan, diketahui bahwa pada pompa eksisting tidak mampu mengalirkan air hingga ke tangki 2D-1701 yang akan dibangun. Agar mampu mengalirkan air sepanjang 1 km maka diperlukan pompa baru yang mampu mengalirkan air hingga ke tangki 2D-1701.

Dari permasalahan tersebut, maka perlu dibuat perencanaan desain perpipaan *line service water* menuju tangki 2D-1701 dimana proses perencanaan ini melakukan perhitungan headloss dan headpump dari pompa Menuju tangki 2D-1701, serta menentukan spesifikasi pompa yang sesuai agar dapat memenuhi kebutuhan pabrik.

2. METODOLOGI

2.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang didasarkan pada hasil observasi dan pemikiran sehingga dapat dijadikan dasar dalam penyusunan suatu penelitian [1]. Adapun penelitian ini difokuskan pada desain jalur New Booster pump menuju *Service water tank*.

2.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap ini merupakan kelanjutan dari proses pengumpulan data yang telah dilakukan sebelumnya. Pengolahan data bertujuan untuk menginterpretasikan

data yang diperoleh guna mendukung perencanaan teknis sistem. Adapun rincian kegiatan dalam tahap ini adalah sebagai berikut:

1. Desain jalur perpipaan dari New Booster Pump menuju Service Water Tank.
2. Melakukan perhitungan total head pompa yang dibutuhkan.
3. Menentukan spesifikasi dan jenis pompa yang sesuai untuk sistem perpipaan tersebut.

2.2 Head Loss Mayor

Head loss mayor adalah kehilangan energi dalam sistem perpipaan yang disebabkan oleh gesekan antara fluida dan permukaan bagian dalam pipa [2]. Nilai head loss mayor dapat ditentukan menggunakan persamaan *Darcy-Weisbach* sebagaimana ditunjukkan berikut ini :

$$HL_{mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

2.3 Head Loss Minor

Head Loss Minor merupakan kehilangan tekanan yang disebabkan oleh aksesoris perpipaan, seperti *fitting*, *valve* dan sebagainya [3]. Perhitungan kerugian *Head Minor* dilakukan dengan menerapkan persamaan berikut :

$$HL_{minor} = K \times \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

2.4 Static Head

Static head mengacu pada perbedaan elevasi antara permukaan sumber cairan dan titik akhir pengalirannya [4]. Head statis mencerminkan energi potensial yang dimiliki oleh sistem karena perbedaan antara permukaan zat cair pada sisi tekan dengan permukaan zat cair pada sisi hisap [5]. Berikut adalah persamaan static head:

$$H_a = H_d - H_s \quad (3)$$

2.5 Head Kecepatan

Energi ini timbul akibat perbedaan laju aliran fluida antara sisi hisap (*suction*) dan sisi buang (*discharge*) dari sistem reservoir [6]. Berikut adalah persamaan *velocity head*:

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

2.6 Pressure Head

Pressure head merupakan energi yang terdapat pada fluida akibat perbedaan tekanan antara *suction reservoir* dengan *discharge reservoir* [7]. *Pressure Head* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$H_p = \frac{P}{\rho g} \quad (5)$$

2.7 Head Total Pompa

Head total merupakan head yang diperoleh dari jumlah nilai head dari head ketinggian, headloss, head tekanan, dan head kecepatan. Perhitungan head total menurut Sularso (2000) [8] sebagai berikut:

$$H = \Delta Z + H_p + H_L + H_v \quad (6)$$

Setelah mengetahui *head* total, maka pemilihan spesifikasi pompa dapat dilakukan dengan menggunakan diagram pemilihan pompa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

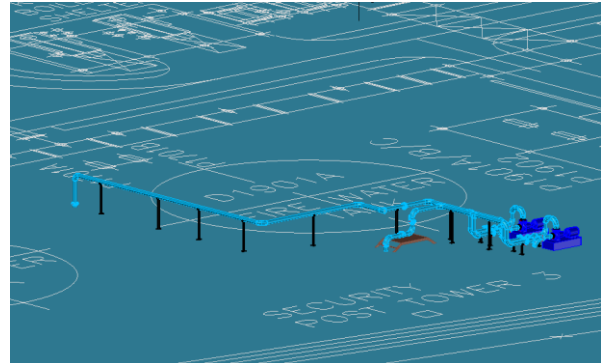
Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem jalur perpipaan New Booster Pump menuju Service Water Tank pada Proyek Pabrik Polypropylene Balongan. Jalur perpipaan dirancang sepanjang ±1km dengan menggunakan pipa carbon steel ukuran NPS 10 inch. Perancangan dilakukan untuk menggantikan sistem eksisting yang tidak mampu memenuhi kebutuhan distribusi air.

Tabel 3. 1 Data Pipa

Nomial Pipe Size (NPS)	OD	ID	Satuan
10"	273	254,46	mm

3.2 Desain Perpipaan

Gambar 1 menunjukkan tata letak pipa secara keseluruhan untuk sistem plumbing pada objek perancangan ini.



Gambar 1. Desain *Line Service Water*

3.3 Head Loss

3.3.1 Head Loss Mayor

Head Loss Mayor membutuhkan data panjang pipa yang digunakan berdasarkan gambar isometri dan kecepatan sesuai ukuran masing-masing *Line*. Sistem ini membutuhkan debit sebesar 220 m³/h. Data *Head Loss Mayor* masing-masing *Line Number* ditampilkan pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Nilai *Head Loss Mayor*

Line Number	Head Loss Mayor (m)
SW-1-1700-000-001-10"-4CC2-N	0,074
SW-2-1700-000-001-10"-4CC2-N	3,860

3.3.2 Head Loss Minor

Head Loss Minor membutuhkan data semua komponen yang digunakan pada jalur perpipaan berdasarkan gambar isometri dengan nilai K yang dapat diperoleh dari buku referensi. Data *Head Loss Minor* masing-masing *Line Number* ditampilkan pada tabel 3.3

Line Number	Head Loss Minor (m)
SW-1-1700-000-001-10"-4CC2-N	0,197
SW-2-1700-000-001-10"-4CC2-N	0,591

3.3.3 Head Loss Total

Head Loss Total berarti seluruh kerugian yang harus diatasi oleh pipa, baik rugi akibat gesekan pipa dan akibat komponen yang dilewati. Nilai *head* total dapat dihitung dengan menambahkan head loss mayor dan head loss minor, Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4, hasilnya dapat diperoleh melalui penjumlahan berikut :

$$HL_{total} = 3,935 \text{ m} + 0,788 \text{ m} \\ = 4,72 \text{ m}$$

Didapatkan hasil 4,72 m untuk *headloss* pada jalur perpipaan fluida pertamax

3.4 Head Pump

3.4.1 Head Static

Perbedaan ketinggian dengan muka cairan pada sisi hisap setinggi 0,848 m dengan ketinggian pada sisi tekan fluida setinggi 14,228 m. Dibawah ini merupakan hasil *Head Static*.

$$H_a = 14,228 - 0,152 \text{ m} \\ = 14,07 \text{ m}$$

Didapatkan *Head Static* sebesar 13,38 m sebagai selisih antara muka pada cairan sisi hisap dan sisi tekan

3.4.2 Head Kecepatan

Perbedaan kecepatan pada sisi hisap yaitu 2,63 m/s dengan kecepatan tertinggi pada sisi tekan yaitu 4,55 m/s dengan hasil sebagai berikut:

$$H_v = \frac{(1,1251 \text{ m/s})^2 - (1,1251 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81} \\ = 0 \text{ m}$$

Diperoleh hasil *Head Velocity* sebesar 0,325 m sebagai selisih kecepatan antara sisi hisap dengan sisi tekan.

3.4.3 Head Pressure

Perbedaan tekanan antara pada sisi hisap dengan tekanan yang diperlukan untuk mengatasi rugi – rugi pada jalur perpipaan

$$H_p = \frac{302000 P_a - 140000 P_a}{740 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \\ = 16,6 \text{ m}$$

Diperoleh hasil *Head Pressure* sebesar 16,6 m pada jalur perpipaan ini.

3.4.4 Head Total

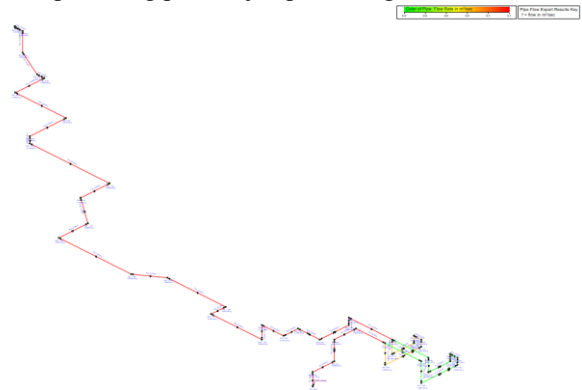
Penjumlahan seluruh *Head* yang telah dihitung sebelumnya.

$$H_{pump} = 14,07 + 16,6 + 4,72 + 0 \\ = 35,4 \text{ m}$$

Head Pump yang diperlukan sebesar 15,55 m yang digunakan untuk menentukan spesifikasi pompa yang akan digunakan.

3.5 Perhitungan dengan Software

Simulasi dengan bantuan software analisa aliran menggunakan data fluida air. Dengan hasil simulasi menunjukkan *head* pompa **37,1 m**. Perbandingan dengan perhitungan manual menghasilkan **error 4,8%**, menunjukkan akurasi yang baik Gambar 2 menunjukkan hasil simulasi secara keseluruhan untuk sistem plumbing pada objek perancangan ini.



Gambar 2. Hasil Simulasi Aliran

3.6 Penentuan Spesifikasi Pompa

Pompa Ebara 80-200/30 dipilih dengan daya 30 kW, kapasitas maksimal 240 m³/h. Spesifikasi ini sudah dapat dikatakan mencukupi kebutuhan sistem.

4. KESIMPULAN

Pada jalur perpipaan ini didapatkan *Head Loss* sebesar 4,72 m pada keseluruhan *Line* yang ada. *Head Pump* yang diperlukan pada Jalur perpipaan ini sebesar 35,6 m. Pompa yang digunakan adalah centrifugal pump dari Ebara 80-200/30 dengan debit maksimal 240 m³/h

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ari, F., Budiyanto, E. N., & Tarikh, A. (2024). Desain Sistem Jumperline Jalur Heavy Nvirgin Naptha. *Journal PPNS*.
- [2] Priyati, A., Abdullah, S. H., & Hafiz, K. (2019). Analisis Head Losses Akibat Belokan Pipa 90°(Sambungan Vertikal) Dengan Pemasangan Tube Bundle. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(1), 95-104.
- [3] Alkindi, H., Santosa, H., & Sutoyo, E. (2023). Analisis Head Losses Pada Circulating Fluida Air Dalam Dua Jenis Pipa. *AME (Aplikasi*

Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 9(1), 51-56.

- [4] Ubaedilah (2016) “Analisa Kebutuhan Jenis Dan Spesifikasi Pompa Untuk Suplai Air Bersih Di Gudang Kantin Berlantai 3 Pt Astra Daihatsu Motor,” 148, Pp. 148–162.
- [5] Sukardi, I. A., Isranuri, I., & Lubis, Z. (2012). Studi Awal Kajian Bubble Pada Pompa Sentrifugal Yang Diukur dengan Sinyal Vibrasi. *Jurnal Dinamis*, 1 (11), 1-13.
- [6] Tubalawony, B. I. (2021). PENENTUAN TITIK KRITIKAL POMPA ARMOR PM-6 PADA MINE DEWATERING DI PT GLOBAL MAKARA TEKNIK. *Jurnal Eksakta Kebumihan*, 2(2), 245-249.
- [7] Waspodo. (2017). *Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pips Kombinasi Diameter Berbeda*. *Jurnal Suara Teknik Fakultas Teknik*
- [8] Sularso, & Tahara, H. (2006). *Pompa & Kompresor: Pemilihan, pemakaian, dan pemeliharaan* (9th ed.). Pradnya Paramita.