

Perhitungan *Head Pump* Jalur Perpipaan *Diesel Fuel* dari Tangki Timbun menuju Stasiun Pengisian

Daffa Galuh Rivaldy^{1*}, Projek Priyonggo Sumangun L.², Ni'matut Tamimah³

D-IV Teknik Perpipaan, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia,^{1,3*}

D-IV Teknik Permesinan Kapal, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

Email: daffagaluh@student.ppns.ac.id^{1*}; projek.priyonggo@ppns.ac.id^{2*}; nimatuttamimah@ppns.ac.id^{3*};

Abstract - The development of facilities within mining areas is crucial for enhancing production capabilities. A key aspect of this development is the construction of fuel facilities, with a particular focus on pipeline design. This research addresses the challenges posed by the area's topography, existing infrastructure, and road crossings. The primary objectives are to design an efficient pipeline system and determine the appropriate pump specifications. The study employs the Darcy-Weisbach theory to calculate head loss, complemented by simulations using Pipe Flow Expert software. The results indicate a total pipeline head loss of 45.79 meters, with a software error margin of 1.16%. The total head for the pump is calculated at 70.34 meters. Future research should explore different software and the operational dynamics of a dual-pump system.

Keyword: Headloss, Pipe Flow Expert, Mining Fuel Pipeline, Pump Specification,

Nomenclature

Nomenclature menyatakan simbol dan keterangan yang kita tampilkan dalam paper

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

1. PENDAHULUAN

PT. Tri Daya Maxima merupakan perusahaan *Engineering, Procurement, & Construction* memiliki spesialisasi konstruksi Tangki Timbun dan Penunjangnya. Salah satu pekerjaan yang dimiliki PT. Tri Daya Maxima adalah instalasi jalur perpipaan *diesel fuel* pada area pertambangan. Pekerjaan ini meliputi *design* dan konstruksi. Tujuan dari pengembangan fasilitas berupa instalasi dan konstruksi jalur

perpipaan ini adalah untuk meningkatkan ketersediaan bahan bakar solar.

Skema dari jalur perpipaan ini dimulai dari *Maintank* yang berupa tangki timbun berkapasitas 500 kL dan akan menuju *Filling Station* baru yang akan dibangun. Panjang jarak antara *Maintank* menuju *Filling Station* sepanjang 438 meter. Jalur perpipaan ini akan dihubungkan dengan jalur perpipaan *existing* yang berasal dari Tangki *existing* pada saat akan menuju stasiun pompa.

Pada rencana jalur perpipaan yang akan dibangun memiliki permasalahan berupa topografi tanah yang naik turun dikarenakan banyaknya tanggul yang ada pada area tambang serta melewati jalan negara. Selain itu, adanya tangki dan jalur perpipaan *existing* menjadikan jarak tangki dengan *suction* pompa menjadi lebih jauh. Dengan permasalahan yang ada maka diperlukan analisis untuk menentukan spesifikasi pompa dari sistem perpipaan dapat mendukung produktivitas dari Perusahaan Klien.

2. METODOLOGI.

2.1 Prosedur penelitian

Tahapan pengerjaan penelitian ini dimulai dari identifikasi rute jalur perpipan berdasarkan *Line Number* menggunakan gambar isometri. Langkah selanjutnya dapat dilakukan penentuan variabel-variabel yang berpengaruh dalam menentukan *head loss* sesuai dengan *properties* pada pipa dan fluida. Setelah mendapatkan variabel-variabel yang dibutuhkan, dapat dilakukan perhitungan *Head Loss* tiap *Line*

Number, yang terdiri dari *Head Loss Mayor* dan *Head Loss Minor*:

Perhitungan manual *Head Loss* yang dilakukan menggunakan teori Darcy Weisbach. Perhitungan *Head Loss* juga didapatkan dari hasil kalkulasi *Software Pipe Flow Expert*. Hasil tersebut laminar, transisi atau turbulen serta letaknya pada skala yang menunjukkan pentingnya secara relatif kecenderungan turbulen berbanding dengan laminar ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{v D}{\nu} \quad (1)$$

2.3 Klasifikasi Aliran

Klasifikasi aliran ditentukan oleh *Reynold Number* dan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu Laminar, Transisi, dan Turbulen.

2.3.1 Aliran Laminar

Aliran laminar merupakan Aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan – lapisan, atau lamina –lamina dengan satu lapisan meluncur secara lancar . Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecendrungan terjadinya gerakan relatif antara lapisan [1]. Aliran ini memiliki nilai $Re < 2300$.

2.3.2 Aliran Turbulen

Aliran Turbulen merupakan Aliran dimana pergerakan dari partikel – partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami percampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida kebagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dalam keadaan aliran turbulen maka turbulensi yang terjadi membangkitkan tegangan geser yang merata diseluruh fluida sehingga menghasilkan kerugian – kerugian aliran [1]. Aliran ini memiliki nilai $Re > 4000$.

2.3.3 Aliran Transisi

Aliran Transisi adalah aliran peralihan antara aliran laminar dan aliran turbulen [1]. Aliran ini memiliki nilai $2300 < Re < 4000$.

2.4 Head Loss Mayor

Head Loss Mayor merupakan kerugian yang dialami oleh fluida akibat gesekan dengan permukaan pipa. Berikut persamaan *Darcy Weisbach* yang dapat digunakan untuk menentukan nilai *Head Loss Mayor*:

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

2.5 Head Loss Minor

Head Loss Minor merupakan kerugian yang dialami oleh fluida akibat komponen-komponen yang ada pada jalur perpipaan, seperti *fitting*, *valve* dan sebagainya. Persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai *Head Loss Minor*, sebagai berikut:

$$HL_{minor} = K \times \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

perhitungan manual dan *software* akan dibandingkan.

2.2 Reynolds Number

Bilangan Reynolds digunakan untuk menentukan sifat pokok aliran, apakah aliran

2.6 Static Head

Head statis adalah istilah dalam dinamika fluida yang mengacu pada perbedaan ketinggian vertikal antara sumber fluida dan titik pembuangan, dengan asumsi fluida tersebut dalam keadaan diam (tidak bergerak). Head statis mencerminkan energi potensial yang dimiliki oleh sistem karena ketinggian kolom fluida tersebut dengan persamaan berikut.

$$H_a = H_d - H_s$$

2.6 Velocity Head

Head kecepatan adalah energi kinetik per satuan berat fluida yang mengalir. Menggambarkan kontribusi kecepatan aliran terhadap energi total dalam sistem fluida dengan persamaan berikut

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

2.6 Pressure Head

Head tekanan adalah energi potensial per satuan berat fluida yang disebabkan oleh tekanan yang ada dalam sistem. Mewakili tinggi kolom fluida yang dapat dihasilkan oleh tekanan tersebut. *Pressure Head* memiliki persamaan sebagai berikut.

$$H_p = \frac{P}{\rho g}$$

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tabel Data Properti Pipa dan Fluida.

Tabel 3. 1 Data Fluida

Parameter	Nilai	Satuan
ρ	880	kg/m ³
μ	0,0044	kg/m.s
Q	0,022	m ³ /s

Tabel 3. 2 Data Properti Pipa

Nominal Pipe Size (NPS)	OD	ID	Satuan
3"	88,9	77,9	mm
4"	114,3	102,26	mm
6"	168,3	154,08	mm

3.2 Head Loss

3.2.1 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 0,022 m³/s atau 79,2 m³/h.

Data *Head Loss Mayor* masing-masing *Line Number* ditampilkan pada tabel 3.3

Tabel 3. 3 Nilai *Head Loss Mayor*

Line Number	Head Loss Mayor (m)
4-GMO-DF-002-CS	6,17
6-GMO-DF-003-CS	0,44
4-GMO-DF-004-CS	27,55
3-GMO-DF-005-CS	2,86

Total	37,02
-------	-------

3.2.2 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 3.4

Tabel 3. 4 Nilai Head Loss Mayor

Line Number	Head Loss Minor (m)
4-GMO-DF-002-CS	1,5
6-GMO-DF-003-CS	1,94
4-GMO-DF-004-CS	2,05
3-GMO-DF-005-CS	0,73
Total	6,12

3.2.3 Head Loss Total

Head Loss Total berarti seluruh kerugian yang harus diatasi oleh pipa, baik rugi akibat gesekan pipa dan akibat komponen yang dilewati. Head Total dapat didapatkan dari menjumlahkan Head Loss Mayor dan Head Loss Minor sesuai dengan tabel 3.3. dan tabel 3.4, hasil dapat dilihat pada penjumlahan dibawah ini:

$$HL_{total} = 37,02\text{ m} + 6,12\text{ m} = 43,14\text{ m}$$

Didapatkan hasil 43,14 m untuk Headloss pada jalur perpipaan Diesel Fuel.

3.3 Head Pump

3.3.1 Head Static

Perbedaan ketinggian dengan muka cairan pada sisi hisap setinggi 7,2 m dengan ketinggian pada sisi tekan fluida setinggi 7,5 m. Dibawah ini merupakan hasil Head Static.

$$H_a = 7,5\text{ m} - 7,2\text{ m} = 0,3\text{ m}$$

Didapatkan Head statis sebesar 0,3 m sebagai selisih antara muka cairan pada sisi hisap dan sisi tekan.

3.3.2 Head Velocity

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:

$$H_v = \frac{(4,55\text{ m/s})^2 - (2,64\text{ m/s})^2}{2 \times 9,81\text{ m/s}^2} = 0,7\text{ m}$$

Diperoleh hasil Head Velocity sebesar 0,7 m sebagai selisih kecepatan antara sisi hisap dengan sisi tekan.

3.3.3 Head Pressure

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

$$H_p = \frac{451141\text{ Pa} - 101325\text{ Pa}}{880\text{ kg/m}^3 \times 9,81\text{ m/s}^2}$$

$$= 37,9\text{ m}$$

Diperoleh hasil Head Pressure sebesar 37,9 m pada jalur perpipaan ini.

3.3.4 Head Total

Penjumlahan seluruh Head yang telah dihitung sebelumnya.

$$H_{\text{Pump}} = 0,3 + 37,9 + 45,79 + 0,7 = 84,69\text{ m}$$

Head Pump yang diperlukan sebesar 84,69 m yang digunakan untuk menentukan spesifikasi pompa yang akan digunakan.

4. KESIMPULAN

Pada jalur perpipaan ini didapatkan Head Loss sebesar 43,14 m pada keseluruhan Line yang ada. Head Pump yang diperlukan pada Jalur perpipaan ini sebesar 84,69 m

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu.
2. Orang Tua penulis Bapak Maswan dan Ibu Diyah M serta adik Penulis, yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan, dan nasihat kepada penulis dalam hidupnya.
3. Bapak Projek Priyonggo Sumangun L, ST., MT. Sebagai Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan dan ilmu selama penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Ni'matut Tamimah, S.Si., M.Sc. Sebagai Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan arahan dan ilmu selama penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. May Pradenta, S.T. yang senantiasa memberikan motivasi kepada penulis.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu.

7. PUSTAKA

[1] Soemitro, Herman W. and Giles, Renald V. (1993). Mekanika Fluida dan Hidrolika.
 [2] Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2014). Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. McGraw-Hill Education.
 [3] Streeter, V. L., Wylie, E. B., & Bedford, K. W. (1998). Fluid Mechanics. McGraw-Hill.
 [4] Menon, E. Sashi. (2005). Piping Calculation Manual. McGraw-Hill