

Calculation of Head Loss of Water Distribution Line in Material Mixer at PT Matahari Putra Makmur **[Perhitungan Head Loss Jalur Distribusi Air pada Mixer Bahan di PT Matahari Putra Makmur]**

Rahmat Taufik Afandi¹⁾, Ali Akbar ^{*.2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: aliakbar@umsida.ac.id

Abstract. *The piping system is distribution medium is more widely used by industry, household irrigation, agricultural irrigation, and water sanitation systems. Until now, liquid fluid in the form of water is the best cooling medium in cooling medium/object. Therefore, it's necessary to calculate the head loss on the mixer cooling circulation line so that water pressure can be known and reach the cooling pressure so that if there is pressure drop, it can be measured or known on the water distribution line to counteract the problem. At the first point, it is in the HE (heat exchanger) component, which is where the transfer of heat/heat from the water occurs, resulting in pressure drop of 0.64 bar. At second point, there's decrease in pressure at height of head which is vertically as high 4 meters with pipe diameter of 4" which makes pressure drop of 0.75 bar at that point.*

Keywords - Head Loss, Pressure, Fittings, Pipe

Abstrak. *Pada sistem perpipaan merupakan media pendistribusian yang lebih banyak digunakan oleh industri, pengairan rumah tangga, pengairan pertanian, maupun sistem sanitasi air. Hingga sampai saat ini, fluida cair berupa air merupakan media pendingin yang terbaik dalam mendinginkan suatu media/benda. Maka dari itu diperlukan perhitungan head loss pada jalur sirkulasi pendingin mixer agar tekanan air dapat diketahui dan mencapai tekanan yang diinginkan sehingga jika terjadi penurunan tekanan dapat diukur atau diketahui pada jalur distribusi air untuk dilakukan penanggulangan terhadap permasalahan tersebut. Pada titik pertama berada pada komponen HE (heat exchanger) yakni tempat terjadinya perpindahan panas/kalor dari air mengakibatkan terjadinya penurunan tekanan sebesar 0.64 bar. Di titik kedua yaitu terjadi penurunan tekanan pada ketinggian head yang secara vertikal setinggi 4 meter dengan pipa berdiameter 4" yang menjadikan terjadinya penurunan tekanan sebesar 0.75 bar pada titik tersebut.*

Kata Kunci - Head Loss, Tekanan, Fitting, Pipa

I. PENDAHULUAN

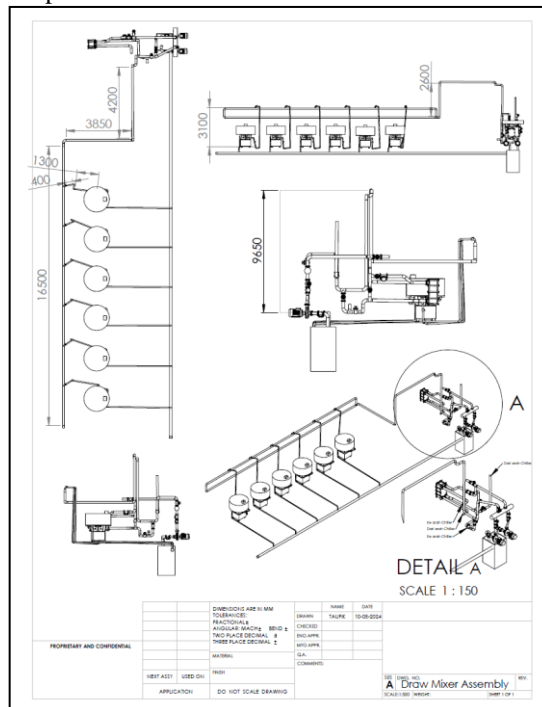
Dalam bidang industri sains dan teknologi akan terus dilakukan riset dan pengembangan, untuk terciptanya suatu teknologi yang lebih ramah lingkungan, efisien dan mampu meringankan pekerjaan manusia [1]. Sehingga lahirlah sebuah rumus-rumus perhitungan pada suatu penelitian yang dapat memperhitungkan dengan akurat [2]. Pada sistem perpipaan merupakan media pendistribusian yang lebih banyak digunakan oleh industri, pengairan rumah tangga, pengairan pertanian, maupun sistem sanitasi air [3]. Pipa sendiri memiliki berbagai macam ukuran mulai dari ¼", ½", ¾", 1", 2", 3", 4" hingga 16" semua ukuran tersebut dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan tergantung media yang akan digunakan [4] [5]. Material pada pipa terbuat dari baja, PVC (*Polyvinyl Chloride*), galvanis, *stainless steel*, dan HDPE (*High Density Polyethylene*) yang mana pada setiap material mempunyai karakteristik tertentu yang dapat difungsikan sesuai dengan peruntukan. [6]

Dalam sebuah mesin pengaduk atau mixer bahan untuk powder terdapat 2 proses mixing, yaitu hot mixer (pemanasan) dan *cooling mixer* (pendinginan) dimana pada *coolmix* membutuhkan sistem pendinginan yang dapat bekerja dengan baik. Hingga sampai saat ini, fluida cair berupa air merupakan media pendingin yang terbaik dalam mendinginkan suatu media/benda. [7] Dalam pendistribusian air diperlukan penggunaan pompa bertekanan yang mampu memompa air untuk menuju ke lokasi yang dituju. [8] Maka dari itu diperlukan perhitungan *head loss* pada jalur sirkulasi pendingin *mixer* agar tekanan air dapat diketahui dan mencapai tekanan yang diinginkan sehingga jika terjadi penurunan tekanan dapat diukur atau diketahui pada jalur distribusi air untuk dilakukan penanggulangan terhadap permasalahan tersebut. [9] Karena pada sistem perpipaan jalur air dapat mempengaruhi tekanan air yang akan menjadi hambatan tekanan pada sirkulasi air. [10]

II. METODE

Pada aliran fluida yang mengalami kerugian head terjadi pada aliran dalam pipa. Dikarenakan terjadinya gesekan oleh fluida dengan dinding pipa sehingga mengalami penurunan laju aliran fluida.

Adapun gambar dari proses aliran pada air distribusi *mixer* :



Gambar 1. Drawing Jalur Perpipaan Distribusi Air *Mixer*

Untuk identifikasi total panjang dan diameter pipa yang akan diperhitungkan sesuai pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Tabulasi Aktual Diameter & Panjang Pipa

No	Diameter (inch)	Schedule	Panjang (inch)
1	2"	40	3.17
2	4"	40	22.6

Adapun total dari fitting atau aksesoris perpipaan yang digunakan sesuai pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Tabulasi Aktual Diameter & Panjang Pipa

No	Type Fitting	Ukuran (inch)	Schedule	Total
1	Elbow	4"	40	4
2	Elbow 90	2"	40	4
		4"	40	17
3	Tee	2"	40	1
		4"	40	7
4	Globe Valve	4"	40	4
5	Check Valve	4"	40	2
6	Y-Strainer/Filter	4"	40	3
7	Ball Valve	2"	40	2
8	Header Manifold	10"	-	1
9	Heat Exchanger	4"	-	1

Pada teknik pengambilan data di lapangan adapun cara yang dilalui sebagai berikut :

- Cek semua katup dan alat ukur *pressure* tidak terdapat kendala.
- Buka katup utama pada jalur pompa air *mixer*.
- Hidupkan pompa air untuk mengalirkan tekanan ke jalur distribusi air *mixer*.

- d. Cek dan amati tekanan pada *pressure gauge*.
- e. Pengambilan data sesuai dengan hasil ukur *pressure gauge*.
- f. Mencatat hasil pengamatan untuk dilakukan analisa dengan proses perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:
 - *Head Loss Mayor*

Head loss mayor merupakan terjadinya gesekan antara air dengan dinding dalam pipa yang menyebabkan kehilangan tekanan laju aliran dalam pipa. Dua rumusan formula yang dapat dicari yaitu Formula *Darcy-Waishbach* dan Formula *Hazwn-Williams* merupakan rumusan *head loss mayor* pada aliran dalam pipa. [11]

$$Hl_{mayor} = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- Hl_{mayor} = kerugian *head* karena gesekan (m)
- f = faktor gesekan
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter dalam pipa (m)
- v = kecepatan aliran rata-rata fluida dalam pipa (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

➤ *Head Loss Minor*

Head loss minor merupakan kehilangan tekanan yang dipengaruhi oleh sambungan dari perpipaan. Untuk aliran turbulen maka digunakan rumus *Head loss minor*, dengan koefisien resisten yang dapat digunakan dengan dua cara yaitu diameter pipa dan panjang rasio. [12] [13]

$$Hl_{minor} = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- Hl_{minor} = kerugian *head* karena aliran fluida pada sambungan (m)
- k = koefisien resisten (m)
- v = kecepatan aliran (m/s)
- d = diameter pipa (m)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

➤ *Head Loss Total*

Hasil penjumlahan dari total *head loss mayor* dan *head loss minor* dapat dituliskan menjadi :

$$\Delta Hl_{total} = Hl_{mayor} + Hl_{minor}$$

Dimana :

- Hl_{total} = total kerugian *head* (m)
- Hl_{mayor} = kerugian *head* karena gesekan (m)
- Hl_{minor} = kerugian *head* karena aliran fluida pada sambungan (m)

➤ *Pressure Drop*

Pressure drop adalah ketika terjadi penurunan tekanan yang terjadi pada 1 titik ke titik yang lain dalam aliran pipa dengan tekanan yang dimiliki lebih rendah. [14]

$$P_1 - P_2 = \gamma (z_1 + z_2 + Hl_{total}) \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- P_1 = *pressure gauge* (m)
- Hl_{total} = *head loss total* (m)
- P_2 = *pressure transmitter* (bar)
- γ = berat sesat (kN/m³)
- Z_1 = tinggi (m)
- Z_2 = tinggi (m)

➤ *Daya Pompa*

Pompa merupakan sebuah alat yang menggunakan motor listrik sebagai penggeraknya dengan fungsinya untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menaikkan tekanan di dalam perpipaan dengan daya pompa yang dapat ditentukan menggunakan persamaan. [15] [16]

$$P = Hl_{total} \cdot \gamma \cdot Q \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

$$P = \text{daya (watt)}$$

$$Hl_{tot} = \text{head loss total (m)}$$

$$Q = \text{debit air (m}^3/\text{s)}$$

$$y = \text{berat sesat (kN/m}^3\text{)}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Pengamatan

Dari hasil pengamatan yang dilakukan didapatkan nilai pressure drop yang terjadi antar titik 1 yaitu pada titik *header manifold* pompa ke titik setelah *heat exchanger* ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tekanan Titik 1

Flow Rate l/min	Pressure Head Manifold (Bar)	Pressure Setelah HE (Bar)	Penurunan Pressure (Bar)
5000	2.59	1.95	0.64

Kemudian data hasil pengamatan pada titik 2 yaitu pada titik setelah *heat exchanger* ke setelah *header manifold* input *mixer* ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Tekanan Titik 2

Flow Rate (l/min)	Pressure Head Manifold (Bar)	Pressure Setelah HE (Bar)	Penurunan Pressure (Bar)
5000	1.95	1.20	0.75

B. Data Hasil Perhitungan

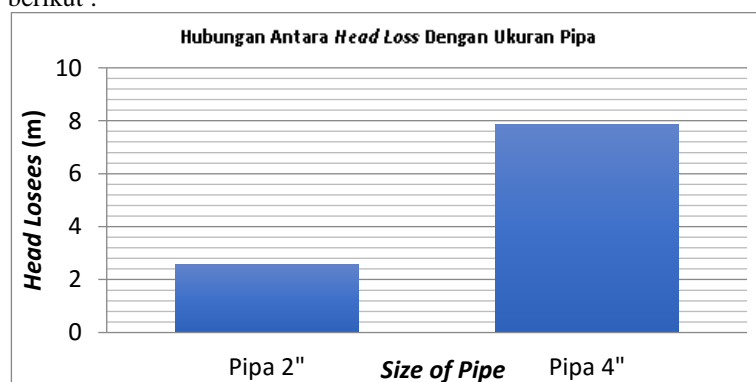
Berdasarkan dari hasil perhitungan *head loss mayor* dan *head loss minor* pada jalur distribusi air pada *mixer* maka didapatkan data yang telah disajikan pada tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Tabulasi Total Perhitungan Nilai *Head Loss*

No	Type Head Loss	Ukuran (inch)	Nilai (m)
1	Head Loss Mayor	2	2.57
2	Head Loss Mayor	4	7.87
3	Head Loss Minor	2	7.60
4	Head Loss Minor	4	71.53
Total			89.57

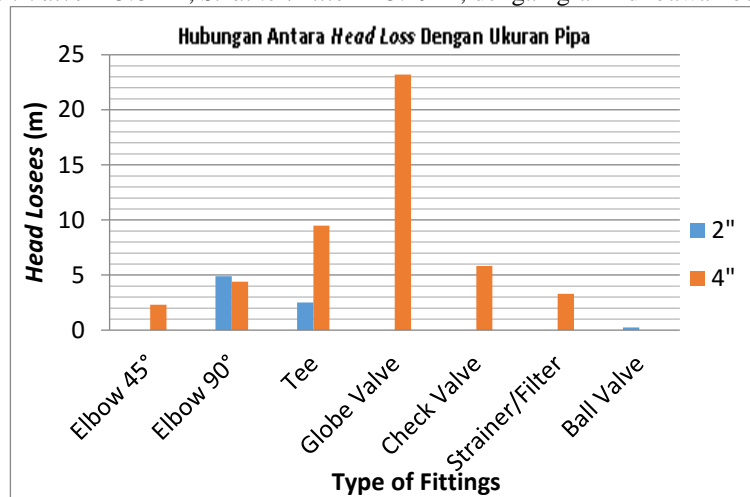
C. Grafik Perbandingan Nilai *Head Loss*

Berdasarkan pada data hasil dari perhitungan *head loss* jalur distribusi air pada *mixer* bahan, nilai *head loss mayor* dari pipa 2 inch total panjang 3.17 meter material logam besi/baja hitam dengan *schedule 40* yang terjadi sebesar 2.45 m. Sedangkan perbandingan nilai *head loss mayor* pada pipa yang berdiameter 4 inch *schedule 40* material logam besi/baja hitam memiliki panjang total 22.6 meter nilai *head loss mayor* yang terjadi 7.87 m. Sebagai perbandingan pada grafik gambar 2. berikut :



Gambar 2. Perbandingan Nilai *Head Loss Mayor* Pipa 2'' Dengan Pipa 4''

Komponen fitting atau aksesoris perpipaan pada pipa berukuran 4 inch meliputi *Elbow 45°*, *Elbow 90° Tee*, *Globe Valve*, *Check Valve*, *Y-Strainer/Filter*, dan juga *header manifold*, sedangkan aksesoris perpipaan yang ada pada pipa berdiameter 2 inch yaitu *Elbow 90°*, *Tee* dan *Ball Valve*. Hasil dari perhitungan *head loss minor* yang terjadi pada jalur distribusi air pada *mixer* bahan dengan pipa yang berdiameter 2 inch *schedule 40* memiliki nilai *head loss* pada *Elbow 90°* sebesar 4.90 m, *Tee* sebesar 2.45 m, dan *Ball Valve* sebesar 0.25 m. Sedangkan nilai *head loss minor* pada aksesoris perpipaan berukuran 4" *schedule 40* yaitu *Elbow 45°* = 2.32 m, *Elbow 90°* = 4.39 m, *Tee* = 9.50 m, *Globe Valve* = 23.20 m, *Check Valve* = 5.81 m, *Strainer/Filter* = 3.29 m, dengan grafik di bawah berikut :



Gambar 3. Perbandingan Nilai *Head Loss Minor* Pipa 2" Dengan Pipa 4"

VI. SIMPULAN

Dari data perhitungan *head loss* yang telah penulis analisa, penulis dapat menyimpulkan bahwa dari data tersebut telah terjadi penurunan nilai *head loss* di dua titik . Pada titik pertama berada pada komponen HE (*heat exchanger*) yakni tempat terjadinya perpindahan panas/kalor dari air melalui saluran pipa-pipa berdiameter 1cm memiliki 30 lapis dengan setiap lapisan terdapat 15 pipa, pipa tersebut tersusun sebagai media perpindahan panas yang mengakibatkan terjadinya penurunan tekanan sebesar 0.64 bar. Kemudian di titik kedua yaitu terjadi penurunan teknanan pada ketinggian head yang secara vertikal setinggi 4 meter dengan pipa berdiameter 4" yang menjadikan terjadinya penurunan tekanan sebesar 0.75 bar pada titik tersebut. Namun demikian tekanan air distribusi *mixer* yang tersisa masih sanggup hingga ke dalam *bowl HE cooling mixer* yakni tercapai 1.2 bar. Pada penelitian selanjutnya untuk diberikannya perbedaan bukaan katup *head* pompa sentrifugal untuk mengetahui variasi bukaan katup, sehingga didapatkannya perbedaan tekanan yang terjadi dari perbandingan bukaan katup.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua sebagai pendukung dan juga yang utama mendoakan untuk kelancaran proses penelitian ini, juga rekan-rekan lapangan di industri yang telah memberikan data penelitian yang penulis butuhkan, serta kawan-kawan mahasiswa seperjuangan, tak lupa pula dosen pembimbing prodi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang senantiasa memberi dukungan dan juga bimbingan demi kesempurnaan penelitian ini hingga dapat terselesaikan yang berjudul "Perhitungan *head loss* jalur distribusi air pada *mixer* bahan di PT Matahari Putra Makmur".

REFERENSI

- [1] B. J. H. A. Admin, *Rancang Bangun Mesin Pengaduk pekan ternak*, " *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, vol. 4, no. 1, pp. 1-6, Jun, 2019. doi:10.30869/jtpg.v4i1.336..
- [2] D. I. a. D. K. I MADE, " *Analisis Pengaruh Laju aliran fluida air pada saluran pipa air handling unit (AHU) terhadap capaian suhu optimum mesin pendingin mini water chiler*, " *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin (AHU) terhadap capaian suhu optimum mesin pendingin mini water chiler*, " , vol. 7, no. 1, p. 43, Jul. 2019. doi:10.23887/jjtm.v7i1.18587..

- [3] S. Nurnawaty, "Analisa Perubahan Tinggi Tekanan Akibat Sudut Belokan 90° dan 45° Dengan Menggunakan Fluid Friction Apparatus". *Jurnal Teknik Hidro*, vol. 13, no. 1, 2020. doi:<https://doi.org/10.26618/th.v13i1.3980>.
- [4] F. N. A. A. N. F. A. F. E Widodo, "Redesign and modification of torque measurement instrument for centrifugal pump" *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 824, no. 1, p. 012045, Apr. 2020.
- [5] E. W. I. I. A. F. Ridho Choirul Anam, "Analisis Head Pompa Sentrifugal Pada Rangkaian Seri Dan Paralel" *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, vol. 21, no. 2, pp. 46-56, 2020.
- [6] P. H. R. R. E. Tjahjanti, "Teknologi tepat guna sederhana pengelolaan air jernih di Desa Wisata Sumbergedang Pasuruan." *Jurnal Abdimas ADPI Sains dan Teknologi 2*, vol. 1, no. 2, pp. 14-19, 2021.
- [7] A. R. A. E. Prastio, "Optimasi Laju produksi dengan cara desain ulang progressive cavity pump (PCP) pada sumur 'x' lapangan 'Y,'" *Jurnal Jaring SainTek*, vol. 3, no. 2, pp. 59-66, Oct. 2021. doi:10.31599/jaringsaintek.v3i2.483.
- [8] F. R. I. I. R. M. B. D. Darmulia, "Analisis Pengaruh Perubahan KATUP Pada pipa galvanis Dan Stainless Terhadap kerugian head," *ILTEK : Jurnal Teknologi*, vol. 16, no. 2, pp. 65-69, Oct. 2021. doi:10.47398/iltek.v16i02.47.
- [9] W. N. T. Sianturi, "Pengaruh Putaran Poros Pada Pompa sentrifugal Yang disusun paralel Terhadap Karakteristik Vibrasi," *JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI)*, vol. 6, no. 1, p. 23, Mar. 2022. doi:10.31543/jtm.v6i1.719.
- [10] S. R. A. Rijanto, "Analisis head losses Pada Mesin Pompa air sawah," *Majamecha*, vol. 4, no. 1, pp. 60-69, Jun. 2022. doi:10.36815/majamecha.v4i1.1905.
- [11] S. H. S. E. A. Habibnur., "Analisis Head Losses Pada Circulating Fluida Air Dalam Dua Jenis Pipa", vol. 9, no. 1, pp. 51-56, 2023.
- [12] T. Y. M. Luthfi, "Rancang Bangun Prototipe fluid friction apparatus Untuk Menganalisis Kehilangan Energi (head loss) dengan varias diameter pipa," *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, vol. 5, no. 1, pp. 29-35, Jun. 2023. doi:10.26740/proteksi.v5n1.p29-35.
- [13] C. F. R. C. S. T. S. J. S. E. J. R. W. M. Rumaherang, "Evaluasi Kinerja Pompa sentrifugal Berkapasitas 600 KL/hr Pada Sistem pemompaan minyak," *Journal Teknik Mesin, Elektro, Informatika, Kelautan dan Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 17-27, Jun. 2023. doi:10.30598/metiks.2023.3.1.17-27.
- [14] W. M. W. S. M. R. E. N. E. J. Rumaherang, "Studi Regim Aliran Fluida Dan penentuan head loss Akibat Gesekan Pada instalasi Perpipaian," *ALE Proceeding*, vol. 6, pp. 154-161, Oct. 2023. doi:10.30598/ale.6.2023.154-161.
- [15] S. R. A. Rijanto, "Analisis head losses Pada Mesin Pompa air Sumur Dangkal," *Majamecha*, vol. 6, no. 1, pp. 159-168, Jun. 2024. doi:10.36815/majamecha.v6i1.3327.
- [16] M. Dahlan, "Analisis Perbandingan kerugian Aliran Pada pipa jenis PVC dan Galvanis Dengan Menggunakan elbow 90 Derajat," *Majamecha*, vol. 6, no. 1, pp. 149-158, Jun. 2024. doi:10.36815/majamecha.v6i1.3262.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.