

Re Design Filtering Water Cleaning Piping System On Food And Beverage Industries

Muhammad Rofi'an^{1*}, Heroe Poernomo², Burniadi Moballa³

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

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

Email: muhammad.rofian01@gmail.com^{1*}

Abstract - The water treatment piping system functions to carry out a filtering water process which aims to provide clean water quality before being used in the production, utilization, and domestic processes of food and beverage industry. There are two filter tanks, namely sand filters and carbon filters. Sand filter tanks are water filtration media that use sand and other granular media (such as gravel or anthracite) to remove impurities in water. Carbon filter tanks are water filtration media that use activated carbon to remove contaminants and dirt. Analysis method is starting by calculating the minimum wall thickness (T_m), flow rate (Q), head losses (H_L), and pump efficiency to determine the optimal design in the water filtering process. As well as an analysis with the Pipe Flow Expert (PFE) in each design with variations made to determine the design optimization. And project management plan analysis is done to find out the scheduling and duration of the project. The results of this research it is known the most optimal design is design 3 with a variation of NPS 2 inch pipe diameter using Ebara 50x40 FS2HA pump (Company requirement). It is known that the minimum wall thickness (T_m) is 0.1293 inch. For the flow rate value (Q) which is 18.36 m³ / h. For the head losses (H_L) value that is 1.63 m. while for the pump efficiency value of 52.68%, it is known that the efficiency value is in accordance with the highest value range of the efficiency of the Ebara 50x40 FS2HA (Company requirement) pump. And there is a piping back wash system for cleaning the inner tank.

Keyword: Water Treatment, Pipe Flow Expert, Minimum, Plan Project Management, ASME B31.3

Nomenclature

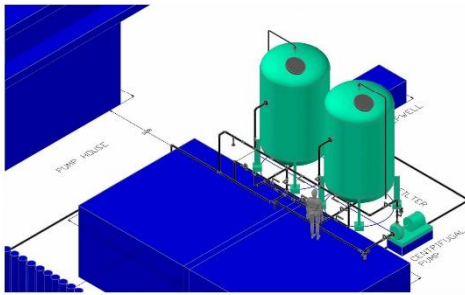
T_m	minimum required thickness (mm)
P	design pressure (Psi)
OD	outside diameter (mm)
S	stress value for
E	quality factor
W	weld joint strange (-)
Y	coefisien from tabel
CA	corrosion allowance (-)
Q	debit aliran (m^3/s)
V	volume fluida (m^3)
t	waktu (s)
H_f	head loss mayor (m)
f	koefisien gesekan
L	panjang pipa (m)
D	diameter dalam pipa (m)
g	percepatan gravitasi (m/s^2)
Re	bilangan Reynolds
ν	viskositas kinematik cairan (m^2/s)
H_m	head loss minor
K	koefisien resistansi valve atau fitting berdasarkan bentuk dan ukuran
v	kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

Indonesia, Sima Arome (PT. Indo Aneka Atsiri) merupakan perusahaan industri manufaktur di bidang *Food And Beverage* yang memproduksi *Aromatic Chemicals, Essential Oil, Natural Extract Products* dan bubuk *Spray* dari buah buahan alami. Semakin berkembangnya dunia industri *Food And Beverage* masa kini dan kebutuhan industri *Food And Beverage* dalam berbagai sektor, menjadikan aplikasi sistem perpipaan sangat dibutuhkan perannya, dimana diharapkan dapat menambah efisiensi dari aktivitas produksi perusahaan.

Penelitian pada *paper* ini berfokus pada desain ulang sistem perpipaan penyaringan air bersih pada industri *food and beverage* yang dimana desain tersebut memberikan hasil yang optimal dalam proses *filtering* air sehingga menghasilkan kualitas air yang baik untuk digunakan dalam proses produksi, utiliti, dan domestik oleh perusahaan. Oleh karena itu, *paper* ini bertujuan untuk mengetahui desain yang optimal untuk *water treatment plant*.

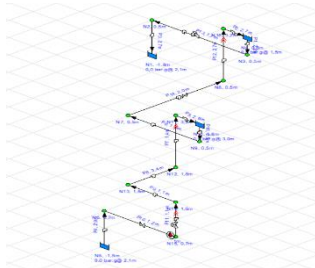
1. PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan yang berinvestasi di



Gambar 1 Desain 3D

Dimulai dengan perhitungan manual *minimum wall thickness* (T_m), Debit (Q), Serta *Head Losses* (H_L). Selanjutnya dilakukan analisa dengan software *Pipe Flow Expert (PFE)* ketiga desain dengan variasi diameter pipa 1 inch, 1,5 inch, 2 inch, 3 inch. Visualisasi dari sistem dapat dilihat pada Gambar 1 serta visualisasi analisa menggunakan software *pipe flow expert* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Analisa desain dengan Pipe Flow Expert

2. METODOLOGI .

Metode analisa pada penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan melakukan perhitungan *minimum wall thickness* (T_m), debit (Q), *head losses* (H_L), dan efisiensi pompa untuk mengetahui desain yang optimal dalam proses *filtering water*. Serta dilakukan analisa dengan *pipe flow expert* (PFE) pada masing masing desain dengan variasi yang dibuat untuk mengetahui optimalisasi desain. Dan dilakukan analisa *plan project management* untuk mengetahui *scheduling* dan durasi pengerjaan *project* tersebut. Perhitungan dimulai dengan perhitungan nilai *minimum wall thickness* (T_m), dengan persamaan sebagai berikut :

$$T_m = T + CA \quad (1)$$

$$T = \frac{P \cdot D}{2 (SEW + PY)} \quad (2)$$

Setelah diketahui nilai *minimum wall thickness* (T_m) pada ketiga desain dengan variasi diameter pipa, kemudian dilakukan perhitungan nilai *debit* pada *system* secara manual dan perhitungan *debit*

pada ketiga desain dengan variasi diameter pipa menggunakan *pipe flow expert* sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3)$$

Kemudian dilakukan perhitungan nilai *head losses mayor* dan *minor* untuk kemudian didapatkan *total head lossess*, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Re = \frac{vD}{\nu} \quad (4)$$

Setelah nilai Reynold number (Re) sudah diketahui, maka dapat diketahui jenis aliran tersebut apakah laminar atau turbulen :

untuk $Re < 2300$, aliran bersifat laminar
 untuk $Re > 4000$, aliran bersifat turbulen

$$f = \frac{1}{\left\{ -1.8 \log_{10} \left[\left(\frac{6.9}{Re} \right)^{1.11} + \left(\frac{\epsilon}{3.75D} \right) \right] \right\}^2} \quad (5)$$

$$Hf = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g} \quad (6)$$

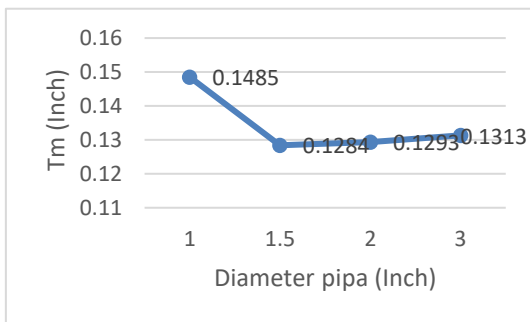
$$Hm = K \frac{v^2}{2g} \quad (7)$$

Selanjutnya dilakukan analisa dengan menggunakan *software Pipe Flow Expert*. Analisa diawali dengan proses *modelling* pada ketiga desain dengan variasi diameter pipa NPS 1 Inch, NPS 1,5 Inch, NPS 2 Inch, NPS 3 Inch, Pada *modelling* sistem tersebut terdapat 2 media *filtering* yaitu *sand filter* dan *carbon filter* serta menggunakan 2 tipe pompa *existing* dan *new* (*company requirement*) yaitu tipe pompa Grundfos CM10-2 A-R-A-E-AQQE dan tipe pompa Ebara 50x40 FS2HA. lalu proses *analysis*, dan yang terakhir proses *post-processing*. Pada proses *modelling* dilakukan pemodelan sistem dan *set up* data pemodelan. Pemodelan diawali dengan meng-*input* tangki yang terdapat 3 buah tangki yaitu *sand filter tank*, *carbon filter tank*, dan *storage tank*. Kemudian dilakukan *input* sistem pipa dan kemudian meng-*input* komponen pendukung sistem perpipaan seperti *fitting*,

pompa, *pressure gauge*. Pada proses ini juga dilakukan proses *set up* data desain seperti dimensi pipa, material, *liquid level* pada tangki, dll. Selanjutnya dilakukan *analysis*, dengan informasi data pipa dan aliran didapat dari *basic design*. Pada proses *analysis*, *software* akan melakukan proses *running* sesuai dengan *set up* data yang telah di-*input*. Setelah itu pada *post-processing* dilakukan pendefinisian hasil dari analisis berupa *flow rate (Q)*, *head losses (HL)*, *efficiency pump*.

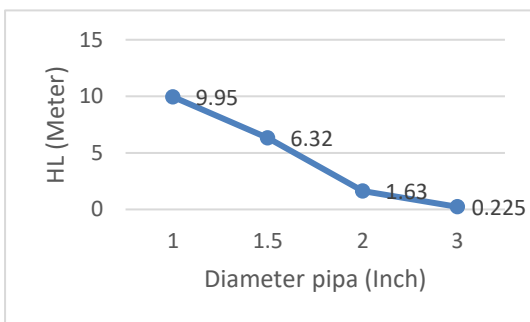
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perhitungan nilai *minimum wall thickness* yang telah dilakukan berdasarkan persamaan 1 dan persamaan 2, maka didapatkan nilai *minimum wall thickness* pada desain 1 sebesar 0,1239 inch untuk desain 2 dan desain 3 ditunjukkan dalam Grafik 1.



Grafik 1: Nilai *minimum wall thickness* pada desain 2 dan desain 3

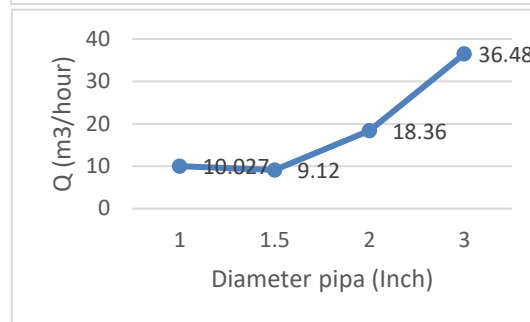
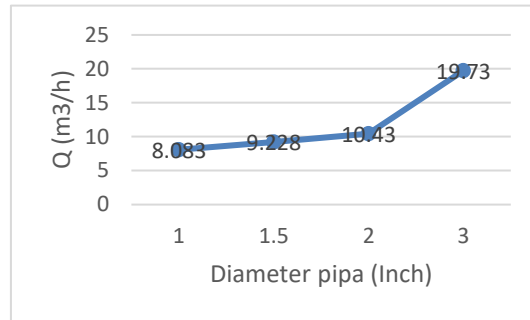
Perhitungan nilai *head losses* yang telah dilakukan berdasarkan persamaan 4 hingga persamaan 7, maka didapatkan nilai *head losses* pada desain 1 sebesar 1,03 meter untuk desain 2 dan desain 3 ditunjukkan dalam Grafik 2.



Grafik 2: Nilai *head losses* pada desain 2 dan desain 3

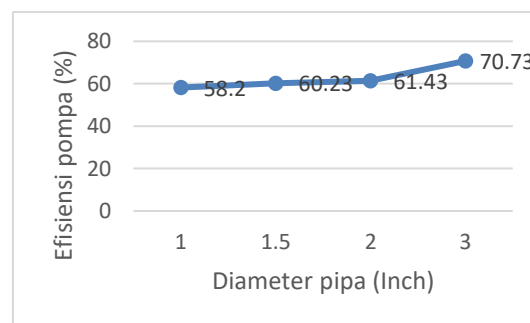
Perhitungan nilai *flow rate (Q)* yang telah dilakukan berdasarkan persamaan 3 dan hasil *running pipe flow expert*, maka didapatkan nilai *flow rate (Q)* pada desain 1 sebesar 19,86 m³/h untuk desain 2 dan desain 3 dengan menggunakan tipe pompa Grundfos CM10-2 A-R-A-E-AQQE ditunjukkan dalam Grafik 3 dan tipe pompa EBARA 50X40 FS2HA ditunjukkan dalam Grafik 4.

Grafik 3: Nilai *flow rate* pada desain 2 dan desain 3 dengan menggunakan tipe pompa Grundfos CM10-2 A-R-A-E-AQQE

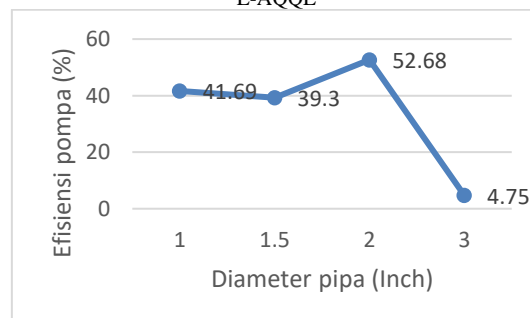


Grafik 4: Nilai *flow rate* pada desain 2 dan desain 3 dengan menggunakan tipe pompa EBARA 50X40 FS2HA

Perhitungan nilai *efficiency pump* yang didapat dari hasil *running pipe flow expert*, maka didapatkan nilai *efficiency pump* pada desain 1 sebesar 70,85 % untuk desain 2 dan desain 3 dengan menggunakan tipe pompa Grundfos CM10-2 A-R-A-E-AQQE ditunjukkan dalam Grafik 5 dan tipe pompa EBARA 50X40 FS2HA ditunjukkan dalam Grafik 6.



Grafik 5: Nilai *efficiency pump* pada desain 2 dan desain 3 dengan menggunakan tipe pompa Grundfos CM10-2 A-R-A-E-AQQE



Grafik 6: Nilai *efficiency pump* pada desain 2 dan desain 3 dengan menggunakan tipe pompa EBARA 50X40 FS2HA

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain Sistem perpipaan penyaringan air bersih yang paling optimal adalah Desain 3 dengan variasi diameter pipa NPS 2 inch menggunakan pompa Ebara 50x40 FS2HA (*Company requirement*) dan terdapat *back wash piping system* untuk proses *cleaning* bagian dalam tangki *filter*.
2. Nilai *minimum wall thickness* (T_m) Desain 3 dengan variasi diameter pipa NPS 2 inch adalah 0,1293 inch.
3. Nilai debit (Q) Desain 3 dengan variasi diameter pipa NPS 2 inch menggunakan pompa Ebara 50x40 FS2HA (*Company requirement*) adalah 18,36 m³/h dan menghasilkan *head losses* (HL) sebesar 1,63 m serta nilai efisiensi pompa tersebut sebesar 52,68 % sehingga nilai efisiensi tersebut sesuai dengan rate efisiensi pompa tertinggi.
4. Plant project management memberikan hasil durasi pengerjaan project tersebut terselesaikan dalam waktu 2 bulan dengan pembagian jadwal kegiatan dibagi menjadi 4 tahap yaitu desain, pengadaan, instalasi, dan *commisioning*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pengerjaan penelitian ini. Adapun pihak yang dimaksud adalah :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi, motivasi, kasih sayang, dan doa.
2. Bapak Heroe Poernomo, selaku dosen pembimbing I yang memberi arahan dan bimbingan.
3. Bapak Burniadi Moballa, selaku dosen pembimbing II yang memberi arahan dan bimbingan.
4. Pembimbing OJT yang telah memberi arahan dan bimbingan.
5. Senior Teknik Perpipaan yang telah memberikan dukungan dan berbagi pengalaman.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Perpipaan 2015 yang telah memberikan semangat, motivasi, dan kebersamaan.

6. PUSTAKA

ASME. ASME B31.3: Process Piping, Chemical Engineer (2016).

- [1] David, A., Mark, M., & Randy, G. (1987). *Handbook of Practice : Water Treatment Plant Waste Management [Project # 112]*.
- [2] Logsdon, G. S., Kohne, R., Abel, S., & LaBonde, S. (2002). Slow sand filtration for small water systems. *Journal of Environmental Engineering and Science*. <https://doi.org/10.1139/s02-025>.
- [3] Oberlender. (2000). *Project Management for Engineering and*.
- [4] Parisher, R. A., & Rhea, R. A. (2012). *Pipe Drafting and Design*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384700-3.00005-0>.
- [5] Program, S., Teknik, S., Fakultas, K., Dan, T., & Komputer, I. (2016). Monitoring Distribusi Air Bersih. *Jurnal Ilmiah SETRUM*.
- [6] Supardi, M. M. R. (2015). Pengaruh Variasi Debit Aliran Dan Pipa Isap (Section) Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal Yang. *Mekanika Jurnal, Teknik Mesin*.
- [7] Wotton, R. S. (2002). Water purification using sand. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1023/A:1015503005899>
- [8] ARIPTA, Hendra Waskito; HEROE, Poernomo; NURVITA, Arumsari. Perencanaan Jalur Pipa HDPE Fire Hydrant System Dan Anggaran Biaya Kegiatannya Pada Seluruh Area Hydrant Lama Luar Gedung PPNS. **Proceedings Conference On Piping Engineering And Its Application**, [S.L.], V. 3, N. 1, P. 13-16, Dec. 2018. Available At: <http://Journal.Ppns.Ac.Id/Index.Php/CPEAA/Article/View/555>..
- [9] Otoman Fatwa. 2016. Rencana anggaran biaya
- [10] Pudjo, Noer Pratomo; Edi, Haryono; Mochammad Choirul, Rizal. Optimasi Dan Penyusunan Ulang Schedule Proyek Pembangunan Pipa Gas Grissik – Pusri Dengan Menggunakan Metode Precedence Diagram Method – Time Cost Trade Off. **Proceedings Conference On Piping Engineering And Its Application**, [S.L.], V. 3, N. 1, P. 205-210, Dec. 2018. Available At: <http://Journal.Ppns.Ac.Id/Index.Php/Cpeaa/Article/View/564>