DESAIN SISTEM PERPIPAAN AIR BERSIH *CONDITIONING TOWER* PADA PT SEMEN INDONESIA REMBANG

Tubagus Nashrul M [1*], Mardi Santoso [2], Ekky Nur B [3]

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia[1,2]*

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia[3]

Email: tubagusnashrul@student.pppns.ac.id[1*],mardisantoso@ppns.ac.id[2],ekky@ppns.ac.id[3] ;

Abstract *- The conditioning tower is a vertical evaporative cooling tower. Designed to reducing the temperature of the gas for lower temperature thermal processing. The gas of suspension preheater (SP) use for drying and transportationing in the Raw mill and Coal Mill, before be discharged into the environment through out the stack. The installation of the clean water piping system will be channeled to the conditioning tower, it use a spray that functions to reducing the temperature, pressure, and volume of gas that still contains the required dust. It's removed before being channeled to the back filter, which final product is gas through the stack. Then perform calculations starting from headloss, pump head, pump power, and a amount of water needed. Modeling analysis with the help of pipe flow expert software in order to make comparisons with the calculations carried out and estimate the cost of the material needed. The total head pump obtained is 63.763 m and the pump power is 30.536 kW. The efficiency of manual head pump calculation with software is 3.13 % and pump power is 4.39% which is not more than the tolerance value 6.67% .The minimum amount of water needs is 55,944.3 liters with a usage period of 60 minutes. The estimated value of material costs is Rp. 458,567,125.*

Keywords: *Conditioning Tower, Head Pump, Headloss, Pipe Flow Expert*

Nomenclature

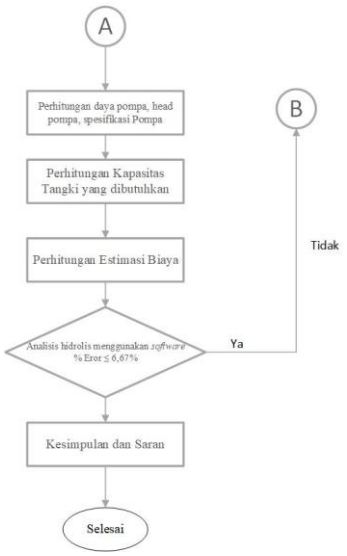
A	*Area* (m2)
Hf	*Headlos* mayor (m)
Hfm	*Headloss* minor (m)
Z	Head ketinggian (m)
Hp	Head tekanan (m)
Hv	Head kecepatan (m)
H	*Pump head* (m)
Ŋ	Efesiensi (%)
P	Daya Pompa (kW)
P*pump*	*Shaft power* (kW)
ρ	Massa Jenis (kg/m³)

1. PENDAHULUAN

Conditioning tower merupakan menara pendingin *evaporative vertikal* yang dirancang untuk mengurangi suhu gas untuk proses termal ke suhu yang lebih rendah. Dari gas *suspension preheater* (SP) digunakan sebagai *drying* dan transporting di *Raw mill* dan *Coal Mill* sebelum dibuang ke lingkungan melalui *stack*. Instalasi *system* perpipaan air bersih (*Clear water piping system*) akan disalurkan menuju *conditioning tower*, *clear water* ini menggunakan *spray* yang berfungsi untuk menurunkan suhu, tekanan, dan volume gas yang masih mengandung *dust* yang dibutuhkkan dan dikeluarkan sebelum disalurkan menuju *back filter*, yang akhirnya gas dikeluarkan melalui *stack*. Kemudian melakukan perhitungan mulai dari perhitungan *headloss*, *head pump*, daya pompa, kebutuhan jumlah air, analisa pemodelan dengan bantuan *software pipe flow expert* guna untuk melakukan perbandingan dengan perhitungan yang dilakukan serta estimasi biaya material yang dibutuhkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis mengumpulkan data – data yang diperlukan terkait dengan instalasi *clear water piping sytem*, kemudian data yang didapatkan tersebut akan di olah oleh peneliti dengan metode penelitian yang ditampilkan dalam diagram alir dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal adalah identifikasi permasalahan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan pada saat melakukan pengamatan dan pemikiran, sehingga bisa dilakukan sebuah penelitian. Peneliti melakukan identifikasi beberapa masalah berdasarkan observasi dan pengamatan langsung sehingga ditemukan sebuah ide penelitian yang akan dikerjakan.

2.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data primer dan data sekunder yang akan digunakan untuk penelitian. Data primer adalah desain jalur perpipaan dan panjang pipa, data sekunder adalah *layout area conditioning tower* dan data *sheet*.

2.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data adalah tahap dimana semua data yang diperoleh dan dikumpulkan akan diolah sesuai dengan ketentuan peneliti. Pada tahap ini, peneliti mengolah data dengan melakukan :

1. Perhitungan diameter untuk mendesain system perpipaan air bersih dimana diameter ini digunakan untuk menentukan *velocity actual*.
2. Perhitungan headloss total *clear water piping sistem*. Dimana dalam *headloss* total ini terdapat *headloss mayo*r dan *headloss* minor pipa.
3. Perhitungan daya pompa. Perhitungan daya pompa pada penelitian ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara manual dan dengan bantuan *software Pipe Flow Expert.*
4. Perhitungan jumlah kebutuhan air yang dibutuhkan untuk dapat disalurkan menuju *conditioning tower*.
5. Menghitung thermodinamika per *layer* pada *system conditioning tower*.
6. Perhitungan estimasi biaya material yang dibutuhkan untuk pengerjaan *clear water piping system.*

2.4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran adalah tahap akhir dari sebuah penelitian. Kesimpulan merupakan jawaban dari permasalahan yang ada, sedangkan saran adalah masukan terhadap penelitian yang dilakukan dan untuk peneliti selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Diameter Pipa

Perhitungan *diameter pipa instalasi* diperlukan untuk mengetahui berapakah nilai diameter yang digunakan berdasarkan parameter debit dan kecepatan dalam aliran. Berikut adalah persamaan untuk menentukan minimum diameter pipa instalasi dan kecepatan actual dalam sistem *Coonditioning Tower*:

$$D_{minimum} = \sqrt{\frac{4Q}{V\pi}} \qquad (1)$$

Dimana kecepatan pada penentuan diameter diatas menggunakan standard kecepatan perencanaan *process water* 1,5 m/s – 3 m/s.

$$V_{actual} = \frac{D1^2}{D2^2 x\, V} \qquad (2)$$

Didapatkan perhitungan diameter pipa & kecepatan *actual system conditioning tower* pada table dibawah ini :

Tabel 1: Tabel Perhitungan Diameter & Kecepatan Actual

Keterangan	Debit (m^3/h)	Kecepatan Actual (m/s)	Diameter (Inch)
Pipa Utama I	95	1,4	6
Pipa Utama II	45	1,5	4
Pipa Utama III	30	1,3	3 1/2
Pipa Utama IV	20	1,17	3
Pipa Cabang I	22,5	1,31	3
Pipa Cabang II	15	1,35	2 1/2
Pipa Cabang III	10	1,28	2

3.2 Perhitungan *Head* Total Pompa

Head total pompa adalah total dari *headloss*, head tekan, *head* kecepatan, dan *head* statik. Perhitungan *head* total pompa secara manual :

Total Hl Mayor & Minor (Hf) = 5,31 m
Head Ketinggian (Hz)
Head Tekanan (HP) = 43,88 m
Head Kecepatan (Hv) = 0,118 m

Pump head (HA) = Hf + Hz + HP + Hv
= 5,31 m + 47,11 m + 11,225 m + 0,118 m
= 63,763 m

Pump head software sebesar 65,814 m.

3.3 Perhitungan Daya Pompa

Perhitungan daya pompa manual :

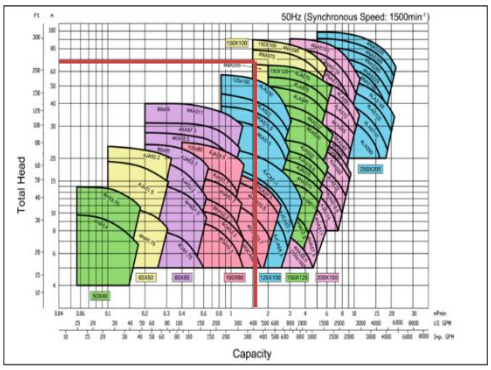
Daya Pompa (P) = ρ x g x H x Q (3)

= (998.97 kg/m³ x 9,81 m/s² x 63,763 m x 0,0264 m³/s)
= 16489,62 Watt
= 16,489 kW

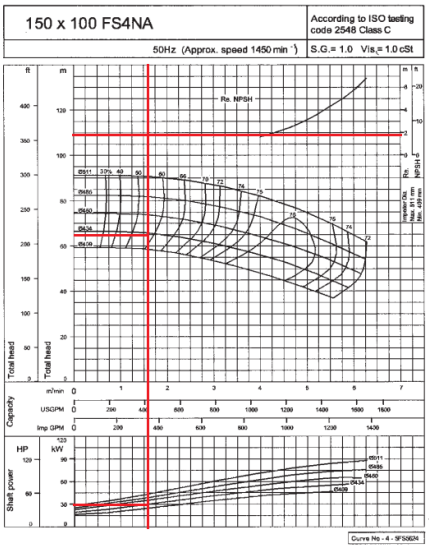
Perhitungan daya pompa software pipe flow:
Daya Pompa (P) = 33,90 kW (dengan efisiensi sebesar 54 % untuk *shaft power*)
Sehingga untuk perhitungan daya pompa secara manual juga harus dibagi dengan efisiensi yang sama untuk menghitung shaft power. Didapatkan daya pompa manual (shaft power) :

Daya Pompa (P*pump*) = P/Ƞ (4)
= 16,489 kW / 54 %
= 30,536 kW

3.4 Penentuan Spesifikasi Pompa



Gambar 2. Pemilihan Pompa



Gambar 3.Penentuan Spek Pompa

Setelah memasukkan besar debit dan total *head* pompa yang telah dihitung, maka spesifikasi pompa adalah sebagai berikut :

Merk : Ebara
Type : 150 x 100 4NA590
Rpm : approx. 1500
Efesiensi : 54 %
Frekuensi : 50 Hz
Power : 32 Kw
NPSH : 2 m

3.5 Perbandingan Perhitungan Manual dan *Software*

Tabel 2: Perbandingan Perhitungan Manual & *Software*

Perhitungan Manual (kW)	Perhitungan *Software* (kW)
30,54	29,20

Sehingga selisih perhitungan *pump power* antara manual dan *software* sebesar 4,39 %.

3.6 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air

V = (Qp – Qpu) Tp + (Qpu x Tpu) (5)

Dimana kebutuhan *conditioning tower* 1583,33 l/menit dengan waktu pemakaian 60 menit dan pengisian 50 menit sehingga volume efektif tangki adalah :

VE = (1583,33 – 1055,55) x 60 + (1055,55 x 50 menit)
= 55944,3 liter.

3.7 Estimasi Biaya Material

Setelah melakukan desain, Rencana perhitungan estimasi biaya material pada proyek yang di dapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 3: Estimasi Biaya Material

Estimasi Biaya Material						
No	Uraian	Size (Inch)	Jumlah	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Pipe, seamless, (Carbon Steel) @6m	6	127.3	Meter	Rp 3,530,300.00	Rp 74,901,198.33
2	Pipe, seamless, (Carbon Steel) @6m	4	27.8	Meter	Rp 2,018,300.00	Rp 9,351,456.67
3	Pipe, seamless, (Carbon Steel) @6m	3.5	7	Meter	Rp 1,723,300.00	Rp 2,010,516.67
4	Pipe, seamless, (Carbon Steel) @6m	3	27.8	Meter	Rp 1,419,300.00	Rp 6,576,090.00
5	Pipe, seamless, (Stainless Steel) @6m	3	49.6	Meter	Rp 7,333,400.00	Rp 60,622,773.33
6	Pipe, seamless, (Stainless Steel) @6m	2.5	49.6	Meter	Rp 5,634,500.00	Rp 46,578,533.33
7	Pipe, seamless, (Stainless Steel) @6m	2	49.6	Meter	Rp 3,559,900.00	Rp 29,428,506.67
8	Gate Valve	6	4	Pcs	Rp 15,336,000.00	Rp 61,344,000.00
9	Gate Valve	4	1	Pcs	Rp 5,280,000.00	Rp 5,280,000.00
10	Gate Valve	3.5	1	Pcs	Rp 5,635,500.00	Rp 5,635,500.00
11	Gate Valve	3	1	Pcs	Rp 5,834,400.00	Rp 5,834,400.00
12	Check Valve	6	2	Pcs	Rp 7,671,300.00	Rp 15,342,600.00
13	Y- Type Strainer	6	2	Pcs	Rp 6,621,500.00	Rp 13,243,000.00
14	Elbow 90, ASME B16.9	6	9	Pcs	Rp 473,000.00	Rp 4,257,000.00
15	Elbow 90, ASME B16.9	3	5	Pcs	Rp 105,600.00	Rp 528,000.00
16	Elbow 90, ASME B16.9	2.5	4	Pcs	Rp 70,400.00	Rp 281,600.00
17	Elbow 90, ASME B16.9	2	4	Pcs	Rp 35,750.00	Rp 143,000.00
18	Reducer (Conc), ASME B16.9	6 X 4	6	Pcs	Rp 192,000.00	Rp 1,152,000.00
19	Reducer (Conc), ASME B16.9	4 X 3	2	Pcs	Rp 65,000.00	Rp 130,000.00
20	Reducer (Conc), ASME B16.9	4 X 3.5	1	Pcs	Rp 95,000.00	Rp 95,000.00
21	Reducer (Conc), ASME B16.9	3.5 X 2.5	1	Pcs	Rp 125,000.00	Rp 125,000.00
22	Reducer (Conc), ASME B16.10	3 X 2	1	Pcs	Rp 155,000.00	Rp 155,000.00
23	Tee, ASME B16.9	6	3	Pcs	Rp 592,900.00	Rp 1,778,700.00
24	Tee, ASME B16.9	4	1	Pcs	Rp 247,500.00	Rp 247,500.00
25	Tee, ASME B16.9	3	10	Pcs	Rp 160,050.00	Rp 1,600,500.00
	Tee, ASME B16.9	3.5	1	Pcs	Rp 190,050.00	Rp 190,050.00
26	Tee, ASME B16.9	2.5	5	Pcs	Rp 138,600.00	Rp 693,000.00
27	Tee, ASME B16.9	2	4	Pcs	Rp 67,650.00	Rp 270,600.00
28	Flange, WN, 150 lb. RF, ASME B16.5	6	1	Pcs	Rp 399,900.00	Rp 399,900.00
29	Flange, WN, 150 lb. RF, ASME B16.5	4	4	Pcs	Rp 230,300.00	Rp 921,200.00
30	Gasket, SWG, 1/8" THK, RF, 150 lb, ASME B16.20	6	1	Pcs	Rp 465,300.00	Rp 465,300.00
31	Gasket, SWG, 1/8" THK, RF, 150 lb, ASME B16.20	4	4	Pcs	Rp 36,300.00	Rp 145,200.00
32	Jet Stainless Water Flat Fan	0.5	18	Pcs	Rp 180,000.00	Rp 3,240,000.00
33	Pump Ebara	150 x 100	2	Pcs	Rp 52,800,000.00	Rp105,600,000.00
Total						Rp458,567,125.00

Sehingga didapatkan Rencana perhitungan estimasi biaya material pada proyek sebesar Rp. 956.860.882,3-

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Ukuran diameter pipa pada *system* perpipaan *conditioning tower* adalah 6” untuk pipa utama I,

4" untuk pipa utama II, 3 ½" untuk pipa utama III, 3" untuk pipa utama IV dan pipa cabang I, 2 ½" untuk pipa cabang II, 2" untuk pipa cabang III.
2. Total *headloss* total yang didapatkan sebesar 63,763 m dan kebutuhan air bersih minimal sebesar 55944,3 liter untuk waktu pemakaian setiap 60 menit.
3. Total *head* pompa yang didapatkan dengan *software pipeflow expert* adalah sebesar 65,814 m dan dengan daya pompa sebesar 29,20 kW. Dengan hasil tersebut maka selisih *head* pompa antara *software* dan kalkulasi manual adalah sebesar 3,13 %.
4. Spesifikasi pompa yang digunakan adalah pompa Ebara 50 Hz dengan tipe 150 x 100 4NA590, 1500 rpm, NPSH 2 m, dan daya motor sebesar 32 kW.
5. Nilai estimasi biaya material yang didapatkan untuk proyek ini adalah sebesar Rp. 458.567.125,00.

5. SARAN

Saran yang diberikan penulis kepada peneliti yang akan melakukan penelitan selanjutnya antara lain:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan penjadwalan dan rencana anggaran biaya untuk keseluruhan proyek ini sehingga dapat lebih detail.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan perhitungan *stress*, kebutuhan support sehingga lebih detail.
3. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan oleh perusahaan dalam hal *system* perpipaan *sprayer* air pada *conditioning tower*.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc. FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak George Endri Kusuma, ST., M.Sc.Eng sebagai Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan dosen pembimbing penulis.
3. Bapak Dimas Endro Witjonarko, ST., MT. sebagai Koordinator Program Studi Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Mardi Santoso, S.T., M.Eng.Sc. sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar.
5. Bapak Ekky Nur B, S.T., M.T.. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar
6. Kedua orang tua yang telah memberi banyak kasih sayang dan juga nasehat selama menempuh perkuliahan ini.
7. Keluarga besar Teknik perpipaan yang telah memberikan bantuan serta semangat kepada penulis.

7. DAFTAR PUSTAKA

[1] Suyadnya, I Gede. (1996, Desember 23). Perencanaan Diameter Pipa Dan Pemilihan Pompa Pada Sistem Distribusi Air Bersih. Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fti Its 1996, pp. 4-9.

[2] Karisma, I. A. (2017). Redesign Sistem Perpipaan Pada Jalur Distribusi Air Bersih. *Proceding 2nd Conference of Piping Engineering*.

[3] Banuboro, B. (2019). Desain Jalur Pipeline *Freshwater* Dari Pumproom Menuju Ke Jetty (Studi Kasus Pt. Siam Maspion Terminal).

[4] ASME B31.3. (2016). *Process Piping Design*. *Chemical Engineer*.

[5] SNI 03-7065-2005. (2005). Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.

[6] Liu, H. (2003). *Pipeline Engineering*. In *Pipeline Engineering*.

[7] Munson, B. R ; Young, D. F ; Okiishi, T. H.(1994). *Fundamentals of Fluid Mechanics*