

ANALISA PEMILIHAN POMPA UNTUK SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER SKALA LABORATORIUM

Munzir Qadri,ST,MSc¹,Alif Chandra²

Lecture¹,College student²,Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016,4256024, email : flash_mq@yahoo.com

ABSTRAK

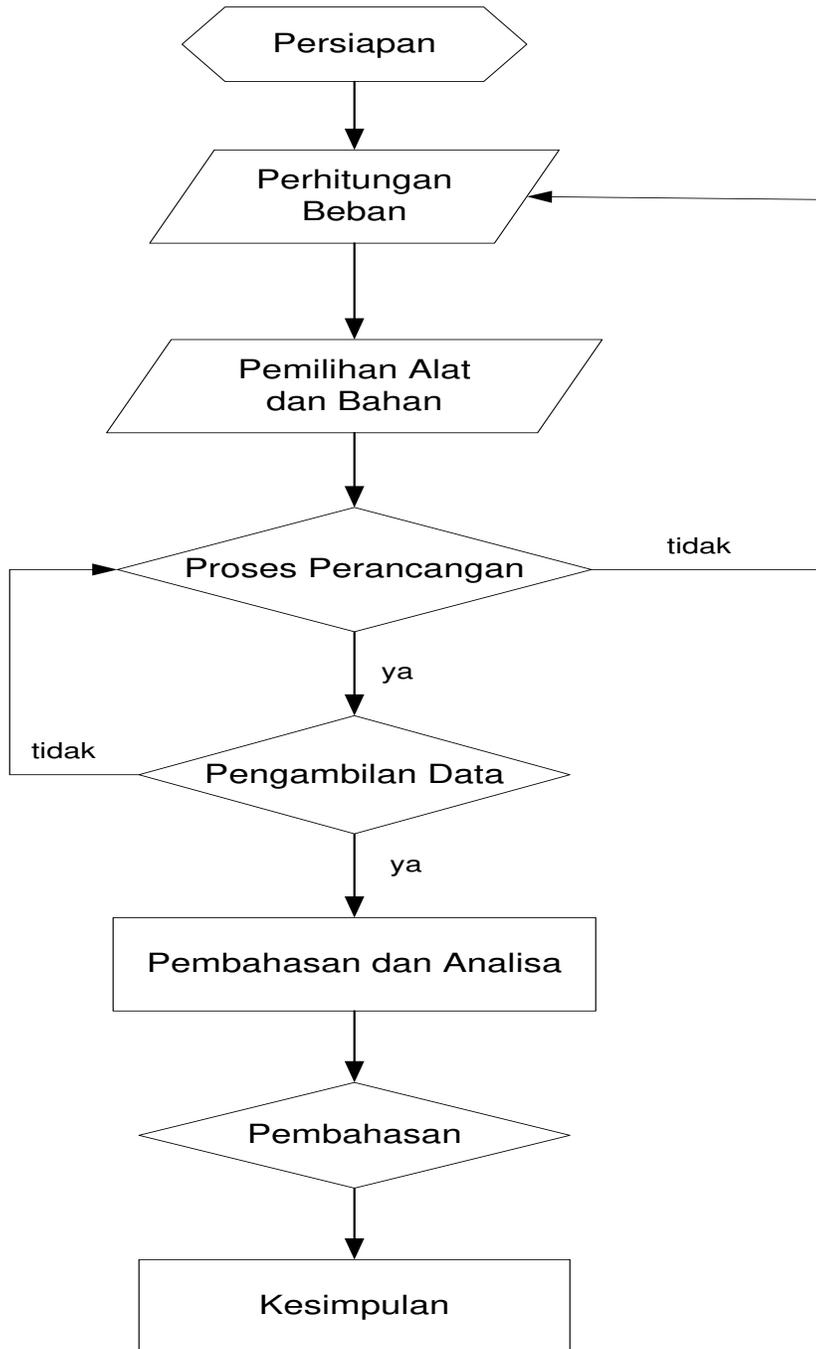
Penelitian ini menganalisa tentang pemilihan pompa alat penukar kalor Shell dan Tube kapasitas Skala Laboratorium. Pompa yang digunakan dalam sistem Shell and Tube Heat exchanger ini menggunakan dua jenis pompa , yaitu : pompa sentrifugal untuk distribusi air dingin dan pompa oli atau Gear Pump untuk distribusi oli panas (fluida panas).Heat Exchanger atau Alat Penukar Kalor merupakan suatu alat untuk memindahkan energi termal dari sumber panas ke sumber yang lebih dingin, atau alat yang memungkinkan terjadinya perpindahan energi kalor atau panas antara dua fluida atau lebih yang mempunyai temperatur berbeda. Oleh sebab itu perlu adanya anilisa pemilihan pompa yang tepat agar sistem beroperasi dengan maksimal.Dalam perancangan ini aspek-aspek yang perlu dihitung antara lain : Menentukan kapasitas Heat Exchanger sehingga bisa diketahui kebutuhan aliran air yang dibutuhkan untuk mendinginkan fluida panas, sehingga efisiensi dari Heat exchangger bisa mencapai nilai maksimal.

Kata Kunci : Pipa, Pompa, Skala Laboratorium

1.PENDAHULUAN

Unit penukar kalor adalah suatu alat untuk memindahkan panas dari suatu fluida ke fluida yang lain. Sebagian besar dari industri-industri yang berkaitan dengan pemrosesan selalu menggunakan alat ini, sehingga alat penukar kalor ini mempunyai peran yang penting dalam suatu proses produksi atau operasi.Salah satu tipe dari alat penukar kalor yang banyak dipakai adalah *Shell and Tube Heat Exchanger*. Alat ini terdiri dari sebuah *shell* silindris di bagian luar dan sejumlah *tube* (*tube bundle*) di bagian dalam, dimana temperatur fluida di dalam *tube bundle* berbeda dengan di luar *tube* (di dalam *shell*) sehingga terjadi perpindahan panas antara aliran fluida di dalam *tube* dan di luar *tube*. Adapun daerah yang berhubungan dengan bagian dalam *tube* disebut dengan *tube side* dan yang di luar dari *tube* disebut *shell side*.Untuk melengkapi unit penukar kalor jenis Shell and Tube dibutuhkan mesin fluida yang dapat mendistribusikan fluida kerja, baik fluida panas ataupun fluida dingin. Maka dipilihlah pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mendistribusikan fluida tersebut.

2. DIAGRAM ALIR



Gambar 2.1 Diagram alir Penelitian

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penulisan yang di gunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Metode literature

Berupa studi kepustakaan dan kajian dari buku – buku referensi pendukung yang berkaitan dengan Penelitian.

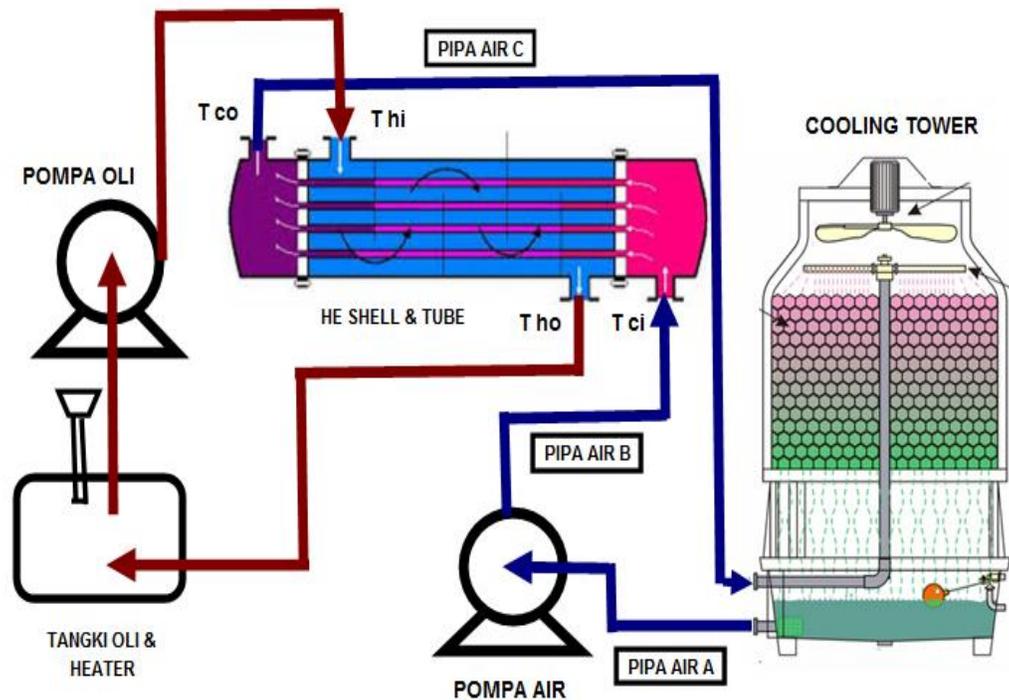
2. Metode diskusi

Berupa tanya jawab dengan dosen pembimbing atau orang yang ahli dibidangnya serta teman – teman sesama mahasiswa mengenai masalah – masalah yang timbul Metode lapangan

Berdasarkan data-data operasional lapangan dan data pabrikan yang disertai keterangan-keterangan tenaga ahli bidang plambing.

4. DATA HASIL PENELITIAN

4.1 Perhitungan Kapasitas Pompa



Gambar 4.1 skema instalasi pipa air heat exchanger

Keterangan :

- Pipa A mengalirkan air dari out cooling tower ke in pompa air.
- Pipa B mengalirkan air dari out pompa air ke in heat exchanger.
- Pipa C mengalirkan air dari out heat exchanger ke in cooling tower.

4.1.1 Menentukan Kapasitas Pompa Air

Setelah Mendapat nilai-nilai kerugian atau *losses*, maka Head total pompa dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$H = H_a + \Delta H_p + H_f + H_m + \frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

a. Head Statis (H_a)

Adalah jarak antara saluran out cooling tower dan in Heat Exchanger = 2 m.

b. Perbedaan head tekanan pada permukaan air (ΔH_p)

$$\Delta H_p = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} = \frac{1 - 1}{\rho \cdot g} = 0$$

c. Kerugian pada belokan dan accesories (H_m)

$$H_m = \sum n \times k \times \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

H_m = Head kerugian plumbing accessories (m)

K = Koefisien Kerugian

Kerugian perlengkapan plumbing.

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1. Katup Pintu (Gate Valve) | = 0,19 x 2 = 0,38 |
| 2. Elbow 90 ⁰ | = 0,60 x 12 = 7,2 |

$$\text{Total } \sum n = 0,38 + 7,2 = 7,58$$

Maka,

$$H_m = \sum n \times k \times \frac{V^2}{2g}$$

$$H_m = 7,58 \frac{0,848^2}{2 \times 9,81}$$

$$H_m = 7,58 \frac{0,7191}{19,62}$$

$$H_m = 0,241$$

Setelah semua bagian h didapat maka Head total adalah:

$$H = H_a + \Delta H_p + H_f + H_m + \frac{V^2}{2g}$$

$$H = 2 + 0 + 0,506 + 0,241 + \frac{0,848^2}{2 \times 9,81}$$

$$H = 2,747 + 0,0566$$

$$H = 2,8036 \text{ m}$$

Untuk overhead 15 % = 3,224 m dibulatkan = 4 meter

4.1.2 Penentuan NPSH (NET POSITIVE SUCTION HEAD/HEAD ISAP POSITIF)

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_m$$

Dimana:

H_{sv} = NPSH yang tersedia

P_a = Tekanan Atmosfer = 10332 kgf/m²

P_v = Tekanan Uap jenuh = 238,3 kgf/m² (pada suhu 20°C)

γ = Berat zat cair = 995,7 kgf/m³

Maka :

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_m$$

$$H_{sv} = \frac{10332 \text{ kgf/m}^2}{995,7 \text{ kgf/m}^3} - \frac{238,3 \text{ kgf/m}^2}{995,7 \text{ kgf/m}^3} - 2 \text{ m} - 0,241 \text{ m}$$

$$H_{sv} = 10,375 \text{ m} - 0,285 \text{ m} - 2 \text{ m} - 0,241 \text{ m}$$

$$H_{sv} = 7,849 \text{ m}$$

Jadi 7,849 meter NPSH tersedia

4.1.3 Menentukan Daya Motor

Untuk menentukan daya pompa bisa menggunakan persamaan:

$$P = \gamma \times Q \times H$$

Maka :

$$P = 995,7 \times 0,015 \times 4$$

$$P = 59,742 \text{ Watt dibulatkan} = 60 \text{ Watt}$$

Jadi, Daya motor adalah 60 Watt

4.1.4 Menentukan Dimensi Pompa Oli

Untuk menentukan daya pompa oli harus diketahui variabel/ data perancangan, antara lain:

- Tekanan maksimum pompa, dianggap sebagai tekanan fluida yang masuk ke sistem HE, yaitu 2 Atm atau 29,4 psi
- Kecepatan putaran roda gigi, diasumsikan 1500 rpm
- Debit (Q_s) fluida atau oli yang disirkulasikan adalah 20 lpm atau 5,28 gpm
- Efisiensi Volemetrik (η_v) diasumsikan 0,85
- Efisiensi Mekanis (η_m) diasumsikan 0,95
- Jumlah gigi, diasumsikan 12
- Ratio roda gigi 1:1
- Faktor tinggi roda gigi (k), nilainya 1
- Kelonggaran puncak gigi atau $C_p = 0$
- Safety factor (f_k) = 1,1

4.1.5 Perhitungan Dimensi Pompa

a. Modul

Nilai Modul menurut Ketagurov adalah:

$$m = (0,24 \text{ s.d. } 0,44) \times Q_s^{1/2}$$

$$m = 0,3 \times 5,28^{1/2}$$

$$m = 0,69$$

b. Diameter Pitch

Besar diameter pitch dapat di hitung dengan persamaan:

$$D_p = m \times z$$

$$D_p = 0,69 \times 12$$

$$D_p = 8,28 \text{ mm}$$

c. Tebal Roda Gigi (b)

$$b = D_p \text{ s.d. } (D_p + 8)$$

$$b = D_p$$

$$b = 8,28$$

d. Tinggi Puncak (ha)

$$h_a = (k \times m) + C_p$$

$$h_a = (1 \times 0,69) + 0$$

$$h_a = 0,69 \text{ mm}$$

e. Diameter Puncak Roda Gigi (Da)

$$D_a = D_p + 2h_a$$

$$D_a = 8,28 + 1,38$$

$$D_a = 9,66 \text{ mm}$$

4.1.6 Daya Pompa Oli

a. Daya Hidrolik

$$N_p = (5,83 \times 10^{-4}) \times f_k \times P_p \times Q_s$$

$$N_p = (5,83 \times 10^{-4}) \times (1,1) \times (29,4) \times (5,28)$$

$$N_p = 0,099 \text{ HP}$$

$$N_p = 0,10 \text{ HP}$$

$$N_p = 74,57 \text{ Watt}$$

b. Daya Actual

$$N = \frac{N_p}{(\eta_v + \eta_m)} \times (\text{safety factor})$$

$$N = (74,57 / 0,9) \times 1,1$$

$$N = 91,14 \text{ Watt}$$

5.1.KESIMPULAN

kesimpulan dari perancangan pompa untuk alat penukar kalor ini dalah:

- a.Pompa yang digunakan untuk memompa air adalah pompa *sentrifugal single stage*.
- b.*Total head* adalah 4 meter
- c.Nilai NPSH adalah 7,849 mater
- d.Daya pompa 60 Watt
- e.Pompa yang digunakan untuk memompa oli adalah pompa desak jenis roda gigi atau *Gear Pump*
- f. Daya motor *gear pump* adalah 91,14 Watt

Spesifikasi Pompa;

- a. Pompa Air:
 - Model : PS – 130 BIT
 - Pipa Hisap : 25 mm
 - Pipa Dorong : 25 mm
 - Putaran : 2900 rpm
 - Head suction : Maks. 9 meter
 - Debit : 10 – 18 Lpm
- b. Pompa Oil
 - Model : GC – 13
 - Pipa Hisap : 15 mm
 - Pipa Dorong : 15 mm
 - Putaran : 1400 rpm
 - Debit : 5,5 Gpm

5.2.SARAN

1. Sesuaikan jenis pompa dengan fluida yang di pompakan
2. Sesuaikan motor pompa dengan kebutuhan pompa.
3. Pastikan telah memasukan *safety factor* atau *over head* dalam perhitungan kapasitas pompa dan daya motor.

DAFTAR REFERENSI

1. Austin H. Chruch, Zulkifli Harahap, 1990, *Pompa dan Blower Sentrifugal*, Erlangga, Jakarta
2. Fritz Dietzel, Dakso Prijono, 1990, *Turbin, Pompa dan Kompresor*, Erlangga, Jakarta.
3. Hick Erward, 1996, *Teknologi Pemakaian Pipa*, Erlangga Jakarta.
4. Jack B. Evett, Cheng Liu, 1987, *Fundamental of Fluids Mechanics*, McGraw Hill Book Company, New York.
5. Larry W, Mays, 2000, *Water Distribution System Handbook*, McGraw Hill Book Company, New York.
6. Mediatara Sapta Kara, 1994, *Pedoman Plumbing Indonesia*, Erlangga, Jakarta.

7. Reuben M. Olson, Steven J. Wriugh, 1989, *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik, Edisi Kelima*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
8. Sofyan M Noerbambang, 2000, *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*, Pradya Paramita, Jakarta.
9. Sri Widharto, 2001, *Pedoman Ahli Pemasangan Pipa*, Pradya Paramita, Jakarta.
10. Sularso, 2000, *Pompa dan Kompresor*, Pradya Paramitha, Jakarta.
11. Victor L. Steeter, E. Benjamin Wylie, Arko Prijono, 1990, *Mekanika Fluida Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.