

Desain Water Heater Hot Flushing Unit

Hot Flushing Unit Water Heater Design

Ika Novalia Saputri¹, Wilarso^{2*}, Firmansyah Azharul³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Muhamamdiyah Cileungsi

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v1i.415](https://doi.org/10.30595/pspfs.v1i.415)

Submitted:

July 1, 2021

Accepted:

July 22, 2021

Published:

Oct 31, 2021

Keywords:

Blockage, Pipe Flow, Water Heater, Flushing

ABSTRACT

The decline in oil production capacity was caused by blockage in the flow of the crude oil transfer pipeline by an oil refinery located in Banjarmasin. This research was conducted to minimize blockage in the crude oil transfer pipeline. Data collection from pipeline flow pressure, crude oil transfer system, crude oil temperature, equipment used for the design of the required tools. Based on research conducted by planning to obtain the calculation of pump capacity, piping material, especially in the water heater unit, so that the piping is resistant to heat. Because this hot water is used in a suctioned condition, a very fast heat is needed, according to the needs required in the field. The minimum volume of hot water along the 3 Inch diameter flow pipe is 2300 m with a maximum temperature of 90°C and an injection pump pressure of 1000-2000 PSI. To prioritize system safety for components and operation, the capacity of the main components must be 10% to 50% higher than the needs of field applications. The water supply pump to the water heater is designed to be greater than 50% of the injection pump. This is because the water in the heater must not be reduced, and if the water is reduced it will cause damage to the water heater. Determination of the injection pump capacity must be greater than 50% of the tank volume.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Wilarso

Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Muhamamdiyah Cileungsi.

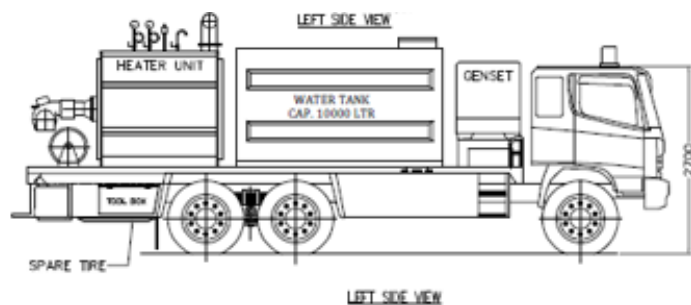
Jl Anggrek, No 25, Perum PT. SC, Cileungsi, Bogor, Jawa Barat-Indonesia 16820

Email: wilarso@sttmcileungsi.ac.id

1. PENDAHULUAN

Desain Water Heater Unit sebagai pembersih dalam sistem pemipaan penyuplai oil atau minyak (Menon, 2019), dari sumur ke penyulingan minyak atau ke penampungan minyak. Dengan konsep yang desain, HI ini termotivasi untuk membuat suatu produk baru yang mana produk ini dapat membantu kinerja suatu alat pembersih yang sangat dibutuhkan di pengeboran minyak untuk melancarkan produksi mereka (Turbakov & Riabokon, 2015). Sistem kerja dari Desain Water Heater Unit ini dapat menghasilkan air panas secara terus menerus dengan temperatur kerja secara konstan dan tekanan tinggi, sebab bekerja dalam sistem aliran pipa produksi oleh perusahaan pengeboran minyak (Bisteur, 2005). Secara umum komponen utama pada unit ini, adalah: chassis, horizontal water heater, water tank, generator set, pompa pengisian, pompa pengeluaran, hose reel dan lain-lain. Bentuk gambaran produksi unit tersebut yang sudah dibuat oleh.

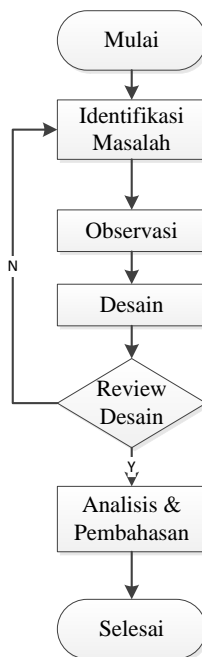
General arrangement yang dijelaskan pada gambar 1, bentuk dan susunan yang sudah di setujui oleh pihak user. Pada prinsip kerjanya, unit water heater hot flushing ini bersifat mobile atau dapat berpindah-pindah sesuai permintaan user. Dalam perencanaan desain atau rancang bangun secara umum, mengutamakan keselamatan kerja dan lingkungan, mudah dioperasikan dan aman dalam pengoperasian.



Gambar 1. General arrangement unit water heater hot flushing

2. METODE PENELITIAN

Dengan metode pengumpulan data dan informasi dari engineering atau operator, dapat dibuat gambar diagram kerja unit Water Heater Hot Flushing. Dalam hal penelitian ini berdasarkan gambar 1 dimulai dari identifikasi masalah pipa tersumbat yang terjadi di lapangan, 2. Kemudian dilanjutkan dengan observasi dan studi literatur yang telah terjadi untuk menentukan akan penyebab pipa tersumbat oleh minyak mentah. 3. Desain membuat alat untuk membersihkan pipa yang tersumbat. 4. Review desain agar mudah dioperasikan serta tidak membahayakan operator yang bekerja, jika desain belum sesuai dengan kebutuhan, maka harus dilakukan observasi di lapangan, yang kemudian dilakukan melakukan revisi desain. 5. Analisa dan pembahasan terhadap desain dari semua faktor, supaya efisiensi dalam membuat alat sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. Alir penelitian

Dari gambar 2 Flow Chart Water Heater Hot Flushing, ada 5 komponen pendukung utama, dan perlengkapan pendukung (accessories) perlu diketahui juga fungsi masing-masing komponen utama, yaitu;

- A. Tangki Air (water tank): Tangki penampungan air bersih atau (storage tank), air yang akan disuplai ke water heater.
- B. Transfer Pump: Pompa yang digunakan untuk menyuplai air ke water heater.
- C. Water Heater: Untuk memanaskan air hingga temperatur sampai 90 0 C
- D. High Pressure Plunger Pump: Untuk memompakan atau menginjeksi air panas ke sistem pemipaan (flow line piping) di kilang.
- E. Genset: yang berfungsi untuk daya penggerak pompa suplai, burner dan sebagai alat penerangan bila kerja pada malam hari.



Gambar 3. Pengoperasian water heater hot flushing

Perlengkapan pendukung (*accessories*): komponen alat pendukung dan pengamanan sistem kerja dari unit *water heater hot flushing*. Kelima komponen utama ini disusun atau dirancang diatas unit kendaraan. Dan untuk penentuan unit kendaraan juga ditentukan dari berat ke empat komponen ini dan sistem kerjanya. Oleh sebab itu untuk ukuran dimensi, terutama komponen tangki air, water heater dan genset yang ada dalam perlengkapan unit, sangatlah terbatas untuk ditempatkan di atas platform unit kendaraan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil dan pembahasan, dapat dilakukan perhitungan sederhana. Perhitungan sederhana ini sebagai dasar pembuatan gambar produk yang akan menjadi acuan atau ukuran untuk pembuatan data-data spesifikasi teknis dan pabrikasi.

1. Perhitungan Volume Tangki Air

Volume tangki air dapat dihitung dari panjang pipa, yaitu 2300 meter dengan diameter 3 inch:

Volume /kapasitas = Luas internal pipa x Panjang pipa.

$$V = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times Id^2 \times Lg \quad (1)$$

- V : Volume
- ID : Inner diameter
- Lg : Panjang pipa

$$= \left(\frac{3,14}{4}\right) \times 0,074 \text{ m}^2 \times 2300 \text{ m}$$

$$9.88 \text{ m}^3$$

App. 10.000 Liter

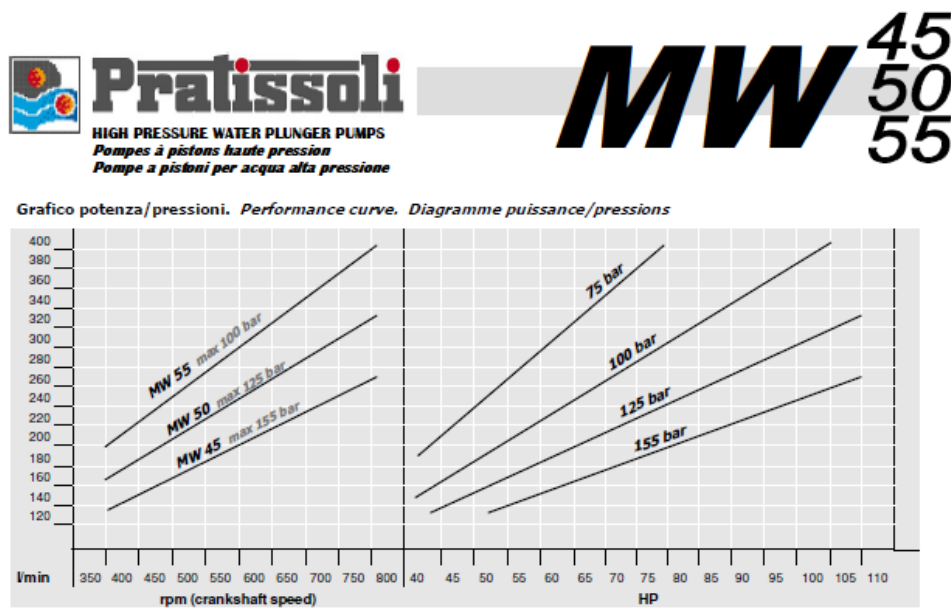
Untuk perhitungan aliran air dalam water heater hot flushing ini, volume tangki 10000 liter dijadikan aliran dalam satuan per jam (per hour). Jadi volume tangki air = 10000 liter/hour.

2. Perhitungan kapasitas pompa injection

Pompa injection yang menggunakan pompa bertekanan tinggi (*high pressure pump*). Untuk jenis tipe pompa ini jenis piston plunger pump. Untuk menentukan kapasitas piston plunger pump, sesuai dengan keterangan data di atas. Perhitungan kapasitas pompa piston plunger pump (Q) suplai

- $Q = \text{Volume tangki} / 60 \times 50\%$
- $Q = (V/60) \times 50\%$
- $Q = 250 \text{ Liter/menit}$

Berdasarkan perhitungan diatas di dapat data piston plunger pump merek pratisoli MW45



Gambar 4. Performance curve MW 45 (Wei & Sun, 2016).

Dari data Performance Curve MW45 yang dijelaskan pada gambar 5, dapat nilai kapasitas pompa mak. 269 Lit/Menit (Q), Speed pompa mak. 800 rpm (n), Tekanan pompa mak. 155 bar (p), adapun nilai 155 bar = 2250 PSI, lebih tinggi dari tekanan kerja yang dibutuhkan.

$$\text{Daya (D)} = (Q \times p \times Df) / 6000$$

- Df (Duty factor) = 1.1 - 2
- η (Rendemen) = 0.8 - 0.95
- $D = (Q \times p \times Df) / (600 \times \eta)$
- $D = 81.9 \text{ kW} \rightarrow 109.7 \text{ Hp}$

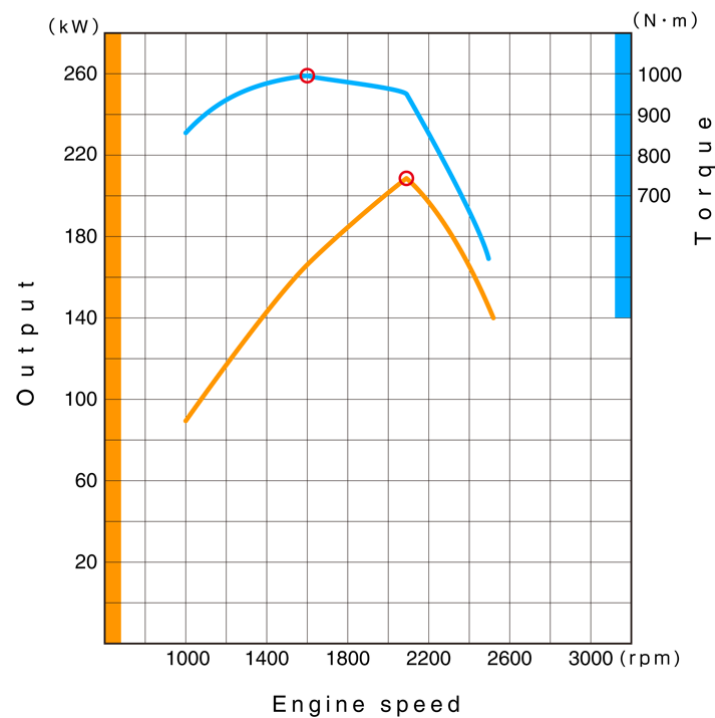
Daya penggerak ditentukan juga oleh torsi pompa yang bekerja pada putaran.

$$\text{Torsi Pompa (T)} = (D \times 9550) / n \quad (3)$$

- $T = (D \times 9550) / 800$
- $T = 977.7 \text{ Nm}$

Torsi yang terjadi pada pompa terlalu besar, maka untuk menggerakkan pompa diperlukan putaran tinggi. Mengacu data curve pompa, pompa tidak boleh diputar melebihi 800 rpm. Maka untuk menurunkan torsi pada putaran penggerak pompa diperlukan rasio antara penggerak dengan yang digerakkan. Pada umumnya penggerak menggunakan engine dengan putaran 1500 rpm sampai 3000 rpm atau induction motor dengan putaran 4 pole 1500 rpm sampai 2 pole 3000 rpm.

Dalam penentuan ini Engineering menentukan penggerak melalui Engine kendaraan dengan putaran maksimum 2500 rpm.



Gambar 5. Performance curve engine penggerak plunger pump

Dari *curve* gambar 5, area torsi engine yaitu pada speed 1400 rpm sampai 2500 rpm. Untuk mendapatkan maksimum putaran yang baik dan aman pada penggerak pompa, maka ditentukan pada putaran 1800 rpm. Dari hasil di atas di dapat rasio (i)

$$i = 1800 / 800 = 2.25$$

Berdasarkan dari kebutuhan data dan ketersediaan komponen yang ada di pasaran, maka ketentuan oleh Engineering yang dipilih sama atau lebih besar dari perhitungan.

a. Perhitungan kapasitas pompa suplai (*Transfer Pump*)

Perhitungan kapasitas pompa suplai (Q_{tp}).

- $Q_{tp} = \text{Kapasitas pompa plunger pump } (Q_{pp}) \times 50\%$
- $Q_{tp} = Q_{pp} \times 50\%$
- $Q_{tp} = 269 \times 50\%$
- $Q_{tp} = 403.5 \text{ Liter/Menit} = 107.6 \text{ GPM}$

Dari engineering pemilihan pompa berdasarkan cost dan efisiensi, maka ditentukan pompa jenis centrifugal pump (Bellary et al., 2018).



Gambar 6. Centrifugal transfer pump (Fsa, 2009)

2) *Heat & Balance*

Log Mean Temperature Difference.

$$LMTB = \frac{G-L}{\ln\left(\frac{G}{L}\right)} \quad (4)$$

$$LMTB = \frac{(T1 - t1) - (T2 - t2)}{\ln(T1 - t1) - (T2 - t2)}$$

$$\begin{aligned} LMTB &= \frac{(800^\circ - 90^\circ) - (250^\circ - 30^\circ)}{\ln(800^\circ - 90^\circ) - (250^\circ - 30^\circ)} \\ &= 490^\circ / 1.172^\circ \\ &= 418^\circ \end{aligned}$$

3) *Heat transfer area required*

$$A = Q/U \times LMTD \quad (5)$$

$$= 1045454 \text{ W} / (57 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \times 418 \text{ }^\circ\text{C}) = 43.8 \text{ m}^2$$

Jadi untuk memanaskan air dengan kapasitas 250 liter/min diperlukan luas penampang 43.8 m²

4) *Water tube.*

Berdasarkan perhitungan Heat Transfer untuk memanaskan air dengan kapasitas 250 liter/min diperlukan luas penampang 43.8 m². Hal ini ditentukan material pipa khusus Boiler, maka dipilih pipa Seamless EN 10216-2 P235GH. Pipa yang dipilih diameter luar 31.8 mm, diameter dalam 25.4 mm.

Data Material piping water heater:

- Material : Seamless EN 10216-2 P235GH
- Tube Out Diameter : 31.8 mm
- Tube Inside Diameter : 25.4 mm
- Tube Wall Thickness : 3.2 mm
- Pressure Design (P) : 2 Mpa/300 Psi
- Max Allowable Stress (S) : 119 Mpa (17259,5 Psi at 450 °C) ASME Sec.II part D Table 1A

Inside tube Radius (Rv):

$$Rv = 0.5 \times 25.4 \text{ mm} = 12.7 \text{ mm}$$

Joint Efisiensi (E) = 0.85 untuk pipa seamless

Berdasarkan data diatas didapatkan actual tebal pipa:

Maka minimum ketebalan pipa adalah:

$$t_{\text{pipa}} = \frac{P \cdot Rv}{S \cdot E - 0.6 P}$$

(6)

$$\begin{aligned} &= \frac{2.067 \times 12.7}{(119 \times 0.85) - (0.6 \times 2.067)} \\ &= 26.2509 / 99.9098 \\ &= 0.262746 \end{aligned}$$

Maximum Allowable Working Pressure (MAWP):

$$MAWP = \frac{S(1 - 1/(\frac{do}{tw}))}{(\frac{do}{tw})}$$

(7)

$$\begin{aligned} MAWP &= \frac{119(1 - 1/(\frac{31.8}{3.2}))}{(\frac{31.8}{3.2})} \\ &= 10.77 \text{ Mpa} \rightarrow 1583 \text{ Psi} \end{aligned}$$

5) *Hydrostatic Test*

Pengujian hidrostatik perpipaan dirancang untuk tekanan internal. Tekanan uji hidrostatik minimum adalah sebagai berikut:

- Tidak kurang dari 1.5 x tekanan design

- Untuk suhu design di atas suhu uji, tekanan uji minimum harus sama dihitung dengan persamaan.

$$P_t = 1.5 \times P$$

- P_t = Perhitungan tekanan minimum hydrostatis test.
- P = Internal design pressure MAWP 300 PSI (2 Mpa).
- Hydrostatic test pressure: $1.5 \times 2 \text{ Mpa} = 3 \text{ Mpa}$.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang didapat dengan menggunakan perhitungan sederhana hingga konsisten dengan analisis teoritis, itu menggambarkan validitas metode. Ada optimalisasi penggunaan material utama pada sistem Water Heater dibandingkan dengan data yang didapat dari engineering PT. ABCD. PT. XYZ, membuat kepercayaan kepada PT. ABCD atas produk yang dibuat Desain Water Heater Hot Flushing Unit. Hasil dari pembuatan produk Desain Water Heater Hot Flushing Unit ini, PT. XYZ mendapat keuntungan + 30% dari hasil produksi dan ABCD dapat menurunkan biaya dari import untuk pengadaan unit ini + 50 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bellary, S. A. I., Husain, A., Samad, A., & Kanai, R. A. (2018). Performance optimization of centrifugal pump for crude oil delivery. *Journal of Engineering Research*, 15(1), 88–101. <https://doi.org/10.24200/tjer.vol15iss1pp88-101>
- [2] Bisteur, L. (2005). *Pipework: a pig to clean Pipe purging technology cuts costs and contamination*. 49(511).
- [3] Fsa, M. (2009). Suction Pump. *Biomedical Safety & Standards*, 39(22), 171. <https://doi.org/10.1097/01.bmsas.0000365216.04933.a6>
- [4] Menon, N. S. (2019). Ensuring LNG Liquefaction Facility's "System Cleanliness": Pipe Air Blowing as a 'Build It Clean' Attribute. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 8(1), 1258–1262. <https://doi.org/10.21275/art20194548>
- [5] Turbakov, M., & Riabokon, E. (2015). Cleaning efficiency upgrade of oil pipeline from wax deposition. *Вестник Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета. Геология. Нефтегазовое И Горное Дело*, 17, 54–62. <https://doi.org/10.15593/2224-9923/2015.17.6>
- [6] Wei, Q., & Sun, X. (2016). Performance influence in submersible pump with different diffuser inlet widths. *Advances in Mechanical Engineering*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1177/1687814016683354>