

## PERENCANAAN ISOLASI TANGKI SETLING DAN TANGKI HARIAN BAHAN BAKAR *MARINE FUEL OIL* (MFO) PLTD LOPANA SEKTOR MINAHASA

**Syerly Klara & Baharuddin**

*Jurusan Teknik Perkapalan - Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea - Makassar, Sulsel 90245  
Telp. 0411-585637, email: elikapal@yahoo.com.*

### **Abstrak**

*PLTD Lopana Sektor Minahasa di Kabupaten Minahasa Selatan Kota Amurang Provinsi Sulawesi Utara melakukan penggantian jenis bahan bakar pada mesin diesel pembangkit tenaga listriknya yang semula menggunakan High Speed Diesel (HSD) menjadi Marine Fuel Oil (MFO). Tujuan penelitian ini untuk menentukan volume tangki settling dan tangki harian, merencanakan jenis isolasi dan sistem pemanas tangki bahan bakar MFO. Metode yang digunakan analisis persamaan perpindahan panas dengan mempertimbangkan specific fuel oil consumption (sfoc), viskositas bahan bakar dan kapasitas pompa yang digunakan untuk menentukan dan merencanakan dimensi dan bahan isolasi tangki bahan bakar MFO. Dari hasil rancangan, volume tangki sebesar 9,66 m<sup>3</sup> dengan bahan isolasi terdiri dari Baja wolfram (5 mm), ceramic (5 mm), Busa urethane (6 cm) dan aluminium (2 mm). Beban pemanas bahan bakar pada tangki settling dan tangki harian masing-masing 18,03 kW dan 8,78226 kW dengan demikian jenis pemanas yang digunakan adalah electric heater untuk menjaga suhu bahan bakar MFO tetap konstan.*

### **Kata Kunci**

*Bahan isolasi, kapasitas pemanas, electric heater.*

## **PENDAHULUAN**

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Lopana Sektor Minahasa yang mulai beroperasi pada tahun 2003 menggunakan mesin Niigata typeV32CLX yang dapat memproduksi listrik 46,418,393 kWh dengan pemakaian bahan bakar *High Speed Diesel* (HSD) sebesar 5,907,161 liter, Tren kenaikan harga bahan bakar menyebabkan kenaikan pada biaya operasional. maka di dalam proses produksi Listrik PLTD Lopana Sektor Minahasa di Kabupaten Minahasa Selatan Kota Amurang Provinsi Sulawesi Utara, tengah berupaya melakukan penggantian jenis bahan bakar pada mesin diesel pembangkit tenaga listriknya yang semula menggunakan *High Speed Diesel* (HSD) menjadi *Marine Fuel Oil* (MFO).

Bahan bakar MFO adalah minyak tipe residu dengan viskositas yang lebih tinggi dari *diesel oil*. Perbedaan properties dari *residual oil* ada pada viskositas dan berat jenisnya yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar jenis lainnya. Oleh karena itu pergantian bahan bakar ini tentu saja harus diikuti oleh peralatan pendukung sistem bahan bakar MFO seperti alat pemanas (*heater*) pada tangki, penggantian jenis pompa transfer bahan bakar, penggunaan *purifier*, separator maupun filter khusus untuk bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO).

Penyesuaian tangki harian untuk menurunkan viskositas bahan bakar MFO, Hal ini dilakukan untuk menghindari olahan dari lumpur endapan karena pemanasan, koil pemanas harus diatur pada jarak yang cukup dari dasar tangki, Pembentukan lapisan aspal dari bahan bakar dan pembentukan deposit karbon pada permukaan pemanas tidak boleh lebih dari 1,1 Watt/cm<sup>2</sup>.

## Perencanaan Isolasi Tangki Settling dan Tangki Harian Bahan Bakar *Marine Fuel Oil (MFO) PLTD Lopana Sektor Minahasa*

---

Pada kenyataan yang ada di lapangan tangki bahan bakar yang dilengkapi *heater* menyebabkan dinding tangki yang diisolasi masih terlalu panas sehingga dapat berpengaruh pada keselamatan para pekerja pada saat tangki beroperasi. Selain itu viskositas bahan bakar masih terlalu tinggi, hingga dapat berpengaruh pada proses pembakaran bahan bakar. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan Tangki MFO yang dilengkapi pemanas bahan bakar.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Berapakah volume tangki *settling* dan tangki harian MFO serta bagaimana jenis isolasi yang digunakan diesel pembangkit pada PLTD Lopana?.
- b. Bagaimanakah jenis sistem pemanas yang digunakan pada tangki *settling* dan tangki harian MFO pada PLTD Lopana?.

### **Sistem Bahan Bakar MFO**

Sistem bahan bakar MFO secara umum terdiri atas *fuel oil transfer, filtery* dan *purifying; fuel oil circulating, fuel oil supply*, dan *heater*. Bahan bakar disimpan di *storage tank*. Koil pemanas harus dipasang pada tangki bunker sehingga temperatur bahan bakar pada tangki bunker dapat dipertahankan pada temperatur 40-50°C. Dari bunker bahan bakar dipompakan ke *settling tank*, dimana sebelum masuk pompa bahan bakar akan melalui *strainer* untuk menyaring kotoran-kotoran. Di *settling tank* ini juga diberi pemanas dan suhu dipertahankan pada kisaran 50-70°C. Kemudian dari *settling tank* dipompakan ke *centrifuges* untuk membersihkannya dari kotoran dan air. Lalu setelah dari *centrifuges* masuk ke *service tank*. Dari bagian bertekanan rendah sistem bahan bakar tersebut (*supply pump*), bahan bakar kemudian dialirkan ke *circulating pump* yang akan memompa bahan bakar melewati *heater* (untuk dipanaskan sampai 150°C) dan *full flow filter* (penyaringan) untuk kemudian masuk ke motor induk.

Pada saat motor berhenti, *circulating pump* akan terus bekerja untuk menyirkulasikan MFO yang telah dipanaskan dan tetap melewati *fuel oil system engine* dengan tujuan untuk menjaga bahan bakar tetap panas dan katup bahan bakar tetap ter-*deaerated* (Abimanyu, 2010).

### ***Settling Tank***

Tangki pengendapan disediakan untuk memenuhi 2 fungsi pada *treatment plant*, di satu sisi digunakan pada tahap persiapan untuk purifikasi bahan bakar dimana kandungan bahan bakar dipersiapkan untuk separasi sepanjang periode pengendapan, dan pada sisi lain digunakan sebagai *buffer tank* (tangki penyangga) untuk *continuous separation*. Umumnya dua tangki pengendapan dipasang dengan kapasitas konsumsi bahan bakar motor induk dalam 24 jam pada tiap tangkinya.

**Tabel 1.**

Temperatur *settling tank*.

Kualitas Bahan Bakar Cst/50%	Settling Tank Temperature °C
30 – 80	60
80 – 180	70
> 80 –180	80
s/d > 700	90

### **Day Tank**

Tangki harian (*Day Tank*) MFO adalah tangki pengumpul untuk MFO yang telah dipurifikasi. Separator mengalirkan bahan bakar ke tangki harian dan secara konstan menjaga tangki tetap penuh. Sisa bahan bakar secara otomatis kembali melewati pipa overflow ke tangki pengendapan, dimana isinya akan kembali diseparasi melalui separator. Volume dari tangki harian didesain minimal untuk 4 jam operasi beban penuh dari mesin.

**Tabel 2.**

Temperatur *daily tank*.

Kualitas Bahan Bakar Cst/50%	Daily Tank Temperature °C
30 – 80	70 – 80
81 – 180	81– 90
>180	98

## **Sistem Isolasi Pada Tangki**

### **Tahanan Isolasi**

Tahanan isolasi merupakan suatu cara yang bisa ditempuh untuk mencegah transfer panas atau dingin dari suatu tempat ke tempat lainnya. Terjadi transfer panas adalah untuk mencapai keseimbangan sistem termal dan transfer panas akan berhenti setelah terjadi keseimbangan. Cara perpindahan panas terdiri dari:

### **Konduksi**

Konduksi adalah satu-satunya mekanisme panas yang dapat merambat dalam zat padat yang tidak tembus cahaya. Konduksi penting pula dalam fluida, tetapi di dalam medium yang bukan padat biasanya bergabung dengan konveksi dan dalam beberapa hal juga dengan radiasi. Menurut hukum Termodinamika panas akan mengalir secara otomatis dari titik yang bersuhu lebih tinggi ke titik yang bersuhu lebih rendah, maka aliran panas akan menjadi positif bila gradien suhu negatif, sesuai dengan hal itu persamaan dasar untuk konduksi:

$$qx = -kQdT/dx \quad (1)$$

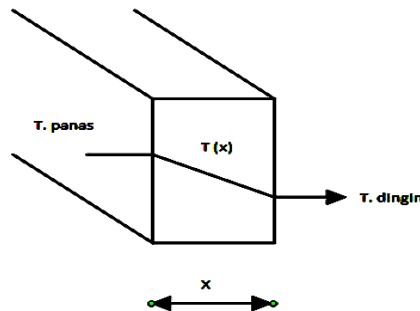
jika k tidak tergantung pada T, rumus untuk laju konduksi panas melalui dinding diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$qx = \frac{Ak}{L} (T_{panas} - T_{dingin})$$

$$qx = \Delta T / \left(\frac{L}{Ak}\right) \tag{2}$$

$L/Ak$  setara dengan tahanan termal  $R$  yang diberikan oleh dinding kepada aliran panas dengan cara konduksi diperoleh:

$$R = \frac{L}{Ak} \tag{3}$$

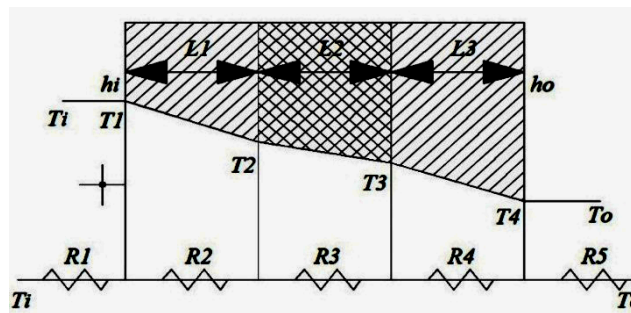


**Gambar 1.**  
Tahanan termal dinding.

Kebalikan dari tahanan termal adalah konduktansi termal:

$$K = \frac{L}{AR} \tag{4}$$

Untuk perpindahan panas pada dinding tangki seperti lapisan isolasi tangki bahan bakar MFO maka rancangan termalnya adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.**  
Proses konduktivitas termal tahanan isolasi.

Dari gambar di atas diketahui bahwa aliran panas terjadi secara terus-menerus dari fluida panas yang ada di dalam tangki. Maka aliran kalor dapat dituliskan sebagai berikut:

$$q_1 = hiA(Ti - T1)$$

$$q_2 = k_1 A \frac{T_2 - T_1}{\Delta x_1} = \text{untuk lapisan pertama}$$

$$q_3 = k_2 A \frac{T_3 - T_2}{\Delta x_2} = \text{untuk lapisan kedua}$$

$$q_4 = k_3 A \frac{T_4 - T_3}{\Delta x_3} = \text{untuk lapisan ketiga}$$

$$q_5 = h_o A (T_4 - T_o)$$

Jika persamaan di atas dipecahkan serentak, maka aliran kalor itu dapat dituliskan sebagai berikut:

$$q = \frac{T_1 - T_4}{\frac{1}{h_i A} + \frac{\Delta x_1}{k_1 A} + \frac{\Delta x_2}{k_2 A} + \frac{\Delta x_3}{k_3 A} + \frac{1}{h_o A}} \quad (5)$$

$$q = \frac{\Delta T}{(R_1) + (R_2) + (R_3) + (R_4) + (R_5)} \quad (6)$$

Dimana  $R_1, R_2, R_3, R_4$  dan  $R_5$  adalah tahanan termal untuk setiap lapisan.

### **Konveksi**

Perpindahan energy dengan cara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya di atas suhu fluida sekiranya berlangsung dalam beberapa tahap. Pertama panas akan mengalir dengan cara konveksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan. Energi yang berpindah dengan cara demikian akan menaikkan suhu dan energy dalam partikel fluida ini. Kemudian partikel-partikel fluida tersebut akan bergerak ke daerah yang bersuhu rendah di dalam fluida dimana mereka akan bercampur, dan memindahkan sebagian energy kepada partikel-partikel fluida lainnya (Kreith, 1986).

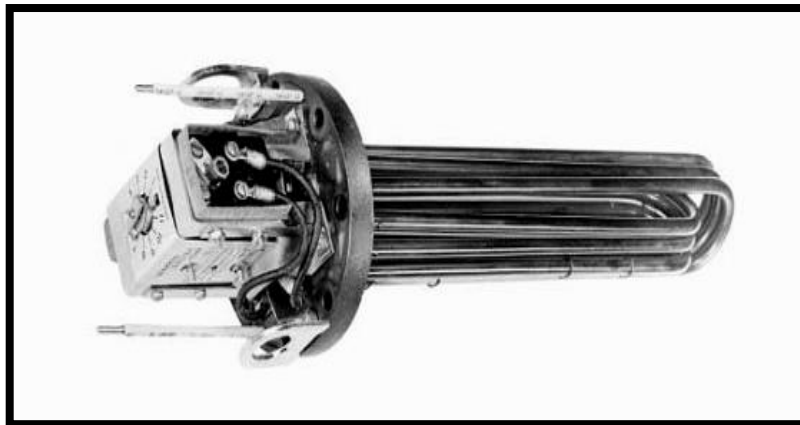
### **Pemanasan Bahan Bakar Dengan *Heater Electric***

Keuntungan metode pemanasan listrik lebih dari bentuk lain termasuk kontrol presisi suhu dan distribusi energi panas dan kemampuan untuk mencapai suhu yang tidak mudah dicapai dengan pemanasan lainnya. Pemanas elektrik dapat secara akurat diterapkan pada titik yang tepat diperlukan dalam proses, pada konsentrasi tinggi daya per satuan luas atau volume. Proses pemanasan listrik pada umumnya bersih, dan tenang. Peralatan pemanas listrik memiliki kecepatan tinggi respon.

Perancangan sistem pemanas elektrik dimulai dengan penilaian suhu yang diperlukan, jumlah panas yang dibutuhkan, dan mode layak untuk mentransfer energi panas.



**Gambar 3.**  
Perpindahan panas konveksi.



**Gambar 4.**  
*Equipment electric heater.*

### Penyajian Data

Data yang diperoleh pada sistem bahan bakar di PLTD Lopana Sektor Minahasa di Kabupaten Minahasa Selatan Kota Amurang Provinsi Sulawesi Utara, sebagai berikut:

#### a. Mesin Induk

Merk	:	Niigata
Tipe	:	V32CLX
Jumlah Silinder	:	16
Daya	:	5.884 kW
Bore	:	320 mm
Stroke	:	420 mm
Engine Speed	:	600 rpm
SFC	:	0.260 lt/kWh
Ambient Temp.	:	40 °C

**b. Tangki Bahan Bakar**

1. *Storage Tank MFO*

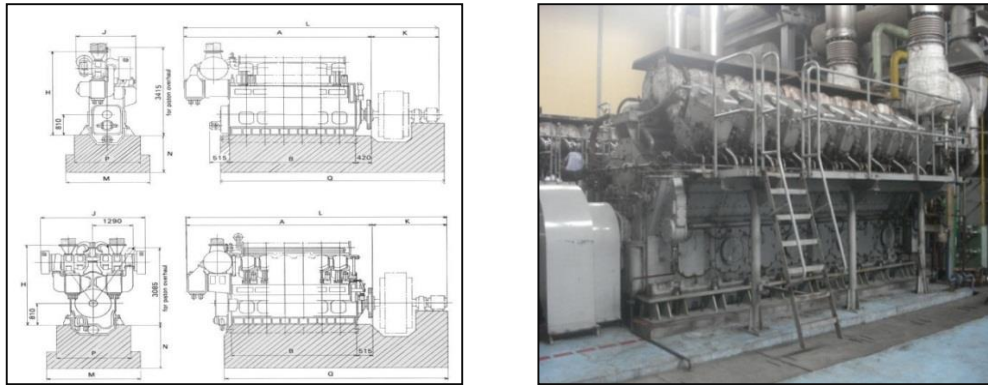
Volume : 500.000 liter, Jumlah 1 buah

2. *Storage Tank HSD*

Volume : 50.000 liter, Jumlah 1 buah.

3. *Service Tank MFO*

Volume : 5.000 liter, Jumlah 2 buah



**Gambar 5.**  
Mesin diesel pembangkit (Niigata 32LX) pada PLTD Lopana.



**Gambar 6.**  
*Storage tank MFO dan HSD.*



**Gambar 7.**  
*Service tank MFO.*

**Perencanaan Isolasi Tangki Settling dan Tangki Harian Bahan Bakar  
Marine Fuel Oil (MFO) PLTD Lopana Sektor Minahasa**

---

**c. Karakteristik Bahan Bakar yang Digunakan**

Tabel karakteristik dari bahan bakar MFO produk Pertamina;

**Tabel 3.**

Karakteristik bahan bakar MFO Pertamina.

Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode	
		Min	Maks	ASTM	IP
Berat Jenis pada Suhu 60/60°F	°F		0.990	D 1298	
Viskositas <i>Redwood 1</i> /100°F	Secs	400	1250	D 445 *)	IP-70
Titik Tuang	°F		80	D 97	
Nilai Kalori ( <i>Gross</i> )	BTU/lb	18.000		D 240	
Kandungan Belerang	% wt		3.5	D 1551/1552	
Kandungan Air	% vol		0.75	D 95	
Sedimen	% wt		0.15	D 473	
Nilai Netralisasi					
Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr		NIL		
Titik Nyala P.M.c.c.	°F	150		D 93	
Residu Karbon ( <i>Conradson</i> )	% wt		14	D 189	

\*) Konversi dari *Kinematic Viscosity*.

Catatan Kaki

Catatan 1 Spesifikasi ini setiap saat dapat berubah sesuai kebutuhan.

*Spesifikasi tersebut sesuai Lampiran Keputusan Dirjen Migas No. 03 P/DM/MIGAS/986 tanggal 14 April 1986 dan dapat berubah sewaktu-waktu.*

(Sumber: <http://www.pertamina.com>)

---

**HASIL DAN BAHASAN**

Diagram pipa sistem bahan bakar dan hubungannya satu sama lain dalam bentuk skematis disajikan pada gambar 8.

**Tangki Settling**

Tangki pengendapan berjumlah 2 buah. Pengendapan awal pada tangki ini memungkinkan untuk dilakukannya pengendapan yang lebih baik pada waktu yang diberikan. Kapasitas penyimpanan dari tangki *settling* dirancang untuk mampu menampung keperluan suplai bahan bakar minimal 24 jam. Tangki ini didesain agar dapat mengendapkan kotoran dan air yang ikut terbawa bahan bakar.

Tangki yang direncanakan dengan permukaan pemanas tangki juga harus memiliki ukuran untuk mampu memanaskan seluruh isi tangki pada suhu 80°C hingga 90°, kurang dari 6 hingga 8 jam.

Berdasarkan data mesin Niigata V32CLX yang digunakan maka diperoleh SFC yang diperoleh adalah 0,260 lt/kWh maka kebutuhan bakar selama 24 jam adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 FC &= SFC \times \text{Daya Mesin} \\
 &= 0,26 \times 5.884 \text{ kW} \\
 &= 1.529,84 \text{ liter/am}
 \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan selama 24 jam adalah:

$$\begin{aligned} &= 1.529,84 \times 24 \text{ jam} \\ &= 36.716,16 \text{ liter} \end{aligned}$$

untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar yang direncanakan selama 6 jam + add 5 % volume tangki minimal menampung bahan bakar 9600 liter.

maka ukuran tangki dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ &= 2.13 \times 2.13 \times 2.13 \\ &= 9.66 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tangki berdasarkan pompa TransmaX TA15256 yang digunakan dengan kapasitas 30 m<sup>3</sup>/jam adalah 19,2 menit.

### **Beban Pemanasan pada Tangki *Settling***

Berdasarkan temperatur diinginkan pada *settling tank* maka beban pemanasan dihitung sebagai berikut:

- a. Beban Operasi dihitung dengan mengalikan berat bahan bakar dengan perubahan suhu yang diinginkan:

$$Q_{\text{operasi}} = m \times C \times \Delta t$$

dimana:

$$\begin{aligned} Q_{\text{operasi}} &= \text{Beban pemanasan (kWh)} \\ m &= \text{Berat MFO (ton)} \\ &= \text{Volume (m}^3\text{)} \times \text{Berat Jenis (kg/m}^3\text{)} \\ &= 9,504 \text{ ton} = 9.504 \text{ kg} \\ C &= \text{Panas spesifik MFO} = 0,41 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)} \\ \Delta t &= \text{Penambahan temperature } 60 \text{ (}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Maka diperoleh:

$$\begin{aligned} Q_{\text{operasi}} &= m \times C \times \Delta t \\ &= 9.504 \text{ kg} \times 0,41 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 60 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 187.038,72 \text{ kJ} \\ Q_{\text{operasi}} &= 51,955 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Waktu yang direncanakan untuk mencapai suhu yang diinginkan disesuaikan dengan kemampuan pelayanan tangki *settling* yakni  $\pm 6$  jam. Maka beban pemanasan tiap jamnya adalah:

$$Q_{\text{operasi}} = 12,98 \text{ kW}$$

- b. Kehilangan (loses) panas pada *service tank* dihitung sebagai berikut:

$$Q_{\text{loss}} = q_{\text{tot}} = 2,042 \text{ kW}$$

**Perencanaan Isolasi Tangki Settling dan Tangki Harian Bahan Bakar  
Marine Fuel Oil (MFO) PLTD Lopana Sektor Minahasa**

---

c. Safety faktor

Safety faktor diperkirakan sekitar 20 % dari beban pemanas, dengan demikian maka:

$$\begin{aligned} Q_{\text{safety}} &= 20\% \times (Q_{\text{operasi}} + Q_{\text{loss}}) \\ &= 3,005 \text{ kW} \end{aligned}$$

d. Total panas yang dibutuhkan:

$$Q_{\text{st}} = Q_{\text{operasi}} + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{safety}} = 18,03 \text{ kW}$$

Total beban pemanasan yang dibutuhkan sebesar 18,03 kW.

### **Tangki Harian**

Tangki ini harus dapat memenuhi kebutuhan selama 8 sampai 12 jam. Tangki harus didisain agar air dan partikel kotor lain tidak dapat masuk pipa *suction* dari pompa *booster* penyaringan ini dilakukan oleh separator yang bekerja pada *continuous operation*. Untuk tangki ini harus dilengkapi dengan koil pemanas yang dirancang untuk temperatur tangki sebesar 80-90°C. Viskositas maksimum bahan bakar dalam tangki adalah 140 cst. Pada tangki ini dilengkapi dengan *heater*, selain itu tangki dilengkapi dengan katup kuras yang dipasang pada titik terendah. Untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar yang direncanakan selama 4 jam + 5% volume tangki menampung bahan bakar minimal 6.400 liter. Maka ukuran tangki dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ &= 1,86 \times 1,86 \times 1,86 = 6,43 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Waktu yang di butuhkan untuk mengisi tangki berdasarkan pompa TransmaX TA15256 yang digunakan dengan Kapasitas 30 m<sup>3</sup>/jam adalah 12,8 menit.

### **Beban Pemanasan pada Tangki Harian**

Tangki harian yang direncanakan untuk mempertahankan suhu fluida dalam tangki maka beban pemanasan dihitung sebagai berikut;

a. Beban Operasi

Beban operasi dihitung dengan mengalikan berat bahan bakar dengan perubahan suhu yang diinginkan;

$$\begin{aligned} Q_{\text{operasi}} &= m \times C \times \Delta t \\ &= 6.336 \text{ kg} \times 0,41 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 60 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 124.692,48 \text{ kJ} = 34,64 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Waktu yang direncanakan untuk mencapai suhu yang diinginkan disesuaikan dengan kemampuan pelayanan tangki service yakni ± 4 jam. Maka beban pemanasan tiap jamnya adalah:

$$Q_{\text{operasi}} = 5,77 \text{ kW}$$

b. Kehilangan (loses) panas pada service tank dihitung sebagai berikut:

$$Q_{\text{loss}} = 1,552 \text{ kW/m}^{\circ}\text{C}$$

c. Safety faktor

Safety faktor diperkirakan sekitar 20% dari beban pemanas, dengan demikian maka

$$\begin{aligned} Q_{\text{safety}} &= 20 \% \times (Q_{\text{operasi}} + Q_{\text{loss}}) \\ &= 20 \% (5,77 + 1,552) \\ &= 1,46 \text{ kW} \end{aligned}$$

d. Total panas yang dibutuhkan:

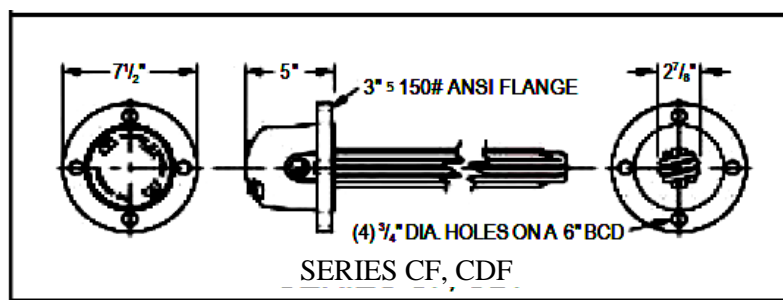
$$Q_{\text{st}} = Q_{\text{operasi}} + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{safety}} = 8,782 \text{ kW}$$

Total beban pemanasan yang dibutuhkan sebesar 8,78226 kW.

### Pemilihan Tipe Heater Bahan Bakar

Berdasarkan beban pemanas bahan bakar pada tangki *settling* dan tangki harian masing-masing 18,03 kW dan 8,782 kW, dengan demikian maka jenis pemanas yang akan digunakan adalah *electric heater* untuk menjaga suhu bahan bakar MFO tetap konstan, selain itu suhu pemanas ini dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Untuk tangki *settling* digunakan *heater* dengan spesifikasi sebagai berikut:

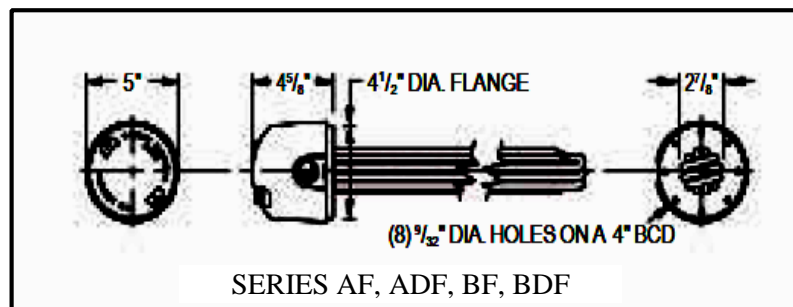
Pabrikan : WARREN ELECTRIC CORPORATION  
Tipe : CF-18-440-56\*3  
Kapasitas pemanasan : 18.000 kW  
Ukuran : Diameter luar 7<sup>1/2</sup> inci



**Gambar 11.**  
Dimensi heater seri CF.

Untuk tangki harian digunakan dua buah heater dengan spesifikasi sebagai berikut:

Pabrikan : WARREN ELECTRIC CORPORATION  
Tipe : AF-5-230-13 dan AF-4-230-13  
Kapasitas pemanasan : 5.000 kW dan 4.000 kW  
Ukuran : Diameter luar 5 inci



**Gambar 12.**  
Dimensi heater seri AF.

## SIMPULAN

- Untuk kebutuhan bahan bakar yang direncanakan selama 6 jam maka volume tangki settling yang dibutuhkan adalah 9.600 l, model tangki berbentuk kotak dengan dimensi 2,13 m sedangkan tangki harian direncanakan untuk memenuhi kebutuhan selama 4 jam, volume tangki yang dibutuhkan adalah 6.400 l, tangki yang direncanakan juga berbentuk kotak dengan dimensi 1,86 m. Adapun material tangki dan isolasi tangki settling dan tangki harian; keramik, busa *urethana* dan aluminium.
- Pemanas bahan bakar yang digunakan tangki *settling* dan tangki harian adalah *electric heater* untuk menjaga suhu bahan bakar MFO tetap konstan, selain itu suhu pemanas ini dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gerianto Indrajaya, Ir., (2009), *Penggunaan Marine Fuel Oil dan Dampaknya terhadap motor diesel*, Seminar Nasional.
- Holman J.P, (1984), *Perpindahan Kalor*, Jasjfi E. Ir. M.Sc (alih bahasa) edisi ke-5 Erlangga.
- Kreith Frank, (1997), *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*, Edisi ketiga. Erlangga.
- American Petroleum Institute, (1998), *Welded Steel Tanks for Oil Storage*, edisi kesepuluh.
- Ghalya Pikra, Agus Salim, Tri Admono, Merry Indahsari Devi, (2010), *Analisis Rugi-Rugi Panas Pada Tangki Penyimpan Panas Dalam Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Matahari*, Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology Vol. 01, No. 1.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/keramik>, diakses Januari, 2011.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_heating](http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_heating), diakses Desember 2010.