

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

1. Pengertian *Cylinder Head*

Cylinder head adalah bagian utama dari motor yang berfungsi untuk menutup satu ujung *cylinder* dan berisikan katup tempat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan. Ciri – ciri dari pada *cylinder head* adalah sebagai berikut: (Sumber : E. Karyanto dalam buku Teknik-motor Diesel,1993)

- a. Terdapat lubang-lubang untuk saluran air pendingin mesin
- b. Terdapat ruang rongga untuk ruang pembakaran
- c. Terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan *nozzle* pengabut
- d. Terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan katup masuk dan katup buang serta mekanis katup
- e. Terdapat lubang untuk tempat kedudukan baut pengikat mesin
- f. Tempat kedudukan kaitan pengangkut mesin



Gambar 2.1. Konstruksi *cylinder head* KM. Baligianyar

Cylinder head dibentuk sedemikian rupa dengan didasarkan pada beberapa faktor. Misalnya, faktor berat, faktor bentuk, faktor bentuk permukaan, dan faktor mudah ditangani. Bentuk *cylinder head* adakalanya dibuat bujur sangkar atau bulat yang dilengkapi dengan baut tap (*journal*) serta beberapa lubang untuk tempat katup dan pipa-pipa cabang (*manifold*). Baut-baut tap tersebut berfungsi sebagai tempat mengangkat *cylinder head* pada saat dilakukan pembongkaran. Katup-katup yang terdapat pada *cylinder head* merupakan jalan untuk pemasukan udara bersih dan jalan keluar gas bekas hasil pembakaran. (Sumber : Sunaryo Hery dalam buku Motor Diesel Penggerak Kapal,1998)

2. Material Bahan Dari Pembuatan *Cylinder Head*

Cylinder head terbuat dari baja tuang dari paduan antara besi murni dengan karbon sebesar 0,3 - 0,6 persen, memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*head treatment*) yang sesuai, proses pengerjaan panas menaikkan kekuatan baja dengan proses yang memanaskan bahan sampai suhu tertentu dan kemudian didinginkan menurut cara tertentu. Pada waktu proses penuang baja dipanaskan dengan suhu yang tinggi ($\pm 1500^{\circ}$ C) kemudian dituangkan ke dalam suatu cetakan dengan diberi tekanan. (Sumber : Dwi Karya, Peleburan logam (2015))



Gambar 2.2. Proses Pengecoran *Cylinder Head*

3. Kelelahan Bahan Dari Logam *Cylinder Head*

Kelelahan bahan adalah suatu batasan akan tegangan logam yang diijinkan. Angka-angka kelelahan suatu material suatu logam tidak sama, hal ini disebabkan oleh pabrik pembuatnya serta disesuaikan menurut kebutuhan dan kegunaan masing-masing selain umur pemakaian yang telah lama, tegangan yang diterima oleh material tersebut secara terus-menerus serta temperatur yang berubah-ubah dapat menurunkan kekuatan bahan sehingga dapat terjadi keretakan. Sewaktu baja dipanaskan pada suhu diatas 500°C maka akan terjadi pembebasan sebagian kecil tegangan yang berada didalam baja, hal itu menyebabkan berkurangnya sedikit kekerasan dan kekuatan baja. Keretakan yaitu garis yang terbentuk pada suatu benda keras seperti logam akibat dari menurunnya kekerasan dan ketahanan oleh deformasi. Deformasi yaitu perubahan ukuran atau bentuk karena pengaruh beban yang dikenakan padanya dan mempunyai kecepatan regangan yang tinggi maka bahan umumnya akan mengalami keretakan akibat bahan dikenai beban tiba-tiba. Deformasi ini dapat terjadi secara elastis dan secara plastis. Deformasi elastis, yaitu suatu perubahan yang segera hilang kembali apabila beban ditiadakan. Deformasi plastis, yaitu suatu perubahan bentuk yang tetap ada meskipun beban yang menyebabkan deformasi ditiadakan. Untuk menghindarinya, maka pemberian suhu atau temperatur pendingin yang tepat akan dapat membantu mengurangi timbulnya kelelahan bahan.

Sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan atau kekakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik statis dan dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu dibawah 0°C . beban statis adalah beban yang tetap baik besar maupun arahnya pada setiap saat, sedangkan beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu. Bahan yang dibebani secara dinamis akan lelah dan retak, meskipun dibebani dibawah kekuatan statis.

Kelelahan adalah gejala patah dari bahan disebabkan oleh beban yang berubah-ubah. Kekuatan kelelahan suatu logam adalah tegangan bolak-balik tertentu yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tertentu. Sementara itu batas

kelelahan adalah tegangan bolak-balik tertinggi yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tak terhingga.

Kekerasan adalah ketahanan bahan terhadap deformasi plastis karena pembebanan setempat pada permukaan berupa goresan atau penekanan. Sifat ini banyak hubungannya dengan sifat kekuatan, daya tahan aus, dan kemampuan dikerjakan dengan mesin (mampu mesin). Apabila terjadi deformasi elastis kemudian beban tersebut dihilangkan maka energi yang dibutuhkan untuk mengubah bentuk asal selalu lebih rendah dari pada energi yang dibutuhkan untuk mengubah bentuk asal selalu lebih rendah dari pada energi yang dibutuhkan untuk deformasi elastis, karena penekanan atau tarikan tersebut. Hal ini terjadi karena adanya tahanan dalam. Tahanan dalam adalah kemampuan logam untuk meredam beban atau getaran tiba-tiba. Apabila terjadi deformasi plastis yaitu terjadi suhu yang tinggi atau getas panas maka mudah retak karena deformasi yang disebabkan adanya suatu beban pada suhu tertentu. (Sumber : Armanto Hary dalam buku Ilmu Bahan (1999))

4. Sistem Pendinginan Dari *Cylinder Head*

Sistem pendingin yang biasa digunakan ada 2 macam, yaitu :

a. Sistem Pendingin Terbuka

Merupakan sistem pendingin yang langsung berhubungan dengan air laut. Sistem ini menggunakan air laut yang langsung masuk untuk mendinginkan komponen yang perlu untuk didinginkan.

b. Sistem Pendinginan Tertutup

Sistem pendingin yang menggunakan air tawar yang disirkulasikan dalam suatu sirkuit tertutup untuk mendinginkan komponen yang perlu didinginkan. Kemudian air tawar tersebut didinginkan oleh air laut, kemudian air tawar tersebut disirkulasikan kembali untuk mendinginkan komponen.

Sistem ini dibagi menjadi dua yaitu:

1) Sistem independent

Yaitu, dimana air tawar yang digunakan untuk mendinginkan tiap-tiap komponen didinginkan secara terpisah, tidak bersama dalam sebuah penukar panas.

2) Sistem terpusat

Yaitu, dimana air tawar yang digunakan untuk mendinginkan komponen, dikumpulkan untuk didinginkan secara bersama, dalam sebuah *heat exchanger*.

Sistem pendingin ini didesain dengan hanya mempunyai satu *heat exchanger* yang didinginkan dengan air laut, sedangkan untuk *cooler* yang lain termasuk *jacket water*, minyak pelumas, udara bilas, di dinginkan dengan air tawar yang bertemperatur rendah. Sistem pendingin jenis ini sangat kecil peralatan yang berhubungan langsung dengan air laut sehingga masalah korosi dapat dikurangi.

Dinding dalam *cylinder head* selalu dikenai panas dari pembakaran karena itu jika *cylinder head* retak akibat tegangan dari suhu yang tinggi. Hal yang mendasari mengapa pendinginan mesin penting antara lain:

1. Pada umumnya material mesin akan bertambah besar atau memuai dengan bertambahnya suhu. Bertambahnya suhu material itu akan menyebabkan kerusakan akibat tekanan panas dari proses pembakaran dalam *cylinder head*.
2. Makin besar panas mesin dapat menyebabkan suhu dari pada gas buang sehingga mengakibatkan terjadinya ledakan.
3. Jika suhu *cylinder head* tinggi efisiensi volumetric dan tenaga yang dihasilkan berkurang.

Suhu tinggi yang dihadapi oleh dinding dalam *cylinder head* mempunyai kecenderungan untuk mempercepat penggaraman air sehingga menimbulkan kerak. Kerak adalah perambat panas yang sangat buruk sehingga dinding yang diendapi kerak makin kurang meneruskan panas kepada air pendingin dan akhirnya menjadi dipanasi lebih (*over heated*). Pemanasan lebih akan menurunkan

kekuatan bahan dan saat yang sama menimbulkan tegangan tambahan sehingga dengan mudah dapat menimbulkan keretakan pada *cylinder head*.

Biasanya pendinginan di atas kapal dilaksanakan oleh air tawar atau air laut. Suhu air yang baik pada jalan keluar sistem pendingin adalah 45°C untuk air tawar suhu terakhir pada umumnya harus dibawah 70°C . Pendingin dengan air bertujuan mengurangi panas pada mesin dengan jalan mengalirkan air untuk menyerap panas dari bagian mesin yang didinginkan, air yang terpanaskan itu kemudian mengalir keluar dari blok motor menuju alat pendingin (*Cooler*), yang dipakai pada mesin kapal dikenal adanya dua sistem pendingin yaitu sistem pendingin terbuka dan sistem pendingin tertutup.

Kedua jenis pendingin tersebut sudah tentu harus disesuaikan dengan tujuan digunakannya mesin tersebut atau dapat juga didasarkan pada aspek yang lain, misalnya: konstruksinya, ukurannya, beratnya, perlengkapannya, pemakaiannya dan perawatannya.

Menurut P. Van Maanen Motor Diesel Kapal Jilid (1), dalam ruang pembakaran sebuah motor diesel akan terjadi suhu $800^{\circ}\text{K} - 900^{\circ}\text{K}$ ($527^{\circ}\text{C} - 627^{\circ}\text{C}$) atau lebih pada waktu pembakaran. Dinding ruang pembakaran tutup *cylinder*, bagian atas torak, bagian atas lapisan *cylinder*, katup ruang disekitarnya. Termasuk antara pintu buang akan menjadi sangat panas karena gas tersebut untuk mencegah pengurangan besar dari kekuatan material dan perubahan bentuk secara termis dari bagian mesin, maka bagian-bagian tersebut harus didinginkan.

Bagian mesin berikut, dalam rangka pembakaran harus mendapatkan pendinginan :

a. *Cylinder Liner*

Pada pendinginan ini air pendingin menggunakan sistem tertutup. Pada suhu $45^{\circ}\text{C} - 56^{\circ}\text{C}$ air masuk ke dalam tiap-tiap *cylinder*. Pada pendinginan ini air pendingin masuk dari bawah mesin induk kemudian ke atas, yang dimaksudkan dalam hal ini bila air pendingin masuk melalui bagian dari atas sehingga mengakibatkan retaknya *cylinder*. Air pendingin mengelilingi *cylinder* dan keluar ke lubang pembuangan dengan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$.

b. *Cylinder Head*

Pada *cylinder head* media pendingin menggunakan air. perlunya pendingin pada *cylinder head* karena merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan pembakaran. Apabila *cylinder head* tidak didinginkan maka akan menimbulkan keretakan.

c. Katup Gas Buang

Pada katup gas buang media pendingin dengan menggunakan air. Perlunya pendinginan pada katub gas buang agar katub tidak terlalu panas yang disebabkan suhu pada gas buang akibat pembakaran. Katup gas buang dapat berwarna hitam pekat disebabkan pada penyemprotan kurang tepat sehingga bahan bakar tidak terbakar secara sempurna. Sebagian dari bahan bakar tersebut belum terbakar sehingga keluar lewat cerobong masih belum terbakar sebelumnya. Pembakaran yang tidak sempurna tersebut juga dapat disebabkan penyemprotan *injector* yang terlalu rendah dan kurangnya udara karena kebocoran gas dari katup gas buang.

d. Torak

Untuk mendinginkan torak (piston) menggunakan media minyak lumas. Minyak lumas dari Sump Tank oleh pompa hisap melewati saringan-saringan tekan masuk ke mesin. Minyak lumas mengalir melewati metal duduk ke *shaft main engine*. Dengan lubang yang ada minyak lumas masuk ke batang engkol sampai ke piston head, minyak lumas disemprotkan dan menyebar hingga mengenai dinding piston bagian dalam untuk mendinginkan piston. Sebagian minyak lumas jatuh melumasi batang engkol, sebagian keluar melalui lubang-lubang pelumasan yang ada pada piston. Dengan melalui ring oli minyak lumas ke atas untuk melumasi antara piston dan *cylinder liner*. Setelah proses pendinginan dan pelumasan minyak lumas jatuh ke carter dan kembali ke sump tank.

e. Poros Engkol

Pada poros engkol, media pendingin yang digunakan adalah pelumas. Karena gerakan dan poros engkol yang bekerja secara berputar yang menyebabkan bahan atau material menjadi panas maka perlu didinginkan agar tidak terjadi kerusakan.

f. *Injector*

Karena di sekitar *injector* panas akibat berhubungan langsung dengan ruangan pembakaran. Dalam sistem ini dipakai sistem terbuka di mana air sesudah mendinginkan *injector* terus keluar. Perlunya pendingin alat-alat pengabut bila lubang *injectornya* sempit, maka alat pengabut yang terkena suhu pembakaran yang tinggi menjadi terlalu panas sehingga timbul pembentukan arang kokas, sehingga minyak lumas ini bisa masuk secara langsung ke bagian yang terkena panas.

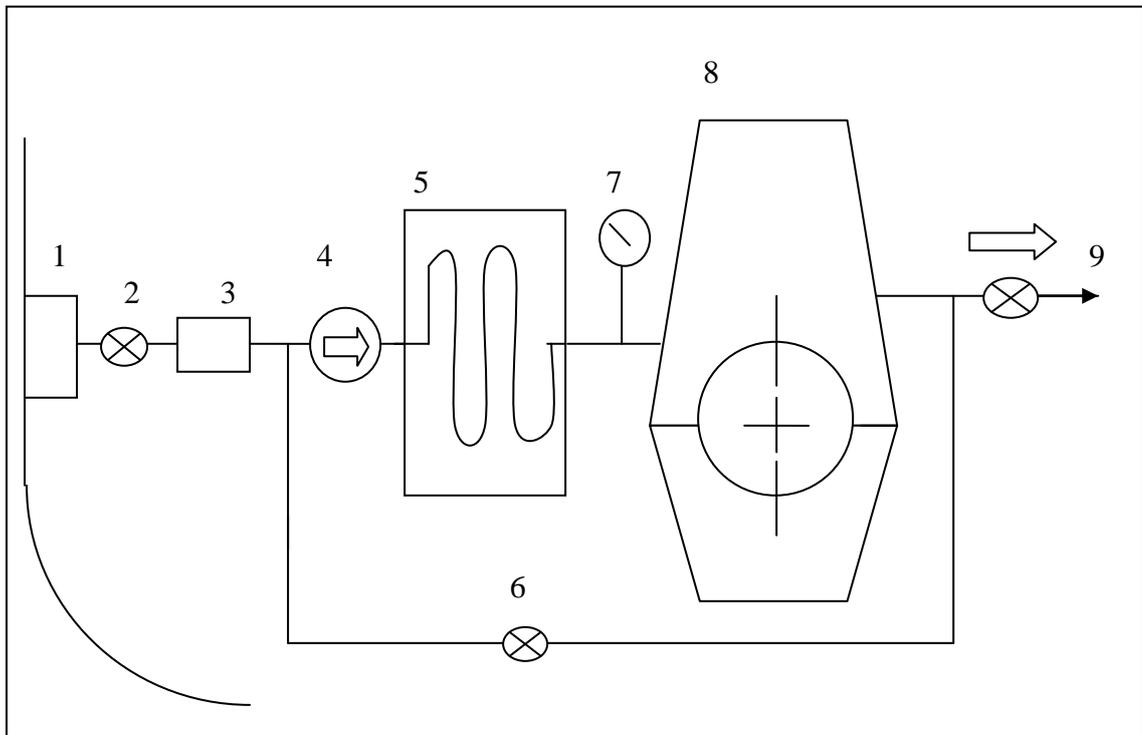
Sebagai bahan pendingin untuk mesin induk digunakan bahan sebagai berikut:

1) Air laut

Air laut merupakan suatu barang yang mudah didapatkan disekitar kapal. Tidak usah dibeli dan secara langsung diambil, sehingga pendinginan memakai air laut tidak usah memakai sistem tertutup, air laut yang sehabis mendinginkan langsung dibuang dan pendinginan selanjutnya kita ambil saja. Pada umumnya air laut mengandung kadar garam yang tinggi dibandingkan air tawar, maka dari itu air laut jarang sekali digunakan langsung untuk mendinginkan mesin, dikhawatirkan bila langsung menggunakan air laut tersebut mengkristal di dalam mesin sehingga lama-kelamaan sistem pendinginnya akan buntu. Pada kapal-kapal sekarang pada umumnya pendinginnya memakai sistem pendingin tertutup, yaitu memakai air tawar. Sedangkan air laut hanya digunakan untuk mendinginkan air tawar tersebut pada pesawat-pesawat pendingin (*Cooler*), ditinjau dari tersedianya secara berlimpah-limpah maka, air laut dapat dibuang ke laut setelah digunakan sebagai bahan pendingin sehingga sistem pendingin menjadi sederhana dalam penataannya. Meskipun memiliki sifat yang menguntungkan tersebut diatas, air

laut juga memiliki sifat yang tidak menguntungkan seperti menjadi kristal sewaktu dipanasi yang akan membentuk kerak keras dibagian permukaan yang didinginkan. Kerak tersebut sangat keras sekali sehingga mengganggu proses perpindahan panas yang membuntu saluran pendingin yang sempit, disamping itu dengan kadar Chlorida yang tinggi dari air laut, maka kemungkinan korosi dari motor yan didinginkan menjadi besar.

Dengan alasan tersebut, maka air laut sebagai bahan pendingin secara tidak langsung, terkecuali kadang-kadang untuk pendinginan udara bilas. Dengan penggunaan material khusus, maka pendinginan dapat dijaga terhadap korosi dan oleh karena itu suhu air pendinginan yang relatif rendah pengendapan dari kerak juga akan berkurang. Air laut selalu digunakan sebagai bahan pendingin secara tidak langsung bahan pendingin (air tawar atau minyak pelumas) yang diambil panas dari motor akan menyerahkan panas tersebut melalui sebuah alat pemindah panas (alat pendingin) ke air laut lagi.



Gambar 2.3. Diagram Pendinginan Terbuka

Keterangan :

1. Sea Chest
2. Katup / Valve
3. Filter
4. Pompa
5. Pemanas Air
6. Katup / Valve by pass
7. Thermometer
8. Mesin Induk
9. Overboard

Cara Kerjanya yaitu:

Air laut dihisap oleh pompa air laut melalui sea chest, air laut dipompa sebelumnya melalui filter terlebih dahulu kemudian masuk ke dalam pemanas air dan diteruskan masuk ke mesin induk lalu dibuang melalui overboard.

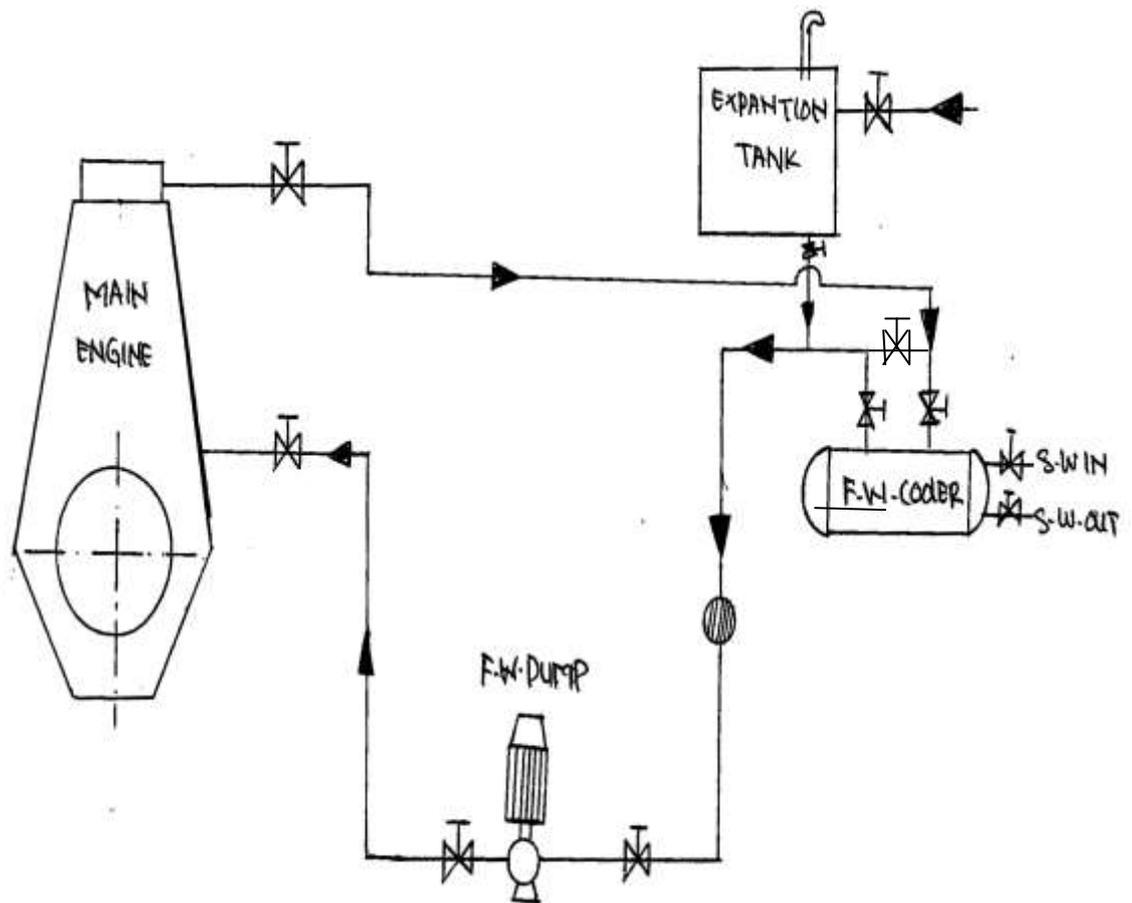
2) Air tawar

Air tawar diatas kapal cukup mahal harganya, sehingga memiliki beberapa sedikit sifat yang kurang baik. Dengan menghilangkan udara didalamnya sebaik-baiknya maka air tawar mengakibatkan sedikit korosi dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak sehingga dapat digunakan untuk pendinginan bagi semua bagian motor.

Air tawar diatas kapal selalu diusahakan penggunaannya dalam siklus tertutup untuk dapat digunakan berulang kali. Siklus tertutup tersebut terdiri dari ruang pendingin dari bagian motor yang harus didinginkan juga saluran, kran penutup, pompa, dan pesawat pendingin.

Telah dibahas bagaimana lapisan *cylinder* dari berbagai motor dapat didinginkan dan konstruksinya yang diterapkan untuk mencegah tegangan panas tinggi yang diakibatkan karena pendinginan tersebut. Untuk pendinginan dari sebuah motor diesel suatu *system* terdiri dari pipa, pompa dan pendinginan pada bagian mesin. Sistem tersebut sering berbentuk kompleks karena baik motor induk maupun motor bantu dihubungkan keduanya.

Agar menjadi jelas, maka seluruh sistem terdiri dari bagian air laut diluar badan kapal dan bagian air tawar. Didalam motor akan ditampung panas pendinginan oleh air tawar yang mengalir dalam sirkuit tertutup. Selanjutnya air laut akan menyerap panas dari air tawar tersebut.



Gambar 2.4. Diagram Pendinginan Tertutup

Cara kerjanya yaitu:

Pompa air tawar menghisap air tawar dari Cooler yang sebelumnya telah melalui filter, kemudian masuk ke dalam mesin induk.

Setelah itu air pendingin yang panas kemudian didinginkan di dalam Cooler dengan media air laut. Dan kemudian kembali dihisap oleh pompa air tawar, setelah melewati mesin induk air tawar akan berkurang maka biasanya ditambahkan air tawar pada penampungan air tawar (Tanki Expansi). Suhu air tawar yang masuk kedalam mesin pada umumnya $\pm 40^{\circ}\text{C}$ dan yang keluar $\pm 65^{\circ}\text{C}$. Sedangkan suhu maksimum air tawar yang masuk adalah $\pm 55^{\circ}\text{C}$.

2.2 Gambaran Umum Obyek Penulisan

1. Sejarah Singkat Km. Baligianyar PT. Salam Pacific Indonesia Lines



Gambar 2.5. KM. BALIGIANYAR

KM. BALIGIANYAR merupakan kapal kontainer milik PT. SALAM PACIFIC INDONESIA LINES dengan alamat Jl.Karet No. 104 Surabaya, Indonesia. Sebelum diambil oleh PT. SALAM PACIFIC INDONESIA LINES kapal ini dipegang oleh perusahaan pelayaran china. Kapal ini memiliki bobot mati (DWT) 5.180 Ton dan GT 2.998 Ton dengan panjang 96.50 Meter dan lebar 15.80 Meter dengan rute daerah timur yaitu : Surabaya-Makassar-Samarinda-Balikpapan-Baubau-Banjarmasin.

KM. Baligianyar mempunyai panjang kapal 96.50 M. Jenis penutup palka di **KM. Baligianyar** adalah ponton yang jumlahnya ada 9, untuk Palka 1 ada 4 ponton dan Palka 2 ada 5 ponton. Kapal **KM. Baligianyar** adalah jenis kapal

general cargo yang memiliki 2 ruang muatan, sistem pemuatannya menggunakan CC (*Container gantry Crane*). *Container gantry Crane* sendiri adalah alat bongkar muat container yang dipasang permanen dipinggir dermaga dengan menggunakan rel sehingga dapat bergeser yang berfungsi untuk bongkar muat container dengan jangkauan/row yang cukup jauh.

2. Struktur Organisasi Dan Tata Di Kapal KM. Baligianyar :

Adapun struktur organisasi di KM. Baligianyar terdapat pada daftar lampiran.

Struktur organisasi di KM. Baligianyar yang terbagi atas tiga *departement* yang mana ke tiga bagian tersebut di sajikan sebagai berikut :

a. Deck Departement

Adapun susunan struktur organisasi untuk *deck departement* yang dikepalai oleh nakhoda/*captain* adalah sebagai berikut :

- 1) Nakhoda
- 2) Mualim I
- 3) Mualim II
- 4) Mualim III
- 5) Marconist
- 6) Bosun
- 7) Juru mudi I, II, III
- 8) Kadet deck

b. Catering Departement

Adapun susunan struktur organisasi untuk *catering departement* yang dikepalai oleh seorang *CHEEF COOK*.

c. Engine Departement

Adapun untuk susunan struktur *engine departement* yang dikepalai oleh *CHIEF ENGINEER* adalah sebagai berikut :

- 1) KKM (Kepala kamar mesin)
- 2) Masinis I
- 3) Masinis II
- 4) Masinis III
- 5) Juru Minyak I, II, III
- 6) Electrician
- 7) Kadet Mesin