

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Analisa

Analisa atau *analysis* adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau penyusunnya untuk dikaji lebih lanjut. Analisa berasal dari Bahasa kuno yaitu analisis yang artinya melepaskan analisis terbentuk dari dua suku kata, yaitu “ana” yang berarti kembali, dan “luain” yang artinya melepas kembali atau menguraikan. Kata analisis ini diserap kedalam Bahasa Inggris menjadi analysis yang kemudian diserap juga kedalam Bahasa Indonesia menjadi analisa (Ibrahim, 2013).

##### 2. Kualitas

Menurut Kotler (2009), kualitas didefinisikan sebagai keseluruhan ciri serta sifat barang dan jasa yang berpengaruh pada kemampuan memenuhi kebutuhan yang dinyatakan maupun yang tersirat. Sedangkan menurut Tjiptono (2008), kualitas merupakan perpaduan antara sifat dan karakteristik yang menentukan sejauh mana keluaran dapat memenuhi prasyarat kebutuhan.

##### 3. Ketel Uap

###### a. Pengertian Ketel Uap

Menurut Handoyo (2016:15) Ketel uap adalah sebuah bejana tertutup pembentuk uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu)

atmosfer atau 1 (satu) bar. Apabila air dipanaskan di dalam tabung tertutup tersebut oleh gas-gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam dapur ketel, maka uap panas bertekanan tinggi akan dihasilkan.

Berdasarkan pernyataan Handoyo (2016:15) bahwa ketel uap adalah sebuah pengembangan dari berbagai percobaan dari tabung air yang dipanaskan dan menghasilkan uap panas yang bertekanan, dan mampu menjadi sumber tenaga untuk menggerakkan sesuatu pesawat uap yang merubah dari tenaga uap menjadi tenaga kinetis dan pada akhirnya menjadi tenaga putar dan seterusnya.

Kemudian Handoyo (2016:15) menjelaskan lagi bahwa ketel uap yang kita kenal saat ini secara umum dibagi dua, yaitu:

1) Ketel uap yang menggunakan pipa api (*fire tubes steam boiler*)

Yaitu sebuah ketel uap yang menggunakan ratusan pipa-pipa untuk dilalui api atau gas panas yang memanaskan sejumlah air dibalik dinding pipa api tersebut. Contoh jenis ini adalah :

a) Ketel *Scotch*

b) Ketel *Cochran*

2) Ketel uap yang menggunakan pipa air (*water tubes steam boiler*)

Ketel uap yang menggunakan ratusan/ribuan pipa-pipa berisi air tawar yang terletak di dalam dapur dan dipanaskan oleh sejumlah api dan gas panas dari dapur api tersebut. Contoh jenis ini adalah :

- a) Ketel *Foster Wheeler*
- b) Ketel *Babcock dan Wilcox*
- c) Ketel *Yarrow*

Kedua jenis ketel uap tersebut secara prinsip cara kerjanya adalah sama saja, hanya perbedaannya terletak pada fungsi pipa-pipa tersebut, yaitu pipa berisi api dan pipa-pipa berisi air.

#### b. Persyaratan Ketel Uap

Ketel uap adalah pesawat bantu yang sangat sederhana dan pada kapal yang mesin penggerak utamanya (*main engine*) menggunakan mesin *diesel*, maka fungsi ketel uap hanyalah sebagai pesawat bantu, yaitu untuk menggerakkan turbin uap bantu, pompa-pompa, derek, sebagai pemanas (*heater*) dan lain-lain (Handoyo, 2016:16). Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh ketel uap adalah :

- 1) Ketel uap dalam waktu tertentu harus dapat menghasilkan uap dengan berat dan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer serta uap yang dihasilkan harus sedikit mungkin mengandung kadar air.
- 2) Ketel uap yang dilengkapi pemanas uap lanjut, maka pada pemakaian uap yang tidak tetap, suhu uap tidak boleh banyak berubah dan harus dapat diatur dengan mudah. Pada saat kapal sedang berolah gerak (*manoeuvre*) dimana pemakaian uap banyak berubah, maka tekanan uap diharapkan tidak boleh banyak berubah atau tekanan harus tetap.
- 3) Pemakaian uap harus sehemat mungkin dan dapat seimbang antara pemakaian uap dengan produksi uap dari ketel uap tersebut.

Pengopakan ketel uap diharapkan sehemat mungkin pemakaian bahan bakarnya dan tenaga uap yang dipergunakannya.

c. Appendasi Ketel

Sebuah ketel uap harus dilengkapi dengan appendasi dan apabila salah satu dari appendasi tersebut ada yang mengalami masalah atau kerusakan akan mengakibatkan terganggunya pengoperasian ketel uap. Agar berjalan dengan lancar maka appendasi tersebut harus dirawat dengan baik dan benar sesuai dengan prosedur. Adapun appendasi tersebut adalah sebagai berikut:

1) Appendasi yang berhubungan dengan ruangan uap

a) Dua Buah Katup keamanan

Adapun kegunaan dari katup keamanan adalah sebagai berikut :

- i. Untuk membuang kelebihan uap dari ketel uap guna mencegah agar tekanan didalam ketel uap tidak melebihi dari tekanan kerja yang telah ditentukan menurut peraturan.
- ii. Untuk segera mengeluarkan uap atau air sewaktu terjadinya kerusakan pada ketel uap untuk perbaikan.
- iii. Untuk bisa segera mengosongkan uap dari ketel uap jika oleh petugas dikehendaki pemeriksaan dengan segera.

Untuk ketel uap yang dilengkapi dengan sebuah pemanas lanjut uap, maka katup keamanan diletakan pada ketel uapnya sendiri serta pada saluran bagian keluar dari pemanas lanjut uap. Katup pada pemanas lanjut ini membukanya pada tekanan yang

lebih rendah dari pada tekanan buka dari katup yang ditempatkan pada ketel uap.

Terdapat dua jenis katup keamanan, yaitu katup keamanan dengan beban bobot dan katup keamanan dengan beban pegas, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk ketel uap dikapal hanya berlaku katup keamanan dengan beban pegas yang secara langsung.

b) Satu Buah *Manometer*

Kegunaan alat ini adalah untuk menunjukkan tekanan uap yang berada dalam sebuah ketel uap dengan jelas dan tepat. Dengan adanya *manometer* ini pengoperasian ketel uap akan lebih aman, untuk itu *manometer* merupakan suatu alat yang harus mendapat perhatian khusus, karena hubungan ketel uap dengan *manometer* sangat erat kaitannya untuk kelancarannya kerja sebuah ketel uap, jenis *manometer* yang umum dipakai adalah jenis *manometer bourdon*.

Penunjukkan yang dilakukan oleh *manometer* adalah tekanan di atas tekanan udara, sebab yang bekerja di dalam ketel uap yaitu tekanan di atas tekanan atmosfer, maka tekanan di dalam ketel uap sama dengan tekanan udara luar, *manometer* akan menunjukkan angka nol, pembacaan skala bisa dinyatakan dalam satuan  $\text{kg/cm}^2$  atau psi.

c) Satu Buah Katup Uap Utama

Katup uap utama adalah katup induk yang digunakan untuk pengeluaran uap pertama kali dari drum uap. Katup ini

juga merupakan katup yang terbesar dari semua katup uap pada ketel tersebut, yang langsung mengeluarkan uap dari ketel tersebut untuk semua kebutuhan uap di kapal. Adapun persyaratan katup uap utama adalah :

- i. Harus dipasang sedekat mungkin dengan ketel.
- ii. Harus dapat dioperasikan dari atas deck kapal.
- iii. Tidak boleh terbuat dari dari kuningan (*bronze*) bila suhu uap lebih dari  $214^{\circ}\text{C}$ .
- iv. Tidak boleh terbuat dari besi tuang, bila tekanan kerja uap lebih dari 3 atm.

d) Satu Buah Katup Cerat Udara

Katup cerat udara ini ditempatkan pada bagian paling atas dari drum uap dan digunakan untuk membuang udara didalam ketel uap yang pada umumnya dibuka pada saat pembakaran awal ketel uap sampai ketel menghasilkan produksi uap 1 bar, dengan udara yang harus dikeluarkan dari dalam sistim untuk mencegah terjadinya oksidasi dan terbentuknya karat pada sistim.

e) Satu Buah Katup Gelas Penduga Sisi Uap

Katup gelas penduga adalah katup-katup kecil yang dapat bekerja membuka dan menutup secara cepat, gunanya untuk mengalirkan uap ke gelas penduga, untuk penimbangan tekanan didalam tabung gelas penduga.

## 2) Appendasi yang berhubungan dengan ruangan air

### a) Gelas penduga

Gelas penduga dalam ketel uap adalah sebuah alat dari pengontrol yang sangat penting dan berfungsi membantu system keamanan ketel uap tersebut. Untuk itu gelas penduga perlu dipasang pada sebuah ketel uap guna mengetahui tinggi permukaan air di dalam ketel uap tersebut. Karena gelas penduga ini sangat erat sekali hubungannya dengan proses pengoperasian ketel uap agar aman dan lancar. Pada ketel uap terdapat tiga buah gelas penduga yang berhubungan yaitu:

- i. Gelas penduga untuk ketel uap tekanan rendah
- ii. Gelas penduga untuk ketel uap tekanan tinggi
- iii. Gelas penduga refleksi ( klinger )

### b) Katup pengisian air ketel uap

Adapun kegunaan dari katup pengisian air pada ketel uap adalah sebagai berikut :

- i. Untuk mengatur jumlah air pengisian yang masuk ke dalam ketel uap.
- ii. Untuk mencegah agar air tidak kembali keluar saluran pengisian pada saat ada gangguan pada pompa pengisiannya, misalnya pompa mati.

### c) Katup *Blowdown*

Kegunaan katup *blowdown* adalah untuk mengeluarkan air ketel uap sebagian atau seluruhnya. Tujuan mengeluarkan

sebagian air ketel uap adalah untuk membuang kotoran-kotoran yang mengendap dibagian bawah ketel uap dan mengeluarkan seluruh air ketel uap atau mengosongkan ketel uap dilakukan jika dianggap perlu.

#### 4. Air Ketel dan Air Pengisian

##### a. Pengertian Air Ketel dan Air Pengisian

Pengertian dari air ketel adalah air yang telah ikut atau mengalami peredaran dalam siklus terjadinya uap, hingga dikondensasi, dan jadi uap lagi (peredaran lingkaran). Sedangkan air pengisian adalah air yang disediakan untuk menambah air ketel yang telah hilang dalam peredaran lingkaran (Riandry, 2015).

##### b. Sumber Air Ketel

Menurut Handoyo (2016:118), air yang digunakan sebagai air ketel dapat berasal dari :

###### 1) Air Tanah

Air tanah atau air sumur, yaitu air yang diambil langsung dari sumur-sumur pompa pada umumnya. Air tanah harus dilihat kondisi tanah dan lokasinya apakah dekat dengan pantai ataukah jauh.

###### 2) Air Sungai

Air sungai yaitu air yang langsung dari sungai, air sungai ini kurang baik dipakai sebagai air ketel, karena sudah tercemar dengan garam (payau), terutama air yang diambil dekat dengan muara.

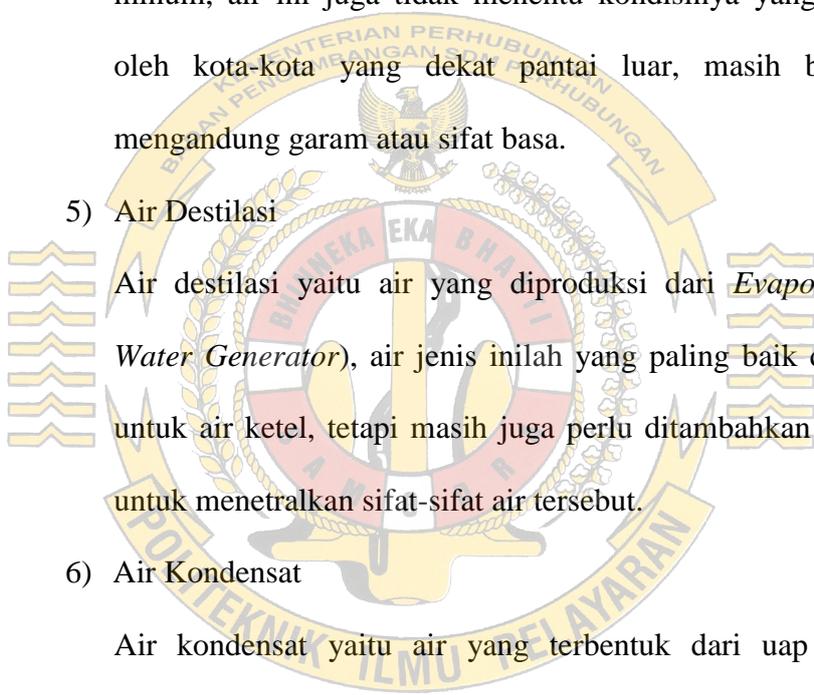
### 3) Air Danau

Air danau yaitu air yang diambil dari danau, air danau ini juga masih kurang baik karena tingkat kekerasan atau keasaman masih cukup tinggi.

### 4) Air Leding

Air leding yaitu air bersih yang diproduksi dari perusahaan air minum, air ini juga tidak menentu kondisinya yang dipengaruhi oleh kota-kota yang dekat pantai luar, masih banyak yang mengandung garam atau sifat basa.

### 5) Air Destilasi



Air destilasi yaitu air yang diproduksi dari *Evaporator (Fresh Water Generator)*, air jenis inilah yang paling baik dipergunakan untuk air ketel, tetapi masih juga perlu ditambahkan bahan kimia untuk menetralkan sifat-sifat air tersebut.

### 6) Air Kondensat

Air kondensat yaitu air yang terbentuk dari uap bekas yang didinginkan di dalam kondensor dan menjadi air kondensat. Air kondensat ini juga hampir sama dengan air destilasi yang dianggap paling baik untuk dipakai sebagai air ketel, karena merupakan bagian proses sistim perjalanan air ketel itu sendiri (peredaran lingkaran).

#### c. Persyaratan Air Ketel

Handoyo (2016:120) menjelaskan bahwa air ketel harus memenuhi syarat-syarat, yaitu: bebas dari kotoran, bebas dari gas yang memicu

korosif, bebas dari kekerasan, bebas dari kadar garam, bebas dari keasaman dan harus bersifat alkalis (basa).

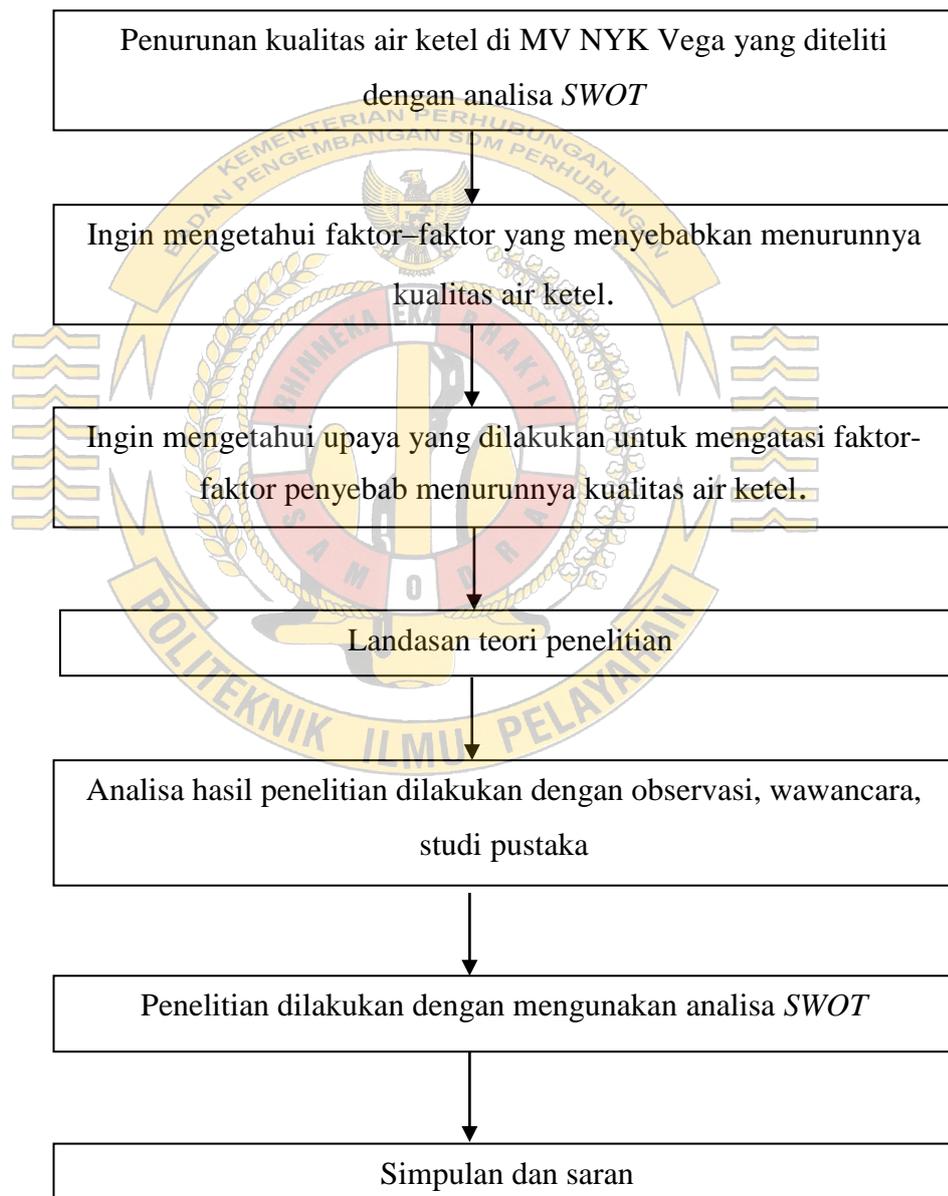
**Tabel 2.1. Syarat Air Pengisian dan Air Ketel**

Cat.	Type of Boiler	Auxiliary Boiler		
	Pressure class (kg/cm <sup>2</sup> )	≤ 10 K	10 - 20 k	
	Treatment method	Caustic	Caustic	Low-pH
Feed Water	pH (@25 °C)	7 - 9	8 - 9	8 - 9
	Hardness (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	0	0	0
	Dissolved oxygen O <sub>2</sub> (ppm)	Keep low	≤ 0.5	≤ 0.5
	Oil and fat (ppm)	Keep low	Keep low	Keep low
	Hydrazine N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ppm)	-	≥ 0.01	≥ 0.01
	Silica SiO <sub>2</sub> (ppm)	-	-	-
	Total iron Fe (ppm)	≤ 0.3	≤ 0.1	≤ 0.1
	Total copper Cu (ppm)	-	-	-
Boiler Water	pH (@25 °C)	10.5 - 11.5	10.5 - 11.5	10.0 - 10.8
	Conductivity (μS/cm @25 °C)	≤ 1500	≤ 1000	≤ 800
	P-alkali (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	≤ 200	≤ 200	≤ 100
	M-alkali (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	≤ 250	≤ 250	≤ 130
	Total evaporation residue (ppm)	≤ 1000	≤ 500	≤ 500
	Chloride (ppm)	≤ 100	≤ 10	≤ 10
	Phosphoric acid ion PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)	20 - 40	10 - 30	20 - 70
	Silica SiO <sub>2</sub> (ppm)	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Hydrazine N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ppm)	0.1 - 1.0	0.1 - 1.0	0.1 - 1.0	

Sumber : NYK E-SMS FIG Water Quality Control for AuxBoiler 10-20k

Persyaratan air ketel untuk kadar *p-alkalinity* dan *chloride* di MV. NYK Vega disesuaikan dengan jenis *test kit* yang digunakan yaitu NALFLEET *Test Equipment* dapat dilihat pada lampiran 3 dan 4. Sedangkan untuk kadar pH air sesuai dengan tabel diatas.

## B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.1 Kerangka Pikir  
Sumber : Data pribadi (2017)

Berdasarkan kerangka pikir diatas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu kualitas air, yang mana dari topik tersebut akan menghasilkan faktor penyebab dari topik masalahnya dan penulis ingin mengetahui faktor penyebab tersebut serta upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada.

Setelah diketahui upaya apa yang dilakukan, selanjutnya membuat landasan teori dari permasalahan diatas untuk selanjutnya dilakukan analisa hasil penelitian melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka yang dilakukan peneliti yang selanjutnya akan diketahui faktor-faktor apa dan kemungkinan masalah tersebut dapat berkembang melalui analisa *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT)*, dari faktor-faktor yang akan dibahas maka akan menghasilkan simpulan dan saran dari penulis untuk dapat mengatasi penurunan kualitas air ketel.

### C. Glosaria

1. Ketel uap adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan uap air yang akan digunakan sebagai pemanas atau tenaga penggerak.
2. Drum uap adalah bagian dari ketel uap yang berfungsi untuk menampung uap yang diproduksi sebelum dikeluarkan.
3. Drum air adalah bagian yang berfungsi untuk menampung air didalam ketel.
4. Gelas duga (*water level gauge*) adalah bagian yang berfungsi untuk mengetahui level air didalam ketel.
5. Katup pengisian adalah bagian yang berfungsi untuk mengatur pengisian air didalam ketel. Katup pengisian terdapat dua jenis yaitu katup pengisian otomatis dan katup pengisian manual.

6. *Blowdown valve* adalah bagian yang berfungsi untuk membuang kotoran pada air didalam drum air.
7. *Manhole* adalah bagian yang berfungsi sebagai pintu pada saat melakukan perawatan atau perbaikan dan inspeksi pipa – pipa dan komponen yang berada didalam boiler.
8. *Differential Pressure Transmitter (DPT)* adalah bagian yang berfungsi untuk mengukur perbedaan tinggi permukaan air didalam drum air dengan *set point* yang ditetapkan untuk pembukaan katup pengisian air ketel secara otomatis.
9. *Chemical Dosing* adalah bahan kimia yang digunakan untuk menetralkan air ketel.
10. *Fresh Water Generator* adalah pesawat yang digunakan untuk merubah air laut menjadi air tawar melalui proses destilasi.
11. Pompa Distilasi adalah pompa yang digunakan untuk menghisap air hasil proses destilasi pada *Fresh Water Generator*.