

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka dilakukan untuk mempermudah pembahasan mengenai permasalahan yang diangkat oleh penulis selama melakukan praktek laut diatas kapal, maka perlu adanya kajian terhadap teori sebagai pembahasan dan pemecahan masalah. Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari penelitian yang diteliti, pada bab ini diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul skripsi “Identifikasi Kegagalan Sistem Kerja Kondensor terhadap Konsumsi Air Tawar *Auxiliary Boiler* di MV. Kartini Samudra”.

1. Pengertian Identifikasi

Menurut Bakir dan Suryanto (2006: 217) Identifikasi adalah bukti diri, tanda kenal diri. Mengidentifikasi (kata kerja) yaitu menentukan atau menetapkan identitas.

Menjelaskan bahwa identifikasi adalah suatu cara yang dilakukan seseorang untuk mengambil alih ciri-ciri orang lain dan menjadikannya bagian yang terintergrasi dengan kepribadiannya sendiri. Dalam pengertiannya yang lain, adalah kecenderungan dalam diri individu yang menjadi sasaran identifikasi yaitu idola. Identifikasi berarti kegiatan yang dilakukan untuk mencermati, menentukan, menetapkan suatu tanda kenal diri atau bukti terhadap suatu objek yang diteliti.

2. Kondensor

Menurut Muh Amin Fauzie (2017: 39) Kondensor merupakan alat penukar kalor yang memegang peranan untuk merubah wujud uap menjadi cair sehingga air yang tadinya menjadi uap yang bertekanan tinggi menjadi air kembali dan air tersebut sangat bermanfaat bagi ketel atau *Vesel Heat Recovery* dan untuk menjaga agar air yang ada di dalam *Vesel* tidak kering dan bisa di manfaatkan kembali menjadi uap sebagai pemanas kuah pindang.

Menurut Agus Haryanto (2015: 441) kondensor ialah salah satu jenis alat penukar panas atau penukar kalor (*Heat Exchanger*) yang digunakan untuk menukarkan panas diantara dua fluida yang berbeda suhunya tanpa mencampurnya. Penukar kalor digunakan secara luas dari sistem pemanasan dan pendinginan di dalam rumah, hingga ke proses kimia dan pembangkit listrik pada pabrik besar. Penukar kalor berbeda dengan ruang pencampur (*Mixing Chamber*) karena penukar kalor tidak mengakibatkan kedua fluida saling bercampur. Pada radiator mobil, misalnya kalor dipindahkan dari air panas yang mengalir melalui pipa-pipa radiator ke udara yang mengalir diantara pelat-pelat yang tersusun rapat yang ditempelkan diluar pipa radiator.

Menurut Untung Budiarto (2011: 108) kondensor merupakan salah satu komponen utama dari sebuah mesin pendingin. Pada kondensor terjadi perubahan wujud refrigeran dari uap *Super Heated* (panas lanjut) bertekanan tinggi ke cairan *Sub-Cooled* (dingin lanjut) bertekanan

tinggi. Agar terjadi perubahan wujud refrigeran dalam hal ini adalah pengembunan/*Condensing*, maka kalor harus dibuang dari uap refrigeran.

Pada siklus rankine terjadi proses perpindahan panas pada dua komponen, yaitu *Boiler* dan kondensor. Siklus Rankine adalah siklus termodinamika yang mengubah panas menjadi kerja. Panas disuplai secara *Eksternal* pada aliran tertutup, yang biasanya menggunakan air sebagai fluida yang bergerak. Siklus ini menghasilkan 80% dari seluruh energi listrik yang dihasilkan di seluruh dunia. Siklus ini dinamai untuk mengenang ilmwan Skotlandia, William John Maquorn. Energi panas pada *Furnance* ditransfer ke air sehingga ia berubah fase menjadi uap air. Pada proses tersebut ada satu fase dimana tidak terjadi perubahan temperatur pada air, namun terjadi perubahan fase dari cair menjadi gas, hal ini dinamakan panas laten. Sedangkan pada kondensor juga mengalami hal serupa namun berkebalikan, energi yang diserap oleh air sehingga ia berubah fase menjadi uap air tadi sekarang diserap oleh media pendingin sehingga uap air berubah fase kembali menjadi cair. Air inilah yang nantinya akan dipompa kembali untuk mengalami siklus rankie yang berulang.

3. Jenis kondensor dan prinsip kerjanya

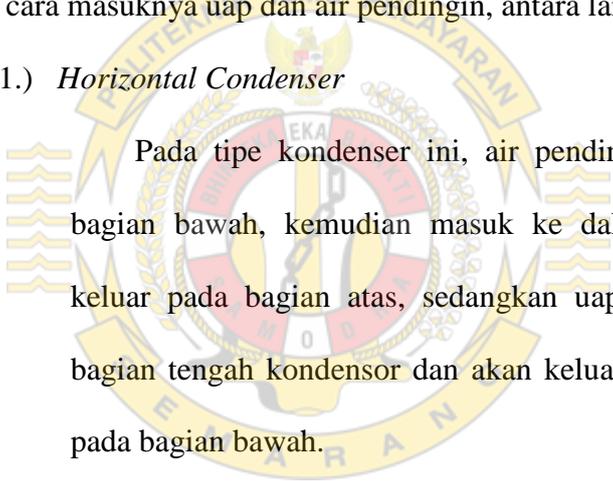
a. Surface Condenser

Cara kerja dari jenis alat ini ialah proses perubahan dilakukan dengan cara mengalirkan uap kedalam ruangan yang

berisi susunan pipa dan uap tersebut akan memenuhi permukaan luar pipa sedangkan air yang berfungsi sebagai pendingin akan mengalir di dalam pipa (*Tube Side*), maka akan terjadi kontak antara keduanya dimana uap yang memiliki temperatur panas akan bersinggungan dengan air pendingin yang berfungsi untuk menyerap kalor dari uap tersebut, sehingga temperatur uap akan turun dan terkondensasi.

Surface Condenser terdiri dari dua jenis yang dibedakan oleh cara masuknya uap dan air pendingin, antara lain:

1.) *Horizontal Condenser*



Pada tipe kondenser ini, air pendingin masuk melalui bagian bawah, kemudian masuk ke dalam pipa dan akan keluar pada bagian atas, sedangkan uap akan masuk pada bagian tengah kondensor dan akan keluar sebagai kondensat pada bagian bawah.

2.) *Vertical Condenser*

Pada jenis kondenser ini, air pendingin melalui bagian bawah dan akan mengalir di dalam pipa selanjutnya akan keluar pada bagian atas kondensor, sedangkan *Steam* akan masuk pada bagian atas dan air kondensat akan keluar pada bagian bawah.

b. *Direct Contact Condenser*

Cara kerja dari kondensor jenis ini yaitu proses kondensasi dilakukan dengan cara mencampurkan air pendingin dan uap secara

langsung. Jenis dari kondensor ini disebut *Spray Condenser*, dengan menyemprotkan air pendingin ke arah uap. Sehingga *Steam* akan menempel pada butiran-butiran air pendingin tersebut dan akan mengalami kontak temperatur, selanjutnya uap akan terkondensasi dan tercampur dengan air pendingin yang mendekati *Saturated Fase* (basah).

4. Fungsi kondensor

Fungsi kondensor adalah mengubah uap menjadi zat cair (air), dapat juga diartikan sebagai alat penukar kalor (panas) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida. Dalam penggunaannya kondensor diletakkan diluar ruangan yang sedang didinginkan agar panas yang keluar saat pengoperasiannya dapat dibuang keluar sehingga tidak mengganggu proses pendinginan. Adapun fungsi uap yang dihasilkan dari produksi *Auxiliary Boiler* antara lain digunakan untuk kebutuhan pemanas muatan, sebagai pemanas tangki bahan bakar, untuk media pemanas pada *Oil Heater*, sebagai suplai air hangat dalam akomodasi kapal, digunakan untuk *Heater* pada kamar mesin.

5. Bagian kondensor

a. Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Istilah termometer berasal dari bahasa latin *Thermo* yang berarti panas dan meter yang berarti untuk mengukur. Prinsip kerja termometer ada bermacam-macam, yang paling umum digunakan adalah termometer air raksa.

Ada beberapa macam termometer menurut cara kerjanya diantara lain termometer raksa, termokopel, termometer inframerah, termometer gas, termometer hambatan (*Thermistor*), termometer klinis, termometer optik (*Pyrometer*), termometer dinding, termometer bimetal, dan termometer alkohol serta masih banyak lagi yang lainnya.

Termometer yang digunakan sebagai alat pengukur suhu pada instalasi kondensor *Auxiliary Boiler* di MV. Kartini Samudra berupa termometer raksa. Termometer raksa adalah termometer yang berisikan air raksa yang ditempatkan pada suatu tabung kaca. Tanda yang dikalibrasi pada tabung membuat temperatur dapat dibaca sesuai panjang air raksa di dalam gelas, bervariasi sesuai suhu. Untuk meningkatkan ketelitian, biasanya ada bohlam air raksa pada ujung termometer yang berisi sebagian besar air raksa, pemuai dan penyempitan volume. Raksa kemudian dilanjutkan ke bagian tabung yang lebih sempit. Ruangan di antara air raksa dapat diisi atau dibiarkan kosong. Jenis khusus termometer air raksa, disebut termometer maksimum, bekerja dengan adanya katup pada leher tabung dekat bohlam. Saat suhu naik, air raksa didorong ke atas melalui katup oleh gaya pemuai. Saat suhu turun air raksa tertahan pada katup dan tidak dapat kembali ke bohlam membuat air raksa tetap di dalam tabung.

b. *Drain Valve*

Valve adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju dari aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau mengalirkan sebagian fluida guna mendapatkan *Pressure* yang lebih rendah sesuai yang diinginkan. Selain untuk proses industri, *Valve* yang bahasa lokalnya disebut dengan 'kran' dalam kehidupan sehari-hari sering kita jumpai, salah satunya adalah kran air. Pengoperasian *Valve* dapat dilakukan secara pegangan/tuas, pedal maupun roda.

Drain Valve pada sistem drain di kondensor digunakan untuk membuang air yang mengandung endapan pada bagian dalam kondensor ketika kondensor dalam sistem perawatan baik berupa pembersihan maupun pengecekan kebocoran pada *Tube-Tube* air di dalam kondensor.

c. *Pressure Gauge*

Pressure gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau *Liquid*) dalam tabung tertutup. Satuan dari alat ukur tekanan ini berupa psi (*Pound Per Square Inch*), psf (*Pound Per Square Foot*), mmHg (*Millimeter of Mercury*), inHg (*Inch of Mercury*), bar, atm (*Atmosphere*), N/m² (*Pascal*).

Untuk mengukur *Pressure* / tekanan terdapat beberapa elemen pengukur, yaitu :

1.) *Bourdon Tube*

Bourdon Tube adalah tabung dengan ujung tertutup yang apabila diberikan tekanan, bentuknya akan meregang sesuai besarnya tekanan yang diberikan, serta dapat kembali ke bentuk semula.

2.) *Bellows*

Bellows adalah elemen pengukur tekanan yang mampu berdefleksi (mengembang). *Bellows* akurat untuk digunakan mengukur tekanan dengan *Range* antara *Absolute Zero* sampai 350 kPa atau 3,45 atm. Terdiri atas sebuah *Turbin Metal* yang bisa mengembang searah mengikuti panjangnya. *Bellows* dengan diameter yang lebar bisa membaca *Low Pressure* lebih baik daripada *Bourdon Tube*.

3.) *Diafragma*

Diafragma adalah piringan fleksibel (*Flexible Disc*) yang bisa berbentuk tipis (*Flat Diaphragm*) atau memiliki lipatan konsentris (*Corrugated Diaphragm*).

4.) *Capsule Diafragma*

Capsule tersusun atas dua buah diafragma yang dilas bersama-sama di sekitar lingkarannya. Sensitivitas *Capsule* meningkat proposional dengan diameternya, yang pada umumnya berdiameter bervariasi antara 25 sampai 150mm.

d. Sistem pendingin air laut

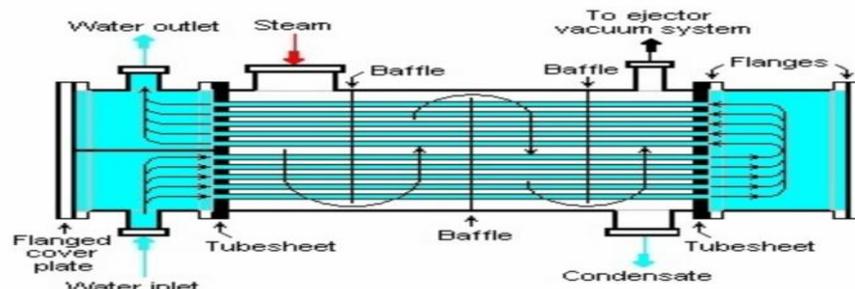
Air pendingin dalam kondensor sangat memiliki peranan penting dalam proses kondensasi uap menjadi *Condensat Water*.

Bahan baku air pendingin biasanya didapatkan dari danau dan air laut (*Sea Water*) dalam proses pengambilannya biasanya terdapat sejenis alat jaring yang berfungsi untuk menjaring kotoran serta benda-benda padat lainnya agar tidak terikut kedalam hisapan pompa yang tentunya dapat mengganggu kinerja kondensor bahkan kerusakan pada peralatan.

e. *Strainer*

Strainer atau yang sering disebut saringan gunanya adalah sebagai alat penyaring kotoran baik yang berupa padat, cair atau gas. Alat penyaring ini digunakan pada jalur pipa guna menyaring kotoran pada aliran sehingga aliran yang akan diproses atau hasil proses lebih baik mutunya. Perlu diingat bahwa pemasangan *Strainer* tidak boleh terbalik, perhatikan petunjuk arah panah yang ada di *Body Strainer* tersebut.

Pada realisasinya *Strainer* diletakan pada sebelum bagian *Inlet System* di kondensor, hal ini ditunjukkan agar barang-barang asing dari luar terhisap masuk oleh bagian *Suction Pump* yang berupa sampah, *Shell* (cangkang kerang) ataupun lumpur tidak ikut masuk kedalam kondensor.



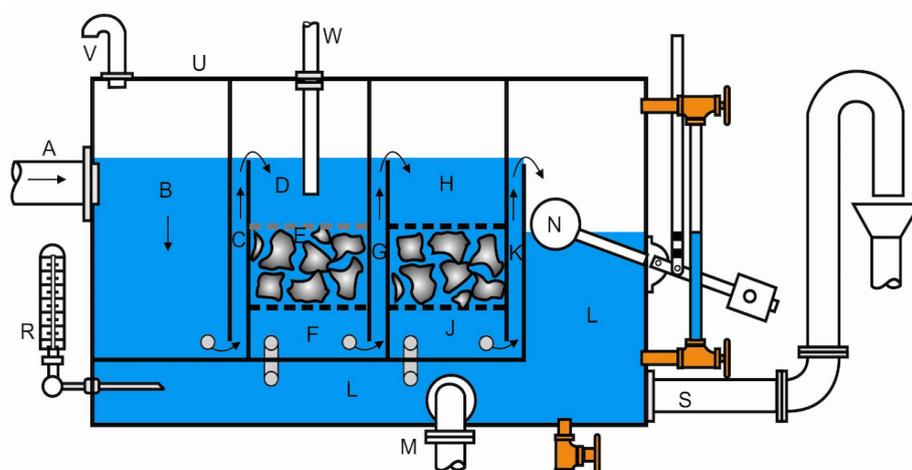
Gambar 2.1 Bagian-bagian *Condenser*

6. *Cascade tank*

Menurut Arifiyan (2012) menyatakan *Cascade Tank* sebagai penampung air hasil kondensasi uap bekas turbin setelah melewati berbagai sistem.

Pada *Boiler* dikenal adanya *Close Loop System*. Dalam *Close Loop System* berarti air yang telah menjadi uap akan dikondensasikan untuk digunakan kembali sebagai bahan baku uap. Dengan menggunakan air yang sama, maka akan mengurangi biaya operasi. Dalam proses ini diperlukan air penambah (*Make-up Water*) dengan jumlah sesuai dengan *Water Losses* yang terjadi selama siklus air.

Sistem air kondensat adalah sumber pasokan utama untuk sistem air pengisi pada ketel uap. Ruang lingkup sistem air kondensat adalah mulai dari *Cascade Tank / Hotwell* sampai ke *Dearator*. Air kondensat berasal dari proses kondensasi uap bekas didalam kondensator. Didalam sistem air kondensat, air mengalami 3 proses utama yaitu mengalami pemanasan, pemurnian dan deaerasi.



Gambar 2.2 *Casecake Tank*

a. Pemanasan

Pada saat melintasi sistem air kondensat, air mengalami pemanasan pada berbagai komponen antara lain di *Gland Steam Condenser* dan beberapa pemanasan awal air pengisi tekanan rendah / LPH (*Low Pressure Heater*). Tujuannya untuk meningkatkan efisiensi siklus serta menghemat pemakaian bahan bakar. Bila air kondensat tidak dipanaskan, berarti membutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk menaikkan temperatur air didalam *Boiler*.

Selain itu, air kondensat juga mengalami proses pemurnian untuk mengurangi pencemar-pencemar padat dan cair yang terkandung dalam air kondensat.

b. Pemurnian

Pemurnian air yang dilakukan didalam sistem air kondensat termasuk sistem pemurnian didalam (*Internal Treatment*), pemurnian dilakukan dengan cara mengalirkan air kondensat melintasi penukar ion (*Condensate Polishing*) dan injeksi kimia, agar pencemar yang dapat mengakibatkan deposit maupun korosi pada komponen-komponen ketel dapat dihilangkan sehingga kualitas air kondensat menjadi lebih baik.

Terjadinya deposit di ketel yang disebabkan kualitas air yang buruk, mengakibatkan terhambatnya proses perpindahan panas didalam ketel dan pada kondisi ekstrim dapat mengakibatkan bocornya pipa-pipa ketel akibat over heating.

c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembuangan pencemaran gas dari dalam air kondensat seperti oksigen (O_2), karbondioksida (CO_2), dan *Non Condensable* gas lainnya. Pencemar gas dapat menyebabkan korosi pada saluran dan komponen-komponen yang dilalui air kondensat. Proses ini dilakukan dikapal MV. Kartini Samudra dengan cara penambahan cairan kimia berupa *Oxygen Controller* dengan takaran tertentu berdasarkan hasil *Water Test Analyst* dari air kondensat didalam *Cascade Tank*.

Dengan *Cascade Tank / Hotwell* dapat digunakan sebagai media untuk penampungan air kondensat, menjaga suhu air dalam keadaan setinggi mungkin agar air mudah menjadi uap. Dalam proses pemasakan, dengan mudahnya air yang dimasak dan menjadi uap maka akan meningkatkan nilai ekonomis dalam penggunaan bahan bakar dalam sistem pembakaran di *Boiler* serta kandungan oksigen yang ada pada air pada sistem *Feed Water* berkurang. Dengan berkurangnya kadar oksigen pada *Feed Water* dapat berakibat memperpanjang umur serta nilai guna sistem pipa air akibat korosi atau pengeroposan.

B. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah mendefinisikan secara operasional berdasarkan karakteristik yang diamati yang memungkinkan peneliti untuk melakukan observasi atau pengukuran secara cermat terhadap suatu objek

atau fenomena. definisi operasional dimaksudkan untuk menghindari kesalahan pemahaman dan perbedaan penafsiran yang berkaitan dengan istilah-istilah dalam judul skripsi. Definisi operasional merupakan makna yang didasarkan atas sifat-sifat faktor yang diamati. Definisi operasional meliputi hal-hal penting dalam riset yang memerlukan penjelasan yang bersifat rinci, tegas dan positif yang menggambarkan spesifik penelitian dan hal-hal yang dianggap penting. Definisi operasional penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini :

a. *Casecade Tank/ Hotwell*

Tanki penampung air hasil kondensasi uap bekas turbin yang telah melewati berbagai sistem permesinan, *Casecade Tank* berfungsi juga menjaga kualitas *Fresh Water* dalam keadaan temperatur setinggi mungkin agar *Fresh Water* mudah dipanaskan kembali menjadi uap.

b. *Auxiliary Boiler*

Permesinan bantu yang berfungsi untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi dengan cara memasak *Fresh Water* menjadi uap yang bertekanan tinggi.

c. *Fouling*

Endapan lumpur yang terbentuk pada bagian dalam kondensor akibat lolosnya lumpur dari proses filterisasi pada sistem pendinginan air laut pada bagian *Sea Chest*.

d. *Steam*

Hasil dari proses pemanasan zat cair berupa air tawar yang di isikan kedalam bejana ketel uap atau *Auxiliary Boiler* berada pada tekanan dan temperatur tertentu.

e. *Sea Water*

Penggunaan bahasa asing yang berarti air laut pada sistem pendingin kondensor untuk membantu proses terjadinya kondensasi pada kondensor.

f. *Tube Side*

Diambil dari bahasa asing yang berarti pipa yang berguna sebagai perantara perpindahan panas antara uap dan *Cooling Water*. *Tube* juga sebagai tempat untuk mengalirnya *Cooling Water*.

g. *Baffles*

Penggunaan dalam bahasa asing yang berarti sekat. *Baffles* di dalam kondensor digunakan untuk membelokkan atau membagi aliran dari fluida di dalam kondensor.

h. *Fresh Water*

Istilah penggunaan bahasa asing yang berarti air tawar. Air tawar ini hasil dari proses kondensasi uap air yang ada di dalam *Drum Boiler* dan menjadi air kondensat pada proses sistem kondensasi, air tawar akan di tampung kembali pada *Cascade Tank* sebelum kembali ke sistem.

i. *Feed Water*

Istilah penggunaan dari bahasa asing yang berarti air pengisian ketel uap yang berasal dari *Cascade Tank* menuju ke *Drum Boiler* untuk digunakan kembali dan dipanaskan sehingga menjadi uap bertekanan tinggi yang digunakan dalam proses pemanasan yang masuk ke dalam sistem.

j. *Strainer*

Istilah penggunaan bahasa asing yang berarti penyaring. Penyaring digunakan sebagai alat bantu diatas kapal yang difungsikan sebagai alat penyaring kotoran baik berupa padat, cair atau gas agar tidak ikut serta masuk kedalam sistem kerja permesinan.

k. *Gasket*

Materi atau gabungan dari beberapa materi yang diapit diantara sambungan mekanis yang dapat dipisah dan berfungsi sebagai pencegah kebocoran selama jangka waktu tertentu.

l. *Sea Chest*

Istilah dalam bahasa asing yang berarti kotak laut. Kotak laut adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi lambung kapal yang berada di bawah digunakan untuk mengalirkan air laut kedalam kapal sehingga kebutuhan air laut dapat dipenuhi.

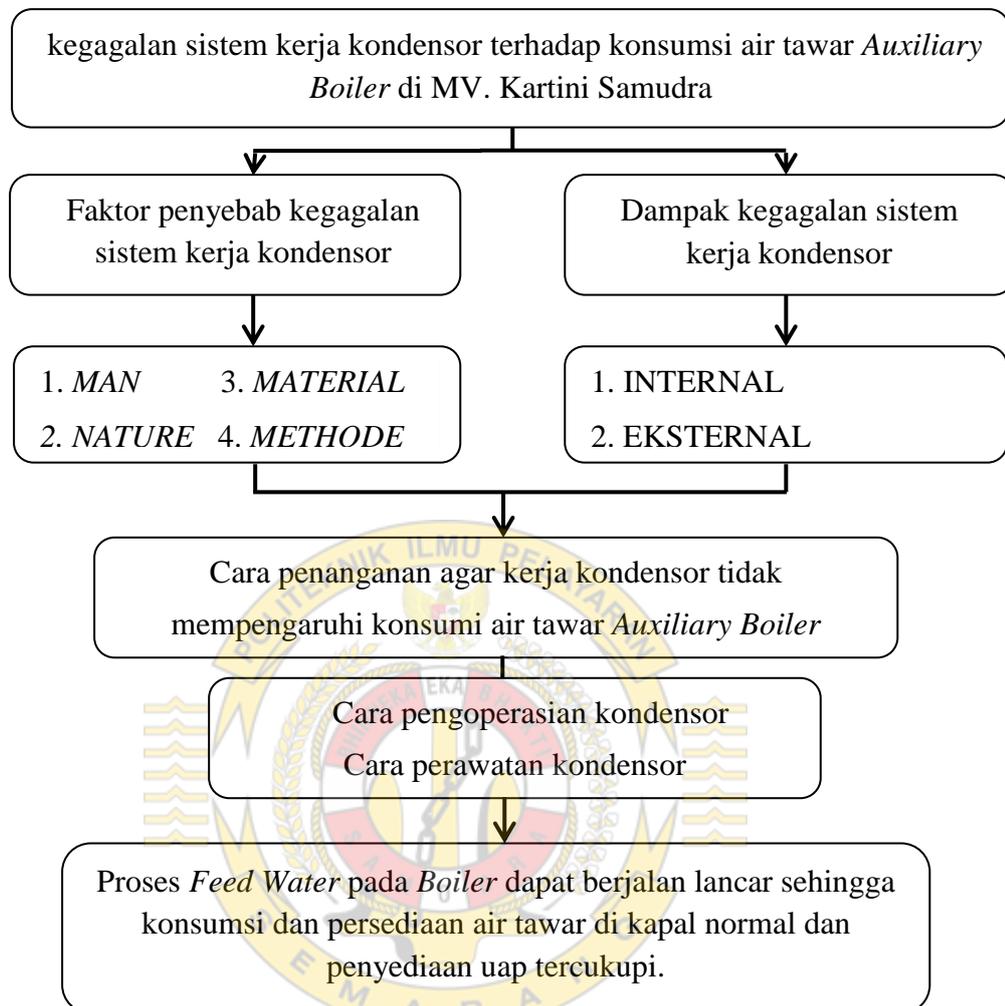
m. *Valve*

Dalam bahasa asing yang berarti katup (kran). *Valve* digunakan untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju dari aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau mengalirkan sebagian fluida guna mendapatkan *Pressure* yang lebih rendah sesuai yang diinginkan..

n. *Safety Device*

Alat yang berfungsi untuk melindungi peralatan dari timbulnya tekanan yang berlebih (*Over Pressure*) yang menempel pada alat atau permesinan lainnya. Tekanan yang berlebih tersebut yang memicu timbulnya kerusakan dan membahayakan permesinan atau manusia yang ada disekitarnya.

C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.3 Kerangka Pikir

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dijelaskan bermula dari topik yang akan dibahas yaitu kegagalan sistem kerja kondensor mempunyai empat faktor penyebab yaitu *Man*, *Nature*, *Materal*, *Method*. Dari faktor tersebut diatas maka dampak yang akan terjadi terbagi menjadi dua bagian yaitu dampak internal dan eksternal, yang mana internal adalah dampak yang akan ditimbulkan terhadap sistem kondensor itu sendiri dan eksternal adalah dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan permesinan. Sehingga timbul upaya atau usaha yang dilakukan untuk menanggulangi masalah yaitu

pendekatan pada bagaimana cara pengoperasian kondensor serta cara perawatan berkala pada kondensor.

Untuk selanjutnya akan dilakukan tindakan sesuai dengan upaya diatas hingga menghasilkan tujuan agar proses *Feed Water* pada *Boiler* dapat berjalan lancar sehingga konsumsi dan persediaan air tawar di kapal normal dan penyediaan uap di kapal tercukupi.

