

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. *Boiler*

Pratikto (2008-1) *Boiler* adalah suatu bejana tertutup yang berfungsi untuk merubah bentuk air menjadi uap. *Boiler* adalah alat penukar kalor yang harus memenuhi syarat primer yaitu *Boiler* harus dapat menyediakan sebanyak mungkin uap dengan tekanan dan suhu tertentu yang telah ditentukan dan dalam penggunaan bahan bakar harus bisa serendah mungkin.

Handoyo (2014-15) *Boiler* adalah sebuah bejana tertutup pembentuk uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer atau 1 (satu) bar. Dengan cara memanaskan air di dalam tabung tertutup oleh gas-gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam ruang pembakaran *Boiler*, sehingga menghasilkan uap panas yang bertekanan tinggi.

Handoyo (2014-15) *Boiler* 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.

Untuk memudahkan dalam pengoperasiannya, perlu adanya ulasan yang lebih mendetail mengenai bagian-bagian dan teori yang berkaitan

dengan *Boiler*. Sebelum membahas lebih jauh lagi tentang *Boiler* perlu kita ketahui teori ilmiah tentang *Boiler* yang kemudian dari teori ilmiah tersebut dikembangkan lagi menjadi suatu sistem yang dapat digunakan untuk pengoptimalan produksi uap bertekanan tinggi (*Steam*) diatas kapal yang dapat digunakan untuk membantu kebutuhan uap kapal.

Boiler yang kita kenal saat ini secara umum dibagi dua yaitu:

a. *Boiler* yang menggunakan pipa api (*Fire Tubes Steam Boiler*)

Yaitu sebuah *Boiler* yang menggunakan ratusan pipa-pipa untuk dilalui api atau gas panas yang memanaskan sejumlah air dibalik dinding pipa api tersebut. Contoh jenis ini adalah *Boiler Scotch* dan *Boiler Lokomotif*

1). Keuntungan *Boiler* pipa api

Keuntungan *Boiler* pipa api adalah memiliki konstruksi yang relatif kuat sehingga dapat bertahan lama dan tidak mudah rusak, biaya yang dikeluarkan untuk perawatan murah, proses pengoperasian dan perawatan (*Maintenance*) mudah, selain itu dalam pengaturan dan perubahan beban pada saat pengoperasiannya fleksibel.

2). Kerugian *Boiler* pipa api

Kerugian *Boiler* pipa api adalah kapasitas kecil, memiliki efisiensi termal yang rendah dan dalam mencapai tekanan kerja maksimum cenderung lambat dan memerlukan waktu yang cukup lama.

b. *Boiler* yang menggunakan pipa air (*Water Tubes Steam Boiler*)

Yaitu sebuah *Boiler* 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 : *Boiler Foster Wheeler*, *Boiler Babcock Wilcox* dan *Boiler Yarrow*.

1). Keuntungan *Boiler* Pipa Air

Keuntungan *Boiler* Pipa Air adalah jumlah uap yang dapat dihasilkan besar dalam satuan waktu, penggunaan bahan bakar yang lebih irit dengan temperatur uap jauh di 5000°C, pengoperasian yang cepat dapat dilaksanakan, uap yang dihasilkan lebih menguntungkan, dapat menghasilkan tekanan uap yang lebih tinggi dibanding dengan *Boiler* Pipa Api, perawatan yang dilakukan lebih mudah dibandingkan dengan *Boiler* Pipa Api.

2). Kerugian *Boiler* Pipa Air

Kerugian *Boiler* Pipa Air adalah harus menggunakan air pengisian yang murni, harus mendapat pengawasan yang lebih terhadap tekanan uap dan suhu, harus diisolasi dengan tebal untuk meminimalkan kehilangan radiasi, ketika melakukan perbaikan ketel harus dalam keadaan kosong, biaya awal lebih tinggi dibanding *Scotch Boiler*.

Kedua jenis *Boiler* 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.

Boiler merupakan sebuah pesawat bantu yang sangat sederhana dan pada kapal-kapal yang motor penggerak utamanya menggunakan mesin *Diesel*, maka fungsi *Boiler* hanya sebagai pesawat bantu, yaitu untuk memanaskan bahan bakar, menggerakkan pompa-pompa, sebagai pemanas (*Heater*) dan lain-lainnya.

Syarat yang harus dipenuhi oleh *Boiler* adalah :

- a. *Boiler* 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.
- b. *Boiler* 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 (*Manouvere*) dimana pemakaian uap banyak berubah, maka tekanan uap diharapkan tidak boleh banyak berubah atau tekanan harus tetap.
- c. Pemakaian uap harus sehemat mungkin dan dapat seimbang antara pemakaian uap dengan produksi uap dari *Boiler* tersebut. Pengoperasian *Boiler* diharapkan sehemat mungkin pemakaian bahan bakarnya dan tenaga uap yang dipergunakannya.

Sebuah *Boiler* harus dilengkapi dengan *Appendase* dan apabila salah satu dari *Appendase* tersebut ada yang mengalami masalah atau kerusakan akan mengakibatkan terganggunya pengoperasian *Boiler*.

Agar berjalan dengan lancar maka *Appendase* tersebut harus dirawat dengan baik dan benar sesuai dengan prosedur.

Adapun *Appendase* tersebut adalah sebagai berikut:

a. *Appendase* yang berhubungan dengan ruangan uap

1). Katup keamanan

Kegunaan dari katup keamanan adalah :

Untuk membuang kelebihan uap dari *Boiler* guna mencegah agar tekanan didalam *Boiler* tidak melebihi dari tekanan kerja yang telah ditentukan menurut peraturan.

a) Untuk segera mengeluarkan uap atau air sewaktu terjadinya kerusakan pada *Boiler* untuk perbaikan.

b) Untuk bisa segera mengosongkan uap dari *Boiler* jika oleh petugas dikehendaki pemeriksaan dengan segera.

Boiler yang dilengkapi dengan sebuah pemanas lanjut uap, maka katup keamanan diletakan pada *Boiler*-nya sendiri serta pada saluran bagian keluar dari pemanas lanjut uap. Katup pada pemanas lanjut ini membuka pada tekanan yang lebih rendah dari tekanan buka dari katup yang ditempatkan pada *Boiler*. Terdapat dua jenis katup keamanan, yaitu katup keamanan dengan beban bobot dan katup keamanan dengan beban pegas, baik secara langsung maupun tidak langsung. *Boiler* dikawal hanya berlaku katup keamanan dengan beban pegas yang secara langsung.

2). *Manometer*

Kegunaan alat ini adalah untuk menunjukkan tekanan uap yang berada dalam sebuah *Boiler* dengan jelas dan tepat. Adanya *Manometer* bertujuan agar pengoperasian *Boiler* lebih aman, untuk

itu *Manometer* merupakan suatu alat yang harus mendapat perhatian khusus, karena hubungan *Boiler* dengan *Manometer* sangat erat kaitannya untuk kelancarannya kerja sebuah *Boiler*, 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 *Boiler* yaitu tekanan di atas tekanan atmosfer, maka tekanan di dalam *Boiler* sama dengan tekanan udara luar, *Manometer* akan menunjukkan angka nol, pembacaan skala bisa dinyatakan dalam satuan kg/cm^2 atau psi.

b. *Appendase* yang berhubungan dengan ruangan air

1). Gelas penduga

Gelas penduga dalam *Boiler* adalah sebuah alat dari pengontrol yang sangat penting dan berfungsi membantu *System* keamanan *Boiler* tersebut. Untuk itu gelas penduga perlu dipasang pada sebuah *Boiler*.

Gelas penduga dipasang pada drum bagian atas yang berfungsi untuk mengetahui ketinggian air di dalam drum. Tujuannya adalah untuk memudahkan pengontrolan ketinggian air dalam ketel selama *Boiler* sedang beroperasi. Gelas penduga ini harus dicuci secara berkala untuk menghindari terjadinya penyumbatan yang membuat level air tidak dapat dibaca. Karena

gelas penduga ini sangat erat sekali hubungannya dengan proses pengoperasian *Boiler* agar aman dan lancar.

Pada *Boiler* terdapat tiga buah gelas penduga yang berhubungan yaitu gelas penduga untuk *Boiler* tekanan rendah, gelas penduga untuk *Boiler* tekanan tinggi dan gelas penduga refleksi (*Klinger*).

2). Katup pengisian air *Boiler*

Kegunaan katup pengisian air *Boiler* adalah untuk mengatur jumlah air pengisian yang masuk ke dalam *Boiler* dan untuk mencegah agar air tidak kembali keluar saluran pengisian pada saat ada gangguan pada pompa pengisiannya, misalnya pompa mati.

3). Kran Spui

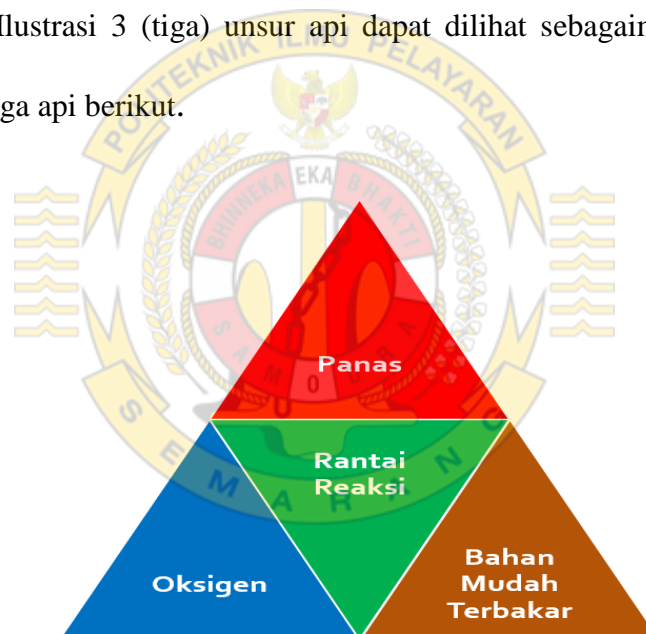
Kegunaan kran spui adalah untuk mengeluarkan air *Boiler* sebagian atau seluruhnya. Tujuan mengeluarkan sebagian air *boiler* adalah untuk membuang kotoran-kotoran yang mengendap di bagian bawah *Boiler* dan mengeluarkan seluruh air *Boiler* atau mengosongkan *Boiler* dilakukan jika dianggap perlu. Kran ini di pasang juga pada bagian atas yang berfungsi untuk membuang air dalam drum bagian atas. Pembuangan air dilakukan bila terdapat zat-zat yang tidak dapat terlarut, contoh sederhananya ialah munculnya busa yang dapat mengganggu pengamatan terhadap gelas penduga. katup ini bekerja bila jumlah busa sudah melewati batas yang telah ditentukan.

2. Pembakaran

Pembakaran merupakan reaksi antara zat dan oksigen dengan menghasilkan cahaya dan panas. Reaksi pembakaran juga dapat menimbulkan api, ledakan, atau hanya menimbulkan pender.

Pembakaran terjadi karena adanya reaksi kimia yang terbentuk dari 3 (tiga) unsur yaitu panas, oksigen dan bahan mudah terbakar yang menghasilkan panas dan cahaya.

Ilustrasi 3 (tiga) unsur api dapat dilihat sebagaimana pada gambar segitiga api berikut.



Gambar 2.1 Segitiga Api (Sumber : Elchaputra, 2016)

Salah satu syarat pembakaran bahan bakar sempurna ialah bahan bakar yang disemprotkan ke dalam tungku dalam keadaan yang sangat halus, agar dapat tercampur dengan merata dengan udara pembakarnya. Minyak disemprotkan melalui pengabut minyak, yang juga disebut pembakar (*Burner*), dalam bentuk butiran-butiran yang sangat halus

menyerupai kabut minyak. Sebelum bahan bakar dapat dibakar terlebih dahulu melalui proses-proses penguapan dan penguraian menjadi gas-gas selengkapnya agar tidak menghasilkan yang banyak mengandung jelaga.

Untuk pemanasan pendahuluan, penguapan dan penguraian menjadi gas-gas, diperlukan sejumlah panas, yang diambil dari api yang terbentuk dari pembakaran sebelumnya. Untuk tidak terlalu banyak mengambil panas dari api, maka di sekitar mulut pembakar (*Burner*), hendaknya terdapat tembokan-tembokan yang banyak memantulkan panas dari api, yang dengan demikian merupakan penyimpanan panas, yang terbuat dari batu tahan api.

Pada waktu pembakaran dari setetes atau butiran embun minyak bakar, pertama-tama menguap gas-gas atau zat-zat yang cepat menguap, kemudian diikuti oleh gas-gas atau zat-zat yang agak sukar untuk menguap dan kemudian diikuti lagi dengan penguraian gas-gas tersebut dan yang terakhir adalah bekas sisanya yang juga harus diuapkan.

Bila butiran minyak bakar tersebut menempel pada dinding tungku, maka setelah penguapan gas-gas, kokas yang tersisa tidak sempat lagi terbakar dan menguap, maka kokas tersebut akan menjadi kerak kerak arang yang menempel pada dinding tungku, yang disebut dengan istilah pembentukan *Cokesnest*.

Oleh karena itu, harus diusahakan agar bunga api berkesempatan untuk membakar seluruh butiran-butiran minyak bakar dengan sempurna

terlebih dahulu, sebelum menyinggung atau menyentuh dinding tungku. Apabila keadaan terakhir berlangsung, yaitu bunga api menyentuh dinding tungku sebelum pembakaran seluruh butiran bahan bakar berlangsung dengan sempurna, maka akan terbentuk lapisan kerak arang pada dinding tungku. Lapisan kerak arang tersebut mempunyai titik cair yang tinggi dan mempunyai lapisan lekat yang kenyal dan melekat pada dinding tungku, dengan daya hantar panas yang sangat jelek.

Pada bahan bakar cair, lebih mudah untuk mewujudkan butiran-butiran sehalus mungkin, dibandingkan dengan serbuk batu bara. Selain itu energi yang dibutuhkan untuk melawan gaya kohesi antara molekul-molekul bahan bakar cair, jauh lebih rendah dari bahan bakar padat atau serbuk batubara, dalam usaha untuk memecahkan bahan bakar menjadi butiran-butiran yang halus. Bila pada serbuk batubara, butiran-butiran yang terbesar dapat mencapai 75 mikron, pada minyak bakar butiran-butiran yang paling besar hanya sebesar 20 mikron.

Dengan demikian reaksi pembakarannya jauh lebih cepat dan tanpa menimbulkan jelaga arang, jika dapat diusahakan agar butiran-butiran bahan bakar tercampur dengan merata dengan udara pembakarannya. Bila pencampuran butiran-butiran bahan bakar dengan udara kurang merata, maka tidak dapat dihindari terbentuknya jelaga yang serupa asap tebal pada api.

3. *Fishbone Analysis*

Diagram tulang ikan atau diagram *Fishbone* adalah salah satu metode di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *Cause Effect* diagram yang menggunakan data verbal (*non-numerical*) atau data kualitatif.

Dikatakan diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Fungsi dasar metode *Fishbone* adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Sering dijumpai orang mengatakan “penyebab yang mungkin” dan dalam kebanyakan kasus harus menguji apakah penyebab untuk hipotesa adalah nyata, dan apakah memperbesar atau mengurangnya akan memberikan hasil yang diinginkan.

4. *FTA (Fault Tree Analysis)*

Teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*Failure*) dari suatu sistem dengan memakai *FT (Fault Tree)* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1962 oleh *Bell Telephone Laboratories* dan memperkenalkan program computer untuk melakukan analisa dengan memanfaatkan *FT (Fault Tree)* baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif.

FTA (Fault Tree Analysis) berorientasi pada fungsi (*Function Oriented*) atau yang lebih dikenal dengan “*TOP Down*” karena analisa ini berawal dari sistem level (*TOP*) dan meneruskannya kebawah. Titik awal dari analisa ini adalah pengidentifikasian mode kegagalan fungsional pada *TOP Level* dari suatu sistem atau subsistem.

FTA (Fault Tree Analysis) adalah teknik yang banyak dipakai untuk studi yang berkaitan dengan resiko dan kegagalan dari suatu sistem *engineering*. *Event* potensial yang menyebabkan kegagalan dari suatu sistem *engineering* dan probalitas terjadinya *event* tersebut dapat ditentukan dengan *FTA (Fault Tree Analysis)*. Sebuah *TOP Event* yang merupakan definisi dari kegagalan suatu sistem (*System Failure*), harus ditentukan terlebih dahulu dalam mengkonstruksikan *FTA (Fault Tree Analysis)*. Sistem kemudian dianalisa untuk menemukan semua kemungkinan yang didefinisikan pada *Top Event*.

Fault Tree Analysis mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana.

Sebuah *Fault Tree Analysis* mengilustrasikan keadaan dari komponen-komponen sistem (*Basic Event*) dan hubungan antara *Basic Event* dan *TOP Event*. Simbol grafis yang dipakai untuk menyatakan hubungan disebut gerbang logika (*Logica Gate*). *Output* dari sebuah gerbang logika ditentukan oleh *Event* yang masuk ke gerbang tersebut.


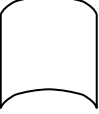


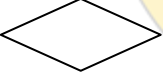

Istilah-istilah dalam *Fault Tree Analysis* disajikan pada berikut

Tabel 2.1 Istilah dalam metode *Fault Tree Analysis*

Istilah	Keterangan
<i>Event</i>	Penyimpangan yang tidak diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen dari sistem
<i>Top Event</i>	Kejadian yang dikehendaki pada “puncak” yang akan diteliti lebih lanjut ke arah kejadian dasar lainnya dengan menggunakan gerbang logika untuk menentukan penyebab kegagalan
<i>Logic Event</i>	Hubungan secara logika antara input dinyatakan dalam AND dan OR
<i>Transferred Event</i>	Segitiga yang digunakan simbol transfer. Simbol ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.
<i>Undeveloped Event</i>	Kejadian dasar (<i>Basic Event</i>) yang tidak akan dikembangkan lebih lanjut karena tidak tersedianya informasi.
<i>Basic Event</i>	Kejadian yang tidak diharapkan yang dianggap sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

Simbol-simbol dalam *Fault Tree Analysis* yang digunakan dalam menguraikan suatu kejadian disajikan pada berikut

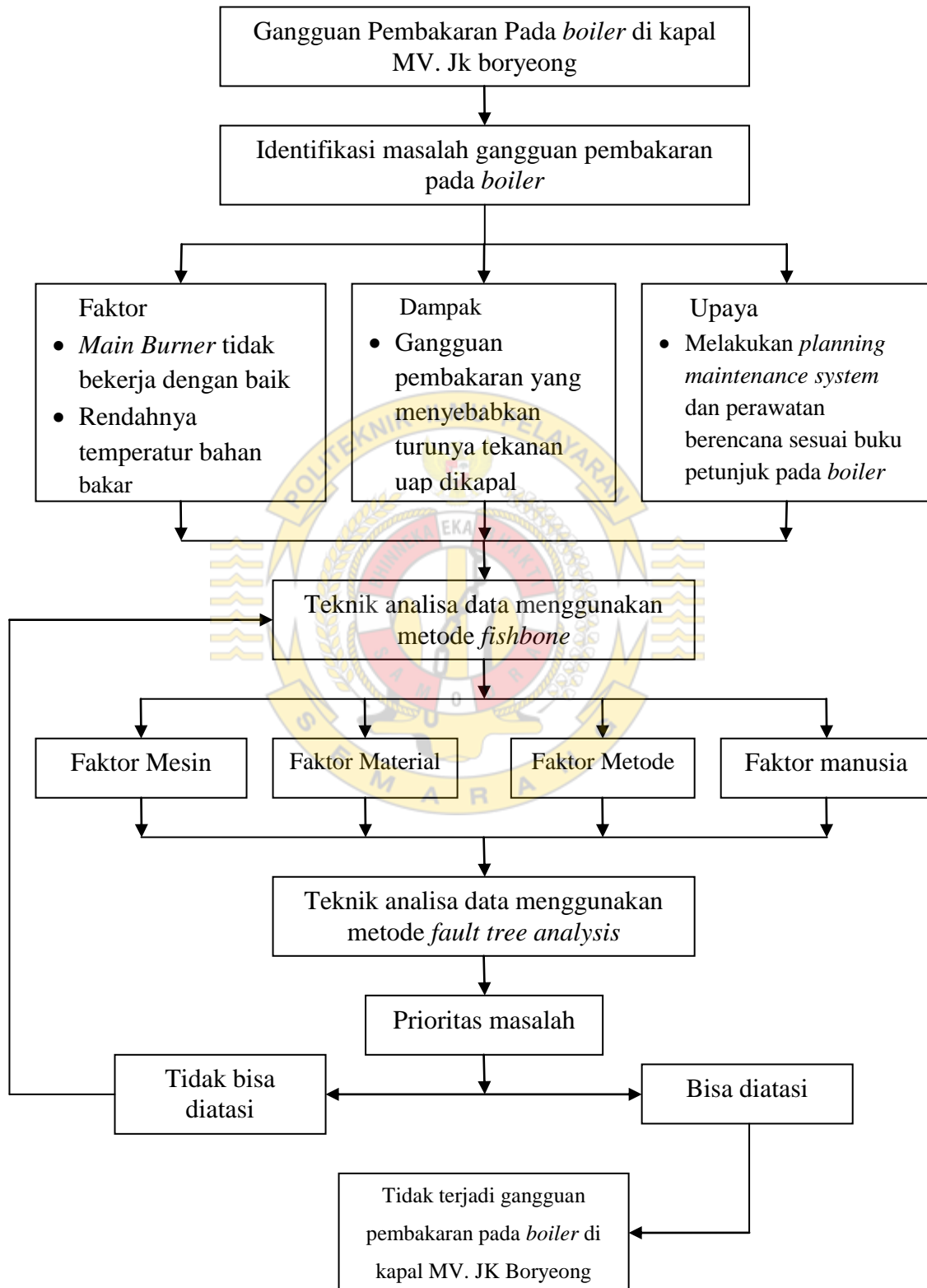
Tabel 2.2 Simbol-simbol dalam *Fault Tree Analysis*

Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i>
	<i>Logic Event OR</i>
	<i>Logic Event AND</i>
	<i>Transferred Event</i>
	<i>Undeveloped Event</i>
	<i>Basic Event</i>

Manfaat dari metode *Fault Tree Analysis* adalah:

- a. Dapat menentukan faktor penyebab yang kemungkinan besar menimbulkan kegagalan.
- b. Menemukan tahapan kejadian yang kemungkinan besar sebagai penyebab kegagalan.
- c. Menganalisa kemungkinan sumber-sumber resiko sebelum kegagalan timbul dan menginvestigasi suatu kegagalan.

B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.2 Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu gangguan pembakaran pada *Boiler* di kapal MV Jk Boryeong, yang mana dari topik tersebut akan diidentifikasi menghasilkan faktor penyebab dari topik masalah nya dan penulis ingin mengetahui faktor penyebab tersebut. Dari faktor–faktor tersebut maka akan dihasilkan dampak, sehingga timbul upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk mengetahui 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 utama apa yang menyebabkan gangguan pembakaran pada *Boiler* dan dari faktor utama yang akan dibahas maka akan menghasilkan simpulan dan saran dari penulis untuk dapat mencegah gangguan pembakaran pada *Boiler*.

C. Definisi Operasional

Boiler adalah sebuah bejana yang tertutup yang dapat membentuk uap dengan tekanan yang lebih besar dari 1 atmosfer, dengan cara memanaskan air yang berada di dalamnya dengan gas panas dari hasil pembakaran bahan bakar.

Boiler Pipa Air, air umpan *Boiler* mengalir melalui pipa masuk kedalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakaran membentuk *Steam* pada daerah uap di dalam drum dan *Boiler* ini dipilih jika kebutuhan *Steam* dan tekanan *Steam* sangat tinggi seperti pada ketel untuk pembangkit tenaga.

Adapun bagian komponen yang menunjang dalam suatu pembakaran di Ketel Bantu, yaitu:

1. *Automizer*

Automizer adalah bagian yang sangat penting dalam proses pembakaran, alat ini berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam tungku bakar dalam keadaan kabut agar bahan bakar dapat tercampur merata dengan udara dan terbakar sempurna di dalam tungku bakar. Kotornya *Automizer* dapat menyebabkan pengabutan yang kurang sempurna, akibat pengabutan yang kurang sempurna maka bahan bakar tidak dapat tercampur merata dengan udara sehingga menyebabkan pembakaran tidak sempurna.

2. *Nozzle Pipe*

Nozzle Pipe adalah bagian dari *Burner Nozzle* yang berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar ke dalam tungku bakar. Di dalam pipa *nozzle* ini terdapat tiga lubang yang berfungsi untuk mengontrol aliran bahan bakar, *High-fire*, *Low-fire* dan untuk sirkulasi bahan bakar kembali ke tangki.

3. Elektroda

Alat ini berfungsi membuat percikan api untuk penyalaan awal di dalam tungku bakar melalui kedua ujungnya, sehingga bahan bakar dapat terbakar. Ketika ujung Elektroda merenggang dan kotor, tidak terjadi perpindahan arus listrik pada kedua ujung Elektroda dapat menyebabkan tidak timbulnya percikan api untuk penyalaan awal pembakaran, sehingga gagal dalam proses pembakaran.

4. Bahan Bakar

Bahan bakar minyak pada dasarnya mengandung unsur-unsur kimia Karbon (C), Hidrogen (H) dan sedikit Belerang (S). Masing-masing unsur tersebut dalam proses pembakaran dengan unsur Oksigen (O) dari udara akan menimbulkan panas. Secara sederhana reaksi kimia dalam proses pembakaran tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:



Agar diperoleh pembakaran yang sempurna perlu diperhatikan:

- Minyak opak ketel harus bersih dari segala kotoran yang sifatnya padat atau cair.
- Minyak dipanasi lebih dahulu sampai suatu suhu tertentu.
- Minyaknya meninggalkan mulut pembakar mempunyai kecepatan yang cukup dan dalam melayang bisa terbakar dan tidak akan mengenai bagian-bagian dinding dapur.
- Udara yang masuk juga mempunyai kecepatan yang cukup dan mempunyai cara penyampuran dengan bahan bakar yang baik sehingga tiap bagian dari minyak bertemu sejumlah udara yang bisa menjamin terjadinya pembakaran yang merata.

5. *Strainer* bahan bakar

Strainer bahan bakar berfungsi untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran agar bahan bakar yang masuk ke dalam pompa dan *Automizer* dalam keadaan bersih dan mencegah kerusakan pada pompa bahan bakar, *Solenoid Valve* dan *Automizer* dari kotoran yang menyumbat. Saringan dipasang pada sisi hisap pompa bahan bakar, karena merupakan saringan minyak, kotoran yang tertampung pada *Strainer* dapat dibuang dengan cara membuka konektor saringan dan mengalirkannya keluar, lakukan kegiatan ini sebulan sekali dan lakukan pemutaran pada ujung *Strainer* sebelum mengoperasikan *Boiler*, karena dapat membantu membersihkan kotoran yang telah mengendap didalam *Strainer*.

6. *Solenoid Valve*

Katup *solenoid* adalah suatu alat yang dipakai untuk membuka dan menutup katup secara elektrik, untuk mengontrol pasokan minyak bahan bakar ke *Main Burner*. Pengapian mungkin akan gagal bila terdapat partikel asing yang berada di dalam katup sehingga mempengaruhi tekanan minyak, akibat tekanan minyak tidak naik dapat menyebabkan kebocoran minyak di dalam ruang bakar, yang bisa berkembang menjadi kegagalan pengapian dan masalah lain yang berkaitan dengan pembakaran. Katup *solenoid* yang digunakan dalam sistem *Pilot* kapasitasnya relatif kecil, katup *solenoid* akan terbuka ketika diaktifkan dan katup *solenoid* digunakan untuk *Pilot Burner* (penyalan awal). Selama pra-pembersihan katup *solenoid* tertutup dan bahan bakar beredar

di pompa bahan bakar. Tekanan minyak terus naik, ketika pembersihan selesai, katup *solenoid* diaktifkan dan terbuka, pembakaran dimulai. Dan lakukan perawatan dan pengecekan terhadap katup *solenoid* sesuai *Manual Instruction Book*.

7. Pompa Bahan Bakar

Pompa bahan bakar yang digunakan dalam *Boiler* merupakan jenis pompa roda gigi, pompa terhubung ke motor dengan kopling dan dioperasikan pada sekitar 3500 rpm untuk mengirim bahan bakar ke mulut *burner*. Pompa bahan bakar menghasilkan tekanan tinggi oleh revolusi rotor dalam dan luar. Rotor yang dimiliki pada pompa, rotor luar dan dalam ini berputar dengan cara menghubungkan permukaan gigi slip satu dengan yang lainnya.

8. *Flame Eye*

Flame Eye adalah sebuah perangkat yang memberikan sinyal ke sirkuit pembakaran dengan mendeteksi api selama pembakaran sedang berlangsung dengan menggunakan lensa fotosensitif. *Flame Eye* tidak dapat mendeteksi cahaya api di dalam tungku bakar ketika terjadi kerusakan atau kaca lensa menghitam akibat adanya jelaga atau kotoran. Kotoran pada lensa tersebut bisa menghentikan pembakaran karena.

9. *FD Fun*

FD Fun adalah suatu alat yang berfungsi untuk memasukan udara bertekanan ke alat pembakaran, dengan cara mengambil udara dari luar dan menghisapnya melalui *Impeller* yang diputar dengan motor. Udara yang bertekanan tinggi tersebut juga bertujuan untuk membuang gas hasil pembakaran sebelumnya dan menggantinya dengan yang baru

menggunakan kecepatan tinggi dan putaran statis dari *Impeller* yang di putar oleh motor. Pembakaran adalah suatu proses pertemuan antara udara dengan bahan bakar yang mendapat suhu tinggi atau api. Pembakaran tidak akan mungkin terjadi tanpa adanya udara.

Boiler bekerja apabila telah dipastikan telah ada air sebagai media yang akan diuapkan dalam pipa air, pada kondisi normal yaitu sekitar 50 mm dibawah batas normal pada *Water Level Gauge*. Ketika akan mengoperasikan *Boiler*, memastikan bahwa *Boiler* dalam keadaan *Local Control Panel* agar lebih aman dalam pengoperasiannya. Saat tombol *start* ditekan maka akan mengaktifkan semua sistem untuk proses pembakaran. Sistem yang pertama kali berjalan adalah sistem udara untuk pembakaran. Sistem udara pembakaran memberikan udara ke *Burner* berdasarkan permintaan dari *Control System*. Aliran udara yang hilang dari *Air Register* diukur dengan sebuah *Differential Pressure Transmitter* yang dirubah kedalam bentuk sinyal ke sebuah sinyal aliran yang digunakan oleh *Control System* untuk *Automatic air/oil Ratio Control*.

Udara pembakaran di berikan secara langsung oleh *FD Fun*. Kipas (*Fan*) ini terpasang pada sebuah *Common Bed Frame* dengan motor, *Inlet Vane* dan *servo-drive unit*. *Impeler* kipas terletak di dalam rumah *spiral* yang terpasang secara langsung pada *Motor Shaft*. Udara yang mengalir ke *Burner* diatur oleh *inlet vanes* yang terpasang pada saluran isap kipas (*Fan*). *Inlet Vanes* diatur oleh sebuah *servo-driven unit* berisikan sebuah *Air Cylinder* dan sebuah *I/P positioner*. Peredam (*Silencer*) dapat dipasang pada sisi isap kipas. Ketika udara telah cukup maka *Ignition Burner* yang di desain secara terpisah yaitu diesel *Oil Burner* dengan *Oil Supply* sistemnya sendiri. Ketika *Burner* telah

dijalankan dan urutan penyalaan telah tercapai, *Ignition Burner* bergerak ke posisinya dalam artian bergerak karena *Air Servo Cylinder*.

Nyala dari *Diesel Oil* karena adanya percikan bunga api antara dua Elektroda yang dihubungkan ke *High Voltage Ignition Transformer*. Setelah proses penyalaan berakhir, *Ignition Burner* dibersihkan dengan udara dan kembali ke posisi semula. *Flame Failure* selama terjadi penyalaan dan dalam posisi *Normal Operation* oleh *Photo Electric Cells* yang terpasang pada *Burner* unit dan sepasang *Amplifier* yang terpasang di dalam *Local Control panel*. Apabila tidak terjadi penyalaan (*Loss of Flame*), *Flame Failure Equipment* akan secara otomatis bekerja dan menghentikan kerja dari *Burner* (*shut down*). Setelah terjadi penyalaan beberapa saat, *Control System* akan mengirimkan perintah pada *Three Way Valve* dan *Automatic Valve* yang menuju ke *Lance* untuk membuka dan aliran *Fuel Oil* mengalir ke *Lance*. *Lance* ini berfungsi sebagai tempat bercampurnya *Steam Automiser* dan *Fuel Oil*. Selanjutnya, dikabutkan melalui *Nozzle* untuk terjadinya proses pembakaran.

Oleh *Flame Scanner* pada *Main Burner* mendeteksi telah adanya nyala api pada ruang pembakaran (*Furnance*), maka *Control System* akan mengirim sinyal pada *Solenoid Valve* untuk menghentikan proses pembakaran secara otomatis pada *Ignition Burner*, yang diikuti *Purging Lance* pada *Ignition Burner* dengan udara bertekanan 7 Bar. Nyala api yang dihasilkan oleh *Main Burner* distabilkan oleh *Swirler/flame Stabiliser* yang berbentuk sudu-sudu. Proses pembakaran akan terus berlangsung sampai menghasilkan uap dengan tekanan yang sesuai settingannya yaitu sebesar 6 Bar. Setelah uap terbentuk, *Pressure Transmitter* akan mengirim sinyal pada *Control System* untuk mematikan semua sistem yang diikuti *Purging* pada *Lance Main Burner*.