

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Korosi

Menurut Kenneth R. Tretheway dan J. Chamberlain (1991), korosi didefinisikan sebagai penurunan mutu logam oleh reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Di kebanyakan situasi praktis gejala ini tidak dapat dicegah, kita hanya dapat berupaya mengendalikannya sehingga struktur atau komponen mempunyai masa pakai lebih panjang. Gejala korosi dan laju penipisan logam sangat bergantung pada lingkungan. Perubahan kecil saja pada lingkungan, yang mungkin akan dialami selama umur struktur, atau setiap kemungkinan harus berhadapan dengan lingkungan ekstrem tertentu yang terjadi selama pembuatan, pendirian atau pemeliharaan.

Sebab-sebab terjadinya semua bentuk korosi adalah sifat elektrokimia. Jika dua logam yang berlainan ditempatkan dalam cairan yang dapat mengalirkan listrik (elektrolit) dan dihubungkan satu dengan yang lain mengalirkan suatu listrik logam yang mulia oleh aliran berubah menjadi persenyawaan logam. Logam juga dapat mengalami korosi setempat karena dalam logam terdapat paduan lain. Semua bentuk korosi tidak hanya terjadi didalam cairan tetapi juga terjadi dalam udara lembab. Proses korosi dipercepat dengan suatu asam dalam air. Baja yang terkena air akan berkarat, sehingga memerlukan suatu lapisan oksida besi yang

dapat mencegahnya. Tetapi jika baja langsung terkena air maka karatnya akan lebih cepat lagi.

Seperti diketahui air mengandung garam-garam natrium klorida seperti garam-garam lainnya, garam inilah yang mengakibatkan korosi tersebut. Kandungan hydrogen diatas dapat dinyatakan PH (kadar keasaman). Bila konsentrasinya lebih 7,0 maka larutannya mempunyai sifat basa (alkalis), bila konsentrasinya kurang dari 7,0 maka larutannya adalah asam dan air laut pada umumnya mempunyai harga PH yang rendah sehingga sangat mudah sekali untuk menimbulkan korosi.

Menurut Kenneth R. Trethewey dan J. Chamberlain(1991), korosi dibedakan menjadi beberapa bentuk, yaitu :

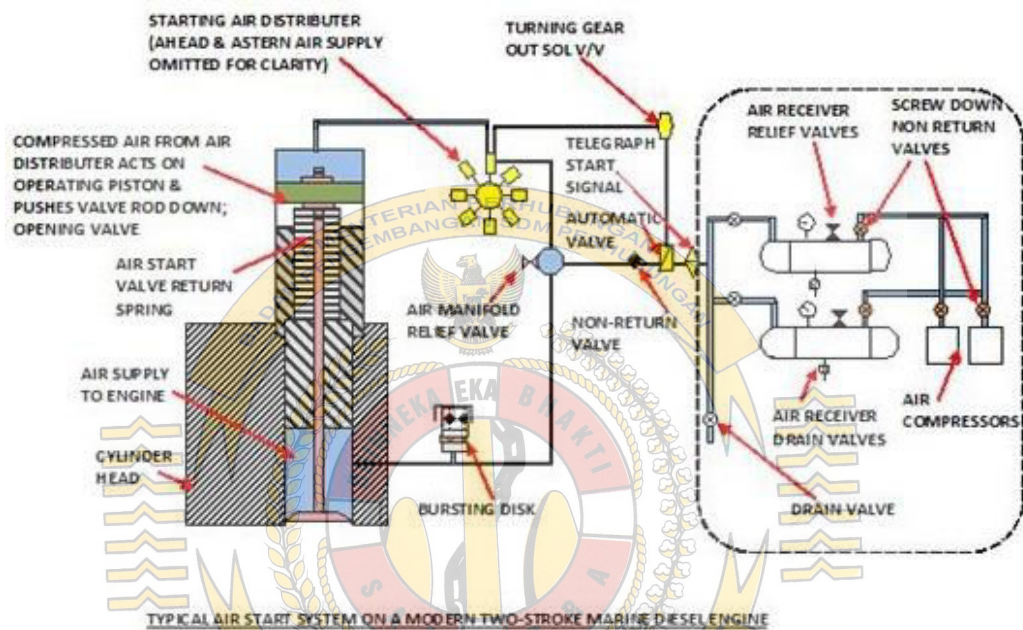
- 1) Korosi bentuk umum (*General Corrosion*)
- 2) Korosi Logam tak sejenis (*Galvanic/ Bimetal Corrosion*)
- 3) Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)
- 4) Korosi Erosi

2. Pengertian Start Awal

Untuk menjalankan motor diesel dibutuhkan tenaga putar pendahulu agar motor diesel dapat menimbulkan pembakaran sendiri sehingga motor dapat terus berputar dengan tenaga sendiri. Tenaga putar pendahulu yang dipakai untuk *start* dapat dilakukan dengan tenaga manusia, tenaga listrik atau tenaga angin. (Sunaryo, Herry, Heryanto dan Triono. 1998).

Pada prinsipnya adalah udara yang bertekanan dialirkan ke ruang bakar sehingga mendorong piston ke bawah secara bergantian sesuai

dengan firing order. Ketika poros engkol pada mesin diesel mulai berputar dan menghasilkan pembakaran maka poros engkol telah digerakkan sendiri oleh tenaga mesin diesel dan pneumatic starting berhenti.



Gambar 2.1 Diagram sistem udara start

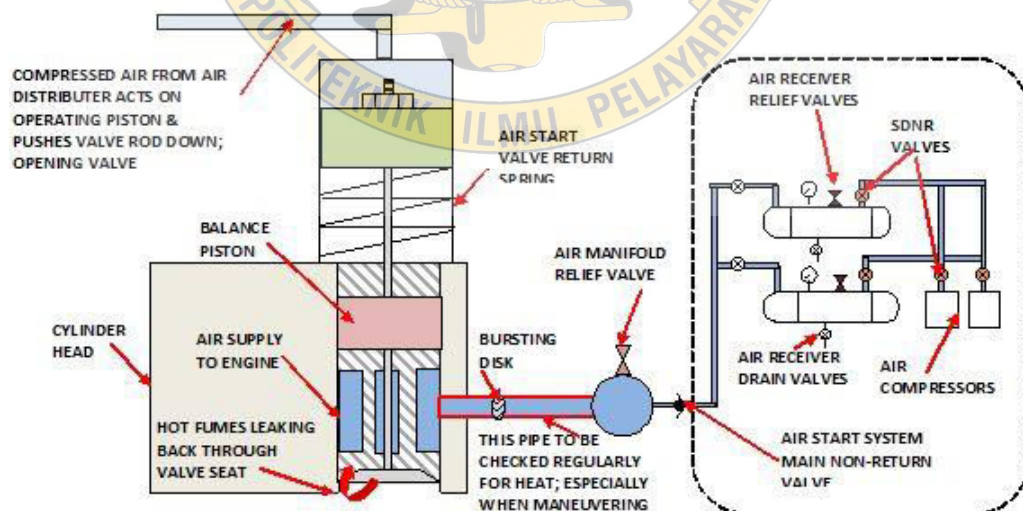
Untuk kesempatan ini penulis mencoba untuk menjelaskan secara lebih lanjut tentang metode starting dengan menggunakan udara bertekanan atau pneumatic starting. Ada beberapa komponen yang akan kita bahas yang berkaitan dengan pneumatic. Pertama adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan udara bertekanan yaitu kompresor. Kompresor yang digunakan biasanya berupa kompresor torak, karena dapat menghasilkan udara dengan tekanan yang sangat tinggi. Dan biasanya untuk mesin diesel besar memerlukan udara dengan tekanan minimal 23 bar yang standby dengan waktu sekitar 5-10 detik. Sehingga

diperlukan kompressor dengan tekanan yang tinggi dan yang paling cocok adalah jenis kompressor torak.

Untuk menyimpan udara bertekanan diperlukan tabung udara dengan kemampuan menahan udara bertekanan tinggi. Pada tabung udara terdiri dari badan tabung, drain valve dan kepala tabung. Pada kepala tabung terdapat main stop valve, safety valve dan auxiliary valve. Safety valve berguna sebagai pengaman jika terjadi tekanan yang melebihi tekanan yang diisyaratkan oleh tabung, maka valve akan otomatis membuka. Main stop valve berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan menuju ke starting valve yang ada pada silinder head. Auxiliary valve dapat digunakan sebagai sistem udara kontrol. Sistem udara kontrol biasanya mempunyai tekanan sekitar 6 bar, sehingga diperlukan air reducer. Starting valve merupakan komponen yang berfungsi sebagai valve tempat keluarnya udara bertekanan 30 bar, sehingga udara dapat menggerakkan piston ke bawah. Starting valve membuka pada saat posisi TDC pada langkah ekspansi di silinder tersebut dan menutup pada sesaat sebelum BDC langkah ekspansi. Membuka dan menutupnya starting valve diatur oleh suatu alat yang disebut dengan air starting distributor. Air starting distributor mempunyai satu inputan udara bertekanan 6 bar dengan satu valve otomatis yang disebut starting air control valve dan beberapa keluaran udara bertekanan tergantung pada jumlah silinder pada mesin diesel.

Starting valve terdiri dari katup utama, piston, bushing dan spring yang merupakan komponen utama dari air starting valve. Katup utama akan membuka jika udara kontrol menekan piston sehingga valve terbuka dan udara bertekanan 30 bar masuk ke ruang bakar menekan piston. Hal tersebut berlangsung berurutan sesuai dengan urutan firing order sampai terjadi pembakaran di ruang bakar. Setelah terjadi pembakaran di ruang bakar maka starting air control valve akan berhenti bekerja dan semua starting valve akan menutup.

Menurut (Sunaryo Herry, Heryanto dan Triono. 1998). Untuk menjalankan motor diesel dibutuhkan tenaga putar pendahulu agar motor diesel dapat menimbulkan pembakaran sendiri sehingga motor dapat terus sendiri. Tenaga putar pendahulu yang dipakai untuk *start* dapat dilakukan dengan tenaga manusia, tenaga listrik atau tenaga angin.



TYPICAL AIR START SYSTEM ON A MODERN TWO-STROKE MARINE DIESEL ENGINES SHOWING LEAKING AIR START VALVE & SAFETY DEVICES AGAINST EXPLOSION

Drawn by Willie Scott 07/11/2011

Gambar 2.2 Cara kerja udara start

3. Komponen-komponen Sistem Instalasi Udara Pejalan

Komponen – komponen yang terdapat pada sistem instalasi udara pejalan, yaitu :

a. Kompresor Udara

Kompresor udara adalah suatu pesawat bantu di atas kapal yang digunakan untuk menghasilkan udara bersih bertekanan yang di simpan dalam *air reservoir*. Udara bertekanan ini digunakan untuk keperluan start awal pada mesin induk dan keperluan pengoperasian kapal lainnya.

b. Botol Angin (*air reservoir*)

Air reservoir adalah suatu tabung atau bejana untuk menampung udara bertekanan yang digunakan untuk menjalankan mesin induk dan keperluan pengoperasian kapal lainnya

c. *Main Pipe for Starting Valve*

Main pipe for starting air adalah suatu pipa induk yang berfungsi sebagai tempat penyaluran udara start mesin induk.

d. *Main Starting Valve*

Main starting valve adalah katub udara utama sebelum udara mencapai *air starting valve* pada *silinder head* untuk *start* mesin induk.

e. *Air Distributor Valve*

Air distributor valve adalah katup pembagi udara pejalan bertekanan ke setiap silinder untuk membuka katup pada *air starting valve* *silinder head* agar udara pejalan bertekanan dapat masuk ke dalam

silinder dan menekan piston

f. *Air Starting Valve*

Air starting valve adalah salah satu komponen pendukung dari sistem instalasi udara start yang berfungsi sebagai tempat penyaluran udara bertekanan yang masuk ke dalam silinder untuk menekan piston ke Titik Mati Bawah (TMB) pada *start* awal mesin induk.



Gambar 2.3 Air Starting Valve

4. Instalasi Sistem Udara Start

Sistem udara start pada umumnya digunakan pada mesin diesel putaran rendah. Udara *start* memiliki dua buah kompresor udara (*air compressor*) yang digunakan oleh tenaga penggerak berupa motor listrik atau motor bakar dan berfungsi sebagai penghasil udara bertekanan, agar dapat menampung udara lebih banyak untuk kebutuhan *start* mesin dan keperluan lainnya. Udara tersebut akan ditampung dalam *air reservoir* yang terdiri dari botol angin (*air reservoir*) no.1 dan no.2. Tekanan udara yang berada dalam *air reservoir* memiliki batas tekanan maksimal untuk keamanan sebesar 28-30 kg/cm² (27,63 - 29,60 bar). Batas minimal sebesar 18 – 20

kg/cm^2 (17,76 – 19,73).Setelah *main valve* pada *air reservoir* dibuka maka udara tersebut akan di teruskan dan *stand by* pada *main air starting valve* sebesar 28-30 kg/cm^2 (27,63 -29,60 bar) melalui *air filter*. (Van Maanen, p., 1983)

Udara pada *main air starting* akan menuju ke kontrol *main air starting valve* melalui *air regulating valve* untuk diturunkan tekananya hingga 7 kg/cm^2 (6,90 bar) untuk mengatur pembukaan *main air starting valve* pada *start* awal, kontrol *main air starting valve* dapat dikontrol di ruang panel kontrol (kontrol jarak jauh) dan juga pada hendel *start* mesin itu sendiri (secara manual). Pada saat kontrol *main air starting valve* membuka, maka udara sebesar 7 kg/cm^2 (6,90 bar) akan membuka *main air starting valve*, maka udara yang bertekanan 28 – 30 kg/cm^2 (27,63 -29,60 bar). (Van Maanen, p., 1983). akan masuk kedalam *air starting valve* pada setiap silinder (*stand by*) dan pada saat yang bersamaan udara yang bertekanan tersebut akan masuk ke *turning gear interlock valve* melalui *air regulating valve* dan *air filter* untuk memisahkan udara dari kandungan air. Udara tersebut akan diteruskan ke dalam *starting air distributor*.

Pada *starting air distributor* terdapat *cam starting air distributor* yang dipasang satu *poros* dengan *cam shaft* mesin itu sendiri untuk mengatur pembukaan *starting air distributor valve*. *Starting air distributor valve* akan membuka akibat tekanan udara

dari *main air starting valve* saat berada pada posisi *cam starting air distributor* yang rendah.

Udara tersebut akan di bagi ke bagian atas piston *air starting valve* yang berada disetiap kepala silinder, sehingga piston pada *starting air valve* akan mendorong *starting valve* untuk membuka sesuai dengan *firing order*. Udara sebesar 28-30 kg/cm² (27,63 - 29,60 bar) yang tadinya sudah *stand by* pada *starting air valve* dapat masuk kedalam silinder dan menekan piston pada silinder yang sedang melakukan langkah usaha dari titik mati atas (TMA) menuju ke titik mati bawah (TMB) kemudian akan disusul oleh silinder lain hingga salah satu silinder dapat menghasilkan langkah usaha. (Knak, Christen, 1979).

5. Pengertian Dasar *Starting Valve*

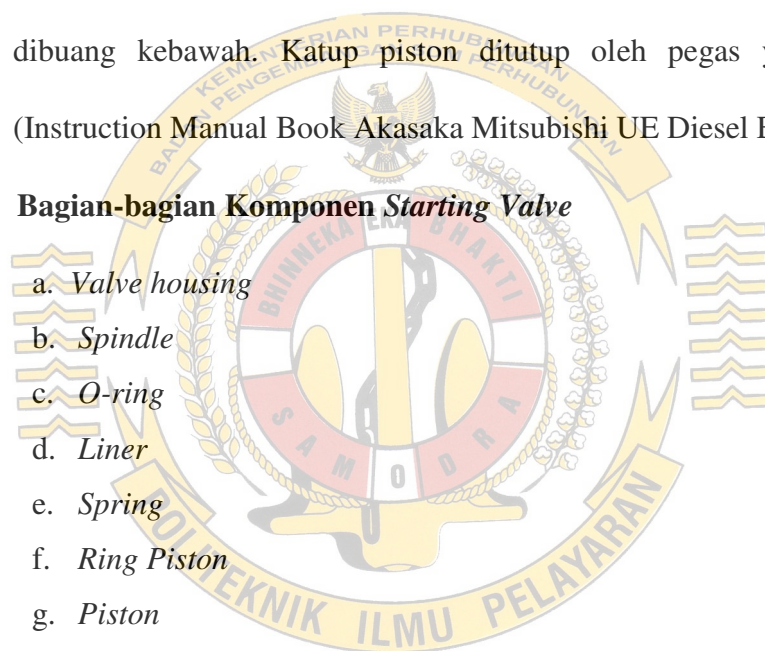
Pengertian dasar *starting valve* adalah katub yang berfungsi memasukan udara *start* yang pertama. Bila motor di *start* maka udara penggerak masuk dan menekan piringan katup dan juga pada sisi bawah dari torak keseimbangan, torak tersebut tertekan rapat dalam rumah katup dengan bantuan pegas torak. Kedua gaya-gaya saling menghapus, katup tertutup oleh pegas. Untuk membuka katup maka pada waktu yang tepat udara penggerak masuk dan menekan torak yang ada pada batang katup oleh karena gaya torak, maka katup *start* terbuka dan udara *start* menekan.

Setelah proses *start awal* mesin induk selesai katup, udara *start* atau *starting air valve* dibebaskan dari udara tekanan dan akan

menutup secara otomatis akibat adanya tekanan dari pegas atau pada katup tersebut (P. Van Maanen, 1990).

Starting valve berfungsi mengontrol *start* mesin, katup dibuka dan ditutup oleh pengontrol pengiriman udara dari katup pengontrolan udara. Katup ditekan kebawah oleh tekanan pengiriman control yang terbuka dari pemasukan udara *start* dan masuk kedalam silinder melewati katup uap dan tempat katup, setelah udara control dibuang kebawah. Katup piston ditutup oleh pegas yang kuat. (Instruction Manual Book Akasaka Mitsubishi UE Diesel Engine).

6. Bagian-bagian Komponen *Starting Valve*

- 
- a. *Valve housing*
 - b. *Spindle*
 - c. *O-ring*
 - d. *Liner*
 - e. *Spring*
 - f. *Ring Piston*
 - g. *Piston*
 - h. *Washer*
 - i. *Nut*
 - j. *Cover*
 - k. *Screw*
 - l. *Gasket*
 - m. *Distance Pipe*

7. Pengertian *fault tree analysis*

Teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem dengan memakai FT (*Fault Tree*) yang diperkenalkan pertama kali pada tahun 1962 oleh H. S. Watson di *Bell Telephone Laboratories* dalam

kaitannya dengan studi tentang evaluasi keselamatan sistem peluncuran *minuteman misile* antar benua. (Priyanta 2000 : 17)

Fault tree analysis adalah metode analisa dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undersired event* terjadi sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undersired event* tersebut. (Kritiansen, 2005 : 225)

FTA adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu resiko yang berperan langsung terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan yang mengarah pada satu kejadian berbeda dengan lainnya. Pada *fault tree analysis*, *undiserd event* yang akan dianalisa disebut juga *top event* kemudian merinci sebab-sebab suatu *top event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*).

FTA merupakan metode yang efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. *Fault tree analysis* mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi.

Konstruksi dari FTA meliputi gerbang logika yaitu gerbang *AND* dan gerbang *OR*. Setiap kegagalan yang terjadi dapat digambarkan ke dalam suatu bentuk pohon analisa kegagalan dengan memindahkan komponen kegagalan ke dalam bentuk simbol (*logic transfer components*) dan FTA. (Cheng Kuo,2007 : 103)

Kegagalan yang ada pada sistem bisa disebabkan kegagalan pada komponennya, kegagalan pada manusia yang mengoperasikannya atau disebut juga *human error*, dan kejadian di luar sistem yang dapat mengarah pada terjadinya *undesired event*. *Fault tree* dibangun berdasarkan pada salah satu *undesired event* yang dapat terjadi pada sistem. Hanya bagian-bagian tertentu dari sistem yang berhubungan beserta kegagalan-kegagalan yang ada, yang digunakan untuk membangun *fault tree*. Pada satu sistem bisa terdapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing *undesired event* mempunyai representasi *fault tree* yang berbeda-beda yang disebabkan faktor-faktor atau bagian-bagian sistem dan kegagalan yang mengarah pada satu kejadian berbeda dengan lainnya. Pada *fault tree*, *undesired event* yang akan dianalisa disebut juga *top event*.

a. Kelebihan dan kekurangan metode *fault tree analysis*

1). Kelebihan

- a). Dalam kasus sebuah sistem yang kompleks pohon kesalahan memberikan cara yang baik dan logis untuk mengintegrasikan berbagai penyebab. Konstruksi diagram pohon dapat menentukan probabilitas nilai-nilai dan membantu memberikan pemahaman yang lebih baik dari suatu sistem.
- b). Pohon kesalahan dapat digunakan untuk melakukan analisis sensitivitas sehingga perbedaan dari berbagai penyebab dapat

dibandingkan, dampak terhadap keseluruhan sistem dengan menganalisa perubahan tersebut dengan kemungkinan nilai. (Cheng Kuo, 2007: 227)

2). Kekurangan

- a). Pengalaman dan pengetahuan yang banyak diperlukan untuk membuat bangunan pohon yang tepat. Kesalahan memasukkan sebuah masukan dapat menyebabkan memberikan hasil yang tidak benar
- b). Sulit untuk memilih gerbang logika yang paling tepat di saluran penghubung dan hal ini dapat menimbulkan secara luas variasi-variasi nilai yang dihasilkan. (Cheng Kuo, 2007: 227)

b. Prinsip kerja metode *fault tree analysis*

- 1) Prinsip kerja metode *fault tree analysis* menurut Kristiansen (2005: 227), adalah : Kegagalan sistem / kecelakaan
- 2). *Fault tree analysis* terdiri dari urutan peristiwa yang mengarah kepada kegagalan system / kecelakaan
- 3) Membuat urutan peristiwa dengan menggunakan gerbang logika “AND” atau “OR” atau gerbang logika lainnya.
- 4) Kejadian di atas dan semua peristiwa terdapat beberapa penyebab dan ditandakan dengan persegi panjang dan kejadian yang dijelaskan di persegi panjang.
- 5). Akhir dari peristiwa mengarah pada dimana tingkat kegagalan data yang memungkinkan, ini adalah penyebab utama yang dilambangkan lingkaran dan merupakan keputusan untuk membatasi metode ini.

c. Simbol dan istilah dalam metode *fault tree analysis*

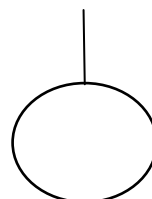
Simbol-simbol yang digunakan adalah simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol transfer, berikut adalah bentuk simbol dan pengertian dari tiap-tiap simbol, baik simbol kejadian, simbol *transfer* dan simbol gerbang yang digunakan pada metode *fault tree analysis* menurut Kristiansen (2005: 227), adalah :

1). Simbol kejadian

Simbol kejadian adalah simbol-simbol yang berisi keterangan kejadian pada sistem yang ada pada suatu proses terjadinya *top event*.

Terdapat 5 simbol yaitu :

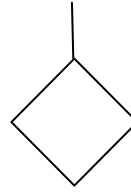
- a) *Basic event/primary event*



Gambar 2.5 *Basic event*

Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan *basic event* atau *primary event* atau kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya.

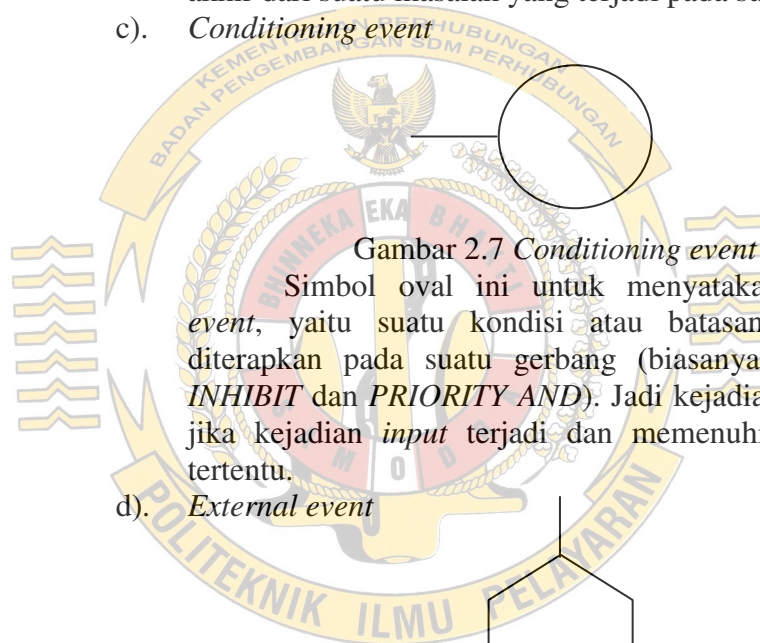
b). *Undeveloped event*



Gambar 2.6 *Undeveloped event*

Simbol *diamond* ini digunakan untuk menyatakan *undeveloped event* atau kejadian tidak yang tidak dapat lagi berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya lagi baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya sehingga menjadi suatu kejadian akhir dari suatu masalah yang terjadi pada suatu penelitian.

c). *Conditioning event*



Gambar 2.7 *Conditioning event*

Simbol oval ini untuk menyatakan *conditioning event*, yaitu suatu kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang *INHIBIT* dan *PRIORITY AND*). Jadi kejadian *output* terjadi jika kejadian *input* terjadi dan memenuhi suatu kondisi tertentu.

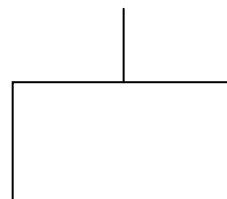
d). *External event*



Gambar 2.8 *External event*

Simbol rumah digunakan untuk menyatakan *external event* yaitu kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.

e). *Intermediate event*

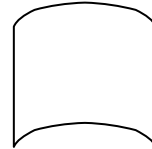


Gambar 2.9 *Intermediate event*

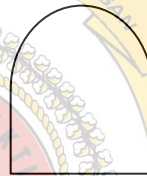
Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian *input* gagal yang masuk ke gerbang.

2). Simbol gerbang

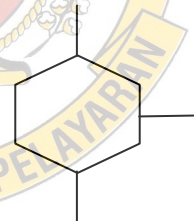
Simbol gerbang dipakai untuk menunjukkan hubungan diantara kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output* dengan kata lain, kejadian *output* disebabkan oleh kejadian *input* yang salingberhubungan dengan cara-cara tertentu pada sebuah proses suatu sistem.

a). Gerbang *OR*Gambar 2.10 Gerbang *OR*

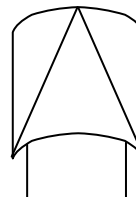
Gerbang *OR* dipakai untuk menunjukkan bahwa kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan *input*nya terjadi.

b). Gerbang *AND*Gambar 2.11 Gerbang *AND*

Gerbang *AND* digunakan untuk menunjukkan kejadian *output* muncul hanya jika semua *input* terjadi.

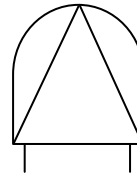
c). Gerbang *INHIBIT*Gambar2.12 *INHIBIT*

Gerbang *INHIBIT*, dilambangkan dengan segi enam, merupakan kasus khusus dari gerbang *AND*. *Output* disebabkan oleh satu *input*, tetapi juga harus memenuhi kondisi tertentu sebelum *input* dapat menghasilkan *output*.

d). Gerbang *EXCLUSIVE OR*Gambar 2.13 *EXCLUSIVE OR*

Gerbang *EXCLUSIVE OR* adalah gerbang *OR* dengan kasus tertentu, yaitu kejadian *output* muncul jika satu kejadian ikut muncul.

e). Gerbang *PRIORITY AND*



Gambar 2.14 *Priority-And*

Gerbang *PRIORITY AND* adalah gerbang *AND* dengan syarat dimana kejadian *output* muncul hanya jika semua kejadian *input* muncul dengan urutan tertentu.

3). Simbol *transfer*

a). *Triangle-in*



Gambar 2.15 *Triangle-in*

Triangle-in atau *transfers-in*, titik dimana *sub-fault tree* bisa dimulai sebagai kelanjutan pada *transfers out*.

b). *Triangle out*

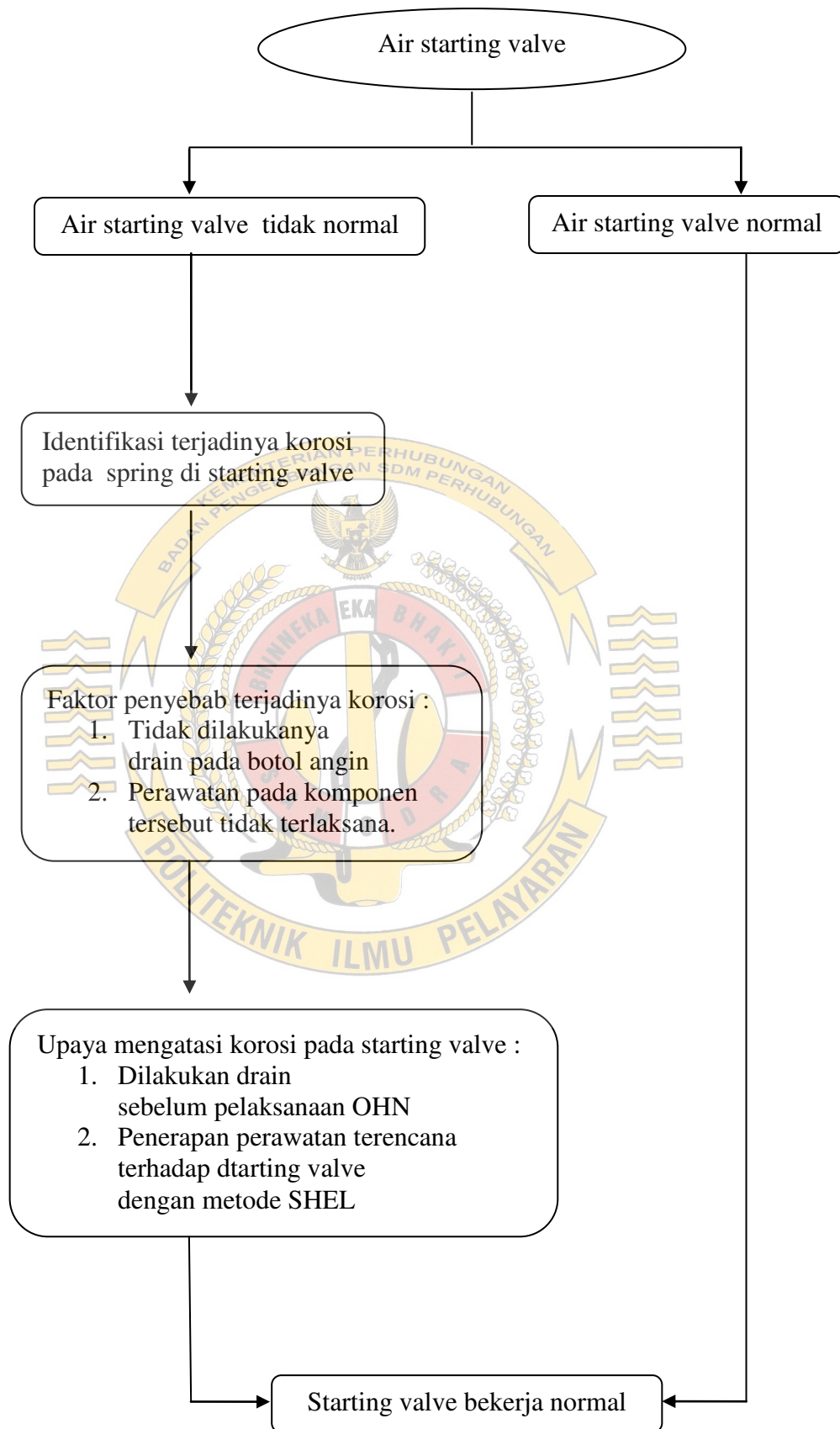


Gambar 2.16 *Triangle-out*

Triangle-out atau *transfers out*, titik dimana *fault tree* dipecah menjadi *sub-fault tree*.

B. Kerangka pikir penelitian

Dalam hal ini penulis akan memaparkan beberapa kerangka pikir secara bagan alur penyebab kerja *air starting valve* yang tidak normal dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan yang telah dibuat. Adapun diagram alur dapat dilihat pada gambar diagram alur 1 dibawah ini



Gambar 2.17 Kerangka Pikir Penelitian