KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN *STARTING AIR SYSTEM MAIN ENGINE* DALAM PENGOPERASIAN KAPAL MV.MERATUS PEKANBARU

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program Studi Teknologi Nautika
(Diklat Pelaut Tingkat III Pembetukan)

I'TIROOF ALHADIST
NIT.123303191065
AHLI TEKNIKA TINGKAT III

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI NAUTIKA (DIKLAT PELAUT TINGKAT III PEMBENTUKAN) POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT
TAHUN 2023

	POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT	No. Dokumen	: FR-PRODI-N-25	Lloyd's Register LRQA
		Tgl. Ditetapkan	: 03/01/2022	
		Tgl. Revisi	: -	
		Tgl. Diberlakukan	: 03/01/2022	

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I'TIROOF AL-HADIST

NIT : 123303191065

Program Studi : Diploma III Teknologi Nautika

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan

Judul : Analisis Penyebab Kegagalan *Starting Air System Main Engine* Dalam Pengoperasian Kapal MV. Meratus Pekanbaru

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.

Padang Pariaman, Oktober 2023

(I'TIROOOF AH-HADIST)

POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT	No. Dokumen	: FR-PRODI-TN-25	Lloyd's Register LRQA
	Tgl. Ditetapkan	: 03/01/2022	
	Tgl. Revisi	: -	
	Tgl. Diberlakukan	: 03/01/2022	

PENGESAHAN
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN *STARTING AIR SYSTEM MAIN ENGINE* DALAM PENGOPERASIAN KAPAL MV. MERATUS PEKANBARU

Disusun Oleh:

NAMA : I'ITIROF ALHADIST

NIT : 123303191065

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI NAUTIKA

Telah dipertahankan di depan penguji Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Sumatera Barat

Pada tanggal,

Menyetujui:

Penguji I	Penguji II
(Syamsyir, S.T., M.T., M.Mar.E)	(M. Kurniawan, M.Pd.I)
NIP. 19710703 199303 1 003	NIDN. 4210048801

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknologi Nautika

(Syamsyir, S.T., M.T., M.Mar.E)
NIP. 19710703 199303 1 003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang mana telah memberikan rahmat dan karunia-nya pada saya sehingga saya dapat menyelesaikan karya ilmia ini.dengan judul Analisis Penyebab Kegagagalan *Starting Air System Main Engine* Dalam Pengoperasian Kapal MV. Meratus pekanbaru. Dengan ini dapat memberikan informasi tentang penyebab system pendingin pada main engine tidak berjalan dengan baik atau yang lebih memberikan penerapan sistem pendingin yang baik dan benar.

Harapan saya dapat memberikan informasi ini kepada semua orang tentang penyebab kegagalan *starting air sistem main engine* dalam pengoperasian kapal MV. Meratus Pekanbaru. Saya menyadari karya ilmiah ini belum sempurna, karena itu merikan kritik dan saran hingga saya dapat membangun karya ilmia yang lebih baik lagi.

Akhir kata saya ucapkan terima kasih kepada semua pihak,artikel dan buku pedoman yang telah membantu sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan,antara lain kepada:

1. Bapak Dr.H Irwan S.H., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
2. Bapak Syamsyir, S.T., M.T., M.Mar.E selaku Ketua Prodi Jurusan Teknologi Nautika Politeknik Pelayaran Sumatera Barat
3. Bapak Dr.Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi Karya Ilmiah Terapan atas arahan dan bimbingannya.
4. Bapak Edi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T selaku pembimbing Metodologi Penelitian yang telah meluangkan waktunya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Sumatera Barat yang telah memberikan ilmu kepada taruna selama menempuh pendidikan di Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
6. Prusahaan PT. Meratus Line yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan praktek laut serta membantu penulisan Karya Ilmiah ini.

7. Kedua orang tua saya tercinta yakni Bapak Johny Irwan dan Ibu Aptiska yang telah meluangkan waktunya.

Demikian,semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat peningkatkan keselamatan pelayaran.

Padang Pariaman, Agustus 2023

I'ITIROF ALHADIST
NIT : 123303191065

ABSTRAK

I'ITIROF AL-HADIST. **Analisis Penyebab Kegagagalan *Starting Air System Main Engine* Dalam Pengoperasian Kapal MV. Meratus pekanbaru**. Dibimbing oleh Dr. Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E dan Edi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T.

Sistim udara pejalan di atas kapal dihasilkan oleh mesin bantu yang disebut kompresor yang memakai tenaga listrik dari generator. Udara yang dihasilkan oleh kompresor diteruskan kebotol angin *Air Reservoir*. Salah satu komponen yang terdapat pada *system* udara pejalan adalah kurangnya tekanan udara dari bejana udara yaitu udara dibawah tekanan 17 bar sehingga udara yang disuply dari botol angin tidak mampu menekan piston ke bawah. Kurangnya angin di dalam botol karena kerusakan pada salah satu komponen dari kompresor sehingga hanya satu kompresor yang bekerja dan membuat pengisian pada botol angin melambat.

Metode yang dilakuakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif. Laporan penilitian akan berisi kutipan-kutipan data untuk member gambaran penyajian laporan, data tersebut berasal dari naskah wawancara, catatan lapangan, foto, dokumen pribadi, catatan atau memo dan dokumen resmi lainnya.

Hasil penelitian sebaiknya dilakukan perawatan secara rutin sesuai jadwal PMS (*Plan Maintenance System*) guna untuk memperpanjang usia pakai mesin penggerak utama, untuk menjamin daya guna dan hasil guna untuk menjamin kesiapan operasi, untuk menjamin biaya perawatan yang serendah-rendahnya, menjaga agar tidak terjadinya kecelakaan dan kerusakan yang lebih parah. Memiliki rasa tanggung jawab dan kepedulian saat berkerja, apabila terjadi kerusakan segera melakukan perbaikan.

Kata kunci: *Starting air system*, *air starting valve*, *fishbone,* korosi/*corrosion.*

ABSTRACK

I'ITIROF ALHADIST. ***Analysis Of The Caus Of Failure Starting Air System Main Engine In Ship Operation*** **MV. Meratus Pekanbaru.** *Supervised by* Dr. Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E and Edi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T.

The walking air system on board is generated by the so-called auxiliary engine compressor that uses electricity from a generator. Generated air by the compressor is forwarted to the air reservior ait bottle. One component contained in the pedestrian air system is the lack of air pressure from air vessel, namely air under a pressure of 17 kg/ 17 bar so that the air is supply from the air bottle is not able to push the piston down. Lack of air in the bottle due to damage to one of the components of the compressor so that only one compressor works and makes the filling of the bottle the wind slows down.

The method used in this research uses descriptive qualitative research methods. The research report will contain excerpts of data to provide an overview of the report presentation, the data comes from interview manuscripts, field notes, photos, personal documents, notes or memos and other official documents.

The results of the study should be carried out routinely according to thePMS (Plan Maintenance System) schedule in order to extend the service life of theprime mover engine, to ensure the usability and results to ensure operational readiness, to ensure the lowest possible maintenance costs, to prevent accidents. and more serious damage. Have a sense of responsibility and care when working, if there is damage immediately make repairs.

Keywords*: Starting air system, starting air valve, fishbobe, corrosion.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **iv**

ABSTRAK ..... **vi**

ABSTRACT ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **viii**

DAFTAR TABEL ..... **x**

DAFTAR GAMBAR ..... **xi**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**

DAFTAR SINGKATAN ..... **xiii**

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Review Penelitian Sebelumnya 6

2.2 Landasan Teori 7

2.3 Kerangka Penelitian 16

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian 17

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 18

3.3 Sumber Data 19

3.4 Pemilihan Informan 20

3.5 Teknik Pengumpulan Data 21

3.6 Instrumen Penelitian 23

3.7 Teknik Analisis Data 24

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian 27

4.2 Hasil Penelitian 28

4.2.1 Penyajian Data 29

4.2.1 Analisis Data 33

4.3 Pembahasan 35

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan 42

5.2 Saran 43

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Informan Kunci 19

Tabel 4.1 Analisis Data 29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Air compressor* 8

Gambar 2.2 *Seperator* 8

Gambar 2.3 *Main air receiver* 9

Gambar 2.4 *Main starting valve* 9

Gambar 2.5 *Air starting valve* 10

Gambar 2.6 Sistem Udara Pejalan 12

Gambar 4.1 MV. Meratus Pekanbaru 24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Draft Wawancara

Lampiran 2. Wawancara

Lampiran 3. Lembar Observasi Pelaksanaan Praktek Laut

Lampiran 4. Hasil Lembaran Observasi Praktek Laut

Lampiran 5. Gambar kapal MV. Meratus Pekanbaru

Lampiran 6. Ship Particular

Lampiran 7. *Crew List*

Lampiran 8. Komponen Piston

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti
MT	: Motor Tanker
PRALA	: Praktek Laut
PMS	: *Plane Maintenance System*
KKM	: Kepala Kamar Mesin
MV	: Motor Vessel
SOP	: *Standart Operational Procedure*
KBBI	: Kamus Besar Bahasa Indonesia

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia transportasi maupun perdagangan di laut, kapal adalah sarana transportasi yang sangat penting, karena kapal merupakan alat transportasi yang dapat mengangkut barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan jumlah yang besar, dan juga kapal dapat menempuh jarak yang jauh dan dengan biaya yang relatif murah.

Mesin *diesel* juga di gunakan sebagai mesin penggerak utama di atas kapal. Motor *diesel* di atas kapal sangat penting, dimana motor *diesel* dalam pengoperasiannya ditujukan untuk melancarakan operasional dalam pelayaran dan salah satu faktor yang menjadi penunjang untuk memulai beroperasinya suatu mesin diesel adalah udara. Dikarenakan udara merupakan langkah awal untuk memulai atau menghidupkan mesin *diesel* tersebut.

Berdasarkan permasalahan dan kendala yang di alami peneliti sewaktu melaksanakan praktek laut selama kurang lebih 1 tahun di kapal MV. Meratus Pekanbaru tepatnya pada tanggal 19 Juli 2022, setelah kapal menyelesaikan proses *loading* muatan, dan akan berangkat menuju Makassar. Mesin induk tidak dapat di *start* ketika udara penjalan telah di *supply* dari botol angin dan disaat kapal dalam keadaan lepas sandar dan akan dilakuan *test engine* dan kemudian melakukan *maneuver*. Hal ini menggangu *maneuver* kapal sehingga *Chief Engineer* mengambil keputusan untuk menunda proses *maneuver* dan melaksanakan perbaikan dengan segera.

Udara pejalan di MV. Meratus Pekanbaru secara umumnya yaitu udara bertekanan dialirkan dari tabung udara, dan selanjutnya menuju *distributor*

valve menggerakan *plunyer* untuk bekerja, maka udara ini langsung menekan piston melalui *air starting valve* di *cylinder head*. Jadi udara tersebut melaksanakan kerja *parallel*, di samping mengatur ke *distributor valve* sekaligus juga untuk udara *start* mendorong *piston air starting valve* pada tekanan 7Bar untuk membuka katup agar udara bertekanan dapat masuk ke dalam ruang pembakaran.

Ketika katup di botol angin dibuka penuh, maka udara akan keluar ke *main starting valve*. Setelah udara tersebut direduksi, tekanannya mencapai 9-10 (sembilan sampai sepuluh) bar. Bila *handle start* ditekan ke bawah, maka udara keluar dari *system* sebagian masuk ke *distributor valve* dan sebagian lagi ke *cylinder head air starting valve*. Udara start diatur oleh *distributor valve* dengan tekanan sepuluh bar yang mana bekerja pada proses *expansi* hanya ada satu silinder yang bekerja.

Berdasarkan uraian di atas peneliti melihat bahwa sistem udara penjalan di kapal menjadi faktor yang sangat berpengaruh untuk mendukung kelancaran pengoperasian mesin induk di kapal, dan peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul **"Analisis Penyebab Kegagagalan *Starting Air System Main Engine* Dalam Pengoperasian Kapal MV. Meratus pekanbaru".**

1.2 Rumusan Masalah

Dengan mencermati latar belakang dan judul yang sudah ada dapat diambil rumusan yang berisi tentang berbagai upaya yang berhubungan dengan masalah yang timbul di pembahasan, maka saya selaku penulis merumuskan masalah yang meliputi:

a. Apa faktor yang menyebabkan kegagagalan *starting air system main*

engine dalampengoperasian kapal MV. Meratus Pekanbaru ?

b. Apa dampak yang diakibatkan dari kegagagalan *starting air system mainengine* dalam pengoperasian kapal MV. Meratus Pekanbaru ?

c. Bagaimana mengatasi jika terjadi kegagagalan *starting air system main engine* dalam pengoperasian kapal MV. Meratus Pekanbaru ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan menelaah latar belakang rumusan masalah tersebut di atas,maka dapatlah kiranya diketahui apa yang menjadi tujuan dan kegunaan dari penyusunan karya ilmiah terapan ini adalah:

a. Untuk mengetahui penyebab kegagagalan *starting air system main engine* dalampengoperasian kapal MV.Meratus Pekanbaru.

b. Untuk mengetahui dampak yang diakibatkan dari kegagagalan *starting air system main engine* dalam pengoperasian kapal MV.Meratus Pekanbaru.

c. Untuk mengetahui cara mengatasi jika terjadi kegagagalan *starting air system main engine* dalam pengoperasian kapal MV.Meratus Pekanbaru.

1.4 Manfaat Penelitian

a. Bagi taruna

Sebagai manfaat praktis untuk pengetahuan sebelum melakukan praktek laut, sehingga dapat menambah wawasan pembaca tentang kegagagalan starting air system main engine dalam pengoperasian kapal x dan bagaimana cara mengatasi jika terjadinya kegagagalan *starting air system main engine* dalam pengoperasian kapal MV. Meratus Pekanbaru.

b. Bagi *crew* kapal

Sebagai bahan masukan kepada pihak-pihak terkait di atas kapal seperti *Chief Enginer, Masinis, Crew* dan *Cadet* tentang penyebab

kegagagalan *starting air system main engine* dalam pengoperasian kapal MV. Meratus Pekanbaru.

c. Bagi perusahaan

Menjadi salah satu acuan bagi para perusahaan, sehingga mengetahui penyebab dan cara mengatasi jika *starting air system main engine* tidak berfungsi dengan baik.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Review Penelitian Sebelumnya

Referensi sangat dibutuhkan sebagai pedoman dasar teori dari berbagai penelitian sebelumnya sehingga dapat dijadikan sebagai pendukung dari penelitian yang akan dibahas dalam Karya Ilmiah Terapan ini. Referensi dari penelitian sebelumnya memiliki perbedaan yang signifikan dari apa yang dibahasa didalamnya. Berikut penelitian sebelumnya yang penulis ambil untuk dijadikan referensi Karya Ilmiah Terapan ini.

Penelitian Adila Arif Mohammad Noor, pada tahun 2019 tentang identifikasi kegagalan udara pejalan mesin induk MT. Ontari. Sampel penelitian ini adalah masinis MT. Ontari Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan kegagalan start mesin induk MT. ONTARI. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil yaitu faktor yang menyebabkan kegagalan start mesin induk MT. Ontari adalah katup udara pejalan macet, karena katup udara pejalan berperan penting dalam proses start awal untuk menjalankan mesin induk sebagai jalan masuk udara pejalan ke dalam silinder. Dampak yang ditimbulkan pada kegagalan start mesin induk MT. Ontari adalah menyebabkan keselamatan kapal, kru kapal dan juga merugikan perusahaan karena tidak beroperasinya kapal. Upaya yang dilakukan untuk menanggulangi kerusakan adalah dengan cara, melakukan perawatan sesuai dengan *plan maintenance system* (PMS), serta melakukan pemeriksaan pada starting air valve sesuai dengan manual book yang berada dikapal, dengan melakukan *overhoul* untuk mengembalikan kondisi pada

starting air valve, melumuri *starting air valve* dengan *grease* atau oli, untuk menghindari terjadinya korosi pada *starting air valve.*

Penelitian Zoca Luis Mamusung, pada tahun 2020 tentang analisis kegagalan start pada starting air system main engine MT. PARLA. Sampel penelitian ini adalah para masinis di kapal MT. PARLA Hasil penelitian ini menunjukan kurangnya perawatan berkala pada *Compressor* sehingga menyebabkan kegagalan start pada *starting air system main engine*. Faktor kegagalan yang menyebabkan kegagalan start pada *starting air system main engine* adalah katup udara pejalan yang macet, karena katup udara pejalan berperan penting dalam proses start awal untuk menjalankan mesin induk, sebagai jalan masuk udara pejalan ke dalam silinder. Dampak yang ditimbulkan pada kegagalan start mesin induk MT.PERLA adalah membahayakan keselamatan kapal, kru kapal dan juga merugikan perusahaan karena tidak beroperasinya kapal (*offhire*). Mengadakan *engine crew morning meeting* untuk membicarakan pentingnya melakukan perawatan sesuai dengan *manual book*, melaksanakan jadwal perawatan sesuai *Planned Maintenance system* (PMS) dan melakukan upaya pencegahan korosi seperti melumasi starting air dengan oli atau grease dan melakukan *drain* (cerat) pada bejana udara setiap empat jam sekali.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Rizka Perdana Pendrianto, telah melakukan penelitian pada tahun 2021, tentang analisis tidak berfungsinya main starting air valve pada kinerja mesin induk di MV. Oriental Galaxy. Berdasarkan penelitian tersebut menunjukan kurangnya PMS (*Planned Maintenance System*) sehingga menyebabkan tidak berfungsinya main starting air valve pada kinerja mesin induk. Faktor

penyebab mesin induk tidak dapat di start yaitu keausan valve (spindle) dan korosi pada body valve sehingga menyebabkan kurangnya ke vacuman udara yang masuk pada main starting air valve. Dampak yang diakibatkan dari faktor tidak berfungsinya main starting air valve tersebut adalah terhambatnya olah gerak kapal saat manuver dan beroperasinya kinerja perusahaan. Upaya penanganannya untuk mengatasi yaitu melaksanakan perawatan pada *main starting air valve* dengan melakukan pengoperasian sesuai dengan *Standart Operational Procedure* (SOP), kurangnya kesadaran akan pentingnya penerapan pada PMS (*Planned Maintenance System*), melakukan pengecekan dan perbaikan pada *main starting air valve*.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Analisis

Secara umum analisis adalah aktivitas yang memuat sejumlah kegiatan seperti mengurangi , membedakan, memilah sesuatu untuk digolongkan dan dikelompokan kembali menurut kriteria tertentu kemudian di cari kaitannya dan ditafsirkan maknanya.

Menurut Sugiyono (2015: 335) mengemukakan bahwa “analisis merupakan kegiatan untuk mencari pola atau cara berpikir yang ada kaitannya dengan pengujian secara sistematis terhadap sesuatu untuk menentukan bagian, hubungan antar bagian serta hubungannya dengan keseluruhannya”. Penjabaran dari suatu sistem informasi yang utuh kedalam berbagai macam bagian komponennya dengan maksud agar kita dapat mengidentifikasi atau mengevaluasi berbagai macam masalah yang akan ditimbulkan pada sistem. Sehingga masalah tersebut dapat ditanggulangi dan dilakukan pengembangan.

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) ada beberapa pengertian analisis sebagai berikut:

a. Penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainnya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab, duduk perkaranya, dan sebagainya)
b. Penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat.

Berdasarkan pendapat di atas analisis adalah aktivitas yang mumuat sejumlah kegiatan untuk mencari pola, atau cara pikir yang berkaitan secara sistematis terhadap sesuatu untuk menentukan bagian, hubungan antar bagian, serta hubungannya dengan keseluruhan.

2.2.2 Bagian-bagian utama dari penata udara *start* dan fungsinya masing-masing :

a. Bejana udara berfungsi sebagai tabung pengumpulan udara.
b. *Main starting valve* berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing-masing kepala silinderdan penyalur udara untuk start
c. *Distributor valve* berfungsi sebagai pembagi pada katup udara start yang bekerja menggunakan plunger.
d. *Air starting valve* berfungsi sebagai katup supply udara di *cylinder head* untuk menggerakkan piston kebawah pada saat langkah isap diesel 4 tak.

2.2.3 Prinsip Kerja Kompresor

Untuk *start engine* baik pada saat kapal berangkat ataupun saat olah gerak, dilaksanakan sebagai berikut :

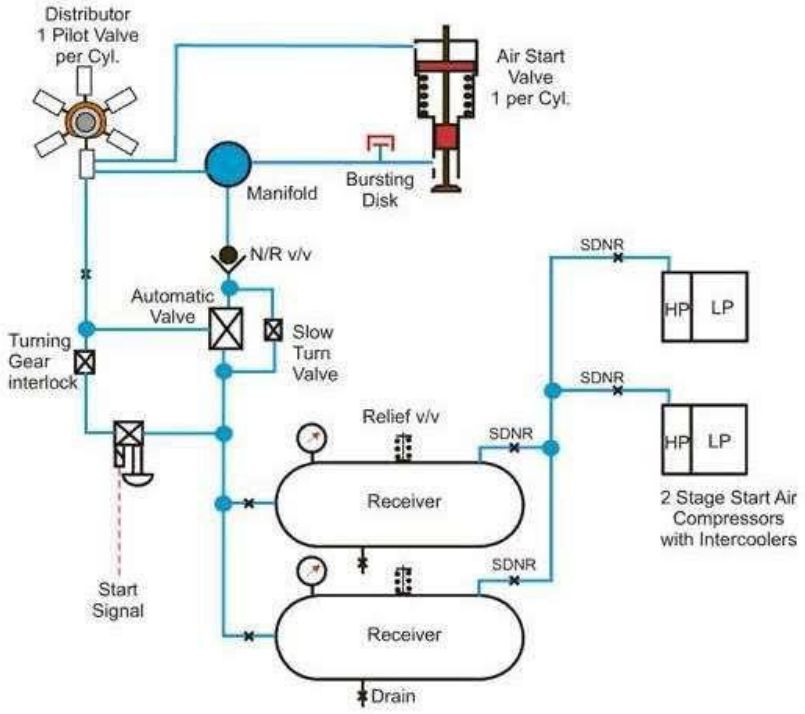
a. Udara dari bejana udara minimal 17 bar karena bila tekanan udara dibawahnya, maka udara tersebut tidak mampu menekan piston kebawah.
b. Katup tekan di bejana udara dibuka penuh, maka udara akan keluar ke main starting valve. Setelah udara tersebut direduksi tekanannya hingga ± 10 bar.
c. Bila *handle* start ditekan kebawah, maka udara keluar dari *system* sebagian masuk dulu ke *distributor valve* dan sebagian lagi ke *cylinder head air starting valve*. Udara *start* ini diatur oleh *distributor valve* dengan tekanan 10 bar mana yang bekerja pada proses expansi hanya ada 1 silinder yang bekerja.
d. *Distributor valve* mengatur plunyer yang bekerja dan udara ini langsung menggerakkan piston melalui *air starting valve* di cylinder head. Udara *suply* ini diperoleh dari bejana udara. Jadi udara tersebut melaksanakan kerja parallel, disamping mengatur ke *distributor valve* sekaligus untuk udara *start* mendorong piston kebawah pada tekanan minimal 7 bar sesuai tekanan dalam botol angin.

Mesin utama yang digunakan untuk start dilakukan oleh udara bertekanan dari tabung udara tekan, yang kemudian dimasukkan ke silinder dalam rangkaian yang sesuai untuk arah yang dibutuhkan/disyaratkan. Prinsip kerja sistem start udara tekan kapal

adalah motor listrik yang memperoleh daya dari generator dipergunakan untuk membangkitkan kompressor guna menghasilkan udara bertekanan. Selanjutnya udara yang dikompresikan tersebut ditampung dalam tabung bertekanan yang dibatasi pada tekanan kerja 30 bar. (Davit&Kingsley, 2015).

2.2.4 Komponen Pendukung Utama *System Starter* pada Motor Induk

a. Kompresor



Gambar 2.1 Sistem Udara Pejalan Mesin Induk
Sumber : Perencanaan Teknik Mesin

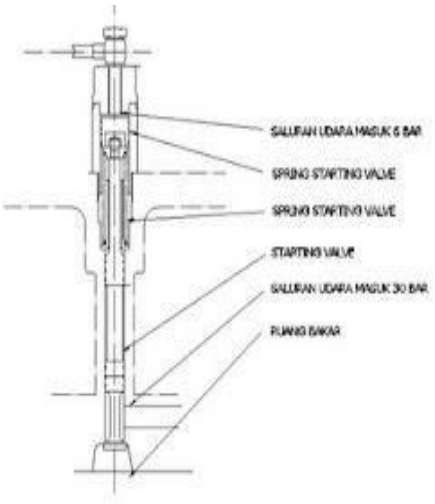
Kompresor Udara adalah sutu pesawat bantu yang berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan. Kompressor menghisap udara dari atmosfer kemudian menekan masuk kedalam tabung untuk menampung udara bertekanan, setelah diadakan pemeriksaan dan pengecekan terhadap kompresor.

b. *Main Air Receiver*

Gambar 2.3 *Main air receiver*
Sumber : Dokumen pribadi

Main air receiver berfungsi untuk menyimpan udara bertekanan, diperlukan tabung udara dengan kemampuan menahan udara bertekanan tinggi hingga 30 bar. Pada tabung udara terdiri dari badan tabung, drain valve dan kepala tabung. Pada kepala tabung terdapat main stop valve, safety valve dan auxiliary valve.

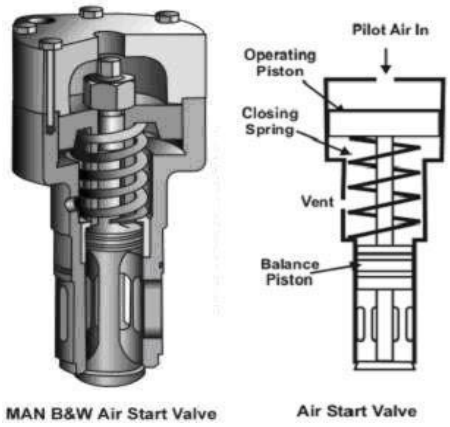
c. *Main Starting Valve*



Gambar 2.4 *Main starting valve*
Sumber : Mitsui B&W

Main starting valve berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing - masing *cylinder head* dan penyalur udara untuk start.

d. *Air Starting Valve*



Gambar 2.5 *Air starting valve*
Sumber : Mitsui B&W

Air starting valve terdiri dari katup utama, piston, bushing dan spring yang merupakan komponen utama dari 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 dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB). (Davit&Kingsley, 2015)

2.2.5 Kapasitas Tabung Udara *Start*

Menurut Budi Hendarto Wijaya (2016), pada prinsipnya adalah udara yang bertekanan pada tabung udara 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. *Starting air receiver* harus disediakan *manhole* dan *flage* untuk *pipe connection. Starting air receiver* memiliki volume untuk *irreversible* 12 *start* sebesar 2 x 1.5 m^3, dengan tekanan kerja sebesar 30 bar.

2.2.6 Klasifikasi Kompresor

Menurut Suprianto (2015), ada beberapa macam kompresor yaitu:

a. Kompresor Torak Resiprokal (*reciprocating compressor*)

Kompresor ini dikenal juga dengan kompresor torak, karena dilengkapi dengan torak yang bekerja bolak-balik atau gerak resiprokal. Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup. Pada saat terjadi pengisapan, tekanan udara di dalam silinder mengecil, sehingga udara luar akan masuk ke dalam silinder secara alami. Pada saat gerak kompresi torak bergerak ke titik mati bawah ke titik mati atas, sehingga udara di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya di

masukkan ke dalam tabung penyimpan udara. Tabung penyimpanan dilengkapi dengan katup satu arah, sehingga udara yang ada dalam tangki tidak akan kembali ke silinder. Proses tersebut berlangsung terus-menerus hingga diperoleh tekanan udara yang diperlukan. Gerakan mengisap dan mengkompresi ke tabung penampung ini berlangsung secara terus menerus, pada umumnya bila tekanan dalam tabung telah melebihi kapasitas, maka katup pengaman akan terbuka, atau mesin penggerak akan mati secara otomatis.

b. Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem Pendingin Udara

Kompresor udara bertingkat digunakan untuk menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi. Udara masuk akan dikompresi oleh torak pertama, kemudian didinginkan, selanjutnya dimasukkan dalam silinder kedua untuk dikompresi oleh torak kedua sampai pada tekanan yang diinginkan. Pemampatan (pengompresian) udara tahap kedua lebih besar, temperature udara akan naik selama terjadi kompresi, sehingga perlu mengalami proses pendinginan dengan memasang sistem pendingin. Metode pendinginan yang sering digunakan misalnya dengan sistem udara atau dengan system air bersirkulasi. Batas tekanan maksimum untuk jenis kompresor torak resiprokal antara lain, untuk kompresor satu tingkat tekanan hingga 4 bar, sedangkan dua tingkat atau lebih tekanannya hingga 15 bar.

c. Kompresor Diafragma (*diaphragma compressor*)

Jenis Kompresor ini termasuk dalam kelompok kompresor

torak. yang masuk dan keluar tidak langsung berhubungan dengan bagian- bagian yang bergerak secara resiprokal. Adanya pemisahan ruangan ini udara akan lebih terjaga dan bebas dari uap air dan pelumas/oli. Oleh karena itu kompresor diafragma banyak digunakan pada industri bahan makanan, farmasi, obatobatan dan kimia. Prinsip kerjanya hampir sama dengan kompresor torak. Perbedaannya terdapat pada sistem kompresi udara yang akan masuk ke dalam tangki penyimpanan udara bertekanan. Torak pada kompresor diafragma tidak secara langsung menghisap dan menekan udara, tetapi menggerakkan sebuah membran (*diafragma*) dulu. Dari gerakan *diafragma* yang kembang kempis itulah yang akan menghisap dan menekan udara ke tabung penyimpan.

d. Kompresor Putar (*Rotary Compressor*)

Kompresor Rotari Baling-baling Luncur Secara eksentrik rotor dipasang berputar dalam rumah yang berbentuk silindris, mempunyai lubang-lubang masuk dan keluar. Keuntungan dari kompresor jenis ini adalah mempunyai bentuk yang pendek dan kecil, sehingga menghemat ruangan. Bahkan suaranya tidak berisik dan halus dalam, dapat menghantarkan dan menghasilkan udara secara terus menerus dengan mantap. Baling-baling luncur dimasukkan ke dalam lubang yang tergabung dalam rotor dan ruangan dengan bentuk dinding silindris. Ketika rotor mulai berputar, energi gaya sentrifugal baling- balingnya akan melawan dinding. Karena bentuk dari rumah baling- baling itu sendiri yang tidak sepusat dengan rotornya maka ukuran ruangan dapat

diperbesar atau diperkecil menurut arah masuknya (mengalirnya) udara.

e. Kompresor Sekrup

Kompresor Sekrup memiliki dua rotor yang saling berpasangan atau bertautan (*engage*), yang satu mempunyai bentuk cekung, sedangkan lainnya berbentuk cembung, sehingga dapat memindahkan udara secara aksial ke sisi lainnya. Kedua rotor itu identik dengan sepasang roda gigi *helix* yang saling bertautan. Jika roda-roda gigi tersebut berbentuk lurus, maka kompresor ini dapat digunakan sebagai pompa hidrolik pada pesawat-pesawat hidrolik. Roda-roda gigi kompresor sekrup harus diletakkan pada rumah-rumah roda gigi dengan benar sehingga betul-betul dapat menghisap dan menekan fluida.

g. Kompresor *Root Blower* (Sayap Kupu-kupu)

Kompresor jenis ini akan mengisap udara luar dari satu sisi ke sisi yang lain tanpa ada perubahan volume. Torak membuat penguncian pada bagian sisi yang bertekanan. Prinsip kompresor ini ternyata dapat disamakan dengan pompa pelumas model kupu-kupu pada sebuah motor bakar. Beberapa kelemahannya adalah: tingkat kebocoran yang tinggi. Kebocoran terjadi karena antara baling-baling dan rumahnya tidak dapat saling rapat betul. Berbeda jika dibandingkan dengan pompa pelumas pada motor bakar, karena fluidanya adalah minyak pelumas maka film-film minyak sendiri sudah menjadi bahan perapat antara dinding rumah dan sayap-sayap kupu itu. Dilihat dari konstruksinya,

Sayap kupu-kupu di dalam rumah pompa digerakan oleh sepasang roda gigi yang saling bertautan juga, sehingga dapat berputar tepat pada dinding.

h. Kompresor Aliran (*turbo compressor*)

Jenis kompresor ini cocok untuk menghasilkan volume udara yang besar. Kompresor aliran udara ada yang dibuat dengan arah masuknya udara secara aksial dan ada yang secara radial. Arah aliran udara dapat dirubah dalam satu roda turbin atau lebih untuk menghasilkan kecepatan aliran udara yang diperlukan. Energi kinetik yang ditimbulkan menjadi energy bentuk tekanan.

i. Kompresor Aliran Radial

Percepatan yang ditimbulkan oleh kompresor aliran radial berasal dari ruangan ke ruangan berikutnya secara radial. Pada lubang masuk pertama udara dilemparkan keluar menjauhi sumbu. Bila kompresornya bertingkat, maka dari tingkat pertama udara akan dipantulkan kembali mendekati sumbu. Dari tingkat pertama masuk lagi ke tingkat berikutnya, sampai beberapa tingkat sesuai yang dibutuhkan. Semakin banyak tingkat dari susunan sudusudu tersebut maka akan semakin tinggi tekanan udara yang dihasilkan. Prinsip kerja kompresor radial akan mengisap udara luar melalui sudu-sudu rotor, udara akan terisap masuk ke dalam ruangan isap lalu dikompresi dan akan ditampung pada tangki penyimpanan udara bertekanan hingga tekanannya sesuai dengan kebutuhan.

j. Kompresor Aliran Aksial

Pada kompresor aliran aksial, udara akan mendapatkan percepatan oleh sudu yang terdapat pada rotor dan arah alirannya ke arah aksial yaitu searah (sejajar) dengan sumbu rotor. Jadi pengisapan dan penekanan udara terjadi saat rangkaian sudu-sudu pada rotor itu berputar secara cepat. Putaran cepat ini mutlak diperlukan untuk mendapatkan aliran udara yang mempunyai tekanan yang diinginkan. Teringat pula alat semacam ini adalah seperti kompresor pada sistem turbin gas atau mesin-mesin pesawat terbang turbo propeller. Bedanya, jika pada turbin gas adalah menghasilkan mekanik putar pada porosnya. Tetapi, pada kompresor ini tenaga mekanik dari mesin akan memutar rotor sehingga akan menghasilkan udara bertekanan.

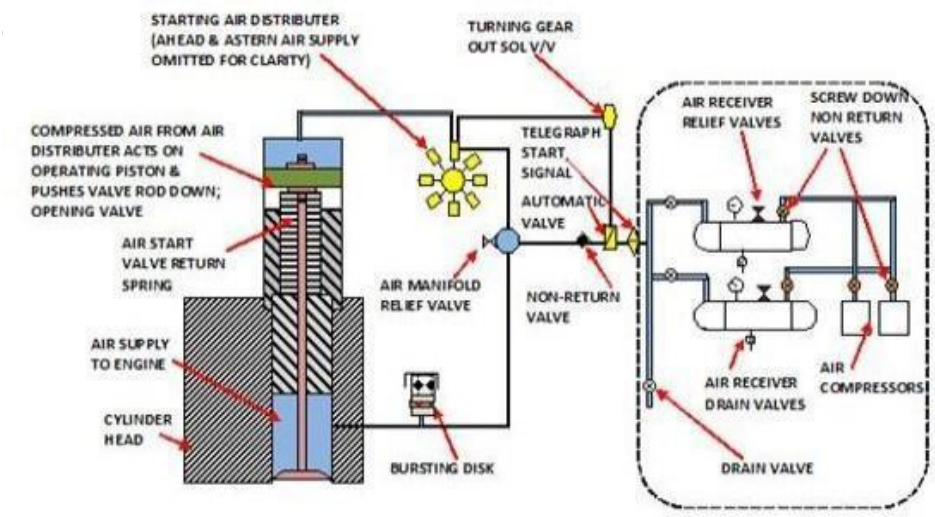
2.2.7 Sistem Pejalan

"Mesin induk dijalankan dengan udara bertekan pada tekanan 30 bar. Udara disuplai ke dalam mesin dari starting air receiver tanpa pengurangan tekanan lain selain penurunan tekanan normal dalam pipa dan melewati katup. Setiap silinder memiliki katup udara pejalan sendiri, yang dibuka dalam urutan yang sesuai oleh tekanan udara yang disuplai ke silinder udara di atas katup awal. Pasokan tekanan udara ke silinder udara dikontrol dengan menjalankan katup pilot udara, yang diaktifkan oleh cam pada poros bubungan mesin" (Diesel Motor Ships Engines And Machinery Text, 2013).

Sistem pejalan yang digunakan pada main engine di kapal peneliti menggunakan sistem udara, dengan media udara bertekanan yang di

supply ke dalam silinder, karena mesin yang digunakan berukuran besar. Peng-injeksian udara bertekanan ini dilakukan dengan urutan yang sesuai untuk arah putaran yang disyaratkan. Supply udara bertekanan disimpan di dalam bejana udara (air receivoir) agar dapat digunakan setiap saat. Pada prinsipnya udara yang bertekanan pada tabung udara dialirkan menuju ruang bakar sehingga udara bertekanan 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 akan berhenti.

Penggunaan udara bertekanan selain untuk *start* mesin utama juga digunakan untuk start generator, untuk membersihkan *sea chest*, untuk membunyikan *horn* kapal, dan menambah udara tekan untuk sistem *hydrophore*. Pada sistem udara pejalan, udara dikompresikan dari kompressor udara utama dan ditampung pada botol angin utama (*main*



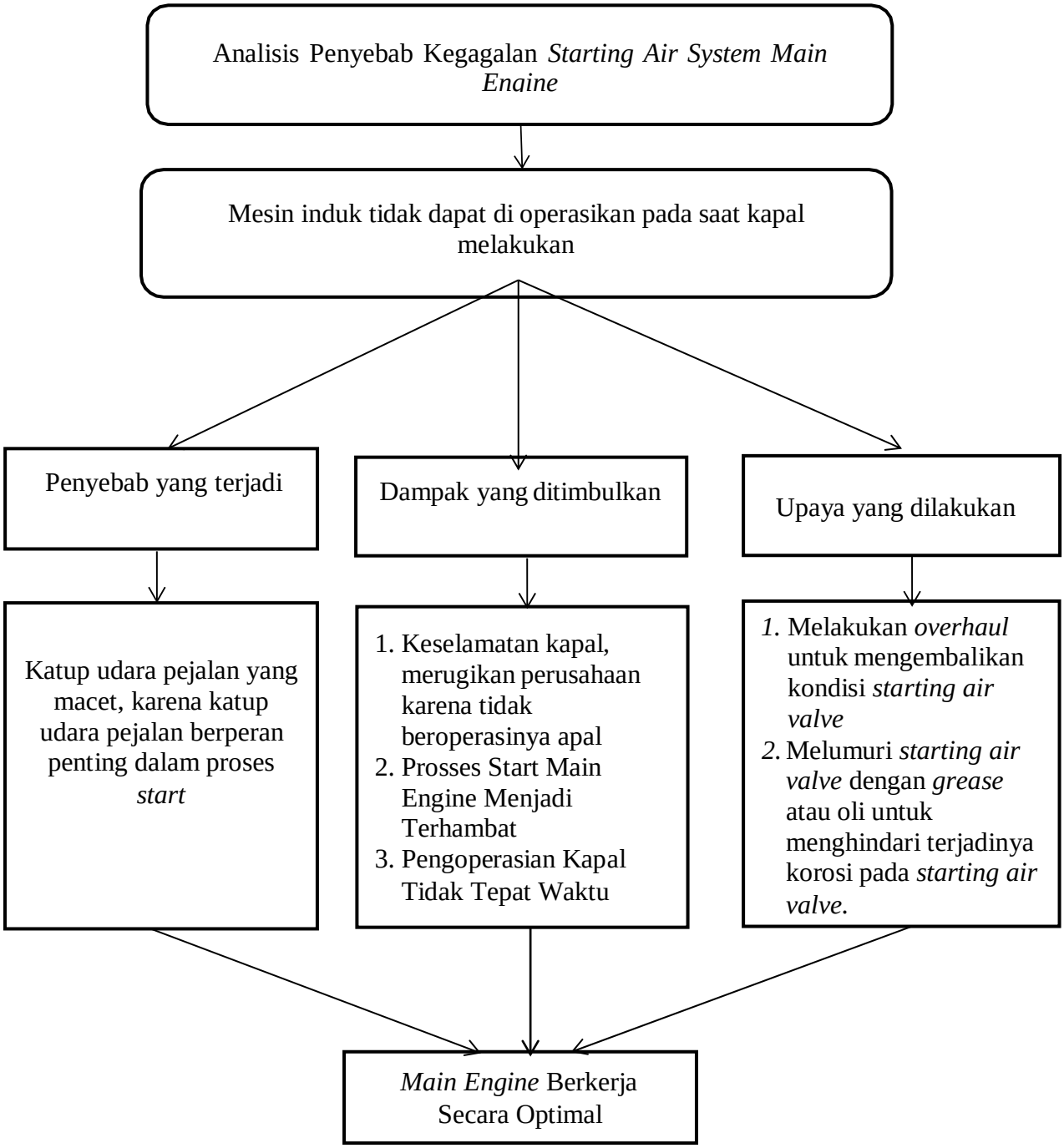
Gambar 2.6 Sistem Udara Pejalan

Sumber: DocPlayer.Info

2.2.7 Prinsip Kerja Sistem Pejalan Udara Bertekan pada Mesin Induk Diesel

Dalam prinsip kerja pada sistem pejalan yang digunakan pada mesin dikapal peneliti menggunakan sistem udara bertekanan yang di berasal dari bejana udara (air recervoir) yang kemudian dimasukkan ke silinder dalam rangkaian yang sesuai untuk arah yang dibutuhkan atau disyaratkan. Prinsip kerja sistem start udara tekan kapal adalah motor listrik yang memperoleh daya yang di dapatkan dari generator dipergunakan untuk membangkitkan tenaga mesin bantu kompressor udara yang bertujuan untuk menghasilkan udara bertekanan. Dan selanjutnya udara yang dikompresikan tersebut di supply dan ditampung di dalam tabung bertekanan yang dibatasi pada tekanan kerja 30 bar. Sebelum menuju ke *main air receivoir*, udara tersebut terlebih dahulu melewati separator guna memisahkan air yang turut berada di dalam udara yang disebabkan proses pengembunan, sehingga hanya udara kering saja yang masuk ke tabung.

Konsumsi udara dari *main air recervoir* digunakan sebagai berbagai macam fungsi yaitu sebagai pengontrol udara, pembersihan *turbo charger*, untuk pengetesan katup bahan bakar, untuk proses sealing air, untuk exhaust valve, yang dilakukan dengan memberikan tekanan udara ke dalam ruang bakar melalui katup buang (*exhaust valve*) dibuka secara hidrolis dan ditutup dengan pneumatic spring dengan cara memberikan tekanan pada katup spindle untuk memutar. Sedangkan untuk proses *start*, udara bertekanan sebesar 7 bar dimasukkan atau disalurkan melalui pipa ke *starting air distributor*, kemudian oleh *distributor regulator* dilakukan penyuplaian udara

bertekanan secara cepat sesuai dengan firing order.

2.3 Kerangka Penelitian