

## **SUB POKOK BAHASAN VI.2. SISTEM UDARA START DAN GAS BUANG**

### **2.1. PENDAHULUAN**

#### **2.1.1. DESKRIPSI SINGKAT**

Sistem udara start berfungsi untuk menggerakkan atau menghidupkan mesin induk maupun mesin bantu. Udara bertekanan dihasilkan oleh kompresor dan ditampung di tabung bertekanan. Komponen sistem udara bertekanan meliputi ; *compresor, separator, main air receiver, reducing valve, reducing station* dan *pipe*. Sistem gas buang berfungsi untuk menyalurkan gas sisa hasil pembakaran di ruang bakar mesin induk dan mesin bantu. Pipa gas buang dilindungi dengan isolator agar tidak berbahaya bagi ABK. Pipa gas buang diteruskan sampai dengan geladak teratas dan ditempatkan pada cerobong asap (*funnel*).

#### **2.1.2. RELEVANSI**

Materi dalam bab ini memberikan keahlian bagi seorang ahli perkapalan dalam merancang, menggambar dan menghitung sistem udara start dan pipa gas buang di kapal.

#### **2.1.3.1. STANDAR KOMPETENSI**

Pokok bahasan ini memberikan kontribusi kompetensi kepada mahasiswa lulusan program studi teknik perkapalan mampu memahami, sistem perpipaan udara start dan gas buang di dalam kapal. Oleh karena itu diharapkan dapat meningkatkan tingkat kualitas lulusan teknik perkapalan.

#### **2.1.3.2. KOMPETENSI DASAR**

Setelah mengikuti materi sistem sanitasi dan *scupper* :

- a. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem udara start
- b. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem gas buang.

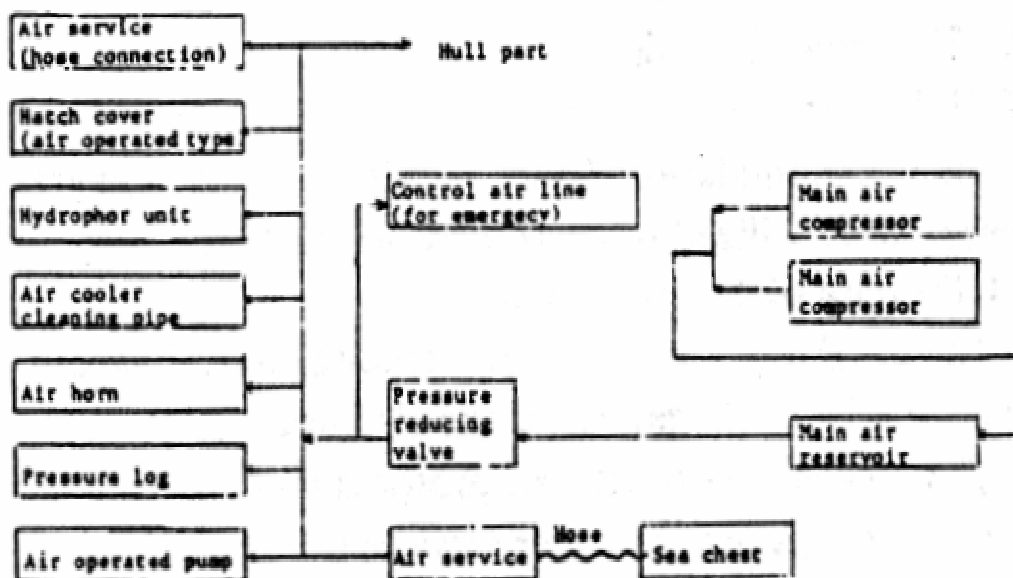
## 2.2. PENYAJIAN

### 2.2.1. URAIAN DAN CONTOH

Pada sub bab ini akan diuraikan sistem udara start mesin induk dan sistem gas buang dari mesin indu maupun mesin bantu kapal. Demikian juga komponen peralatan yang termasuk dalam kedua hal tersebut.

#### A. SISTEM UDARA START

Sistem start untuk mesin penggerak dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara elektrik, manual dan dengan menggunakan udara tekan. Hal yang erat kaitannya dengan sistem instalasi perpipaan adalah sistem start dengan udara tekan. Untuk kapal penggunaan udara bertekanan selain untuk start mesin utama juga digunakan untuk *start generator set*, dan membersihkan *sea chest*, Demikian juga udara tekan untuk membunyikan *horn* kapal dan udara tekan untuk sistem *hydrophore*.. Distribusi penggunaan udara bertekanan di kapal dapat dilihat pada gambar diagram di bawah ini :



Gambar 6.8. Distribusi penggunaan udara bertekanan

Pada sistem udara start mesin induk yaitu, udara dikompresikan dari kompressor udara utama dan ditampung pada botol angin utama (*main air receiver*) pada tekanan udara 30 bar menurut ketentuan klasifikasi. Sistem udara bertekanan yang digunakan *engine* pada start awal mempunyai prinsip-prinsip kerja sebagai berikut :

- 1) Udara tekan mempunyai tekanan yang harus lebih besar dari tekanan kompresi, ditambah dengan hambatan yang ada pada *engine*, yaitu tenaga untuk menggerakkan bagian yang bergerak lainnya seperti engkol, poros, dan lain-lain.
- 2) Udara tekan diberikan pada salah satu silinder dimana toraknya sedang berada pada langkah ekspansi.
- 3) Penggunaannya dalam *engine* membutuhkan katup khusus yang berada pada *cylinder head*.

Pihak klasifikasi memberikan beberapa acuan yang harus diperhatikan dalam kaitannya dengan sistem start dengan udara tekan. Aturan-aturan yang ada antara lain :

1. Peralatan untuk menstart mesin harus bekerja dengan baik tanpa gangguan untuk orang-orang/ABK yang menjalankan mesin atau berada disekitarnya harus dapat menjamin hidupnya dari keadaan tidak jalan (*shut-down*) dengan hanya menggunakan peralatan yang ada diatas kapal.
2. Mesin induk yang distart dengan udara tekan harus dilengkapi paling sedikit 2 kompressor udara start, dan paling sedikit satu kompressor harus digerakkan tersendiri terhadap mesin induk dan menyuplai paling sedikit 50 % dari total kapasitas yang diperlukan.
3. Volume total dari botol angin, untuk *motor reversible*, harus dihitung supaya dapat memenuhi ketentuan 12 kali operasi *start-up* motor induk dalam keadaan dingin dengan berhasil.
4. Selama sea trial 18 kali operasi *start-up* motor induk pada temperatur *service* tanpa koneksi dengan kompressor utama.

5. Operasi *start-up* harus dilakukan pada kondisi putaran baling-baling arah maju dan mundur.
6. Untuk motor yang *non-reversible* dan menggerakkan CPP atau jika mungkin distart tanpa tahanan torsi, kapasitas botol angin harus cukup untuk paling sedikit 6 kali operasi start pada kondisi motor mulai panas.
7. Pengoperasian botol angin melalui kompressor selama operasi start tidak diijinkan.
8. Jalur udara bertekanan yang dihubungkan dengan kompressor udara harus dipasang dengan *non-return valve* pada keluaran kompressor.
9. Harus dilengkapi dengan *oil water separator* (OWS).
10. Jalur udara start tidak boleh digunakan sebagai jalur pengisian untuk botol angin.
11. Bahan saluran udara start dari diesel engine harus dari material metalik.
12. Jalur udara start ke tiap-tiap mesin harus dipasang dengan *non-return valve* dan saluran pembuangan.
13. *Safety valve* harus disambungkan pada tiap-tiap *pressure-reducing valve*.

Adapun komponen pendukung utama dalam sistem start adalah :

1. Kompressor; alat ini berfungsi untuk menghasilkan udara yang akan dikompresi ke dalam tabung udara start, dimana digerakkan oleh electric motor yang berasal dari generator.
2. *Separator*; berfungsi untuk memisahkan kandungan air yang turut serta dalam udara/udara lebab (*air humidity*) kompresi yang diakibatkan oleh pengembunan sebelum masuk ke tabung botol angin. Sehingga separator disediakan *steam trap* guna menampung air tersebut untuk selanjutnya dibuang ke bilga.
3. *Main air receiver*; berfungsi sebagai penampung udara yang dikompresi dari kompressor, dimana tabung botol angin untuk

tekanan 30 bar, sehingga selain dilengkapi indikator tekanan (*pressure indicator*) juga ada *safety valve* yang fungsinya apabila tekanan yang masuk ke tabung melebihi tekanan yang ditetapkan maka secara otomatis kelebihan tersebut dilepaskan/dibuang.

4. *Reducing valve*; berfungsi untuk mengurangi tekanan dimana keluaran dari tabung 30 bar guna keperluan pengujian katup bahan bakar.
5. *Reducing station*; berfungsi untuk mengurangi tekanan dari 30 bar menjadi 7 bar guna keperluan untuk pembersihan *turbocharger*.

### **Prinsip Kerja**

Prinsip kerja dari sistem start adalah motor listrik yang memperoleh daya dari generator dipergunakan untuk membangkitkan kompresor guna menghasilkan udara bertekanan. Selanjutnya udara yang dikompresikan tersebut ditampung dalam tabung bertekanan yang dibatasi pada tekanan kerja 30 bar. Sebelum dimasukkan ke tabung udara tersebut terlebih dahulu melewati *separator* guna memisahkan air yang turut dalam udara yang disebabkan proses pengembunan, sehingga hanya udara kering saja yang masuk ke tabung.

Adapun kegunaan konsumsi udara dari tabung adalah sebagai pengontrol udara, udara *safety*, pembersihan *turbocharge*, untuk pengetesan katup bahan bakar, untuk proses sealing air untuk *exhaust valve* yang dilakukan dengan memberikan tekanan udara kedalam ruang bakar melalui katup buang (*exhaust valve*) dibuka secara hidrolis dan ditutup dengan pneumatis *spring* dengan cara memberikan tekanan pada katup *spindle* untuk memutar. Sedangkan untuk proses sendiri, udara bertekanan sebesar 30 bar dimasukkan/dialurkan melalui pipa ke starting air distributor, kemudian oleh *distributor regulator* dilakukan penyuplaian udara bertekanan secara cepat sesuai dengan *firing sequence*.

### **Kapasitas Tabung Udara Start**

Kapasitas dari tabung udara harus memenuhi ketentuan dari pihak klasifikasi dan sesuai dengan *manual book* dari mesin yang digunakan. Sedangkan menurut beberapa *engine builder* memberikan volume teoritis total dari tabung udara start adalah :

$$V = 0,36 \times T \times C \times \frac{\frac{n^2 + 1}{n} \times D^2 \times S \times N^{1/3}}{P - p} \quad (6.2)$$

dimana;

V : kapasitas total tabung udara (2 botol angin) (m<sup>3</sup>)

n : Jumlah silinder dari mesin induk

D : diameter silinder dari mesin induk(m)

N : putaran mesin per mesin induk(rpm)

S : langkah torak dari mesin induk (m)

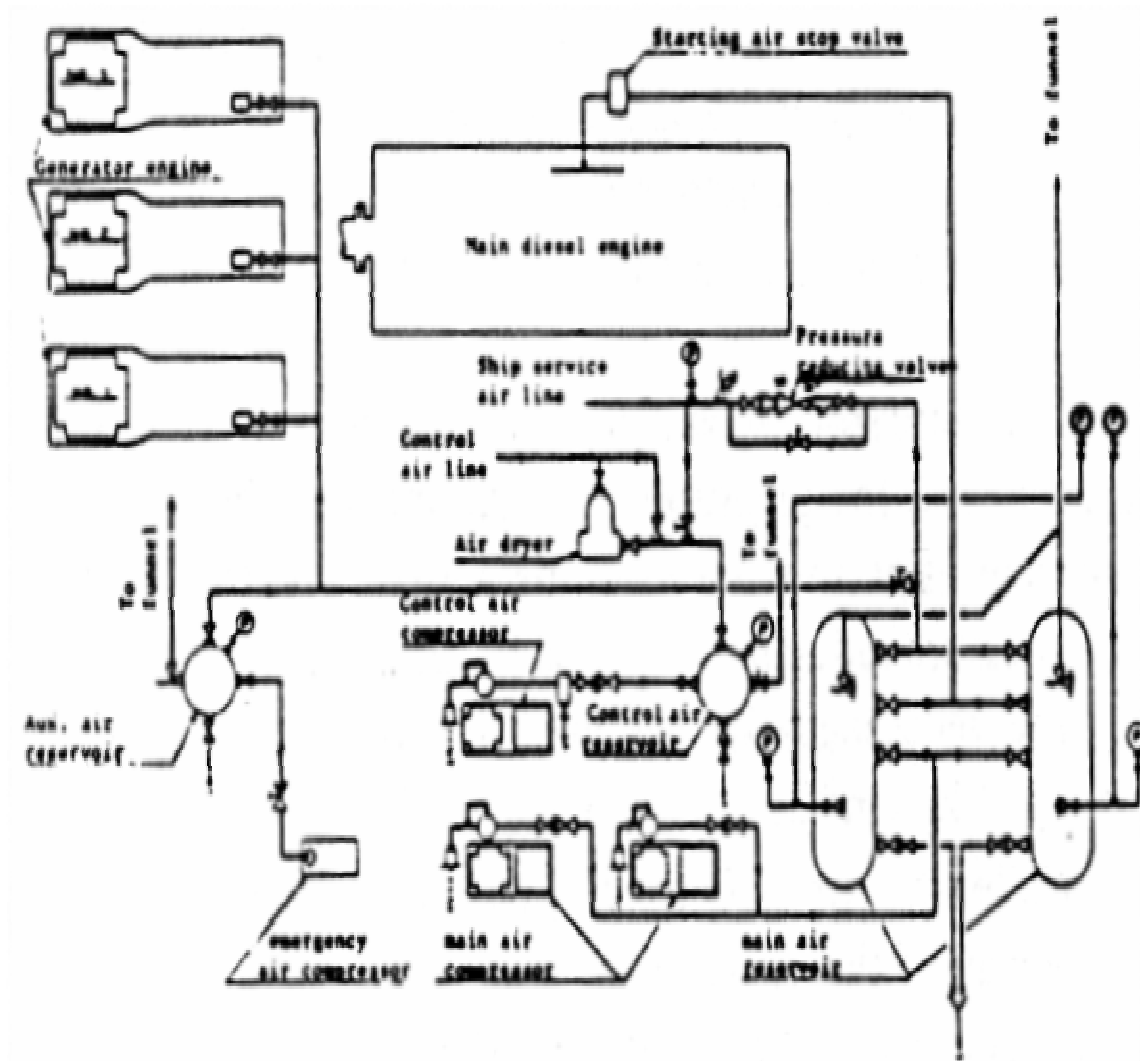
C : konstanta; untuk mesin 4 langkah dan 2 langkah dengan type piston trunk dan mesin 2 langkah dengan pistonr type crosshead C = 1

P : tekanan kerja maksimum udara tekan dalam botol angin utama ( 25 kg/cm<sup>2</sup> atau 30 kg/cm<sup>2</sup>)

P : batas minimum tekanan untuk start mesin (kg/cm<sup>2</sup>)

T : jumlah starting yang harus dilakukan untuk mesin utama (jumlah standar 20 kali).

Berikut ini diperlihatkan gambar diagram pipa untuk sistem start dengan udara bertekanan serta aplikasi lainnya.



Gambar 6.9. Diagram pipa sistem udara start

Sedangkan konsumsi udara untuk beberapa penggunaan di kapal dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.1. Kebutuhan udara dan tekanan udara untuk beberapa penggunaan di kapal

Penggunaan	Tekanan normal udara ( $\text{kg/cm}^2$ )	Kebutuhan udara ( $\text{m}^3/\text{min.}$ )
------------	---	--

Air horn	7 – 9	3
Air motor	4 – 7	0,25
Spray gun	4	0,5 t hoist 3,7
Air hoist	5	2,7 t hoist 17
Hydrophore unit	3 - 7	very little
Air operated type pump	-	2
Pressure log		very little

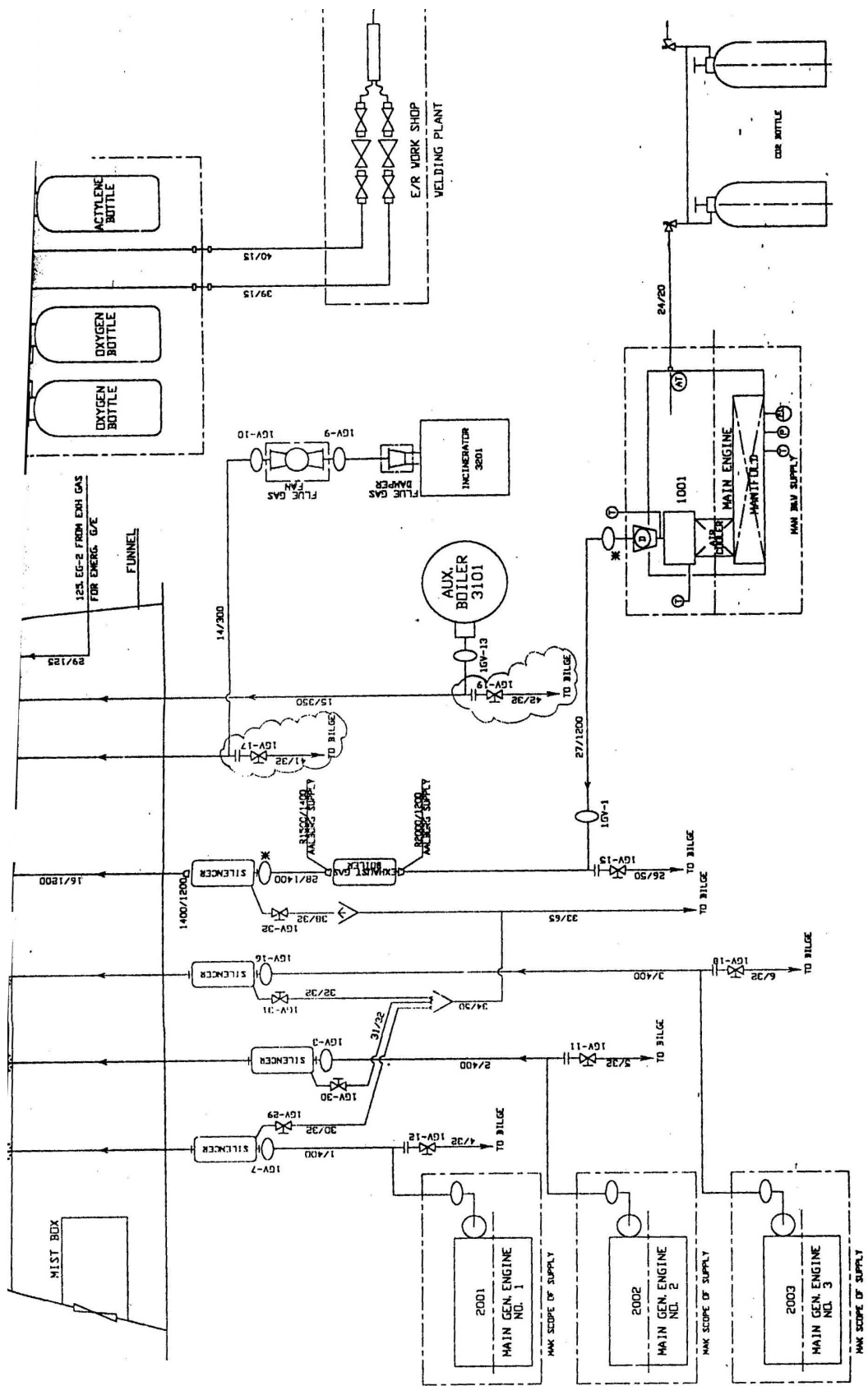
## B. SISTEM GAS BUANG

Sistem gas buang di kapal berfungsi untuk menyalurkan gas sisa hasil pembakaran di mesin induk maupun mesin bantu. Selain mesin tersebut juga emergency engine untuk pembangkit listrik cadangan. Pipa gas buang diberi isolasi untuk mengurangi panas yang di konduksikan oleh pipa gas buang. Ketebalan isolasi sesuai dengan ketentuan. Pada bagian luar diberi pembungkus dari seng. Pada ujung pipa gas buang yang dekat dengan mesin dipasang pipa fleksibel untuk menghindari kerusakan pada sambungan pipa dengan mesin. Disamping itu juga sipasang perdam suara (*silencer*). Gas buang dimanfaatkan untuk memutar *turbocharger*.

Komponen sistem gas buang terdiri atas ; pipa fleksibel, pipa baja yang dilapisis dengan isolasi, peredam suara (*silencer*).

- Pipa fleksibel, berguna untuk mengurangi getaran yang terjadi pada pipa gas buang, sehingga getaran pada pipa berkurang.
- Pipa berisolasi, yang berguna untuk menghindari konduksi panas pada pipa, dan mencegah bahaya bagi anak buah kapal (ABK).
- Silencer*, digunakan untuk mengurangi suara yang timbul pada mesin, sehingga yang suara yang keluar dari cerobong tidak keras.





6.10. Diagram sistem gas buang.

### 2.2.2. LATIHAN

1. Jelaskan tentang sistem udara start di kapal.
2. Jelaskan tentang sistem gas buang di kapal.

### 2.3. PENUTUP

Sistem udara start dan gas buang digunakan untuk penyaluran dan pelayanan kebutuhan mesin kapal.

#### 2.3.1. TES FORMATIF

1. Jelaskan tentang sistem udara start di kapal.
2. Jelaskan tentang sistem gas buang di kapal.

#### 2.3.2. UMPAN BALIK

Cocokkan jawaban saudara dengan kunci jawaban tes formatif. Kemudian gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda dalam materi kegiatan belajar.

Jumlah jawaban yang benar

Rumus penguasaan = ----- x 100 %

Jumlah soal

dimana :

90 – 100 % : baik sekali

80 – 89 % : baik

70 – 79 % : sedang

Kurang dari 69 : kurang

#### 2.3.3. TIDAK LANJUT

Jika saudara mencapai penguasaan 80 % ke atas saudara dapat meneruskan kegiatan belajar bagus. Jika nilai anda dibawah 80 % maka anda harus mengulang terutama pada materi yang belum anda kuasai.

#### 2.3.4. RANGKUMAN

Berdasarkan uraian di atas dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Sistem udara start berfungsi untuk menghidupkan mesin induk dan mesin bantu kapal
2. Sistem gas buang digunakan untuk pembuangan gas sisa hasil pembakaran bahan bakar di mesin dan mesin bantu di kapal.

#### **2.3.5. KUNCI JAWABAN TES FORMATIF**

1. Sistem start untuk mesin penggerak dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara elektrik, manual dan dengan menggunakan udara tekan. Yang erat kaitannya dengan sistem instalasi perpipaan adalah sistem start dengan udara tekan. Untuk diatas kapal, penggunaan udara bertekanan selain untuk start mesin utama juga digunakan untuk *start generator set*, untuk membersihkan *sea chest*, sebagai udara tekan untuk membunyikan *horn* kapal, dan menambah udara tekan untuk sistem *hydrophore*.
2. Sistem gas buang di kapal berfungsi untuk menyalurkan gas sisa hasil pembakaran di mesin induk maupun mesin bantu. Selain mesin tersebut juga *emergency engine* untuk pembangkit listrik cadangan. Pipa gas buang diberi isolasi untuk mengurangi panas yang di konduksikan oleh pipa gas buang. Ketebalan isolasi sesuai dengan ketentuan. Pada bagian luar diberi pembungkus dari seng. Pada ujung pipa gas buang yang dekat dengan mesin dipasang pipa fleksibel untuk menghindari kerusakan pada sambungan pipa dengan mesin. Disamping itu juga sipasang perdam suara (*silencer*). Gas buang dimanfaatkan untuk memutar *turbocharger*.

#### **DAFTAR PUSTAKA :**

1. Anonimus, (1992), Diktat Sistem Dalam Kapal, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
2. Anonimus, (2000), Diktat Sistem Dalam Kapal, Unhas Makasar.

3. Germanischers Lloyd; [1998]; "*Rules for Classification and Construction Ship Technology*"; Germanischer Lloyd; Hamburg.
4. Harrington, Roy L.; [1992]; "*Marine Engineering*"; SNAME; New York.
5. Khetagurov (1964), Marine auxiliary machinery and sistem, Publisher Moscow.

## **SENARAI**

Sistem udara start berfungsi untuk menghidupkan mesin induk dan mesin bantu kapal

Sistem gas buang digunakan untuk pembuangan gas sisa hasil pembakaran bahan bakar di mesin dan mesin bantu di kapal.