

# REDESAIN SISTEM BAHAN BAKAR MESIN INDUK YANMAR di LABORATORIUM KAMAR MESIN PPNS SEBAGAI PENUNJANG PEMBELAJARAN DUAL SISTEM

Abdul Gafur, Emie Santoso

Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Jalan Teknik Kimia, Sukolilo, Surabaya, Indonesia

Email: [abdulgafur@ppns.ac.id](mailto:abdulgafur@ppns.ac.id)

## Abstrak

Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) sebagai institusi Vokasi membutuhkan media pembelajaran lengkap yang tersedia di Laboratorium untuk menunjang program dual sistem. PPNS berencana akan membuat Laboratorium Mesin Kapal yang akan digunakan sebagai media pembelajaran mahasiswa di kampus khususnya untuk mata kuliah praktikum. Desain sistem bahan bakar merupakan bagian penting dari program pembuatan laboratorium kamar mesin yang harus di desain yang meliputi perhitungan tangki, perhitungan pompa, pemilihan pipa, Gambar Piping and instrumentation diagram, serta layout laboratorium kamar mesin. Hasil dari desain akan digunakan sebagai bahan untuk membuat laboratorium yang akan digunakan untuk pembelajaran praktikum mahasiswa.

**Kata Kunci:** Dual sistem, kamar mesin, Sistem Bahan Bakar, mesin induk, redesign

## Abstract

Surabaya State Shipping Polytechnic Campus (PPNS) as a vocational institution requires complete learning media available in the laboratory to support the dual sistem program. PPNS plans to build a Ship Engine Laboratory which will be used as a learning medium for students on campus, especially for practicum courses. The fuel sistem design is an important part of the engine room laboratory manufacturing program that must be designed which includes tank calculations, pump calculations, pipe selection, Piping and instrumentation diagrams, as well as engine room laboratory layouts. The results of the design will be used as material to make a laboratory that will be used for student practicum learning.

Keywords: Dual sistem, engine room, fuel sistem, main engine, redesign

## 1. PENDAHULUAN

Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) sebagai institusi vokasi yang menerapkan pembelajaran *Teaching Factory*. *Teaching Factory* atau *teaching shipyard* merupakan konsep pembelajaran yang dicanangkan PPNS dengan memfasilitasi mahasiswa belajar seperti di industri. Konsep pembelajaran *Teaching Factory* tersebut akan dilaksanakan dengan model Dual Sistem yaitu model pembelajaran dalam bentuk praktik kerja lapangan atau *On The Job Training (OJT)*.

Untuk menunjang hal tersebut, dibutuhkan media pembelajaran berupa laboratorium kamar mesin yang bisa digunakan mahasiswa untuk belajar secara langsung mengenai kamar

mesin secara umum, peralatan yang ada di kamar mesin serta cara kerja sistem yang ada di kamar mesin.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat perancangan desain kamar mesin khususnya sistem bahan bakar mesin induk mulai perhitungan kebutuhan tangki bahan bakar, perhitungan diameter perpipaan, gambar piping diagram dan instrumentation, serta layout equipment di laboratorium yang ada di PPNS.

Manfaat dari penelitian adalah sebagai rancangan awal laboratorium kamar mesin yang nantinya akan dijadikan sebagai tempat pembelajaran bagi mahasiswa PPNS khususnya jurusan Teknik permesinan kapal.

Perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya adalah:

- a. Perhitungan volume Tangki settling  
Volume tangki settling dihitung berdasarkan kebutuhan mesin induk selama pelayaran dan kebutuhan mesin bantu selama pelayaran. Sehingga formula yang digunakan untuk melakukan perhitungan adalah

$$V_{Settlink} = V_{ME} + V_{AE} \quad (1)$$

Dimana  $V_{ME}$  adalah kebutuhan volume mesin induk,  $V_{AE}$  adalah kebutuhan volume mesin bantu

$$V_{ME} = \frac{BHP_{ME} \times SFOC \times t \times 10^{-6} \times C}{3600} \quad (2)$$

Dimana  $BHP_{ME}$  adalah Daya mesin induk,  $SFOC$  adalah mesin induk,  $t$  adalah waktu yang dibutuhkan selama pelayaran,  $C = 1,5$

$$V_{AE} = \frac{BHP_{AE} \times SFOC \times t \times 10^{-6} \times C}{3600} \quad (3)$$

Dimana  $BHP_{AE}$  adalah Daya mesin bantu,  $SFOC$  adalah Konsumsi bahan bakar mesin bantu,  $t$  adalah waktu yang dibutuhkan selama pelayaran,  $C$  adalah konstanta (1,5)

- b. Perhitungan kapasitas pompa transfer

$$Q = \frac{V}{t} \quad (4)$$

Dimana  $Q$  adalah kapasitas pompa,  $V$  adalah Volume Tangki ( $m^3$ ),  $t$  adalah waktu untuk memindahkan fluida (jam)

- c. Perhitungan diameter pipa

$$dH = \sqrt[4]{\frac{Q \times 4}{v \times \pi}} \quad (5)$$

Dimana  $dH$  adalah inside diameter yang dibutuhkan,  $Q$  adalah kapasitas pompa,  $v$  adalah kecepatan aliran fluida

- d. Perhitungan separator

$$Q = \frac{P \times b \times 24}{\rho \times t}$$

Dimana  $Q$  adalah kapasitas separator,  $P$  adalah daya mesin induk,  $b$  adalah Spesifik Fuel Consumption +15% untuk safety margin,  $\rho$  adalah berat jenis, dan  $t$  adalah waktu

*Piping and instrumentation diagram* merupakan gambar yang memuat detail perpipaan dan instrumennya secara lengkap dalam sebuah plant perpipaan. Dalam mendesain sistem penunjang mesin induk di kamar mesin, diharuskan menggambar desain *Piping and instrumentation diagram* untuk memudahkan membaca proses yang terjadi di sistem serta membaca equipment yang terdapat dalam sebuah sistem.

Layout kamar mesin adalah tatacara peletakan equipment yang ada pada area yang direncanakan yakni di kamar mesin. Dalam kasus ini area yang direncanakan adalah laboratorium kamar mesin yang ada di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

## 2. METODE

### 2.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya untuk mendesain laboratorium kamar mesin khususnya sistem penunjang mesin induk YANMAR yang meliputi sistem bahan bakar, sistem pelumas, sistem pendingin, dan sistem udara start. Hasil penelitian akan dijadikan sebagai acuan dalam perancangan laboratorium kamar mesin di tahap selanjutnya.

### 2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengukuran layout laboratorium kamar

mesin, dimana pada laboratorium ini akan ditempatkan equipment sistem penunjang sesuai dengan dimensi aslinya. Kemudian mengumpulkan data mesin induk yang akan didesain mulai dari daya mesin induk, konsumsi bahan bakar, radius pelayaran serta kecepatan kapal. Mesin yang akan didesain menjadi mesin induk laboratorium kamar mesin mempunyai daya yang kecil, sehingga *piping and instrumentasion diagram* yang ada di manual book juga sangat sederhana. Oleh karena itu diperlukan modifikasi sistem bahan bakar mesin induk agar desainnya sesuai dengan kondisi real yang ada di kapal. Beberapa Langkah yang akan dilakukan adalah melakukan perhitungan kebutuhan tangki, perhitungan kebutuhan pompa, perhitungan diameter pipa sesuai API 574, penggambaran *Piping and instrumentasion diagram*, serta gambar layout kamar mesin khususnya untuk sistem bahan bakar mesin induk. Sebelum melakukan beberapa perhitungan di atas, harus dicari data kapal (khususnya bagian kamar mesin) dengan dimensinya mendekati dimensi ruangan yang akan dibuat laboratorium mesin kapal. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data tambahan berupa perencanaan radius pelayaran.

Gambar 1. adalah gambar layout ruangan yang akan dijadikan sebagai Laboratorium Denah Kamar mesin. Rencananya Lab Denah Kamar Mesin yang akan didesain memakai ruangan dengan dimensi 6 x 8 meter.

### 3.2 Data Mesin induk

Mesin yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah mesin yanmar CHE Series dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:

**Tabel 1.** Data mesin induk

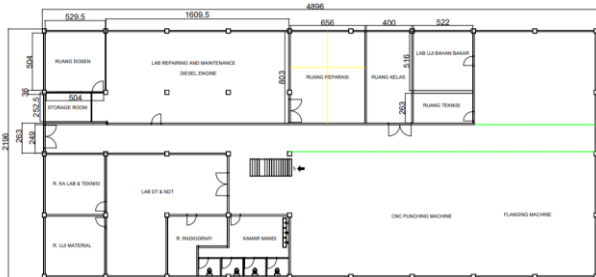
SFOC mcr	232	g/Kwh
Daya mesin	170	kW
Speed	2550	Rpm
Kecepatan kapal	11	Knot
Radius pelayaran	180	mil laut
$\rho$ MDO	0,9479877	ton/m <sup>3</sup>
Faktor Penggandaan	(1,2 ~ 1,5)	
diambil	1,5	

Pada Tabel 1. disajikan data mesin induk dan data radius pelayaran serta kecepatan kapal. Hal ini bertujuan agar perhitungan tangki dapat dilakukan.

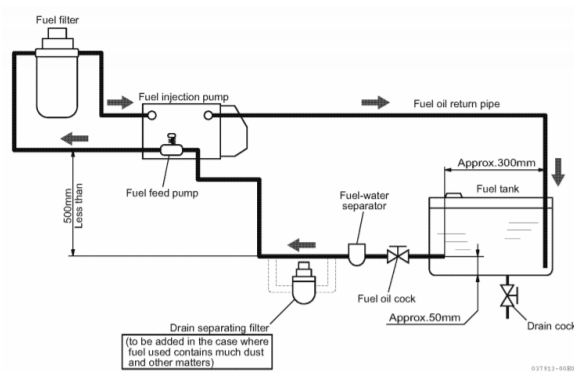
### 3.3 Piping Diagram di manual book

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Layout Ruangan



**Gambar 1.** Layout Ruangan Laboratorium



**Gambar 2.** Piping diagram di manual book

Gambar 2 menunjukkan *piping diagram* yang ada pada manual book. jika diperhatikan, piping diagram yang ada pada manual book sangat sederhana dan tidak menyerupai sistem yang ada di kapal.

Sehingga pada penelitian kali ini akan melakukan redesain sistem bahan bakar sehingga piping diagram yang ada akan disesuaikan dengan sistem yang ada di kapal

**3.4 Perhitungan kebutuhan Komponen sistem bahan bakar**

Untuk menentukan kebutuhan bahan bakar kapal, diperlukan estimasi jarak tempuh kapal selama pelayaran. Sehingga perlu diambil pendekatan kapal yang memiliki dimensi ekuevalen dengan dimensi Laboratorium kamar mesin yang tersedia saat ini. Berdsarkan tabel 1, maka lamanya waktu pelayaran yang dibutuhkan adalah 16 jam

a. Volome settlink tank

Tangki settlink atau Tangki storage adalah tangki penyimpanan bahan bakar yang ditempatkan di double bottom. Untuk perhitungan volomenya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{ME} = BHP_{ME} \times SFOC \times t \times 10^{-6} \times C(ton)$$

$$V_{ME} = 170 \times 232 \times 16 \times 10^{-6} \times 1.5$$

$$V_{ME} = 2,12 \text{ m}^3$$

Kebutuhan bahan bakar mesin bantu 20% dari volume bahan bakar mesin induk, sehingga volomenya adalah

$$V_{AE} = 20\% \times V_{ME}$$

$$V_{AE} = 20\% \times 1,06$$

$$V_{AE} = 0,42 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = V_{ME} + V_{AE}$$

$$\text{Volume total} = 2,54 \text{ m}^3$$

b. Volume tangki servis

Berdasarkan rules BKI, tangka servis harus bisa dioperasikan dengan durasi 8 jam dan harus disediakan 2 tangki. Sehingga untuk perhitungan volume setiap tangka adalah

$$V_{ME} = BHP_{ME} \times SFOC \times t \times 10^{-6} \times C(ton)$$

$$V_{ME} = 170 \times 232 \times 8 \times 10^{-6} \times 1.5$$

$$V_{me} = 1,06 \text{ m}^3$$

c. MDO Transfer Pump

Direncanakan bahan bakar akan di transfer menuju ke tangki service dengan rentang waktu 1 jam, sehingga formula yang dipakai adalah

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = 1,06/1$$

$$Q = 1,06 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Head pompa berdsarkan perhitungan adalah 4,7 meter

d. Diameter pipa

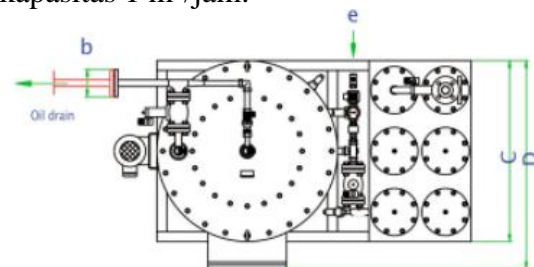
$$dH = \sqrt{\frac{Q \times 4}{v \times \pi}}$$

$$dH = 18,81 \text{ mm}$$

untuk penentuan diameter pipa sesuai yang tersedia di pasaran serta ketebalan pipa, harus mengacu ke Biro Klasifikasi Indonesia Volume 3 sec 11, tabel 11. 6, dimana pada tabel dijelaskan untuk ketebalan minimalnya adalah 1,8 mm. dengan mengacu pada API 574 maka pipa yang dipilih adalah DN 20 Schedule 40. Sedangkan untuk material pipa yang digunakan mengacu pada BKI tahun 2019 volume 3 sec 11 table 11.1

e. separator

untuk kapasitas separator disesuaikan dengan kapasitas transfer pum yakni 1,03 m<sup>3</sup>/jam. Hal ini dikarenakan aplikasi di lapangan antara separator dan pompa dijadikan satu paket. Sehingga untuk spek separator dan pompa transfer yang dipilih adalah tipe EB 1.0 dengan kapasitas 1 m<sup>3</sup>/jam.



Type	A	B	C	D	E	F	a	b	c	d	e	Weight dry	Capacity m <sup>3</sup> /h
EB 0,25	1350	1200	600	800	700	900	DN 25	DN 20	R 3/4"	R 3/4"	R 3/4"	500	0,25
EB 0,50	1350	1200	600	800	750	900	DN 25	DN 20	R 3/4"	R 3/4"	R 3/4"	550	0,50
EB 1,0	1350	1500	600	800	750	900	DN 25	DN 20	R 3/4"	R 3/4"	R 3/4"	600	1,0
EB 2,5	1350	1900	920	1100	750	1000	DN 40	DN 25	DN 25	DN 25	R 3/4"	800	2,5
EB 5,0	1600	1950	1250	1250	800	1000	DN 50	DN 32	DN 35	DN 32	R 3/4"	1000	2000

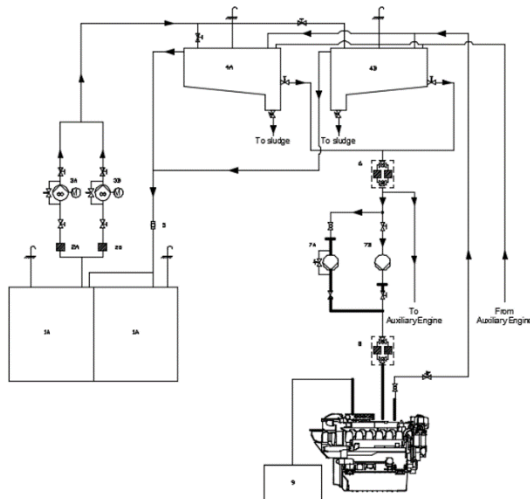
Gambar 3. Spek Separator dan Pompa

**3.3. Gambar P&ID**

Pada Gambar 4 adalah gambar piping diagram Fuel oil yang akan di desain menjadi bagian laboratorium mesin kapal. Beberapa komponen yang ada di dalam desain adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.** Komponen sistem bahan bakar

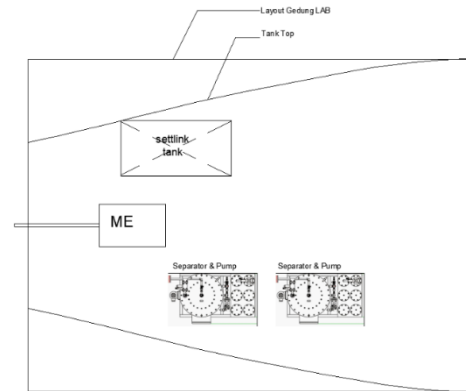
Komponen	Jumlah	Kapasitas
Settlink tank	2	2,54 m <sup>3</sup>
Sevice tank	2	1,06 m <sup>3</sup>
Transfer pump	2	1 m <sup>3</sup> /jam
Separator	2	1 m <sup>3</sup> /jam
Feed Pump	2	
Filter	6	
Pipa		
Butterfly valve	12	



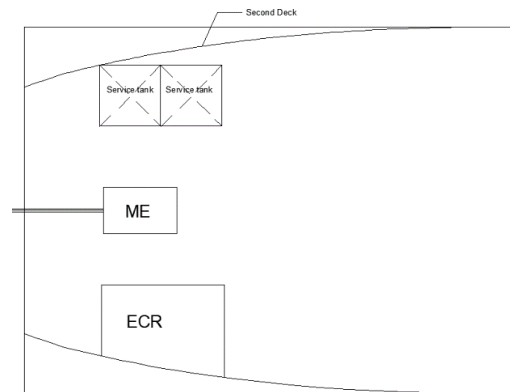
**Gambar 4.** Piping Diagram Fuel Oil

**3.4. Perencanaan layout di laboratorium**

Perencanaan layout dilakukan untuk memastikan ruangan yang ada bisa memuat semua equipment yang akan dipasang di laboratorium kamar mesin



**Gambar 5.** Layout pandangan atas tanktop



**Gambar 6.** Layout pandangan atas Second deck

Pada gambar 5 merupakan pandangan atas pada sisi tanktop. Equipment yang terlihat pada sisi tanktop adalah Tangki settling yang berada di bawah tanktop, kemudian pompa dan separator yang diletakkan di atas tanktop. Gambar 6 menunjukkan pandangan atas pada sisi second deck, dimana equipment yang ada adalah service tank.

**4. KESIMPULAN**

Pada penelitian ini dilakukan redesain sistem bahan bakar pada mesin induk Yanmar, dimana dari sistem yang sederhana dari manual book dikembangkan menjadi sistem yang lebih kompleks seperti sistem yang ada di kapal yang sebenarnya. Sistem di awal yang hanya terdapat 1 tangki dan 1 feed pump seperti yang ditampilkan pada gambar 2, dikembangkan menjadi sistem yang lebih kompleks dengan tambahan komponen 2 tangki settling, 2 pompa transfer, 2 tangki servis, 2 separator, dan dua pompa feed.

Penambahan komponen itu dilakukan berdasarkan rekomendasi yang ada di kelas Biro Klasifikasi Indonesia. Tujuan modifikasi ini adalah sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa Teknik sistem permesinan kapal saat perkuliahan praktik, sehingga bisa menunjang program dual sistem yang lagi dijalankan oleh PPNS.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada manajemen Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya atas dukungan moril dan materilnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] American National Standard B36.10m” Welded And Seamless Wrought Steel Pipe” The American Society Of Mechanical Engineers, 2004
- [2] API RECOMMENDED PRACTICE 574 THIRD EDITION, NOVEMBER 2009
- [3] A.P. Wijayastra, M.S.Baskoro, F. Purwangka” Machinery Insulation on PSP 01 Boat” Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan. Vol. 3. No. 1 Mei 2012: 35-43
- [4] Biro Klasifikasi Indonesia, 2019
- [5] M. Ahmad, Ied Habibi, Nofrizal “Teknik Pemasangan Perangkat Mesin Kapal Perikanan” Jurnal PERIKANAN dan KELAUTAN 14,2 (2009): 191-197
- [6] Operation Manual Yanmar, Marine Propulsion Engine
- [7] Roy A. Parisher. Robert A. Rhea “PIPE DRAFTING AND DESIGN. –2nd ed” Gulf Professional Publishing. USA. 2002