

Anasri, A.Pi, M.Si
Afrilio Franseda, S.T
Nauval Franata, S.Si
Defra Monika, S.St.Pi, M.Si

ISBN : 978-623-7651-99-4
e-ISBN : 978-623-6464-00-7 (PDF)

MENGENAL MESIN DAN JENIS PESAWAT BANTU DI KAPAL PENANGKAP IKAN



AMaFRaD  PRESS

Mengenal Mesin dan Jenis Pesawat Bantu di Kapal Penangkap Ikan

Dilarang memproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

©Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang No. 28 Tahun 2014 All Rights Reserved

Mengenal Mesin dan Jenis Pesawat Bantu di Kapal Penangkap Ikan

Penulis:

Anasri, A.Pi, M.Si

Afrilio Franseda, S.T

Nauval Franata, S.Si

Defra Monika, S. St. Pi, M.Si

AMaFRaD  PRESS

Mengenal Mesin dan Jenis Pesawat Bantu di Kapal Penangkap Ikan

Penulis: Anasri, A.Pi, M.Si, Afrilio Franseda, S.T
Nauval Franata, S.Si
Defra Monika, S. St. Pi, M.Si

Perancang Sampul : Afrilio Franseda, S.T

Penata Isi : Anasri, A.Pi, M.Si

Jumlah halaman : x +139 halaman

Edisi/Cetakan : Cetakan pertama, 2021

Diterbitkan oleh :

AMAFRAD Press - Badan Riset dan Sumber Daya
Manusia Kelautan dan Perikanan
Gedung Mina Bahari III, Lantai 6,
Jl. Medan Merdeka Timur, Jakarta Pusat 10110 Telp.
(021) 3513300 Fax: 3513287 Email :

amafradpress@gmail.com

Nomor IKAPI: 501/DKI/2014

ISBN : 978-623-7651-99-4

e-ISBN : 978-623-6464-00-7 (PDF)

© 2021, Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang

Prakata

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, dengan Rahmat dan Karunia-Nya, kami masih diberikan kesehatan dan kesempatan untuk berkontribusi mengembangkan pendidikan melalui penyusunan buku ini. Sesuai dengan tugas yang diemban sebagai pendidik di Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang untuk mengamalkan tri dharma perguruan tinggi, maka penulis telah menyusun buku teks dengan judul “Mengenal Mesin dan Jenis Pesawat Bantu di Kapal Penangkap Ikan”.

Buku ini diperuntukkan bagi peserta didik dalam bidang keilmuan Permesinan Kapal Perikanan yang merupakan mata kuliah wajib pada Program Studi Teknik Penangkapan Ikan sesuai dengan kurikulum edisi tahun 2016 di Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang dan nantinya juga untuk Program Studi Mesin Perikanan dalam meningkatkan pengetahuan dan kompetensinya.

Disamping itu juga diharapkan dapat bermanfaat bagi para peserta didik pada Program Studi yang sama di satuan pendidikan lingkup Kementerian Kelautan dan Perikanan, baik untuk siswa pada pendidikan menengah maupun taruna pada pendidikan tinggi serta bagi calon *crew* kapal penangkap ikan yang akan menekuni bidang sebagai Anak Buah Kapal (ABK) khususnya pada kapal penangkap ikan dan kapal perikanan pada umumnya.

Terakhir ucapan terima kasih kepada istri tercinta Hj. Dra. Elida, anak-anak tersayang Afrilio Franseda, S.T, Nauval Franata, S.T, dan Dhea Afifa Triandani yang telah memberikan dorongan semangat kepada penulis, serta diucapkan terima kasih kepada rekan sejawat dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan buku teks ini.

Penyusun

Anasri, A.Pi, M.Si

Afrilio Franseda, S.T

Nauval Franata, S.Si
Defra Monika, S. St. Pi, M.Si

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Ngurah N. Wiadnyana, DEA., Prof. Dr. Ketut Sugama, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Sonny Koeshendrajana, M.Sc, Dr. Singgih Wibowo, M.S, Dr. Ing Widodo S. Pranowo, M.Si., dan Dr. Ir. I Nyoman Suyasa, M.S, yang telah mengkoreksi dan memberikan masukan kepada Penulis sehingga Buku Mengenal Mesin dan Jenis Pesawat Bantu di Kapal Penangkap Ikan ini dapat tersusun dengan baik.

Kepada Direktur Politeknik Karawang serta rekan-rekan dosen Penulis ucapkan terima kasih atas dukungan, kesempatan serta masukan yang berharga dalam penyelesaian buku ini.

Penulis

Daftar Isi

Prakata.....	i
Ucapan Terima Kasih.....	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar.....	viii
I. Pendahuluan	1
A. Pengertian Kapal Penangkap Ikan	1
B. Kapal Dengan Inboard Motor	3
C. Kapal Dengan Outboard Motor	4
II. Mesin Utama Penggerak Kapal (Main Engine)	9
A. Mesin Diesel (Diesel Engine).....	14
B. Motor Bensin (Gasoline Engine)	31
III. Pesawat Bantu di Dek/Geladak Kapal.....	49
A. Winch Jangkar (Windlass).....	49
B. Capstan	53
C. Power Block.....	54
D. Line Hauler	56
E. Winch Trawl	65
IV. Pesawat Bantu di Kamar Mesin	73
A. Generator Set (Gen-Set).....	74
B. Mesin Kemudi (Steering Engine)	78

C. Mesin Pendingin (Refrigerator)	84
D. Kompresor Udara (Air Compressor)	92
E. Pesawat Penukar Panas (Heat Exchanger)	101
F. Pemisah Minyak dengan Air/Kotoran Lainnya (Separator)	106
G. Fresh Water Generator (FWG)	113
H. Pompa-Pompa	118
V. Penutup	136
Daftar Pustaka	140

Daftar Gambar

Gambar 1. Kapal Pancing Cumi yang menjelaskan contoh dari kapal penangkap ikan, khususnya yang menggunakan alat tangkap pancing cumi.	3
Gambar 2. Mesin Penggerak Kapal Jenis <i>Inboard Motor</i>	4
Gambar 3. Mesin Penggerak Kapal Jenis <i>Outboard Motor</i>	5
Gambar 4. Instalasi Sistem Penggerak.	10
Gambar 5. Mesin Diesel.	16
Gambar 6. Mesin Diesel 4 Takt/Langkah.	17
Gambar 7. Langkah Isap/Langkah Pemasukan Udara Murni.	18
Gambar 8. Langkah Kompresi/Pemampatan Udara.	20
Gambar 9. Langkah Usaha/Langkah Ekspansi.	22
Gambar 10. Langkah Buang.	24
Gambar 11. Mesin Diesel 2 Takt.	25
Gambar 12. Langkah Kerja Pertama Motor Diesel 2 Takt.	28
Gambar 13. Langkah Kerja Kedua Motor Diesel 2 Takt.	31
Gambar 14. Motor Bensin.	33
Gambar 15. Langkah Kerja Motor Bensin 4 Takt.	35
Gambar 16. Langkah Hisap/Pemasukan Gas.	36
Gambar 17. Langkah Kompresi/Pemampatan (<i>Compression</i>).	38
Gambar 18. Langkah Usaha/Langkah Kerja (<i>Expantion</i>).	39

Gambar 19. Langkah Buang (<i>Exhaust</i>).	41
Gambar 20. Mesin Bensin 2 Takt.	42
Gambar 21. Langkah Hisap dan Langkah Kompresi. ..	45
Gambar 22. Langkah Usaha dan Buang.....	47
Gambar 23. <i>Winch</i> Jangkar (<i>Windlass</i>) Jenis Mekanik.	50
Gambar 24. <i>Winch</i> Jangkar (<i>Windlass</i>) Jenis Listrik- Hidrolik.	51
Gambar 25. <i>Winch</i> Jangkar (<i>Windlass</i>) Jenis Listrik- Hidrolik.	53
Gambar 26. <i>Capstan</i>	54
Gambar 27. <i>Power Block</i> Dari Modifikasi Gardan Mobil.	55
Gambar 28. <i>Power Block</i> Pada Kapal <i>Purse Seine</i>	56
Gambar 29. <i>Line Hauler</i> di Kapal <i>Long Line</i>	58
Gambar 30. Bagian-bagian <i>Line Hauler</i>	59
Gambar 31. <i>Line Thrower/Line Caster</i>	61
Gambar 32. <i>Branch Line Ace</i>	62
Gambar 33. <i>Line Arranger</i>	63
Gambar 34. <i>Side Roller/Line Guide Roller</i>	64
Gambar 35. <i>Radio Bouy, Light Bouy</i> dan Kelengkapannya.....	65
Gambar 36. Kapal <i>Double Rig Trawl</i> Sedang Beroperasi.	68
Gambar 37. <i>Winch Trawl</i>	69
Gambar 38. Pengoperasian <i>Winch Trawl</i>	70
Gambar 39. Kapal Penangkap Ikan Dengan <i>Trawl</i>	71
Gambar 40. Generator Set (<i>Gen-set</i>).	76
Gambar 41. Kemudi Sistem Listrik Hidrolik	80

Gambar 42. Mesin Kemudi Kapal.	81
Gambar 43. Jantra Kemudi.	82
Gambar 44. Daun Kemudi.	83
Gambar 45. Kompas Kemudi Giro.	84
Gambar 46. Diagram Alir Refrigeran Mesin Refrigerasi.	87
Gambar 47. Sistem Mesin Pendingin (<i>Cold Storage</i>). ..	91
Gambar 48. Kompresor Torak Type HD40W.....	98
Gambar 49. Tabung Udara/Botol Angin Kompresor. ..	99
Gambar 50. Mekanisme Kerja Kompresor Start Main Engine Kapal.....	100
Gambar 51. <i>Heat Exchanger Sheel & Tube</i>	102
Gambar 52. <i>Heat Exchanger Sheel & Tube</i> Terpasang di Kamar Mesin.....	103
Gambar 53. <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	105
Gambar 54. Instalasi OWS dan Komponennya.	108
Gambar 55. <i>Oil Water Separator</i> di Kamar Mesin.	110
Gambar 56. <i>Separator & Furifier</i>	111
Gambar 57. Arah Aliran Air Laut dan Air Tawar Pada FWG.....	114
Gambar 58. Fresh Water Generator (FWG).....	115
Gambar 59. Aliran Air Laut Pada Pesawat FWG.	117
Gambar 60. Pompa Sentrifugal dan Bagian-bagiannya.	123
Gambar 61. Pemasangan <i>Sea Chest</i> di Kapal.	125
Gambar 62. Plat Dinding <i>Sea Chest</i>	127
Gambar 63. Pompa Torak (<i>Reciprocating Pump</i>).	129
Gambar 64. Komponen Pompa Roda Gigi (<i>Gear Pump</i>).	131

Gambar 65. Pompa Roda Gigi (<i>Gear Pump</i>).	132
Gambar 66. Pompa Sayap/Pompa Bilah (<i>Vane Pump</i>).	133
Gambar 67. Pompa Lobe (<i>Lobe Pump</i>)......	134

I. Pendahuluan

A. Pengertian Kapal Penangkap Ikan

Klasifikasi kapal perikanan baik ukuran, bentuk, kecepatan maupun konstruksinya sangat ditentukan oleh peruntukkannya. Kapal Perikanan secara umum dapat dibedakan menjadi: Kapal Penangkap Ikan, Kapal Pengangkut Hasil Tangkapan, Kapal Survei, Kapal Latih, dan Kapal Pengawas Perikanan (Ardidja, 2007). Kapal penangkap ikan memiliki ciri khas, ukuran, bentuk, kecepatan dan perlengkapan yang khusus terkait dengan operasional penangkapan ikan.

Kapal penangkap ikan adalah kapal yang secara khusus digunakan untuk menangkap ikan termasuk menampung, menyimpan, mendinginkan, atau mengawetkan hasil tangkapan (Fachrussyah, 2017). Apabila satuan unit penangkapan terdapat kapal yang berfungsi sebagai kapal bantu penangkapan maka kapal bantu tersebut tidak dihitung sebagai unit kapal penangkap ikan. Di dalam statistik perikanan tangkap,

kapal yang digunakan secara permanen untuk kegiatan survei/penelitian, rekreasi, hobi atau olah raga, tidak dikategorikan sebagai kapal penangkap ikan.

Kapal pengangkut yang digunakan untuk mengangkut hasil tangkapan atau hasil olahan dari daerah produsen atau dari daerah penangkapan ikan ke daerah konsumen, tidak dikategorikan sebagai kapal penangkap ikan. Dalam hal penangkapan ikan dengan alat penangkap yang menetap seperti sero, bagan, dan kelong, maka kapal yang digunakan untuk mengangkut nelayan, alat-alat penangkap ikan ataupun hasil tangkapannya, dikategorikan sebagai kapal penangkap ikan.

Untuk dapat berlayarnya sebuah kapal penangkap ikan menuju daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) dan kembali ke pangkalan semula, maka kapal digerakkan dengan sebuah tenaga penggerak utama (*main engine*). Jenis mesin penggerak utama ini berdasarkan jenis bahan bakarnya yang umum digunakan pada kapal laut, ada 2 (dua) jenis yaitu: mesin diesel dan

mesin bensin. Sedangkan berdasarkan penempatan mesin penggerak ini di kapal juga dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu: mesin penggerak yang dipasang secara permanen di dalam kamar mesin dinamakan dengan *inboard motor*, yang pada umumnya menggunakan jenis mesin diesel.



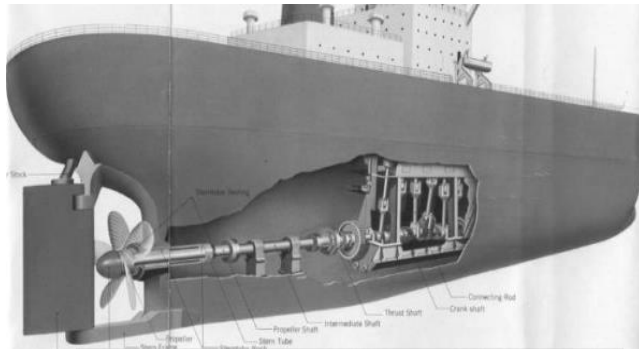
Sumber: Supardi Ardidja (2007)

Gambar 1. Kapal Pancing Cumi yang menjelaskan contoh dari kapal penangkap ikan, khususnya yang menggunakan alat tangkap pancing cumi.

B. Kapal Dengan *Inboard Motor*

Pada umumnya kapal penangkap ikan dengan *inboard motor* menggunakan jenis mesin diesel (*diesel engine*). Mesin diesel adalah sebuah mesin yang berbahan bakar solar/*high speed diesel* (HSD). Kapal dengan *inboard motor* ini pada umumnya berukuran >5

GT yang digunakan oleh nelayan untuk menangkap ikan di daerah perairan >4 mill dari pantai. Biasanya waktu untuk melaut menangkap ikan juga bisa lama, berhari-hari bahkan bisa berminggu-minggu atau 1 (satu) bulan lebih.



Sumber: <https://inameq.com/propulsion/pengujian-keretakan-poros-baling-baling-kapal>

Gambar 2. Mesin Penggerak Kapal Jenis *Inboard Motor*.

C. Kapal Dengan *Outboard Motor*

Sedangkan mesin penggerak kapal yang dipasang atau menempel di luar kapal dinamakan dengan *outboard motor*, yang pada umumnya menggunakan jenis mesin bensin (*gasoline engine*). Disebut dengan *outboard motor* dikarenakan seluruh bagian dari mesin penggerak yang

menghasilkan tenaga mendorong kapal tersebut berada di luar kapal atau di tempel di sisi kiri/kanan atau di buritan kapal.



Sumber: Manfred Antranas Zimmer <https://pixabay.com/id>

Gambar 3. Mesin Penggerak Kapal Jenis *Outboard Motor*.

Kapal penangkap ikan dengan *outboard motor* atau dikenal dengan perahu mesin tempel pada umumnya menggunakan jenis mesin bensin, yaitu mesin yang menggunakan bahan bakar bensin (*pertamax/pertalite*). Kapal dengan *outboard motor* ini pada umumnya berukuran kecil berkisar antar 0 sampai dengan 5 GT yang digunakan oleh nelayan untuk menangkap ikan di

daerah perairan laut sekitar 0 sampai dengan 4 mil dari pantai atau disebut dengan nelayan tradisional. Biasanya waktu menangkap ikan juga tidak lama, berangkat pada pagi hari dan kembali di sore hari atau sebaliknya yang dikenal dengan *one day fishing*.

Untuk mendapatkan hasil tangkapan ikan, maka kapal penangkap ikan menggunakan berbagai jenis Alat Penangkap Ikan (API), diantaranya adalah:

- 1) Kapal dengan alat tangkap *trawl (trawler)*
- 2) Kapal dengan alat tangkap pukat cicincin/*purse seine (purse seiner)*
- 3) Kapal dengan alat tangkap *longline (long liner)*
- 4) Kapal dengan alat tangkap jaring insang/*gillnet (gillnetter)*
- 5) Kapal dengan alat tangkap pancing tangan/*handline (handliner)*.

Dan berbagai jenis alat penangkapan ikan lainnya, yang banyak dioperasikan oleh para nelayan di perairan/laut Indonesia. Jenis-jenis alat penangkapan ikan ini tidak

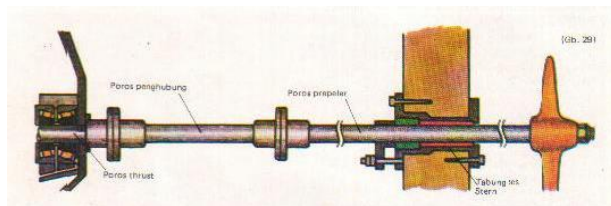
akan dibahas disini, karena pembahasan fokus kepada mesin dan pesawat bantu yang ada pada kapal penangkap ikan, termasuk pesawat bantu yang digunakan pada saat pengoperasian alat penangkapan ikan.

II. Mesin Utama Penggerak Kapal ***(Main Engine)***

Mesin utama penggerak kapal (*main engine*) pada umumnya menggunakan jenis motor bakar, hal ini dikarenakan terjadinya proses pembakaran di dalam ruang bakar atau di dalam ruangan silinder mesin itu sendiri. Ada berbagai jenis mesin utama penggerak kapal, baik dari jenis bahan bakar yang digunakan, berdasarkan komponen utama dan komponen penunjang mesin penggerak kapal maupun berdasarkan prinsip kerjanya mesin tersebut. Untuk berfungsinya sebuah motor penggerak, maka perlu ada rangkaian komponen mulai dari motor penggerak itu sendiri sampai dengan baling-baling kapal (*propeller*). Rangkaian semacam ini dikenal dengan Instalasi Tenaga Penggerak Kapal (ITPK).

Instalasi Tenaga Penggerak Kapal atau *Ship Propulsion System* merupakan suatu sistem yang menghasilkan tenaga untuk mendorong kapal sehingga kapal dapat bergerak di dalam air. Instalasi tenaga

penggerak kapal ini terdiri dari tenaga penggerak utama sebagai penghasil tenaga utama dan peralatan penggerak mekanis yang mengubah tenaga menjadi daya dorong instalasi tersebut. Jenis tenaga penggerak utama kapal, selain menggunakan motor bakar atau motor diesel, juga ada jenis penggerak lainnya seperti: Gas Turbin, Turbin Uap, Motor Listrik, dan kombinasi dari beberapa jenis tersebut. Sedangkan peralatan penggerak mekanis terdiri dari *Fixed Pitch Propeller (FPP)*, *Controllable Pitch Propeller (CPP)*, *Ducted Propeller*, *Waterjet* dan berbagai variasi *propeller* lainnya (Molland *et al.*, 2011). Secara lengkap rangkaian ITPK pada sebuah kapal, seperti gambar berikut:



Sumber: Yanmar Diesel (1980)

Gambar 4. Instalasi Sistem Penggerak.

Instalasi Penggerak Kapal pada Gambar 4, selain dari motor induk (*main engine*) sendiri sebagai komponen pokok, juga ada beberapa komponen lainnya yaitu:

1) Poros Dorong (*thrust shaft*)

Sebuah mesin penggerak kapal harus diperlengkapi dengan poros dorong (*thrust shaft*) dan bantalan-bantalan untuk menopang dorongan yang dihasilkan kapal selama gerakan maju dan mundur. Pada mesin kecil, poros *thrust* dan bantalan-bantalan ada di dalam tempat gigi transmisi yang dihubungkan langsung dengan mesin. Kini banyak bantalan bola (*ball*) dan bantalan rol tirus (*taper roll bearing*) yang dipakai. Besarnya daya dorong (*thrust*) per daya kuda (*horse power*) adalah sekitar 10-13 kg. Untuk itu pada daya 50 HP, sekitar 600 kg daya dorong yang dihasilkan.

2) Poros penghubung (*intermediate shaft*)

Poros penghubung ini terletak diantara poros dorong (*thrust shaft*) dengan poros *propeller*. Pada beberapa kapal poros ini ditiadakan, sehingga dari mesin

penggerak langsung terhubung dengan poros propeller (*propeller shaft*) dan baling-baling (*propeller*), terutama pada kapal penangkap ikan berukuran < 60 GT.

3) Poros *propeller* dan tabung *stern*

Bantalan pada bagian belakang poros *propeller* dinamakan tabung stern (*stern tube*), dan menopang poros tersebut pada permukaan bantalannya oleh kayu pok (*lignum vitae*) atau oleh semacam potongan bantalan yang dimasukkan ke dalamnya. Poros *propeller* keluar melalui tabung stern dan terhubung pada sebuah poros perantara atau poros dorong diujung posisi/kedudukan maju, pada ujung *conis* (miring) adalah tempat duduknya *propeller*.

Berdasarkan penjelasan dan gambar instalasi di atas (Gambar 4), dapat disimpulkan bahwa komponen instalasi tenaga penggerak kapal terdiri dari: mesin utama (*main engine*), *gear box*, poros tekan, poros penghubung/antara, tabung stern, dan *propeller*.

Fungsi dari masing-masing komponen instalasi tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin utama fungsinya untuk menghasilkan tenaga putar.
- 2) *Gear box* fungsinya untuk mengubah kecepatan/jumlah putaran dari mesin utama yang akan di transmisikan pada poros *propeller*.
- 3) Poros tekan fungsinya untuk menopang dorongan yang dihasilkan kapal selama gerakan maju dan mundur.
- 4) Poros antara (*intermediate shaft*) sebagai penghubung antara poros tekan poros dorong (*thrust shaft*) dengan poros *propeller*.
- 5) Poros propeller (*propeller shaft*) penghubung antara *intermediate shaft* dengan *propeller*.
- 6) Tabung stern (*stern tube*), bantalan yang ada pada poros *propeller* keluar dari buritan kapal, sebagai penopang poros *propeller*.
- 7) *Propeller*, merupakan alat penggerak mekanik yang mengubah tenaga putaran *propeller* menjadi daya dorong untuk menggerakkan kapal maju atau mundur.

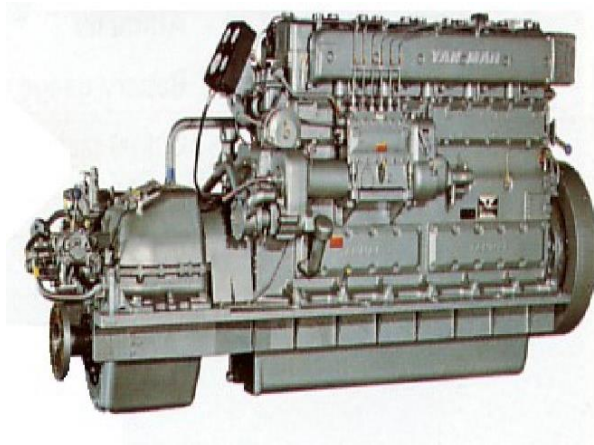
A. Mesin Diesel (*Diesel Engine*)

Dinamakan mesin diesel adalah karena memang penemunya seorang insinyur berkebangsaan Jerman bernama *Rudolf Diesel*. Pada mesin diesel ini bahan bakar solar yang digunakan akan dibakar melalui panas dan tekanan yang tinggi atau juga sering disebut dengan *self combustion* atau mesin dengan pembakaran sendiri. Mesin diesel ini dilengkapi dengan beberapa komponen pokok, seperti:

- 1) Blok silinder (*cylinder block*)
- 2) Kepala silender (*cylinder head*)
- 3) Pengabut bahan bakar (*injector*)
- 4) Pompa bahan bakar tekanan tinggi (*injection pump*)
- 5) *Pinton*/torak
- 6) Batang torak/penghubung (*connecting rod*)
- 7) Poros engkol (*cranksaft*)
- 8) Poros nok (*camshaft*)
- 9) Panci pelumas (*oil pan*)
- 10) Roda penerus (*flywheel*)

Disamping itu mesin diesel juga didukung dengan komponen penunjang lainnya yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan satu sama lainnya yang berfungsi untuk mendukung beroperasinya sebuah mesin diesel. Adapun komponen penunjang tersebut adalah berupa sistem-sistem yang bekerja pada mesin diesel itu sendiri, terutama pada saat mesin beroperasi, seperti dalam melakukan pelayaran dan operasi penangkapan ikan, minimal ada 6 (enam) sistem penunjang seperti berikut:

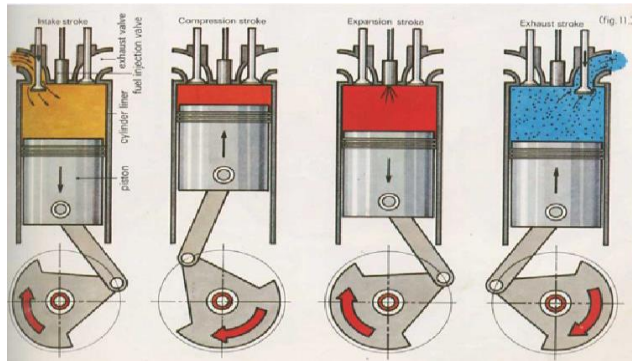
- 1) Sistem bahan bakar (*fuel oil system*)
- 2) Sistem pelumasan (*lubricating oil system*)
- 3) Sistem pendinginan (*cooling system*)
- 4) Sistem start (*starting system*)
- 5) Sistem kelistrikan (*electrical system*)
- 6) Sistem perpipaan (*piping system*)



Sumber: M. Subroto Alirejjo (2014)

Gambar 5. Mesin Diesel.

Berdasarkan langkah kerjanya, mesin diesel ini dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu: mesin diesel 4 takt dan mesin diesel 2 takt. Mesin diesel 4 (empat) takt adalah mesin yang berbahan bakar solar, yang bekerja dengan 4 (empat) kali langkah torak bolak balik dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) dengan 2 (dua) kali putaran poros engkol (*crankshaft*) dan menghasilkan 1 (satu) kali langkah usaha/langkah kerja.



Sumber: M.Subroto Aliredjo (2014)

Gambar 6. Mesin Diesel 4 Takt/Langkah.

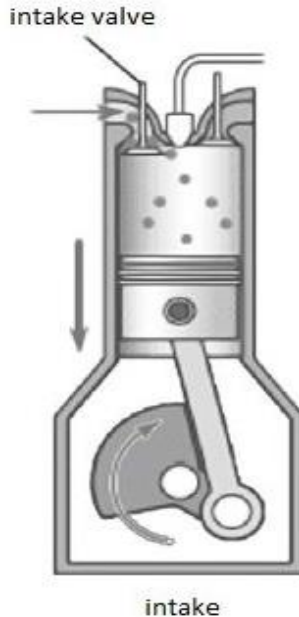
Adapun untuk cara kerja mesin diesel 4 takt/4 langkah adalah sebagai berikut:

1) Langkah Isap/Langkah Pemasukan Udara Murni

Pada langkah isap/langkah pemasukan ini, beberapa tahapan proses terjadi secara berurutan, seperti berikut:

- a) Katup isap terbuka dan katup buang tertutup.
- b) Piston/torak bergerak dari TMA menuju TMB.
- c) Didalam silinder motor, terjadi pembesaran volume/hisapan.
- d) Udara murni masuk melalui saluran masuk (*intake manifold*) dan katup isap (*suction valve*).

e) Proses ini terjadi pada $\frac{1}{2}$ putaran poros engkol (*crankshaft*).



Sumber: [https:// www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/](https://www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/)

Gambar 7. Langkah Isap/Langkah Pemasukan Udara Murni.

2) Langkah Kompresi/Pemampatan Udara

Pada langkah kompresi/pemampatan ini, beberapa tahapan proses juga terjadi secara berurutan, seperti berikut:

- a) Kedua katup (katup isap/*suction valve* dan katup buang/*exhaust valve* tertutup dengan rapat).
- b) Piston/torak bergerak dari TMB menuju ke TMA.
- c) Di dalam silinder terjadi pengecilan volume ruangan, sehingga udara murni dimampatkan/dipadatkan.
- d) Tekanan dalam ruangan silinder secara tiba-tiba naik mencapai 16 – 20 kg/Cm² atau 16 – 20 Bar.
- e) Temperatur ruangan silinder juga ikut naik mencapai hingga 600°C bahkan lebih tinggi lagi.
- f) Beberapa saat torak mencapai TMA, bahan bakar dalam bentuk kabut disemprotkan oleh injektor ke dalam ruang silinder motor.
- g) Karena tekanan dan temperatur ruangan sangat tinggi, maka bahan bakar solar tersebut dapat terbakar dengan sendirinya.
- h) Proses ini terjadi pada ½ putaran poros engkol (*crankshaft*)



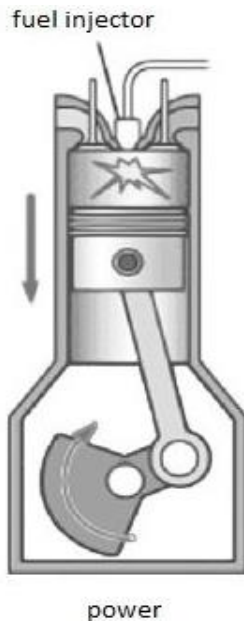
Sumber: www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/

Gambar 8. Langkah Kompresi/Pemampatan Udara.

3) Langkah Usaha/Langkah Ekspansi

Langkah usaha/langkah ekspansi ini juga disebut dengan langkah pembakaran, pada langkah pembakaran ini juga terjadi beberapa tahapan proses secara berurutan, seperti berikut:

- a) Proses pembakaran di dalam silinder motor masih berlangsung.
- b) Kedua katup (katup isap dan katup buang) masih dalam keadaan tertutup rapat.
- c) Hasil pembakaran yang terjadi di dalam ruang silinder motor menjadikan tekanan yang sangat tinggi.
- d) Tekanan ini mampu mendorong torak/piston bergerak menuju TMB dari TMA.
- e) Proses langkah usaha/langkah ekspansi ini berlangsung sampai katup buang terbuka sekitar 25° sudut engkol sebelum torak/piston mencapai TMB.
- f) Proses ini terjadi pada $\frac{1}{2}$ putaran poros engkol (*crankshaft*).



Sumber: [https:// www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/](https://www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/)

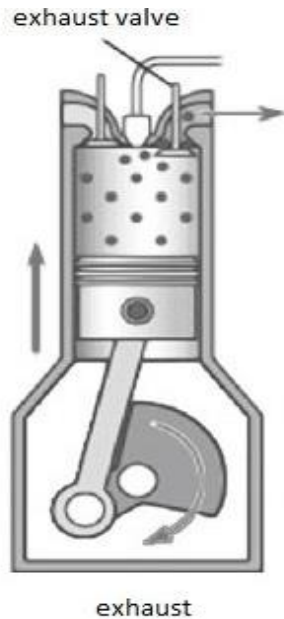
Gambar 9. Langkah Usaha/Langkah Ekspansi.

4) Langkah Buang

Pada langkah buang ini juga terjadi beberapa tahapan proses secara berurutan, seperti berikut:

- a) Katup isap tertutup dan katup buang terbuka.
- b) Torak/piston bergerak dari TMB menuju TMA.

- c) Gas bekas hasil pembakaran terdorong keluar melalui saluran buang (*exhaust manifold*) selanjutnya menuju ke knalpot.
- d) Pada akhir proses ini akan terjadi kedua katup akan terbuka, biasanya terjadi pada saat awal langkah isap dan akhir langkah buang.
- e) Pada kondisi ini akan terjadi peristiwa pembilasan gas buang keluar dan udara murni masuk ke dalam silinder yang dikenal dengan *overlapping*.
- f) Begitu proses yang terjadi berlangsung secara terus menerus, selama mesin diesel hidup atau beroperasi.



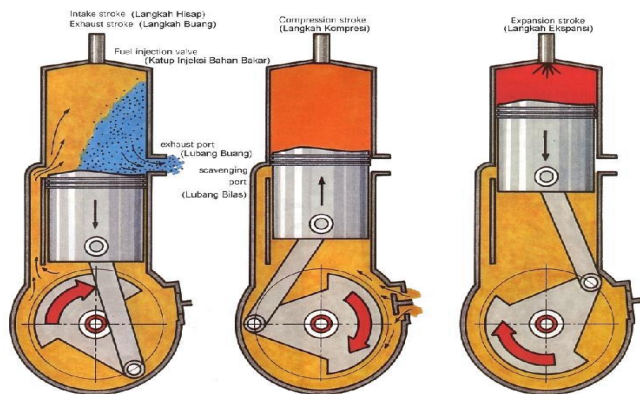
Sumber: [https:// www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/](https://www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/)

Gambar 10. Langkah Buang.

Berdasarkan ke-empat proses langkah di atas, dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja mesin diesel 4 tak/4 langkah adalah: motor yang berbahan bakar solar, yang bekerja dengan 4 (empat) kali langkah torak/*piston*: TMA-TMB, TMB-TMA, TMA-TMB, dan TMB-TMA menghasilkan 1 (satu) kali langkah usaha/langkah kerja

dalam 2 (dua) kali putaran poros engkol (*crankshat*), yaitu: $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2$.

Kemudian selain mesin diesel 4 takt/4 langkah juga dikenal dengan adanya mesin diesel 2 takt/2 langkah. Prinsip kerja mesin diesel ini adalah dalam 2 kali langkah torak/piston menghasilkan 1 kali langkah usaha/kerja, dan hanya dalam 1 kali putaran poros engkol (*crankshaft*).



Sumber: M. Subroto Aliredjo (2014)

Gambar 11. Mesin Diesel 2 Takt.

Komponen mesin diesel 2 takt/2 langkah terdiri dari beberapa komponen pokok sebagaimana halnya juga terdapat pada mesin diesel 4 takt, sebagai berikut:

- 1) Blok silinder (*cylinder block*)
- 2) Kepala silender (*cylinder head*)
- 3) Pengabut bahan bakar (*injector*)
- 4) Pompa bahan bakar tekanan tinggi (*injection pump*)
- 5) *Pinton*/torak
- 6) Batang torak/penghubung (*connecting rod*)
- 7) Poros engkol (*cranksaft*)
- 8) Poros nok (*camshaft*)
- 9) Panci pelumas (*oil pan*)
- 10) Roda penerus (*flywheel*)
- 11) Pintu masuk udara (*air intake*)
- 12) Saluran bilas (*transfer port*), dan
- 13) *Blower*

Disamping itu mesin diesel 2 takt/2 langkah juga didukung dengan komponen penunjang lainnya yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan satu sama

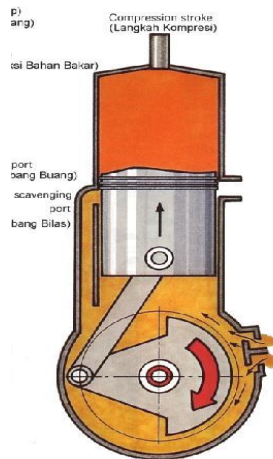
lainnya yang berfungsi untuk mendukung beroperasinya sebuah mesin diesel. Adapun komponen penunjang tersebut adalah berupa sistem-sistem yang bekerja pada mesin diesel itu sendiri, minimal ada 5 (lima) sistem penunjang seperti berikut:

- 1) Sistem bahan bakar (*fuel oil system*)
- 2) Sistem pelumasan (*lubricating oil system*)
- 3) Sistem pendinginan (*cooling system*)
- 4) Sistem start (*starting system*)
- 5) Sistem kelistrikan (*electrical system*)

Cara kerja mesin diesel 2 takt/2 langkah adalah sebagai berikut:

- 1) Langkah Hisap dan Langkah Kompresi
 - a) Langkah hisap dan langkah kompresi terjadi pada waktu yang bersamaan secara bergantian.
 - b) Torak/piston bergerak dari TMA menuju TMB.
 - c) Pada saat posisi torak/piston berada di TMB, udara murni akan masuk lewat pintu masuk udara yang ada pada dinding silinder.

- d) Untuk memudahkan udara murni masuk ke dalam saluran masuk (*intake*), maka dipasang sebuah *blower* atau *turbo charger*.
- e) Kemudian torak/piston bergerak naik dari TMB ke TMA, sehingga saluran udara (*intake*) tertutup oleh torak
- f) Pada saat pintu masuk (*intake*) tertutup oleh torak, pada saat itu juga kompresi udara murni dalam silinder telah dimulai.



Sumber: M. Subroto Aliredjo, 2014

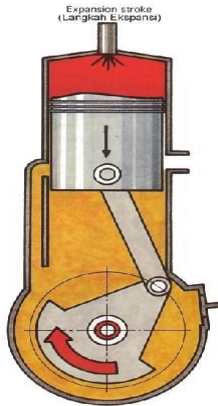
Gambar 12. Langkah Kerja Pertama Motor Diesel 2 Takt.

2) Langkah Usaha dan Buang

- a) Pada akhir langkah kompresi tekanan dan temperatur dalam silinder motor secara tiba-tiba naik melebihi titik nyala solar.
- b) Beberapa saat torak mencapai TMA, injektor akan menyemprotkan bahan bakar solar dalam bentuk kabut.
- c) Pada saat itu terjadi ledakan pembakaran di dalam silinder motor.
- d) Hasil dari ledakan pembakaran di dalam silinder motor mampu mendorong torak bergerak ke TMB, langkah ini dinamakan langkah usaha/kerja (ekspansi).
- e) Sesaat sebelum piston mencapai TMB, pintu buang (*exhaust port*) akan terbuka.
- f) Secara bersamaan pintu masuk udara (*transfer port*) juga terbuka, hal disebabkan karena torak bergerak menuju ke TMB.
- g) Gas bekas hasil pembakaran akan didorong ke luar melalui pintu buang (*exhaust port*) oleh *blower*.

h) Langkah berikutnya akan kembali terjadi proses pemasukan udara murni melalui pintu masuk udara (*transfer port*) terus ke ruang silinder di atas torak/piston dan selanjutnya terjadi kembali langkah kompresi.

Berdasarkan kedua proses langkah di atas, dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja motor diesel 2 takt/2 langkah adalah: motor yang berbahan bakar solar, yang bekerja dengan 2 (dua) kali langkah torak/*piston*: TMA-TMB dan TMB-TMA menghasilkan 1 (satu) kali langkah usaha/langkah kerja dalam 1 (satu) kali putaran poros engkol (*crankshaft*), yaitu: $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$.



Sumber: M. Subroto Aliredjo (2014)

Gambar 13. Langkah Kerja Kedua Motor Diesel 2 Takt.

B. Motor Bensin (*Gasoline Engine*)

Dinamakan motor bensin (*gasoline engine*), dikarenakan motor ini menggunakan bahan bakar jenis bensin (*premium/pertamax/pertalite*) sebagai bahan bakarnya. Motor bakar atau mesin bensin ini juga dikenal dengan siklus *Otto* (*Otto Cycle*) karena pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli yang bernama *Nikolaus Otto* pada 1876. Sebagaimana halnya mesin diesel, mesin bensin ini juga memiliki berbagai komponen pokok, seperti:

- 1) Kepala silinder (*cylinder head*)
- 2) Blok silinder (*cylinder block*)
- 3) Torak (*piston*)
- 4) Batang penghubung torak (*connecting rod*)
- 5) Poros engkol (*crankshaft*)
- 6) Panci pelumas (*oil pan/carter*)
- 7) Roda gila (*flywheel*)
- 8) Busi (*sparkplug*)

Disamping itu mesin bensin juga didukung dengan komponen penunjang lainnya yang merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya yang berfungsi untuk mendukung beroperasinya sebuah mesin bensin. Adapun komponen penunjang tersebut adalah berupa sistem-sistem yang bekerja pada mesin bensin itu sendiri, minimal ada 6 (enam) sistem penunjang seperti berikut:

- 1) Sistem bahan bakar (*fuel oil system*)
- 2) Sistem pelumasan (*lubricating oil system*)
- 3) Sistem pendinginan (*cooling system*)

- 4) Sistem start (*starting system*)
- 5) Sistem kelistrikan (*electrical system*)
- 6) Sistem perpipaan (*pipng system*)



Sumber: <https://alatprakteksmk.com/product/motor-bensin/>

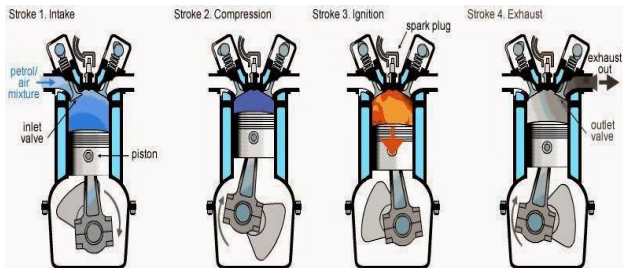
Gambar 14. Motor Bensin.

Penggunaan motor penggerak kapal penangkap ikan jenis mesin bensin ini, boleh dikatakan sangat jarang digunakan terutama untuk jenis *inboard motor*. Karena motor ini berbahan bakar bensin (*premium / pertamax / pertalite*), sehingga sangat rawan terhadap kebakaran. Pada umumnya kapal yang menggunakan mesin bensin

ini adalah kapal yang relatif berukuran kecil (perahu nelayan) yang digunakan sebagai mesin tempel dan sebagian juga ada digunakan pada beberapa kapal cepat seperti *speedboat*.

Berdasarkan langkah kerjanya, mesin bensin ini juga dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu: mesin bensin 4 takt dan mesin bensin 2 takt. Mesin bensin 4 (empat) takt adalah mesin yang berbahan bakar bensin (*premium/pertamax/pertalite*), yang bekerja dengan 4 (empat) kali langkah torak bolak balik dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) dengan 2 (dua) kali putaran poros engkol (*crankshaft*) dan menghasilkan 1 (satu) kali langkah usaha/langkah kerja. Urutan langkah kerjanya sebagai berikut:

- 1) Langkah hisap/pemasukan (*intake*)
- 2) Langkah pemampatan (*compression*)
- 3) Langkah usaha/kerja/pembakaran (*ignition*)
- 4) Langkah buang (*exhaust*)



Sumber: www.oto.clas.web.id/2014/11/cara-kerja-motor-4-tak-otomotif-dasar.html

Gambar 15. Langkah Kerja Motor Bensin 4 Takt.

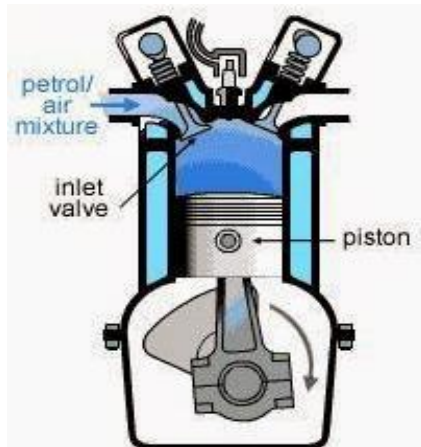
Adapun penjelasan dari tahapan masing-masing langkah kerja mesin bensin 4 takt/4 langkah adalah sebagai berikut:

1) Langkah hisap/langkah pemasukan gas (*intake*)

Pada langkah hisap/langkah pemasukan ini, beberapa tahapan proses terjadi secara berurutan, seperti berikut:

- a) Katup isap (*suction valve*) terbuka dan katup buang (*discharge valve*) tertutup.
- b) Piston/torak bergerak dari TMA menuju TMB.
- c) Di dalam silinder motor, terjadi pembesaran volume/hisapan.

- d) Campuran bensin dan udara dalam bentuk gas terhisap masuk ke dalam silinder motor melalui katup hisap (*suction valve*)
- e) Proses ini terjadi pada $\frac{1}{2}$ putaran poros engkol (*crankshaft*).



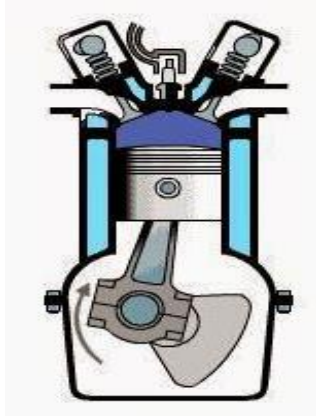
Sumber: www.oto.clas.web.id/2014/11/cara-kerja-motor-4-tak-otomotif-dasar.html

Gambar 16. Langkah Hisap/Pemasukan Gas.

2) Langkah kompresi/pemampatan (*compression*)

Pada langkah kompresi/pemampatan ini, beberapa tahapan proses juga terjadi secara berurutan, seperti berikut:

- a) Kedua katup (katup isap/*suction valve* dan katup buang/*exhaust valve*) tertutup dengan rapat.
- b) Piston/torak bergerak dari TMB menuju ke TMA.
- c) Di dalam silinder terjadi pengecilan volume ruangan, sehingga gas dimampatkan/ dipadatkan.
- d) Tekanan didalam ruangan silinder secara tiba-tiba naik mencapai 140 PSI (9,5 BAR) hingga 220 PSI (15 BAR).
- e) Temperatur ruangan silinder juga ikut naik mencapai hingga 600°C bahkan bisa lebih tinggi lagi.
- f) Beberapa saat torak mencapai TMA (pada akhir langkah kompresi), maka busi (*spark plug*) memercikan bunga api, sehingga terjadi pembakaran dalam ruang silinder.
- g) Proses ini terjadi pada $\frac{1}{2}$ putaran poros engkol (*crankshaft*)



Sumber: www.oto.clas.web.id/2014/11/cara-kerja-motor-4-tak-otomotif-dasar.html

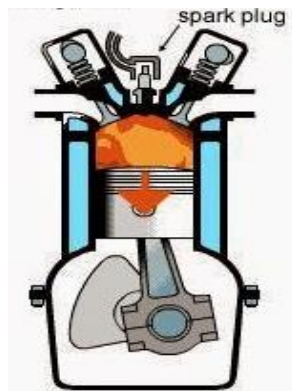
Gambar 17. Langkah Kompresi/Pemampatan (*Compression*).

3) Langkah usaha/langkah kerja (*expantion*)

Langkah usaha/langkah ekspansi ini juga disebut dengan langkah pembakaran, pada langkah pembakaran ini juga terjadi beberapa tahapan proses secara berurutan, seperti berikut:

- a) Proses pembakaran di dalam silinder motor masih berlangsung.
- b) Kedua katup (katup isap dan katup buang) masih dalam keadaan tertutup rapat.

- c) Hasil pembakaran yang terjadi di dalam ruang silinder motor menjadikan tekanan yang sangat tinggi.
- d) Tekanan ini mampu mendorong torak/piston bergerak menuju TMB dari TMA.
- e) Proses langkah usaha/langkah ekspansi ini berlangsung sampai katup buang terbuka sekitar 25° sudut engkol sebelum torak/piston mencapai TMB.
- f) Proses ini terjadi pada $\frac{1}{2}$ putaran poros engkol (*crankshaft*).



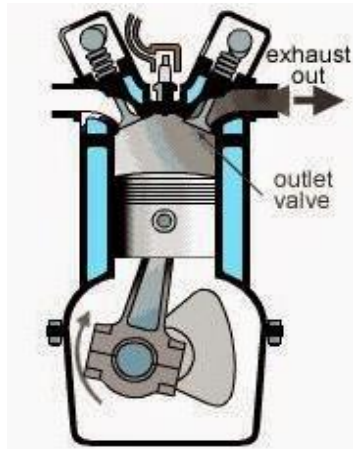
Sumber: www.oto.clas.web.id/2014/11/cara-kerja-motor-4-tak-otomotif-dasar.html

Gambar 18. Langkah Usaha/Langkah Kerja (*Expantion*).

4) Langkah Buang (*exhaust*)

Pada langkah buang ini juga terjadi beberapa tahapan proses secara berurutan, seperti berikut:

- a) Katup hisap tertutup dan katup buang terbuka.
- b) Torak/piston bergerak dari TMB menuju TMA.
- c) Gas bekas hasil pembakaran terdorong keluar melalui saluran buang (*exhaust manifold*) selanjutnya menuju ke knalpot.
- d) Pada akhir proses ini kedua katup akan terbuka, biasanya terjadi pada saat awal langkah isap dan akhir langkah buang.
- e) Pada kondisi ini terjadi peristiwa pembilasan gas buang ke luar dan gas baru masuk ke dalam silinder yang dikenal dengan *overlapping*.
- f) Begitu proses yang terjadi berlangsung secara terus menerus, selama mesin bensin hidup atau beroperasi.

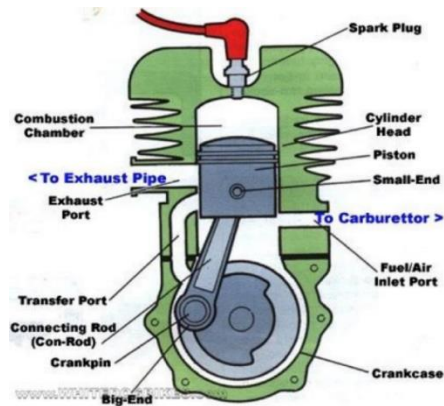


Sumber: www.oto.clas.web.id/2014/11/cara-kerja-motor-4-tak-otomotif-dasar.html

Gambar 19. Langkah Buang (Exhaust).

Berdasarkan keempat proses langkah di atas, dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja mesin bensin diesel 4 takt/4 langkah adalah: motor yang berbahan bakar bensin (*premium/pertamax/pertalite*), yang bekerja dengan 4 (empat) kali langkah torak/*piston*: TMA-TMB, TMB-TMA, TMA-TMB, dan TMB-TMA menghasilkan 1 (satu) kali langkah usaha/langkah kerja pada langkah ke-3 dalam 2 (dua) kali putaran poros engkol (*crankshat*), yaitu: $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2$.

Kemudian selain mesin bensin 4 takt/4 langkah juga dikenal dengan adanya mesin bensin 2 takt/2 langkah. Prinsip kerja mesin bensin ini adalah dalam 2 kali langkah torak/piston menghasilkan 1 kali langkah usaha/kerja, dan hanya dalam 1 kali putaran poros engkol (*crankshaft*).



Sumber: [https:// fastnlow.net/cara-kerja-mesin-2-tak-dan-4-tak/](https://fastnlow.net/cara-kerja-mesin-2-tak-dan-4-tak/)

Gambar 20. Mesin Bensin 2 Takt.

Komponen mesin bensin 2 takt/2 langkah terdiri dari beberapa komponen pokok sebagaimana halnya juga terdapat pada mesin bensin 4 tak, sebagai berikut:

- 1) Kepala silinder (*cylinder head*)

- 2) Blok silinder (*cylinder block*)
- 3) Torak (*piston*)
- 4) Batang penghubung torak (*connecting rod*)
- 5) Saluran hisap (*suction*)
- 6) Saluran transfer/saluran bilas (*transfer port*)
- 7) Poros engkol (*crankshaft*)
- 8) Panci pelumas/bak engkol (*oil pan/carter*)
- 9) Busi (*spark plug*)

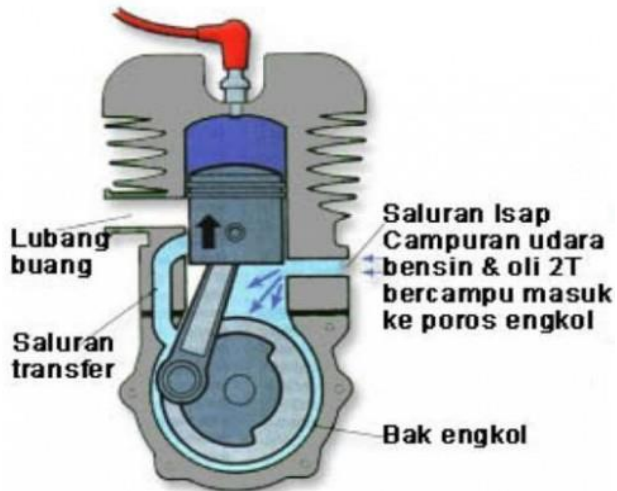
Disamping itu mesin bensin 2 takt/2 langkah juga didukung dengan komponen penunjang lainnya yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan satu sama lainnya yang berfungsi untuk mendukung beroperasinya sebuah mesin bensin. Adapun komponen penunjang tersebut adalah berupa sistem-sistem yang bekerja pada mesin bensin itu sendiri, minimal ada 5 (lima) sistem penunjang seperti berikut:

- 1) Sistem bahan bakar (*fuel oil system*)
- 2) Sistem pelumasan (*lubricating oil system*)
- 3) Sistem pendinginan (*cooling system*)

- 4) Sistem start/sistem penyalaaan (*starting system*)
- 5) Sistem kelistrikan (*electrical system*)

Adapun cara kerja mesin diesel 2 takt/2 langkah adalah sebagai berikut:

- 1) Langkah hisap dan langkah kompresi
 - a) Torak/piston bergerak dari TMB menuju ke TMA.
 - b) Terjadi pembesaran volume/*vacuum* pada ruang engkol di bawah piston.
 - c) Campuran bahan bakar + udara + oli 2 tak terhisap masuk ke ruangan engkol.
 - d) Ruangan di atas piston terjadi pengecilan volume ruangan/pemampatan (kompresi).
 - e) Tekanan dan temperatur ruangan meningkat secara tiba-tiba.
 - f) Sekitar 5 s/d 10 derajat sebelum TMA/saat akhir langkah kompresi busi memercikkan bunga api.
 - g) Terjadi ledakan pembakaran di dalam silender motor.
 - h) Proses ini terjadi dalam $\frac{1}{2}$ putaran poros engkol (*crankshaft*).



Sumber: [https:// www.insinyoer.com/prinsip-kerja-mesin-2-tak/](https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-mesin-2-tak/)

Gambar 21. Langkah Hisap dan Langkah Kompresi.

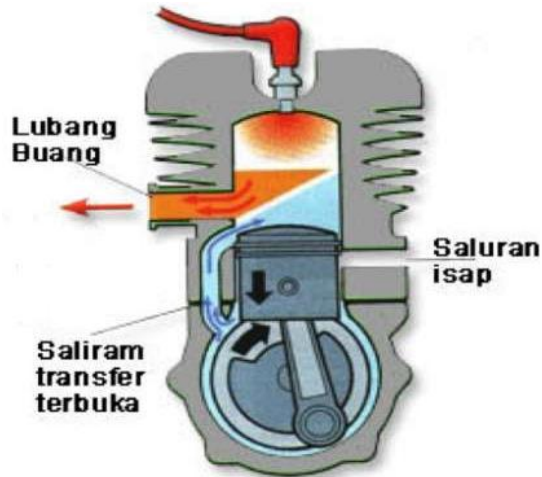
2) Langkah Usaha dan Buang

- a) Hasil dari ledakan pembakaran di dalam silinder motor mampu mendorong torak bergerak ke TMB, langkah ini dinamakan langkah usaha/kerja (ekspansi).
- b) Pada kesempatan tersebut, piston akan menghisap gas hasil percampuran udara dengan bahan bakar dan pelumas masuk ke dalam ruang bilas (*transfer port*).

- c) Secara bersamaan pintu masuk udara (*intake*) juga terbuka, hal ini disebabkan karena torak bergerak menuju ke TMB.
- d) Gas bekas hasil pembakaran akan didorong ke luar melalui pintu buang (*exhaust port*) yang terdorong oleh masuknya gas baru.
- e) Langkah berikutnya akan kembali terjadi proses pemasukan gas melalui pintu bilas (*transfer port*) terus ke ruang silinder di atas torak/piston dan selanjutnya terjadi kembali langkah kompresi.
- f) Proses ini terjadi dalam $\frac{1}{2}$ putaran poros engkol (*crankshaft*).

Berdasarkan kedua proses langkah di atas dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja mesin bensin 2 takt/2 langkah adalah: motor yang berbahan bakar bensin (*premium/pertamax/ pertalite*), yang bekerja dengan 2 (dua) kali langkah torak/piston: TMB-TMA dan TMA-TMB atau sebaliknya menghasilkan 1 (satu) kali langkah

usaha/langkah kerja dalam 1 (satu) kali putaran poros engkol (*crankshat*), yaitu: $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$.



Sumber: [https:// www.insinyoer.com/prinsip-kerja-mesin-2-tak/](https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-mesin-2-tak/)

Gambar 22. Langkah Usaha dan Buang.

III. Pesawat Bantu di Dek/Geladak Kapal

Pesawat bantu di dek/geladak kapal sangat diperlukan untuk mendukung operasional sebuah kapal penangkapan ikan, baik operasional dalam pelayaran pulang dan pergi dari pangkalan menuju ke *fishing ground* maupun pada saat operasional kegiatan penangkapan ikan di laut. Pesawat bantu yang digunakan untuk operasional kapal dan pada saat operasi penangkapan ikan, diantaranya adalah :

- 1) *Winch jangkar (windlass)*
- 2) *Capstan*
- 3) *Power block*
- 4) *Line hauler*
- 5) *Winch trawl*

A. **Winch Jangkar (*Windlass*)**

Winch jangkar (windlass) adalah sebuah pesawat bantu yang ditempatkan di dek/geladak kapal yang

fungsinya untuk menaikkan dan menurunkan jangkar kapal beserta rantai jangkarnya pada saat kapal akan berlabuh, baik di laut maupun di kolam pelabuhan. Tenaga penggerak *winch* jangkar (*windlass*) ini bermacam-macam, ada yang digerakkan secara mekanik atau manual dengan tangan manusia, biasanya digunakan untuk kapal-kapal berukuran kecil sampai sedang seperti pada kapal penangkap ikan pada umumnya (di bawah 100 GT).



Gambar 23. *Winch* Jangkar (*Windlass*) Jenis Mekanik.

Sedangkan untuk kapal yang berukuran >100 GT pada umumnya menggunakan *winch* jangkar (*windlass*) yang

digerakkan dengan listrik dan hidrolik, sehingga *winch* jangkar (*windlass*) semacam ini sering disebut dengan mesin jangkar. Tentu antara *winch* jangkar (*windlass*) jenis mekanik dengan jenis listrik dan hidrolik ini sangat jauh berbeda, terutama dalam pengoperasiannya dan harga barunya. *Winch* jangkar (*windlass*) dengan penggerak listrik dan hidrolik sangat mudah dan praktis dalam pengoperasiannya, namun menggunakan sumber tenaga listrik dan instalasi hidrolik berupa sistem perpipaan hidrolik dan pompa-pompa. Sehingga untuk mengoperasikan *winch* jangkar (*windlass*) jenis ini, pastikan di kapal harus memiliki sumber tenaga listrik berupa *generator set* (*gen-set*).



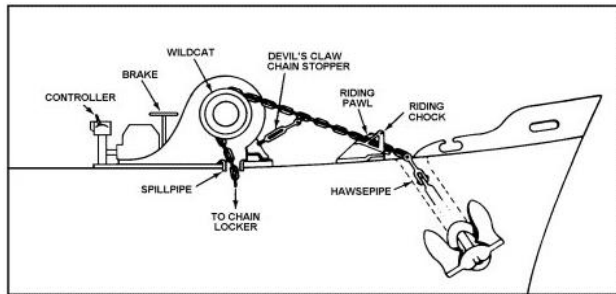
Sumber: M. Subroto Aliredjo (2014)

Gambar 24. *Winch* Jangkar (*Windlass*) Jenis Listrik-Hidrolik.

Dalam pengoperasiannya *winch* jangkar (*windlass*) jenis listrik hidrolik ini terdiri dari beberapa komponen yang dirangkai menjadi satu berupa instalasi mesin jangkar, seperti komponen berikut:

- 1) Mesin jangkar
- 2) Rantai jangkar atau tali kawat/sling (*wire*)
- 3) Jangkar
- 4) Tabung rantai jangkar
- 5) Kotak (*box*) rantai jangkar
- 6) Rem rantai (*stopper*)

Instalasi mesin jangkar ini pada sebuah kapal biasanya ditempatkan pada bagian haluan kapal, mesin jangkar ini dioperasikan oleh seorang Anak Buah Kapal/ABK (*crew*) bagian dek pada saat kapal melakukan labuh yang disebut dengan labuh jangkar. Kegiatan labuh jangkar ini, bisa dilakukan di laut dan bisa juga di areal kolam pelabuhan pada saat kapal tidak dapat tempat sandar di dermaga. Rangkaian instalasi mesin jangkar seperti disajikan pada Gambar 25.



Sumber: <https://www.asmarines.com/jenis-jangkar>

Gambar 25. Winch Jangkar (*Windlass*) Jenis Listrik-Hidrolik.

B. *Capstan*

Capstan merupakan pesawat bantu yang dipasang di dek/geladak kapal, alat ini digunakan untuk memudahkan dalam hal menggulung tali *tross* dan *spring* pada saat kapal melakukan kegiatan tambat dan labuh. Tali *tross* dan *spring* merupakan tali yang digunakan untuk mengikatkan badan kapal dengan *bolder* di dermaga maupun dengan *bolder* di kapal lain yang berdekatan. *Capstan* ini digerakkan menggunakan sistem listrik hidrolik, sehingga sangat mudah dioperasikan oleh anak buah kapal.



Gambar 26. Capstan.

C. *Power Block*

Power block merupakan pesawat bantu yang digunakan dalam pengoperasian alat penangkap ikan khususnya alat tangkap pukot cincin (*purse seine*). Alat ini digunakan untuk mengangkat dan menarik badan pukot cincin (*purse seine*) ke atas dek/geladak kapal pada saat kegiatan *haulling*. Penggunaan pesawat bantu ini pada kapal *purse seine*, termasuk kegiatan penangkapan ikan yang terbilang modern. Sedangkan sebagai pengganti alat ini pada kapal nelayan tradisional seperti pengoperasian *purse seine* di pantai utara Jawa dan di perairan Indonesia pada umumnya, masyarakat melakukan modifikasi *power block* dari gardan mobil.



Gambar 27. *Power Block* Dari Modifikasi Gardan Mobil.

Tenaga penggerak *power block* pada umumnya menggunakan sistem listrik hidrolik, sedangkan *power block* yang dimodifikasi dari gardan mobil tenaga penggerakya adalah memanfaatkan putaran mesin utama penggerak kapal (*main engine*) dengan perantaraan penghubung (*coupling*).



Sumber: Ole Arve Misun (2007)

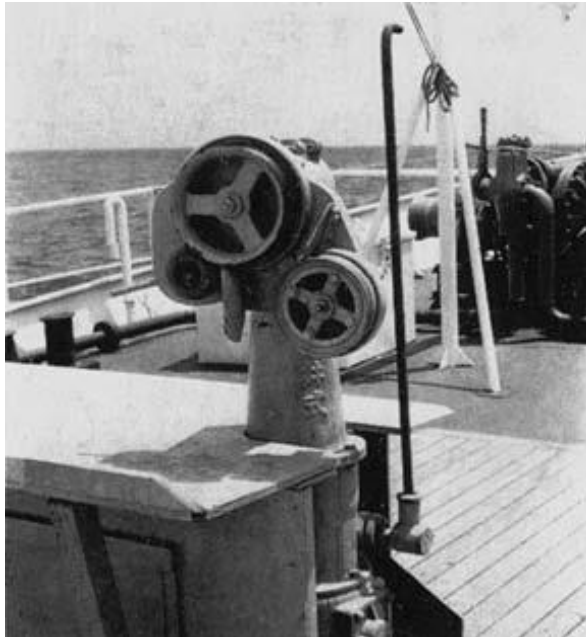
Gambar 28. Power Block Pada Kapal Purse Seine.

D. *Line Hauler*

Line hauler secara sederhana diartikan sebagai penarik atau penggulung tali. Tali yang ditarik adalah tali utama (*main line*) pada alat tangkap *long line* disaat mengoperasikan alat tangkap tersebut di laut. Alat tangkap *long line* adalah termasuk alat penangkapan ikan yang modern, karena menggunakan kapal yang cukup besar, peralatan yang canggih dan hanya bisa dioperasikan oleh para ABK yang berpengalaman. Alat tangkap *long line* sesuai namanya adalah berupa alat tangkap pancing ikan berupa tali panjang, yang terdiri

dari dari bagian-bagian, seperti: tali utama (*main line*), tali cabang (*branch line*), mata pancing (*hook*), pelampung (*bouy*), pelampung radio (*radio bouy*) dan kelengkapan lainnya. Karena alat tangkap ini menggunakan tali utama (*main line*) yang sangat panjang yang terbuat dari jenis tali *kuralon*, maka pada saat mengoperasikannya, terutama saat menarik dan menggulung tali tersebut (*haulling*), maka tidak mungkin dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia sehingga perlu menggunakan pesawat bantu penangkapan ikan yang disebut *line hauler*.

Line hauler ini digerakkan dengan sistem listrik hidrolis (*electric hydraulic*), sehingga untuk menggunakan alat ini dipastikan di kapal tersedia sumber tenaga listrik berupa *generator set (gen-set)*.



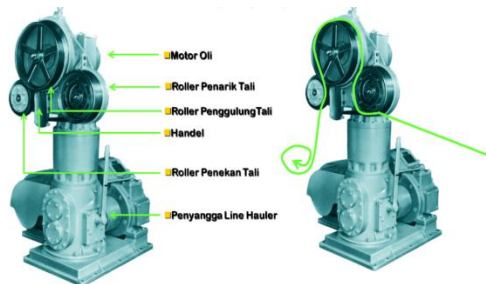
Sumber: Ole Arve Misun (2007)

Gambar 29. *Line Hauler* di Kapal *Long Line*.

Beberapa komponen penting pada *line hauler* adalah sebagai berikut:

- 1) Motor listrik (*electro motor*)
- 2) Pompa oli (*lubricating oil pump*)
- 3) Bak oli (*oil pan*)
- 4) Pipa hidrolik (*hydraulic pipe*)

- 5) Roller penarik tali
- 6) Roller penggulung tali
- 7) Handel
- 8) *Roller* penekan tali
- 9) Alat pengereman/pengatur kecepatan
- 10) Penyangga *line hauler*



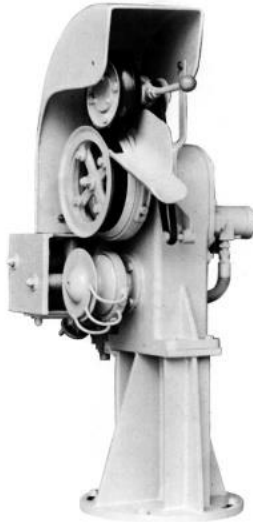
Sumber: togaikan.blogspot.com/2019/07/alat-bantu-penangkapan-pada-alat.html

Gambar 30. Bagian-bagian *Line Hauler*.

Disamping komponen tersebut, *line hauler* juga dilengkapi dengan alat penunjang lainnya untuk memudahkan ABK pada saat menurunkan alat tangkap (*setting*), menarik dan menggulung alat tangkap (*haulling*) dan pada saat menyimpan tali pancing di gudang tali utama (*box line*). Adapun alat penunjang tersebut diantaranya adalah:

- 1) Pelempar tali utama (*line thrower/line caster*)
- 2) Penarik dan penggulung tali cabang (*branch line ace*)
- 3) Penyusun tali utama (*line arranger*)
- 4) Penarik tali pelampung (*bouy line ace*)
- 5) Pengatur arah tali utama (*side roller/line guide roller*)
- 6) Alat untuk memindahkan/menggeser tali utama (*slow conveyor*)
- 7) Alat untuk memindahkan *branch line*, pelampung dan tali pelampung (*branch line conveyor*).

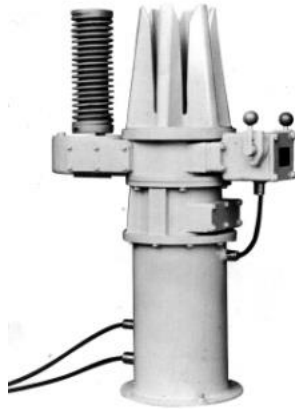
Line thrower/line caster digunakan untuk menurunkan tali utama pancing pada saat melakukan kegiatan *setting*. Alat ini digerakkan dengan menggunakan tenaga listrik (*electric*), dan dilengkapi juga dengan mesin pengukur panjang tali utama (*main line*). Alat pengukur ini (*hook master*) dapat diatur sesuai dengan jarak tali cabang (*branch line*) yang akan dipasangkan pada tali utama (*main line*).



Sumber: Ardidja (2007)

Gambar 31. *Line Thrower/Line Caster.*

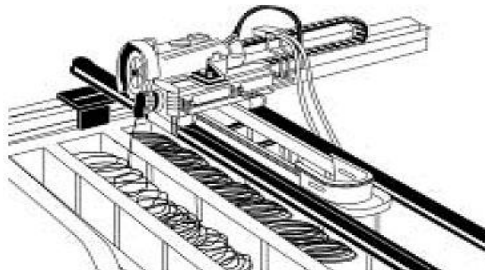
Berikutnya adalah penarik dan penggulung tali cabang (*branch line ace*). Alat ini digunakan untuk menggulung komponen tali cabang (*branch line*) atau tali pelampung (*bouy line*). *Branch line ace* pada umumnya digerakkan dengan tenaga listrik (*electric*).



Sumber: Ardidja (2007)

Gambar 32. *Branch Line Ace.*

Penyusun tali utama (*line arranger*) sesuai namanya alat ini digunakan untuk menyusun tali utama (*main line*) pada kotak penyimpanannya (*box line*). Pada umumnya alat ini digerakkan menggunakan tenaga listrik hidrolik (*electric hydraulic*). Unit dan komponen *line arranger* sebagai berikut:

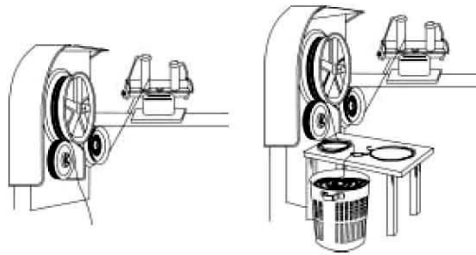


Sumber: Ardidja (2007)

Gambar 33. Line Arranger.

Pengatur arah tali utama (*side roller/line guide roller*) adalah sebuah *block* yang dapat berputar horizontal mengikuti arah tali utama (*main line*), berfungsi sebagai penghantar *main line* dari laut ke *line*

hauler. Berikut adalah unit dari *side roller/line guide roller*.



Sumber: Ardidja (2007)

Gambar 34. *Side Roller/Line Guide Roller*.

Dalam mengoperasikan *line hauler*, baik pada saat kegiatan *setting* maupun *haulling* dibutuhkan beberapa orang anak buah kapal yang mempunyai keahlian khusus. Masing-masing ABK menempati tempat atau posisi sesuai dengan tugasnya sebagai operator alat pada saat operasi alat tangkap tersebut.

Alat bantu lain yang digunakan pada saat mengoperasikan alat tangkap *long line*, adalah *Radio Direction Finder (RDF)*. Alat ini berfungsi untuk memonitor dan mengetahui posisi pelampung utama pada

alat tangkap *long line*, ketika akan dilakukan menaikkan alat tangkap (*hauling*). Sesuai namanya, RDF ini menggunakan frekuensi tertentu dan dipasang baterai, begitu juga halnya pada pelampung utama juga dipasang radio yang dinamakan dengan *radio bouy*. Dengan adanya alat ini, maka pencarian posisi *radio bouy* ketika akan dilakukan *hauling*, sangat mudah ditemukan walaupun pada saat cuaca buruk maupun pada malam hari sekalipun.



Sumber: Ardidja (2007)

Gambar 35. Radio Bouy, Light Bouy dan Kelengkapannya.

E. *Winch Trawl*

Winch trawl secara sederhana diartikan sebagai penarik jaring/pukat. Jaring/pukat yang dimaksud di sini adalah jenis alat tangkap ikan berupa jaring berkantong yang dinamakan *trawl*. *Trawl* juga dikenal dengan nama

lain yaitu pukat hela/pukat udang atau pukat harimau, karena alat ini bisa menangkap semua jenis dan ukuran ikan. Sehingga *trawl* ini dilarang oleh pemerintah berdasarkan Keputusan Presiden Nomor 39/1980. Hal ini disebabkan karena *trawl* diduga dapat merusak lingkungan dan sumber daya ikan dan juga dapat menimbulkan konflik antar nelayan di laut. Namun kemudian *trawl* ini kembali diizinkan pemerintah berdasarkan Keputusan Presiden Nomor 85/1982, khususnya untuk *trawl* jenis pukat udang (*double rig shrimp net*) dan pukat ikan (*fish net*), di mana kedua alat tangkap ini merupakan modifikasi dari *trawl* sebelumnya yang pernah dilarang.

Menurut Ardidja (2010), dalam pengelompokannya kapal pukat udang dibagi menjadi 4 (empat) kelompok, yaitu:

- 1) Kapal pukat hela belakang, jenis kapal ini dapat berukuran 200 GT. Kapal-kapal berukuran lebih dari 300 GT dilengkapi dengan *slip way* dan *roller* di buritan, yang berfungsi sebagai alur pukat hela.

- 2) Kapal pukat hela samping, jenis kapal ini merupakan kapal yang didesain untuk mengoperasikan kapal pukat hela dari samping terutama pada *setting* dan *haulling*. Sedangkan tahapan *towing* dihela dari belakang kapal seperti kapal pukat hela lainnya.
- 3) Kapal pukat hela rig ganda (*double rig trawl*), didesain untuk menghela dua atau lebih pukat hela untuk menangkap udang, di belakang kapal melalui dua buah rig yang dipasang menjorok ke kiri dan kanan lambung kapal.
- 4) Kapal pukat berbingkai (*beam trawl*), adalah jenis kapal yang mengoperasikan pukat hela berpalang atau berbingkai dengan menggunakan rig ganda.

Keempat jenis alat tangkap pukat udang atau *trawl* ini dalam pengoperasiannya menggunakan pesawat bantu terutama pada saat menaikkan badan jaring keatas kapal (*haulling*). Alat untuk menarik, menggulung dan menaikkan alat tangkap ini dinamakan *winch trawl*.



Sumber: M Subroto Aliredjo (2014)

Gambar 36. Kapal *Double Rig Trawl* Sedang Beroperasi.

Trawl ini termasuk alat tangkap ikan yang modern karena menggunakan kapal yang cukup besar, peralatan yang canggih dan hanya bisa dioperasikan oleh para ABK yang berpengalaman. Alat tangkap *trawl* sesuai namanya adalah berupa alat tangkap pukat ikan berupa jaring berkantong dalam pengoperasiannya ditarik dibagian buritan kapal. Karena alat tangkap ini cukup besar dan berat, apalagi kalau kantongnya telah berisi penuh dengan ikan, maka tidak mungkin ditarik secara manual menggunakan tenaga manusia sehingga perlu menggunakan pesawat bantu penangkapan ikan yang

disebut *winch trawl*. Alat ini digerakkan dengan sistem listrik hidrolik (*electric hydraulic*), sehingga untuk menggunakan alat ini dipastikan di kapal tersedia sumber tenaga listrik berupa *generator set (gen-set)*.



Sumber: Ardidja (2007)

Gambar 37. Winch Trawl.

Beberapa komponen penting pada *winch trawl* adalah sebagai berikut:

- 1) Motor listrik (*electro motor*)
- 2) Pompa oli (*lubricating oil pump*)
- 3) Bak oli (*oil pan*)
- 4) Pipa hidrolik (*hydraulic pipe*)
- 5) Drum penarik badan jaring (*winch*)

- 6) Alat pengereman/pengatur kecepatan
- 7) Bodi penyangga *winch*

Dalam mengoperasikan *winch trawl* ini dibutuhkan anak buah kapal yang mempunyai keahlian khusus. Masing-masing ABK menempati tempat yang sesuai dengan tugasnya sebagai operator pada saat pengoperasian alat.



Gambar 38. Pengoperasian *Winch Trawl*.

Sesuai dengan terbukanya mulut jaring, pada dasarnya *trawl* secara garis besar dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu:

- 1) *Otter trawl*: terbukanya mulut jaring dikarenakan adanya dua buah papan (*otter board*) yang dipasang

diujung muka kaki/sayap jaring yang pada prinsipnya menyerupai layang-layang (*kite*).

- 2) *Beam trawl*: terbukanya mulut jaring dikarenakan bentangan (rentangan) kayu/besi pada mulut jaring, disebut juga *fixsmouth trawl*.
- 3) *Paranzella*: terbukanya mulut jaring karena ditarik oleh dua buah kapal yang jalannya sejajar dengan jarak tertentu, disebut juga *pair trawl*.



Sumber: [Purse Seine.blogspot.com/2017/01/trawl.html](http://PurseSeine.blogspot.com/2017/01/trawl.html)

Gambar 39. Kapal Penangkap Ikan Dengan *Trawl*.

IV. Pesawat Bantu di Kamar Mesin

Permesinan bantu di kamar mesin adalah pesawat yang berada di dalam kamar mesin yang merupakan pesawat yang sangat vital dalam pengoperasian mesin kapal. Pesawat bantu ini sangat dibutuhkan dalam mendukung kelancaran beroperasinya mesin penggerak utama kapal (*main engine*), operasional pesawat bantu (*auxiliary engine*) dan alat penangkapan ikan. Ada banyak jenis pesawat bantu di kamar mesin sebuah kapal, antara lain adalah:

- 1) Generator set (*gen-set*)
- 2) Mesin kemudi (*steering engine*)
- 3) Mesin pendingin (*refrigeration*)
- 4) Kompresor udara (*air compressor*)
- 5) Pesawat penukar panas (*heat exchanger*)
- 6) *Oil water separator (OWS)*
- 7) *Fresh Water Generator (FWG)*, dan
- 8) Pompa-pompa

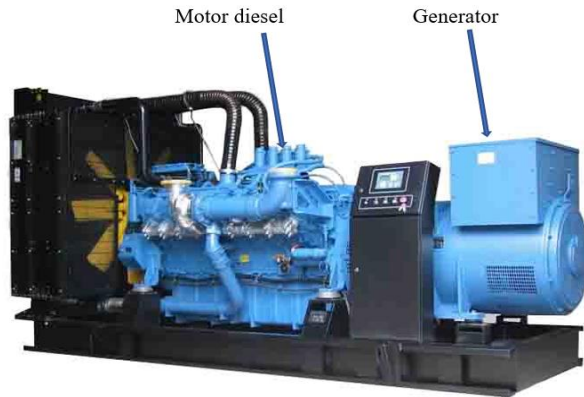
A. *Generator Set (Gen-Set)*

Generator set adalah sebuah pesawat bantu di kamar mesin sebuah kapal yang merupakan sumber utama energi listrik untuk mendukung beroperasinya kapal dan pesawat bantu lainnya. Secara umum definisi generator adalah pesawat yang dapat merubah energi gerak/mekanik menjadi energi listrik. Oleh sebab itu beroperasinya sebuah generator sangat membutuhkan sumber tenaga penggerak sendiri berupa motor bakar (*combustion engine*) atau sumber tenaga penggerak yang lain. Karena generator tidak dapat bekerja sendiri tanpa adanya sebuah sumber tenaga penggerak, sehingga dengan demikian pesawat ini dinamakan dengan *generator set (gen-set)*. Ada juga sebagian orang memberi nama dengan dinamo, kalau pada kendaraan mobil sering disebut dengan *alternator*, prinsipnya adalah sama yaitu pesawat ini dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sumber tenaga lain selain motor bakar untuk menggerakkan generator atau *alternator* diantaranya adalah:

- 1) Mesin uap
- 2) Tenaga nuklir
- 3) Tenaga angin
- 4) Tenaga surya
- 5) Tenaga air, dan lainnya

Komponen utama atau bagian-bagian pokok dari *generator set* ini antara lain:

- 1) Motor penggerak (mesin bensin atau mesin diesel)
- 2) Alternator atau dinamo nya sendiri
- 3) Sistem bahan bakar motor penggerak
- 4) Pengatur tegangan (*regulator*)
- 5) Sistem pendinginan motor penggerak
- 6) Sistem pelumasan motor penggerak
- 7) Sistem *start* motor penggerak
- 8) Papan Hubung (*panel control*)



Gambar 40. Generator Set (*Gen-set*).

Untuk apa saja energi listrik yang dihasilkan *gen-set* di kapal digunakan?, Diantaranya adalah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti berikut:

- 1) Untuk menggerakkan semua pesawat bantu yang terdapat di dek/geladak kapal dan pesawat bantu penangkapan ikan, seperti: *line hauler*, *power block*, *winch trawl*, *capstan*, mesin jangkar/*windlass*, *line arranger*, *line thrower/line caster*, *conveyor belt*, dan untuk menggerakkan semua pompa-pompa yang ada di deck/geladak kapal.

- 2) Untuk menggerakkan semua pesawat bantu yang terdapat di kamar mesin, seperti: mesin kemudi (*steering engine*), mesin pendingin (*refrigeration*), kompresor udara, pesawat penukar panas (*heat exchanger*), *oily water separator (OWS)*, pesawat pembangkit air tawar (*fresh water generator*), dan lainnya.
- 3) Untuk menggerakkan semua pompa-pompa, seperti: pompa air got (*bilge pump*), pompa dinas umum (*general service pump*), pompa sanitari (*sanitary pump*), pompa air tawar dan semua jenis pompa lainnya.
- 4) Untuk sistem penerangan dan komunikasi, serta keperluan lainnya yang membutuhkan energi listrik di kapal.

Satuan daya yang dihasilkan oleh *gen-set* di kapal sangat tergantung dari kapasitas *gen-set* itu sendiri dan tenaga penggerak yang digunakan.

Berdasarkan arus listrik yang dihasilkan *gen-set*/dinamo dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *gen-set* arus listrik searah/*direct current (DC)* dan *gen-set* arus listrik bolak balik/*alternating current (AC)*.

Daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik (*generator-set*) harus mampu memasok kebutuhan listrik baik AC maupun DC keseluruhan kapal. Kebutuhan tenaga listrik yang umum diperlukan di kapal adalah 380/220/110 *Volt Amper (VA)*. Daya listrik sebesar 380 VA biasanya digunakan untuk menggerakkan peralatan bertenaga besar misalnya, pompa-pompa, *winch* dan *hoist*. Daya yang 220 VA umumnya digunakan untuk memasok kebutuhan penerangan kapal, sedangkan yang bertenaga 110 VA atau DC 24 VA digunakan untuk peralatan elektronik (Ardidja, 2007).

B. Mesin Kemudi (*Steering Engine*)

Perangkat kemudi berfungsi untuk mengubah arah pergerakan kapal sesuai yang dikehendaki oleh nahkoda atau seorang juru mudi. Berdasarkan tenaga

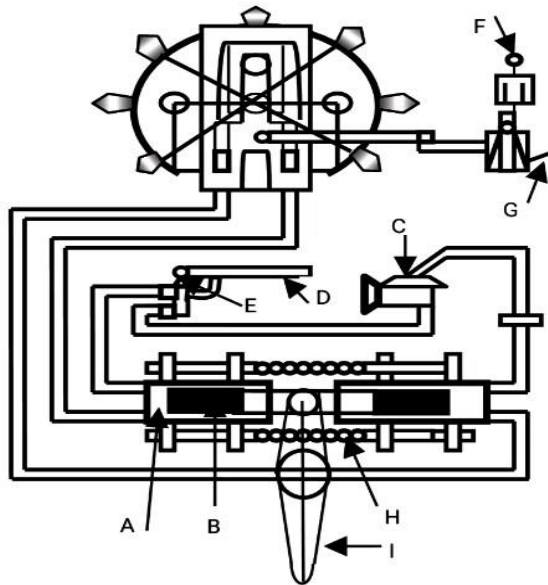
penggeraknya, sistem kemudi kapal dapat dikelompokkan beberapa jenis, seperti:

- 1) Kemudi manual
- 2) Kemudi mekanik
- 3) Kemudi listrik
- 4) Kemudi listrik hidrolik
- 5) Kemudi uap

Kemudi manual, biasanya digunakan pada kapal atau perahu nelayan yang berukuran kecil (< 5 GT), sedangkan kemudi mekanik dengan menggunakan instalasi rantai atau kawat/sling digunakan pada kapal penangkap ikan (> 5 GT s/d 30 GT).

Kapal penangkap ikan yang berukuran > 30 GT biasanya menggunakan jenis kemudi listrik dan kemudi listrik hidrolik yang disebut dengan mesin kemudi (*steering engine*). Kemudi uap biasanya digunakan bagi kapal-kapal niaga yang memiliki tonase yang sangat besar (> 2.000) GT, namun sekarang kemudi jenis uap ini sudah sangat jarang ditemukan.

Untuk lebih jelasnya instalasi dan komponen utama dari mesin kemudi listrik hidrolik, seperti pada Gambar 41.



Sumber: <https://spotdunia lautku.blogspot.com/2017/11/permesinan-bantu.html>

Gambar 41. Kemudi Sistem Listrik Hidrolik

Keterangan Gambar 41:

- A. *Ram & cylinder (actuator)*
- B. *Piston/Plunyer*

- C. Tanki minyak hidrolik
- D. Pompa tangan (*hand pump*)
- E. Pompa hidrolik (*hydraulic pump*)
- F. *Handle*
- G. *Batang pengait*
- H. *Pegas*
- I. *Daun kemudi (rudder blade)*

Perlengkapan instalasi kemudi terdiri dari:

- 1) Mesin kemudi: mesin kemudi dipasang di buritan kapal di ceruk kemudi (*steering gear room*), berfungsi sebagai penggerak daun kemudi yang diatur dari jantra.



Sumber: Supardi Ardidja (2007)

Gambar 42. Mesin Kemudi Kapal.

- 2) Jantra kemudi: jantra kemudi dipasang di kamar kemudi/anjungan (*brige*) yang digunakan oleh juru mudi untuk mengarahkan daun kemudi (atau mengatur haluan kapal).



Gambar 43. Jantra Kemudi.

- 3) Daun kemudi: dipasang tepat di bawah mesin kemudi dan di belakang *propeller* kapal, berfungsi memanfaatkan dorongan air tolakan *propeller* untuk mendorong buritan kapal ke kiri atau ke kanan.



Gambar 44. Daun Kemudi.

- 4) Kompas kemudi: kompas kemudi digunakan sebagai acuan juru mudi untuk mengarahkan haluan kapal, membelok atau mempertahankan haluan kapal. Kompas kemudi terbagi menjadi dua jenis yaitu kompas magnet dan kompas giro.



Gambar 45. Kompas Kemudi Giro.

C. Mesin Pendingin (*Refrigeration*)

Mesin pendingin atau mesin refrigerasi merupakan pesawat bantu yang sangat urgen pada sebuah kapal perikanan, baik pada kapal penangkap ikan, pengangkut ikan maupun kapal pengolahan ikan. Fungsi refrigerasi bagi produk perikanan adalah untuk menghambat pertumbuhan bakteri pembusukan, sehingga dapat memperpanjang umur ikan (lebih awet) dan tidak menghilangkan gizi yang dikandungnya (Aliredjo, 2014). Refrigerasi adalah produksi atau pengusahaan dan pemeliharaan tingkat suhu dari suatu bahan atau ruangan

pada tingkat yang lebih rendah dari pada suhu lingkungan atau atmosfer sekitarnya dengan cara penarikan atau penyerapan panas dari bahan atau ruangan tersebut. Refrigerasi dapat dikatakan juga sebagai sebagai proses pemindahan panas dari suatu bahan atau ruangan ke bahan atau ruangan lainnya (Ilyas, 1993).

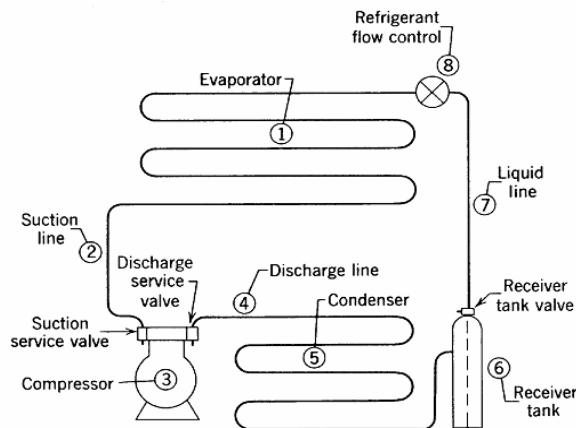
Sedangkan menurut Arismunandar dan Saito (2005) refrigerasi adalah usaha untuk mempertahankan suhu rendah yaitu suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu, faktor suhu dan temperatur sangat berperan dalam memelihara dan mempertahankan nilai kesegaran ikan. Mesin pendingin atau refrigerasi juga disebut suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan atau mesin pendingin adalah suatu rangkaian yang mampu bekerja untuk menghasilkan suhu dingin. Mesin pendingin adalah suatu peralatan yang digunakan untuk mendinginkan suatu ruangan dengan menggunakan

fluida pendingin (*refrigerant*), atau peralatan yang berfungsi untuk memindahkan kalor dari suatu media.

Prinsip dasar dari refrigerasi mekanik adalah proses penyerapan panas dari dalam suatu ruangan berinsulasi tertutup ke dalam lalu memindahkan serta menyalurkan panas keluar dari ruangan tersebut. Proses merefrigerasi ruangan tersebut perlu tenaga atau energi. Energi yang paling cocok untuk refrigerasi adalah tenaga listrik yaitu untuk menggerakkan kompresor pada unit refrigerasi (Ilyas,1993).

Dalam suatu sistem refrigerasi mekanik, berlangsung beberapa proses fisik yang sederhana. Jika ditinjau dari segi termodinamika, seluruh proses perubahan itu terlibat tenaga panas, yang dikelompokkan atas panas laten penguapan, panas sensibel, panas laten pengembunan dan lain sebagainya. Menurut Ilyas (1993), suatu siklus refrigerasi secara berurutan berawal dari pemampatan, melalui pengembunan (kondensasi), pengaturan pemuatan dan berakhir pada penguapan (evaporasi).

Secara teoritis prinsip kerja sebuah mesin pendingin/mesin refrigerasi dimulai dari kompresi gas refrigerant oleh kompresor kemudian pada kondensor dilakukan proses pendinginan (kondensasi). Selanjutnya pada evaporator terjadi proses penguapan gas refrigerant, peristiwa penguapan ini menyerap panas produk yang didinginkan kemudian panasnya dibuang di kondensor. Siklus kerja dan aliran bahan refrigerant pada mesin refrigerasi untuk lebih jelasnya diuraikan sebagai berikut:



Sumber: Syamsuri Hasan, dkk (2008)

Gambar 46. Diagram Alir Refrigeran Mesin Refrigerasi.

Uraian dari 4 (komponen) pokok mesin pendingin/mesin refrigerasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Kompresor (Nomor 3)

Kompresor menghisap uap refrigeran dari pipa-pipa evaporator, tekanannya diusahakan supaya tetap rendah, agar refrigeran senantiasa dalam keadaan uap yang bertemperatur rendah. Di dalam kompresor, tekanan refrigerant dinaikkan, sehingga tekanan dan temperaturnya naik dan memudahkan pencairannya kembali. Energi yang diperlukan untuk menggerakkan kompresor berasal dari sebuah motor listrik (*electro motor*). Selama refrigerant ini bersirkulasi dalam sistem tertutup, terjadi beberapa kali perubahan wujud: dari uap kemudian gas, kemudian gas menjadi cairan dan kembali terakhir menjadi uap sebelum dihisap kompresor.

2) Kondensor (Nomor 5)

Gas refrigerant dari kompresor yang bertekanan dan bertemperatur tinggi pada akhir kompresi dengan

mudah dicairkan melalui pendinginan pada kondensor (peristiwa pengembunan/kondensasi). Akibat pengembunan ini gas refrigerant berubah wujud menjadi cairan (*liquid*). Dari kondensor cairan refrigerant didorong mengalir ke katup ekspansi, dan disini terjadi peristiwa jatuh tekanan.

3) Katup Ekspansi (Nomor 8)

Pada katup ekspansi terjadi peristiwa jatuh tekanan, hal ini tujuannya agar memudahkan terjadi proses penguapan bahan refrigerant di evaporator. Tekanan bahan refrigerant bisa diatur pada katup ekspansi sesuai kebutuhan, bisa dinaikkan atau diturunkan.

4) Evaporator (Nomor 1)

Cairan refrigerant yang jatuh tekanan pada katup ekspansi diteruskan ke evaporator. Refrigerant akibat jatuh tekanan akhirnya menguap di dalam evaporator, peristiwa penguapan ini akan menyerap panas/kalor dari

produk atau udara ruangan yang diserap melalui permukaan luar pipa evaporator. Selanjutnya bahan refrigerant dalam bentuk uap, kembali melalui perpipaan ke kompresor, dan demikian seterusnya.

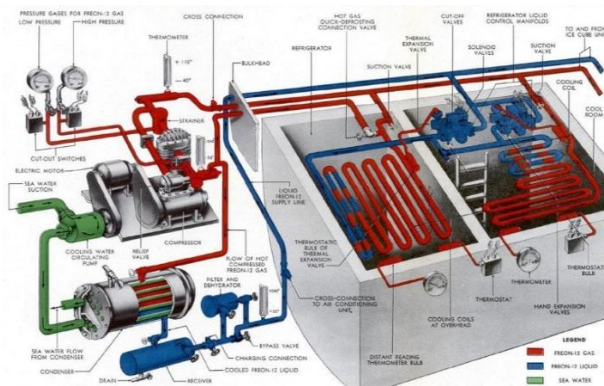
Selain 4 (empat) komponen pokok diatas, ada beberapa komponen pendukung dan alat kontrol pada instalasi mesin pendingin, komponen ini untuk mendukung bekerjanya sistem dengan baik, seperti komponen berikut ini:

- 1) *Automatic Expantion*
- 2) *Thermostatic Expantion*
- 3) *Capillary tube*
- 4) *Distribution tube*
- 5) *Oil separator*
- 6) *Filter dryer*
- 7) *Gelas Penduga Receiver*
- 8) *Solenoid Valve*
- 9) *Accumulator*
- 10) *Pressure Gauge*
- 11) *Thermometer*

12) *Oil separator*

13) *Gas Purger/Gas cooler*

Rangkaian satu unit mesin pendingin berupa *cold storage* seperti pada Gambar 47.



Sumber: George Endri Kusuma, dkk

Gambar 47. Sistem Mesin Pendingin (*Cold Storage*).

Berdasarkan penjelasan siklus dan prinsip kerja mesin pendingin di atas, dapat disimpulkan bahwa pendinginan yang dilakukan saat ini umumnya bertujuan untuk pengawetan bahan makanan ataupun untuk mendinginkan ruangan. Adanya pertukaran panas menyebabkan pendinginan siklus kompresi uap

dikategorikan sebagai pendinginan mekanis. Dengan demikian siklus kompresi uap membutuhkan empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator.

D. Kompresor Udara (*Air Compressor*)

Kompresor udara adalah pesawat atau alat yang menciptakan dan mengaliri udara bertekanan. Penggunaan kompresor ini di kapal adalah untuk menghasilkan udara bertekanan tinggi mencapai 30 kg/cm^2 , yang akan digunakan untuk melakukan start bagi motor induk penggerak kapal (*main engine*) maupun mesin generator set. Sistem start sebuah mesin ada beberapa jenis, seperti:

- 1) Sistem start secara manual/mekanik
- 2) Sistem start dengan listrik
- 3) Sistem start dengan udara bertekanan

Menurut tingkat tekanannya, kompresor udara ini dibagi menjadi 2 jenis, yaitu: kompresor udara satu tingkat tekanan, dan kompresor udara tekanan rendah dan

tekanan tinggi. Jenis kompresor udara induk (*main compressor*) yang digunakan di atas kapal, khususnya kapal penangkap ikan yang bertonase >100 GT pada umumnya jenis torak/piston dua tingkat tekanan (*two stages air compressor*) yang dapat menghasilkan tekanan udara mencapai 25 s/d 30 Bar. Beberapa jenis kompresor bertingkat tekanan tinggi ini (*multistage compressor*) dari berbagai konfigurasi silinder dan bentuk piston yang digunakan dapat untuk menghasilkan tekanan udara yang diinginkan untuk keperluan start mesin penggerak kapal.

Prinsip Kerja Kompresor Udara Torak

Sebagaimana proses kerjanya motor bakar 4 langkah, maka pada jenis kompresor udara/*piston* ini juga mengalami 4 proses dalam siklus kerjanya pada setiap tingkat tekanan. Adapun Langkah kerjanya sebagai berikut:

- 1) Langkah hisap/pemasukan udara (*suction*), dimulai saat katup isap terbuka dan torak masih bergerak ke TMB, dalam hal ini terjadi proses pengisian dalam silinder kompresor.

- 2) Langkah kompresi/pemampatan (*compression*), dimulai saat torak bergerak dari TMB, yang mana kedua katup dalam keadaan tertutup sampai sedikit di atas tekanan discharge.
- 3) Langkah usaha/tekan/ekspansi (*expantion*), dimulai saat torak bergerak menuju Titik Mati Atas (TMA), pada saat itu kedua katup dalam keadaan tertutup.
- 4) Langkah pembuangan (*discharge*), terjadi ketika katup buang (*discharge valve*) membuka saat torak masih menuju ke atas sampai dengan titik mati atas.

Kompresor udara induk yang digunakan diatas kapal, pada umumnya jenis torak dua tingkat tekanan (*two stages air compressor*) yang dapat menghasilkan udara bertekanan mencapai 25 s/d 30 Bar bahkan bisa lebih. Beberapa jenis kompresor bertingkat tekanan lebih (*multistage compressor*) dari berbagai konfigurasi silinder dan bentuk piston digunakan untuk menghasilkan

tekanan udara yang diinginkan untuk keperluan start motor induk (*main engine*).

Langkah kerja menjalankan kompresor dan melakukan start mesin induk (*main engine*) di kapal, adalah sebagai berikut.

➤ Langkah kerja menjalankan kompresor:

- 1) Langkah persiapan, pertama harus dipastikan bahwa kompresor pada saat di-start harus dalam kondisi tanpa beban (*unloaded condition*) karena tekanan besar yang dihasilkan secara mendatar akan menimbulkan torsi yang tinggi.
- 2) Posisikan katup-katup cerat dalam keadaan terbuka, untuk membuang uap air yang terakumulasi dalam kompresor.
- 3) Periksa keadaan minyak pelumas pada bagian karter kompresor dalam kondisi cukup begitu halnya dengan pelumasan silinder.
- 4) Pastikan bahwa pendinginan untuk *cooler (intercooler dan after cooler)* telah berjalan baik

- 5) Pastikan bahwa posisi keran tekan menuju ke botol angin dan keran masuk botol angin telah dibuka (posisi *open*).
- 6) Pastikan sumber tenaga listrik cukup untuk start dan telah terhubung dengan baik.
 - Langkah melakukan start mesin induk (*main engine*) di kapal, sebagai berikut:
 - 1) Terlebih dahulu menekan menekan tombol saklar pada posisi ON.
 - 2) Katup cerat dibiarkan dalam posisi terbuka, namun beberapa saat kemudian tutup.
 - 3) Lakukan pengaturan untuk pembukaan katup isap.

Biasanya kapal ikan yang bertonase >100 GT menggunakan start motor induk (*main engine*) dengan sistem udara bertekanan, sehingga perlu menggunakan sebuah kompresor. Untuk dapat melakukan start dengan udara bertekanan ini, maka kompresor mengisi botol angin sampai 30 kg/Cm^2 (30 Bar atau minimal 17 kg/ Cm^2 (17 Bar), sesuai standar klasifikasi.

Peralatan yang dipasang pada kompresor, antara lain:

- 1) Manometer, sebagai alat pengukur tekanan udara dalam bejana udara (botol angin).
- 2) Kran cerat, adalah kran untuk membuang keluar udara basah/cairan yang terbentuk dalam bejana udara akibat pengembunan.
- 3) Filter adalah alat penyaring udara yang masuk ke dalam bejana udara (botol angin).
- 4) *Cooler*, gunanya untuk mendinginkan udara yang masuk ke dalam bejana udara (botol angin).
- 5) Katub pengaman adalah katub yang berguna sebagai pengaman dan segera membuka apabila tekanan angin dalam bejana angin telah melebihi batas ukuran tekanan yang telah ditentukan.

Jenis kompresor torak untuk mengisi botol angin untuk keperluan start mesin induk (*main engine*), seperti Gambar 48.



Sumber: Susilowati (2015)

Gambar 48. Kompresor Torak Type HD40W.

Kemudian untuk mengumpulkan atau menampung udara bertekanan yang cukup besar, maka digunakan botol angin yang menampung udara tekanan tinggi mencapai 30 kg/cm^2 (30 Bar) atau minimal 17 kg/cm^2 (17 Bar) sesuai standar kalsifikasi, seperti Gambar 49.



Sumber: Sri Endah Susilowati (2015)

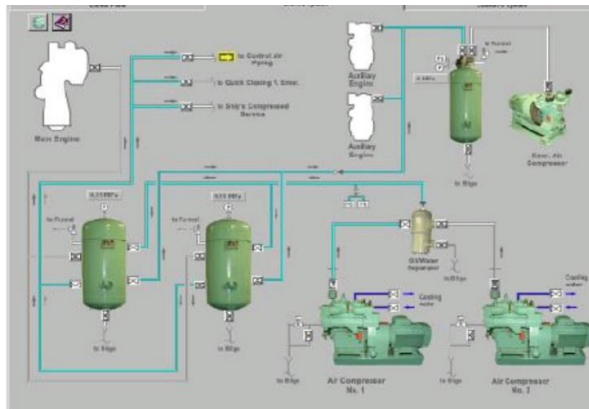
Gambar 49. Tabung Udara/Botol Angin Kompresor.

Gambar berikut adalah rangkaian unit kompresor untuk mengisi botol angin keperluan start motor induk (*main engine*) di kapal. Bagian utama dari instalasi sistem start dan unit kompresor sistem start udara bertekanan ini terdiri dari:

- 1) Kompresor yang berfungsi mengisi botol angin
- 2) Botol angin (*air reservoir*) berfungsi sebagai tabung menyimpan angin
- 3) Katup start (*main starting valve*) berfungsi sebagai katup pembagi angin ke masing masing katup start

(*starting valve*) pada kepala silinder (*cylinder head*) motor induk (*main engine*)

- 4) *Distributor valve* berfungsi sebagai pembagi pada katup udara start (*air starting valve*) yang bekerja menggunakan *plunger*
- 5) *Air starting valve* berfungsi sebagai katup supply udara di kepala silinder (*cylinder head*) untuk menggerakkan piston kebawah pada saat langkah ekspansi motor induk (khususnya mesin diesel 4 takt maupun mesin diesel 2 takt)



Sumber: <https://manualservicengine.blogspot.com/2018/01>

Gambar 50. Mekanisme Kerja Kompresor Start Main Engine Kapal.

E. Pesawat Penukar Panas (*Heat Exchanger*)

Heat Exchanger adalah sebuah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan dapat berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*).

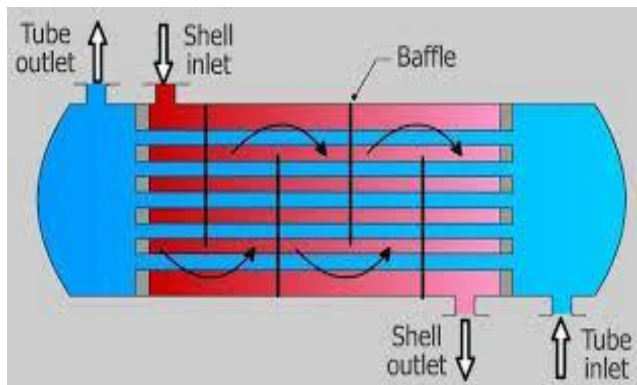
Ada banyak jenis-jenis *heat exchanger* yang digunakan di kapal, antara lain adalah sebagai berikut:

- 1) *Shell and tube heat exchanger*
- 2) *Double pipe heat exchanger*
- 3) *Plate and frame heat exchanger*
- 4) *Adiabatic wheel heat exchanger*
- 5) *Pillow plate heat exchanger*
- 6) *Dynamic scraped surface heat exchanger*
- 7) *Phase change heat exchanger*

Dari sekian banyak jenis *heat exchanger* ini, jenis yang paling banyak dan populer digunakan di kapal ikan adalah jenis yang pertama dan yang ke-2, yaitu: *shell and*

tube heat exchanger dan *double pipe heat exchanger*, sehingga pembahasannya akan difokuskan pada kedua jenis alat ini.

Shell and tube terdiri dari sejumlah *tube* yang terpasang didalam *shell* yang berbentuk silindris. Terdapat dua fluida yang mengalir, dimana satu fluida mengalir di dalam *tube*, dan yang lainnya mengalir diluar *tube*, seperti Gambar 51.



Gambar 51. Heat Exchanger Sheel & Tube.

Alat ini banyak digunakan di kapal, untuk proses pendinginan mesin induk pada sistem pendinginan tidak langsung (*indirect system*). Sistem pendinginan tidak

langsung adalah sistem pendinginan mesin induk kapal, di mana mesin induk didinginkan oleh air tawar menggunakan radiator. Kemudian air tawar yang suhunya naik setelah mendinginkan mesin induk, maka air tawar ini didinginkan dengan air laut dengan menggunakan *heat exchanger* tersebut. Proses pertukaran panas terjadi di dalam tabung, dengan dua aliran yang berbeda dan arah aliran kedua air tersebut juga berbeda tanpa tercampur sama sekali.



Gambar 52. *Heat Exchanger Shell & Tube* Terpasang di Kamar Mesin.

Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan *heat exchanger shell and tube* ini, sebagai berikut.

➤ Kelebihan dari *heat exchanger shell and tube*, adalah:

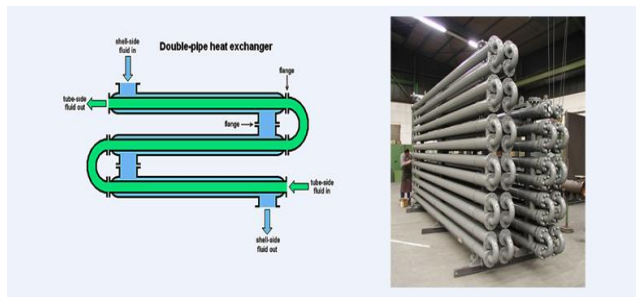
- 1) *Thermal performance* lebih tinggi dari tipe *heat exchanger* yang lain
- 2) Tekanan lebih tinggi dari *heat exchanger plate and frame*
- 3) Efisiensi tinggi
- 4) Memerlukan tempat yang minim dan mudah dirawat
- 5) Mudah beradaptasi hampir semua tipe *liquid chilling*

➤ Kekurangan *heat exchanger shell and tube* adalah:

- 1) *Thermal performance* lebih rendah dari *heat exchanger shell plate and frame*
- 2) Tekanan lebih rendah dari *heat exchanger shell double pipe*

Selanjutnya *double pipe heat exchanger* adalah alat penukar panas pipa rangkap terdiri dari dua pipa logam standart yang pada kedua ujungnya dilas menjadi satu atau dihubungkan dengan kotak penyekat. Fluida yang satu mengalir di dalam satu pipa, sedangkan fluida kedua mengalir di dalam ruang celah antara pipa luar dengan pipa dalam. Alat penukar panas jenis ini dapat digunakan

pada laju alir fluida yang kecil dan tekanan operasi yang tinggi. Konstruksi dari *double pipe heat exchanger* tersebut seperti Gambar 53.



Sumber: semestapikiranaku.wordpress.com

Gambar 53. Double Pipe Heat Exchanger.

Sebagaimana pada separator jenis *heat exchanger shell and tube*, separator jenis *double pipe heat exchanger* juga memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut.

➤ Kelebihan *double pipe heat exchanger*:

- 1) Mampu beroperasi pada tekanan yang tinggi
- 2) Resiko tercampurnya fluida sangat kecil
- 3) Mudah dibersihkan pada bagian *fitting*
- 4) Fleksibel dalam berbagai aplikasi dan pengaturan pipa

- 5) Dapat dipasang secara paralel
- 6) Jatuh tekanan (*pressure drop*) bisa diatur
 - Kekurangan *double pipe heat exchanger* :
 - 1) Kapasitas perpindahan panasnya sangat kecil
 - 2) Harganya relatif lebih mahal dibandingkan jenis separator lainnya.
 - 3) Area perpindahan kalornya kecil ($<50 \text{ m}^2$)
 - 4) Jumlah fluida yang bisa dipakai kecil.

F. Pemisah Minyak dengan Air/Kotoran Lainnya (*Separator*)

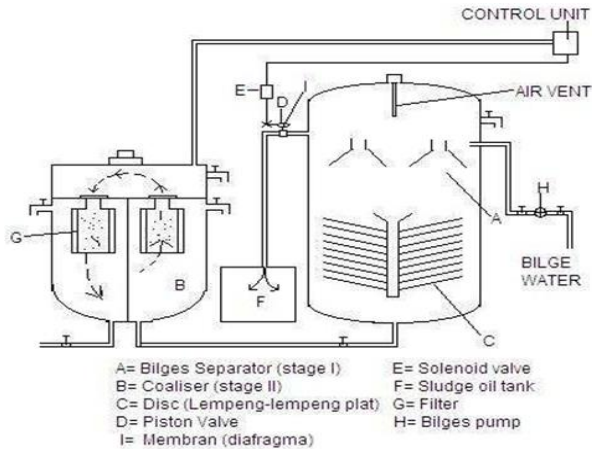
Pada umumnya ada dua jenis separator yang digunakan di kamar mesin kapal, yaitu: *Oil Water Separator* atau disebut OWS dan *Separator & Furifier*.

Oil Water Separator (OWS) adalah pesawat bantu yang dipakai di dalam kamar mesin kapal untuk memisahkan air got di dalam kamar mesin dari campuran minyak, tumpahan, minyak kotor, dari limbah operasi separator minyak lumas, separator bahan bakar dan kebocoran-kebocoran minyak lumas dari pipa-pipa, dari bodi, mesin induk, juga dari mesin-mesin bantu yang bercampur

dengan air yang tertampung di got kamar mesin kapal. Dengan demikian air yang dibuang ke laut adalah air bersih yang memenuhi persyaratan 15 PPM sesuai (*MARPOL 1973 protokol 1978*).

Sedangkan *separator & purifier* adalah alat pemisah antara kotoran padat dan cairan, maka istilah separasi diartikan sebagai pemisahan antara 2 (dua) macam cairan, dalam hal ini antara air dan minyak pelumas atau air dari bahan bakar. Di dalam proses separasi disediakan alat *sentrifuse* yang berupa *clarifier*, maka untuk kepentingan pemisahan air dari minyak atau bahan bakar atau separasi ini, disediakan *sentrifuse* yang dinamakan *purifier*.

Instalasi *oil water separator* beserta komponen-komponennya seperti pada Gambar 54.



Gambar 54. Instalasi OWS dan Komponennya.

Bagian-bagian *Oil Water Separator (OWS)*, seperti berikut:

A = *Bilge separator*, berfungsi sebagai tabung pemisah antara air got dan minyak/kotoran dalam air got.

B = *Coaliser*, berfungsi sebagai penampung air got yang telah dipisahkan di *bilge separator* dari endapan minyak.

C = Piringan, berfungsi sebagai alat pemisah antara air got dengan minyak karena perbedaan berat jenis

yang berbeda saat di *sentrifuge*.

D = *Piston valve*, berfungsi sebagai katub untuk mengalirkan air isapan yang terpisah, di mana minyak kotor masuk ke *sludge oil tank* sedangkan air masuk ke *coaliser*.

E = *Solenoid valve*, berfungsi sebagai pengatur aliran air got, bekerja atas dasar pengiriman minyak kotor dari control unit.

F = *Sludge oil tank*, berfungsi sebagai tangki minyak kotor.

H = Filter/saringan yang berada di *Coaliser*.

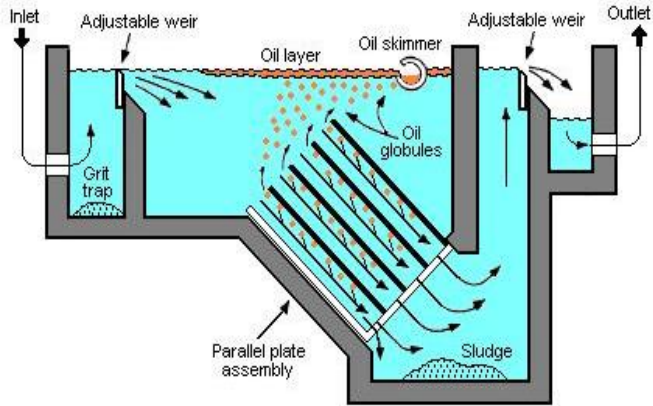
I = Adalah pompa untuk menghisap air got.



Gambar 55. Oil Water Separator di Kamar Mesin.

Selain *oil water separator* diatas di kapal juga ada *separator & furifier* yaitu separator minyak lumas dan bahan bakar. Minyak lumas atau bahan bakar dimasukkan dalam bejana separator yang berputar yang di dalamnya berbentuk piringan-piringan berlubang yang tersusun berbentuk kerucut. Minyak dan kotoran serta air diputarakan. Akibat gaya sentrifugal yang bekerja pada masing-masing zat tersebut, maka akan terjadi pemisahan antara air, minyak dan kotoran, dengan cara demikian, maka pemisahan minyak dengan kotoran dapat dipercepat, sedangkan minyaknya sendiri dapat dialirkan

dan ditampung secara teratur dan terus menerus.



Gambar 56. Separator & Furifier.

Cara kerja *separator & furifier* minyak lumpur & bahan bakar, adalah sebagai berikut:

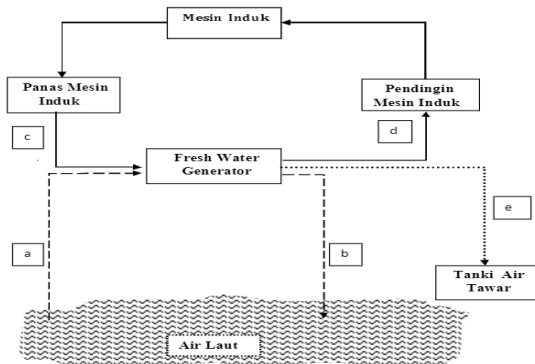
- 1) Air got dihisap oleh *bilge pump* H diteruskan ke *bilge separator* A yang bercampur dengan minyak kotor (*sludge oil*)
- 2) *Gravity disc* yang berada dalam *bilge separator* A diputar (*centrifuge*) oleh motor penggerak dari motor listrik, sehingga memisahkan bagian-bagian yang berat dan yang ringan oleh perbedaan berat jenis

antara air got dengan minyak kotor. Minyak kotor akan terlempar ke bagian atas sedangkan bagian berat (air got) terlempar di bagian bawah

- 3) Minyak kotor yang dipompakan mendesak, yang mengakibatkan *solenoid valve* E bekerja dan membuka *membran piston valve* D
- 4) OWS umumnya terdiri dari 2 (dua) tabung separator yang menampung pembuangan air got kamar mesin, dan setelah keluar dari separator harus melalui *oil content monitor (OCM)* yang sudah di *setting* 15 ppm sebelum dibuang ke laut.
- 5) Apabila air got kamar mesin yang ke luar dari OCM masih melebihi 15 ppm, maka *solenoid valve (1)* yang menggerakkan katup kembali ke kamar mesin *open* dan *solenoid valve (2)* yang menggerakkan katup buang ke laut *close* dan lampu *indicator “red”* menyala, serta *“alarm”* juga berbunyi memberi isyarat.

G. *Fresh Water Generator (FWG)*

Salah satu pesawat bantu di kapal adalah pembangkit air tawar yang berasal dari air laut atau pembangkit air laut menjadi air tawar melalui proses penguapan atau evaporasi dan proses pendinginan atau kondensasi, dan pesawat ini dikenal dengan *fresh water generator (FWG)*. Generator air tawar ini tipe vakum yang merupakan bagian pesawat yang penting pada sebuah kapal terutama di kapal dagang/kargo (Yuksel, 2018). Air tawar yang dihasilkan oleh pesawat ini bisa digunakan untuk minum, mencuci memasak dan juga mendinginkan bagian-bagian mesin. Skema arah aliran air laut dan air tawar pada proses kerja FWG (Gambar 57).



Sumber: Rachmat (2012)

Gambar 57. Arah Aliran Air Laut dan Air Tawar Pada FWG.

Prinsip kerja FWG ini adalah memanfaatkan energi panas dari air hasil pendinginan mesin utama untuk memanaskan dan sekaligus menguapkan air laut. Saluran air laut lain juga digunakan untuk mengembunkan uap air murni yang disebut saluran air laut pendingin (*cooling sea water/CSW*). Selain itu, untuk menguapkan air laut pada temperatur yang lebih rendah, pendidihan air laut dilakukan pada tekanan yang sangat rendah (*vacuum*) dengan bantuan saluran *ejector*. Sebagian besar CSW digunakan untuk menciptakan ruang hampa dengan menggunakan saluran ejektor,

kemudian tekanan atmosfer diturunkan di dalam FWG (Yuksel, 2018).

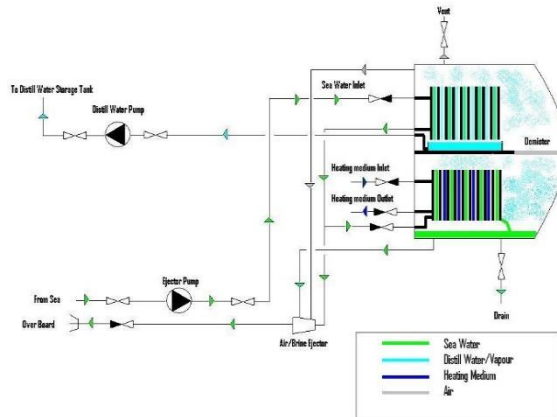


Sumber: <https://dimensipelaut.blogspot.com/2019/02/>

Gambar 58. Fresh Water Generator (FWG).

Sistem kerja *Fresh Water Generator* ini secara garis besar dapat digambarkan dengan singkat yaitu air laut dipompa ke dalam evaporator, air laut tersebut

dipanaskan dengan suhu antara 75° C sampai dengan 80° C, suhu panas ini berasal dari keluaran air tawar pendingin mesin induk dengan kevakuman antara 90% sampai dengan 95 % sehingga air laut akan mudah menguap, uap air laut yang panas akan didinginkan pada kondensor sehingga membentuk butir-butir air, selanjutnya butir-butir air tersebut akan ditampung oleh demister kemudian dihisap oleh pompa destilasi dan dialirkan ke dalam tangki air tawar (Siregar *et al.*, 2017). Rangkaian dan instalasi aliran air laut (*sea water*) pada sebuah FWG disajikan pada Gambar 59.



Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Fresh_Water_Generator_\(FWG\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Fresh_Water_Generator_(FWG))

Gambar 59. Aliran Air Laut Pada Pesawat FWG.

Air tawar yang dihasilkan oleh FWG ini adalah merupakan air suling. Air suling ini lebih baik digunakan sebagai air pendingin mesin induk (*main engine*) dari pada air laut untuk mencegah bagian mesin dari korosif/karat. Oleh karena itu, FWG tipe vakum sering digunakan untuk desalinasi air tawar (*fresh water*). Ini adalah sistem yang tidak terlalu rumit terhadap sistem osmosis terbalik dan memiliki ukuran yang ringkas yang cocok untuk dipasang di kapal. Selain itu, kapasitasnya untuk menghasilkan air tawar cukup untuk kebutuhan di

atas kapal.

H. Pompa-Pompa

Banyak sekali penggunaan pompa-pompa di kapal, baik yang dipasang di dek/geladak maupun di kamar mesin. Berdasarkan penggunaannya pompa-pompa ini dapat dibedakan atas:

- 1) Pompa air pendingin (*cooling water pump*)
 - 2) Pompa air got (*bilge pump*)
 - 3) Pompa dinas umum (*general service pump*)
 - 4) Pompa sanitary (*sanitair pump*)
 - 5) Pompa balas (*ballast pump*)
 - 6) Pompa transfer bahan bakar (*fuel oil transfer pump*)
 - 7) Dan jenis pompa lainnya
- 1) Pompa air pendingin (*cooling water pump*) terdapat 2 jenis yaitu, pompa air tawar pendingin (tertutup) adalah pompa yang mensirkulasikan air tawar pendingin dari motor induk ke pendingin (*cooler*) untuk selanjutnya kembali ke motor induk, sedangkan pompa air laut pendingin (terbuka) adalah pompa

yang memasukan air laut ke dalam pendingin (*cooler*) yang selanjutnya mengalir kembali ke laut.

- 2) Pompa air got (*bilge pump*) yaitu untuk menampung air kondensat/air got yang kemudian di buang keluar kapal.
- 3) Pompa dinas umum (*general service pump*) yaitu pompa yang dapat digunakan untuk menggantikan fungsi pompa air laut pendingin, pompa *ballast* atau pompa air got, termasuk untuk memadamkan api saat terjadi kebakaran di kapal.
- 4) Pompa sanitari (*sanitary pump*) yaitu pompa air laut/air tawar untuk mencukupi kebutuhan air tawar sebagai pendingin mesin kapal, serta kebutuhan lainnya seperti dapur, kamar mandi, WC dan sebagainya.
- 5) Pompa balas (*ballast pump*) yaitu pompa air laut yang digunakan untuk memompa air laut ke dalam/ke luar tangki–tangki *ballast* kapal.
- 6) Pompa transfer bahan bakar (*fuel oli transfer pump*)

digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari tangki induk (*main tank*) ke tangki harian (*daily tank*) atau dari tangka satu ke tangka lainnya dan juga untuk persiapan bunker dan untuk pengaturan stabilitas kapal.

Berdasarkan karakteristiknya pompa juga dapat dibedakan menjadi delapan tipe:

- 1) Pompa sentrifugal (*centrifugal pump*), pada umumnya pompa ini digunakan untuk mengalirkan air, baik air laut maupun air tawar termasuk juga untuk pompa air got di kapal
- 2) Pompa torak (*reciprocating pump*), pompa ini digunakan untuk pompa udara, pompa air dan juga bisa untuk pompa minyak
- 3) Pompa roda gigi (*gear pump*), diperuntukkan khusus untuk pompa minyak seperti untuk pompa bahan bakar dan pompa oli
- 4) Pompa rotari (*rotary pump*), digunakan untuk pompa udara dan juga untuk pompa minyak

- 5) Pompa ulir (*screw pump*), digunakan untuk pompa udara dan juga untuk pompa minyak
- 6) Pompa sayap (*vane pump*), digunakan untuk pompa udara dan juga untuk pompa minyak
- 7) Pompa lobe (*lobe pump*) digunakan untuk pompa udara dan juga untuk pompa minyak
- 8) Pompa mahno (*mahno pump*) juga digunakan untuk pompa udara dan juga untuk pompa minyak

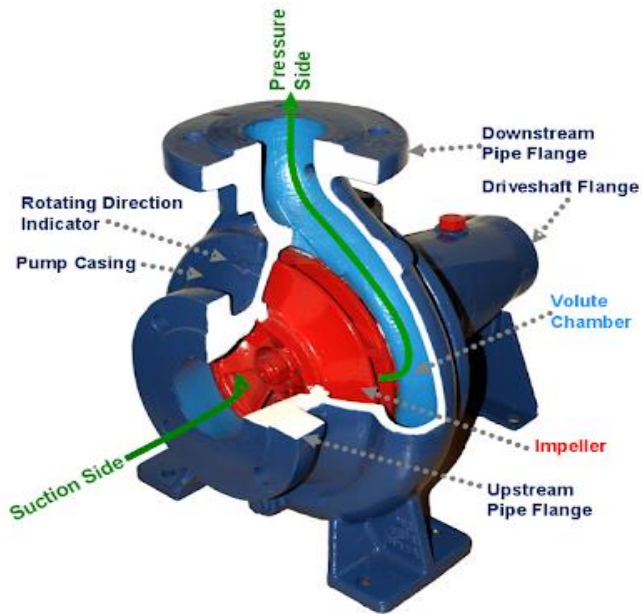
Untuk menggerakkan semua jenis pompa di atas, baik pompa yang ada di dek/geladak kapal maupun yang di kamar mesin digunakan tenaga penggeraknya motor listrik (*elektro motor*).

Dari semua jenis pompa-pompa yang ada di kapal, maka pompa air yang paling banyak digunakan di kamar mesin adalah jenis pompa sentrifugal, baik untuk suplai air laut maupun untuk air tawar. Namun ada kalanya juga ada yang menggunakan jenis pompa torak (*reciprocating pump*). Maka disini khusus untuk pelayanan kebutuhan air laut maupun air tawar tersebut, pembahasannya ditekankan pada penggunaan jenis pompa sentrifugal dan

pompa torak. Sedangkan untuk pelayanan sirkulasi minyak di kapal penangkap ikan, seperti bahan bakar solar dan minyak pelumas, jenis pompa yang digunakan adalah jenis pompa roda gigi (*gear pump*), pompa ulir (*screw pump*), pompa sayap/pompa bilah (*vane pump*), dan pompa lobe (*lobe pump*).

- Pompa Sentrifugal:

Pompa sentrifugal adalah pompa yang menggunakan gaya sentrifugal yaitu, benda yang bergerak secara melengkung akan mengalami gaya yang arahnya keluar dari titik pusat lintasan yang melengkung tadi, di mana benda yang bergerak itu adalah *impeller* sehingga dapat menghasilkan penambahan daya tekan guna memindahkan fluida cair yang dipompakan.



Sumber: <https://www.osmomarina.com/news.html.id-Jenis-Pompa-yang-ada-di-Kapal>

Gambar 60. Pompa Sentrifugal dan Bagian-bagiannya.

Prinsip kerja pompa sentrifugal adalah mula-mula fluida cair yang akan dipindahkan untuk dimasukkan ke dalam rumah pompa melalui *suction side* dan memenuhi seluruh *impeller* dan rumah pompa. Oleh motor penggerak yang pada umumnya dihubungkan langsung ke poros pompa (*shaft*) memutar *impeller* sehingga menghasilkan gaya sentrifugal yang mengangkat atau

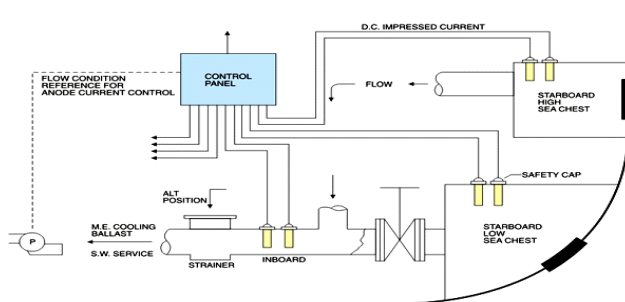
memindahkan fluida cair keluar dari bilah-bilah *impeller*. Tekanan cairan dalam rumah pompa semakin lama semakin tinggi bersamaan dengan dipindahkannya fluida, maka sejumlah fluida melalui saluran hisap (*suction pipe*) juga terhisap ke bagian tengah *impeller* di mana tekanan dialami paling rendah, setelah masuk *impeller* akhirnya air didorong ke *discharge side* dan seterusnya ke pipa saluran tekan (*discharge pipe*). Dalam proses kerjanya pompa ini dikenal dengan pompa yang mengalirkan cairan secara terus menerus tanpa terputus.

Pemasangan instalasi pompa sentrifugal di kapal dilengkapi dengan berbagai kelengkapan, untuk mendukung agar suplai kebutuhan air dapat berjalan lancar, kelengkapannya adalah sebagai berikut:

- 1) *Sea chest*
- 2) Saringan air laut
- 3) Stop kran
- 4) Perpipaan
- 5) Pompa sentrifugal, dan

6) Motor penggerak (*elektro motor*)

Sea chest adalah suatu perangkat yang dipasang pada sisi dalam pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air di sekitar kamar mesin dan berperan sebagai lubang pengisapan untuk mensuplai kebutuhan sistem air laut pada eksploitasi kapal. Misalnya suplai air laut untuk pendinginan mesin, untuk sistem ballast, untuk sistem pemadam kebakaran dan lain sebagainya. Pada umumnya *sea chest* dipasang pada dua (2) tempat yang berbeda ketinggiannya, mengingat bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati. Gambar pemasangan *sea chest* dan instalasi pompa sentrifugal dengan sistem perpipaan air lautnya (Gamnar 61).



Sumber: <http://inameq.com/hull-and-outfitting/tank-equipment/pemasangan-sea-chest/>

Gambar 61. Pemasangan *Sea Chest* di Kapal.

Pemasangan *sea chest* harus dipertimbangkan bahwa *sea chest* masih dapat mengisap air laut dengan baik dan tidak mengisap udara, walaupun kondisi kapal miring sampai 22,5 derajat dari keadaan vertikal. Kelengkapan dari *sea chest* sebagai lubang pengisapan secara garis besar adalah terdiri dari plat dinding *sea chest*, pipa-pipa isap untuk bermacam-macam pemakaiannya, pipa peniup udara, pipa pembuangan udara, pipa-pipa *by pass*, *strainer*, *sea grating*, *valve*, *packing*, baut pengikat dan lain-lain yang didalam perencanaannya telah diatur oleh peraturan Biro Klasifikasi (Utomo, 2007).

Bentuk dari plat dinding *sea chest* seperti pada Gambar 62.



Sumber: <http://inameq.com/hull-and-outfitting/tank-equipment/pelat-dinding-sea-chest/>

Gambar 62. Plat Dinding *Sea Chest*.

- Keunggulan dan kelemahan menggunakan pompa sentrifugal.

Pada beberapa kasus pemanfaatan pompa sentrifugal ini memberikan efisiensi yang lebih baik dibandingkan pompa jenis *displacement* atau jenis pompa lainnya. Beberapa keunggulannya adalah sebagai berikut:

- 1) Perinsip kerjanya sederhana
- 2) Mempunyai banyak jenis, tipe, ukuran dan jenis pilihan kapasitas *output* debit air
- 3) Konstruksinya kokoh dan kuat

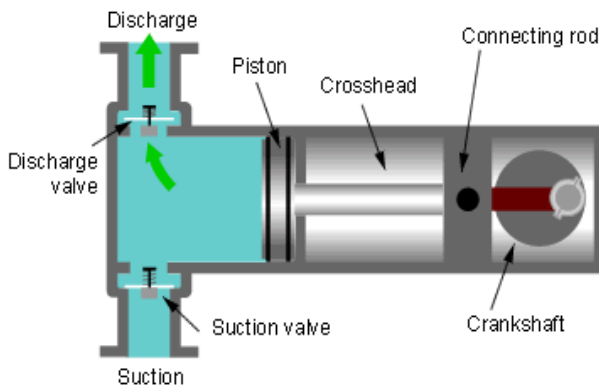
- 4) Poros motor penggerak dapat langsung disambungkan ke poros pompa
- 5) Harga pembelian pompa sentrifugal lebih rendah bila dibandingkan dengan volume yang sama pada pompa *displacement*
- 6) Kerja pompanya sangat praktis, karena tidak banyak bagian-bagian yang bergerak (tidak ada katup hisap dan katup tekan dan sebagainya), sehingga pemeliharannya mudah
- 7) Konstruksinya sederhana sehingga lebih sedikit memerlukan tempat
- 8) Dapat digerakkan langsung dengan *electromotor*, sehingga putaran pompanya tinggi
- 9) Getarannya kecil, sehingga pondasi dapat dibuat ringan
- 10) Bila konstruksinya disesuaikan, memberi kemungkinan untuk mengerjakan zat cair yang mengandung kotoran
- 11) Aliran zat cair tidak terputus-putus

Kelemahan pompa sentrifugal, diantaranya:

- 1) Dalam keadaan normal pompa sentrifugal tidak dapat menghisap sendiri (tidak dapat memompakan udara), biasanya dilakukan pemancangan dulu
- 2) Kurang cocok untuk mengisap dan menekan cairan yang kental, terutama pada aliran volume yang kecil

Pompa Torak (*Reciprocating Pump*):

Ada beberapa jenis pompa torak atau disebut juga pompa plunyer, diantaranya adalah: pompa torak atau plunyer kerja tunggal, pompa torak kerja ganda dan pompa kerja secara *diffensial* (Suparwo, 2013). Konstruksi sebuah pompa torak, dapat dilihat pada Gambar 63.



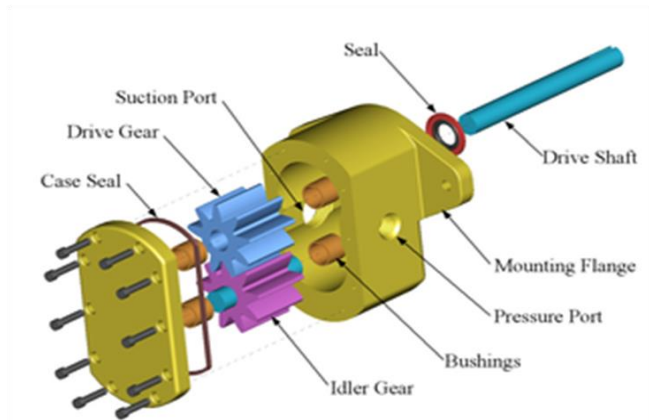
Sumber : <https://www.tneutron.net/sipil/pompa-kerja-positif/>

Gambar 63. Pompa Torak (*Reciprocating Pump*.)

Komponen pompa torak terdiri atas: *suction line*, *discharge line*, *discharge valve*, *suction valve piston*, *crosshead*, *connecting rod and crankshaft*.

Pompa Roda Gigi (*Gear Pump*):

Untuk keperluan pelayanan minyak, seperti bahan bakar dan minyak pelumas (oli), pada umumnya pompa yang digunakan adalah jenis pompa roda gigi (*gear pump*) dan jenis pompa ulir (*screw pump*). Sebagai penggerak pompa roda gigi pada umumnya digunakan motor listrik (*electro motor*), namun dapat juga menggunakan rantai atau penggerak lainnya. Karena pompa ini termasuk jenis pompa *displacement*, yaitu sejenis pompa yang aliran tekanannya secara terus menerus sehingga tidak boleh dihalangi saluran tekanannya, maka sebagai pengontrol biasanya digunakan katup keamanan yang dinamakan saluran *by pass valve* atau *relieve valve* (Suparwo, 2013). Penampang sebuah pompa roda gigi, dapat dilihat pada Gambar 64.



Sumber: [https:// www.tneutron.net/sipil/pompa-kerja-postif/](https://www.tneutron.net/sipil/pompa-kerja-postif/)

Gambar 64. Komponen Pompa Roda Gigi (*Gear Pump*).

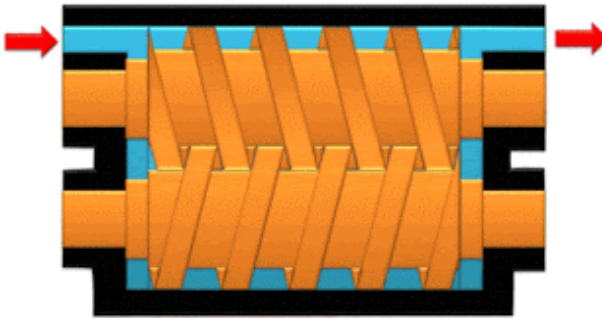
Komponen dari pompa roda gigi diatas terdiri dari: *drive gear, idle gear, suction port, pressure port, case seal, bushing, seal, mounting flange and drive shaft*. Dari dua buah roda gigi yang ada, salah satunya adalah roda gigi penggerak (*drive gear*) yang terhubung dengan poros (*drive shaft*).

- Pompa Ulir (*Screw Pump* :

Sebagaimana pompa roda gigi, pompa ulir juga terdiri dari dua buah ulir di dalam rumah pompa di mana satu ulirnya adalah sebagai ulir yang menggerakkan (*drive screw*) dan satunya lagi sebagai ulir idle (*idle screw*). Pompa ini pada umumnya digunakan untuk

semua jenis fluida, terutama minyak lumas (Suparwo, 2013).

Konstruksi dalam pemasangannya bisa secara tegak (*vertical*) dan bisa juga secara tidur (*horizontal*). Penampang sebuah pompa ulir dapat dilihat pada Gambar 65.



Sumber: <https://arsipteknik.blogspot.com/2017/02/berbagai-jenis-cara-kerja-pompa-lengkap.html>

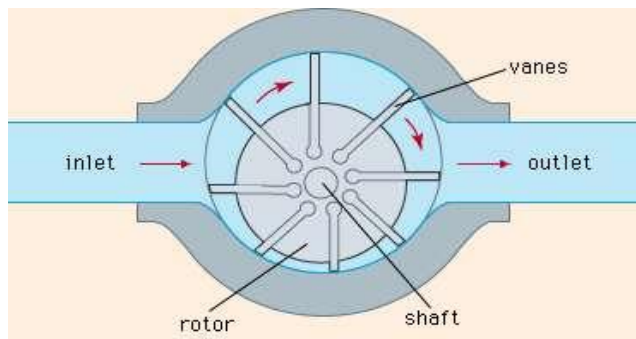
Gambar 65. Pompa Roda Gigi (*Gear Pump*).

- Pompa Sayap/Pompa Bilah (*Vane Pump*):

Pompa sayap/pompa bilah ini berporos tunggal mempunyai sebuah rotor berbentuk silinder dengan alur-alur pada kelilingnya. Rotor dengan celah-celah (tempat sudu) dipasang eksentrik terhadap rumah pompa yang silindris. Sudu-sudu menekan rapat pada alur rumah

pompa, karena gaya sentrifugal (Suarda, 2016). Dengan demikian pada tiap putaran mula-mula terjadi pembesaran ruang volume antar sudu dan kemudian juga terjadi pengecilan volume sehingga secara berturut-turut terjadi hisapan dan tekanan.

Penampang sebuah pompa sayap/pompa bilah (*vane pump*), dapat dilihat pada Gambar 66.



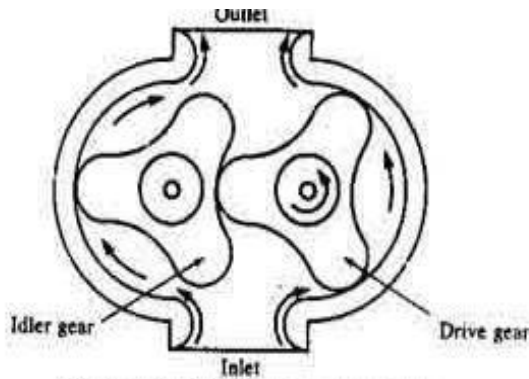
Sumber: <https://www.britannica.com/technology/vane-pump>

Gambar 66. Pompa Sayap/Pompa Bilah (*Vane Pump*).

- Pompa Lobe (*Lobe Pump*):

Pompa lobe diberi nama sesuai dengan bentuk bulatan rotornya pada permukaan arah radialnya yang memungkinkan rotor-rotornya bersinggungan secara

kontinyu pada setiap posisi putarannya. Pompa lobe pada prinsipnya sama dengan cara kerja dengan pompa roda gigi. Kedua rotor berputar serempak dengan arah saling berlawanan. Kemudian sumbu gigi dari rotor selalu membentuk sudut 90° terhadap sumbu gigi rotor yang lain. Jika rotor berputar, maka fluida yang terkurung antara rumah pompa (*casing*) dengan lobe akan dipindahkan dari *inlet* menuju *outlet*. Penampang sebuah pompa lobe dapat dilihat pada Gambar 67.



Sumber: Pompa Rotari (Rotor Ganda) (umy.ac.id)

Gambar 67. Pompa Lobe (Lobe Pump).

V. Penutup

Mengenal mesin dan jenis pesawat bantu di kapal penangkap ikan merupakan pengetahuan dan keterampilan dasar yang harus dimiliki dan dikuasai oleh peserta didik pada program studi mesin perikanan dan program studi teknik penangkapan ikan pada satuan pendidikan di lingkungan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Peserta didik wajib dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan ini, baik siswa pada pendidikan menengah maupun taruna pada pendidikan tinggi dan begitu juga hal dengan calon *crew* kapal penangkap ikan yang akan menekuni bidang pekerjaan sebagai Anak Buah Kapal (ABK) khususnya pada kapal penangkap ikan dan kapal perikanan pada umumnya.

Disamping itu buku ini juga dapat dimanfaatkan bagi peserta didik pada lembaga pendidikan di luar Kementerian Kelautan dan Perikanan, seperti siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) atau mahasiswa pada

pendidikan tinggi lainnya yang menyelenggarakan program keahlian atau program studi/jurusan yang sama, yaitu mesin perikanan dan teknik penangkapan ikan.

Adapun ruang lingkup bahasan pada buku ini, meliputi pengenalan mesin dan jenis pesawat bantu di kapal penangkap ikan mulai dari pengertian kapal penangkap ikan, mesin utama penggerak kapal (*main engine*) dan pesawat bantu di dek/geladak kapal (*auxiliary engine*). Pada materi pengertian kapal penangkap ikan, pembaca akan diperkenalkan dengan jenis kapal yang motor penggerakannya dipasang di dalam kapal (*inboard motor*) dan mesin penggerak yang dipasang di luar kapal (*outboard motor*). Sedangkan pada materi mesin utama penggerak kapal (*main engine*), pembaca akan mengenal mesin diesel (*diesel engine*) dan mesin bensin (*gasoline engine*), perbedaan mesin disel dengan mesin bensin, perbedaan mesin 4 tak dengan mesin 2 tak serta prinsip kerja mesin 4 tak dan mesin 2 tak. Pada materi pesawat bantu di dek/geladak kapal, pembaca akan mengenal jenis-

jenis pesawat bantu meliputi: *winch* jangkar (*windlass*), *capstan*, *power block*, *line hauler*, dan *winch trawl*. Kemudian pada materi pesawat bantu di kamar mesin, pembaca akan mengenal beberapa jenis pesawat bantu, seperti: generator set (*gen-set*), mesin kemudi (*steering engine*), mesin pendingin (*refrigeration*), kompresor udara (*air compressor*), pesawat penukar panas (*heat exchanger*), *oil water separator (OWS)* dan *fresh water generator (FWG)*, serta beberapa jenis pompa.

Semoga buku ini bermanfaat dan dapat memberikan sumbangsih ilmu pengetahuan dan keterampilan khususnya bagi siswa/mahasiswa dan pembaca pada umumnya.

Daftar Pustaka

- Abenk. (2015). *Artikel*. Prinsip Kerja Mesin 2 Tak. Dalam www.insinyoer.com/prinsip-kerja-mesin-2-tak/ diakses pada 3 Februari 2021.
- Aliredjo, M. S. (2014). *Teknika Kapal Penangkapan Ikan untuk Sekolah Menengah Kejuruan*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Arismunandar, Wiranto. Heizo Saito. (1981). *Penyegaran Udara*. PT.Pradya Paramita: Jakarta
- Ardidja, S. (2007a). *Alat Penangkap Ikan*. Jakarta: STP Press.
- Ardidja, S. (2007b). *Kapal Penangkap Ikan*. Jakarta: STP Press.
- Delvatinson. (2020). *Artikel*. Mengenal Cara Kerja Mesin DIESEL 4 TAK Pada Mobil. Dalam www.sociallook.net/cara-kerja-mesin-diesel/ diakses pada 3 Februari 2021.
- Fachrussyah Z.C. (2017). *Buku Ajar : Dasar-dasar Penangkapan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Negeri Gorontalo*. Gorontalo.

- Ilyas S. (1993). *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid I Teknik Pendinginan Ikan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Kusuma, G. E., Santoso, M., dan Mustaghfirin, M. A. (2016). *Sistem Refrigerasi dan Saluran Udara*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Misund, O. (2007). *Von Bandt's Fish Catching Methods of the World (Fourth Edition)*. Fish and Fisheries.
- Molland, A.F., Turnock, S.R. & Hudson, D.A. (2011). *Ship resistance and propulsion: Practical Estimation of Ship Propulsive Power* 1st ed., New York: Cambridge University Press.
- Rachmad. (2012). Upaya Stabilitas Penyediaan Air Tawar Pada Kapal Ikan. Bahari Jogja Vol. XII No.19-B. Februari 2012.
- Rahadi, A. (2016). *Artikel*. Cara Kerja Mesin 2 Tak Dan 4 Tak. Dalam www.fastnlow.net/cara-kerja-mesin-2-tak-dan-4-tak/ diakses pada 3 Februari 2021.
- Sedana, I. G. (2004). *Musim Penangkapan Ikan di Indonesia*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Suarda, M. (2016). Bahan Ajar Pompa dan Kompresor Bagian I : Pompa. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Susilowati, S. E. (2015). Konversi Energi dan Manufaktur UNJ. Edisi terbit I – April 2015.
- Sudirman, H., dan Mallawa, A. (2004). *Teknik Penangkapan Ikan*. Jakarta: PT RINEKA CIPTA.
- Siregar, P.I.S, Habli, M.H, Ridwan, M, Cahyono, F.B. (2017). *Artikel. Analisis Menurunnya Kinerja Fresh Water Generator Guna Memenuhi kebutuhan Air Tawar Diatas Kapal MV. Pan Clover*. diakses pada 6 Februari 2021.
- Suparwo. (2013). Permesinan Bantu di Kapal-kapal Niaga. Jakarta. CV Surya Efrindo.
- Suryanto, W. (2009). *Artikel. Cara Kerja Mesin 4 Tak Motor Bensin*. Dalam www.oto.clas.web.id/2014/11/cara-kerja-motor-4-tak-otomotif-dasar.html diakses pada 3 Februari 2021.
- Tim Pokja Lemdiklat Polri. (2019). Permesian Bantu. Bagian Kurikulum Bahan Ajar Pendidikan Pembentukan Biro Kurikulum Lembaga Pendidikan dan Pelatihan Polri.

Utomo, B. (2007). *Sea Chest* Perannya Sebagai Lubang Pengisian Untuk Mensuplai Kebutuhan Air Laut Pada Eksloitasi Kapal. *Gema Teknologi* Vol.15 No.2 (65-70).

Widodo, S., dan Hasan, S. (2008). *Sistem Refrigerasi dan Tata Udara*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Yanmar Diesel. (1980). *Buku Petunjuk Mesin Diesel Yanmar*, PT. Yanmar Indonesia, Jakarta.

Yuksel, O., Gulmez, Y., Konur, O., Korkmaz, S, A., Erdogan, A., Colpan, C, Ö. (2018). *Energy Analysis of a Vacuum Fresh Water Generator On a Commercial Vessel*, June 24-28, 2018 Izmir, Turkey.

RIWAYAT HIDUP PENYUSUN



ANASRI: Lahir di Tanjung Mutiara Kabupaten Agam Sumatera Barat pada tanggal 10 Februari 1963, putra ke-empat dari Bpk. Sidi Kidjok dan Ibu Hj. Juhari. Pendidikan SD, SMP, SLTA, Diploma 3, Diploma 4 dan Magister Sains masing-masing diselesaikan pada tahun 1977 di SD Negeri Durian Kapas, Kab. Agam, tahun 1980 di SMP Negeri Tiku Tanjung Mutiara Kab. Agam, tahun 1984 di STM Negeri 1 Padang, tahun 1987 di Diploma 3 Diklat AUP Jakarta, tahun 1991 di Diploma 4 AUP Jakarta dan tahun 2006 di Universitas Andalas (UNAND) Padang.

Pengalaman Pekerjaan :

1. 1987–2004 : Guru di SUPM Negeri Pariaman Sumatera Barat
2. 2004–2007 : Kepala SUPM Negeri Waiheru Ambon, Maluku
3. 2007–2009 : Tenaga Teknis pada Sekretariat BPSDM-KP, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
4. 2009–2010 : Kepala SUPM Negeri Kotaagung, Lampung.
5. 2010–2013 : Kepala SUPM Negeri

Pariaman, Sumatera Barat.

6. 2013–2014 : Kepala SUPM Negeri Tegal, Jawa Tengah dan Kepala SUPM Negeri Kupang, NTT.
7. 2014–2015 : Tenaga Teknis pada Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta.
8. 2015–2017 : Pengawas Sekolah Madya pada Pusat Pendidikan KP, KKP.
9. Mulai 2018 : Dosen di Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang.
10. 2018–2020 : Kepala Unit Praktek Kerja di Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang.
11. 2019–2020 : Ketua Program Studi Teknik Pengolahan Produk Perikanan (TPPP) di Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang.
12. Mulai 2021 : Ketua Program Studi Teknik Kelautan (TKL) di Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang.

Organisasi Profesi :

1. Mulai 2011 : Asesor LSP-KP, Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP).
2. Mulai 2018 : Anggota Pengurus Pusat

LSP-KP, Badan Nasional
Sertifikasi Profesi
(BNSP).



AFRILIO FRANSEDA, ST

Lahir di Pariaman, Sumatera Barat pada tanggal 18 April 1994. Pendidikan SD, SMP, SMA, dan Sarjana masing - masing diselesaikan pada 2006 di SD Negeri 91 Waiheru Ambon, tahun 2009 di SMP Negeri 107 Jakarta, tahun 2012 di SMA Negeri 109 Jakarta dan tahun 2016 di Universitas Telkom Bandung. Saat ini sedang menempuh pendidikan pasca sarjana (S-2) di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Nusa Mandiri.



NAUVAL FRANATA, S.Si

Lahir di Pariaman, Sumatera Barat pada tanggal 05 Januari 1996. Pendidikan SD, SMP, SMA, dan Sarjana masing - masing diselesaikan pada tahun 2008 di SD Negeri Jati Padang Jakarta, tahun 2011 di SMP Negeri 107 Jakarta, tahun 2014 di SMA Negeri 49 Jakarta dan tahun 2018 di Universitas Indonesia. Saat ini sedang menempuh pendidikan pasca sarjana (S-2) di Universitas Indonesia.

GLOSARIUM

- Accumulator mesin pendingin* : Alat untuk menampung atau memisahkan antara cairan *refrigerant* dan gas *refrigerant* agar *refrigerant* yang masuk ke dalam kompresor semuanya berbentuk gas *refrigerant*.
- Adiabatic wheel heat exchanger* : Salah satu jenis *heat exchanger* menggunakan intermediate fluida atau tempat yang solid untuk menahan panas
- Air compressor* : Suatu alat pemindah udara atau gas dengan kompresi sehingga hasil keluaranya bertekanan tinggi.
- Air intake* : Saluran masuk udara
- Air reservoir* : Penampung udara/tanki udara
- Alternating Current (AC)* : Arus listrik bolak-balik
- Automatic expansion* : Katup ekspansi

- otomatis
- Auxiliary engine* : Mesin atau pesawat bantu
- Beam trawl* : Kapal pukat berbingkai yang mengoperasikan pukat hela berpaling atau berbingkai dengan menggunakan rig ganda.
- Bilge pump* : Pompa yang berfungsi menghisap air got kamar mesin yang kemudian dibuang keluar kapal.
- Bilge separator* : Perlengkapan filtrasi terhadap limbah minyak di kapal
- Blower/turbocharger* : Sebuah alat sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang.
- Bolder* : Alat untuk menambatkan (tambat) kapal di dermaga atau perangkat untuk mengikat tali

	di kapal
<i>Buoy</i>	: Pelampung
<i>Buoy line ace</i>	: Penarik dan penggulung tali cabang pada alat tangkap <i>long line</i>
<i>Box line</i>	: Kotak atau gudang tempat tali utama pancing <i>long line</i>
<i>Branch line</i>	: Tali cabang alat tangkap <i>long line</i>
<i>Branch line ace</i>	: Penarik dan penggulung tali cabang alat tangkap <i>long line</i>
<i>Branch line conveyer</i>	: Alat untuk memindahkan <i>branch line</i> , pelampung dan tali pelampung alat tangkap <i>long line</i>
<i>Brige</i>	: Anjungan kapal
<i>By pass valve</i>	: Katup yang digunakan untuk mencegah terjadinya <i>overpressure</i> pada sistem sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan peralatan
<i>Camshaft</i>	: Posos cam/poros nok sebagai penggerak

		mekanisme katup pada mesin
<i>Capillary tube</i>	:	Pipa kapiler pada mesin pendingin
<i>Capstan</i>	:	Pesawat bantu yang dipasang di dek/geladak kapal untuk memudahkan dalam hal menggulung tali <i>tross</i> dan <i>spring</i> .
<i>Casing</i>	:	Rumah, wadah atau tempat
<i>Centrifugal pump</i>	:	Pompa sentrifugal
<i>Coaliser</i>	:	Rumah penampung air got yang telah dipisahkan di <i>bilge separator</i> dari endapan minyak.
<i>Cold storage</i>	:	Mesin refrigerasi yang digunakan untuk menyimpan suatu produk dalam suhu tertentu, sehingga kualitas produk tetap terjaga.
<i>Coller</i>	:	Media pendingin pada mesin.
<i>Compression</i>	:	Kompresi/pemampatan
<i>Connecting rod</i>	:	Batang torak/piston

	sebagai penghubung antara <i>crankshaft</i> dengan torak/ piston
<i>Cooling sea water/CSW</i>).	: Saluran air laut untuk mengembunkan uap air murni pada pesawat FWG.
<i>Cooling System</i>	: Sistem pendinginan
<i>Cooling water</i>	: Ait pendingin
<i>Coupling</i>	: Alat penghubung tenaga penggerak <i>power block</i> dengan putaran mesin utama penggerak kapal (<i>main engine</i>).
<i>Crankshaft</i>	: Poros engkol pada mesin
<i>Crew</i>	: Anak buah kapal (ABK)
<i>Cylinder block</i>	: Blok silinder mesin
<i>Cylinder head</i>	: Kepala silinder mesin
<i>Daily tank</i>	: Tangki harian untuk bahan bakar di kapal
<i>Diesel engine</i>	: Mesin atau motor diesel berbahan bakar solar
<i>Direct Current (DC)</i>	: Arus listrik searah
<i>Discharge</i>	: Tekan
<i>Discharge pipe</i>	: Pipa tekan
<i>Discharge side</i>	: Bagian sisi tekan

- Distribotor valve* : sebuah pompa
Double pipe heat exchanger : Katup pembagi
: Alat penukar panas pipa rangkap terdiri dari dua pipa logam standart yang dikedua ujungnya dilas menjadi satu atau dihubungkan dengan kotak penyekat.
Double rig shrimp net : Alat penangkapan ikan khususnya *trawl* jenis pukat udang.
Double Rig Trawl : Jenis kapal *trawl* dengan pukat hela rig ganda, didesain untuk menghela dua atau lebih pukat hela untuk menangkap udang, dibelakang kapal melalui dua buah rig yang dipasang menjorok ke kiri dan kanan lambung kapal.
Dynamic scraped surface heat exchanger : Jenis *heat exchanger* yang digunakan untuk pemanasan atau pendinginan dengan tinggi viskositas produk, proses

	kristalisasi, penguapan tinggi dan fouling aplikasi.
<i>Electrical system</i>	: Sistem kelistrikan
<i>Electro motor</i>	: Motor listrik yang digunakan sebagai tenaga penggerak pompa-pompa, kompresor dan peralatan lainnya.
<i>Evaporator</i>	: Salah satu komponen pokok dari mesin pendingin, disini terjadi proses penguapan reftigerant, sehingga mampu menyerap panas produk dan lingkungannya.
<i>Exhaust manifold</i>	: Saluran pembuangan gas bekas hasil pembakaran pada motor bakar.
<i>Exhaust port</i>	: Pintu buang
<i>Exhaust valve</i>	: Katup buang
<i>Expantion</i>	: Langkah ekspansi/langkah usaha
<i>Expantion valve</i>	: Katup ekspansi
<i>Filter</i>	: Saringan
<i>Filter dryer</i>	: Alat untuk menyaring

	refrigerant pada mesin pendingin.
<i>Fish net</i>	: Pukat atau jaring ikan
<i>Fishing ground</i>	: Daerah penangkapan ikan
<i>Fixsmouth trawl</i>	: Nama lain dari <i>beam trawl</i>
<i>Flywheel</i>	: Roda penerus tenaga mesin atau sering disebut roda gila.
<i>Fresh water</i>	: Air bersih / Air tawar.
<i>Fresh Water Generator (FWG)</i>	: Pesawat pembuat air laut menjadi air tawar
<i>Fuel oil system</i>	: Sistem bahan bakar pada sebuah motor bakar.
<i>Fuel oil transfer pump</i>	: Pompa pemindah bahan bakar
<i>Gasoline Engine</i>	: Mesin atau motor bensin berbahan bakar pertamax/pertalite/premium.
<i>Gear box</i>	: Kotak roda gigi yang dipasang pada bagian belakang mesin penggerak kapal.
<i>Gear pump</i>	: Pompa roda gigi
<i>General service pump</i>	: Pompa untuk melayani kebutuhan umum di

	kapal, dapat menggantikan pompa air got, dan pompa lainnya.
<i>Generator set (genset)</i>	: Pesawat pembangkit tenaga listrik, sebagai sumber listrik di kapal
<i>Gill net</i>	: Jaring insang.
<i>Gillnetter</i>	: Kapal penangkap ikan yang menggunakan alat tangkap <i>gillnet</i> .
<i>Hand line</i>	: Pancing tangan.
<i>Hand pump</i>	: Pompa tangan.
<i>Handliner</i>	: Kapal penangkap ikan yang menggunakan alat tangkap pancing tangan (<i>hand line</i>).
<i>Hauling</i>	: Kegiatan menaikkan alat tangkap saat operasi pengkapan ikan.
<i>Heat exchanger</i>	: Pesawat penukar panas yang terdapat pada mesin kapal (<i>main engine</i>).
<i>Hoist</i>	: Salah satu jenis pesawat angkat yang banyak digunakan untuk mengangkat dan

- menurunkan barang secara vertikal (tegak lurus) di kapal.
- Hook* : Mata pancing pada alat tangkap *long line*.
- Hook master* : Alat pengukur panjang tali utama (*main line*) yang dapat diatur sesuai dengan jarak tali cabang (*branch line*).
- Horse power* : Tenaga kuda, yang digunakan untuk satuan tenaga mesin.
- Hydraulic pipe* : Pipa hidrolik.
- Hydraulic pump* : Pompa hidrolik.
- Impeller* : Kipas atau baling-baling pemutar air pada pompa.
- Inboat motor* : Kapal yang mesin penggeraknya terpasang di dalam kamar mesin kapal.
- Indirect system* : Sistem tidak langsung yang digunakan pada sistem pendinginan mesin kapal (*main engine*).
- Injection pump* : Pompa injeksi pada sistem bahan bakar

- Injector* : motor diesel.
: Pengabut bahan bakar solar pada sistem bahan bakar motor diesel.
- Intermediate shaft* : Poros penggerak kapal yang terpasang antara poros tekan dengan poros *propeller*.
- Kompas kemudi : Alat yang digunakan sebagai acuan juru mudi untuk mengarahkan haluan kapal, membelok atau mempertahankan haluan kapal.
- Kondensor* : Sebuah alat mesin pendingin untuk membuang kalor yang diserap dari evaporator dan panas yang diperoleh dari kompresor, serta mengubah wujud gas menjadi cair (kondensasi).
- Kuralon* : Jenis tali utama (*main line*) yang digunakan pada alat tangkap *long line*.

- Lignum vitae* : Kayu pok sebagai bantalan untuk menopang poros *propeller* pada tabung belakang (*stern tube*).
- Line arranger* : Alat untuk penyusun tali utama (*main line*) pada alat tangkap (*long line*).
- Line hauler* : Sebuah pesawat bantu penangkapan ikan digunakan untuk menarik tali utama (*main line*) alat tangkap *long line* pada saat melakukan *haulling*.
- Line thrower/line caster* : Alat yang digunakan untuk menurunkan tali utama (*main line*) pada saat melakukan kegiatan *setting* alat tangkap *long line*.
- Lobe pump* : Pompa yang rotornya berbentuk bulat, dimana putaran radialnya memungkinkan rotor-rotornya bersinggungan secara kontinyu pada

	setiap posisi putarannya.
<i>Long line</i>	: Alat tangkap jenis pancing yang menggunakan tali yang panjang.
<i>Long liner</i>	: Kapal penangkap ikan yang menggunakan alat tangkap <i>long line</i> .
<i>Lubricating oil system</i>	: Sistem pelumasan pada mesin.
<i>Lubricating oli pump</i>	: Pompa minyak pelumas.
<i>Main engine</i>	: Mesin induk (mesin utama) penggerak kapal.
<i>Main compressor</i>	: Kompresor utama untuk mengisi botol angin yang digunakan untuk start mesin induk di kapal.
<i>Main line</i>	: Tali utama pancing <i>long line</i> .
<i>Main starting valve</i>	: Katup pembagi angin ke masing masing katup start pada sistem start mesin dengan udara bertekanan.
<i>Main tank</i>	: Tangki utama bahan bakar di kapal.

- Manometer* : Alat pengukur tekanan udara dalam bejana udara (botol angin) sebuah kompresor.
- Multistage compressor* : Jenis kompresor bertingkat tekanan tinggi untuk menghasilkan tekanan udara yang diinginkan untuk keperluan start mesin penggerak kapal.
- Oil pan* : Panci minyak pelumas pada sebuah mesin.
- Oil Water Separator (OWS)* : Alat pemisah minyak dengan air atau kotoran lainnya.
- One day fishing* : Nelayan yang melakukan kegiatan penangkapan ikan 1 (satu) hari, berangkat pagi pulang sore atau berangkat sore pulang pagi
- Otter trawl* : Terbukanya mulut pukat *trawl* dikarenakan adanya dua buah papan (*otter board*) menyerupai layang-layang (*kite*).

- Otter board* : Dua buah papan yang dipasang diujung muka kaki/sayap pukot *trawl* untuk membuka mulut jarring.
- Outboard motor* : Kapal yang mesin penggeraknya terpasang di di luar atau dinamakan mesin tempel.
- Pair trawl* : Nama lain dari *Paranzella*, yaitu terbukanya mulut jaring karena ditarik oleh dua buah kapal yang jalannya sejajar dengan jarak tertentu, pada alat tangkap *trawl*.
- Panel control* : Papan hubung yang merupakan bagian komponen dari sistem kelistrikan di kapal.
- Phase change heat exchanger* : Salah satu jenis *heat exchanger*, digunakan untuk memanaskan atau pendinginan atau digunakan sebagai kondensor untuk mendinginkan uap dan

- Pillow plate heat exchanger* : mengembun ke cairan. Salah satu jenis *heat exchanger*, berupa pelat penukar bantal umumnya biasanya digunakan dalam suatu industri untuk pendinginan dalam jumlah besar.
- Piping system* : Sistem perpipaan di kamar mesin sebuah kapal
- Piston* : Komponen utama sebuah mesin yang terpasang di dalam silinder mesin.
- Plate and frame heat exchanger* : Salah satu jenis *heat exchanger* yang terdiri dari pelat (*plate*) dan rangka (*frame*). Dua jalur pelat disusun, yang disebut dengan *hot side* dan *cold side*.
- Power block* : Pesawat bantu yang digunakan dalam pengoperasian alat penangkap ikan khususnya alat tangkap

- Purse seine* : pukat cincin (*purse seine*).
- Pressure drop* : Peristiwa jatuh tekanan aliran cairan yang terjadi pada *heat exchanger* jenis *double pipe heat exchanger*. Dimana *pressure drop* ini bisa diatur.
- Pressure gauge* : Alat pengukur tekanan pada kompresor
- Propeller* : Baling-baling kapal
- Propeller shaft* : Poros baling-baling kapal
- Purifier* : Sebuah alat untuk pemisahan air dan partikel padat apapun yang terkandung dalam minyak lumas atau bahan bakar.
- Purse seine* : Alat penangkap ikan dari jaring yang dioperasikan dengan cara melingkari gerombolan ikan hingga alat berbentuk seperti mangkuk pada akhir proses

- Purse seiner* : penangkapan ikan.
: Kapal penangkap ikan yang menggunakan alat tangkap jenis *purse seine*.
- Oily Water Separator (OWS)* : Pesawat bantu di kamar mesin kapal untuk memisahkan air got dari campuran minyak, tumpahan, minyak kotor, dari limbah operasi separator minyak lumas, dan kotoran lainnya.
- Sludge oil tank* : Alat yang berfungsi sebagai tangki minyak kotor pada *oily water separator*.
- Overlapping* : Peristiwa pembilasan gas buang keluar dan gas baru masuk ke dalam silinder motor bakar.
- Radio buoy* : Pelampung utama pada alat tangkap *long line* yang dilengkapi radio dengan frekuensi tertentu sehingga mudah dimonitor

- posisinya.
- Radio Direction Finder (RDF)* : Alat untuk mendeteksi posisi *radio buoy* pada alat tangkap *long line*.
- Ram & cylinder (actuator)* : Salah satu komponen pokok mesin kemudi berupa silinder dan plunyer untuk menghasilkan tenaga tekanan minyak hidrolik.
- Reciprocating pump* : Salah satu jenis pompa torak di kapal untuk pompa udara, pompa air dan juga bisa untuk pompa minyak.
- Refrigerant* : Bahan pendingin pada sebuah mesin reftigerasi
- Refrigeration* : Mesin pendingin atau mesin refrigerasi yang digunakan di kapal untuk menyimpan hasil tangkapan dan p roduk lainnya agar awet.
- Regulator* : Alat pengatur tegangan pada sistem kelistrikan *generator set*.
- Roller* : Roda pengatur,

- penekan, penarik dan penggulung tali utama (*main line*) yang terpasang pada *line hauler*.
- Rotary pump* : Pompa *rotary*
- Rudder blade* : Daun kemudi kapal
- Safety valve* : Katup keamanan yang dapat bekerja secara otomatis
- Sanitary pump* : Salah satu pompa air laut/air tawar untuk mencukupi kebutuhan air tawar sebagai pendingin mesin kapal, serta kebutuhan lainnya seperti dapur, kamar mandi, WC dan sebagainya di kapal.
- Screw pump* : Salah satu jenis pompa minyak/ pompa udara udara yang digunakan di kapal, disebut juga dengan pompa ulir.
- Sea chest* : Merupakan tempat di lambung kapal untuk saluran air laut.
- Self combustion* : Proses pembakaran pada motor diesel

- melalui panas dan tekanan yang tinggi atau juga sering disebut dengan mesin dengan pembakaran sendiri
- Separator* : Sebagai pemisahan antara 2 macam cairan, dalam hal ini antara air dan minyak lumpur atau air dari bahan bakar.
- Setting* : Kegiatan menurunkan alat tangkap pada operasi penangkapan ikan dengan *long line*.
- Shell and tube heat exchanger* : Jenis *heat exchanger* terdiri dari sejumlah *tube* yang terpasang didalam *shell* yang berbentuk silindris. Terdapat dua fluida yang mengalir, dimana satu fluida mengalir di dalam *tube*, dan yang lainnya mengalir diluar *tube*.
- Ship propulsion system* : Sistem penggerak kapal mulai dari mesin utama (*main engine*) sampai dengan *propeller* untuk

- mendorong kapal sehingga kapal dapat bergerak di air.
- Side roller/line guide roller* : Alat pengatur arah tali utama (*main line*) pada alat tangkap *long line*.
- Slip way* : Berfungsi sebagai alur penaikan jaring pada alat tangkap jenis pukut hela yang ditarik dari belakang/buritan kapal.
- Slow conveyer* : Alat untuk memindahkan/ menggeser tali utama (*main line*) pada alat tangkap *long line*.
- Sludge oil tank* : Tangki penampungan air got yang bercampur dengan minyak kotor (*sludge oil*) di kamar mesin.
- Solenoid Valve* : Pengatur aliran air got, bekerja secara otomatis atas dasar pengiriman minyak kotor dari control unit.
- Spark plug* : Alat untuk memercikkan api untuk memulai proses

		pembakaran pada mesin bensin, disebut juga dengan busi.
<i>Starting system</i>	:	Sistem start/sistem penyalaan pada motor bakar.
<i>Starting valve</i>	:	Katup start mesin induk (<i>main engine</i>) pada sistem start dengan udara bertekanan.
<i>Steering gear room</i>	:	Ceruk kemudi yang dipasang di buritan kapal, sebagai penggerak daun kemudi yang diatur dari jantra.
<i>Steering engine</i>	:	Sistem kemudi kapal yang menggunakan tenaga penggerak secara listrik dan hidrolik.
<i>Stern tube</i>	:	Tabung kemudi yang terpasang dibagian buritan kapal.
<i>Stopper</i>		Alat yang digunakan untuk menahan/rem rantai jangkar pada mesin jangkar (<i>windlass</i>)
<i>Suction</i>	:	Hisap

<i>Suction pipe</i>	: Saluran hisap sebuah pompa
<i>Suction side</i>	: Bagian sisi pompa tempat masuknya cairan.
<i>Suction valve</i>	: Katup hisap sebuah pompa
<i>Tali tross</i>	: Tali untuk menahan bagian depan dan belakang kapal, saat kapal sandar di dermaga pelabuhan.
<i>Tali spring</i>	: Tali yang digunakan untuk menahan bagian tengah kapal pada saat kapal sandar di dermaga pelabuhan
<i>Thrust shaft</i>	: Poros tekan/poros dorong untuk meneruskan tenaga dari mesin utama (<i>main engine</i>) ke poros antara (<i>intermediate shaft</i>)
<i>Towing</i>	: Kegiatan menghela pukat <i>trawl</i> di belakang/buritan kapal yang sedang berjalan sehingga

- pukat *trawl* menyelusuri dasar perairan dengan mengikat tali selambar pada buritan kapal.
- Transfer port* : Ruang bilas / saluran pembilasan pada motor bakar jenis 2 takt.
- Trawler* : Kapal penangkap ikan yang menggunakan alat tangkap jenis *trawl*.
- Two stages air compressor* : Kompresor pada mesin refrigerasi jenis torak dua tingkat tekanan.
- Vane pump* : Salah satu jenis pompa *positif displacement* yang digunakan di kapal, khususnya untuk pompa minyak atau pompa udara.
- Volt Amper (VA)* : Merupakan satuan dari daya listrik yang dihasilkan dari *generator set*.
- Winch trawl* : Pesawat bantu yang digunakan untuk menarik jaring/pukat pada alat tangkap ikan jenis *trawl*.

Windlass : Pesawat bantu yang ditempatkan di dek/geladak kapal untuk menaikkan dan menurunkan jangkar kapal beserta rantai jangkarnya pada saat kapal akan berlabuh, baik di laut maupun di kolam pelabuhan.

Wire Tali kawat/sling yang digunakan sebagai pengganti rantai jangkar pada *windlass*.



AMaFRaD  PRESS

Diterbitkan oleh :
AMAFRAD Press
Badan Riset dan Sumber Daya Manusia
Kelautan dan Perikanan
Gedung Mina Bahari III, Lantai 6, Jl. Medan
Merdeka Timur,
Jakarta Pusat 10110
Telp. (021) 3513300 Fax: 3513287
Email : amafradpress@gmail.com
Nomor IKAPI: 501/DKI/2014

ISBN 978-623-7651-99-4



ISBN 978-623-6464-00-7 (PDF)

