

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini penulis menjelaskan tentang istilah-istilah dan teori-teori yang berkaitan dengan pembahasan karya tulis ini. Istilah-istilah dan teori-teori yang ada dalam bab ini, penulis ambil dari referensi buku-buku dan juga pengamatan selama penulis melaksanakan praktek. Berikut adalah hal-hal yang bersifat teoritis yang dapat digunakan sebagai landasan berpikir guna mendukung uraian dan memperjelas serta menegaskan dalam menganalisis data yang didapat dalam karya tulis ini.

2.1 Perawatan

1. Definisi Perawatan

Perawatan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang – ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. Perawatan juga dilakukan untuk menjaga agar peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya.

Beberapa pengertian perawatan (*maintenance*) :

- a. Menurut **Harsanto (2013)**, pemeliharaan adalah serangkaian aktivitas untuk menjaga agar fasilitas atau peralatan senantiasa dalam keadaan siap pakai.
- b. Menurut **Kurniawan (2013)**, pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.
- c. Menurut **Heizer dan Render (2011)**, pemeliharaan adalah mencakup semua aktivitas yang berkaitan dengan menjaga semua peralatan sistem agar dapat tetap bekerja.

2. Jenis Perawatan

Menurut diklat teknik perbaikan dan Perawatan Kapal Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Proyek, 2013 ,perawatan dapat dibagi menjadi dua jenis kegiatan yaitu :

- a. Perawatan normal atau Perawatan sistematis yaitu perawatan yang tidak diperkirakan sebelumnya
- b. Perawatan tidak normal atau perawatan Luar Biasa yaitu terjadi akibat dari kerusakan yang tidak terduga karena kurang adanya perawatan pencegahan.
- c. Perawatan Pencegahan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan, yang mungkin akan mengakibatkan gangguan yang tidak terduga atau penambahan biaya , perawatan pencegahan dibagi menjadi dua bagian yaitu :
 - 1) Kegiatan yang dijadwalkan yaitu meliputi kegiatan pada berbagai tipe peralatan yang dilaksanakan secara berkala. Bersama dengan kegiatan yang dijadwalkan maka kondisi perawatan diadakanlah pencegahan. Dalam kondisi perawatan dicatat kondisi peralatan dalam rangka mengadakan ramalan kapan tindakan perawatan perbaikan diperlukan.
 - 2) Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)yaitu perawatan terhadap alat yang kerusakannya sudah dapat diduga sebelumnya dan dapat ditunda karena membahayakan.

3. Tujuan Perawatan

Tujuan dilakukannya kegiatan perawatan (maintenance) adalah sebagai berikut (**Ansori dan Mustajib 2013**)

- a. Pemakaian fasilitas produksi lebih lama.
- b. Ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
- c. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan pada saat pemakaian darurat.
- d. Menjamin keselamatan operator dan pemakaian fasilitas.
- e. Membantu kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsinya.
- f. Mendukung pengurangan pemakaian dan penyimpanan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan.

- g. Melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien agar tercapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*)
- h. Kerja sama yang kuat dengan fungsi-fungsi utama dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan untuk mendapatkan keuntungan sebesar-besarnya

2.2 Mesin *Hydraulic* Penggerak *Crane*

1. Pengertian *Hydraulic*

Hydraulic menurut “bahasa greek” berasal dari kata “*hydro*” (air) dan “*aulos*” (pipa). Jadi *hydraulic* bisa diartikan suatu alat yang bekerjanya berdasarkan air dalam pipa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa system *hydraulic* adalah suatu sistem yang menggunakan minyak *hydraulic* yang mengalir dalam pipa / selang untuk meneruskan tenaga / daya. Prinsip yang digunakan pada sistem *hydraulic* adalah Hukum Pascal, yaitu : benda cair yang ada di ruang tertutup apabila diberi tekanan, maka tekanan tersebut akan dilanjutnya ke segala arah dengan sama besar.

Hydraulic bekerja berdasarkan hukum Pascal di mana *crane* dapat mengangkat beban yang berat dengan menggunakan penggerak (*actuator*) yang kecil dengan media minyak *hydraulic* yang bertekanan tinggi. Untuk mengangkat dan menurunkan *boom*, menggulung *wire rope*, berputar (*swing*) *crane* menggunakan sistem jalur *hydraulic* (*hydraulic circuit*) yang terdiri dari : Pompa *Hydraulic* yang membangkitkan *pressure* minyak *hydraulic* yang tinggi, *actuator*/penggerak yang berupa *hydraulic cylinder & motor*, dan *directional control valve* sebagai pengontrol gerakan *actuator*

2. Prinsip kerja

Menurut Hartono (2014: 1) dalam bukunya sistim kontrol dan pesawat tenaga *hydraulic* bahwa prinsip kerja *hydraulic* adalah sebagai berikut. Dalam sistim *hydraulic* minyak *hydraulic* berfungsi sebagai

penerus gaya. Minyak *hydraulic* adalah jenis zat cair yang umum dipakai. Pada prinsipnya bidang hidromekanik (mekanika minyak *hydraulic*) dibagi menjadi dua bagian seperti berikut:

- a. Hidrostatik : “yaitu mekanika minyak *hydraulic* yang diam, disebut juga teori persamaan kondisi-kondisi dalam minyak *hydraulic*. Yang termasuk dalam hidrostatik murni adalah pemindahan gaya dalam minyak *hydraulic*. Seperti kita ketahui, contohnya adalah pesawat tenaga *hydraulic*” **Hartono(2014: 2)**
- b. Hidrodinamik : “yaitu mekanika minyak *hydraulic* yang bergerak, disebut juga teori aliran (minyak *hydraulic* yang mengalir). Yang termasuk dalam hidrodinamik murni adalah perubahan dari energi aliran dalam turbin dalam jaringan hidro-elektrik” **Hartono (2014: 3)**

Karena sifatnya yang sangat sederhana. Minyak *hydraulic* tidak mempunyai bentuk yang tetap, minyak *hydraulic* hanya dapat membuat bentuk menyesuaikan dengan yang ditempatinya. Dalam prakteknya mempunyai sifat tidak dapat dikompresi. Karena minyak *hydraulic* yang digunakan harus bertekanan tertentu, diteruskan kesegala arah secara merata, memberikan arah gerakan yang ditempatinya dan tidak dapat dikompresi.

Menurut catatan penulis dalam mengikuti perkuliahan di UNIMAR AMNI Semarang, prinsip kerja *crane hydraulic* adalah sebagai berikut: *crane* bekerja berdasarkan Hukum Pascal dimana *crane* dapat mengangkat beban yang berat dengan menggunakan penggerak (*actuator*) yang kecil dengan media minyak *hydraulic* yang bertekanan tinggi.

Untuk mengangkat dan menurunkan *boom*, menggulung *wire rope*, berputar (*swing*) *crane* menggunakan sistem jalur *hydraulic* (*hydraulic circuit*) yang terdiri dari pompa *hydraulic* yang membangkitkan *pressure* minyak *hydraulic* yang tinggi, *actuator* atau penggerak yang berupa *hydraulic cylinder* dan *motor*, dan *directional control valve* sebagai pengontrol gerakan *actuator*.

Pompa menghisap minyak *hydraulic* yang tersimpan didalam *oil tank* dan mendorongnya menuju *actuator* (penggerak). *Directional control valve* berfungsi untuk mengubah arah aliran minyak *hydraulic* yang menuju *actuator* sehingga *actuator* dapat dapat bergerak bolak-balik (maju-mundur pada *cylinder boom*, berputar searah-berlawanan arah jarum jam bila *actuators*nya berupa motor pada system *winch* atau *swing*). Bila *directional control valve* pada posisi netral (handle diposisi tengah) maka minyak akan dikembalikan ke *oil tank* kembali dan tidak diteruskan ke *actuator*.

Prinsip kerja mesin *hydraulik* penggerak *crane* yaitu menggunakan sistem kerja dengan cara memindahkan energi dari aliran minyak *hydraulic* ke tempat lain melalui pergerakan komponen-komponennya, dan sebaliknya yaitu dengan memindahkan energi dari suatu komponen menuju minyak *hydraulic*. Pergerakan tersebut berupa perpindahan dan perputaran. Selama terjadi pertukaran energi, energi *hydraulic* tersebut diubah menjadi energi mekanik atau sebaliknya. Arah perubahan energi pada mesin *hydraulic* Berdasarkan arah perubahan energi tersebut, mesin *hydraulic* terbagi atas 2 jenis, yakni :

- a. Pompa Mesin *hydraulic* ini berfungsi mengubah energi mekanis menjadi energi *hydraulic* pada minyak *hydraulic* sehingga minyak *hydraulic* tersebut dapat mengalir. Pompa dapat digerakkan tanpa mesin (manual) maupun dengan mesin.
- b. Mesin *hydraulic* adalah yang berfungsi mengubah energi *hydraulic* dari aliran minyak *hydraulic* menjadi energi mekanis melalui pergerakan komponen komponennya yang diakibatkan oleh aliran minyak *hydraulic* tersebut. *hydraulic* digunakan sebagai penggerak utama sebuah komponen lain. misalnya cargo *crane* Selain kedua jenis diatas, mesin *hydraulic* terbagi lagi menjadi 2 jenis berdasarkan ada atau tidaknya cara pemampatan minyak *hydraulic* :
 - 1) Statis yaitu mampu memampatkan dan mengalirkan minyak *hydraulic* secara mekanis, contohnya ialah *recipocating pump*.

- 2) Kinematik yaitu tidak memiliki sistem pemampatan, namun memiliki bagian yang dapat berputar seperti *impeller* (pompa), *rotor* (kompresor) dan *runner* (turbin).



Sumber : Dokumen Pribadi

Gambar 1 Pompa *hydraulic*

3. Komponen Mesin *Hydraulic* Penggerak Crane

a. Adapun Komponen sistem *hydraulic* secara umum terdiri dari :

1) Unit penggerak (*Actuator*)

Actuator merupakan komponen *output* dari sistem *hydraulic*. Ada dua macam *actuator*, yaitu *rotary actuator* yang menyalurkan tenaganya dalam gerakan melingkar atau memutar, dan *linear actuator* yang menyalurkan tenaganya dalam garis lurus. Contoh *actuator linear* yaitu silinder *hydraulic*, sedangkan contoh *rotary actuator* adalah *gear motor*, *piston motor*, *vane motor*.

2) Unit pengatur (*Direction Control Valve*)

Directional control valve (DCV) digunakan untuk menyalurkan minyak *hydraulic* ke berbagai sirkuit terpisah dalam sistem *hydraulic*.

3) Pompa *Hydraulic* (*Hidraulic Pump*)

Pompa *hydraulic* mengubah energi mekanik menjadi energi *hydraulic*, fungsi pompa ini adalah untuk memasok sistem *hydraulic* dengan aliran minyak yang mencukupi sehingga sirkuitnya mampu beroperasi pada kecepatan yang benar. Pompa dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu *Non positive displacement* dan *Positive displacement*. Contoh jenis pompa yang digunakan pada sistem *hydraulic* adalah sentrifugal *impeller*, *gear pump*, *vane pump*, *piston pump*.

4) Selang / *Hose* / pipa saluran

Saluran *hydraulic* digunakan untuk menyambung berbagai komponen untuk penyaluran minyak *hydraulic* dalam sebuah sirkuit. *Hose* / slang digunakan jika dibutuhkan fleksibilitas, seperti jika komponen yang saling bergerak satu sama lain. *Hose* dapat menyerap getaran dan mampu menahan berbagai tekanan.

5) Tangki *Hydraulic* (*Hidraulic Tank*)

Fungsi utama dari *hydraulic oil tank* adalah untuk menyimpan *oil hydraulic* dan memastikan bahwa terdapat cukup minyak yang dibutuhkan oleh sistem, tangki ini memiliki kapasitas 100 lt.

6) *Pressure Control Valve*

Pressure control valve juga dikenal dengan nama *relief valve*. Fungsi *relief valve* adalah untuk memberi perlindungan atau membatasi tekanan maksimum kepada sistem *hydraulic* sehingga komponen sistem tidak mengalami malfungsi, macet atau terbakar dan line / saluran zat cair tidak terbakar atau bocor pada persambungan. *Relief valve* ini bekerja dengan cara

memberikan jalan bagi zat cair sistem untuk dibelokkan ke *reservoir* ketika pengaturan tekanan *valve* telah dicapai.

7) Pendingin / *Oil Cooler*

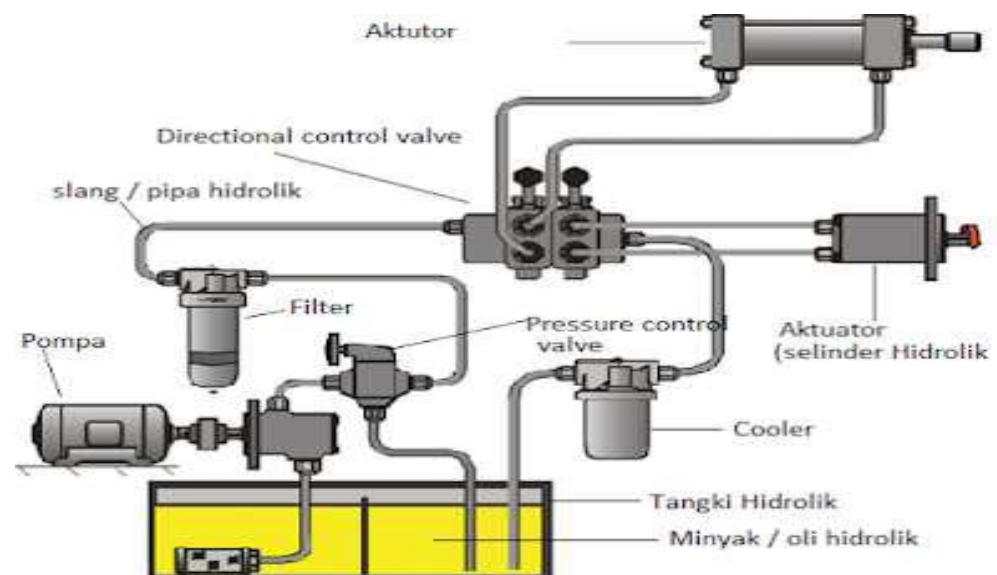
Hydraulic oil cooler digunakan untuk mendinginkan minyak *hydraulic* yang bergerak menyerap dan mengangkat panas yang dihasilkan dari komponen *hydraulic* seperti silinder dan pompa. Pendingin dibagi menjadi dua, *air cooler* dan *water cooler*.

8) *Filter oil Hydraulic*

Hydraulic oil filter digunakan untuk menyaring *contaminant* yang ada di dalam sistem *hydraulic*.

9) Strainer

Inlet strainer biasanya dipasang pada bagian dalam *reservoir* dan membenamkan dalam minyak *hydraulic*. minyak *hydraulic* mengalir melalui elemen *filter*. Jika *filter* terhambat, maka tekanan pada bagian dalam akan turun (pompa mengisap) dan minyak dapat mengalir melewati *bypass valve*.



Sumber : Rahim, 2017 Alat Berat

Gambar 2 Sistem *Hydraulic*

b. Cara kerja sistem *hydraulic* penggerak *crane*

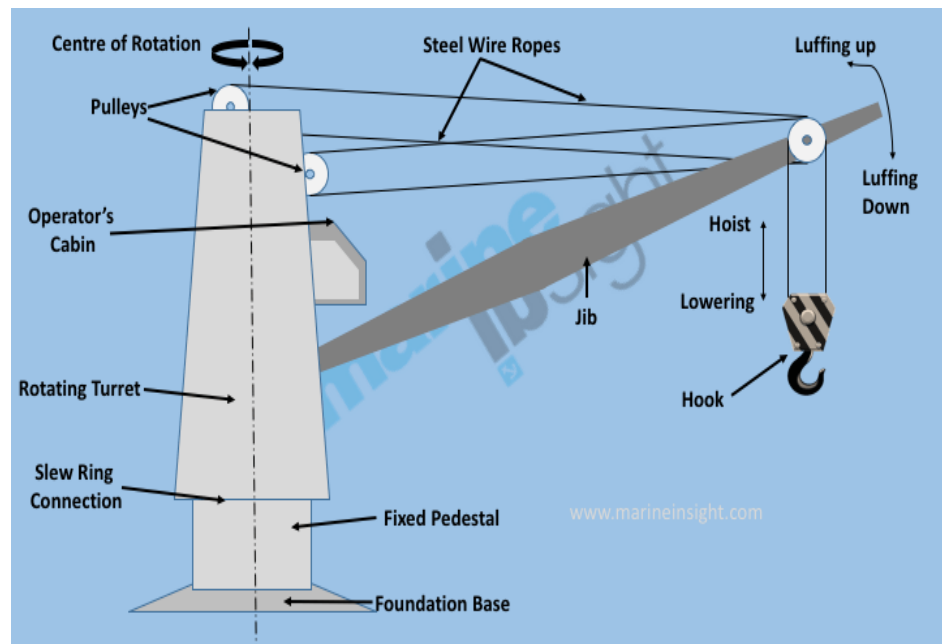
Pompa menghisap minyak *hydraulic* yang tersimpan di dalam *oil tank* dan mendorongnya menuju *filter* (saringan) melewati *pressure control valve* yang memiliki fungsi untuk membatasi tekanan maksimum sehingga mesin tidak mengalami malfungsi, setelah disaring di *filter* minyak *hydraulic* akan menuju ke *directional control valve* yang berfungsi untuk mengubah arah aliran minyak *hydraulic* yang menuju *actuator* sehingga *actuator* dapat bergerak bolak-balik, setelah dari *actuator* oli akan dibuang ke *oil tank* kembali melewati *cooler* atau melewati proses pendinginan.

2.3 *Crane hydraulic*

1. Definisi *Crane*

Crane kapal adalah alat bongkar muat yang dirancang khusus diatas kapal yang digunakan sebagai alat pengangkat. *Crane* bekerja dengan mengangkat material yang akan dipindahkan, memindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material ditempat yang diinginkan. Alat ini memiliki bentuk dan kemampuan angkat yang besar dan jangkauan hingga puluhan meter.

Crane adalah salah satu dari jenis pesawat angkat yang banyak dipakai sebagai alat pengangkat dan pengangkut pada daerah-daerah industri, pelabuhan, pabrik maupun dikapal. *Crane* digunakan dalam proses pengangkatan muatan dengan berat ringan hingga muatan dengan berat *medium*. *Crane* biasa digunakan untuk pengangkatan dan pengangkutan didalam maupun diluar ruangan. Berbagai-macam type dari *crane* dan struktur yang berbeda-beda. Jenis *crane* yang berada didalam ruangan memiliki struktur yang biasanya berada diatas dekat dengan atap ruangan. Berbeda dengan pesawat angkat yang digunakan didaerah terbuka yang struktur rangka memiliki penompang yang berdiri tegak ditanah . (**United Ropeworks**).



Sumber : marine insight

Gambar 3 Komponen *Crane*

2. Jenis *Crane*

a. *Crane crawler*

Crawler crane merupakan pesawat pengangkat material yang biasa digunakan pada lokasi proyek pembangunan dengan jangkauan yang tidak terlalu panjang. Tipe ini mempunyai bagian atas yang dapat bergerak 360 Derajat. Dengan roda *crawler* maka *crane* tipe ini dapat bergerak didalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Pada saat *crane* akan digunakan diproyek lain maka *crane* diangkut dengan menggunakan *lowbed trailer*. Pengangkutan ini dilakukan dengan membongkar *boom* menjadi beberapa bagian untuk mempermudah pelaksanaan pengangkutan.

b. *Mobile Crane (Truck Crane)*

Mobile Crane (Truck Crane) adalah *crane* yang terdapat langsung pada *mobile (Truck)* sehingga dapat dengan mudah dibawa langsung pada lokasi kerja tanpa harus menggunakan kendaraan (*trailer*). *Crane* ini memiliki kaki (pondasi/tiang) yang dapat

dipasangkan ketika beroperasi untuk menjaga *crane* tetap seimbang. *Truck crane* ini dapat berputar 360 derajat.

c. *Tower Crane*

Tower crane merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertical dan horizontal kesuatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Tipe *crane* ini dibagi berdasarkan cara *crane* tersebut berdiri yaitu *crane* yang dapat berdiri bebas (*free standing crane*), *crane* diatas rel (*rail mounted crane*), *crane* yang ditambatkan pada bangunan (*tied-in tower crane*) dan *crane* panjang (*climbing crane*).

d. *Ship gear crane*

Crane yang terdapat pada kapal guna kegiatan bongkar muat ataupun penunjang kegiatan lainnya, *crane* ini diantaranya: *provision crane*, *engine room crane* dan *cargo crane*.

3. Bagian – bagian *Crane*

a. Tiang *crane*

Dilengkapi dengan rel *crane* agar bisa bergerak kekanan dan kekiri, juga lampu peringatan pada setiap orang yang berada dibawah *crane* agar bisa bergerak maka lampu akan menyala.

b. *Boom* atau batang pemuat

Terdiri dari tabung yang mampu mengangkat sesuai yang tertera pada bagian *boom* sebelah bawah. Dilengkapi dengan *hydraulic* untuk mengangkat batang pemuat diatas.

c. *Block* pemuat

Terdiri dari *blok* berkeping satu dengan mata yang didesain harus dapat menahan secara bebas mengikuti gerakan kawat atau rip muat, pada pipi dicantumkan pembebanan yang aman.

d. *Block* pengayut

Kawat baja berat yang satu ujungnya dikunci pada ujung batang pemuat.

e. Kawat pemuat

Kawat yang ditempatkan pada *blok* pemuat yang berguna sebagai media pengangkat atau penghibob barang / muatan.

f. Motor

Motor berfungsi sebagai pengubah dari tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Dalam sistem *hydraulic* motor berfungsi sebagai penggerak utama dari semua komponen *hydraulic* dalam rangkaian ini. Kerja dari motor itu dengan cara memutar poros pompa yang dihubungkan dengan poros input motor. Motor yang digunakan adalah motor AC satu *phasa* $\frac{1}{4}$.

g. Kopling (*Coupling*)

Fungsi utama dari kopling adalah penghubung putaran yang dihasilkan motor penggerak untuk diteruskan ke pompa. Akibat dari putaran ini menjadikan pompa bekerja (berputar).

h. Pompa roda gigi

Pompa ini terdiri dari dua buah roda gigi yang dipasang saling rapat. Perputaran roda gigi yang saling berlawanan arah akan mengakibatkan kevakuman pada sisi hisap, akibatnya oli akan terhisap masuk ke dalam ruang pompa, selanjutnya dikompresikan ke luar pompa hingga tekanan tertentu. Tekanan pompa *hydraulic* dapat mencapai *100 bar*. Disebut sebagai pompa karena minyak *hydraulic* yang dialirkan pada umumnya berupa cairan atau bubuk (*slurry*). sedangkan pompa *positive displacement* berarti pompa tersebut menghisap sejumlah minyak *hydraulic* yang terjebak yang kemudian ditekan dan dipindahkan ke arah keluaran (*outlet*). Namun, tidak jarang juga digunakan pada bidang kimia untuk mengalirkan minyak *hydraulic* pada viskositas tertentu. Pompa ini digolongkan sebagai *fixed displacement*.

i. Cooler

Cooler adalah alat untuk mendinginkan atau menstabilkan minyak *hydraulic* agar tidak terlalu panas sebelum masuk kedalam

sistem *hydraulic*, dengan menggunakan pipa – pipa air dan selanjutnya akan diinginkan dengan oleh air laut.

j. *Hook crane*

Kait adalah perlengkapan yang digunakan untuk menggantung beban yang diangkat *crane*. Pada ujung tangkainya terdapat ulir yang digunakan untuk mengikat bantalan aksial agar kait tersebut dapat berputar dengan leluasa. Kait dapat mengangkat mulai 25-100 ton. Kait terdiri atas beberapa jenis, yaitu :

1) Kait Tunggal (*single hook*)

kait standar Kait ini dibuat dengan cara ditempa pada cetakan rata atau tertutup. Kait standar dapat mengangkat beban sampai 50 ton

2) Kait Ganda (*Double Hook*)

Kait ini dibuat dengan cara ditempa dengan cetakan rata dan tertutup. Kait ganda dapat mengangkat beban mulai dari 25 - 100 ton. Kait ganda didesain dengan dudukan yang lebih kecil dari kait tunggal dengan kapasitas angkat sama.

3) Kait Mata Segitiga (*Triangular hook*)

Kait mata segitiga digunakan untuk mengangkat muatan diatas 100 ton.

4. Mekanisme *Crane*

a. Mekanisme Pengangkat (*Hoisting Mechanism*)

Mekanisme ini digunakan saat mengangkat dan menurunkan beban muatan material. Prosesnya adalah motor penggerak menggerakkan atau memutar drum penggulung baja dengan cara menarik serta mengulur kabel baja. Drum penggulung tersebut di lanjutkan ke sistem puli. Di bagian ujung baja terpasang kait, yang berfungsi untuk membawa muatan. Jika ingin melakukan pengangkatan atau penurunan muatan maka motor penggerak di hidupkan agar dapat menggulung kabel baja tersebut.

b. Mekanisme Penjalanan (*Traveling Mechanism*)

Mekanisme ini digunakan saat menggerakkan muatan/beban sepanjang lengan *crane* secara *horizontal*. Cara kerja mekanisme ini adalah motor penggerak di hubungkan dengan drum penggulung kabel baja yang menarik dan mengulur kabel baja yang di hubungkan oleh sistem puli. Pada ujung kabel baja tersambung dengan *trolley* yang dapat bergerak sepanjang lengan pengangkat tersebut.

c. Mekanisme Pemutar (*Slewing Mechanism*)

Digunakan untuk memindahkan muatan sejauh radius lengan *crane*. Cara kerjanya motor penggerak pada mekanisme ini terhubung dengan sistem roda gigi yang tujuannya untuk menurunkan putaran yang dihasilkan dari motor penggerak. Putaran *crane* dapat di atur menggunakan motor penggerak tersebut. Roda gigi tersebut di hubungkan dengan meja putar yang terdapat pada bagian sambungan antara menara atau tiang utama dengan lengan

2.4 *Safe Working Load (SWL)*

1. *Definisi Safe Working Load (SWL)*

Menurut Agus (2011:6) *Safe working load* (Beban Kerja Aman) adalah beban maksimum yang ditanggung oleh *sling* pada saat benda diangkat secara tidak langsung karena adanya pengikatan *sling* pada benda. *Sling* tidak digunakan untuk mengangkat beban yang melebihi SWL yang tertera pada label sebuah *sling*. SWL sebuah *sling* harus disesuaikan dengan metode pengangkatan dan pengikatan serta ditinjau dari bentuk beban, sudut pengangkatan, gerak dinamis beban yang berlebihan dan kondisi kerja yang tidak umum.

Bila kita ingin mengetahui SWL (*Safe Working Load*) atau dalam bahasa Indonesia disebut BKA (Beban Kerja Aman) sebuah tali kawat baja kita harus mengingat faktor keamanan yang sesuai penggunaannya.

Working Load Limit (WLL) adalah beban kerja maksimum yang dirancang oleh pabrik. Beban ini merepresentasikan massa atau gaya yang jauh lebih kecil dari yang dibutuhkan untuk membuat alat angkat

gagal atau menghasilkan, disebut juga *Minimum Breaking Load* (MBL). SWL atau WLL dihitung dengan membagi MBL dengan faktor keamanan (SF).

$$\text{SWL} = \frac{\text{Kekuatan Putus Tali (*Breaking Strength*)}}{\text{Faktor keamanan (*Safety Factor*)}}$$

Faktor keamanan menurut standar API adalah

- Tali diam = 3 (tali *pendant*)
- Tali berjalan = 3,5 (tali *hoist*)
- Tali sling = 5 (tali angkat beban)
- Tali personel = 10 (man cage/ man basket)

2. Fungsi *Safe Working Load* (SWL)

- a. Untuk mengakomodasikan kekuatan putus tali (*breaking strength*)
- b. Karena penggunaan yang kurang tepat
- c. Karena perkiraan berat barang yang tidak tepat
- d. Untuk menjaminkannya keselamatan kerja
- e. Banyak lagi faktor lain

3. Daftar Kekuatan Putus Tali

Tabel 1 Daftar kekuatan Putus tali

Rope Diameter (mm)	Rope Diameter (inch)	Approx Weight Kg/100 m		Nominal Breaking Strength 180 kgf/m	
		FC	IWRC	FC	IWRC
8	5/16	21.5	24.3	3540	3813
9	3/8	27.2	30.7	4480	4825
10	-	33.6	38.0	5530	5958
11	7/16	40.0	45.9	6690	7209
12	-	48.4	54.7	7970	8579
13	½	56.8	64.2	9350	10069
14	9/16	65.8	74.4	10800	11677
16	5/8	86.0	97.2	14200	15252
18	11/16	112.0	123.0	17904	19303
19	¾	124.0	137.0	19948	21508
22	7/8	167.0	183.0	26745	28837
24	15/16	199.0	218.0	31829	34318
25	1	216.0	237.0	34537	37227
28	1-1/3	271.0	297.0	43323	46710
32	1-1/4	354.0	389.0	56586	61009
36	1-3/8	448.0	493.0	71600	77418
38	1-1/2	500.0	550.0	79900	86290
40	-	554.0	609.0	88500	95580
44	1-3/4	670.0	737.0	107000	115580

sumber : SWL alat berat

FC = *Fiber Core*

IWRC = *Independent Wire rope Core*

Safe Working Load

Umumnya seorang operator *crane* jarang atau hampir tidak pernah membawa table / daftar kekuatan tali baja. Tapi demi kemudahan pekerjaan dilapangan, perhitungan *Safe Working Load* / Beban Kerja Aman bisa diperoleh dengan cara menghitungnya dengan rumus $SWL(\text{Ton}) = \text{Diameter}(\text{Inch}) \times \text{Diameter}(\text{Inch}) \times 8$.

2.5 Pengertian *buoy*

Pelampung suar atau *buoy* yang merupakan sarana bantu navigasi pelayaran sebagai rambu suar yang sangat dibutuhkan bagi alur alur laut dapat dilihat dengan mudah melalui warna pada siang hari dan melalui lampu suar di malam hari. Macam macam *buoy* dapat anda lihat sekilas pada diagram yang menunjukkan letak dan fungsi melalui tanda dan warna di siang hari. *buoy* adalah penanda yang diletakkan di laut agar kapal tidak merapat dikarenakan kedalaman laut yang terlalu dangkal. *buoy* pada umumnya berwarna terang agar mudah dikenali dari jarak jauh.

Mooring buoy dilengkapi dengan beban yang lebih berat untuk diletakkan di dasar laut yang dinamakan *sinker*. *Sinker* dihubungkan dengan *buoy* menggunakan rantai dan *shackle*. Panjang rantai yang terpasang adalah dua kali kedalaman laut di daerah *mooring buoy* dipasang. Hal ini bertujuan agar *buoy* tetap berada di radius yang ditentukan dan apabila pasang surut air laut terjadi, *mooring buoy* tetap berada di permukaan air. Pada bagian atas *buoy* terdapat bagian yang menjorok ke atas yang ditujukan sebagai tempat kapal menambatkan tali. Dengan demikian, ada dua kelebihan menggunakan *mooring buoy*. Pertama, kapal tidak perlu melepaskan jangkar ke dasar laut sehingga ekosistem laut tetap terjaga. Kedua, kapal dapat merapat dengan jarak yang aman sehingga kemungkinan kapal besar untuk membentur dasar laut mengecil.

Kunci sukses dari sebuah sistem *mooring buoy* adalah perawatan secara berkala. Setiap area membutuhkan perhatian yang berbeda tergantung dari kondisi alamnya. Saat keadaan laut tidak menentu yang disebabkan oleh ombak dan angin besar, bukan tidak mungkin *mooring buoy* akan terlempar jauh, bahkan terkadang rantai yang mengikat *buoy* pun tidak sanggup untuk menahan *buoy* yang menyebabkan *buoy* mengapung menjauhi lokasi yang sudah ditetapkan. Oleh sebab itu, setiap *buoy* dilengkapi dengan satu buah GPS untuk mengetahui dan melacak lokasi *buoy*.

Berdasarkan hasil pengamatan, sebagian besar kerusakan mooring *buoy* disebabkan oleh benturan kapal yang merapat. Oleh karena itu, *buoy* biasanya dilengkapi dengan *rubber fender* yang dipasang di sekeliling *buoy* untuk melindungi badan *buoy*. Semua jenis *buoy* pada umumnya dicat dengan warna yang terang supaya mudah ditemukan. Pada malam hari, walaupun badan *buoy* ini berwarna terang, tetap ada kemungkinan *buoy* tidak terlihat. Karenanya, *mooring buoy* juga dilengkapi dengan lampu yang memiliki sel surya sebagai sumber energi cadangan sehingga bisa tetap menyala pada waktu malam.



Sumber : Documen Pribadi

Gambar 4 *Bouy*

2.6 Pengertian Kapal Navigasi

Dalam Undang – Undang Nomor 17 Tahun 2008 mengenai pelayaran yang menyebutkan kapal adalah “kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung

dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan apung yang tidak berpindah – pindah.”.

Kapal navigasi merupakan kapal yang digunakan untuk melakukan patroli diwilayah distrik navigasi tertentu, melaksanakan perawatan dan perbaikan sarana navigasi, melaksanakan pemasangan dan penempatan pelampung suar, dan sebagai sarana bantu navigasi lainnya pada alur perlintasan dan alur masuk pelabuhan.

2.7 Pengertian Distrik Navigasi

Distrik Navigasi adalah unit pelaksana teknis dibidang kenavigasian dilingkungan direktorat jenderal perhubungan laut kementerian perhubungan yang berada dibawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Perhubungan Laut. Secara administratif dibina oleh Sekretaris Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, dan secara teknis operasional dibina oleh Direktur Kenavigasian. <http://dephub.go.id/>