

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Dalam bab ini berisi tentang pengertian sistem kontrol *steering gear*, di karenakan akan pentingnya sistem control tersebut sehingga harus dilakukan secara kerja *steering gear*, serta komponen yang berhubungan dengan *steering gear* adalah sebagai berikut :

Menurut *Nicholas Weinsten* (2007 : 353) pada buku *marine auxiliary machinery and systems*, *hydrolic steering gear* dibedakan pada setiap rincian, operasi yang tidak berisik, ukuran yang kecil yang berhubungan dengan tekanan yang tinggi, pergerakan yang halus, ketergantungan dan kemampuan untuk mengoperasikan di dalam berbagai cuaca (iklim).

1. Pengertian dari *steering gear*

Steering gear adalah suatu mesin/pesawat yang menggunakan sistem hidrolik untuk menggerakkan daun kemudi kapal. Sifat dari sistem hidrolik yang tidak berisik (*silent operation*), gerakan mulus, mampu berkerja pada berbagai cuaca Sangat cocok untuk di gerakkan pada *steering gear* kapal. Mesin hidrolik tangan (manual), digunakan pada *non propeller barges* (tongkang tidak bermesin), dan juga dipakai pada kapal-kapal bertonase rendah serta di pakai untuk stand-by bagi mesin hidrolik yang bertenaga mesin. Sistem hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip jika zat cair di

kenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya Hukum Achimides.

2. Fungsi dari *steering gear*

Fungsi dari *sterring gear* adalah untuk mengubah arah penggerak suatu kapal. Sistem kemudi kapal berupa daun atau plat yang terletak di belakang kapal dan menggunakan sistem hidrolik untuk menggerakkan daun kemudi ke kanan dan ke kiri, penelitian ini menjelaskan tentang kerja sistem hidrolik *steering gear* pada kemudi kapal. Dan adapun pentingnya dari sistem ini adalah untuk menjaga pengoperasian kapal tetap berjalan lancar ketika kapal melakukan pergerakan dari titik awal menuju ketitik akhir dari sebuah pelabuhan. Sistem hidrolik ini mempunyai banyak keunggulan dibandingkan jika menggunakan sistem mekanikal. Adapun keuntungannya adalah dapat menyalurkan torsi dan gaya yang besar, pencegahan *over load* tidak sulit, kontrol gaya pengoperasian mudah dan cepat, pergantian kecepatan lebih mudah dan cepat, getaran yang di timbulkan *relative* lebih kecil dan daya tahan lebih lama.

Namun sitem hidrolik ini juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu peka terhadap kebocoran, peka terhadap perubahan suhu, kadang kecepatan kerja berubah dan kerja sistem saluran tidak sederhana.

Adapun kontruksi dari *steering gear* hidrolik adalah :

- a. *Wheel pump*
- b. *Shut of valve*
- c. *Non return valve*

- d. *Solenoid valve*
- e. *Pompa hidrolik*
- f. *Silinder*
- g. *Tiller*
- h. *Base plate*
- i. *By pass valve*
- j. *Fleksibel plate*
- k. *Sistem hidrolik*

Sedangkan pada sistem hidrolik sendiri adalah :

- a. *Oil reservoir*
- b. *Return filter*
- c. *Solenoid valve*
- d. *Oil lock*
- e. *Relief valve*
- f. *Shut of valve*
- g. *Distributor*
- h. *Throttle valve*
- i. *Shock valve*

Sistem hidrolik memiliki banyak kelebihan sebagai sumber kekuatan untuk melakukan berbagai variasi pengoperasian, kelebihan sistem hidrolik antara lain :

- a. Bila dibandingkan dengan metode tenaga mekanik yang mempunyai kelemahan pada penempatan posisi tenaga transmisinya. Lain halnya

dengan tenaga hidrolik saluran-saluran tenaga hidrolik dapat di tempatkan pada setiap tempat. Tanpa menghiraukan posisi poros terhadap transmisi tenaganya seperti pada sistem tenaga mekanik. Tenaga hidrolik lebih fleksibel dalam segi penempatan tranmisi tenaganya.

- b. Dalam sistem hidrolik, gaya yang sangat kecil dapat digunakan untuk menggerakkan atau mengangkat beban yang sangat berat dengan cara mengubah sistem perbandingan luas penampang silinder. Hal ini tidak lain adalah karena kemampuan komponen-komponen hidrolik pada kecepatan dan tekanan yang sangat tinggi.
- c. Beban dengan mudah di kontrol memakai katup pengatur tekanan (*relief valve*). Karena apabila beban lebih, tidak segera di atasi akan merusak komponen-komponen itu sendiri. Ketika beban melebihi dari kemampuan penyetelan katupnya, pemompaan langsung dihantarkan ke tangki dengan batas-batas tertentu terhadap gayanya.
- d. Dengan sistem hidrolik, begitu pompa tidak mampu mengangkat, maka beban berhenti dan dapat dikunci pada posisi mana saja. Hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan gerakan segaris atau putaran Lain halnya dengan motor listrik dalam keadaan jalan tiba-tiba di paksa untuk berhenti.
- e. Dengan sistem hidrolik menggunakan minyak mineral sebagai media pemindah gayanya. Pada sistem ini bagian-bagian yang bergesekan terselimuti oleh lapisan minyak (oli). Sehingga pada bagian-bagian

tersebut dengan sendirinya akan terlumasi, sistem inilah yang akan mengurangi angka gesekan.

- f. Sedikit perawatan
- g. Mudah dalam pemasangan
- h. Ringan
- i. Tidak berisik

Sedangkan dari sistem hidrolik juga mempunyai kekurangan tersendiri yang berupa :

- a. Apabila terjadi kebocoran, akan mengotori sistem, sehingga sistem hidrolik jarang digunakan pada industry makanan maupun obat-obatan.
 - b. Harganya mahal karena menggunakan fluida cairan yang berupa oli.
3. Perawatan dan test terhadap *steering gear*

Menurut *Anthony F. Molland* (2007 : 461) dalam buku *the maritime engineering reference book a guile to ship design, construction and operation*. *Steering gear* testing dilakukan sebelum keberangkatan kapal dari pelabuhan setiap perangkat kemudi harus diuji untuk memastikan operasi sangat memuaskan. Tes ini harus mencakup :

- a. Operasi dari perangkat kemudi pertama
- b. Operasi dari *steering gear* tambahan atau penggunaan pompa kedua yang bertindak sebagai pembantu.
- c. Pengoperasian *remote control (telemotor)* sistem atau sistem dari posisi jembatan kemudi utama.

- d. Pengoperasian perangkat kemudi menggunakan *power supply* darurat untuk memastikan kesiapan fungsi kemudi dalam keadaan *emergency*.
- e. Indicator sudut kemudi membaca sehubungan dengan sudut kemudi yang sebenarnya harus di periksa.
- f. Alarm di pasang ke sistem remot kontrol dan unit tenaga perangkat kemudi harus diperiksa untuk operasi yang benar.

Selama test ini, kemudi harus dipindahkan melalui perjalanan penuh di kedua arah dan berbagai item peralatan, keterkaitan, dll. Secara langsung diperiksa untuk kerusakan atau keausannya.

4. Komponen sistem hidrolik *steering gear*

Menurut D. A. Taylor, MSc, BSc, CENG, FIMarE, FRINA (2007 : 210-223) dalam buku *introduction di marine engineering steering* menyediakan pergerakan dari daun kemudi (*rudder*) yang dikirim melalui signal dari anjungan (*bridge*). Dalam hal ini akan di jelaskan mengenai komponen yang berkaitan dengan sistem hidrolik yaitu :

a. Pompa

Pompa hidrolik berfungsi seperti jantung dalam tubuh manusia sebagai pompa darah. Pompa hidrolik merupakan komponen dari sistem hidrolik yang membuat oli mengalir atau pompa hidrolik sebagai sumber tenaga yang mengubah tenaga mekanis menjadi hidrolik.

Dalam pompa terdapat dua klasifikasi sebagai berikut :

- 1) *Positive displacement pump* yaitu memiliki lubang masuk dan keluar yang disekat di dalam pompa. Sehingga pompa jenis ini dapat bekerja dengan tekanan yang sangat tinggi dan harus diproteksi terhadap tekanan yang berlebihan dengan menggunakan *pressure relief valve*. Jika tekanan yang diberikan terhadap *positive displacement pump* itu rendah maka akan sulit untuk bekerja dengan maksimal.
- 2) *Non positive relief pump* yaitu mempunyai penyekat antara lubang masuk dan lubang keluar, sehingga cairan dapat mengalir di dalam pompa apabila ada tekanan.
- 3) *Variable displacement pump* yaitu mempunyai ruang pompa dengan volume bervariasi, *out put*-nya dapat diubah dengan cara merubah *displacement*.
- 4) *Fixed displacement pump* yaitu mempunyai sebuah ruang pompa dengan volume tetap *out put*-nya hanya bisa di ubah dengan cara mengubah kecepatan kerja.

b. Tangki hidrolik

Tangki hidrolik sebagai tempat oli untuk digunakan pada sistem hidrolik. Oli panas yang di kembalikan dari sistem didinginkan dengan cara menyebarkan panasnya. Dan menggunakan oil cooler sebagai pendingin oli, kemudian kembali ke dalam tangki. Gelembung udara dari oli mengisi ruangan di atas permukaan oli. Untuk mempertahankan kondisi oli selama mesin operasi, dilengkapi dengan

saringan yang bertujuan agar kotoran tidak kembali ke tangki. Tangki hidrolik di klasifikasikan sebagai *vented type reservoir* atau *pressure reservoir*, dengan adanya tekanan di dalam tangki, masuknya debu dari udara akan berkurang dan oli akan didesak masuk kedalam pompa.

c. *Pressure control valve*

Tekanan hidrolik dikontrol melalui penggunaan *valve* yang membuka dan menutup pada waktu yang berbeda berdasarkan aliran dari fluida by pass dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah, *Pressure control valve* tipe pilot yaitu bekerja secara otomatis oleh tekanan hidrolik. Pilot oil ditahan oleh *spring* yang biasanya di adjust. Semakin besar tegangan spring, maka semakin besar pula tekanan *fluida* yang dibutuhkan untuk menggerakkan *valve*.

d. *Directional control valve*

Aliran fluida hidrolik dapat di control dengan menggunakan valve yang hanya memberikan satu arah aliran. Valve ini sering dinamakan dengan check valve. Valve ini terdiri dari bagian yang menjadi satu block atau terpisah. Saluran pilot pressure ini akan menyambung atau memutuskan valve, tergantung dari jenis valve ini termasuk *normally close* atau *normally open*.

Spring berfungsi untuk mengkordinasikan valve dalam posisi normal. Jika tekanan sudah pada di isi *flow slide valve*, saluran pilot akan menekan dan valve akan terbuka. Ketika pressure sudah turun kembali

maka spring akan mengembalikan ke posisi semula dibantu pilot line pada sisi satunya sehingga aliran akan terputus.

f. Simbol pengkoordinasi zat cair

Pengkoordinasian oli bisa dilakukan dengan berbagai cara, biasanya berupa filter, pemanas dan pendingin.

Ada 2 jenis saringan yang di pakai yaitu :

1) *Strainer*

Terbuat dari saringan kawat yang berukuran halus. Saringan ini hanya memisahkan partikel-partikel kasar yang ada di dalam oli.

Saringan ini biasanya di pasang didalam *reservoir* tank pada saluran masuk ke pompa.

2) *Filter*

Terbuat dari saringan kawat khusus. Saringan ini memisahkan partikel-partikel halus yang ada pada oli. Saringan ini biasanya terdapat pada saluran balik ke *reservoir tank*.

Tugas hidrolis oil filter adalah menepis kotoran, partikel logam dan sebgainya.

Kotoran dapat menyebabkan cepat terjadinya kehausan oil pump hidrolis cylinder dan valve.

Saringan filter yang halus akan menjadi buntu secara berangsur-angsur sejalan dengan jam operasi mesin, maka elemennya perlu diganti secara berkala. Dilengkapi dengan *by pas valve* sehingga

bilisa filter buntu, oli dapat mencegah terjadinya tekanan yang berlebihan dan kerusakan pada sistem tersebut. Sehingga kerja dari filter tersebut tidak perlu di bebani.

g. Silinder hidrolik

Silinder hidrolik merubah tenaga zat cair menjadi tenaga mekanik. *Fluida* yang tertekan, menekan isi piston silinder untuk menggerakkan beberapa pergerakan mekanis. Single acting adalah silinder yang hanya mempunyai satu *port*, sehingga *fluida* bertekanan hanya masuk melalui satu saluran, dan menekan ke satu arah. Silinder ini untuk gerakan membalik dengan cara membuka valve atau karena gaya gravitasi atau juga kurang spring. *Double acting* silinder mempunyai port pada tiap bagian sehingga *fluida* bertekanan bisa masuk melalui kedua bagian sehingga bisa melakukan dua gerakan piston. Kecepatan gerakan silinder tergantung pada *fluid flow rate* dan juga *volume piston*. *Cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh silinder hidrolik untuk melakukan gerakan memanjang penuh, dan *cycle time* juga adalah hal yang sama sangat penting dalam mendiagnosa problem hidrolik.

h. Akumulator

Akumulator berfungsi sebagai peredam kejut dalam sistem. Biasanya akumulator terpasang terpasang paralel dengan pompa dan komponen lainnya. Akumulator menyediakan sedikit aliran dalam kondisi darurat pada sistem sreering. Menjaga tekanan konstan dengan kata lain sebagai *pressure damper*, umumnya pada sistem hidrolik modern

digunakan akumulator dengan tipe gas. Penjagaan tekanan constant bertujuan untuk mencegah kerusakan pada akumulator dalam sistem peredam kejut serta komponen didalamnya.

i. *Flow control mechanic*

Ada kalanya sistem hidrolik membutuhkan penurunan laju aliran atau menurunkan tekanan oli pada beberapa titik dalam sistem. Hal ini bisa dilakukan dengan memasang restrictor.

j. *Flow control valve*

Fungsi katup pengontrol aliran adalah untuk mengontrol arah dari gerakan silinder hidrolik dengan merubah arah aliran oli atau memutuskan aliran oli. Yang bertujuan untuk mencegah tekanan yang berlebihan terhadap katup pengontrol tersebut. *Flow control valve* dua posisi biasanya digunakan untuk mengatur aliran ke *actuator* akan seimbang (*balance*).

k. *Pressure relief valve*

Pressure relief valve membatasi tekanan maksimum dalam sirkuit hidrolik, dengan membatasi tekanan maksimum dalam sirkuit hidrolik, dengan membatasi tekanan maksimum pada komponen dalam sirkuit dari tekanan maksimum pada komponen dalam sirkuit dari tekanan maksimum pada komponen dalam sirkuit dan luar sirkuit dari tekanan yang berlebihan dan kerusakan komponen.

Saat *pressure relief valve* terbuka, oli bertekanan tinggi di kembalikan ke *reservoir* pada tekanan rendah. *Pressure relief valve* biasanya terletak di dalam *directional control valve*.

5. Prinsip kerja control Hidrolik

Dalam prinsip kerja sistem control hidrolik terdapat cara kerja sistem control hidrolik yaitu sebagai berikut :

- a. Tekanan hidrolik menggunakan pompa di dalam tangki hidrolik yang di gerakkan oleh sebuah motor yang terpasang *vertical* di atas tangki hidrolik
- b. Minyak hidrolik yang berada pada *pressure control valve* dapat diatur secara manual oleh sebuah *hand control valve*, berfungsi mengtur dengan tangan terhadap posisi hidrolik silinder maju dan mundur, apabila sistem otomatis maju mundur tidak bisa bekerja lagi atau rusak.
- c. Minyak hidrolik dapat di sirkulasi secara otomatis dan teratur oleh pompa hidrolik ke dalam tangki hidrolik, didinginkan melalui sebuah oil cooler kemudian disaring oleh filter. Minyak hidrolik harus tetap bersih dan tidak berkurang.
- d. Minyak hidrolik didorong oleh *radial piston pump* melalui sebuah *check valve* yang berfungsi agar minyak hidrolik tidak kembali ke pompa pengisap menuju ke *pressure control valve*.
- e. Tekanan minyak dalam *pressure control valve* di gabung dengan sebuah *solenoid unloading valve* yang di pasang diatas *manifold block*

mendapat perintah dari *relay control* untuk membuka katupnya pada saat beban *screw press* turun, sehingga sumbu silinder dapat maju mundur sesuai dengan beban yang di set pada *relay control* yang dapat mendeteksi *ampere screw press* melalui control yang terpasang di dalam kotak *stater*, sehingga bisa diketahui nilai tekanannya.

- f. Silinder hidrolik mempunyai dua jalur sambungan, satu di depan dan satu di belakang. Tekanan minyak yang masuk ke jalur depan, sumbu hidroliknya maju.
- g. Untuk menstabilkan tekanan kerja agar tetap apabila elektro motor berhenti, harus di pasang akumulator. Tanpa akumulator sistem hidrolik tersebut, tekanan kerja juga stabil dan konstan karena pompa hidrolik tetap kerja.
- h. Untuk menambah atau berkurang tekanan hidrolik dapat di buka dengan cara memutar baut yang terdapat di *pressure control valve* secara perlahan-lahan hingga mencapai 45 bar. Untuk mengetahui besarnya tekanan minyak dapat melihat petunjuknya pada *pressure gauge*. *Pressure control valve* dan solenoid *unloading valve* berfungsi untuk mengatur arus tekanan ke hidrolik silinder, dan *shut off valve* berfungsi untuk mengatur arus tekanan ke hidrolik silinder, dan *shut off valve* yang berfungsi untuk menutup tekanan hidrolik *pressure geuge*.
- i. Pengoperasian sistem control hidrolik diatas, jika menghendaki elektro motor hidrolik dapat berhenti pada tekanan kerja tertentu dan berjalan

kembali apabila tekanan kerja berkurang, maka untuk itu harus di pasang *pressure switch*.

- j. Dengan menggunakan *pressure switch* akumulator dalam sistem *control* hidrolik ini supaya elektrik motor dan pompa hidrolik dapat berhenti sejenak karena sangatlah tidak efisien apabila biaya perawatannya mahal dan tidak memperoleh hasil yang setimpal dengan yang diharapkan.
- k. Ketinggian level dan suhu minyak hidrolik di dalam tangki dapat di lihat pada *fluid level gauge*.

6. Jenis-jenis steering gear di kapal

a. Mesin kemudi kapal uap (*CHAIN and ROD steering gear*)

Pada kapal-kapal kecil kemudi rantai boleh jadi masih digunakan. Mesin kemudi dengan tenaga uap mungkin sudah sangat jarang ditemui. Pengemudian kapal dengan menggunakan mesin kemudi jenis ini mulai ditinggalkan karena proses pengemudian kapalnya sangat lambat. Terutama setelah ada peraturan dari IMO bahwa pengemudian kapal dari cikir kanan ke cikir kiri atau sebaliknya harus dapat dilakukan dalam waktu tidak lebih dari 30 detik pada saat kapal maju dalam kecepatan penuh.

b. Mesin kemudi hidrolik

Kemudi jenis ini menggunakan tenaga hidrolik (oli) yang dapat dipompakan dari anjungan sampai ke kamar mesin kemudi di bawah.

Adanya gerakan dari peralatan transmiter di anjungan (misalnya dengan memutar roda kemudi) maka minyak hidrolik pada pipa penghubung akan ditekan dan diteruskan ke *receiver silinder* di ruang mesin kemudi dan setara dengan itu maka akan menggerakkan daun kemudi kearah sebagaimana yang di perintahkan dari anjungan.

c. Mesin kemudi elektro hidrolik

Pada umumnya sistem ini menggunakan dua motor dengan satu set pompa. Namun tidak jarang kapal dengan menggunakan dua pompa hidrrolik, sehingga kerja dari mesin kemudi menjadi dua kali lebih cepat reaksinya, hal ini digunakan pada saat kapal sedang berolah gerak memasuki pelabuhan, masuk pelayaran sempit atau sungai. Pada mesin kemudi jenis ini bagian-bagian yang utama adalah:

- 1) *Telemotor*
- 2) *Ram Hydraulic Gear Motor*
- 3) *Pompa Hidrolik*
- 4) *Swivel Block*

d. Mesin kemudi elektrik

Mesin kemudi jenis ini terdapat dua rangkaian utama yaitu:

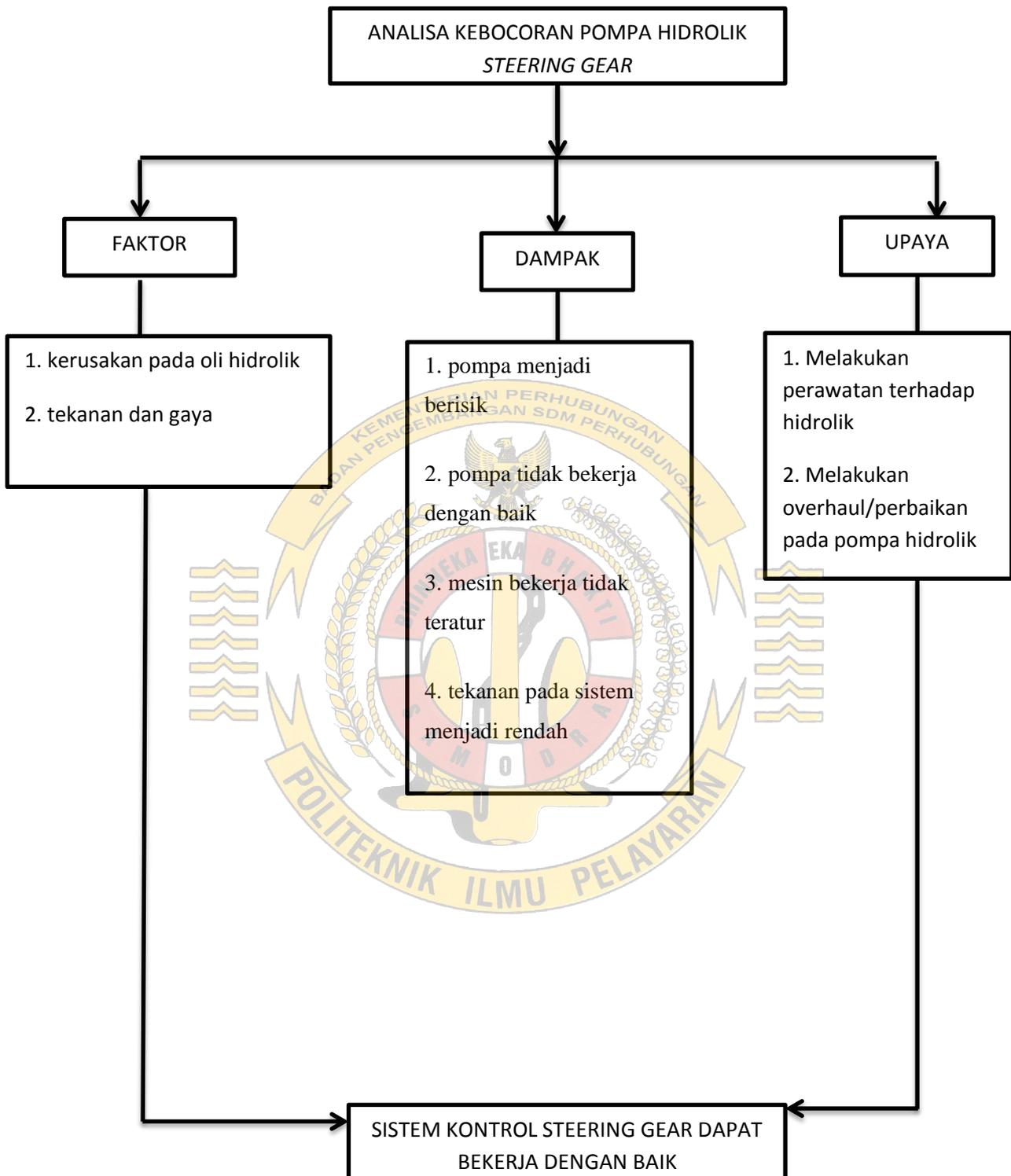
- 1) Rangkaian Pembangkit Tenaga (*Power System*) untuk menggerakkan daun kemudi. Hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan gerakan segaris atau putaran

- 2) Rangkaian Pengendali (*Control System*) yang berfungsi mengendalikan operasi dari rangkaian pembangkit tenaga.

B. Kerangka pemikiran

Meninjau dari teori yang telah diuraikan di atas, dapat di ketahui bahwa peranan penting sistem *control* hidrolik terhadap kinerja *steering gear*. Sistem *control* hidrolik sebagai suatu sistem pemindah tenaga dengan menggunakan zat cair atau fluida sebagai perantara. *Steering gear* berfungsi untuk mengubah arah pergerakan suatu kapal yang di hubungkan dengan sistem kontrol hidrolik sehingga dapat menggerakkan daun kemudi pada kapal.

Pada penelitian ini peneliti akan membahas tentang sistem kontrol *steering gear* hidrolik dengan menggunakan 1 *rudder* di karenakn pentingnya pengontrolan *steering gear* pada kapal. Dan tempat penelitian dimana bagiannya dapat dilihat pada gambar bagan berikut ini :



C. Definisi operasional

Pemakaian istilah-istilah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan berikutnya. Agar tidak terjadi kesalah pahaman dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut. Definisi operasional yang sering dijumpai pada steering gear saat penulisan melakukan penelitian antara lain :

1. *Pressure control valve*

Adalah katup pengendali bertekanan yang bekerja secara otomatis oleh tekanan hidrolik.

2. *Pressure relief valve*

Adalah katup yang memiliki fungsi khusus untuk melepas tekanan berlebih pada sistem perpipaan. *Relief valve* menggunakan pegas baja yang secara otomatis akan terbuka jika tekanan mencapai *level* yang tidak aman. Level tekanan pada valve ini bisa diatur, sehingga bisa ditentukan pada *level* tekanan berapa valve ini akan terbuka. Ketika tekanan kembali normal, *relief valve* secara otomatis akan tertutup kembali.

3. *Flow control valve*

Adalah katup control aliran hidrolik didefinisikan sebagai elemen pengendali akhir, melalui mana cairan itu berlalu, dan menyesuaikan ukuran aliran bagian seperti yang diarahkan oleh sinyal dari pengatur untuk memodifikasi laju aliran fluida. Katup kontrol aliran hidrolik

memastikan bahwa air tidak akan di bawah pengaruh gravitasi ketika sistem hidrolik tidak beroperasi. Katup ini memastikan bahwa air tetap siaga dan mengalir dengan bebas melalui sistem hidrolik oleh konveksi. Katup control aliran hidrolik dapat dianggap sebagai katup “cek” sehingga memungkinkan air mengalir saat pompa dihidupkan dan membatasi alirannya ketika pompa dalam keadaan nonaktif.

4. *Hidrolik reservoir*

Adalah wadah minyak lumas untuk digunakan pada sistem hidrolik

5. *Directional control valve*

Adalah katup hidrolik directional atau katup control arahnya digunakan untuk mengontrol atau mengarahkan aliran air dan mengaturnya dalam arah yang diinginkan. Katup ini juga digunakan untuk menghentikan atau memulai aliran *fluida*. Arah katup hidrolik memiliki dua atau lima jalur dimana mereka mengarahkan aliran air. Katup ini dapat di gerakkan secara *pneumatic*, hidrolik, elektrik, mekanik atau manual.

6. *Spring*

Adalah pegas, semakin besar tegangannya, maka semakin besar pula tekanan *fluida* yang dibutuhkan untuk menggerakkan katup. Mesin hidrolik tangan (manual), digunakan pada *non propeller barges* (tongkang tidak bermesin), dan juga dipakai pada kapal-kapal bertonase rendah serta di pakai untuk stand-by bagi mesin hidrolik yang bertenaga mesin.