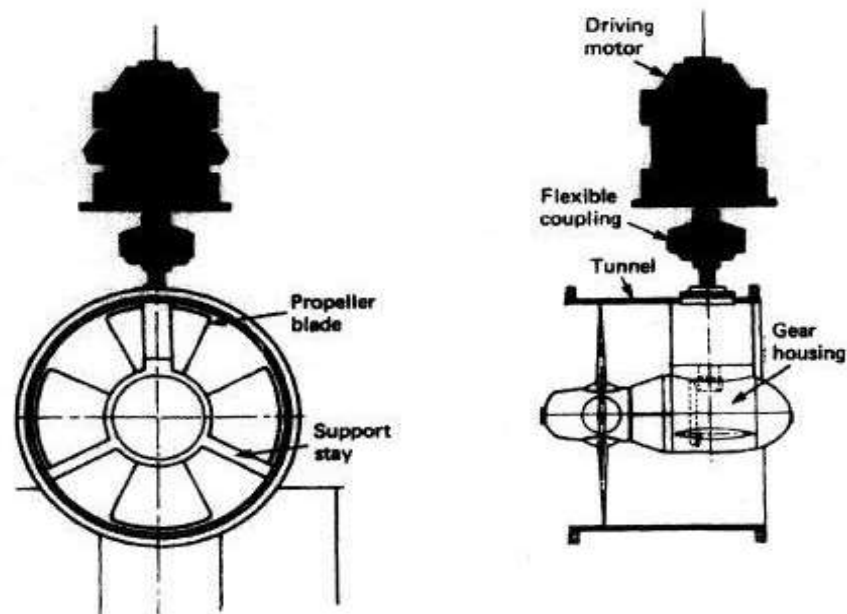


BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Penggunaan Thruster

Thruster adalah suatu alat pendorong yang dipasang pada kapal-kapal tertentu untuk membantu *maneuver* kapal. Pada saat *maneuver* dilakukan, posisi kapal amatlah sulit untuk melakukan arah gerak yang diameternya efisien. Sehingga dibutuhkan alat pendorong ini agar diameter *maneuver* kapal dapat diperkecil yang menghasilkan efisiensi putaran *maneuver* yang besar. Untuk meningkatkan kemampuan *maneuver* kapal peralatan khusus telah didesain untuk memberikan side thrust 360 derajat. Kemampuan ini memungkinkan kapal untuk lebih independent dari Tug Boat saat memasuki pelabuhan. Ada tiga jenis umum dari peralatan ini. Tipe paling umum adalah *tunnel thruster* yang terdiri dari sebuah propeller yang dipasang pada posisi melintang kapal. Pada sebuah *tunnel*. Unit pendorong tersebut terdiri dari suatu propeller atau baling baling yang berada dalam satu terowongan (*tunnel*) pada bagian melintang kapal dan dilengkapi dengan suatu alat bantu seperti motor hidrolik atau elektrik. Selama beroperasi, air dipaksa masuk melalui terowongan tersebut untuk mendorong kapal sehingga bergerak menyamping sesuai keperluan kapal. *Thruster* tersebut diperlukan suatu unit *Controlable Pitch Propeller (CPP)* yang dibutuhkan untuk reverse rotating (putaran balik) pada baling-baling tersebut.

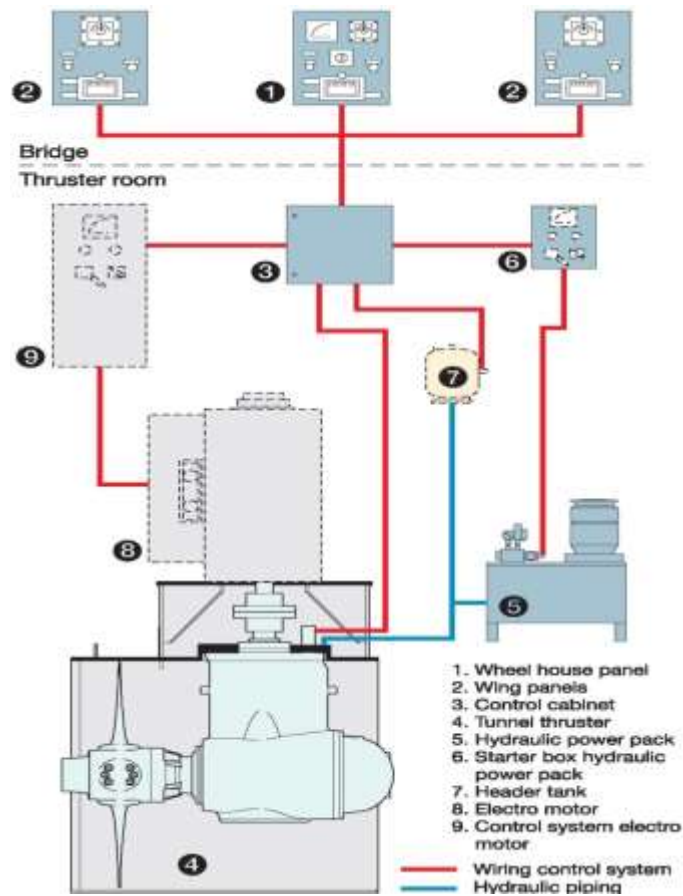
Stern thruster adalah perangkat propulsi dipasang ke beberapa jenis kapal untuk meningkatkan kemampuan *maneuver*. Unit dorong ini terdiri dari baling-baling dipasang di sebuah terowongan pada posisi melintang kapal dan tersedia dengan beberapa tambahan penggerak seperti motor listrik atau hidrolik. Selama operasi air dipaksa melalui terowongan untuk mendorong kapal ke samping baik ke pelabuhan atau bagian kanan seperti yang diperlukan. *Stern Thruster* adalah unit *thruster* yang berada di bagian buritan kapal, tujuannya untuk menggerakkan buritan pada saat *maneuver*, tetapi apabila baling-baling utama kapal menggunakan *Azimuth thruster*, *Stern thruster* tidak diperlukan karena *Azimuth thruster* bisa menggantikan peran dari *Stern Thruster* tersebut.



Gambar 2.1. Thruster

(Sumber : www.brighthubengineering.com)

Selain itu suatu servo-motor dan roda gigi juga dibutuhkan dan ditempatkan dalam pelindung *Stern Thruster*, sehingga memungkinkan untuk merubah sudut daun propeller yang berjenis CPP tersebut untuk megubah aliran air di dalam terowongan ke arah manapun, karena itu suatu *prime mover* yang *non-reversible dapat* digunakan, begitu juga seperti dengan *single-speed electric motor*. *Prime mover* tersebut tidak perlu dihentikan selama ber-manouver karena sudut propeller dapat diposisikan pada *zero pitch*. *Prime mover* dihubungkan dengan suatu *flexile drive shaft*, kopling dan bevel gear (roda gigi kerucut). Pada system tersebut, seal (penyekat) khusus dipasang pada unit *thruster* untuk mencegah kebocoran air laut. Unit lengkap (*Stern Thruster*) beserta peralatannya termasuk terowongan melintang kapal dapat mengakibatkan daya dorong sesuai dengan arah aliran air. Penggunaan *Stern Thruster* tersebut dapat dikontrol melalui suatu terminal dan panel yang terdapat di ruang navigasi. Terminal tersebut akan langsung terhubung ke suatu *microcontroller* untuk pengaturan otomatisasi dan juga penggunaan secara manual. Penggunaan secara manual sudah terhubung langsung dengan *joystick* untuk mengubah arah *pitch* dari daun baling-baling



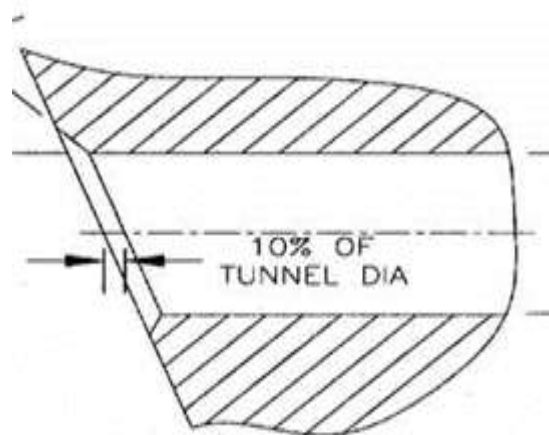
Gambar 2.2. Thruster Control

(Sumber : www.marineinsight.com)

Tunnel Thruster adalah suatu tabung atau terowongan *propulsion* yang menjadi satu sistem bersama *SternThruster* yang dibuat untuk menyalurkan aliran air laut agar kapal dapat mudah dalam melakukan olah gerak. Oleh karena itu, *Tunnel Stern Thruster* sangat diperlukan untuk menyalurkan air laut agar kapal mendapat dorongan dari air laut tersebut.

Bentuk terowongan pendorong untuk mengatur masuknya aliran air laut dapat dipasang di tiga tempat; haluan tengah, dan buritan kapal. Hal ini meningkatkan pemutaran efektif kapal di pusat rotasinya. Umumnya baling-baling ditempatkan dekat *center line* dari kapal sehingga menghasilkan gaya ke kanan dan kiri. Untuk menghasilkan gaya tolak maksimum, fairing dimasukkan ke dalam terowongan dengan lapisan jaring seperti cangkang. *Fairing* terowongan dengan berlapis cangkang akan meningkatkan *efficiency*. Setelah diteliti dari berbagai percobaan, direkomendasikan sudut *fairing* tersebut terhadap sisi kapal

sebesar 45°.



Gambar 2.3. *Tunnel Diagram*

(Sumber : www.cyberships.wordpress.com)

Selain itu pada bagian *stern thruster* dibuat batang flat atau frame guna mengalirkan arah arus air yang dihasilkan oleh gelombang kapal untuk masuk ke terowongan dibuat sebesar 15 derajat.

Untuk mencegah korosi, pada sisi *stern thruster* dipasang sel anoda. Anoda yang digunakan harus dengan spesifikasi berdasarkan Mil satu atau ISO 18001 untuk anoda seng, spesifikasi ini mengandung Cadmium tambahan (~0.1%), yang menyebabkan terkikisnya anoda dari pada permukaan baja. Pemasangan harus ditempatkan pada terowongan di panampang-lintang (*lengthwise*) dan tidak boleh melebihi 1 sampai 2 inci (25 sampai 50 milimeter).

2.1.1 Dynamic Position (DP)

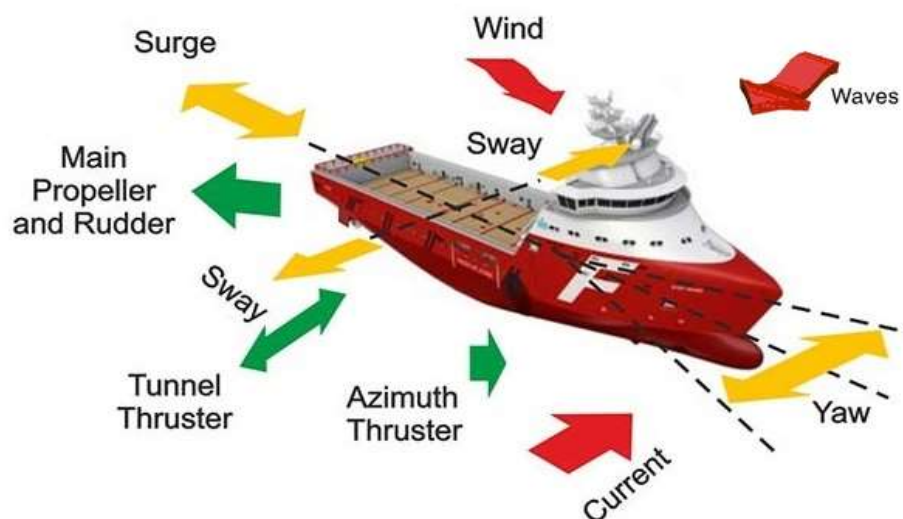
Dynamic positioning (DP) adalah suatu sistem dikendalikan komputer untuk secara otomatis menjaga suatu posisi kapal dan pos dengan menggunakan baling-baling sendiri dan pendorong.

Posisi sensor referensi, dikombinasikan dengan sensor angin, sensor gerak dan kompas giro, memberikan informasi ke komputer yang berkaitan dengan posisi kapal dan besar dan arah kekuatan lingkungan yang mempengaruhi posisinya. Contoh jenis kapal yang mempekerjakan DP termasuk tetapi tidak

terbatas pada kapal dan *semi-submersible Mobile Offshore Drilling Unit* (MODU).

Program komputer berisi model matematika dari kapal yang mencakup informasi yang berkaitan dengan angin dan tarik saat kapal dan lokasi pendorong. Pengetahuan ini, dikombinasikan dengan informasi sensor, memungkinkan komputer untuk menghitung diperlukan sudut kemudi dan *output thruster* pendorong untuk setiap. Hal ini memungkinkan operasi di laut dimana mooring atau penahan yang tidak layak karena air dalam, kerusakan di dasar laut (pipa, template) atau masalah lainnya.

Dynamic positioning mungkin baik absolut dalam posisi terkunci ke sebuah titik tetap di atas bagian bawah, atau relatif ke objek bergerak seperti kapal lain atau kendaraan bawah air. Satu juga mungkin posisi kapal dengan sudut yang menguntungkan terhadap angin, gelombang dan arus.



Gambar 2.4. *Dynamic Position*

(Sumber : www.offshoreengineering.com)

2.2 Cara Kerja Stern Thruster

Haluan dan buritan pendorong ditempatkan dalam melalui-dan terowongan yang terbuka di kedua sisi kapal. Ada dua terowongan tersebut di ujung depan dan belakang kapal. *Thruster* mengambil hisap dari satu sisi dan melemparkannya keluar di sisi lain dari kapal, sehingga kapal bergerak dalam arah yang berlawanan. Hal ini dapat dioperasikan di kedua arah yaitu kanan dan kiri dalam

keadaan ke pelabuhan. Busur pendorong ditempatkan di bawah garis air kapal.

Stern thruster sendiri berfungsi sebagai pendorong pada bagian buritan kapal, jika kapal tidak dilengkapi *Azimuth* pada propeller utama, maka *Stern thruster* adalah pemecah masalah dalam hal *maneuver* untuk menggerakkan buritan ke kanan atau ke kiri.

Pada *Stern thruster* tersebut diperlukan suatu unit *Controlable Pitch Propeller (CPP)* yang dibutuhkan untuk *reverse rotating* (putaran balik) pada baling-baling tersebut.

Controllable Pitch Propeller adalah sebuah propeler yang dapat *pitch* propellernya dapat diatur. *Pitch* adalah jarak aksial yang ditempuh/diambil oleh propeller pada satu kali putaran penuh (3600). Pada prinsipnya, pengertian *pitch* pada propeler, jika dianalogikan akan sama dengan gear pada mobil. Pengoperasiannya dapat dilakukan dengan dua sistem yaitu sistem *pull-push rod system* dan *hub piston system*. Pada sistem *pull-push rod* digunakan batang panjang yang dihubungkan dari poros kapal menuju hub baling-baling. Sedangkan pada *hub piston system*, batang piston diletakkan pada hub baling-baling.

Busur pendorong terdiri dari sebuah motor listrik yang dipasang langsung di atas *thruster* menggunakan pengaturan roda gigi cacing. Motor berjalan pada kecepatan konstan, dan setiap kali ada perubahan yang diperlukan dalam dorong atau arah, pisau lapangan dikontrol disesuaikan. Ini pisau dipindahkan dan *pitch* berubah dengan bantuan oli hidrolik yang bergerak hub di mana pisau dipasang. Sebagai pendorong adalah tipe lapangan dikontrol, dapat terus berjalan, dan ketika tidak ada dorong diperlukan lapangan dapat dibuat menjadi nol. *Thruster* ini dikendalikan dari jembatan dan petunjuk yang diberikan dari jarak jauh. Dalam kasus kegagalan terpicil, metode manual untuk mengubah lapangan disediakan di ruang *thruster* dan dapat dioperasikan dari sana.

Keuntungan :

1. Manuever yang lebih baik pada kecepatan rendah dari kapal.
2. Keselamatan kapal meningkat ketika berlabuh dalam cuaca buruk.
3. Menghemat uang karena pengurangan menginap di pelabuhan dan penggunaan kurang dari kapal tunda.

Kerugian :

1. Sebuah motor induksi sangat besar diperlukan, yang membutuhkan banyak saat ini dan beban, dan dengan demikian kapasitas genset yang besar diperlukan.
2. Investasi awal yang tinggi.
3. Pemeliharaan dan perbaikan yang mahal ketika ada kerusakan.

2.2.1 Fungsi Stern Thruster

Pemasangan *Stern thruster* memperbesar kemampuan *manouver* sebuah kapal. Dengan memanfaatkan energi putaran dari propeller pada *tunnel thruster* suatu kapal, arah dari kapal dapat dibelokkan dengan lebih cepat dibanding kapal tanpa *Stern thruster*. Dengan mengandalkan kemampuan dari *Stern thruster* ini, dapat dikembangkan dengan memberikan tambahan pada bagian *tunnel thruster*. Tambahan tersebut yakni dengan memberikan penutup pada *stern thruster* yang dapat terbuka dan tertutup. Fungsi dari penutup *tunnel* ini tidak hanya sebagai pembuka dan penutup saja, namun lebih mengarah pada penambahan kemampuan *manouvering* kapal yang memanfaatkan *stern thruster*.

2.2.2 Bagian-Bagian Pada Stern Thruster

Setelah sebelumnya menjelaskan tentang pengertian *stern thruster* sekarang akan membahas tentang bagian-bagian *stern thruster* maka untuk selanjutnya adalah tentang bagian-bagian *stern thruster* yaitu:

a. Tunnel Stern Thruster

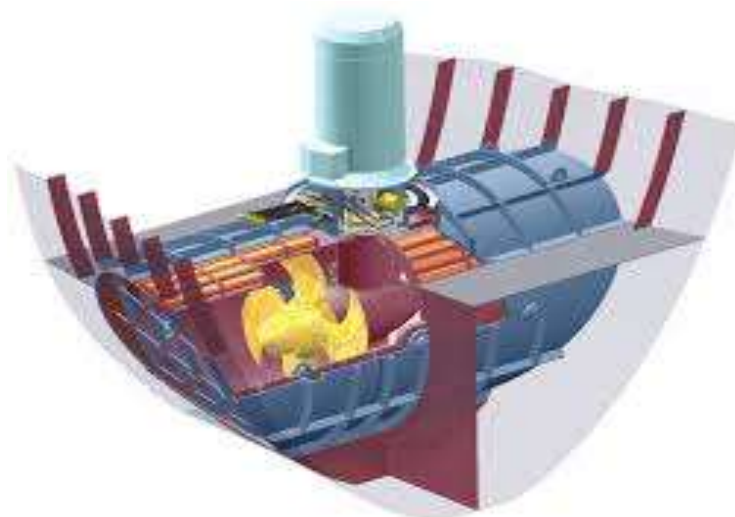
Tunnel Stern thruster yang berfungsi sebagai suatu tabung atau terowongan propulsi yang menjadi satu sistem bersama *Stern thruster* yang dibuat untuk menyalurkan aliran air laut agar kapal dapat mudah dalam melakukan olah gerak. Oleh karena itu, *tunnel Stern thruster* sangat diperlukan untuk menyalurkan air laut agar kapal mendapat dorongan dari air laut tersebut.

Bentuk terowongan pendorong untuk mengatur masuknya aliran air laut dapat dipasang di tiga tempat: haluan, tengah, dan buritan kapal. Hal ini

meningkatkan pemutaran efektif kapal di pusat rotasinya. Umumnya baling-baling ditempatkan dekat *centerline* dari kapal sehingga menghasilkan gaya ke kanan dan kiri. Untuk menghasilkan gaya tolak maksimum, *fairing* dimasukkan ke dalam terowongan dengan lapisan jaring cangkang.

Fairing terowongan dengan berlapis cangkang akan meningkatkan *efficiency*. Setelah diteliti dari berbagai percobaan, direkomendasikan sudut *fairing* tersebut terhadap sisi kapal sebesar 45 derajat.

Letak terowongan / *tunnel thruster* berada pada bagian depan atau belakang (belakang sekat haluan) arah garis melintang. Kita dapat menyediakan motor elektrik untuk mengemudikannya, digerakkan mesin hidrolis dan mesin untuk mengemudi terowongan *thruster* dari 15kW ke 1300kW. Struktur terowongan / *tunnel* dapat menggunakan baja, aluminium dan FRP yang tergantung pada material kapal secara umum atau jenis kapal (seperti: kapal FRB menggunakan FRP, kapal baja menggunakan plat baja, dll). Suatu busi penuh dan main paket dikemudikan elektrik terdiri dari suatu terowongan / *tunnel* dengan motor elektro, frekwensi mengemudi dengan standard pabrik diprogramkan dan suatu panel pengawas utama dengan *joystick* sebanding untuk kendali tanpa melangkah. Alat penghubung untuk pengintegrasian yang penuh dengan dinamis memposisikan sistem adalah opsional.



Gambar 2.5. *Tunnel Thruster*

(Sumber : www.marineinsight.com)

b. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sebagai sumber mekanik untuk menggerakkan *thruster*. Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Diketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama, tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.



Gambar 2.6. Motor Listrik

(Sumber : Kapal MPSV WM MAKASSAR)

c. Hidrolik Power Pack

Unit tenaga atau *power pack* berfungsi sebagai pembangkit aliran yaitu mengalirkan cairan fluida ke seluruh komponen sistem hidrolik untuk mentransfer tenaga yang diberikan oleh penggerak mula. Dalam keadaan bekerja, aktuator hidrolik dikontrol oleh katup solenoid. Digerakkan oleh sinyal perintah dari sistem, katup solenoid mengontrol tekanan minyak dan pelepasan energi dari dan akumulator energi, sehingga dapat mengontrol katup tabung geser untuk menggerakkan katup melalui mekanisme transmisi mekanik, untuk melaksanakan penutupan cepat, pembukaan normal dan penutupan dan kontrol tes. Dan minyak hidrolik berlebihan akan dikembalikan ke stasiun minyak hidrolik, sehingga sistem pipa dapat mengontrol sejumlah katup dalam hubungan paralel dengan pipa inlet minyak tunggal dan pipa kembali minyak tunggal. semacam ini stasiun hidrolik dengan teknologi aktuasi khusus digunakan untuk mengontrol aktuator dari sistem.



Gambar 2.7. *Power Pack*

(Sumber : Kapal MPSV WM MAKASSAR)

d. **CPP (Controllable Pitch Propeller)**

Controllable Pitch Propeller adalah sebuah propeler yang dapat *pitch* propellernya dapat diatur. *Pitch* adalah jarak aksial yang ditempuh/diambil oleh propeller pada satu kali putaran penuh (3600). Prinsip kerjanya menggunakan sistem hidrolik yaitu dengan mengalirkan fluida minyak menuju suatu rumah yang terletak pada bos baling-baling, pada rumah tersebut terdapat rotor yang dihubungkan dengan daun baling-baling (*blade*), sehingga jika dialirkan fluida dalam arah maju maka minyak akan mendorong sirip pemisah pada rotor dan mendorongnya sehingga memutar daun baling-baling dengan sudut tertentu, jika arah aliran dibalik maka daun baling-baling akan berputar kearah sebaliknya.

Pengoperasiannya dapat dilakukan dengan dua system yaitu sistem *pull-push rod system* dan *hub piston system*. Pada sistem *pull-push rod* digunakan batang panjang yang dihubungkan dari poros kapal menuju hub baling-baling. Sedangkan pada *hub piston system*, batang piston diletakkan pada hub baling-baling.



Gambar 2.8. *Controllable Pitch Propeller*

(Sumber : www.marineinsight.com)

2.3 Sistem Pengoperasian Dan Perawatan Stern Thruster

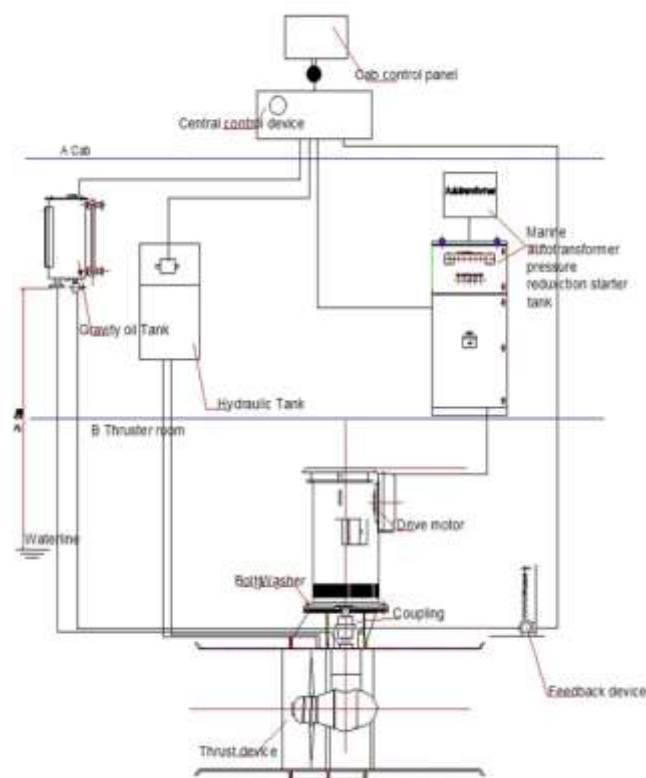
Adapun sistem pengoperasian dan perawatannya *stern thruster* di kapal MPSV WM MAKASSAR sebagai berikut :

2.3.1 Sistem pengoperasian stern thruster

Selain itu suatu servo-motor dan roda gigi juga dibutuhkan dan ditempatkan dalam pelindung *stern thruster*, sehingga memungkinkan untuk merubah sudut daun propeller yang bersejenis CPP (*Controllable Pitch Propeller*) tersebut untuk mengubah aliran air di dalam terowongan ke arah manapun, karena itu suatu *primemover* yang *non-reversible* dapat digunakan, begitu juga seperti dengan *single-speed electric*. *Prime mover* tersebut tidak perlu dihentikan selama bermaneuver karena sudut propeller dapat diposisikan pada *zero pitch*. *Prime mover* dihubungkan dengan suatu *flexible drive shaft*, kopling dan bevel gear (roda gigi kerucut). Pada sistem tersebut, *seal* (penyekat) khusus dipasang pada unit thruster untuk mencegah kebocoran air laut. Unit lengkap (*stern thruster*) beserta peralatannya termasuk terowongan melintang kapal dapat mengakibatkan daya dorong sesuai dengan arah aliran air. Penggunaan *stern thruster* tersebut dapat dikontrol melalui suatu terminal dan panel yang terdapat di ruang navigasi. Terminal tersebut akan langsung terhubung ke suatu *microcontroller* untuk pengaturan otomatisasi dan juga penggunaan secara manual. Penggunaan secara manual sudah terhubung langsung dengan *joystick* untuk mengubah arah *pitch* dari daun baling-baling.

Busur pendorong yang digerakkan oleh motor. Kekuatan busur pendorong umumnya tergantung pada kekuatan motor. Sebuah 800-1000 HP (*Horse Power*), ST (*Stern Thruster*) cukup efektif untuk dipasang ke dalam pembuluh memiliki LOA (*Length Over All*) dari 150-160 m dan balok dari 22-25 m dengan GRT (*Gross Register Ton*) sekitar 10.000-12.000. Hal ini dapat melawan angin lepas pantai dengan mudah 3-4 *Beaufort* (11 knot) saat berlabuh. *Beaufort* adalah ukuran empiris yang berkaitan dengan kecepatan angin untuk pengamatan kondisi didarat atau laut, *Beaufort* mengukur kecepatan angin dengan menggambarkan pengaruhnya pada kecepatan kapal dan gelombang air laut.

Di daerah-daerah kecepatan angin tinggi dan kapal yang memiliki tinggi LOA (*Length Over All*) adalah jarak membujur kapal dari titik terdepan linggi haluan kapal sampai ke titik terbelakang dari buritan kapal diukur dejajar lunas dan GRT (*Gross Register Ton*) adalah volume atau isi sebuah kapal dikurangi dengan isi sejumlah ruangan tertentu untuk keamanan kapal (*deducted space*), sebuah busur pendorong lebih kuat ST (*Stern Thruster*) diperlukan. Busur pendorong ST (*Stern Thruster*) umumnya dipasang untuk menggantikan penggunaan kapal tunda, yang disewa oleh kapal datang ke pelabuhan. Ini mengurangi biaya operasi kapal. Namun dalam beberapa pelabuhan, mempekerjakan tunda adalah wajib. Dalam hal ini, ST (*Stern Thruster*) bekerja sebagai bantuan tambahan untuk pilot kapal. Sementara penahan, ST (*Stern Thruster*) juga memainkan peranan penting, sehingga saat memutar. Sementara penahan, busur disimpan pada jarak dari rantai jangkar menggunakan ST (*Stern Thruster*).



Gambar 2.9. Skema Thruster

(Sumber : www.hiseamarine.com)

Penanganan sebuah kapal dalam arus, angin dan air pasang selalu urusan rumit. Semua tiga faktor lateral dapat menggeser kapal dari jalurnya. Seorang pilot kapal harus menjaga mata untuk efek ini dan terus mengambil langkah-langkah perbaikan untuk navigasi yang aman kapal.