

BAB 2

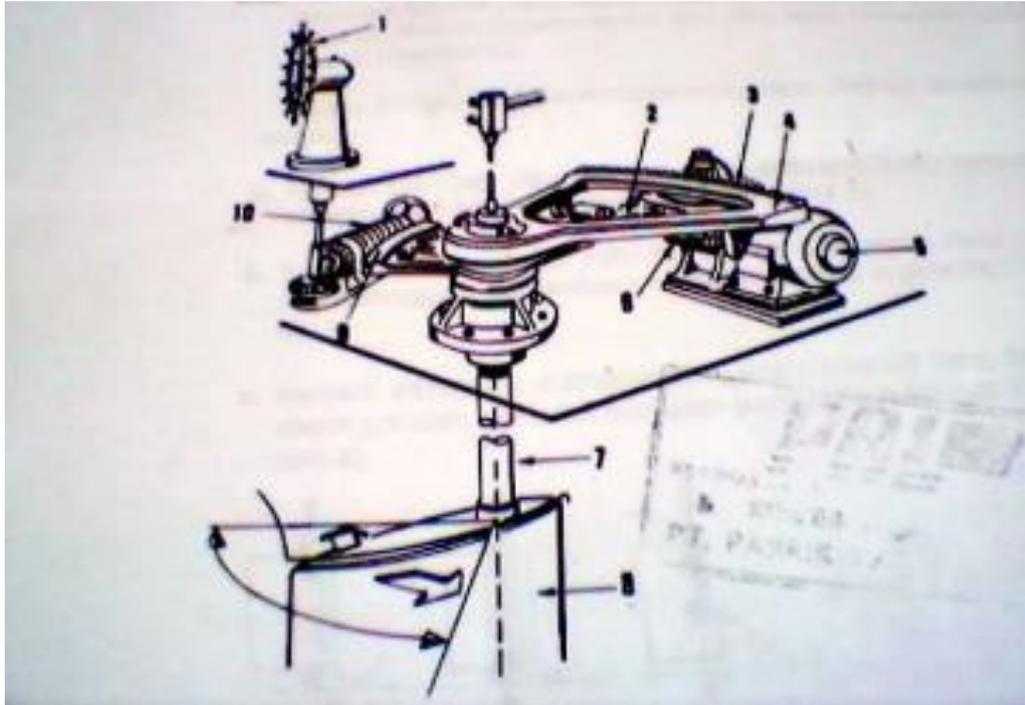
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sistem *Steering Gear*

Steering gear pada kapal adalah merupakan suatu alat kapal yang digunakan untuk mengubah dan menentukan arah gerak kapal, baik arah lurus maupun belok kapal, *steering gear* ditempatkan diujung belakang lambung kapal atau buritan di belakang propeller kapal. prinsip kerja *Steering gear* pada kapal yaitu dengan mengubah arah arus cairan *hydraulic* yang mengakibatkan perubahan arah kapal. cara kerja *steering gear* pada kapal yaitu kemudi digerakkan secara mekanis atau *hydraulic* dari anjungan dengan menggerakkan roda kemudi. (SPM, 2013)

Prinsip kerja dari sistem *hydraulic steering gear* otomatis adalah bagaimana kita harus mengemudikan kapal dengan menggunakan kemudi otomatis agar kapal tetap bertahan pada haluannya dengan sedikit mungkin gerakan kemudi ,yang mana untuk mencapai hal tersebut kita harus percaya pada pengaruh dari penyetelan komponen-komponen yang ada pada sistem kemudi otomatis tersebut. (Mohammad 2011)

Sistem *Hydraulic* adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya hukum archimedes. *Steering gear* adalah suatu mesin yang menggunakan sistem *hydraulic* untuk menggerakkan daun kemudi kapal. Dan untuk menentukan daya pompa dalam rangkaian sistem kemudi tersebut, perhitungan maksimum rudder pada saat sudut belok dimana rudder mendapat beban maksimum dengan batas kecepatan kapal masih dapat melakukan manuver dengan baik.



Gambar : 2.1. *Steering gear*
(Sumber :KM. PARIWISATA)

Keterangan :

1. Roda kemudi (jahtera)
2. Celaga kemudi
3. Tranmisi
4. Kuadrat kemudi
5. Motor listrik
6. Pegas
7. Tongkat kemudi
8. Daun kemudi
9. Roda gigi penggerak ulir cacing

2.2 Macam-Macam Daun Kemudi

Ditinjau dari penempatannya, daun kemudi dibedakan menjadi :

1. Kemudi melekat. Yaitu kemudi yang sebagian besar bebannya ditumpu oleh sepatu kemudi.

2. Kemudi menggantung. Yaitu kemudi yang sebagian besar bebannya disangga oleh bantalan-bantalan kemudi digeladak.
3. Kemudi setengah menggantung. Yaitu kemudi yang bebannya disangga oleh bantalan-bantalan pada tanduk kemudi.

Untuk semua jenis kemudi, semuanya terletak pada buritan kapal. Besar sudut kemudi $\pm 35^{\circ}$ kekanan dan $\pm 35^{\circ}$ kekiri, dan dapat mencapai maksimal yaitu $\pm 37^{\circ}$ kekanan dan $\pm 37^{\circ}$ kekiri. Keadaan maksimal ini disebut dengan cikar. *Steering gear* atau sistem kemudi digerakkan oleh tekanan hidraulik, untuk itu disiapkan sebuah tangki minyak hidraulik dan tidak ada tangki cadangan.

2.3 Jenis Jenis *Steering Gear*

1. *Steering gear Hydraulic*

Mesin *steering gear* ini menggunakan tenaga *hydraulic* oli yang dapat dipompakan dari anjungan sampai *steering room* dibawah. Adanya gerakan dari peralatan transmitter dianjungan (misalnya dengan memutar roda kemudi) maka minyak *hydraulic* pada pipa terhubung akan ditekan dan diteruskan ke *receiver cylinder* di *steering gear room* dan setara dengan itu maka akan menggerakkan daun kemudi kearah sebagaimana yang di kehendaki anjungan.



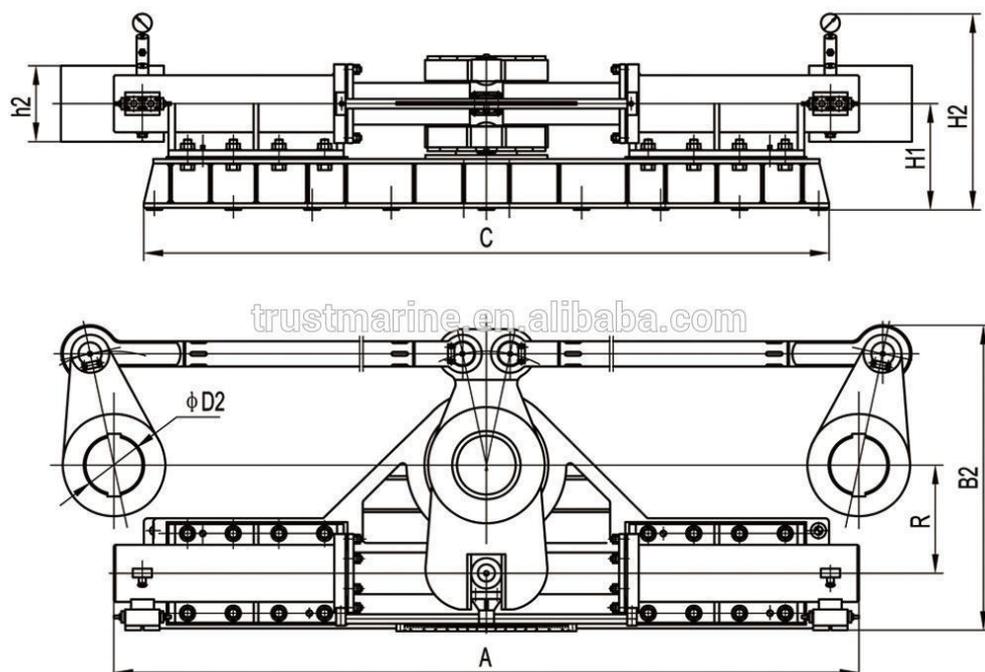
Gambar : 2.2 *Steering gear Hydraulic* (alibaba.com//mesin hidrolis)

2. *Steering Gear Electro Hydraulic*

Pada umumnya sistem ini menggerakkan 2 motor dengan satu set pompa. Namun tidak jarang kapal dengan menggunakan 2 pompa *hydraulic*, sehingga kerja dari mesin kemudi menjadi dua kali lipat lebih cepat reaksinya. Hal ini digunakan saat kapal olah gerak memasuki pelabuhan, masuk pelayaran sempit atau sungai.

Pada mesin kemudi ini bagian bagian yang utama:

- a. *Telemotor*
- b. Rem *hydraulic steering gear*
- c. Motor
- d. Pompa *hydraulic*



Gambar : 2.3 *Steering gear elektro hydraulic*.sulis-2016

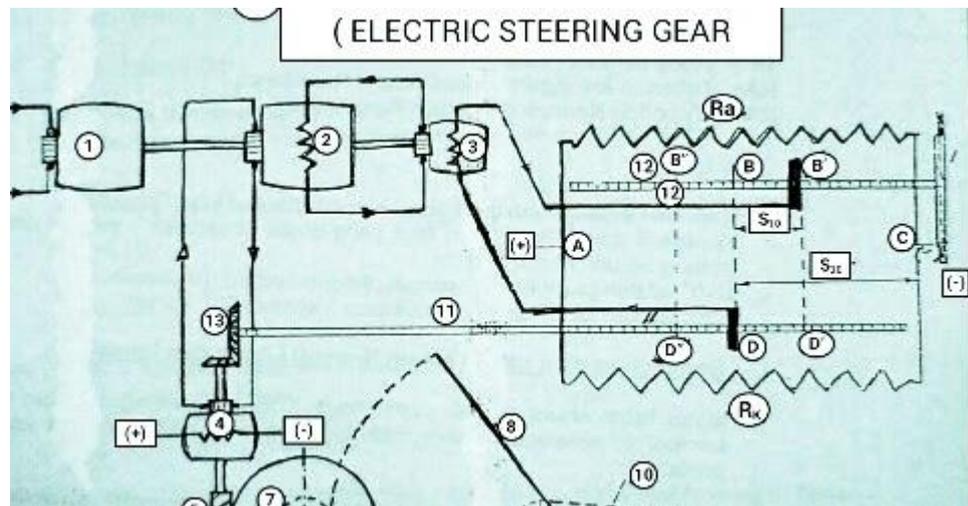
3. *Steering Gear Electrical*

Pada mesin kemudi jenis ini terdapat ada dua rangkaian yang utama di dalamnya yaitu :

- a. Rangkaian pembangkit tenaga (*power system*) yang berfungsi untuk

menggerakkan daun kemudi

- b. Rangkaian pengendali (*control system*) yang berfungsi mengendalikan operasi dari rangkaian pembangkit tenaga.



Gambar : 2.4 *Steering gear* listrik

(Sumber: sli2016)

2.4 Komponen Mesin Steering Gear

Pengertian *Steering gear* telah dijelaskan sebelumnya, selanjutnya akan dibahas komponen *Steering gear*. Komponen *Steering gear* pada kapal terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian utama *Steering gear* dan bagian-bagian *Steering gear*. Berikut adalah penjelasannya. (Danuasmoro, 2003)

1. Bagian Utama Sistem Steering Gear

Setelah sebelumnya sudah menjelaskan tentang pengertian mesin steering gear terus macam-macam pembagian sistem steering gear maka untuk selanjutnya adalah tentang bagian utama dari sistem steering gear. Sistem steering gear memiliki tiga bagian utama yaitu :

1. *Hydraulic* berfungsi sebagai penggerak daun kemudi melalui *rudder stock*, sehingga kemudi dapat bergerak bersama pada saat belok dan juga berfungsi untuk meringankan gerakan daun kemudi pada saat digerakkan.

2. *Rudder stock* adalah poros yang mengikat *rudder blade* dan penerus gaya dari sistem hidrolis ke daun kemudi.
3. *Rudder blade* berfungsi untuk membelokkan arah aliran air yang disebabkan oleh baling-baling sehingga dapat membelokkan kapal.

2. Bagian-Bagian Kemudi Kapal

Setelah sebelumnya menjelaskan tentang pengertian mesin steering gear terus sekarang akan membahas tentang bagian-bagian mesin kemudi maka untuk selanjutnya adalah tentang bagian-bagian *steering gear*. *Steering gear* memiliki tiga bagian utama yaitu :

1. *Rudder Stock*

Rudder Stock adalah alat untuk mengubah arah gerak kapal dengan mengubah arah arus cairan yang mengakibatkan perubahan arah pada kapal, kemudi ditempatkan di ujung belakang lambung kapal/buritan di belakang baling-baling digerakkan secara mekanis. Untuk ukuran kemudi tidak boleh terlalu besar atau terlalu kecil. Bila terlalu besar mengakibatkan hambatan, tetapi kalau terlalu kecil mengakibatkan kapal kehilangan kendali khususnya pada kecepatan rendah. Besarnya disesuaikan dengan ukuran kapal kecepataannya, bentuk lambung kapal serta penempatan kemudi. penempatan kemudi biasanya di belakang *propeller*, sehingga arus yang ditimbulkan dari gerakan *propeller* dapat dimanfaatkan oleh kemudi dengan mengubah gaya yang bekerja pada kapal. (Soefiyandono, 2013)

Poros kemudi atau sumbu kemudi pada umumnya dibuat dari bahan baja tuang atau tempa. Garis tengah poros ditentukan berdasarkan hasil perhitungan, agar mampu menahan beban puntiran atau beban lenturan yang terjadi pada kemudi. Tongkat kemudi dipasang menembus lambung dalam selubung tongkat. Hal ini untuk menjamin kekedapan dari air laut. Pada bagian atas, poros kemudi dihubungkan dengan instalasi penggerak kemudi dan bagian bawah dihubungkan dengan daun kemudi melalui kopling mendatar atau kopling tegak. (Danuasmoro, 2003)

Tongkat kemudi ada yang direncanakan memiliki satu bantalan atau dua bantalan, tergantung pada panjang tongkat dan sistem peletakan daun kemudi. Bantalan tongkat kemudi hanya ada pada bagian atas saja atau pada kedua-duanya, atas dan bawah. Sebagai bahan bantalan, dapat dipakai bahan baja anti karat, bahan logam, kayu pokok atau bahan sintesis. Bantalan poros kemudi bagian bawah pada umumnya dibuat tidak kedap air, sehingga air dapat digunakan sebagai pelumas poros dengan bantalan. Dan bantalan bagian atas menggunakan sistem pelumas minyak. Pemakaian sistem kedap air itu supaya air tidak masuk kedalam.

2. *Rudder blade*

Rudder blade (daun kemudi) dibagi dalam dua tempat : *upper rudder frame* (bagian atas) dan *bottom rudder frame* (bagian bawah). Daun kemudi pada awalnya dibuat dari pelat tunggal dan penegar. Penegar yang dikeliling pada bagian sisi pelat. Jenis kemudi ini sekarang sudah diganti dengan bentuk kemudi pelat ganda, terutama pada kapal-kapal yang berukuran relatif besar. (Nugraha, 1983).

Kemudi pelat ganda terdiri atas lembaran pelat ganda dan didalamnya berongga, sehingga membentuk suatu garis aliran yang baik (*streamline*) yang bentuk penampangnya seperti sayap (*foil*). Konstruksi daun kemudi dari pelat ganda memiliki kerangka yang dibuat dari bahan baja tuang atau dapat juga dibentuk dari pelat bilah penegar yang dilaskan ke daun kemudi. Satu sisi pelat daun kemudi dilas pada kerangka kemudi dan sisi lainnya dilas dengan las lubang (*slot welding*). Jika daun kemudi diperkuat dengan pelat bilah mendatar dan tegak, pada salah satu pelat bilah dipasangkan pelat hadap. Kegunaan pelat hadap adalah untuk pengikatan pelat daun kemudi terhadap salah satu sisi kerangka kemudi dengan las lubang.

Besar gaya yang dialami daun kemudi dapat dihitung pada buku peraturan Biro klasifikasi. Tebal pelat daun kemudi tersebut diatas tidak boleh kurang dari tebal pelat lambung pada ujung-ujung kapal. Pada bagian

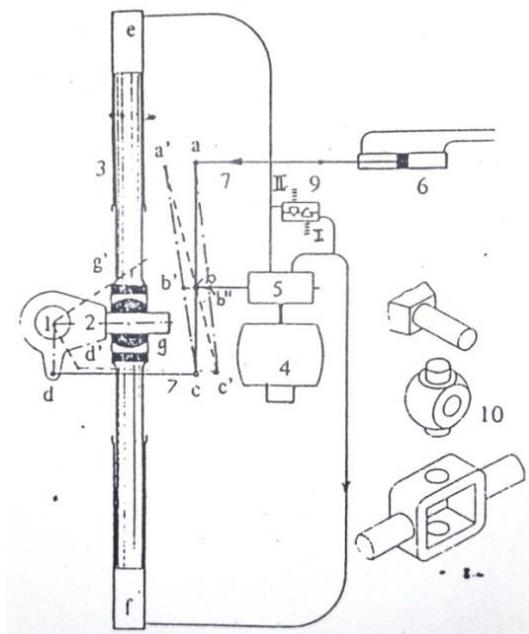
ujung depan daun kemudi harus 25 % lebih tebal dari pelat daun kemudi.

3. Rudder Trunk

Barangnya tersembunyi dan asalnya dilas dan dibungkus dalam *rudder plate* sehingga tidak terlihat dari luar karena tertutup oleh plat yang tebal.

a. Cara Kerja Mesin Steering Gear

Sebelum seorang kemudi dapat mengoperasikan kapal dengan baik. Maka harus tahu terlebih dahulu yang namanya cara kerja mesin steering gear pada kapal. Cara kerja mesin *Steering gear* dapat dilihat di bawah ini. Berikut adalah penjelasannya.



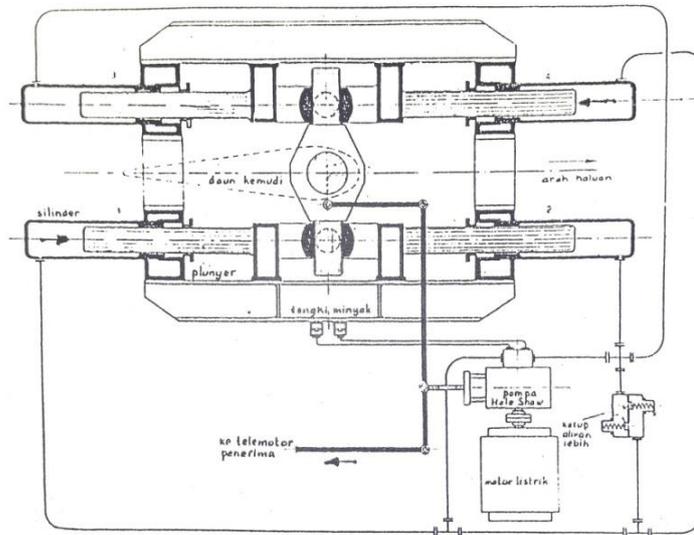
Gambar 2.5 Elektro Hidrolis
(Sumber :KM. PARIWISATA).

Kalau roda kemudi sekarang dikembalikan ke kedudukan tengah, maka silinder telemotor akan bergerak ke kanan atau titik (a') kembali jadi (a). dan dengan titik (c') tetap kedudukannya, titik (b) berubah menjadi (b') yang berakibat cincin pengantar dari pompa bergerak ke kanan sehingga kebalikan dari tadi pompa (5) akan memompa minyak dari (f) ke (e) dan plunyer silinder atau kemudi akan didesak minyak ke bawah silinder

sekarang titik (g') dan (d') akan kembali lagi menjadi (g) dan (d). Dan pada waktu yang sama titik (c') akan kembali (c) demikian juga (b') kembali (b) dan seperti tadi pompa akan berhenti mendesak plunyer, jadi daun kemudi sekarang kembali ke kedudukan semula yaitu di tengah-tengah.

Hubungan antar *rudder stock* (2) dengan plunyer digambarkan secara terperinci seperti pada gambar yaitu bagian (10). Selama bekerja, *meter shunt* (4) terus berputar katup aliran lebih (9) gunanya ialah, bila misalnya daun kemudi terpukul oleh ombak sehingga kedudukan berpindah, maka pada ruang (e) atau (f) pada silinder telemotor akan terjadi tekanan yang tinggi, sehingga ada kemungkinan bahwa silinder telemotor akan pecah. Untuk mencegah ini, maka dipasang katup aliran lebih (9), yaitu terjadi tekanan tinggi pada (f) maka minyak akan mendesak katup I, dan minyak mengalir keruang (e). Sebaliknya jika terjadi tekanan tinggi pada (e) minyak akan masuk katup II dan terus mengalir keruang (f) sehingga pecahnya silinder dapat dihindarkan. Mesin kemudi pada gambar 4.28 hanya memakai 2 buah silinder kemudi. Hal ini disebut pelaksanaan tunggal, yang umumnya silinder kemudi dipasang melintang kapal. Pada pelaksanaan berganda dipakai 4 buah silinder kemudi. Biasanya pada pelaksanaan berganda, silinder-silinder kemudi dipasang memanjang kapal. (Sujanto, 1983)

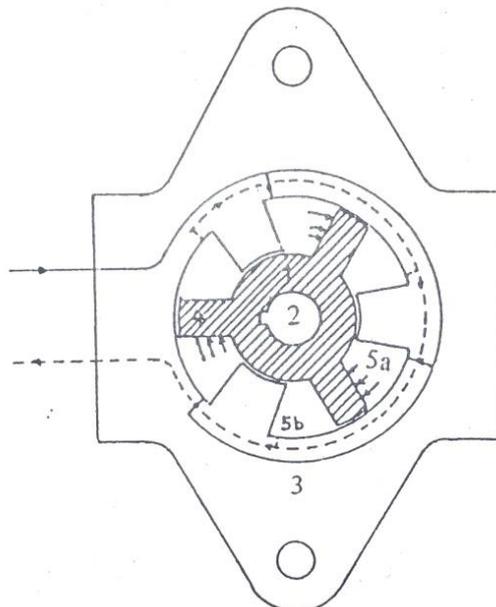
Steering gear hidrolis selalu dilengkapi dengan 2 buah pompa supaya kalau salah satu rusak yang lain dapat dipakai, kemudian yang rusak diperbaiki untuk cadangan.



Gambar 2.6 Elektro Hidrolis
(Sumber : KM . PARIWISATA).

1. *Steering gear* Rotasi

Mesin kemudi dengan sistem rotasi adalah merupakan perkembangan baru dari *Steering gear* hidrolis. Pada sistem ini tidak dipakai silinder dan plunyer untuk menggerakkan batang kemudi, tetapi dengan memakai sistem rotasi.



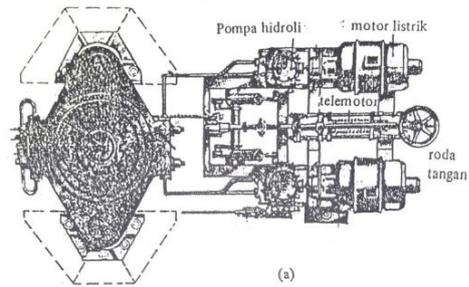
Gambar 2.7 Mesin Kemudi Rotasi
(Sumber KM. PARIWISATA).

Ini terjadi dari sebuah rotor (1) yang dipasang mati pada bagian atas dari batang kemudi (2), dan sebuah stator (3) dimana rotor (1) dapat berputar di dalamnya (lihat gambar 16). Stator (3) dipasang erat dengan bagian kapal untuk mencegah kapal ikut berputar. Rotor dibentuk sedemikian hingga terjadi bentuk semacam sudu (4) pada rotor tersebut, sedang ruang di antara bentuk-bentuk sudu diisi dengan minyak, dan merupakan ruang tekan (5).

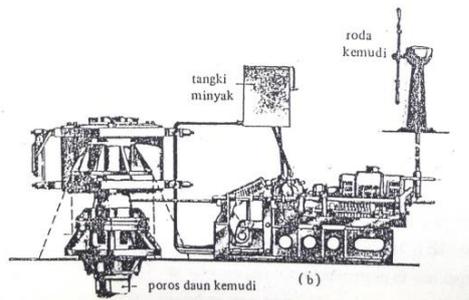
Ruang antara ujung bentuk sudu dan stator ditutup dengan seal, agar minyak tidak dapat mengalir dari ruang tekan lain. Ruang tekan antara rotor dan stator dibagi menjadi 2 pihak (5a) dan (5b), sehingga apabila salah satu pihak terisi minyak dengan tekanan tinggi, maka minyak yang berada di pihak lain dapat dialirkan ke luar, dengan demikian tekanan minyak akan memaksa rotor berputar dan demikian juga batang kemudi.

Untuk menghasilkan minyak tekanan tinggi dipakai juga pompa *Heke Shaw* atau *William Slenny*. Dan dengan memindahkan aliran minyak pada pompa dapat diatur ruang (5a) dan (5b) yang akan menjadi ruang tekanan tinggi atau dengan kata lain rotor dapat diputar ke arah yang dikehendaki sehingga arah putaran rotor dan tentunya juga batang kemudi dapat diatur gerakannya sesuai kebutuhan. Untuk memudahkan, maka gambar 2.19 menunjukkan hanya pada satu arah gerakan, yaitu rotor sedang berputar searah jarum jam. (Sujanto, 1983)

Rotor umumnya dibuat menjadi 3 buah sudu, dengan maksud bahwa tebal sudu dapat dibuat sedemikian sehingga dari kedudukan tengahnya dapat diputar 35° ke kanan dan 35° ke kiri, atau gerakan seluruhnya sebesar 70° , kalau diukur dari ujung paling kiri dan ujung paling kanan. Jadi sudu-sudu dapat berfungsi juga sebagai pembatas gerakan kemudi. Untuk menyerap getaran yang terjadi pada daun kemudi akibat ombak dsb, dipasang katup *by-pass*, dan katup keamanan ada sistim minyak lumas. Kalau dibandingkan dengan mesin kemudi dengan plunyer dan silinder, pada jumlah momen putar atau *torque* yang sama pada daun kemudi biaya pembuatan lebih murah, dan juga beratnya lebih kecil, serta memerlukan ruangan lebih kecil pula dan perawatan juga mudah. (Danuasmoro, 2003)



Gambar 17a.

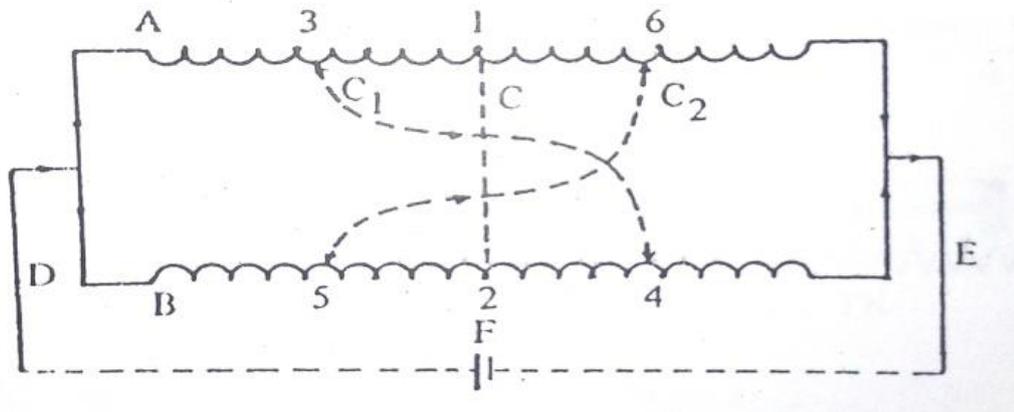


Gambar 2.8 *Steering gear* Rotasi
(Sumber : KM. PARIWISATA)

2. *Steering gear* Listrik

Steering gear listrik seperti namanya memakai sumber arus listrik sebagai tenaga penggerak utamanya. Cara kerja mesin kemudi ini bekerja atas dasar jembatan *Wheatstone* atau sistim *Ward Leonard*, lihat gambar 2.5. Dua buah tahanan listrik (A) dan (B) yang sama besarnya dihubungkan secara parallel. Dari sebuah sumber arus atau baterai (F), arus listrik akan mengalir melalui kawat (D), tahanan (A) dan (B), kawat (E) dan kembali ke baterai. Besarnya arus yang melalui tahanan (A) dan (B) akan sama besarnya.

Sekarang pada titik (1) dan (2) yang masing-masing merupakan titik tengah yang membagi tahanan (A) dan (B) sama besarnya, dihubungkan dengan kawat (C) tidak ada arus yang mengalir. Kalau kedudukan kawat penghubung di ubah menjadi (C₁) yang menghubungkan tahanan (A) dan (B) pada titik (3) dan (4), maka sekarang jadi tidak seimbang artinya besar tahanan sebelah kiri titik (3) tidak sama dengan besar tahanan sebelah kiri titik (A) sehingga arus listrik akan mengalir pada kawat (C₁) dengan arah dari (3) ke (4), atau dari tahanan (A) menuju tahanan (B).



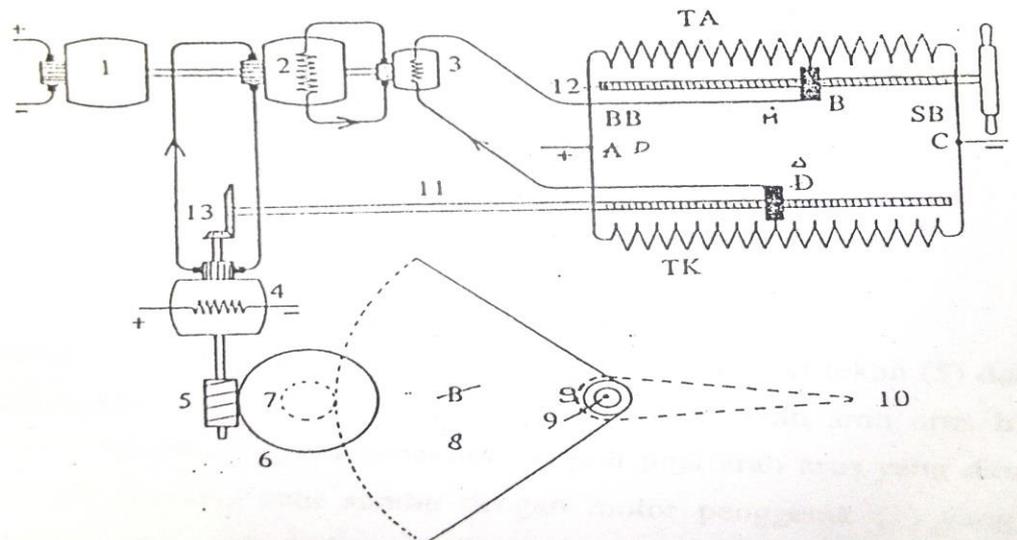
Gambar 2.9 *Steering gear* Listrik
(Sumber :KM. PARIWISATA).

Kalau kedudukan kawat penghubung dirubah lagi dari titik (5) ke titik (6) menjadi (C_2), maka mudah di mengerti arus akan mengalir pada kawat (C_2) dari titik (5) menuju titik (6) atau dari tahanan (B) ke tahanan (A). dari keterangan di atas dapat di simpulkan bahwa dengan mengubah kedudukan dari ujung-ujung kawat penghubung (C), maka besar dan arah arus yang mengalir melalui kawat penghubung ini dapat di ubah-ubah, artinya dari tahanan (A) ke tahanan (B) atau sebaliknya, atau juga dapat di buat nol (tidak ada arus yang mengalir). Inilah prinsip dari pada jembatan *Wheatstone*. (Danuasmoro, 2003)

Susunan peralatan *Steering gear* listrik ialah Terdiri dari sebuah motor penggerak (1) (motor shunt) yang langsung dihubungkan dengan jala-jala (net) sehingga motor tersebut berputar terus menerus. Generator kemudi (2) di pasang satu sumbudengan motor (1). Untuk penguat medan, generator (2) menerima arus dari generator pembangkit (3) yang juga di pasang satu sumbu dengan motor penggerak (1). Arus yang di bangkitkan oleh generator (2) dipakai untuk menggerakkan motor kemudi (4), sedang untuk penguatan medan magnet motor tersebut langsung didapat dari jala-jala.

Pada poros motor (4) dihubungkan dengan roda gigi untuk menggerakkan kwadran (8) dan poros daun kemudi (9) dan juga daun kemudi (10) terdapat juga dua buah susunan tahanan , yang satu di tempatkan di anjungan disebut tahanan anjungan (TA) dan yang lain di

tempatkan di kamar kemudi di sebut tahanan kemudi (TK). Tahanan-tahanan tersebut sering juga disebut *Rheostat*. Kalau diperhatikan hubungan antara tahanan anjungan dan tahanan kemudi adalah sesuai dengan jembatan *Wheatstone*.



Gambar 2.10 *Steering gear* Listrik
(Sumber :KM .Pariwisata)

Apabila kedudukan kontak-kontak (B) dan (D) berada di tengah-tengah (M) yaitu keadaan seimbang (balanced) sehingga antara (B) dan (D) tidak terjadi arus listrik (ingat kedudukan C gambar 18), oleh karenanya juga tidak di bangkitkan medan magnet pada generator pembangkit (3), demikian juga generator (2) tidak dapat menghasilkan arus sehingga motor kemudi (4) juga akan berhenti. Dari hal-hal tadi dapat disimpulkan bahwa arah gerakan daun kemudi hanya tergantung dari arah arus listrik antara (B) dan (D), arah ini juga tergantung dari kedudukan kontak-kontak (B) dan (D) yang diatur dari roda kemudi di anjungan.

2.8 Emergency Steering Gear

Saat kapal berada di tengah laut, steering gear pada kapal mengalami trouble tidak bisa melakukan cikar kanan maupun cikar kiri. Adapun hal hal yang di lakukan untuk mengatasi trouble tersebut :

1. Karena steering gear menggunakan sistem hydraulic maka lakukan pengecekan oil level di tanki ekspansi,
2. Setelah diketahui oli masih aman kemudian buang udara, barangkali LO pressure di pipa masuk udara sehingga kehilangan power untuk mendorong daun kemudi.
3. Periksa kebagian kelistrikan, misal : electro motor, power unit control dan solenoid valve