

## **BAB II**

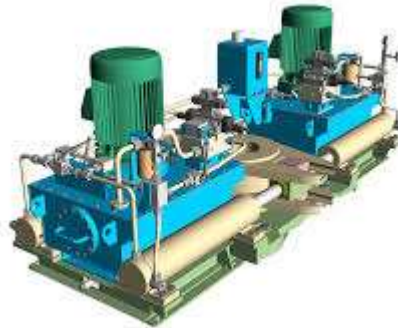
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Sistem Mesin Kemudi Kapal**

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

Prinsip kerja dari sistem kemudi 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 penyetulan komponen-komponen yang ada pada sistem kemudi otomatis tersebut. (Mohammad 2011)

Sistem Hidrolik 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 hidrolis 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 1. Mesin kemudi  
(Sumber :Manual Book MV. *BERKAH PANDANARAN 02*)

## 2.2 Macam-Macam Mesin Kemudi

Sistem pengendalian kapal merupakan pengetahuan yang wajib dipahami oleh seorang navigator. Untuk dapat memahami secara baik maka seorang navigator harus mengetahui jenis dan type mesin kemudi. Pada MV. BERKAH PANDANARAN ini menggunakan jenis mesin kemudi Elektro Hidrolik . Ditinjau dari jenis dan type, ada 4 jenis mesin kemudi:

### 1. MESIN KEMUDI TENAGA 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 cikar kanan ke cikar kiri atau sebaliknya harus dapat dilakukan dalam waktu tidak lebih dari 30 detik pada saat kapal maju dalam kecepatan penuh.

## 2. MESIN KEMUDI HIDROLIK

Kemudi jenis ini menggunakan tenaga hidrolik (oli) yang dapat dipompakan dari anjungan sampai ke kamar mesinkemudi 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 dikehendaki dari anjungan.

## 3. 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.

## 4. MESIN KEMUDI ELECTRIK

Mesin kemudi jenis ini terdapat dua rangkaian utama yaitu:

- a. Rangkaian Pembangkit Tenaga (Power System) untuk menggerakkan daun kemudi
- b. Rangkaian Pengendali yang berfungsi mengendalikan operasi dari rangkaian pembangkit tenaga.

### **2.3 Komponen Mesin Kemudi**

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

### **2.4 Bagian Utama Mesin Kemudi**

Setelah sebelumnya menjelaskan tentang pengertian mesin kemudi terus macam-macam pembagian sistem kemudi maka untuk selanjutnya adalah

tentang bagian utama dari sistem kemudi. Sistem kemudi memiliki tiga bagian utama yaitu :

#### 1. STEERING COLUMN

Steering column terdiri dari main shaft yang meneruskan putaran roda kemudi ke steering gear, dan column tube yang mengikat main shaft ke body. Ujung atas dari main shaft dibuat meruncing dan bergerigi, dan roda kemudi diikatkan ditempat tersebut dengan sebuah mur. Steering column juga merupakan mekanisme penyerap energi yang menyerap gaya dorong dari pengemudi pada saat terjadinya tabrakan. Steering column dipasang pada body melalui bracket column tipe breakaway sehingga steering column dapat bergeser turun pada saat terjadinya tabrakan. Disamping mekanisme penyerap energi, pada steering column kendaraan tertentu terdapat sistem control kemudi. Misalnya mekanisme steering lock untuk mengunci main shaft, mekanisme tilt steering untuk memungkinkan pengemudi menyetel posisi vertikal roda kemudi, telescopic steering untuk mengatur panjang main shaft agar diperoleh posisi yang sesuai dan sebagainya. Bagian bawah main shaft dihubungkan pada steering gear melalui flexible joint atau universal joint yang berfungsi untuk memperkecil pengiriman kejutan yang diakibatkan oleh keadaan jalan dari steering gear ke roda kemudi.

#### 2. STEERING GEAR

Steering gear tidak hanya berfungsi untuk mengarahkan roda depan, tetapi dalam waktu yang bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan. Untuk itu diperlukan perbandingan reduksi yang disebut juga perbandingan steering gear. Biasanya perbandingan steering gear antara 18-20 : 1. Perbandingan semakin besar akan menyebabkan kemudi menjadi semakin ringan akan tetapi jumlah putaran akan bertambah banyak, untuk sudut belok yang sama.

### 3. STEERING LINKAGE

Steering linkage terdiri dari rod dan arm yang meneruskan tenaga gerak dari steering gear ke roda depan. Walaupun mobil bergerak naik turun, gerakan roda kemudi harus diteruskan keroda-roda depan dengan sangat tepat (akurat) setiap saat.

#### 2.5 Bagian-Bagian Mesin Kemudi Kapal

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

##### 1. *Mesin Steering*

Mesin steering adalah penggerak steering gear, sedangkan steering gear instalasi yang menghubungkan rudder dengan mesin. Mesin kemudi terdiri dari gigi-gigi atau gear, dan mesin penggerak yang cocok dimana bekerjanya tenaga steering gear; untuk memutar ke kanan/ke kiri dan menahan daun kemudi; dan menentukan posisinya.

##### 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 dikelilingi 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.

### 3. *Tiller atau Kuadran*

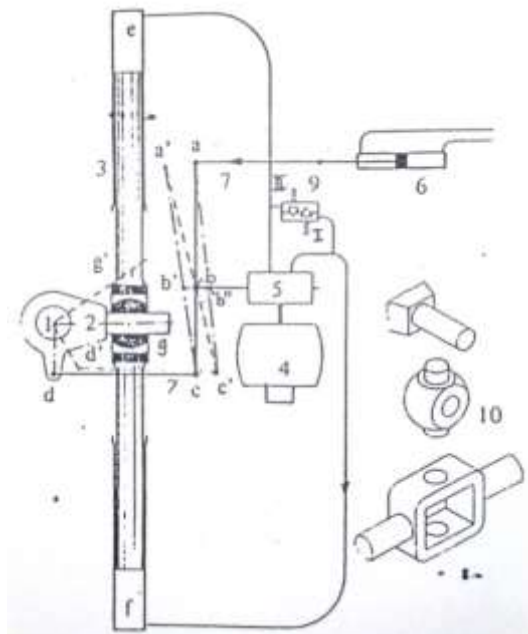
Perlengkapan yang menghubungkan poros daun kemudi dengan steering gear.

### 4. *Kontrol Steering Gear*

Perlengkapan yang menghubungkan mesin steering ke pusat kontrol kapalyang berada dianjungan atau di ruang steering gear. Kontrol gear pada mesinkemudi yang menghubungkan pusat-pusat kontrol di kapal untuk mengontrolkecepatan dan arah putaran daun kemudi. Teledinamik transmisi dapat berupahidrolik atau elektrik atau elektrohidrolik.

## 2.6 Cara Kerja Mesin Kemudi

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

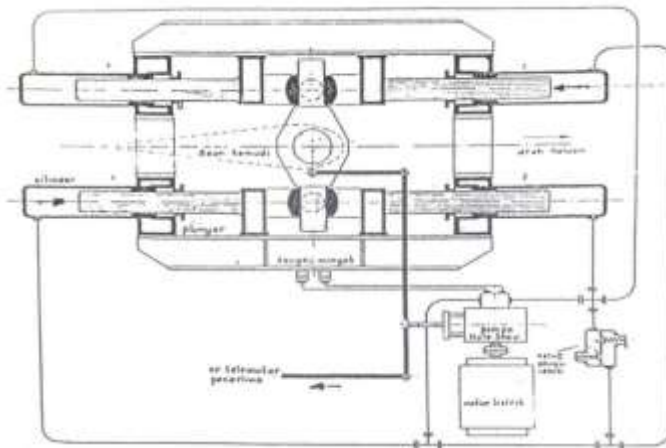


Gambar 2. Elektro Hidrolis  
(Sumber :MV. BERKAH PANDANARAN 02).

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)

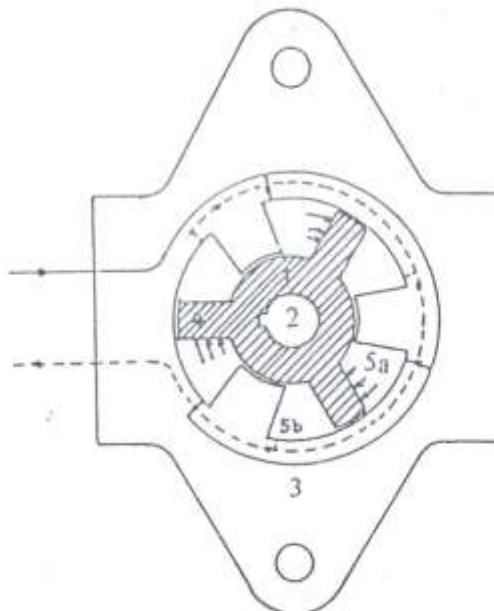
Mesin-mesin kemudi Hidrolis selalu dilengkapi dengan 2 buah pompa supaya kalau salah satu rusak yang lain dapat dipakai, kemudian yang rusak diperbaiki untuk cadangan.



Gambar 3. Elektro Hidrolis  
(Sumber : MV . BERKAH PANDANARAN 02).

#### 1. Mesin Kemudi Rotasi

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



Gambar 4. Mesin Kemudi Rotasi  
(Sumber MV. BERKAH PANDANARAN 02 ).

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

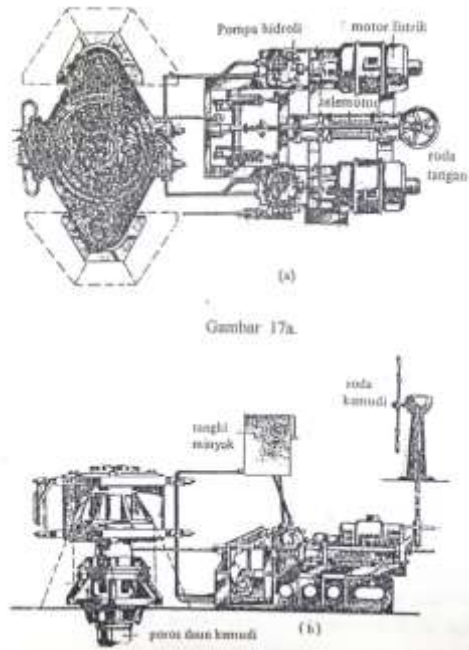


dalamnya (lihat gambar 16). Stator (3) dipasang erat dengan bagian kapal untuk mencegah kapal ikut berputar. Rotor dibentuk sedemikian hingga terjadi bentuk semacam sudu (4) pada rotor tersebut, sedang ruang di antara bentuk-bentuk sudu diisi dengan minyak, dan merupakan ruang tekan (5).

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  $35^\circ$  ke kanan dan  $35^\circ$  ke kiri, atau gerakan seluruhnya sebesar  $70^\circ$ , 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 lebih mudah. (Danuasmoro, 2003)

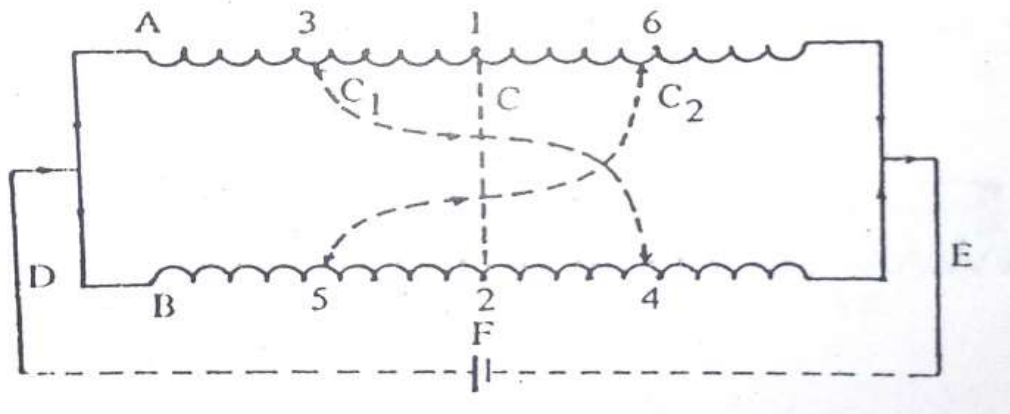


Gambar 5. Mesin Kemudi Rotasi  
(Sumber : MV. BERKAH PANDANARAN 02 )

## 2. Mesin Kemudi Listrik

Mesin kemudi 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 ( $C_1$ ) 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 ( $C_1$ ) dengan arah dari (3) ke (4), atau dari tahanan (A) menuju tahanan (B).



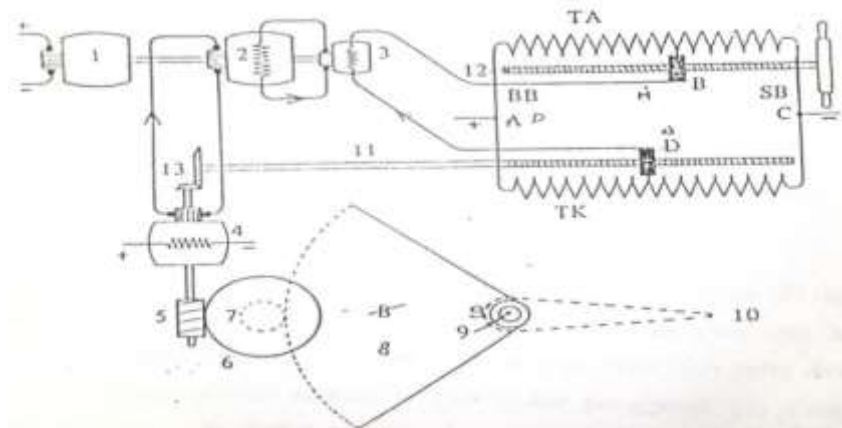
Gambar 6. Mesin Kemudi Listrik  
(Sumber :MV. BERKAH PANDANARAN 02).

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 mesin kemudi 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 7. Mesin Kemudi Listrik  
(Sumber :MV. BERKAH PANDANARAN 02)

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.