

BAB II

TINJAUAN MENGENAI SISTEM KEMUDI KAPAL

2.1. BAGIAN - BAGIAN UTAMA SISTEM KEMUDI

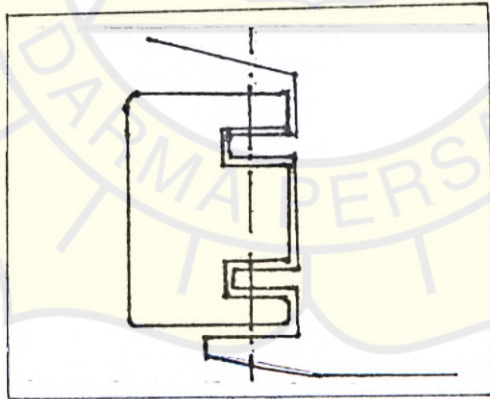
Untuk dapat berfungsi sebagai mana yang direncanakan, maka sistem kemudi kapal memiliki bagian-bagian utama (kecuali pada steerable rudder propeller) sebagai berikut :

1. Daun Kemudi (rudder).

Dengan gaya- gaya hidrodinamik akibat tahanan air yang bekerja padanya, daun kemudi akan merubah arah gerakan kapal.

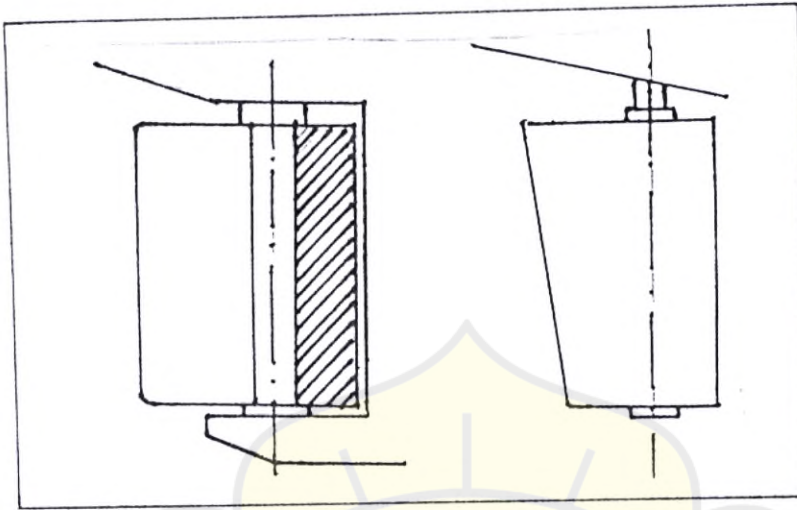
Dipandang dari letak daun kemudi terhadap porosnya maka kemudi dapat dibedakan menjadi :

- Kemudi biasa, dimana luas daun kemudi terletak dibelakang sumbu putar kemudi.



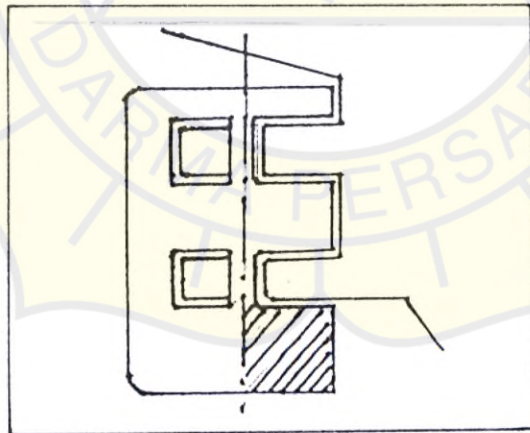
Gambar 2.1a. Kemudi Biasa

- Kemudi balansir, dimana luas daun kemudi terbagi menjadi dua bagian dimuka dan dibelakang sumbu putar kemudi.



Gambar 2.1b. Kemudi Balansir

- Kemudi setengah balansir, dimana bagian atas sayap kemudi termasuk kemudi biasa, sedangkan bagian bawah merupakan kemudi balansir, bagian atas dan bagian bawah tetap merupakan satu bagian.



Gambar 2.1c. kemudi Setengah Balansir

Berdasarkan konstruksinya kemudi dibedakan menjadi :

- Kemudi pelat
- Kemudi berongga
- Kemudi khusus

Berdasarkan peletakannya kemudi juga dibedakan menjadi :

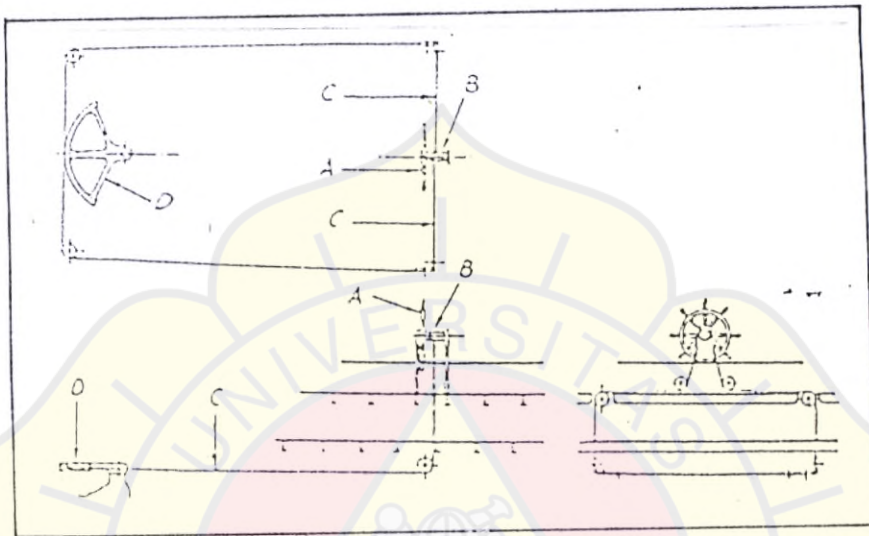
- Kemudi meletak gambar 2.1a. gambar 2.1b
 - Kemudi menggantung gambar 2.1c
 - Kemudi setengah menggantung gambar 2.1c
2. Tongkat kemudi (Rudder Stock).
Tongkat kemudi dan perlengkapannya menghubungkan daun kemudi dengan mesin kemudi dan akan mentransmisikan daya dari mesin kemudi ke daun kemudi.
 3. Mesin Kemudi (Steering Engine).
Mesin kemudi berfungsi memberikan daya untuk memutar daun kemudi sesuai arah yang diinginkan.
 4. Alat Kontrol.
Alat ini mengontrol sudut atau posisi daun kemudi sehubungan dengan arah yang diinginkan.

2.2. JENIS-JENIS MESIN KEMUDI

2.2.1. Hand Steering Gear

Suatu mesin kemudi tangan hand (steering gear) sepenuhnya digerakkan dengan tenaga manusia, mesin kemudi semacam ini hanya digunakan pada kapal kecil. Berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) pengoperasian dengan tangan dapat dibenarkan untuk poros kemudi dengan diameter maksimum 120 mm, sebanyak tidak lebih dari 25 kali putaran diperlukan untuk memutar roda kemudi tangan untuk menggerakkan daun kemudi dari posisi ujung kiri ke posisi ujung kanan.

Gaya yang dibutuhkan untuk menjalankan kemudi tangan pada umumnya tidak boleh lebih dari 20 kg, dengan memperhatikan efisiensi pengemudian. Gambar suatu mesin kemudi tangan, seperti gambar berikut:



Gambar 2.2. Mesin Kemudi Tangan

Bila roda kemudi (steering wheel) digerakkan kekanan maka drum yang berguna untuk menggulung kabel yang dihubungkan sedemikian rupa dengan tiller kwadran akan berputar ke kanan, sehingga menggulung kabel ke arah kanan. Oleh karenanya kabel yang menggerakkan tiller kwadran akan berputar ke kiri dan kwadranpun akan berputar ke kiri sehingga daun kemudi akan bergerak ke kiri.

Hal ini terjadi karena kabel sebelah kanan dari roda kemudi akan terulur dan bergerak ke arah kanan. Jadi dari sistem diatas dapat diketahui bahwa, jika kemudi digerakkan kekanan, maka daun kemudi akan bergerak kekanan. Kabel ditahan oleh piringan-piringan sehingga akan memperkecil tahanan gesek kabel.

2.2.2. Mesin Kemudi Uap

Mesin kemudi dengan penggerak tenaga uap biasanya dipakai pada kapal-kapal dengan instalasi-instalasi tenaga uap. Prinsip kerja mesin kemudi uap ini sama dengan prinsip kerja mesin uap torak. Mesin kemudi uap memiliki bagian-bagian utama : Silinder yang merupakan tempat ekspansi dan kompresi uap, piston yang melakukan gerak bolak balik untuk merubah energi yang dikandung uap menjadi energi mekanik, batang torak yang akan merubah gerakan translasi piston menjadi gerakan rotasi.

Gerakan rotasi inilah yang akan dimanfaatkan untuk menggerakkan daun kemudi pada suatu sudut tertentu. Mesin kemudi uap ini dapat melakukan putaran balik (reversing type steam engine) dengan cara menggerakkan katup penghidup pada arah yang berlawanan dan merubah arah aliran uap, sehingga mesin kemudi pada dua arah yang berlawanan.

Untuk mengkoordinasikan antara kerja roda kemudi dengan mesin kemudi, sistem kemudi uap ini dilengkapi dengan sistem transmisi penyambung roda kemudi yang disebut transmisi teledinamik, katup penghidup dan poros kemudi, sistem ini disebut servomotor. Sedangkan sistem transmisi teledinamik sendiri ada beberapa macam antara lain :

- Transmisi type batang (rod type)
- Transmisi bar
- Transmisi rack
- Transmisi type drum
- Transmisi hydrolic

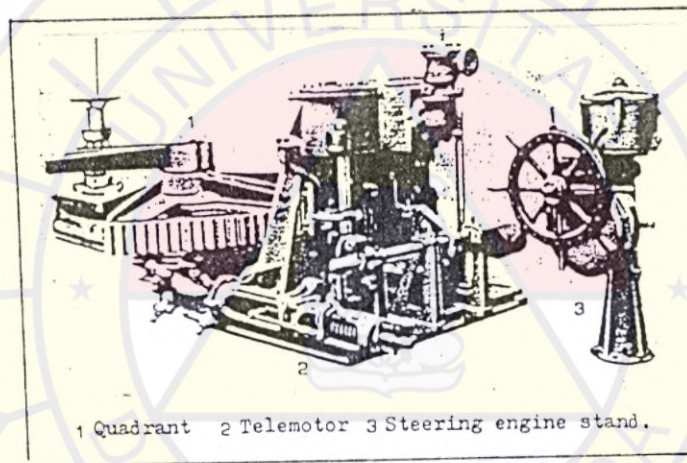
Karena adanya penempatan sistem kemudi yang tidak tepat diatas poros kemudi, maka ada dua macam sistem transmisi antara mesin kemudi ke poros kemudi yaitu :

- Transmisi type drum

- Transmisi type kwadran

Mesin kemudi type drum dilengkapi dengan drum dan tali atau rantai. Gerakan rotasi yang dihasilkan poros engkol dihubungkan dengan drum, drum berfungsi menggulung tali atau rantai yang menggerakkan poros kemudi sesuai arah yang diinginkan.

Sedangkan mesin kemudi uap type kwadran menggunakan tiller dan kwadran untuk menggerakkan poros kemudi. Poros engkol mesin yang dihubungkan dengan roda gigi cacing (worm gear) akan menggerakkan gigi pinion. Oleh pinion tersebut, rack pada kwadran akan digerakkan sehingga memutar poros kemudi.



Gambar 2.3. Mesin Kemudi Uap Type Kwadran

2.2.3. Mesin Kemudi Listrik

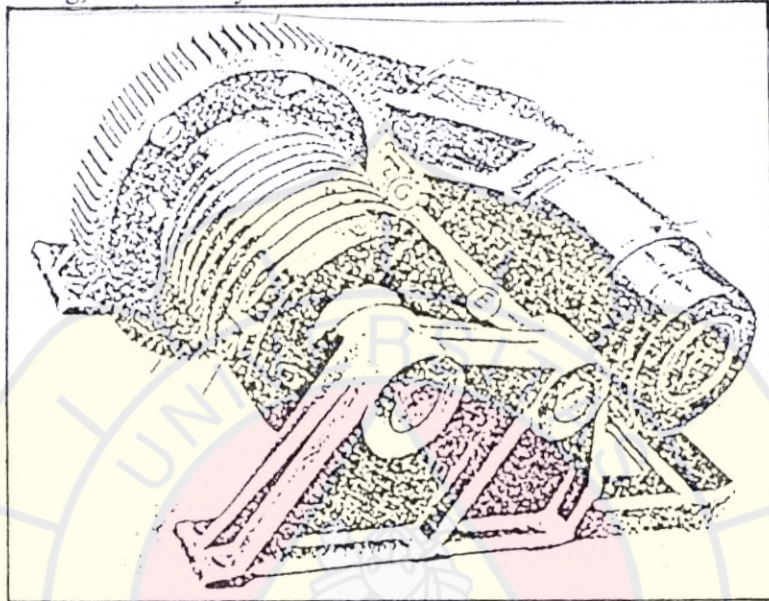
Mekanisme kerja mesin kemudi listrik hampir sama dengan mesin kemudi uap, kalau pada mesin kemudi uap penggerakannya adalah mesin uap atau proses kompresi dan ekspansi uap, maka pada mesin kemudi listrik penggerakannya adalah motor listrik. Suplai daya listrik diperoleh dari jala-jala listrik yang bersumber pada genset.

Seperti halnya mesin kemudi uap, mesin kemudi ini ada beberapa jenis Yaitu :

- Type kwadran

- Type drum
- Type ulir

Sedangkan transmisi teledinamiknya dapat menggunakan transmisi type batang, transmisi hydrolic atau electric telemotor.



Gambar 2.4. Mesin Kemudi Listrik

2.2.4. Mesin Kemudi Hydrolic

Setelah ditemukannya sistem transmisi teledinamik jenis hydrolic (hydrolic telemotor) oleh Mr Brown pada tahun 1988, penggunaan sistem hydrolic dalam bidang perkapalan berkembang, salah satunya adalah pemakaian sistem kemudi hydrolic (hydrolic steering gear).

Secara umum sistem kemudi hydrolic terdiri atas bagian-bagian :

- Transmisi teledinamik yang mentransmisikan gerakan alat pengemudian ke penghidup mesin kemudi. Ada beberapa jenis alat transmisi teledinamik yang banyak digunakan yaitu hydrolic telemotor dan electric telemotor. Pada hydrolic telemotor transmisi gerakan pengemudian menggunakan fluida oil atau emulsi air-oil dengan titik beku rendah. Sedangkan electric telemotor menggunakan rangkaian electronic untuk mentransmisikan gerakan handle pengemudian. Sinyal listrik yang ditransmisikan digunakan untuk menggerakkan katup solenoid (solenoid

valve) yang akan mengarahkan gerakan fluida kerja dan menghidupkan motor listrik penggerak pompa.

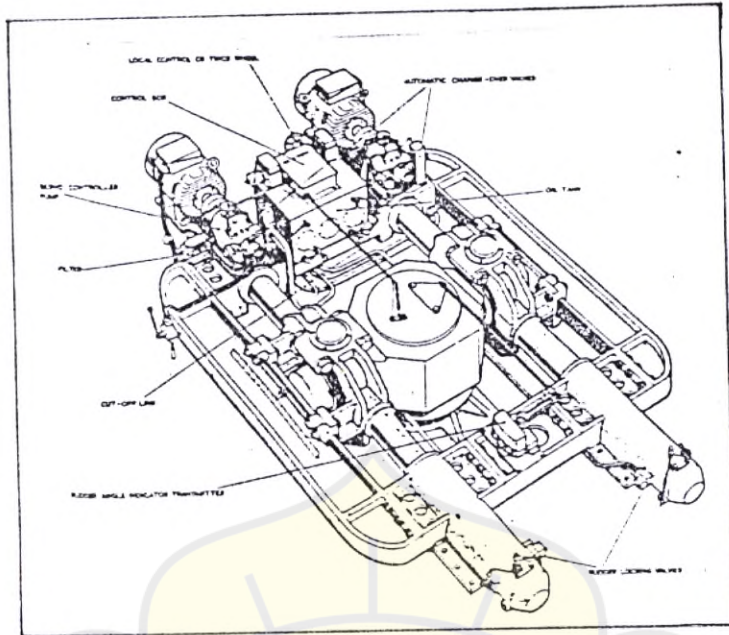
- Motor listrik, yang berfungsi menggerakkan pompa hydrolic sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan daun kemudi pada torsi maksimumnya.

- Pompa hydrolic, pompa ini memberikan energi pada fluida agar dapat mengalir sesuai tekanan dan kecepatan yang diinginkan. Pompa hydrolic yang digunakan adalah jenis pemindahan positif (positive displacement pump). Jenis ini yang banyak digunakan adalah pompa roda gigi (gear pump), pompa sudu-sudu (vane pump), pompa torak (piston pump), ketiganya mampu menghasilkan tekanan tinggi.

- Servomotor, yang berupa katup-katup untuk merubah aliran fluida sesuai arah gerakan daun kemudi yang diinginkan.

- Ram atau silinder hydrolic, pada alat ini energi fluida kerja yang berupa kecepatan dan tekanan dirubah menjadi gerakan translasi piston. Pada ram ini gaya yang lebih kecil yang dibawa oleh tekanan fluida akan dirubah menjadi gaya yang lebih besar oleh pembesaran luasan penampang silinder, inilah yang merupakan prinsip kerja mesin-mesin hydrolic. Dalam pemakaian suatu mesin kemudi hydrolic dapat terdiri atas satu dua, atau empat ram yang tergantung dari tekanan kerja serta gaya yang dihasilkan serta kreasi pabriknya.

Untuk suatu kemudi kapal ada persyaratan tertentu yang harus dipenuhi oleh suatu mesin kemudi. Persyaratan tersebut mengikuti peraturan Biro Klasifikasi Indonesia. Antara lain disyaratkan, bahwa sistem kemudi harus memiliki sistem kemudi utama dan darurat serta dapat dioperasikan dari beberapa tempat di kapal. Untuk itu sistem kemudi hydrolic dapat juga dari beberapa bagian dengan suatu sistem perpipaan tambahan dan katup-katup atau rangkaian servomotor serta dapat dioperasikan dengan tangan pada sistem kemudi daruratnya.



Gambar 2.5. Mesin Kemudi Hydraulic

2.3. TORSI PADA KEMUDI

Ketika suatu mesin kemudi dioperasikan dan daun kemudi digerakkan pada suatu sudut tertentu, maka akan bekerja gaya-gaya hidrodinamis. Gaya ini tidak simetris terhadap centerline daun kemudi, dan gaya tersebut akan menimbulkan torsi pada poros kemudi yang menghubungkan ke mesin kemudi. Disamping itu juga timbul momen terhadap titik berat kapal sehingga menyebabkan rotasi kapal terhadap sumbu yang saling tegak lurus yaitu : sumbu longitudinal atau sumbu memanjang kapal yang menyebabkan kapal oleng, dan sumbu transversal atau sumbu melintang kapal yang menyebabkan trim kapal serta sumbu vertikal. Dalam hubungannya dengan mesin kemudi hanya rotasi terhadap sumbu vertikal saja yang diperlukan dalam menentukan torsi kemudi.

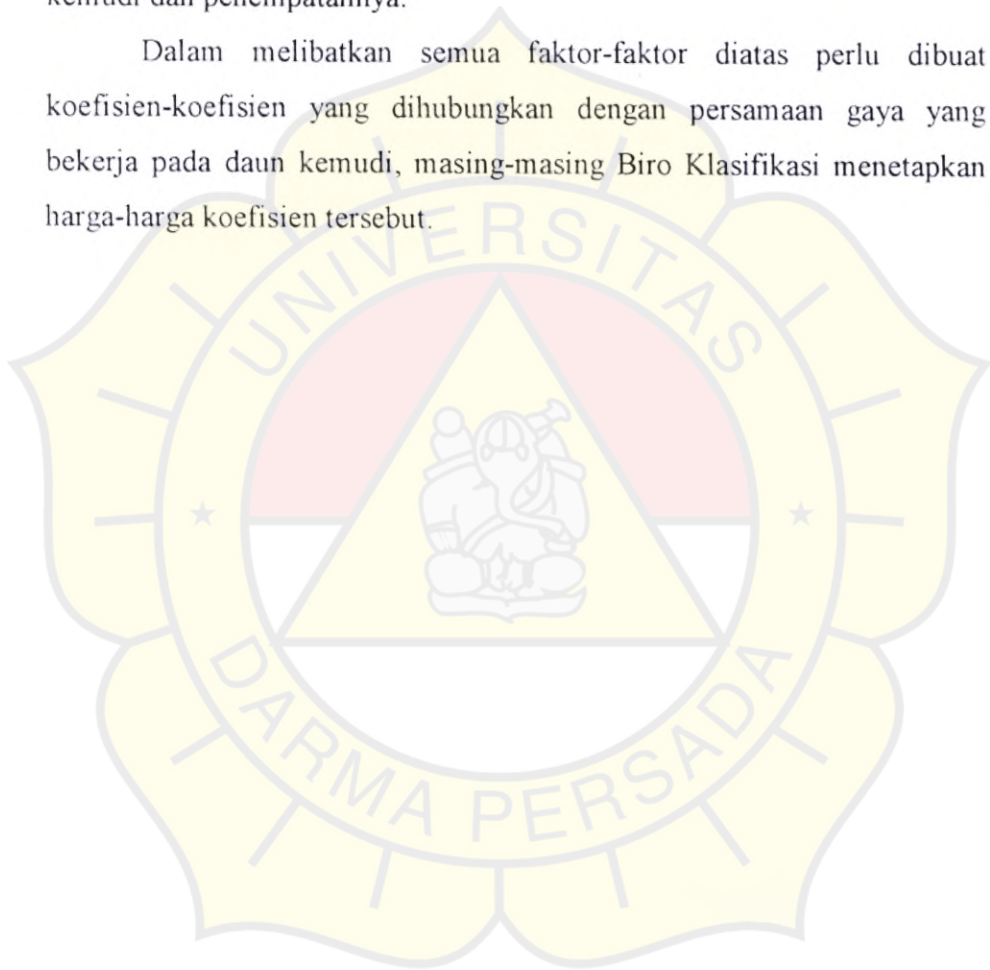
2.3.1. Gaya-gaya Hidrodinamika Yang Bekerja Pada Daun Kemudi.

Teori gaya-gaya yang bekerja pada daun kemudi dikembangkan dengan mengasumsikan suatu kemudi yang tenggelam dalam air digerakkan kemuka tanpa ada kapal didepannya. Penampang daun kemudi dianggap berbentuk aerofoil, jika daun kemudi digerakkan ke arah sisi kanan (starboard) maka akan terjadi gangguan aliran, sehingga kecepatan

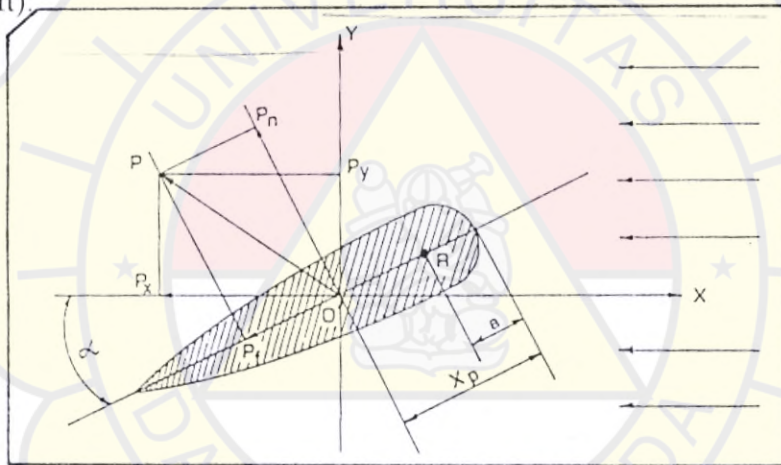
$$\text{Koefisien gaya tangensial, } C_t = \frac{P_t}{1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot F}$$

Selanjutnya pada pemakaian di kapal, besarnya gaya yang bekerja pada daun kemudi, disamping tergantung pada luasan daun kemudi, kecepatan kapal dan sudut putarnya juga tergantung jenis profil daun kemudi dan penempatannya.

Dalam melibatkan semua faktor-faktor diatas perlu dibuat koefisien-koefisien yang dihubungkan dengan persamaan gaya yang bekerja pada daun kemudi, masing-masing Biro Klasifikasi menetapkan harga-harga koefisien tersebut.



aliran pada kedua sisi daun kemudi berlainan, maka kecepatan akan turun. Sebaliknya pada sisi kiri (portside) kecepatan akan berkurang dan tekanannya akan bertambah. Akibat adanya perbedaan tekanan antara sisi kiri dan sisi kanan maka akan bekerja gaya P_n yang tegak lurus centerline daun kemudi yang berarah ke bagian (portside). Sedangkan akibat gerakan kemudi kemuka akan timbul tahanan air P_t yang sejajar dengan centerline kemudi. Resultante kedua gaya ini menghasilkan gaya P yang dapat diuraikan menjadi dua komponen gaya P_x pada centerline kapal yang berarah ke belakang yang disebut gaya tekan (drag) dan P_y tegak lurus centerline kapal yang berarah ke (portside) kapal yang disebut gaya angkat (lift)



Gambar 2.6. Gaya-gaya Hidrodinamik Pada Daun Kemudi

P_y = Gaya angkat (lift)

P_x = Gaya tekan (drag)

P_n = Gaya normal

P_t = Gaya tangential

$$P = (P_x^2 + P_y^2)^{1/2} = (P_n^2 + P_t^2)^{1/2}$$

$$P_n = P_y \cdot \cos \alpha + P_x \cdot \sin \alpha$$

$$P_t = P_x \cdot \cos \alpha + P_y \cdot \sin \alpha$$