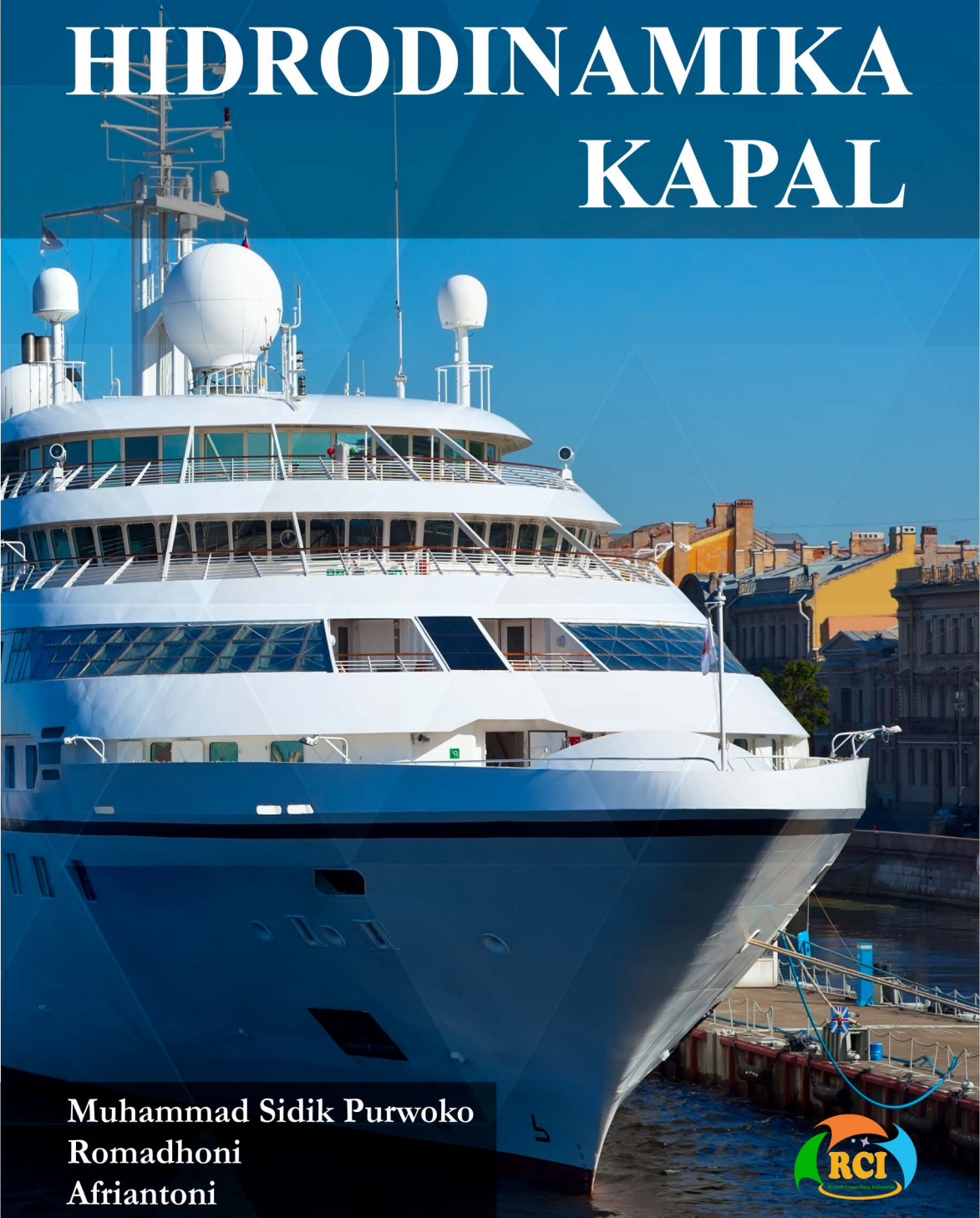


HIDRODINAMIKA KAPAL



Muhammad Sidik Purwoko
Romadhoni
Afriantoni



HIDRODINAMIKA KAPAL

HIDRODINAMIKA KAPAL

**Muhammad Sidik Purwoko
Romadhoni
Afriantoni**



HIDRODINAMIKA KAPAL

© Penerbit Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI)

Penulis:
Muhammad Sidik Purwoko
Romadhoni
Afriantoni

Editor:
Romadhoni

Cetakan Pertama: Juni 2022

Cover: Rusli

Tata Letak: Tim Kreatif PRCI

Hak Cipta 2022, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT
Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website: www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail: rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2022 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I -: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2022
Dimensi : 15,5 x 23 cm
ISBN: 978-623-448-122-8

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb,

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga Penulis dapat menyelesaikan buku ajar berupa Modul untuk Mata Kuliah Hidrodinamika Kapal.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan modul ini. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan modul ini.

Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu proses penyelesaian modul ini, terutama rekan-rekan Dosen Teknik Perkapalan yang telah membimbing penyusun dalam pembuatan modul ini. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya para peserta didik.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb

Bengkalis, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
MODUL 1 PENERAPAN HIDRODINAMIKA KAPAL.....	1
A. Displacment Monohull.....	1
B. Fast/Planning Monohull	2
C. Hydrofoil.....	3
D. Hovercraft.....	5
Rangkuman.....	7
Evaluasi	8
MODUL 2 ILMU DASAR FLUIDA.....	9
A. Ilmu Dasar Fluida.....	9
1. Definisi Fluida Dasar	9
B. Pengkategorian dalam Mekanika Fluida.....	10
1. Fluida statis.....	13
2. Fluida Dinamis.....	13
Rangkuman.....	14
Evaluasi	15
MODUL 3 HIDRODINAMIKA, HUKUM PASCAL DAN HUKUM ARCHIMEDES.....	16
A. Hukum Pokok Hidrostatika	17
B. Hukum Pascal.....	19
C. Hukum Archimedes	21
D. Terapung, Tenggelam dan Melayang.....	24
E. Penerapan Hukum Archimedes	26
Rangkuman.....	28
Evaluasi	28
MODUL 4 TEKANAN, TEKANAN HIDROSTAIK, TEKANAN MUTLAK.....	29

A. Tekanan.....	29
B. Tekanan Hidrostatik.....	30
C. Tekanana Mutlak.....	31
Rangkuman.....	32
Evaluasi.....	32
 MODUL 5 AZAZ BERNOULI, PENERAPAN HUKUM BERNOULI	35
A. Azas Bernaulli	35
B. Penerapan Hukum Bernoulli	37
C. Prinsip Bernouli	41
D. Cara Kerja Layar.....	43
Rangkuman.....	44
Evaluasi.....	45
 MODUL 6 PROPERTI AIR LAUT.....	47
A. Densitas Air Laut.....	47
B. Viskositas	47
C. Salinitas Air Laut.....	48
D. Temperatur Air Laut	51
Rangkuman.....	53
Evaluasi.....	53
 MODUL 7 PRINSIP DASAR BANGUNAN ATAS LAUT.....	54
A. Stabilitas.....	55
B. Gaya Eksitasi.....	58
C. Reston Gaya Eksistasi	60
D. Heading dan Encounter Frequency.....	60
Rangkuman.....	64
Evaluasi.....	65
 MODUL 8 TEORI GELOMBANG.....	67
A. Teori Gelombang.....	67
B. Parameter Gelombang Laut.....	68
C. Teori Gelombang Liner	70
D. Teori Gelombang Stokes	77
Rangkuman.....	80

Evaluasi	81
MODUL 9 KAREKTERISTIK BEBAN	83
A. Beban Statis.....	83
1. Beban Gravitasi	83
2. Beban Hidrostatik	83
3. Beban Hambatan.....	84
4. Beban Arus	85
B. Pengaruh gelombang terhadap badan kapal.....	85
1. Squat	85
2. Gerakan Kapal karena Pengaruh Gelombang	85
Rangkuman.....	92
Evaluasi	92
MODUL 10 RESPON STRULTUR BANGUNAN LAUT	93
A. Dinamika Kapal.....	93
B. Gerak Kapal di Gelombang.....	94
1. Sistem Koordinat	94
2. Karakteristik Gelombang.....	96
3. Asumsi-Asumsi dalam Teori Gelombang Permukaan	98
C. Spektrum Gelombang.....	99
1. Bretschneider – 1959.....	101
2. Bretschneider – 1969.....	101
3. Pierson-Moskowitz – 1964.....	101
4. ISSC-19964.....	102
5. Jonswap	102
6. ITTC/ISSC-1975	104
7. Wang – 1991.....	104
Rangkuman.....	106
Evaluasi	107
DAFTAR PUSTAKA.....	109
GLOSARIUM.....	111
BIOGRAFI PENULIS	113

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hitungan konversinya..... 30

Tabel 6.1 Densitas dan Viskositas Air..... 53

Tabel 7.1 Ilustrasi Perhitungan Tinggi Metasentra 57

Tabel 8.1 Formula Untuk Teori Gelombang Linear 75

Tabel 8.2 Kriteria Kedalaman dan Panjang Gelombang..... 76

Tabel 8.3 Formula Untuk Teori Gelombang Stokes O rde-Dua..... 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh kapal displasemen – Oil Tanker.....	1
Gambar 1.2 Kapal cepat.....	2
Gambar 1.3 Hydrofoil	5
Gambar 1.4 Hovercraft.....	6
Gambar 2.1 Pengkategorian dalam Mekanika Fluida.....	10
Gambar 2.2 Aliran Laminer dan Turbulen.....	12
Gambar 3.1 Tekanan hidrostatik yang di titik A, B dan C adalah sama	17
Gambar 3.2 Pipa U untuk mentukan massa jenis zat cair	18
Gambar 3.3 Pesawat hidrolik bedasarkan hukum pascal.....	20
Gambar 3.4 Gaya tekan Ke Aatas oleh Fluida	22
Gambar 3.5 Benda terapung saat $\rho_{\text{zat cair}} > \rho_{\text{benda}}$	24
Gambar 3.6 Benda tenggelam saat $\rho_{\text{zat cair}} < \rho_{\text{benda}}$	25
Gambar 3.7 Benda melayang saat $\rho_{\text{zat cair}} = \rho_{\text{benda}}$	25
Gambar 3.8 Kapal saat terapung ditentukan oleh posisi titik berat benda	27
Gambar 3.9 Galangan kapal.....	27
Gambar 4.1 Ilustrasi tekanan hidrostatik	31
Gambar 5.1 Aliran fluida dalam pipa	36
Gambar 5.2 Aliran fluida dalam pipa	37
Gambar 5.3 Perbedaan luas permukaan pada pipa	37
Gambar 5.4 Bentuk potongan sayap pesawat terbang.	39
Gambar 5.5 Gaya-gaya yang bekerja pada pesawat terbang.....	39
Gambar 5.6 Sketsa Ilustrasi prahu layar.....	40
Gambar 5.7 Gaya lift dan drag pada profil	42
Gambar 5.8 Cara kerja layar	43
Gambar 5.9 Hydrodynamic Lifet.....	43
Gambar 7.1 Pemodelan Kasus Stabilitas	56
Gambar 7.2 RAO Gerakan Heave.....	59
Gambar 7.3 Heading angle.....	61
Gambar 7.4 Daya apung pada gelombang regular.....	63
Gambar 7.5 Eksitasi heaving dan pitching pada gelombang.....	63
Gambar 8.1 Sketsa Profil Gelombang.....	69

Gambar 8.2 Profil Permukaan Bebas 2 Kali Gerak Gelombang.....	71
Gambar 8.3 Gerakan Gelombang 2 Dimensi pada Flat Bottom.....	72
Gambar 8.4 Klasifikasi Gelombang dan Sketsa Lintasan partikel Air	74
Gambar 8.5 Amplitudo Kecepatan Partikel Air VS Kedalaman Perairan.....	74
Gambar 8.6 Gerak orbit partikel zat cair di laut dangkal, transisi, dan dalam.....	77
Gambar 8.7 Sketsa Time history komponen orde pertama dan kedua	78
Gambar 8.8 Kecepatan Partikel Horizontal Komponen Orde Pertama dan Orde Kedua.....	78
Gambar 9.1 Sketsa Squat.....	85
Gambar 9.2 Sketsa pengaruh gelombang pada berat kapal	86
Gambar 9.3 Sketsa Kapal di atas air tenang dan defleksi lambung akibat gelombang ($\nabla w/L_{pp} \approx 1.0$).....	88
Gambar 9.4 Sketsa Kenaikan defleksi akibat slamming dan getaran pada lambung akibat hull whipping	90
Gambar 9.5 Sketsa Kenaikan defleksi akibat beban green water.....	91
Gambar 10.1 Macam-macam gerak rotasi kapal.....	93
Gambar 10.2 Macam-macam gerak translasi kapal.....	94
Gambar 10.3 Sistem koordinat gerak kapal.....	95
Gambar 10.4 Karakteristik gelombang.....	96
Gambar 10.5 Urutan perubahan rekaman gelombang menggunakan FFT	100



MODUL 1

PENERAPAN HIDRODINAMIKA KAPAL

A. Displacment Monohull

Displacment monohull adalah kapal yang selama bergerak atau berlayar tidak mengalami perubahan kondisi sarat bias dikatakan berjalan dengan mulus dengan tidak ada perubahan lift pada kapal sehingga kapal sangat setabil, biasanya terdapat pada kapal konvensional seperti kapal container, tanker yang memiliki bentuk lambung U.



Gambar 1.1 Contoh kapal displasemen – Oil Tanker

Sumber : wikipedia.org/wiki/Kapal

Kapal Displasemen Monohull merupakan jenis kapal dengan lambung tunggal yang dalam operasinya berat kapal secara keseluruhan ditopang oleh gaya angkat hidrostatis (buoyancy), dengan (hampir) tanpa gaya angkat secara hidrodinamik. Kapal jenis ini juga sering disebut dengan kapal hydrostatic yang merupakan kapal dengan displasemen yang besar, sebagian besar lambungnya terendam air. Tipe ini adalah tipe paling kuno dan paling umum dari segala jenis kapal, berkecepatan relatif rendah karena harus mengatasi tahanan air yang besar.

Kapal displacement bisa berukuran sangat besar, punya daya angkut yang baik seperti kapal cargo, tangker, penumpang, kapal induk, dan kapal ikan. Karena daya angkut yang besar kapal ini punya kemampuan pelayaran sangat jauh dibandingkan dengan jenis kapal lainnya. Kapal displacement adalah kapal segala musim, dengan kemampuan daerah pelayaran dari air tenang sampai berombak.

B. Fast/Planning Monohull

Planing Monohull atau kapal planing merupakan jenis kapal yang dalam operasinya berat kapal secara dominan akan ditopang oleh gaya angkat hidrodinamik, dibandingkan gaya angkat hidrostatik (*buoyancy*). Lambung kapal planing dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan hidrodinamik yang inheren pada lambung kapal displasemen tradisional terkait dengan kecepatan tinggi. Dalam pengembangannya, kapal planing memberi dorongan besar dalam pengembangan mesin ringan yang berdaya tinggi.



Gambar 1.2 Kapal cepat
Sumber :wikipedia.org/wiki/Kapal

Sebuah hardchine dimaksudkan untuk membuang semprotan ke sisi lambung dan untuk mencegah air naik sisi lambung, dimana hal itu akan meningkatkan drag. Chine dengan daerah datar yang luas (disebut chine flat) memberikan kontribusi yang signifikan

untuk menciptakan lift di kapal bergerak. Soft Chine menggambarkan belokan tajam di bagian lambung tetapi tidak sudut tajam. Ciri utama dari perahu soft chine adalah terciptanya gerakan naik secara halus pada jalur laut. Jauh lebih lembut daripada kapal hard chine tetapi kecepatan pada kapal soft chine tidak setinggi kapal hard chine.

C. Hydrofoil

Hydrofoil adalah sebuah kapal dengan bagian seperti sayap yang dipasang pada penyangga di bawah lambung kapal. Ketika kapal meningkatkan kecepatannya, hidrofoil memproduksi gaya angkat sehingga lambungnya terangkat dan keluar dari air. Ini menyebabkan pengurangan gesekan dan oleh karena itu peningkatan dalam kecepatan.

Hydrofoil awal menggunakan sayap atau *foil* berbentuk-U. Hydrofoil jenis ini dikenal sebagai *surface-piercing* karena sebagian dari hidrofoil ini akan terangkat di atas permukaan air. Hydrofoil modern menggunakan foil berbentuk-T yang keseluruhannya berada di bawah air. Hydrofoil selam lebih tidak terkena efek ombak, oleh karena itu mereka lebih stabil di laut dan lebih nyaman bagi para awak dan penumpang. Namun begitu konfigurasi ini tidak menstabilkan-sendiri. Sudut serang hidrofoil harus disesuaikan berkelanjutan dengan kondisi yang terus berubah, sebuah proses kontrol yang dilakukan oleh komputer. Kegagalan membuat penyesuaian yang benar akan membuat lambung kapal berbenturan dengan permukaan laut.

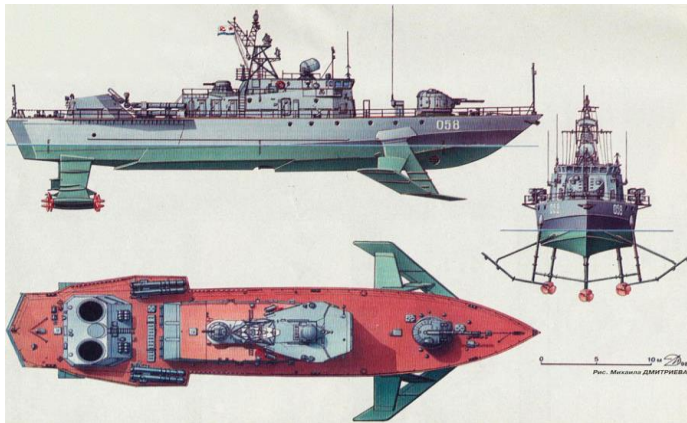
Hydrofoil merupakan salah satu kapal angkut tercepat dengan kecepatan 114 km/jam. Sebuah hydrofoil yang terpasang di area bawah lambung kapal berfungsi memberi gaya angkat dinamis sehingga badan lambung kapal terangkat diatas permukaan air. Alasan pemakaian dari hydrofoil adalah ketika lambung kapal mulai terangkat dari air dan berat kapal akan ditopang oleh foil sehingga memperkecil luas hambatan yang terjadi akibat gaya gesek antara lambung kapal yang tercelup

dengan air, foil memberikan efek meningkatkan gaya angkat pada kapal ketika kecepatan ditambahkan. Setelah lambung kapal terangkat dari air sampai batas maksimum, gaya angkat yang diperlukan konstan. Sebuah hydrofoil dikapal mempunyai berat yang sensitif dan harus dioperasikan pada kecepatan relatif tinggi yang bertujuan untuk memberikan gaya lift dinamis yang diinginkan untuk menopang berat dengan ukuran foil yang layak.

Pada kapal hydrofoil kebanyakan mempunyai corak yang berbeda pada strut-foil system-nya dengan kapal hydrofoil lainnya. Pada dasarnya tipe foil system dibagi menjadi Surface piercing foil dan Completely submerged. Foil diklasifikasikan konvensional bila 65% atau lebih berat disangga oleh foil depan, apabila 65% berat kapal disangga foil bagian depan maka susunan ini disebut canard dan bila berat kapal didistribusikan cukup merata untuk foil depan dan belakang maka konfigurasi ini disebut tandem.

Berdasarkan bentuk penampang sayap foil pada umumnya ada 4, yakni:

1. Rectangular, yaitu sayap yang memiliki chord sama sepanjang sayap.
2. Tapered, yaitu sayap dengan panjang chord tidak sama antara ujung (tip) dan pangkal (root) dimana leading edge membentuk sudut ke depan dan trailing edge membentuk sudut ke belakang.
3. Delta, yaitu sayap bentuk segitiga.
4. Swept, yaitu sayap dengan panjang chord yang tidak sama antara tip dan root. Tapi pada jenis ini leading edge dan trailing edge membentuk sudut ke depan



Gambar 1.3 Hydrofoil

Sumber : wikipedia.org/wiki/Kapal

D. Hovercraft

Hovercraft merupakan sebuah wahana amfibi (bisa bergerak di daratan dan perairan) dan juga kendaraan yang unik sekali dan sebetulnya sangat bermanfaat terutama di negara perairan seperti Indonesia ini. Pengertian Hovercraft sendiri secara teknis adalah adalah suatu kendaraan yang berjalan diatas bantalan udara (air cushion). Bantalan udara tersebut ditimbulkan dengan cara meniupkan udara ke ruang bawah hovercraft (plenum chamber) melalui skirt (sekat yang lentur) sehingga tekanan udara didalam plenum chamber lebih tinggi daripada tekanan udara luar sehingga timbul gaya angkat. Untuk menggerakkan hovercraft, digunakan gaya dorong yang diperoleh dari propeller seperti pada pesawat udara.

Hovercraft memiliki 3 bagian penting, yaitu Hull, skirt dan sumber tenaga (machine). Hull merupakan bagian bodi utama yang terbuat dari bahan aluminium atau fiberglass serta di buat kedap air untuk menahan kebocoran serta di dalam nya di beri bahan polyurethane foam untuk menjaga tetap mengapung walau ada kebocoran dalam hull pada stadium tertentu. Bagian Skirt adalah ciri utama sebuah hovercraft, yaitu sebuah bagian yang membuat kendaraan ini mengapung/mengambang dan fungsinya menahan

udara agar tidak keluar skirt sendiri terbuat dari bahan kain (tekstil) yang dilapisi karet. Yang terakhir adalah bagian mesin yang merupakan sumber tenaga dari kendaraan ini untuk bergerak, tersedia mesin bertenaga bensin atau diesel dan sebuah baling baling besar (propeller) untuk menghasilkan daya dorong.

Penjelasan singkatnya adalah: Mesin memutar baling-baling (fan) melalui gearbox atau belt drive. Aliran udara yang dihasilkan fan akan mendorong hovercraft bergerak ke depan. Agar hovercraft bisa mengambang (hover), seperti dari aliran fan disalurkan melalui transfer duct. Udara dari transfer duct akan mengisi dan mengembangkan bantalan udara (skirt) yang dipasang di sekeliling bodi. Bagian bawah bantalan udara dilubangi sehingga udara bisa mengalir ke bawah dan mengangkat hovercraft. Agar bisa berbelok, di belakang fan dipasang rudder (kemudi belok) yang akan mengarahkan aliran udara ke kiri atau ke kanan. Sedangkan untuk pengereman dilakukan dengan cara mengurangi tenaga dorong (reduce power) dan menggerakkan rudder pada posisi tertutup (closed). Setelah itu matikan mesin dan hovercraft akan menggelosor (sliding).



Gambar 1.4 Hovercraft
Sumber : wikipedia.org/wiki/Kapal

Rangkuman

Hidrodinamika adalah salah satu cabang ilmu yang berhubungan dengan gerak liquid atau lebih dikhususkan pada gerak air, Sedangkan Hidrodinamika Kapal adalah ilmu yang mengkaji fenomena gerakan kapal di air, metode komputasi untuk menguji gerakan kapal di air dapat menggunakan CFD (Computer Fluid Dynamic).

Penerapan hidrodinamika antara lain.

1. Displacement Hull
2. Fast Planing Hull
3. Hydrofoil
4. Hovercraft

Evaluasi

Jelaskan tentang beberapa definisi yang ada dibawah ini dengan baik dan benar?

1. Hidrodinamika kapal
2. Displacement hull
3. Fast planning hull
4. Hydrofoil
5. Hovercraft

MODUL 2

ILMU DASAR FLUIDA

A. Ilmu Dasar Fluida

1. Definisi Fluida Dasar

Ilmu tentang adanya teori fluida mekanis didasari oleh sebuah konsep dari sebuah masa dasar atau partikel dari fluida. Partikel ini tidak berbentuk atau sulit untuk di gambarkan bentuknya. Partikel ini juga mungkin sebagian sebuah corpus alienum, sebuah badan di dalam mekanik dari sebuah rangkaian. Ini juga sebagai sebuah pengantar untuk lebih memahami istilah dalam arti fisika dari persamaan-persamaan defferensial yang mengatur gerakan arus.

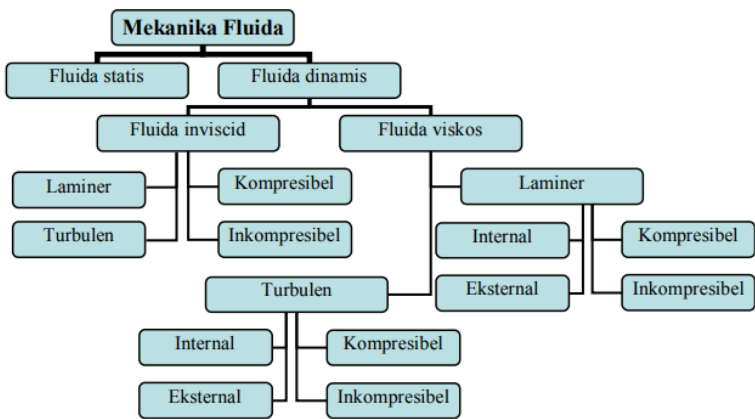
Seperti halnya dengan konsep dasar teori mekanik dari unsur padat yang di dasari oleh yang disebut sebuah “material point”, basis dari teori fluida mekanik didasarkan pada fungsi mekanik dari masa dasar dari fluida. Seperti sebuah masa dasar dari fluida yang biasanya bersama-sama dengan material poin di dalam kinematics dari sebuah tubuh padat, apakah di asumsikan sangat kecil atau cukup kecil yang semua bagian-bagian dari elemen dapat di artikan memiliki velositas yang sama translasi V dan mempunyai densitas yang sama ρ . partikel fluida dasar ini di asumsikan menjadi homogen atau homogeneous, isotropic dan berkesinambungan atau *continous* dalam pengertian *maeroscopic*. Pola molecular dan sebuah molekuler dan pergerakan – pergerakan Brownian yang disertai partikel, adalah sebuah subjek yang dihadapkan dengan teori kinetik fluida, tidak akan dapat diambil sebagai hitungan.

Mekanika fluida memiliki definisi cabang ilmu yang menelaah gaya dan gerakan yang terjadi dalam fluida. Gaya menghasilkan gerakan, dan sebaliknya, gerakan dapat menghasilkan gaya. Gaya dan gerakan selalu berkaitan dengan momentum dan energi. Kincir angin merupakan mesin fluida (fluid machinery) yang

mengubah energi kinetik yang dimiliki oleh udara yang bergerak, untuk kemudian menyimpannya dalam bentuk energi listrik; atau bisa juga dikonversi secara langsung menjadi energi mekanis untuk memompa air. Kipas angin adalah mesin fluida yang mengonversikan energi listrik menjadi gerakan udara. Udara dapat digerakkan oleh kipas angin dengan menggunakan sudu-sudu dengan desain yang sedemikian hingga fluida dapat dialirkan dan diarahkan dengan baik dalam jumlah sesuai yang dibutuhkan. Pada fluida yang tidak bergerak (statis), gaya yang terjadi adalah akibat tekanan fluida pada batas/dinding dimana fluida berada.

B. Pengkategorian dalam Mekanika Fluida

Secara umum mekanika fluida dibagi menjadi dua, yaitu fluida statis, dan fluida dinamis. Pengkategorian dan peristilahan dalam mekanika fluida dijelaskan pada diagram pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Pengkategorian dalam Mekanika Fluida
Sumber : Fluid Mechanics. 5th ed

Aliran fluida inviscid adalah aliran dengan viskositas nol, atau dianggap nol, atau aliran dimana perbedaan tegangan geser antar lapisan fluida nol (gradien kecepatan arah vertikal sudah tidak terjadi). Fluida inviscid selalu digunakan dalam mekanika fluida yang murni teoritis (hidrodinamika). Persamaan-persamaan

dalam hidrodinamika senantiasa mengabaikan viskositas. Pada aliran inviscid, kecepatan fluida tidak dipengaruhi oleh permukaan padat. Pada fluida statis tidak terjadi tegangan geser, dengan demikian fluida statis adalah fluida inviscid.

Untuk aliran fluida viskos, kecepatan tepat pada permukaan padat yang tidak bergerak adalah nol. Atau dapat dikatakan bahwa tidak terjadi slip pada permukaan benda tempat fluida mengalir tersebut (no-slip condition). Sampai batas ketebalan tertentu dari permukaan tempat mengalir terjadi gradien kecepatan sampai jarak vertikal tertentu dimana kecepatannya sama dengan kecepatan aliran bebas. Pada bagian dimana kecepatan fluida sudah sama dengan kecepatan aliran bebas, fluida dapat dianggap inviscid.

Aliran laminar adalah aliran dimana partikel fluida bergerak sejajar dalam layer atau serat aliran fluida. Sedangkan aliran turbulen aliran dimana partikel fluida bergerak ke segala arah dengan kecepatan sama atau berbeda terhadap proyeksi sumbu x , y dan z . Partikel fluida berpindah dari satu layer ke layer lainnya dengan gerakan yang acak. Profil kecepatan aliran laminar lebih tumpul; sedangkan aliran turbulen lebih datar (flat) karena kecepatannya lebih seragam; seperti terlihat pada Gambar 2.1. Tingkat turbulensi yang terjadi bergantung pada kekentalan fluida, berat jenis, kecepatan pergerakan partikel itu sendiri, dan geometri tempat fluida mengalir.

Fluida compressible atau mampu mampat adalah fluida yang densitas atau kerapatan massanya bisa berubah-ubah; densitas meningkat jika menerima tekanan, dan menurun jika mengalami ekspansi. Fluida incompressible atau tak mampu mampat adalah fluida yang jika dikenai tekanan perubahan kerapatan massanya sangat kecil sehingga diabaikan dan dianggap tidak bisa berubah densitasnya. Udara mampu dimampatkan oleh kompresor; sedangkan udara yang mengalir di sekitar bodi mobil atau kipas angin umumnya dianggap inkompresibel. Udara yang bergerak

cepat, akan mengalami kompresi; namun biasanya baru dianggap kompresibel jika kecepatannya melebihi sepertiga dari kecepatan suara. Air dalam berbagai macam aplikasi selalu dianggap inkompresibel karena perubahan densitasnya sangat kecil.



Gambar 2.2 Aliran Laminer dan Turbulen

Sumber : Fluid Mechanics. 5th ed

Aliran internal adalah aliran fluida yang dibatasi oleh permukaan padat, misalnya aliran dalam pipa. Sedangkan aliran eksternal adalah aliran fluida di sekitar benda padat; dimana benda tersebut dilingkupi atau direndam oleh aliran fluida, misalnya aliran di sekitar bodi mobil dan aliran melintasi gedung/bangunan. Sebuah kategori lain yang tidak termasuk dalam aliran internal maupun eksternal adalah aliran dalam saluran terbuka (open channel flow); misalnya aliran melalui sungai.

Selain istilah-istilah sesuai pengkategorian di atas, kita akan sering menggunakan istilah aliran stedi (steady) dan tidak stedi (unsteady) serta aliran seragam (uniform) dan tidak seragam (non uniform). Bila properti-properti fluida di suatu posisi dalam medan aliran tidak berubah menurut waktu, aliran tersebut disebut aliran stedi atau aliran stasioner. Pada aliran stedi, variabel-variabel aliran bisa berubah dari satu posisi ke posisi lainnya, tetapi nilai variabel tersebut harus tetap di posisi yang sama setiap saat. Sedangkan aliran tidak stedi adalah aliran dimana propertinya berubah terhadap waktu. Suatu aliran dikatakan seragam bila kecepatan pada arah tegak lurus terhadap penampang saluran sama besar di seluruh bagian permukaan penampang tersebut. Dalam kebanyakan eksperimen aliran fluida, aliran dikondisikan dalam keadaan seragam.

Dalam analisis mekanika fluida ada juga istilah fluida ideal (ideal fluids) dan fluida sempurna (perfect fluids). Fluida ideal adalah fluida yang tanpa viskositas dan tidak bisa dimampatkan; fluida yang diidealkan ini sebenarnya tidak ada. Sedangkan fluida sempurna adalah fluida tanpa viskositas, tapi bisa dimampatkan.

1. Fluida statis

Fluida statis adalah fluida dalam keadaan diam atau fluida bergerak yang tidak terjadi --atau diasumsikan tidak terjadi-- perbedaan kecepatan relatif antara lapisan-lapisan geser dalam fluida tersebut. Pada fluida statis, nilai tekanan sama dalam semua arah. Hukum-hukum dasar tentang fluida statis yang akan kita bahas adalah Hukum Hidrostatika, Hukum Pascal, dan Hukum Archimedes beserta penerapannya.

2. Fluida Dinamis

Fluida dinamis adalah fluida (bisa berupa zat cair, gas) yang bergerak. Untuk memudahkan dalam mempelajari, fluida disini dianggap steady (mempunyai kecepatan yang konstan terhadap waktu), tak termampatkan (tidak mengalami perubahan volume), tidak kental, tidak turbulen (tidak mengalami putaran-putaran). Jenis aliran fluida dinamis

Ada beberapa jenis aliran fluida. Lintasan yang ditempuh suatu fluida yang sedang bergerak disebut garis alir. Berikut ini beberapa jenis aliran fluida.

- a. Aliran lurus atau *laminer* yaitu aliran fluida mulus. Lapisan-lapisan yang bersebelahan meluncur satu sama lain dengan mulus. Pada aliran partikel fluida mengikuti lintasan yang mulus dan lintasan ini tidak saling bersilangan. Aliran laminer dijumpai pada air yang dialirkan melalui pipa atau selang.
- b. Aliran *turbulen* yaitu aliran yang ditandai dengan adanya lingkaran-lingkaran tak menentu dan menyerupai pusaran. Aliran turbulen sering dijumpai di sungai-sungai dan selokan-selokan

Besaran dalam fluida dinamis

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{Av\Delta t}{\Delta t} Av \quad (2.1)$$

Dimana :

Q = debit aliran (m³/s)

A = luas penampang (m²)

V = laju aliran fluida (m/s)

Aliran fluida sering dinyatakan dalam debit aliran

$$Q = \frac{v}{t} \quad (2.2)$$

Dimana :

Q = debit aliran (m³/s)

V = volume (m³)

t = selang waktu (s)

Rangkuman

Fluida adalah segala jenis zat yang dapat mengalir dalam wujud gas maupun cair. Berdasarkan pergerakannya, fluida dibedakan menjadi fluida statik dan fluida dinamik.

<https://id.wikipedia.org/wiki/Fluida> - [cite note-](#)

[FOOTNOTESinuraya, Wahyuni, dan Panggabean201893-94-2](#) Fluida adalah sub-himpunan dari fase benda, termasuk cairan, gas, plasma, dan padat plastik. Fluida memiliki sifat tidak menolak terhadap perubahan bentuk dan kemampuan untuk mengalir (atau umumnya kemampuannya untuk mengambil bentuk dari wadah mereka). Sifat ini biasanya dikarenakan sebuah fungsi dari ketidakmampuan mereka mengadakan *shear stress* (tegangan geser) dalam ekuilibrium statik. Konsekuensi dari sifat ini adalah hukum Pascal yang menekankan pentingnya tekanan dalam menggolongkan bentuk fluid. Dapat disimpulkan bahwa fluida adalah zat atau entitas yang terdeformasi secara

berkesinambungan apabila diberi tegangan geser walau sekecil apapun tegangan geser itu.

Evaluasi

Jelaskan tentang beberapa definisi yang ada dibawah ini dengan baik dan benar?

1. Apa perbedaan fluida statis dan fluida dinamis?
2. Sebutkan contoh fluida statis dan dinamis?



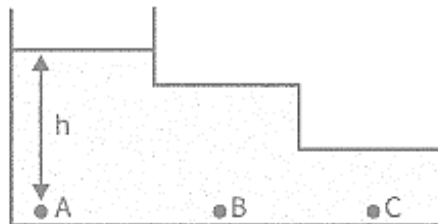
MODUL 3

HIDRODINAMIKA, HUKUM PASCAL DAN HUKUM ARCHIMEDES

A. Hukum Pokok Hidrostatika

Telah diketahui sebelumnya bahwa tekanan yang dilakukan oleh zat cair besarnya tergantung pada kedalamannya, $P = \rho \cdot g \cdot h$. Hal ini menunjukkan bahwa titik-titik yang berada pada kedalaman yang sama mengalami tekanan hidrostatik yang sama pula. Fenomena ini dikenal dengan Hukum Hidrostatika yang dinyatakan: Tekanan hidrostatik di semua titik yang terletak pada satu bidang mendatar di dalam satu jenis zat cair besarnya sama. Perhatikan Gambar 1.3 di bawah. Berdasarkan Hukum Pokok Hidrostatika, maka tekanan di titik A, B, dan C besarnya sama.

$$P_A = P_B = P_C = \rho \cdot g \cdot h \quad (3.1)$$



Gambar 3.1 Tekanan hidrostatik yang di titik A, B dan C adalah sama

Sumber : Hidrodinamika Dasar, Pratiko

Hukum Pokok Hidrostatika dapat digunakan untuk menentukan massa jenis zat cair dengan menggunakan pipa U (Gambar 1.4). Zat cair yang sudah diketahui massa jenisnya (ρ_2) dimasukkan dalam pipa U, kemudian zat cair yang akan dicari massa jenisnya (ρ_1) dituangkan pada kaki yang lain setinggi h_1 . Adapun h_2 adalah