

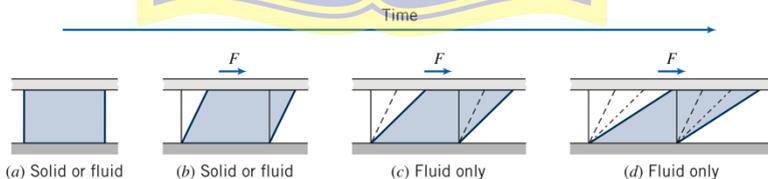
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Fluida

Fluida didefinisikan sebagai suatu zat/substansi yang sangat mudah sekali mengalami deformasi (bergerak) apabila dikenai suatu gaya geser, seberapapun kecilnya gaya geser tersebut dikenakan padanya. Hal ini tentu berbeda dengan zat padat. Karena zat padat hanya akan terdeformasi/bergerak/berubah bentuk apabila padanya dikenakan suatu gaya geser yang melebihi batas ijin deformasinya. (*Vlachopoulos, 1984*).

Kita bisa melihat perbedaan antara perilaku padatan dan cairan pada Gambar. 1.1. Jika kita menempatkan spesimen dari salah satu bahan di antara dua lempeng (Gbr. 1.1a) dan kemudian menerapkan gaya geser F , masing-masing awalnya akan deformasi (Gbr. 1.1b); Namun, padahal zat padat akan diam (dengan asumsi gaya tidak cukup besar untuk melampaui batas elastisnya), fluida akan terus deformasi (Gbr. 1.1c, Gbr. 1.1d, dll.) selama gaya tersebut diterapkan. Perhatikan bahwa fluida yang bersentuhan dengan permukaan padat tidak tergelincir — itu memiliki kecepatan yang sama dengan permukaan karena kondisi permukaan yang tidak licin, sebuah fakta percobaan. (*Pritchard, 2010*).



Gambar 2.1 Perbedaan perilaku dari bentuk padatan dan cairan dikarenakan gaya geser F

2.2 Parameter Fisik Fluida

Pada dasarnya fluida dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk wujudnya atau phasenya kedalam 3 (tiga) kategori: padat, cair, dan gas. Untuk cair dan gas biasa disebut dengan fluida.

1. Fluida Gas

Merupakan fluida dengan partikel yang renggang dimana gaya tarik antara molekul sejenis relatif lemah dan sangat ringan sehingga dapat melayang dengan bebas serta volumenya tidak menentu, dan akan sepenuhnya mengisi volume sesuai dengan wadahnya. (Gerhart, 2016).

2. Fluida Cair

Merupakan fluida dengan partikel yang rapat dimana gaya tarik antara molekul sejenisnya sangat kuat dan mempunyai permukaan bebas serta cenderung untuk mempertahankan volumenya. (Gerhart, 2016).

2.3 Ruang Lingkup Mekanika Fluida

Secara umum lingkup bahasan dalam mekanika fluida ini adalah meliputi :

1. Statika Fluida

Statika fluida memperhatikan keseimbangan kekuatan yang menstabilkan fluida yang statis atau diam. Khususnya untuk cairan, Sebagian besar tekanan berubah sesuai dengan ketinggiannya, perlu diperhitungkan kedalamannya. (Nakayama, 1998). Sehingga dalam statika fluida mempelajari segala fenomena yang mungkin ditimbulkan oleh fluida yang statis/diam, seperti variasi tekanan, gaya hidrostatis benda yang tercelup, gaya *buoyancy* dan lain-lain.

2. Dinamika Fluida

Dalam dinamika fluida dibahas segala fenomena yang timbul akibat dinamika aliran fluida, seperti kecepatan aliran, momentum aliran, gaya-gaya aliran, energi, dan lain-lain.

2.4 Udara

Udara merujuk kepada campuran gas yang terdapat pada permukaan bumi. Udara tidak tampak mata, tidak berbau, dan tidak ada rasanya. Kehadiran udara hanya dapat dilihat dari adanya angin yang menggerakkan benda. Udara termasuk salah satu jenis sumber daya alam karena memiliki banyak fungsi bagi makhluk hidup.

Kandungan elemen senyawa gas dan partikel dalam udara akan berubah-ubah dengan ketinggian dari permukaan tanah. Demikian juga massanya akan berkurang seiring dengan ketinggian. Semakin dekat dengan lapisan troposfer, maka udara semakin tipis, sehingga melewati batas gravitasi bumi, maka udara akan hampa sama sekali.

2.4.1. Aliran Udara

Udara biasanya memasuki pipa dengan kecepatan yang hampir sama pada tiap bagian, pada saat udara bergerak melewati pipa, efek viskos menyebabkan tetap menempel pada dinding pipa.

Osborne Reynolds menunjukkan secara eksperimental pada tahun 1883 (Manchester) bahwa aliran laminar, aliran cairan tetap paralel. Ini ditunjukkan dengan bantuan filamen pewarna yang disuntikkan dalam aliran yang tetap utuh pada kecepatan aliran rendah dalam tabung. Ketika kecepatan aliran meningkat (melalui katup kontrol), suatu titik dicapai di mana filamen pewarna pada awalnya mulai berosilasi kemudian pecah sehingga warnanya menyebar ke seluruh penampang yang mengindikasikan bahwa

partikel cairan tidak lagi bergerak secara tertib tetapi menempati posisi relatif yang berbeda di bagian-bagian hilir berturut-turut

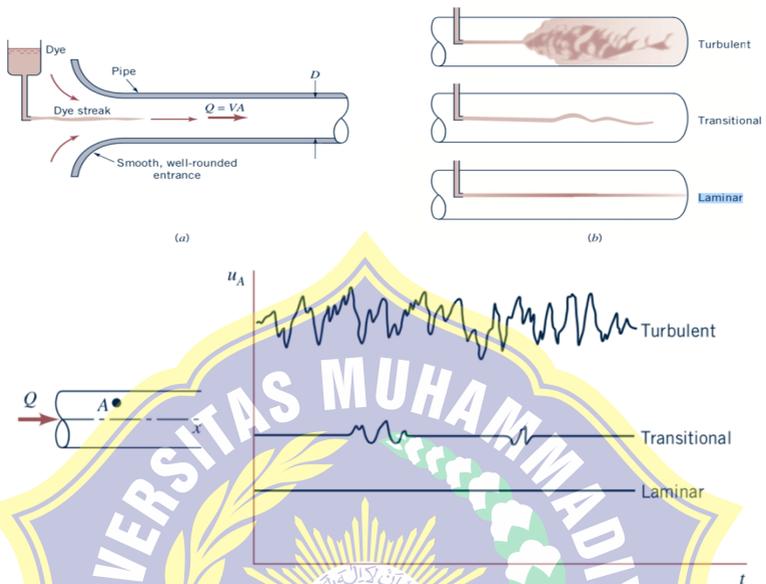
Aliran udara menurut alirannya dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu :

1. Aliran Laminer

Merupakan aliran dimana fluida dianggap mengalir pada lapisan masing-masing dengan kecepatan konstan, aliran laminer adalah aliran fluida yang bergerak dengan kondisi lapisan-lapisan yang membentuk garis-garis alir dan tidak berpotongan satu sama lain. Alirannya relatif mempunyai kecepatan rendah dan fluidanya bergerak sejajar (laminar) & mempunyai batasan-batasan yang berisi aliran fluida. Partikel fluida mengalir atau bergerak dengan bentuk garis lurus dan sejajar. Laminar adalah ciri dari arus yang berkecepatan rendah, dan partikel sedimen dalam zona aliran berpindah dengan menggelinding ataupun terangkat. Pada laju aliran rendah, aliran laminer tergambar sebagai filamen panjang yang mengalir sepanjang aliran. Aliran laminer mempunyai Bilangan Reynold lebih kecil dari 2300

2. Aliran Turbulen

Aliran turbulen adalah aliran fluida yang partikel-partikelnya bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan berfluktuasi yang saling interaksi. Akibat dari hal tersebut garis alir antar partikel fluidanya saling berpotongan. Turbulen mengalirkan partikel-partikel dengan dua cara; dengan penambahan gaya fluida dan penurunan tekanan lokal ketika pusaran turbulen bekerja padanya. Aliran turbulen mempunyai bilangan Reynold yang lebih besar dari 4000.



Gambar 2.2. Percobaan untuk menunjukkan tipe aliran, dan pengaruh waktu terhadap kecepatan fluida.

Reynolds juga menemukan bahwa bukan hanya kecepatan udara rata-rata (v) yang menentukan apakah aliran itu laminar atau turbulen, tetapi juga bahwa massa jenis (ρ) dan viskositas (μ) dari fluida dan diameter pipa (D), juga menentukan jenis aliran. Dia mengusulkan bahwa kriteria yang menentukan jenis aliran adalah kelompok tanpa dimensi ($\rho v D / \mu$). Grup ini dinamai bilangan Reynolds (Re) sebagai penghormatan atas kontribusinya pada Mekanika Fluida (*Al-Shemmeri, 2012*)

2.4.2. Tekanan Udara

Udara memiliki massa meskipun sangat kecil. Akan tetapi dengan jumlah mereka yang sangat banyak massa mereka tidak bisa dianggap ringan, di bumi ada gravitasi yang menarik udara ini

ke bawah sehingga dikenal namanya berat. Berat udara inilah yang akan menekan permukaan bumi sehingga timbul tekanan udara. Jadi pengertian tekanan udara adalah besarnya berat udara pada satu satuan luas bidang tekan.

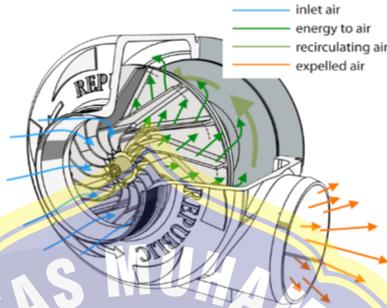
Besarnya tekanan udara di suatu tempat sangat bergantung pada jumlah udara di atasnya. Semakin tinggi suatu tempat maka semakin sedikit jumlah udara di atasnya, semakin sedikit berat udara yang ditahan wilayah tersebut sehingga tekanannya semakin sedikit. Berbanding terbalik dengan daerah atau dataran rendah, mereka mempunyai tekanan udara yang lebih besar.

Tekanan fluida adalah gaya yang diberikan oleh fluida per satuan luas. Tekanan fluida ditransmisikan dengan intensitas yang sama di semua arah dan bertindak normal untuk semua bidang. Dalam bidang horizontal yang sama intensitas tekanan dalam fluida adalah sama. Dalam sistem SI unit tekanan fluida adalah Newton/m² atau Pascals, di mana $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$.

2.5 Blower

Blower merupakan mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemyakuman udara atau gas tertentu. Biasanya pada industri kimia, alat ini digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu di dalam tahap proses-proses secara kimiawi dikenal dengan nama *booster* atau *circulator*. Bila untuk keperluan khusus, blower kadang – kadang diberi nama lain misalnya untuk keperluan gas dari dalam oven kulkas disebut dengan nama *exhouter*. Blower dapat juga digunakan untuk menghasilkan tekanan negatif untuk sistem vakum di industri. Aturan umum dapat diklasifikan antara lain fan menaikkan tekanan sampai 1meter(mendekati 10kPa),

blower sampai tekanan 1kg/cm^3 (mendekati sampai 1kg/cm^2 , dan kompresor melampaui dari 1kg/cm^2).



Gambar 2.3. Prinsip kerja blower sentrifugal

2.5.1 Klasifikasi Blower Sentrifugal

Blower Sentrifugal menghasilkan sejumlah volume udara untuk suplai energi yang efisien sebagai tekanan atau vakum. Udara masuk ke bagian tengah kipas yang berputar dan terbagi-bagi di antara daun-daun kipas (*vans impeller*). Pada saat kipas berputar akan mengakibatkan udara terdorong keluar karena gaya *centrifugal*. Udara dengan kecepatan tinggi ini kemudian tersebar di dalam rumah blower kemudian melambat dan menghasilkan tekanan yang lebih besar. Tekanan atau kondisi vakum terjadi karena aliran udara yang besar dihasilkan oleh bentuk profil *impeller* (daun kipas).

Satu karakteristiknya adalah bahwa aliran udara cenderung turun secara drastis begitu tekanan sistem meningkat, yang dapat merupakan kerugian pada sistem pengangkutan bahan yang tergantung pada volum udara yang mantap. Oleh karena itu, alat ini sering digunakan untuk penerapan sistem yang cenderung tidak terjadi penyumbatan.

Dari bentuk *blade impeller* ada 3 jenis blower yaitu :

- a. *Forward Curved Blade* adalah bentuk blade yang arah lengkungan bagian ujung terpasang diatas searah dengan putaran roda. Pada forward curved terdapat susunan blade secara paralel (multi blade) keliling shroud. Karena bentuknya, maka pada jenis ini udara atau gas meninggalkan blade dengan kecepatan yang tinggi sehingga mempunyai discharge velocity yang tinggi dan setelah melalui housing scroll sehingga diperoleh energi potensial yang besar.



Gambar 2.4 *Forward Curved Blade*

- b. *Backward Curved Blade*.
Type ini mempunyai susunan blade yang sama dengan *forward curved blade*, hanya arah dan sudut blade akan mempunyai sudut yang optimum dan merubah energi kinetik ke energi potensial (tekanan secara langsung). Blower ini didasarkan pada kecepatan sedang, akan tetapi memiliki range tekanan dan volume yang lebar sehingga membuat jenis ini sangat efisien untuk ventilator.



Gambar 2.5 *Backward Curved Blade*

c. *Radial Blade*

Di dalam pemakaiannya dirancang untuk tekanan statis yang tinggi pada kapasitas yang kecil. Namun demikian perkembangan saat ini jenis bentuk *radial blade* dibuat pelayanan tekanan dan kecepatan putaran tinggi.



Gambar 2.6 *Radial Blade Blower*

2.6 Manometer

Manometer adalah suatu alat pengukur tekanan yang bekerja berdasarkan prinsip dasar tekanan hidrostatis, yaitu dengan mengukur perbedaan tekanan suatu titik tertentu dengan tekanan atmosfer (tekanan terukur) atau perbedaan tekanan antara dua titik

(Beckerath, Alexander von, 2008). Jenis Manometer yang paling bersejarah yaitu manometer yang memiliki kolom cairan. Manometer yang paling sederhana yaitu manometer yang memiliki dua kolom, apabila diibaratkan manometer tersebut berbentuk U, yaitu manometer yang memiliki kolom cairan, dimana kolom dari manometer tersebut diisi oleh cairan, dan pengukuran dilakukan pada satu sisi tabung yang lainnya.

2.6.1. Manometer Digital

Suatu sistem *hardware* dan *software* yang bekerja seperti manometer konvensional dengan beberapa kelebihan:

- Respon cepat bahkan dapat mendekati *realtime* (< 500 msec.).
- Tampilan data dapat diberikan secara numerik dan grafik di layar komputer, tanpa kesalahan paralax atau efek kapilaritas.
- Hasil pengukuran dalam besaran fisika (Pa, Psi, atm, bar atau mmHg), dapat langsung disimpan di media penyimpanan komputer.
- Jika dilengkapi *software* pengolahan data, maka hasil akhir dari analisa dapat pula ditampilkan, yakni dalam bentuk parameter aerodinamika.



Gambar 2.7 Manometer Digital

2.7 Anemometer Digital

Anemometer adalah alat untuk mengukur kecepatan aliran udara di atmosfer, dan aplikasi aliran gas lainnya. Anemometer salah satu instrumen yang sering digunakan oleh balai cuaca seperti Badan Metereologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

Cara kerja anemometer adalah mengukur sinyal analog, seperti gerakan mekanis atau arus listrik, yang dihasilkan dengan adanya hembusan angin yang mengenai baling – baling pada perangkat tersebut. Nilai sinyal ini dibandingkan dengan nilai standar kecepatan angin yang telah dikalibrasi, dengan demikian kecepatan angin yang tidak diketahui dapat terukur.



Gambar 2.8 Anemometer Digital

2.8 Persamaan – Persamaan Dasar

2.8.1 Tekanan

Tekanan didefinisikan sebagai besarnya gaya (F) tiap satuan luas bidang yang dikenainya (A). Apabila suatu zat (padat, cair, dan gas) menerima gaya yang bekerja secara tegak lurus terhadap luas permukaan zat tersebut, maka dapat dirumuskan :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$P = \text{Tekanan } (N/m^2)$

$F = \text{Gaya } (N)$

$A = \text{Luas Penampang } (m^2)$

2.8.2 Bilangan Reynold

Bilangan Reynold merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran itu laminar, transisi atau turbulen. Perilaku dalam bilangan Reynold yang sedang alirannya tidak lagi tenang dan tunak, melainkan menjadi bergolak. Perubahan tersebut disebut transisi, Transisi tergantung pada banyak efek, missal kekerasan dinding atau gejolak aliran dilubang masuk.

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

$Re = \text{Bilangan Reynold}$

$\rho = \text{Massa jenis } (Kg/m^3)$

$V = \text{Kecepatan aliran fluida } (m/s)$

$D = \text{Diameter pipa } (m)$

$\mu = \text{Fluid viskositas } (N \cdot s/m^2)$

Karakteristik jenis aliran pada pipa, sebagai berikut :

Laminar jika $Re < 2300$

Transisi jika $2300 < Re < 4000$

Turbulen jika $Re > 4000$

Tabel 2.1. Nilai massa jenis beberapa fluida/zat
 Sumber : (Ruwanto Bambang)

<u>Nama Fluida/Zat</u>	<u>Massa jenis</u> (Kg/(m ³)) ρ
Air	1000
Alkohol	790.09
Mercury	13600
Udara	1.2
Oksigen	1.43
Karbon dioksida	1.98

2.8.3 Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas menjelaskan bahwa massa fluida yang masuk ke dalam suatu penampang akan keluar di ujung penampang lain dengan massa yang sama. Oleh karena itu, debit fluida di seluruh titik penampang adalah sama.



Gambar 2.9 Persamaan kontinuitas

Persamaan Kontinuitas adalah sebagai berikut :

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\rho \cdot Q_1 = \rho \cdot Q_2 \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\rho \cdot A_1 \cdot V_1 = \rho \cdot A_2 \cdot V_2 \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

\dot{m} = Laju aliran massa (Kg / s)

ρ = massa jenis (Kg/m³)

Q = Debit kapasitas (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

2.8.4 Persamaan Bernoulli

Menurut Bernoulli, untuk aliran tunak, *incompressible* tanpa gesekan, pada suatu saluran, berlaku bahwa jumlah energi mekanik persatuan massa aliran adalah konstan, yang dapat ditulis persamaan Bernoulli tersebut sebagai berikut :

$$\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gZ = \text{Konstan} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

$\frac{P}{\rho}$ = energi akibat tekanan persatuan massa

$$\frac{v^2}{2} = \text{energi kinetik persatuan massa}$$

$$gZ = \text{energi potensial massa}$$

Persamaan Bernoulli dapat diterapkan antara dua titik pada garis rangkai asalkan tiga batasan lainnya dipenuhi: fluida mengalir secara *steady*, *incompressible*, dan tanpa gesekan.



Gambar 2.10 Aliran *nozzle* merupakan aplikasi dari persamaan Bernoulli.

Sehingga dapat di aplikasikan untuk aliran pada nozzle. Maka menurut Bernoulli berlaku bahwa :

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gZ_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gZ_2 \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Pada persamaan Bernoulli (persamaan 2.7) dinyatakan bahwa jumlah energi kinetik di setiap titik adalah tetap atau konstan. Dalam hal ini, tidak dipedulikan ada tidaknya nilai setiap suku dalam setiap ruas (kiri atau kanan), yang ditekankan hanyalah jumlah ruas kiri haruslah sama dengan ruas kanan.