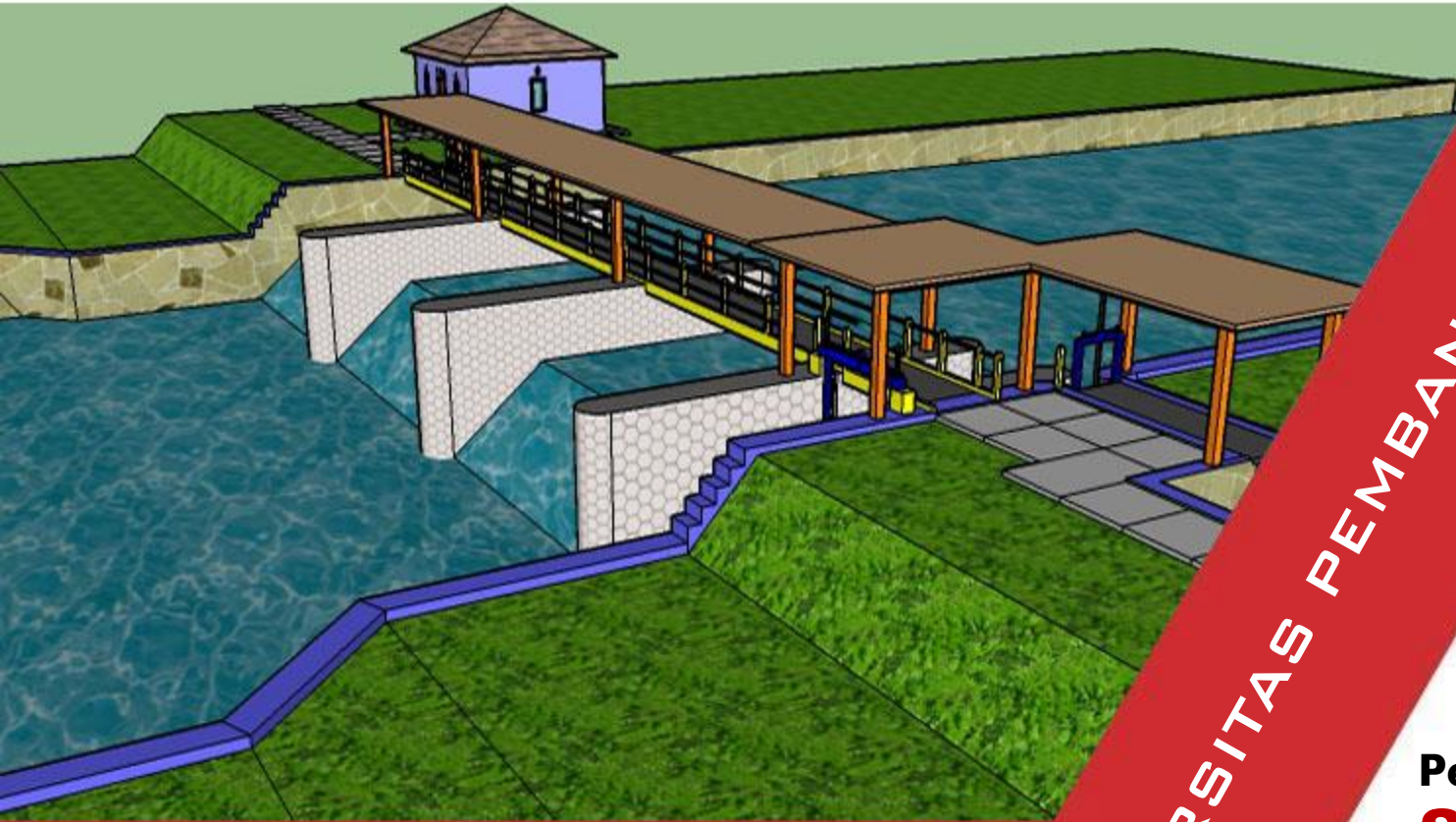


MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA

CIV-106



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA



Pertemuan ke-2

Sifat-sifat Zat Cair

Rizka Arbaningrum, ST., MT
rizka.arbaningrum@upj.ac.id



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

Syarat mengikuti kuliah :

1. Datang maksimal telat 10 menit setelah dosen datang
2. Membawa 1 buku tulis khusus untuk mata kuliah Mekanika Fluida dan Hidrolika
3. Mahasiswa Wajib mencatat dan mengerjakan latihan soal.
4. Membawa kalkulator sains/ aplikasi kalkulator sains di HP
5. Membawa alat tulis (pen, penggaris, pensil/ dll)
6. Buku catatan dan latihan soal akan di nilai sebagai **Nilai Tugas**.





MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

1. PENGANTAR MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA
2. SIFAT-SIFAT ZAT CAIR
3. HIDROSTATIKA
4. KESEIMBANGAN BENDA TERAPUNG
5. KESETIMBANGAN RELATIF
6. KINEMATIKA ZAT CAIR
7. PERSAMAAN BERNOULLI
- 8. UJIAN TENGAH SEMESTER**
9. PERSAMAAN MOMENTUM
10. ALIRAN MELALUI LUBANG DAN PELUAP
11. ALIRAN ZAT CAIR
12. ALIRAN MELALUI PIPA
13. ALIRAN MELALUI SISTEM PIPA
14. ALIRAN MELALUI SALURAN TERBUKA
15. MODEL DAN ANALISIS DIMENSI
- 16. UJIAN AKHIR SEMESTER**



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

Pokok Bahasan



PENDAHULUAN

RAPAT MASSA

BERAT JENIS & RAPAT RELATIF

KEMAMPATAN ZAT CAIR

KEKENTALAN ZAT CAIR

KAPILARITAS & TEGANGAN PERMUKAAN

TEKANAN UAP



Sifat Zat Cair

- ☐ Apabila ruangan lebih besar dari volume zat cair, maka akan terbentuk permukaan bebas horisontal yang berhubungan dengan atmosfer
- ☐ Mempunyai rapat massa dan berat jenis
- ☐ Dapat dianggap tidak termampatkan (incompressible)
- ☐ Mempunyai viskositas (kekentalan)
- ☐ Mempunyai kohesi, adhesi dan tegangan permukaan

POKOK BAHASAN

- 1. Pendahuluan**
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

PENDAHULUAN

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

Sifat-sifat air pada tekanan atmosfer

Suhu $^{\circ}\text{C}$	Rapat massa ρ (kg/m^3)	Viskositas Dinamik μ (Nd/m^2)	Viskositas Kinematik ν (m^2/s)	Tegangan Permukaan σ (N/m)	Modulus Elastisitas K (MN/m^2)
0,0	999,9	$1,792 \times 10^{-3}$	$1,792 \times 10^{-6}$	$7,56 \times 10^{-2}$	2040
5,0	1000	1,519	1,519	7,54	2060
10,0	999,7	1,308	1,308	7,48	2110
20,0	998,2	1,005	1,007	7,36	2200
30,0	995,7	0,801	0,804	7,18	2230
40,0	992,2	0,656	0,661	7,01	2270
50,0	988,1	0,549	0,556	6,82	2300
60,0	983,2	0,469	0,477	6,68	2280
70,0	977,8	0,406	0,415	6,50	2250
80,0	971,8	0,357	0,367	6,30	2210
90,0	965,3	0,317	0,328	6,12	2160
100,0	958,4	$0,284 \times 10^{-3}$	$0,296 \times 10^{-6}$	$5,94 \times 10^{-2}$	2070

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

RAPAT MASSA ($\rho = \rho$)

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

- Rapat massa adalah massa fluida persatuan volume pada temperatur dan tekanan tertentu. → mekanisme.

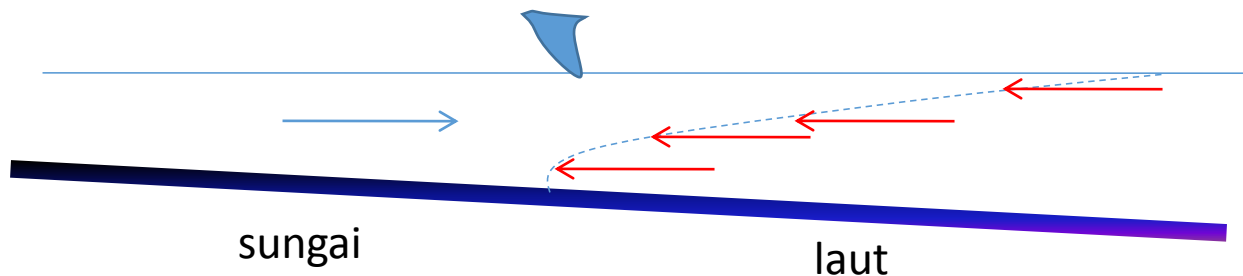
Untuk air $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ pada $t = 4^\circ\text{C}$

$\rho = 998 \text{ kg/m}^3$ pada $t = 20^\circ\text{C}$

Udara $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ pada $t = 20^\circ\text{C}$ kondisi tekanan standard

Air laut $\rho = 1010 - 1030 \text{ kg/m}^3$ (laut mati = 1200 kg/m^3)

- Satuan : kg/m^3 (SI) , atau kgm (MKS)
- Density current = arus akibat perbedaan rapat massa (pada muara sungai)



$$\rho = \frac{M}{V}$$

ρ = Rapat Massa (kg/m^3)
 M = Massa (kg)
 V = Volume (m^3)

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. **Rapat Massa**
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

BERAT JENIS ($\gamma = \gamma$)

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. **Berat Jenis**
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan

- Berat suatu benda adalah hasil kali antara massa dan percepatan gravitasi.
 γ = berat jenis (SI $\rightarrow$ N/m³ , atau MKS $\rightarrow$ kgf/m³)
 ρ = rapat massa (SI $\rightarrow$ kg/m³ , atau MKS $\rightarrow$ kgm/m³)
 g = percepatan gravitasi (m/d²)
- T = 4°C & tekanan atmosfer $\gamma_{\text{air}} = 9,81 \text{ kN/m}^3$ atau 1000 kgf/m³
- Berat jenis adalah perbandingan antara berat benda (w) & volume benda (V).

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{Mg}{V} = \rho g$$

γ = *gamma* (N/m³)
 W atau F = *Berat* (kgf atau N)
 V = *Volume* (m³)
 M = *Massa* (kg)
 ρ = *Rapat Massa* (kg/m³)



- Rapat relatif adalah perbandingan anantara rapat massa suatu zat dan rapat massa air.
- Rapat relatif merupakan perbandingan antara berat jenis (atau rapat massa) suatu zat cair dengan berat jenis (rapat massa) air murni pada temperatur 4°C dan tekanan atmosfer.

$$S = \frac{\rho_{\text{zatcair}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{\gamma_{\text{zatcair}}}{\gamma_{\text{airmurni}}}$$

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
- 4. Rapat Relatif**
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

LATIHAN SOAL 1

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

Suatu tangki berisi zat cair dengan massa 1.200 kg dan volume 0,952 m³.
Hitung rapat massa, berat jenis dan rapat jenis zat cair.

Penyelesaian :

Rapat Masa $\rho = \frac{M}{V} = \frac{1200}{0,952} = 1260,5 \text{ kg} / \text{m}^3$

Berat zat cair $F = Ma$ atau $W = Mg = 1.200 \times 9,81 = 11.772 \text{ N} = 11,72 \text{ kN}$

Berat Jenis $\gamma = \frac{W}{V} = \frac{11,77}{0,952} = 12,36 \text{ kN} / \text{m}^3$

Rapat Relatif $S = \frac{\rho_{\text{zatcair}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{1260,5}{1000} = 1,260$

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

KEMAMPATAN ZAT CAIR (K)

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

- Kemampatan Zat Cair adalah perubahan (pengecilan) volume karena adanya perubahan (penambahan) tekanan.
- Penting saat terjadi pada perubahan tekanan mendadak khususnya terjadi perubahan temperature
- perbandingan antara perubahan tekanan dan perubahan terhadap volume awal (dikenal sbg **MODULUS ELASTISITAS** = E.)
- Nilai E dipengaruhi oleh suhu & tekanan.
- Modulus elastisitas rata2 air tawar = $2,03 \times 10^9 \text{ N/m}^2$; air laut 109% dari air tawar.
- $E_{\text{air}} = 100 E_{\text{baja}} \rightarrow$ baja mudah dimampatkan 100 kali dibandingkan air.

$$K = - \frac{dp}{\frac{dV}{V}}$$

K	=	Kemampatan Zat Cair (N/m^2)
V	=	Volume (m^3)
P	=	Tekanan (N/m^2)

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. **Kemampatan Zat Cair**
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

LATIHAN SOAL 2

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

Modulus elastisitas air adalah $K = 2,24 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Berapakah perubahan dari 1 m^3 air bila terjadi perubahan tekanan sebesar 20 bar ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$)

Penyelesaian :

$$K = -\frac{dP}{dV/V} = -\frac{\Delta P}{\Delta V/V}$$

$$\Delta V = -\frac{V\Delta P}{K} = -\frac{1 \times 20 \times 10^5}{2,24 \times 10^9} = -0,00089$$

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



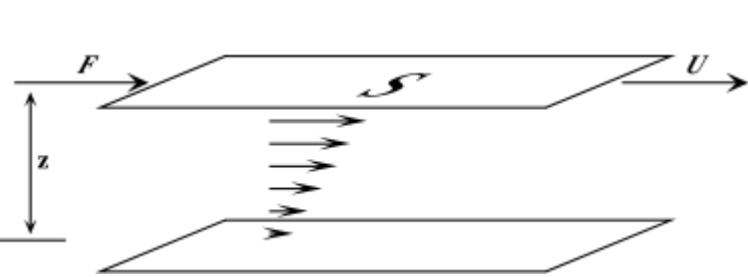
MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

KEKENTALAN ZAT CAIR

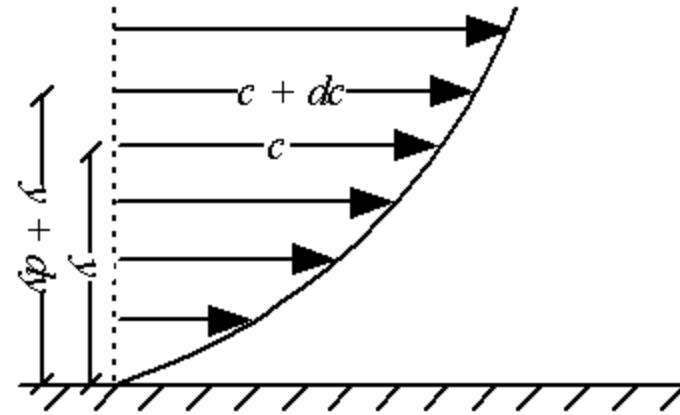
BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

Kekentalan zat cair adalah sifat dari fluida untuk melawan tegangan geser pada waktu bergerak atau mengalir. Kekentalan disebabkan karena kohesi antara partikel fluida, untuk fluida ideal dianggap tidak mempunyai kekentalan



$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$



τ = tegangan geser

μ = kekentalan (viskositas mutlak atau viskositas dinamik atau viskositas)

$\frac{du}{dy}$ = laju regangan geser (laju regangan geser)

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

ν = Kekentalan Kinematik (m^2/s)
 μ = Kekentalan Dinamik (Ns/m^2)
 ρ = Rapat Massa (kg/m^3)

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. **Kekentalan Zat Cair**
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



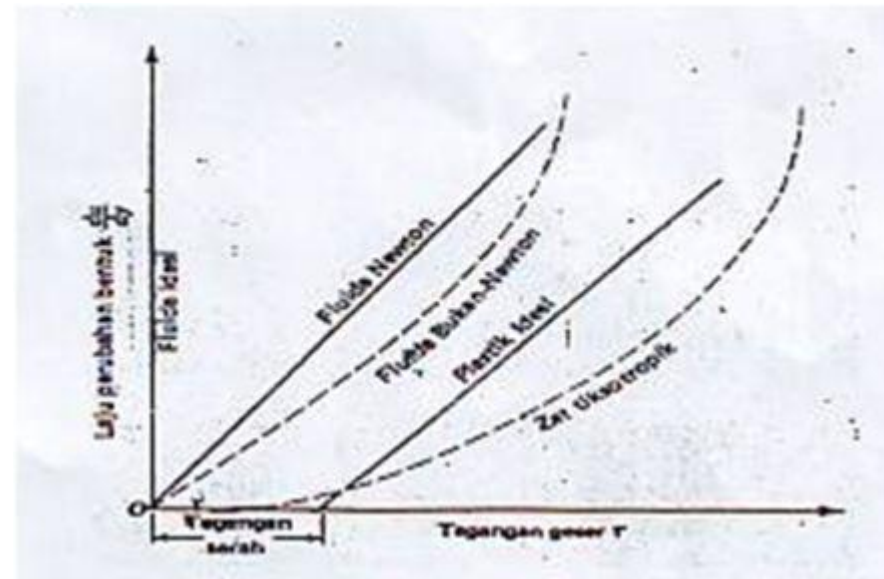
MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

KEKENTALAN ZAT CAIR

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

- Fluida ditinjau dari hasil tegangan geser : fluida Newtonian dan Non-newtonian.
- Fluida Newtonian mengalami hubungan yang linier antara besarnya tegangan geser dengan rate of shear-nya → viskositas fluida (μ) konstan. (sesuai dengan hukum viskos Newton),
- fluida Non-newtonian mengalami hubungan yang tidak linier lagi antara besarnya tegangan geser yang terjadi dan laju perubahan bentuknya



POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. **Kekentalan Zat Cair**
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

LATIHAN SOAL 3

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

Dua buah plat sejajar berjarak 0,02 cm. Plat bagian bawah tetap, sedang bagian atas bergerak dengan kecepatan 50 cm/d. Untuk menggerakkan plat dengan kecepatan tersebut diperlukan gaya tiap satuan luas sebesar 2 N/m². Tentukan viskositas fluida yang berada diantara kedua plat.

Penyelesaian :

$$y = 0,02 \text{ cm} = 0,0002 \text{ m}$$

$$V = 50 \text{ cm/d} = 0,5 \text{ m/d}$$

$$\tau = 2 \text{ N/m}^2$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \frac{V}{y}$$

$$\mu = \frac{\tau}{V/y} = \frac{2}{0,5/0,0002} = 8 \times 10^{-4} \text{ Nd/m}^2$$

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan

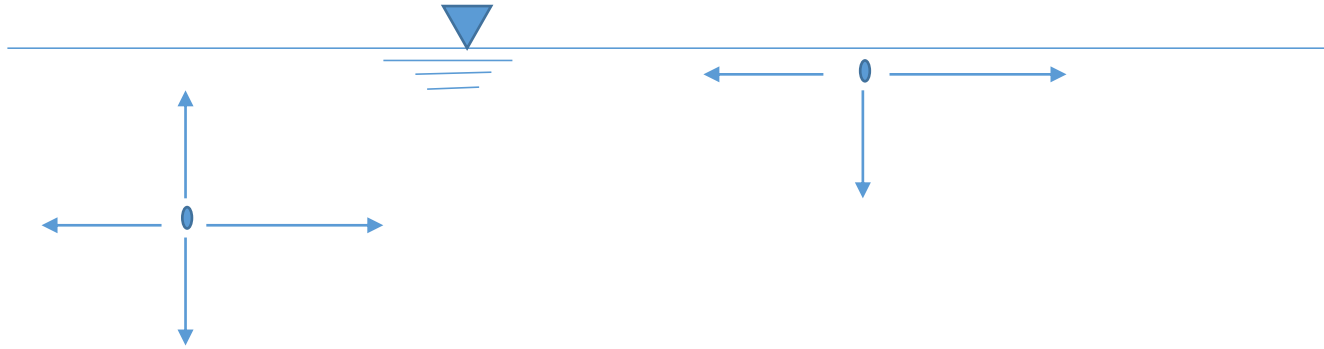


MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

TEGANGAN PERMUKAAN ($\sigma = \text{sigma}$)

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR



- Molekul-molekul zat cair dibawah permukaan zat cair mempunyai gaya tarik yang sama ke segala arah (seimbang),
- tetapi bila pada permukaan antara zat cair dan udara, atau antara zat satu dengan lainnya, gaya tarik ke atas atau ke bawah tidak setimbang.
- Ketidak setimbangan tersebut menyebabkan molekul-molekul pada permukaan melakukan kerja (tension) untuk membentuk permukaan zat cair.
- Kerja yang diperlukan untuk melawan gaya tarik ke bawah tersebut dikenal dengan tegangan permukaan (Surface tension) yang sama besar di semua titik.
- Didalam bidang Teknik, besarnya gaya tegangan permukaan sangat kecil sehingga biasanya dapat diabaikan

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
- 7. Tegangan Permukaan**
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

KAPILARITAS

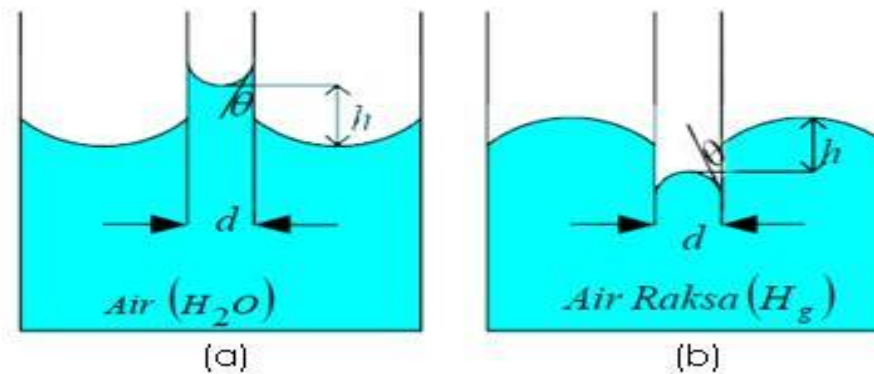
BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR



Meniskus Cekung
Adhesi > Kohesi

Meniskus Cembung
Kohesi > Adhesi



Kenaikan/penurunan kapilaritas

$$P \sigma \cos \theta = A h \gamma$$

$$2 \pi r \sigma \cos \theta = \pi r^2 h \gamma$$

$$h = \frac{2 \sigma \cos \theta}{\gamma r}$$

P = Keliling Tabung
A = Luas Tampang Tabung
 σ = Tegangan Permukaan
 γ = Berat jenis air
r = Jari-Jari Tabung
h = kenaikan kapiler

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. **Kapilaritas**
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan

- KOHESI = gaya tarik menarik antara molekul-molekul yang satu jenis
- ADHESI = gaya tarik menarik antara molekul-molekul yang tidak sejenis (tergantung dari zat cair & permukaan zat padat)
- KAPILARITAS = zat cair akan naik akibat kohesi << adhesi (dan sebaliknya)



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

LATIHAN SOAL 4

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

Tentukan tinggi kolom air yang terbentuk di dalam tabung vertikal berdiameter 1 mm karena gaya kapiler apabila tabung tersebut dimasukkan ke dalam air. Tegangan permukaan sebesar $7,4 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ dan sudut kontak 5° .

Penyelesaian :

Tegangan permukaan = $7,4 \times 10^{-2}$

Sudut kontak = 5°

Diameter = 1mm = 0,001

r (jari-jari) = 0,0005

$$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\gamma r} = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r} = \frac{2 \times 7,4 \times 10^{-2} \times \cos 5^\circ}{1000 \times 9,81 \times 0,0005} = 0,03 \text{ m}$$

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

TEKANAN UAP

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

- ❑ Zat cair yang terbuka pada gas akan mengalami penguapan
- ❑ Penguapan akan terjadi sampai tekanan di atas zat cair di bawah tekanan uap jenuh zat cair.

Tabel 2.2. Tekanan uap jenuh zat cair pada 20° C.

Zat Cair	Tekanan Uap Jenuh	
	kgf/cm^2	N/m^2
Air raksa	$1,63 \times 10^{-6}$	0,16
Minyak tanah	$3,36 \times 10^{-2}$	3.300
Alkohol	$5,95 \times 10^{-2}$	5.900
Bensin	$10,10 \times 10^{-2}$	10.000

Tabel 2.3. Tekanan uap jenuh air

Temperatur (° C)	Tekanan Uap Jenuh	
	kgf/cm^2	N/m^2
0	$0,623 \times 10^{-2}$	623
10	$1,246 \times 10^{-2}$	1.230
20	$2,373 \times 10^{-2}$	2.340
40	$7,490 \times 10^{-2}$	7.400
60	$20,230 \times 10^{-2}$	20.000
80	$48,300 \times 10^{-2}$	47.400
100	1,03	101.500

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

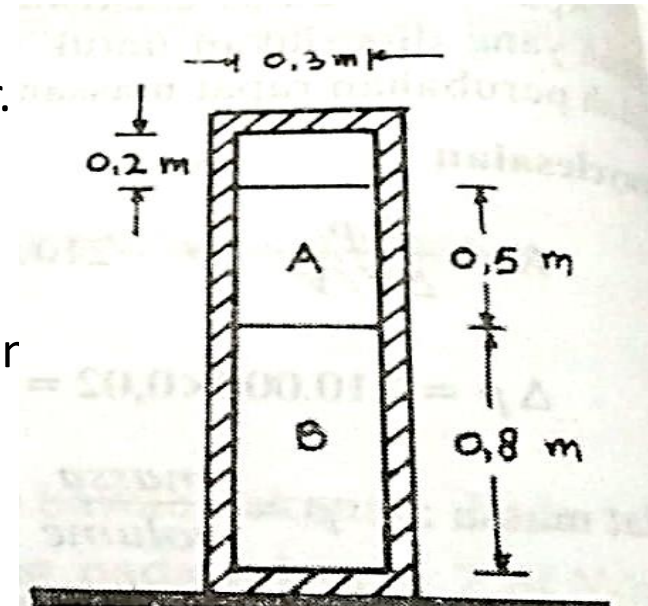
PENGEMBANGAN SOAL

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

1. Tangki baja tahan tekanan tinggi berisi zat cair, yang pada tekanan 10 atmosefer mempunyai volume 1.232 liter. Pada tekanan 25 atmosfer volume zat cair adalah 1.231 liter. Berapakah modulus elastisitas zat cair? (1 atmosfer (h) = 10,34 m air, 1 liter = 0,001 m³, ($P = \rho g h$))

2. Tangki baja berisi minyak A dan air B. Di atas minyak terdapat udara yang bisa di ubah tekananya. Dimensi yang ada pada Gambar adalah pada tekanan atmosfer. Apabila tekanan dinaikan sampai 1 M Pa, berapakah penurunan volume total. Modulus elastisitas zat cair adalah 2050 MN/m² untuk minyak dan 2075 MN/m² untuk air. Di anggap tangki tidak mengalami perubahar volume.



POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan



MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

PENGEMBANGAN SOAL

BAB II

SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

3. Dua buah plat berbentuk bujursangkar dengan sisi 0,6 m, saling sejajar dan berjarak 12,5 mm. Diantara kedua plat terdapat oli. Plat bawah diam dan plat atas bergerak dengan kecepatan 2,5 m/d, dan diperlukan gaya 100 N untuk menjaga kecepatan tersebut. Hitung viskositas dinamik dan kinematik oli apabila rapat relatifnya adalah 0,95.

(Tegangan Geser (τ) = F/A)

4. Tabung berdiameter 2 mm berisi air raksa dimasukkan ke dalam bak berisi air raksa. Tegangan permukaan air raksa $\sigma = 480 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ dan sudut kontak = 45° . Hitung penurunan air raksa dalam tabung. Rapat relatif air raksa 13,6

5. Tekanan statis adalah sedemikian rupa sehingga air naik didalam tabung kaca sampai setinggi 7 cm. Apabila diameter tabung adalah 0,5 cm dan temperatur air adalah 20° C . Hitung tinggi total pada mana air didalam tabung akan bertahan.

$t=20^\circ \rightarrow$ Tegangan geser = $7,36 \times 10^{-2} \text{ N/m}$

Tabung kaca bersih sudut = 0

POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Rapat Massa
3. Berat Jenis
4. Rapat Relatif
5. Kemampatan Zat Cair
6. Kekentalan Zat Cair
7. Tegangan Permukaan
8. Kapilaritas
9. Tekanan Uap
10. Soal Latihan

TERIMAKASIH