

MODUL
PRAKTIKUM SATUAN OPERASI



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Tata Cara Praktikum Satuan Operasi:

- ❖ Setiap memasuki laboratorium diwajibkan untuk memakai baju laboratorium, kemeja, sepatu apabila melanggar maka praktikan **tidak dapat** mengikuti praktikum.
- ❖ Setiap pelaksanaan praktikum tidak boleh terlambat (paling lambat 5 menit)
- ❖ Setiap pengumpulan laporan tidak boleh terlambat, apabila terlambat dikenakan sanksi (sesuai persetujuan)
- ❖ Apabila praktikan tidak mengikuti praktikum maka nilai praktikum tersebut dianggap nol (0).
- ❖ Apabila didapati isi dalam penulisan laporan sama maka nilai laporan tersebut dianggap nol (0).
- ❖ Cara penulisan laporan praktikum dapat dilihat di dalam buku pedoman penulisan karya ilmiah fakultas pertanian atau dapat dijelaskan oleh asisten.

I. PENGENALAN ALAT

(1 x pertemuan)

A. Tujuan

Praktikan dapat mengetahui fungsi dan prosedur penggunaan alat-alat yang digunakan dalam laboratorium khususnya pada praktikum Satuan Operasi.

B. Tinjauan Pustaka

Alat-alat yang ada di laboratorium terdiri dari gelas ukur, piknometer, spatula, Beaker gelas, Mikroskop, neraca analitik, dan lain-lain. Alat-alat tersebut wajib diketahui praktikan sebelum digunakan dalam praktikum. Praktikan harus mengetahui cara penggunaan (prosedur) dalam praktikum dan cara perawatan alat-alat laboratorium sehingga praktikum dapat terlaksana dengan baik.

C. Pelaksanaan Praktikum

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah: 1) gelas ukur, 2) pipet ukur, 3) pipet volume, 4) piknometer, 5) termometer, 6) pipet tetes, 7) neraca analitik, 8) Beaker gelas, 9) viskotester, 10) viskometer Ostwalt

Bahan yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah: 1) aquadest

2. Cara Kerja

Cara kerja praktikum kali ini adalah:

1. Seluruh praktikan diberikan penjelasan dari asisten tentang alat-alat laboratorium.
2. Penjelasan tersebut dicatat oleh masing-masing praktikan.
3. Salah satu praktikan ditunjuk untuk menjelaskan kembali tentang salah satu alat yang telah dijelaskan asisten.

D. Pertanyaan (Tambahkan Hasil Pengamatan)

1. Gambarkanlah alat-alat laboratorium yang diamati?
2. Jelaskan fungsi dan prosedur penggunaan alat-alat laboratorium?

II. KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN DALAM PERCOBAAN

(2 x pertemuan)

A. Tujuan

Praktikan dapat mengetahui ketidakpastian pengukuran dalam percobaan atau kesalahan(*error*) dalam suatu percobaan serta mengetahui kesalahan-kesalahan dalam perhitungan.

B. Tinjauan Pustaka

Ketelitian suatu hasil pengukuran sudah menjadi tuntunan ilmu pengetahuan dewasa ini. Namun demikian, dapat dikatakan bahwa tidak ada satu pun pengukuran yang benar-benar akurat; pasti ada suatu ketidakpastian dalam pengukuran tersebut. Ketidakpastian hasil pengukuran ini muncul dari berbagai sumber, misalnya dari batas ketelitian masing-masing alat dan kemampuan kita dalam membaca hasil yang ditunjukkan oleh alat ukur yang kita pakai.

Kesalahan atau *error* dalam suatu percobaan dapat dibagi atas dua golongan yaitu :

1. Kesalahan Bersistem (*Systematic error*)

Kesalahan yang bersumber pada alat pengukuran yang dipakai besarnya, kesalahan biasanya konstan sehingga seringkali dinamakan sebagai kesalahan konstan (*Constan error*).

Kesalahan yang bersistem ini dapat terjadi karena :

- a. Kesalahan titik nol (*zero error*)
- b. Kesalahan pada kalibrasi alat pengukur
- c. Kesalahan orangnya (pengamat), kesalahan ini disebabkan oleh kebiasaan seorang pengamat. Misalnya seorang pengamat seringkali membuat kesalahan karena kedudukan matanya terlampau rendah atau terlampau tinggi sewaktu membaca tinggi kolam air didalam pipa yang tegak dan kesalahan ini disebut parallax.
- d. Terjadinya gesekan dan *fatigue* (kelelahan) pada alat yang sering dipakai
- e. Kondisi percobaan, jika sebuah alat digunakan dengan kondisi percobaan yang berbeda dengan kondisi sewaktu kalibrasi maka akan menghasilkan suatu kesalahan.

- f. Gangguan teknis, misalnya pada waktu pengukuran terjadi gangguan seperti adanya gangguan-gangguan kebocoran yang akan mengganggu sistem dan menyebabkan kesalahan.

2. Kesalahan Random

Kesalahan karena pengulangan pengukuran selalu memberikan hasil yang berbeda-beda, maka harga tersebut juga akan berbeda dengan harga yang sebenarnya. Kesalahan ini dinamakan kesalahan Random atau kesalahan Kebetulan yang terdiri atas :

- a. Kesalahan penafsiran, kebanyakan alat pengukuran memerlukan suatu penafsiran pada bagian skala tertentu dan penafsiran ini dapat berubah dari waktu ke waktu yang lain.
- b. Keadaan menyimpang, seperti suhu, tekanan udara, atau tegangan listrik
- c. Gangguan, misalnya adanya getaran mekanis atau pengaruh putaran motor dari alat listrik
- d. Definisi, walaupun proses pengukuran telah sempurna, pengulangan pengukuran yang sama selalu akan memberikan penyimpangan, besaran yang diamati tidak terdefiniskan secara tetap

Misalnya :

Panjang suatu meja persegi bukanlah suatu besaran yang terdefinisi secara eksak. Hal ini disebabkan jika kita teliti, sisi meja tidaklah rata ataupun mungkin tidak tepat sejajar. Sehingga walaupun kita menggunakan alat ukur yang sangat baik untuk mengukur meja tersebut, harga yang diperoleh selalu berubah-ubah tergantung penampang panjang yang kita ukur.

3. Kesalahan-kesalahan lain

Kesalahan lain yang tidak termasuk butir 1 dan 2 yang perlu diperhatikan adalah :

- a. Kekeliruan membaca alat/skala alat dan mengatur kondisi percobaan. Kesalahan ini dapat diatasi dengan cara melakukan percobaan seteliti mungkin atau bila mungkin mengulangi percobaan dan perhitungannya.
- b. Kesalahan perhitungan yaitu kesalahan memasukkan harga/angka-angka perhitungan menggunakan kalkulator, alat-alat logaritma, dan sebagainya.

Perhitungan Kesalahan

1. Sesatan Taksiran

Bila pengukuran dilakukan hanya satu kali biasanya sesatan di ambil setengah kali skala terkecil daripada alat ukur.

Contoh :

Menggunakan mistar yang skala terkecil 1mm, bila tebal plat diukur menghasilkan 50 mm maka hasilnya dapat ditulis :

$$\begin{aligned} T &= (50 \pm 0,5) \text{ mm atau} \\ &= (5,0 \pm 0,005) \times 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

$\Delta t = 0,5$ adalah sesatan mutlak (absolut), sedangkan sesatan relatifnya dapat dinyatakan dengan :

$$\begin{aligned} \left| \frac{\Delta t}{t} \right| \times 100\% \\ \left| \frac{\Delta t}{t} \right| &= \frac{0,5}{50} \times 100\% = 1\% \end{aligned}$$

2. Menentukan harga rata-rata (nilai terbaik) dan sesatannya

Misalnya kita melakukan N kali pengukuran di dapatkan hasil sebagai berikut $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$

Untuk mendapatkan nilai yang terbaik (benar) dari pengukuran tersebut adalah merata-ratakan hasil pengukuran tersebut, yaitu :

$$\bar{X}_N = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum X_N}{N} \dots\dots\dots(2.1)$$

\bar{X}_N = Harga rata-rata = nilai terbaik maka simpangan atau devienisi untuk :

$$X_1 \text{ adalah } \Delta X_N = X_1 - \bar{X}$$

$$X_2 \text{ adalah } \Delta X_N = X_2 - \bar{X}$$

$$X_N \text{ adalah } \Delta X_N = |X_N - \bar{X}|$$

Harga sesatan rata-rata adalah :

$$\Delta X = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \dots + |X_N - \bar{X}|}{N}$$

$$\sigma_x = \Delta X = \frac{\sum X_1 - X}{N} \text{ disebut devienisi rata-rata} \dots\dots\dots(2.2)$$

Sedangkan deviasi standar atau simpangan baku semesta X (σ_x) didefinisikan sebagai: $\sigma_x = \sqrt{V_x}$

Dimana V_x adalah variansi yang didefinisikan

$$V_x = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N} \text{ dengan } N \text{ adalah tak hingga}$$

Sehingga σ_x dapat ditulis :

$$\sigma_x = \sqrt{V_x} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N} \text{ dengan } N \text{ adalah tak hingga} \dots \dots \dots (2.3)$$

Harga σ_x berada pada pengukuran tak hingga yang mungkin dilakukan dengan menggunakan suatu pendekatan teori sampling σ_x dapat diganti dengan S_N yang dinamakan simpangan baku contoh (sample standard deviation). σ_x Memberikan gambaran tentang simpangan X terhadap X_0 . Sedangkan S_N menggambarkan simpangan X terhadap X_N maka

$$S_N = \frac{\sqrt{\sum X_i^2 - \bar{X}_N^2}}{(N-1)} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana $N < 8$ (untuk $N=1 \rightarrow S_N$ tidak mempunyai arti)

Menurut teori percobaan S_N sebenarnya adalah S_{X_N} yaitu ketidakpastian pada nilai rata-rata contoh X_N yang mempunyai harga

$$S_{\bar{X}_N} = \frac{S_N}{\sqrt{N}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Penggantian S_N menjadi S_X hal ini disebabkan kurva sebaran nilai rata-rata contoh X lebih sempit daripada kurva sebaran pengukuran tunggal (X_1) berarti $\sigma_x < \sqrt{X}$ yaitu kita mengulangi pengukuran N kali dalam selang $\bar{X}_N \pm \sigma_x$ di dalam praktek percobaan tak hingga, tak mungkin kita lakukan. Jadi σ_x dan σ_x tidak dapat diketahui dan sebagai pengganti terbaik dipakai S_N dan S_{X_N} seperti diatas.

Untuk pemakaian selanjutnya digunakan

$$\Delta X = S_{X_N} = \frac{S_N}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - N\bar{X}^2}{N(N-1)}}$$

Untuk $N > 8$ yaitu persamaan.....(2.6)

Terhadap nilai benar X_0 tidak lebih dari S_{X_N} dengan demikian kata lain ” Ada jaminan 68% bahwa X_0 ada dalam interval $\bar{X} \pm S_{X_N}$ dengan demikian persoalan selesai. Kita tidak dapat mengetahui nilai benar X_0 dari eksperimen, tetapi

dengan mengadakan pengulangan cukup banyak, kita dapat menyodorkan sebagai penggantian nilai contoh dan dapat memberikan pernyataan sampai berapa jauh menyimpang X_0 .

Contoh :

$X = 10,0 ; 10,2 ; 10,0 ; 9,8 ; 10,3 ; 9,8 ; 10,0$

Maka nilai terbaik X dan sesatannya ($X \pm \Delta X$) dapat dicari sebagai berikut :

i	X_i	X_i^2
1	10,0	100,00
2	10,2	104,04
3	10,0	100,00
4	10,0	100,00
5	9,8	96,04
6	10,1	102,01
7	9,8	96,04
8	10,3	106,09
9	9,8	96,04
10	10,0	100,00
	$\sum X_i = 100,00$	$\sum X_i^2 = 1000,26$

$$X_N = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{100,00}{10} = 10,0$$

$$(X_N)^2 = (10,0)^2 = 100,00$$

$$\begin{aligned} \sum X &= S_{XN} = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - NX_N^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{1000,26 - 10 \times 100,00}{10(10-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{0,26}{90}} \end{aligned}$$

Maka nilai terbaik $X = (10,00 \pm 0,05)$

3. Contoh perhitungan

1. Ketelitian pengukuran

Suatu amperemeter mempunyai skala 0-5 AS, dengan pembagian skala terkecil 0,1 A.

- berapa ketelitian alat itu bila skala pada pengukuran, skala penuh?
- Dan pada setengah skala?

Jawab :

(a) $\Delta I = \frac{1}{2}$ skala terkecil = $\frac{1}{2} \times 0,1$ A dan $I = 5$ A

$$\text{Ketelitian } \frac{\Delta I}{I} = \frac{0,05}{5} \times 100\% = 1\%$$

(b) $\Delta I = \frac{1}{2}$ skala terkecil = $\frac{1}{2} \times 0,1 \text{ A}$ dan $I = 2,5 \text{ A}$

$$\text{Ketelitian } \frac{\Delta I}{I} = \frac{0,05}{5} \times 100\% = 2\%$$

2. Sesatan yang ditentukan oleh skala alat

Tahanan sepotong kawat ditentukan menurut hukum ohm. Hasilnya adalah $V = (1,0 \pm 0,05)$ volt dan $I = (5,0 \pm 0,05) \text{ mA}$ atau $I = (5,0 \pm 0,05) 10^{-3} \text{ A}$. Berapakah $\pm \Delta R$?

Jawab :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1,0}{5,0 \times 10^{-3}} = 200 \text{ ohm}$$

$$\left| \frac{\Delta R}{R} \right| = \left| \frac{\Delta V}{V} \right| = \left| \frac{\Delta I}{I} \right|$$

$$\left| \frac{\Delta R}{R} \right| = \left| \frac{0,05}{1,0} \right| = \left| \frac{0,05}{5} \right|$$

$$\Delta R = (0,05 \pm 0,01) \times 200 = 12 \text{ ohm}$$

$$\text{Jadi } R = (200 \pm 12) \text{ ohm}$$

Pengukuran dengan Jangka Sorong

Jangka sorong memiliki 2 bagian utama, yaitu rahang tetap dan rahang sorong. Pada rahang tetap skala panjang yang disebut skala utama, sedang pada rahang sorong terdapat skala panjang yang disebut skala vernier atau nonius. Skala nonius terdiri dari 10 bagian yang panjangnya 9 mm. Dengan demikian, tiap skala nonius memiliki panjang 0,9 mm. Selisih satu skala utama dengan satu skala nonius sama dengan $1 \text{ mm} - 0,9 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$. Selisih sebesar 0,1 mm inilah yang disebut *ketelitian jangka sorong*.

Angka 0 skala nonius berada setelah skala 4,7 cm pada skala utama. Ini berarti, diameter yang diukur 4,7 ... cm. Skala ke-4 pada skala nonius berimpit dengan salah satu skala utama, sehingga selisih antara skala 4,7 cm dengan skala 0 pada skala nonius sama dengan $0,1 \text{ mm} \times 4 = 0,4 \text{ mm}$. Diameter yang diukur sama dengan $4,7 \text{ cm} + 0,4 \text{ mm} = 4,74 \text{ cm}$.

C. Pelaksanaan Praktikum

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah: 1) jangka sorong, dan 2) penggaris.

Bahan yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah: 1) penghapus, 2) lembaran berbagai kemasan.

2. Cara Kerja

Cara kerja praktikum kali ini adalah:

1. Seluruh praktikan diberikan penjelasan dari asisten tentang penggunaan jangka sorong.
2. Penjelasan tersebut dicatat oleh masing-masing praktikan.
3. Salah satu praktikan ditunjuk untuk menjelaskan kembali tentang penggunaan jangka sorong.
4. Masing-masing kemasan yang praktikan diukur dengan jangka sorong, dengan berbagai ketebalan. Ulangi perlakuan sebanyak 3 kali.
5. Hitung data berdasarkan ketidakpastian pengukuran dalam percobaan.

D. Pertanyaan (Tambahkan Hasil Pengamatan)

1. Gambarkanlah alat-alat laboratorium yang diamati?

III. TEGANGAN PERMUKAAN (4 x pertemuan)

A. Tujuan Percobaan

Tujuan praktikum kali ini adalah menentukan permukaan zat cair secara relatif dengan air sebagai zat pembanding.

B. Tinjauan Pustaka

Molekul-molekul zat cair yang berada di bagian dalam fase cair seluruhnya akan dikelilingi oleh molekul dengan gaya tarik menarik sama ke segala arah. Lain halnya dengan molekul-molekul zat cair pada permukaan, dikelilingi oleh molekul-molekul disebelah bawah, sedang bagian atas oleh fase uap, sehingga gaya tarik kebawah lebih besar daripada keatas. Hal ini menimbulkan sifat kecenderungan untuk memperkecil luas permukaannya.

Besar gaya yang bekerja tegak lurus pada satu-satuan panjang permukaan disebut Tegangan permukaan dengan satuan **dyne/cm** (dalam sistem cgs). Tegangan permukaan terdapat pada batas cairan dengan uap jenuh diudara, dan juga antara permukaan zat cair dengan zat cair lain yang tidak tercampur. Cara Penentuan tegangan permukaan :

1. Metode kenaikan kapiler
2. Metode tetes

1. Metode Kenaikan Kapiler

Bila suatu pipa kapiler kedalamnya dimasukkan suatu cairan yang membasahi dinding maka cairan akan naik kedalam kapiler karena adanya tegangan permukaan. Kenaikan cairan sampai pada suatu ketinggian tertentu sehingga terjadi kesetimbangan antara gaya keatas dan gaya kebawah sehingga permukaan stabil.

Gaya kebawah :

$$- \pi r^2 \cdot h \cdot d \cdot g$$

Gaya keatas :

$$- 2\pi r \cdot \gamma \cdot \cos \theta$$

Keterangan :

θ = Sudut kontak (θ sangat kecil ≈ 1 , sehingga $\cos \theta = 0$)

h = tinggi permukaan zat cair

d = berat jenis zat cair

g = gravitasi bumi

r = jari-jari kapiler

γ = tegangan permukaan

Saat kesetimbangan : gaya keatas = gaya kebawah

$$2\pi r \cdot \gamma \cdot \cos \theta = \pi r^2 \cdot h \cdot d \cdot g$$

$$\gamma = \frac{1}{2} \cdot r \cdot h \cdot d \cdot g$$

Percobaan dilakukan dengan membandingkan zat cair yang telah γ diketahuinya :

Misalnya air

$$\gamma = \frac{1}{2} \cdot r \cdot h_a \cdot d_a \cdot g \qquad \frac{\gamma_x}{\gamma_a} = \frac{h_x \cdot d_x}{h_a \cdot d_a}$$

$$\gamma_x = \frac{1}{2} \cdot r \cdot h_x \cdot d_x \cdot g$$

$$\gamma_x = \frac{h_x \cdot d_x}{h_a \cdot d_a} \cdot \gamma_a$$

Ad 2. Metode Tetes

Bila cairan tepat akan menetes maka gaya tegangan permukaan = gaya yang disebabkan oleh massa cairan sebagai gaya berat itu sendiri.

Gaya berat cairan = $m \cdot g$

Gaya tegangan permukaan = $2\pi r$

$$\text{Maka : } \gamma = \frac{m \cdot g}{2\pi r}$$

Percobaan ini juga akan ditentukan dengan membandingkan zat cair yang telah diketahui γ nya.

Diambil volume tertentu yang sama dan menghitung jumlah tetesan yang terjadi. Misal volume (ml), banyak tetesan dalam volume (n), berat jenis (d), m_i = massa i tetes zat cair.

$$m_i = \frac{v \cdot d}{n}$$

Sehingga persamaan menjadi :

$$2\pi r = \frac{v \cdot d \cdot g}{n}$$

$$= \frac{v \cdot d \cdot g}{2r n \pi}$$

$$\text{Untuk air : } \gamma_a = \frac{v \cdot d_a \cdot g}{2\pi r \cdot n_a}$$

$$\text{Untuk zat X : } \gamma_x = \frac{v \cdot d_x \cdot g}{2\pi r \cdot n_x}$$

$$\text{Sehingga : } \frac{\gamma_x}{\gamma_a} = \frac{d_x \cdot n_a}{d_a \cdot n_x}$$

C. Pelaksanaan Praktikum

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam praktikum kali ini untuk metode kenaikan kapiler, yaitu 1) bola bekel (karet), 2) gelas ukur 500 ml, 3) stopwatch, dan 4) penggaris.

Bahan yang digunakan untuk metode kenaikan kapiler, yaitu 1) aquadest dan 2) minyak goreng berbagai merek.

Alat yang digunakan untuk metode tetes, yaitu 1) neraca analitik, 2) pipet tetes, 3) Beaker gelas 250 ml, dan 4) gelas ukur.

Bahan yang digunakan untuk metode tetes, yaitu 1) aquadest, dan 2) detergen berbagai merek.

2. Cara kerja

Metode kenaikan kapiler

1. Tentukan lebih dahulu berat jenis masing-masing sampel dengan piknometer.
2. Sampel dimasukkan dalam gelas ukur 500 mL, kemudian bola bekel (karet) dimasukkan ke dalamnya.
3. Ukur waktu, tinggi dari permukaan cairan hingga bola bekel saat bola bekel melayang dalam gelas ukur. Catat tinggi awal permukaan pada gelas ukur dari permukaan cairan hingga dasar gelas ukur maka selisihnya adalah tinggi h.
4. Ulangi percobaan ini sampai tiga kali pengamatan, kemudian diganti dengan sampel yang akan diselidiki harganya.
5. Analisa data dengan menggunakan perhitungan ketidakpastian pengukuran dalam percobaan.

Metode Tetes

1. Detergen ditimbang ditimbang di dalam Beaker gelas A, larutkan detergen tersebut dengan aquadest sesuai dengan masing-masing perlakuan.
2. Larutan tersebut dipindahkan ke Beaker gelas B dengan cara diteteskan.
3. Hitung dan catat berapa tetes masing-masing perlakuan.

4. Ulangi percobaan ini tiga kali untuk setiap macam zat cair yang akan diselidikinya.
5. Analisa data dengan menggunakan perhitungan ketidakpastian pengukuran dalam percobaan.

D. Pertanyaan (Tambahkan Hasil Pengamatan)

1. Gambarkan alat-alat praktikum yang digunakan

IV. VISKOSITAS (KEKENTALAN)

(4 x pertemuan)

A. Tujuan Praktikum

Tujuan dalam praktikum ini adalah untuk menyelidiki angka kental relatif suatu zat cair dengan cara menggunakan air.

B. Tinjauan Pustaka

Lapisan-lapisan gas atau zat cair yang mengalir saling berdesakkan karena itu terdapat gaya gesek yang bersifat menahan aliran yang besarnya tergantung dari kekentalan zat cair.

$$G = \eta A \cdot \frac{dV}{dY} \dots\dots\dots(1)$$

$$\eta = \frac{G}{A \cdot \frac{dV}{dY}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- η = angka kental dinamis
- G = gaya gesek
- A = luas lapisan
- dV = beda kecepatan antara dua lapisan berjarak dy
- $\frac{dV}{dY}$ = gradien kecepatan

Persamaan diatas diperoleh bahwa satuan angka kental dinamis adalah **gram/cm detik** atau disebut **Poise**.

Cara-cara penentuan kekentalan (diukur sebagai angka kental relatif) :

1. Cara Ostwalt

Berdasarkan **Hukum Heagen Poiseuille**.

$$\eta = \frac{\pi P r^4 t}{8VL} \dots\dots\dots(3)$$

Karena $P = \rho g H$ Maka persamaan diatas dapat ditulis :

$$\eta = \frac{\pi P r^4 t g h}{8VL} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

P = tekanan hidrostatis

r = jari-jari kapiler/tabung

t = waktu alir zat cair sebanyak volume V dengan beda tinggi h

L = panjang kapiler/tabung

Percobaan ini dipakai secara relatif untuk menghilangkan harga yang sukar dicari seperti diameter kapiler, gravitasi, volume dll.

$$\text{Untuk air : } \eta_a = \frac{\pi r^4 t_a \rho_a g \cdot h}{8 V L}$$

$$\text{Untuk zat X : } \eta_x = \frac{\pi r^4 t_x \rho_x g \cdot h}{V}$$

$$\eta_x = \frac{t_x \cdot \rho_x}{t_a \cdot \rho_a} \eta_a \dots\dots\dots(5)$$

2. Cara Hopper

Berdasarkan **Hukum Stoke** yaitu pada saat kecepatan bola maksimum, terjadi kesetimbangan sehingga gaya gesek = gaya berat-gaya archimedes.

$$6\pi r \eta V_{maks} = 4/3 \pi r^3 (\rho - \rho_1) g \dots\dots\dots(6)$$

$$\eta = \frac{2/9 \pi r^2 (\rho - \rho_1) g}{V_{maks}} \dots\dots\dots(7)$$

$$V_{maks} = \frac{h}{t}$$

Keterangan :

ρ_1 = rapat jenis zat cair

ρ = rapat jenis bola

t = waktu jatuh bola setinggi h

Percobaan ini digunakan cara relatif terhadap air.

$$\text{Untuk air : } \eta_a = \frac{2/9 \pi r^2 (\rho_a - \rho_1) g t_a}{h}$$

$$\text{Untuk zat X : } \eta_x = \frac{2/9 \pi r^2 (\rho_x - \rho_1) g t_x}{h}$$

$$\eta_x = \frac{(\rho_x - \rho_1) t_x}{(\rho_a - \rho_1) t_a}$$

$$\eta_x = \frac{(\rho_x - \rho_1) t_x}{(\rho_a - \rho_1) t_a} \eta_a \dots\dots\dots(8)$$

C. Pelaksanaan Praktikum

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan praktikum kali ini adalah 1) Beaker gelas, dan 2) viscotester.

Bahan yang digunakan praktikum kali ini adalah 1) minyak goreng dengan berbagai merek.

2. Cara Kerja

Cara Ostwald

- Tentukan rapat sampel dengan piknometer
- Alat dibersihkan betul dengan asam pencuci dan keringkan
- Masukkan sampel yang akan ditentukan viskositasnya (kekentalan) dalam wadah sampel viscotester
- Catat hasil pengukuran viscotester terhadap sampel.
- Ulangi tiga kali untuk berbagai sampel
- Analisa data dengan menggunakan perhitungan ketidakpastian pengukuran dalam percobaan

Cara Hopper

- Tentukan rapat bola dan rapat zat cair dengan piknometer.
- Masukkan bola ke dalam tabung miring yang telah diisi aquadest, setelah tanda paling atas stopwatch dihidupkan setelah melewati tanda paling bawah stopwatch dimatikan sehingga waktu jatuh bola dapat ditentukan.
- Tabung dibalik, lakukan seperti percobaan b
- Ulangi langkah b dan c sebanyak tiga kali
- Percobaan b dan c dilakukan juga untuk zat cair lain seperti alkohol, aseton, dan zat X.

Catatan : zat kimia yang telah dipakai dikembalikan ketempat semula (jangan dibuang).

Tabel 1 harga kekentalan air pada berbagai suhu

t°C	η poise	t°C	η poise	t°C	η poise
25	0,8937	31	0,7840	36	0,7085
26	0,8737	32	0,7679	37	0,6947
27	0,8545	33	0,7523	38	0,6814
28	0,8360	34	0,7371	39	0,6685
29	0,8100	35	0,7225	40	0,6560

V. SUHU

(1 x pertemuan)

A. Tujuan Praktikum

Tujuan dari praktikum kali ini adalah untuk mengetahui konversi satuan suhu dari berbagai skala dan mengetahui kenaikan titik didih

B. Tinjauan Pustaka

Suhu didefinisikan sebagai ukuran atau derajat panas dinginnya suatu benda atau sistem. Suhu adalah ukuran energi kinetik rata-rata yang dimiliki oleh molekul-molekul suatu benda. Sebagai contoh, ketika kita memanaskan sebatang besi, besi akan memuai, begitu pula ketika zat cair. Ketika kita mendinginkan air sampai suhu di bawah nol, air tersebut berubah menjadi es. Sifat-sifat benda yang bisa berubah akibat adanya perubahan suhu disebut **sifat termometrik**. Dengan demikian sifat termometrik menunjukkan adanya perubahan suatu benda.

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu sebuah benda. Berbagai jenis termometer dibuat berdasarkan pada beberapa sifat termometrik zat seperti pemuaian zat padat, pemuaian zat cair, pemuaian gas, tekanan zat cair, tekanan udara, regangan zat padat, hambatan zat terhadap arus listrik, dan intensitas cahaya (radiasi benda).

Pembuatan skala pada termometer memerlukan dua titik referensi. Titik pertama dipilih titik beku, yaitu suhu campurn antara es dan air pada tekanan normal. Ini terjadi pada saat air mulai membeku. Titik beku yang dipilih adalah titik didih yaitu suhu ketika air mendidih pada tekanan normal. Kedua titik referensi tersebut sering disebut titik tetap atas dan titik tetap bawah. Tiga macam skala yang biasa digunakan dalam pengukuran suhu, yaitu skala **Celsius**, skala **Fahrenheit**, dan skala **Kelvin**. Skala Fahrenheit didasarkan pada titik beku 32°F dan titik didih 212°F. Dengan demikian dalam jangkauan antara titik beku dan titik didih ini terdapat 180 bagian, di mana setiap bagian (skala) menunjukkan satu derajat. Oleh karena itu, satu derajat Fahrenheit adalah 1/180 kali perubahan suhu antara titik beku dan titik didih.

Skala Celsius didasarkan pada titik beku 0°X dan titik didih 100°C . Dengan demikian, terdapat 100 bagian (skala) dalam daerah antara kedua titik referensi ini. Oleh karena itu, satu derajat Celsius adalah $1/100$ kali perubahan suhu antara suhu titik beku dan titik didih.

Skala Kelvin, berbeda dengan dua skala yang lain, didasarkan pada suhu terendah yang mungkin, yaitu -273°C . Oleh karena itu, skala nol pada skala Kelvin sama dengan -273°C . Satu Kelvin. Biasanya, skala Kelvin disebut sebagai skala mutlak (absolut) atau skala termodinamik. Satuan Kelvin inilah yang digunakan sebagai satuan SI untuk suhu. Untuk mengubah satuan suhu dari skala Celsius ke skala Kelvin atau sebaliknya tentu saja sangat mudah, yaitu hanya dengan menambahkan 273 pada skala Celsius.

$$K = C + 273$$

K = suhu pada skala Kelvin

C = suhu pada skala Celsius

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

$$F = \frac{5}{9}C + 32$$

$$C = \frac{5}{4}R$$

$$F = \frac{9}{4}R + 32$$

C. Pelaksanaan Praktikum

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah 1) termometer, 2) pemanas, 3) gelas ukur, 4) stopwatch dan 5) Beaker gelas.

Bahan yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah 1) aquadest

2. Cara Kerja

Cara kerja praktikum kali ini adalah sebagai berikut:

1. Dengan volume tertentu, sampel diukur dengan menggunakan gelas ukur. Setelah itu, sampel dipindahkan ke dalam Beaker gelas.
2. Kemudian sampel yang telah berada di dalam Beaker gelas diukur suhunya (sebagai suhu awal)

3. Sampel tersebut dipanaskan di atas pemanas, dengan waktu tertentu (sesuai dengan berbagai perlakuan/lamanya proses pemanasan) ukur suhunya.
4. Ulangi percobaan dengan berbagai volume sebanyak 3 kali.
5. Analisa data berdasarkan perhitungan ketidakpastian pengukuran dalam percobaan.

D. Pertanyaan (Tambahkan Hasil Pengamatan)

1. Gambarkan alat-alat dan metode pengukuran/percobaan di atas pemanas.
2. Menjawab pertanyaan-pertanyaan soal perhitungan dari asisten.