

# Tetes Minyak Milikan

Mohammad Istajarul Alim, Novia Dwi Lestari, Fairus Salimatul Fajriyah

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: noviadwilestari23@gmail.com fairussalimatul@gmail.com

**Abstrak**—Tetes minyak milikan merupakan percobaan suatu partikel yang dikenai oleh medan magnet. Tujuan dari percobaan tetes minyak milikan yaitu untuk menentukan besarnya jari-jari tetesan minyak dan menentukan banyaknya setiap muatan butiran minyak. Prinsip yang mendasari terjadinya tetes minyak milikan yaitu ketika suatu partikel yang telah mengalami ionisasi dan berada pada suatu medan listrik, maka partikel tersebut akan terpengaruh oleh medan listrik tersebut. Pada percobaan ini, tetes minyak parafin yang telah disemprotkan pada *milikan oil apparatus* akan bergesekan dengan logam ketika meju keruang yang dikenai medan listrik. Akibatnya tetes minyak tersebut akan mengalami ionisasi dan akan dipengaruhi oleh medan listrik yang ada. Akibatnya tetes minyak dapat bergerak melawan medan gravitasi karena memiliki medan listrik yang lebih besar. Hasil yang didapatkan pada percobaan tetes minyak milikan yaitu rata-rata besarnya jari-jari tetes minyak yang terukur pada setiap variasi tegangan dan rata-rata banyaknya setiap muatan butir minyak yang terukur setiap variasi tegangan.

**Kata Kunci**—ionisasi, medan listrik, muatan, parafin, tetes minyak milikan.

## I. PENDAHULUAN

Pada zaman yang moderen ini akan banyak suatu peralatan yang menggunakan listrik sebagai bahan penggerakannya. Listrik bisa dikatakan sebagai sumber energi dari suatu alat elektronika agar mampu melakukan pekerjaannya dengan baik. Tanpa listrik, alat-alat elektronika tersebut akan tidak dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Perlu diketahui, bahwa listrik akan menghasilkan suatu medan yang dapat mempengaruhi suatu partikel yang mengalami ionisasi. Akibat dari pengaruhnya, partikel tersebut akan memiliki gaya tambahan yang dinamakan dengan gaya listrik. Hal itulah yang menjadi latarbelakang pada percobaan tetes minyak milikan ini sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada pemilahan bahan partikel dalam industri nano partikel. Dengan begitu, berdasarkan konsep tetes minyak milikan dapat dilakukan pemilahan.

Tetes minyak milikan atau yang disebut disebut dengan percobaan *oil-drop* merupakan suatu percobaan yang dirancang untuk mengukur suatu muatan listrik elektron. Percobaan tetes minyak milikan pertama kali dilakukan oleh Robert A Milikan yang mana percobaan tersebut dengan melakukan kesetimbangan gaya-gaya antara gaya gravitasi dan gaya listrik pada suatu tetesan kecil dari bahan minyak yang berada diantara dua buah pelat elektroda. Apabila besarnya medan listrik yang digunakan pada percobaan tetes minyak milikan diketahui, maka dengan mudah akan didapatkan muatan dari tetesan minyak yang dijatuhkan pada set alat tetes minyak milikan. Percobaan tetes minyak milikan dapat diartikan sebagai percobaan yang menunjukkan bahwa muatan elektron sebenarnya bersifat diskrit, yaitu gaya yang menyebabkan tetesan minyak ke bawah menuju ke pusat

gravitasi bumi akan dihambat dan diperlambat oleh suatu gaya Stokes atau yang disebut dengan gaya penghambat. Percobaan ini dilakukan dengan menyetimbangkan gaya-gaya antara gaya gravitasi dan gaya listrik pada suatu tetes kecil minyak yang berada diantara dua buah pelat konduktor. Pada dasarnya, percobaan yang dilakukan oleh Robert A Milikan menghasilkan suatu nilai yang menyatakan besarnya muatan elektron yang ada pada suatu tetesan minyak yang di analisa [1].

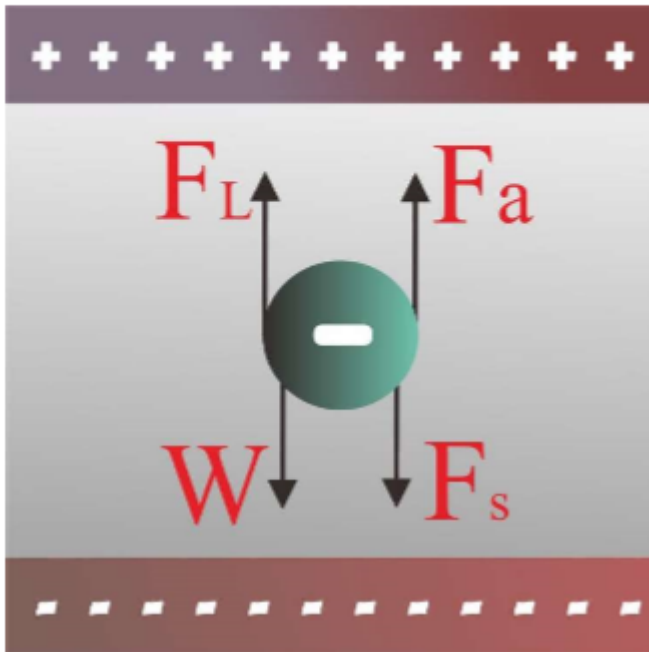
Viskositas dalam ilmu fisika menjelaskan mengenai tingkat kekentalan suatu zat fluida. Viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan suatu fluida yang dirubah baik dengan suatu tekanan maupun tegangan. Konsep dari viskositas berhubungan dengan tingkat kebebasan suatu fluida dapat bergerak. Artinya, dengan menggunakan fluida dengan nilai viskositas yang lebih besar dari pada fluida lain, maka fluida dengan nilai viskositas lebih besar akan sulit mengalami pergerakan daripada suatu fluida dengan nilai viskositas yang lebih kecil. Viskositas akan memiliki hubungan dengan teorema gaya gesekan Stokes. Yang mana, nilai suatu kekentalan zat dapat dilakukan analisa dengan menjatuhkan suatu benda padat kedalam cairan fluida tersebut. Apabila kita menggunakan benda padat berupa bola pejal, maka nilai viskositas suatu zat cair dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1) [2].

$$\eta = \frac{F_s}{6\pi r v} \quad (1)$$

Dalam persamaan (1), viskositas dilambangkan dengan simbol  $\eta$  dan memiliki satuan Pa.s. Selanjutnya, nilai viskositas tersebut akan dipengaruhi oleh besarnya gaya Stokes yang ada dan jari-jari serta kelajuan bola ketika bola yang digunakan telah terjatuh dan melewati zat fluida yang dianalisa [2].

Nilai viskositas sejatinya tidak hanya terdapat pada zat fluida cair saja. Namun viskositas atau kekentalan zat juga ada pada fluida gas. Tentunya untuk viskositas pada suatu zat gas nilainya akan lebih kecil karena apabila suatu zat bergerak pada volume gas tentunya akan dapat bergerak lebih lancar dari pada suatu zat yang bergerak pada volumne zat cair [2].

Percobaan tetes minyak milikan akan dipengaruhi oleh gaya-gaya pada setiap tetes minyak yang dijatuhkan. Gaya-gaya tersebut terdiri dari gaya Stokes, gaya berat, gaya apung atau yang disebut dengan gaya Achimedes dan yang terakhir yaitu gaya listrik. Gaya Stokes merupakan suatu gaya yang terjadi pada suatu material yang bergerak pada suatu fluida. Gaya Stokes memiliki arah yang berlawanan dari arah gerak partikel di suatu fluida. Gaya Stokes menyebabkan partikel tersebut mengalami perlambatan, sehingga partikel akan diperlambat hingga memiliki percepatan nol. Setelah memiliki percepatan yang bernilai nol, maka partikel tersebut akan mencapai kecepatannya yang konstan. Kecepatan konstan ini disebut dengan kecepatan terminal [3].



Gambar 1. Gaya-gaya yang bekerja pada partikel negatif di medan listrik

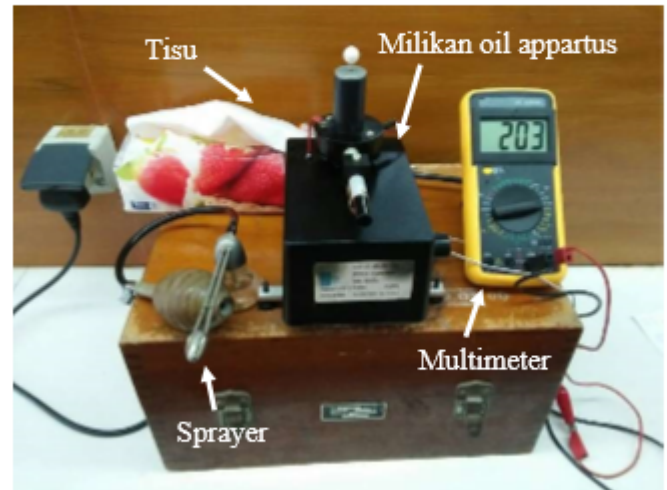
Gaya selanjutnya yang mempengaruhi tetes minyak milikan yaitu gaya berat. Gaya berat merupakan gaya yang arahnya menuju ke pusat massa bumi. Gaya berat dipengaruhi oleh besarnya massa zat dan percepatan gravitasi. Gaya berat menyebabkan suatu zat dapat jatuh dari suatu ketinggian. Apabila tidak memiliki kecepatan horizontal, maka arah dari gaya berat searah dengan laju zat yang dianalisa [3].

Gaya yang ketiga yaitu gaya apung atau yang biasa disebut dengan gaya Archimedes. Gaya ini terjadi karena adanya perbedaan massa jenis antara partikel dengan fluida. Gaya Archimedes arahnya berlawanan dengan gaya berat atau bisa dikatakan menjauhi pusat massa bumi. Hal ini menyebabkan partikel pada fluida yang berbeda akan memiliki berat yang terakumulasi berbeda-beda. Nilainya tersebut tentunya akan bergantung pada massa jenis fluida yang ada [4].

Gaya yang terakhir yaitu gaya listrik. Gaya listrik terjadi ketika suatu material yang memiliki muatan berada pada medan listrik. Gaya listrik memiliki hubungan yang erat dengan hukum Coulomb. Arah dari gaya listrik tergantung pada muatan partikel dan muatan pada medan listrik. Apabila memiliki muatan yang sama, arahnya akan berlawanan menjauhi sumber medan listrik. Kemudian apabila muatannya berbeda, akan berlaku sebaliknya yaitu mendekati sumber medan listrik. Adapun seluruh gaya-gaya yang bekerja pada percobaan tetes minyak milikan dapat dilihat pada gambar 1 [4].

## II. METODE PENELITIAN

Pada percobaan tetes minyak milikan digunakan beberapa alat dan bahan untuk menunjang dalam pengambilan data. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu minyak parafin yang digunakan sebagai butir minyak yang dilakukan analisa. Kemudian digunakan sprayer digunakan untuk disemprotkannya minyak parafin agar masuk ke dalam area bermedan listrik. Digunakan sebuah multimeter untuk tegangan yang menghasilkan medan magnet dapat dilakukan pengukuran nilai. Selanjutnya digunakan *milikan oil apparatus* sebagai komponen dalam dilakukannya analisa tetes minyak milikan yang terdiri dari mikroskop untuk dilakukan perbesaran butiran minyak yang ada, dua plat elektroda untuk



Gambar 2. Skema alat percobaan tetes minyak milikan

dihasilkannya medan listrik dan sumber cahaya agar proyeksi dari butiran minyak dapat diamati oleh mata pengamat. Digunakan pula tisu untuk minyak parafin yang berceceran dapat dibersihkan dan yang terakhir digunakan *stopwatch* untuk dilakukan pengukuran waktu butiran minyak bergerak.

Langkah kerja dilakukannya percobaan tetes minyak milikan yaitu peralatan dan bahan disiapkan. Kemudian peralatan *milikan oil apparatus* dirangkai seperti pada gambar 2. Lalu tegangan input dilakukan pengaturan sebesar 200 V. Minyak parafin yang telah dimasukkan kedalam *sprayer*. Kemudian disemprotkan ke lubang *milikan oil apparatus* sehingga butir minyak dapat menuju ke dalam area bermedan listrik. Butir minyak yang telah dimasukkan kedalam area bermedan listrik selanjutnya dicari dan ditetapkan salah satu dengan diamatinya menggunakan mikroskop. *Switch* pembalik kemudian di atur ke arah bawah sehingga butir minyak yang telah ditetapkan akan bergerak dari batas atas menuju ke batas bawah sehingga dapat dilakukan pengukuran terhadap besarnya waktu tempuh. *Switch* pembalik selanjutnya diatur ke arah atas sehingga butir minyak yang telah ditetapkan akan bergerak dari batas bawah menuju ke batas atas sehingga dapat dilakukan pengukuran terhadap besarnya waktu tempuh. Setiap butir minyak yang naik dan turun dilakukan pengulangan masing-masing sebanyak 3 kali dan dilakukan variasi untuk tegangan input yang berbeda.

Dalam percobaan tetes minyak milikan, digunakan beberapa persamaan untuk didapatkannya nilai jari-jari tetes minyak yang telah ditentukan dan nilai banyaknya muatan tiap butir minyak yang telah ditentukan. Adapun persamaan untuk menentukan untuk menentukan kecepatan pergerakan minyak yaitu seperti pada persamaan (2).

$$v = \frac{d}{t} \quad (2)$$

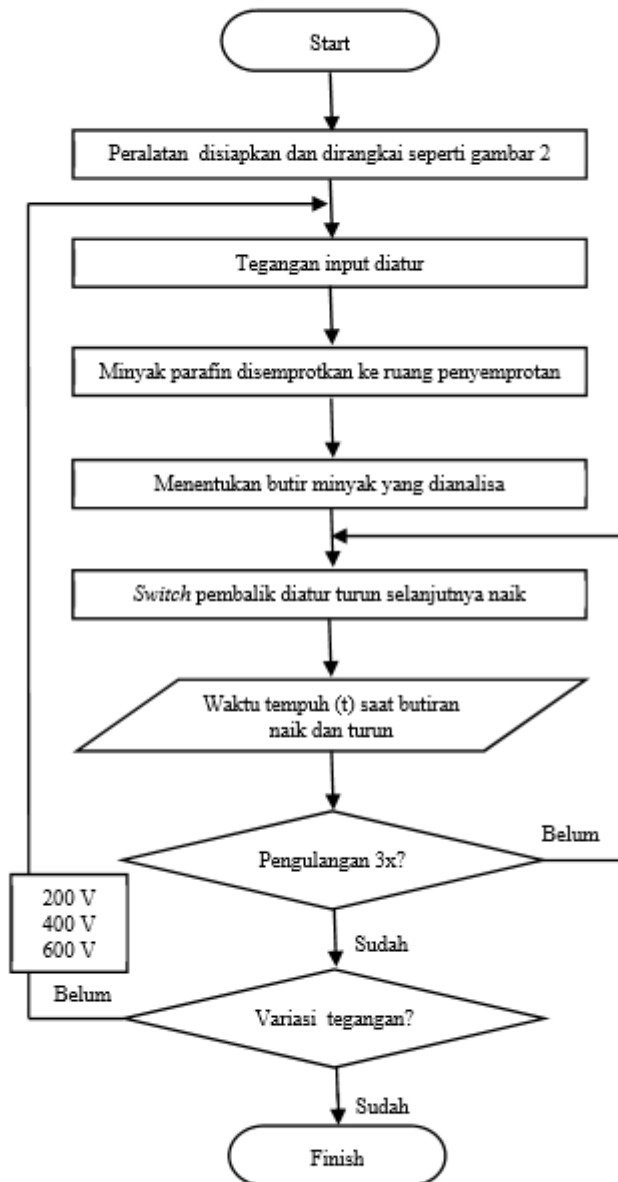
setelah itu dapat dianalisa nilai dari jari-jari tetes minyak yang telah ditentukan yaitu seperti pada persamaan (3).

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v}{2\rho g}} \quad (3)$$

Nilai muatan total tiap butir minyak tentunya dapat dilakukan analisa berdasarkan persamaan (4), kemudian hasilnya dapat digunakan untuk menentukan nilai banyaknya setiap muatan butir minyak ( $n$ ) seperti pada persamaan (5).

$$q = \frac{6\pi\eta r d}{V_{\text{tegangan}}} (v_{\text{gravitasi}} + v_{\text{medan listrik}}) \quad (4)$$

$$n = \frac{q}{e} \quad (5)$$



Gambar 3. Diagram alir percobaan tetes minyak milikan

Langkah kerja pada percobaan tetes minyak milikan dapat dibuat dalam suatu diagram alir. Adapun diagram alir yang dimaksud seperti pada gambar 3.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Data yang telah didapatkan pada percobaan tetes minyak milikan dapat disusun dalam suatu bentuk tabel dan dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai jari-jari suatu butir minyak parafin yang ditentukan serta banyaknya muatan tiap butir minyak parafin yang dianalisa. Hasil dari seluruh percobaan tetes minyak milikan tersebut kemudian dapat dilakukan pembahasan mengenai terjadinya tetes minyak milikan kemudian dapat ditarik kesimpulan untuk hasil keseluruhan percobaan tetes minyak milikan.

#### 3.1 Analisa Data

Berdasarkan hasil percobaan, didapatkan waktu tempuh yang digunakan pada suatu butir minyak parafin dalam bergerak sejauh 0,5 mm baik ketika dipengaruhi oleh medan listrik ataupun ketika tidak dipengaruhi oleh medan listrik. Adapun data selengkapnya dapat dibuat ke dalam bentuk tabel di tabel 1.

Tabel 1  
Waktu tempuh butir minyak bergerak 0,5 mm

V input (volt)	t naik (s)	t turun (s)
200	9,37	8,97
	8,47	9,53
	9,53	8,32
400	5,10	4,67
	5,32	4,37
	6,7	8,08
600	3,71	3,41
	3,6	3,51
	3,33	3,71

#### 3.2 Perhitungan

Dari data yang telah didapatkan pada analisa data, dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan butir minyak, jari-jari butir minyak, muatan total yang ada pada butir minyak, dan banyaknya setiap muatan butir minyak. Adapun contoh perhitungan yang dapat dibuat adalah seperti pada berikut ini.

Diketahui :  $d = 0,5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

$t_{\text{naik}} = 5,10 \text{ s}$

$t_{\text{turun}} = 4,67 \text{ s}$

$\rho_{\text{udara}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{\text{parafin}} = 865 \text{ kg/m}^3$

$\eta_{\text{udara}} = 0,018 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$

$V = 400 \text{ volt}$

Ditanya : jari jari butir minyak ( $r$ ) dan banyaknya setiap muatan butir minyak ( $n$ )?

Jawab :

$$v_{\text{naik}} = \frac{d}{t_{\text{naik}}}$$

$$v_{\text{naik}} = \frac{5 \times 10^{-4}}{5,1}$$

$$v_{\text{naik}} = 9,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$v_{\text{turun}} = \frac{d}{t_{\text{turun}}}$$

$$v_{\text{turun}} = \frac{5 \times 10^{-4}}{4,67}$$

$$v_{\text{turun}} = 1,07 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_{\text{naik}}}{2\rho g}}$$

$$r = \sqrt{\frac{9 \times 0,018 \times 10^{-3} \times 9,8 \times 10^{-5}}{2 \times (865 - 1,2) \times 9,8}}$$

$$r = 9,685 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$q = \frac{6\pi\eta r d}{V_{\text{tegangan}}} (v_{\text{gravitasi}} + v_{\text{medan listrik}})$$

$$q = \frac{6 \times 3,14 \times 0,018 \times 9,685 \times 5 \times 10^{-11}}{400} (9,8 + 10,7)$$

$$q = 8,421 \times 10^{-20} \text{ Coulomb}$$

$$n = \frac{q}{e}$$

$$n = \frac{8,421 \times 10^{-20}}{1,6 \times 10^{-19}}$$

$$n = 0,526$$

Dengan begitu didapatkan  $r = 9,685 \times 10^{-7} \text{ m}$  dan  $n = 0,526$

Tabel 2  
Hasil perhitungan percobaan tetes minyak milikan

V input (volt)	v naik $\times 10^{-5}$ (m/s)	v turun $\times 10^{-5}$ (m/s)	r $\times 10^{-7}$ (m)	q $\times 10^{-20}$ (Coulomb)	n
200	5,34	5,57	7,146	6,610	0,413
	5,90	5,25	7,526	7,104	0,444
	5,25	6,01	7,085	6,762	0,423
rata-rata	5,50	5,61	7,249	6,825	0,427
400	9,80	10,71	9,685	8,421	0,526
	9,40	11,44	9,483	8,378	0,524
	7,46	6,19	8,450	4,890	0,306
rata-rata	8,89	9,45	9,206	7,229	0,452
600	13,48	14,66	11,356	9,031	0,564
	13,89	14,25	11,528	9,166	0,573
	15,02	13,48	11,986	9,651	0,603
rata-rata	14,13	14,13	11,623	9,282	0,580

Berdasarkan contoh perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan nilai jari-jari tetesan minyak yang dianalisa dan banyaknya setiap muatan butiran minyak yang dianalisa. Adapun data selengkapnya dapat ditulis dalam bentuk tabel di tabel 2.

### 3.3 Pembahasan

Percobaan tetes minyak milikan dilakukan dengan menggunakan prinsip adanya gaya listrik yang menyebabkan suatu butiran minyak dapat dipengaruhi oleh suatu medan listrik. Selain itu, sejatinya gaya yang bekerja pada suatu butiran minyak terdiri dari gaya gravitasi, gaya apung, gaya gesek dan gaya listrik. Namun, akibat adanya gaya listrik inilah yang menyebabkan suatu butiran minyak dapat bergerak melawan gravitasi pada percobaan ini.

Ketika butiran minyak disemprotkan ke dalam area ber-medan listrik, butiran minyak tersebut akan mengalami proses ionisasi. Proses ionisasi ini terjadi ketika butiran minyak disemprotkan dan bergesekan dengan pipa besi menuju ke dalam ruang ber-medan listrik. Karena adanya gesekan tersebut antara butiran minyak dengan permukaan pipa besi, minyak akan mengalami ionisasi dan menyebabkan butiran minyak bermuatan tidak netral. Dengan begitu, ketika butiran minyak tersebut memasuki ke dalam ruang ber-medan listrik maka minyak dapat dipengaruhi oleh medan listrik yang ada. Ada kalanya ketika butiran minyak setelah disemprotkan tidak bersentuhan dengan permukaan pipa besi. Hal ini tentunya menyebabkan butiran minyak yang tidak bersentuhan dengan pipa besi tidak mengalami ionisasi sehingga butiran minyak tersebut bermuatan netral. Karena suatu partikel ketika dalam kesetimbangan muatan dikenai oleh suatu medan listrik, maka partikel tersebut tidak akan terpengaruhi oleh medan listrik yang ada. Hal ini tentunya akan terjadi pula pada butiran minyak yang tidak mengalami ionisasi tersebut atau butiran minyak bermuatan netral.

Fungsi dari variasi tegangan yang dilakukan pada percobaan tetes minyak milikan ini digunakan untuk melihat tingkah laku pada butiran minyak apabila diberi tegangan yang berbeda. Terlihat pada tabel 1 untuk data yang didapat berupa waktu tempuh butiran minyak akan lebih memakan waktu singkat ketika butiran minyak tersebut dikenai oleh medan listrik dengan tegangan yang lebih besar. Hal lain juga terlihat pada tabel 2 untuk perhitungan berupa kecepatan butiran minyak bahwa dengan dikenai suatu medan listrik dengan tegangan yang lebih besar, maka kecepatan butiran minyak akan semakin besar pula. Dengan begitu, dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diberikan untuk menghasilkan medan listrik berpengaruh dengan tingkah laku

butir minyak yang mana semakin besar tegangan yang diberikan untuk menghasilkan medan listrik, maka butir minyak yang telah mengalami ionisasi juga akan terpengaruh lebih besar dengan melakukan gerak berkecepatan lebih tinggi dari pada butir minyak yang diberikan medan listrik dengan tegangan yang lebih rendah.

Hasil yang telah didapatkan pada percobaan tetes minyak milikan terdiri dari jari-jari butir minyak yang diteliti dan rata-rata banyaknya tiap muatan butiran minyak. Untuk hasil masing-masing tentunya memiliki rata-rata yang berbeda disetiap variasi tegangan. Hal ini dikarenakan setiap pergantian variasi tegangan, objek butiran minyak yang diteliti juga digunakan butir minyak yang berbeda. Tentunya dengan begitu, jari-jari butir minyak dan jumlah muatan butir minyak juga akan mengalami perbedaan.

Percobaan ini tentunya tidak lepas dari kesalahan data atau eror. Dimana eror yang terjadi pada percobaan ini yaitu terdapat pada pengukuran jarak dan waktu tempuh butir minyak yang diteliti. Tiap sekon dalam pergerakan butir minyak akan berpengaruh besar. Namun pada kenyataan mengukur waktu ketidak serasian dengan realita terjadi karena adanya tenggang waktu antara pengamat dengan seorang pengukur waktu tempuh. Perlu diketahui juga, bahwa ada kalanya butiran minyak tidak mengalami proses ionisasi atau butiran tersebut sebagai butiran dengan muatan netral sehingga tidak dapat dipengaruhi oleh medan listrik. Selain itu perlu kejelian juga dalam mengamati tingkah laku butir minyak dengan menggunakan mikroskop karena tiap butir minyak yang dianalisa dengan menggunakan mikroskop sangat kecil walaupun sudah digunakannya piranti optik berupa mikroskop.

## IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh pada percobaan tetes minyak milikan yaitu rata-rata besarnya jari-jari tetes minyak pada tegangan 200 V yaitu  $7,249 \times 10^{-7}$  m, 400 V yaitu  $9,206 \times 10^{-7}$  m, dan 600 V yaitu  $11,623 \times 10^{-7}$  m. Sedangkan untuk rata-rata banyaknya tiap muatan butir minyak pada tegangan 200 V yaitu 0,427, 400 V yaitu 0,452, dan 600 V yaitu 0,580.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Saya selaku penulis laporan ini dan praktikan dari percobaan tetes minyak milikan mengucapkan terimakasih kepada segenap asisten laboratorium Fisika Madya. Terimakasih saya sampaikan kepada saudari Novia Dwi L dan saudari Fairus Salimatul sebagai asisten laboratorium dari percobaan tetes minyak milikan. Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada rekan-rekan dan semua pihak yang terkait dalam praktikum tetes minyak milikan baik saat melakukan percobaan serta dalam melakukan penyusunan laporan praktikum ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Beiser A. "Concepts of Modern Physics". New York : McGraw-Hill, Inc (1995)
- [2] Tipler R. "Modern Physics". New York : W. H. Freeman and Company (2008)
- [3] Becchi C M, D'Elia M, "Introduction to Basic Concept of Modern Physics". Genova : Springer (2007)
- [4] Ashby N, Miller S C. "Principle of Modern Physics". San Francisco : Holden-Day, Inc (1970)