



DETERMINING THE SURFACE TENSION OF A LIQUID AND THE DROP COMPARISON METHOD

Mukti Ali^{1*}, Muh Syihab Ikb², Jusman³

¹ Program Pasca Sarjana Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Makassar

² Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

*Corresponding Address: e-mail: muktijhi@gmail.com

Info Artikel

Riwayat artikel

Dikirim: Des 13, 2022
Direvisi : Feb 27, 2023
Diterima: Mar 05, 2023

Kata Kunci:

Tegangan Permukaan
Metode Tetes
Metode Perbandingan

DOI:

10.24252/jpf.v11i1.34113

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara menentukan tegangan permukaan zat cair dengan menggunakan metode tetes yang dilanjutkan dengan metode perbandingan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Data yang diperoleh dari eksperimen berupa data kuantitatif. Metode eksperimen dimana menggunakan buret tetes, gelas kimia dan neraca digital sebagai alat bantu untuk menentukan tegangan permukaan dengan metode tetes dilanjutkan metode perbandingan. Metode tetes dilanjutkan dengan metode perbandingan ditinjau dengan melihat perbandingan jumlah tetesan zat cair untuk laju penurunan volume pada buret yang ditetapkan. Zat cair yang dibandingkan pada penelitian ini yakni aquades dan gliserin. Kedua zat cair tersebut dimasukkan kedalam buret tetes kemudian dihitung jumlah tetesannya pada laju penurunan volume yang sama (ditetapkan). Analisis yang digunakan yakni menentukan kedua massa jenis zat (aquades dan air) kemudian dilanjutkan dengan analisis untuk menghitung tegangan permukaannya. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil persen beda (% beda) untuk tegangan permukaan air dan gliserin masing-masing sebesar 1% dan 1,96% , dengan nilai kesalahan mutlak $\Delta_{\text{aquades}} = 1,83$ dyne/cm dan $\Delta_{\text{gliserin}} = 1,68$ dyne/cm dengan kesalahan relatif masing-masing sebesar 2%.

ABSTRACT

The purpose of this study was to find out how to determine the surface tension of a liquid using the drop method followed by a comparison method. The method used in this research is the experimental method. The data obtained from the experiment is in the form of quantitative data. The experimental method uses a drip burette, beaker and digital balance as a tool to determine surface tension using the drop method followed by a comparison method. The drip method is followed by a comparison method reviewed by looking at the ratio of the number of drops of liquid to the rate of volume reduction at the specified burette. The liquid substances compared in this study are distilled water and glycerin. The two liquids are put into the drip burette and then the number of drops is counted at the same (set) volume reduction rate. The analysis used is to determine the density of the two substances (aquades and water) and then proceed with analysis to calculate the surface

tension. From the results of the research that has been done, the results of the percent difference (% difference) for the surface tension of water and glycerin are 1% and 1.96% respectively, with absolute error values $\Delta_{\text{water}} = 1.83$ dyne/cm and $\Delta_{\text{glycerin}} = 1.68$ dyne/cm with a relative error of 2% each

© 2022 The Author(s). Published by Department of Physics Education. Alauddin State Islamic University Makassar.

PENDAHULUAN

Salah satu pokok bahasan dalam pembelajaran fisika adalah menentukan tegangan permukaan zat cair. Tegangan permukaan dari zat cair adalah besarnya energi potensial yang dimiliki oleh lapisan suatu permukaan persatuan luas permukaannya. Dengan adanya tegangan permukaan, zat cair cenderung memperkecil luas permukaannya. Ditinjau dari satuan yang dimilikinya tegangan permukaan dapat dinyatakan sebagai besarnya gaya persatuan panjang [1]. Selain itu, tegangan permukaan dapat dinyatakan ukuran gaya elastis pada permukaan zat cair [2]. Tegangan permukaan merupakan sifat permukaan dari zat cair yang berupa selaput tipis yang lentur akibat pengaruh dari gaya kohesi dan tegangan.

Berbagai jenis fenomena permukaan yang disebabkan karena tegangan permukaan, yang disebabkan karena ketidakseimbangan gaya-gaya kohesi yang bekerja pada molekul-molekul cairan pada permukaan fluida. Molekul-molekul di bagian dalam dari massa fluida dikelilingi oleh molekul-molekul sepanjang permukaan mengalami gaya netto yang mengarah ke dalam konsekuensi fisik yang nyata dari ketidakseimbangan gaya pada permukaan yang menyebabkan adanya kulit atau membran tipis yang disebut sebagai istilah tegangan permukaan. Tegangan permukaan dilambangkan dengan huruf Yunani (γ) gamma dengan dimensi FL^{-1} dengan satuan N/m atau dyne/cm [3].

Beberapa gejala tegangan permukaan yang kadang jumpai dalam kehidupan sehari-hari yakni sebuah pipet akan mengeluarkan zat cair didalamnya dengan cara menetes dan tidak mengalir. Sebatang jarum yang diletakkan pada permukaan air (secara hati-hati) tidak tenggelam, serangga yang hinggap dipermukaan zait cair tidak tenggelam [4]. Fenomena-fenomena tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1: Fenomena Tegangan permukaan pada serangga dan embun air

Di dalam air, setiap molekul air saling berinteraksi dalam gaya tarik menarik antara sesama molekul air (kohesi) yang menyebabkan gayanya menjadi seimbang, berbeda dengan permukaan air molekul air hanya berada pada bagian bawah (bagian atas permukaan air terdapat molekul udara) dimana gaya adhesi (udara dengan air) lebih lemah dibanding gaya kohesi (air dengan molekul air di bagian bawah). Sehingga total gaya yang terdapat pada permukaan zat cair menjadi tidak seimbang. Molekul air yang berada di permukaan zat cair cenderung tertarik ke arah bawah akibatnya pada permukaan zat cair akan terlihat lebih tebal perilaku ini yang menyebabkan tegangan permukaan tegangan permukaan ini yang menyebabkan logam atau benda yang berada di permukaan zat cair tidak tenggelam selama belum melewati tegangan permukaan [4].

Ketika air membentuk suatu permukaan dengan udara, maka molekul air pada permukaan air tersebut memiliki daya tarik yang sangat kuat satu sama lain. Akibat pada permukaan air selalu berusaha untuk berkontraksi. Keadaan ini yang menjaga air untuk menetes, artinya terdapat membrane kontraktil yang rapat pada molekul air yang mengelilingi seluruh permukaan tetesannya [5]

Permukaan air (cairan apapun) yang bersentuhan dengan udara (atau gas apapun) tegangan mempunyai peran untuk menahan agar kedua zat tidak saling meluas. Tegangan permukaan menyebabkan permukaan berperilaku seperti sangat lemah yang elastis. Efek tegangan permukaan akan paling nyata teramati pada gravitasi = 0, yaitu cairan akan mengapung kemana-mana sebagai tetesan bulat karena merupakan bulatan membentuk geometri dengan volume besar tetapi luas permukaannya paling kecil. Jika dua tetesan kecil bersentuhan, keduanya bergabung membentuk tetesan yang lebih besar karena satu tetesan besar mempunyai luas permukaan yang lebih kecil dibandingkan dua tetesan kecil. Tegangan permukaan air lebih besar cairan lain [6]

Tegangan permukaan bervariasi antara berbagai cairan. Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi dan merupakan agen pembasah (wetting agent) yang buruk karena berbentuk droplet misalnya tetesan air hujan pada kaca depan mobil. Permukaan air membentuk suatu lapisan atau film yang cukup kuat sehingga beberapa serangga dapat berjalan di atasnya. Alkohol memiliki tegangan permukaan yang lebih rendah daripada air. Untuk alasan inilah larutan alkohol sering digunakan sebagai larutan antiseptik di rumah sakit karena alkohol dapat membasahi kulit atau

peralatan yang akan dibersihkan lebih baik dibandingkan air. Alkohol juga bisa menguap lebih cepat daripada air, sehingga permukaan menjadi lebih cepat kering [7].

Bentuk lain perwujudan tegangan permukaan adalah aksi kapiler. Menunjukkan air secara spontan naik dalam tabung kapiler. Lapisan air merayap di dinding tabung kaca. Tegangan permukaan air menyebabkan lapisan air mengerut dan hal ini terjadi lapisan menarik air ke atas tabung. Terdapat dua jenis gaya menyebabkan terjadinya aksi kapiler Gaya yang pertama adalah tarik menarik antar molekul-molekul air yang sama (dalam kasus ini molekul-molekul air) yang disebut kohesi dan gaya kedua disebut dengan gaya adhesi adalah tarik menarik antar molekul-molekul yang berbeda, seperti antara kaca air dengan tabung kaca. Jika adhesi lebih kuat daripada kohesi maka isi tabung akan tertarik keatas proses ini terus berlangsung sampai gaya adhesi diseimbangkan oleh berat air dalam tabung. Aksi ini tidak berlaku umum untuk semua cairan. Dalam merkuri kohesi lebih besar dibandingkan adhesi antara merkuri dengan kaca sehingga terjadi penurunan permukaan [2].

Menurut [8] faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan permukaan adalah: 1) Suhu, Tegangan permukaan menurun dengan meningkatnya suhu, karena meningkatnya energi kinetik molekul. Akibatnya gaya interaksi antar molekul zat cair akan meregang. Sehingga dapat diartikan seiring bertambahnya suhu maka tegangan permukaan zat cair akan semakin berkurang, 2) Zat terlarut (salute), keberadaan zat terlarut dalam suatu cairan akan mempengaruhi tegangan permukaan. Penambahan zat terlarut akan meningkatkan viskositas larutan, sehingga tegangan permukaan akan bertambah besar. Tetapi apabila zat yang berada di permukaan cairan membentuk lapisan monomolecular, maka akan menurunkan tegangan permukaan, zat tersebut biasa disebut dengan surfaktan, 3) Surfaktan. (surface active agents), zat yang dapat mengaktifkan permukaan, karena cenderung untuk terkonsentrasi pada permukaan atau antar muka. Surfaktan mempunyai orientasi yang jelas sehingga cenderung pada rantai lurus. Sabun merupakan salah satu contoh dari surfaktan, 4) Jenis Cairan, Pada umumnya cairan yang memiliki gaya tarik antar molekulnya besar, seperti air, maka tegangan permukaannya juga besar. Sebaliknya pada cairan seperti bensin karena gaya tarik antar molekulnya kecil, maka tegangan permukaannya juga kecil, 5) Konsentrasi zat terlarut (solut) suatu larutan biner mempunyai pengaruh terhadap sifat-sifat larutan termasuk tegangan muka dan adsorpsi pada permukaan larutan. Telah diamati bahwa solut yang ditambahkan kedalam larutan akan menurunkan tegangan muka, karena mempunyai konsentrasi di permukaan yang lebih besar daripada di dalam larutan. Sebaliknya solut yang penambahannya kedalam larutan menaikkan tegangan muka mempunyai konsentrasi di permukaan yang lebih kecil daripada di dalam larutan

Berikut disajikan nilai tegangan permukaan berbagai jenis zat cair :

Tabel 1: Nilai Tegangan Permukaan Beberapa Zat Cair

Zat Cair	Suhu (°C)	γ (mN/m = dyne/cm)
Air	0	75,60
Air	20	72,80
Air	25	72,20
Air	60	66,20
Air	80	62,60
Air	100	58,90
Air sabun	20	25,00
Minyak Zaitun	20	32,00
Air raksa	20	465,00
Oksigen	-193	15,70
Neon	-247	5,15
Helium	-269	0,12
Gliserin	20	63,10

Penelitian mengenai alat surface tension sudah pernah dilakukan menggunakan beberapa metode. Salah satunya penelitian yang memanfaatkan fenomena kapilaritas cairan untuk menganalisis tegangan permukaannya. Beberapa metode yang sering digunakan dalam menentukan tegangan permukaan diantaranya: 1) Metode kenaikan kapiler adalah metode kenaikan ketinggian cairan atau penurunan di dalam tabung kapiler. Metode kenaikan pipa kapiler merupakan metode bila suatu pipa kapiler dimasukkan kedalam cairan yang membasahi dinding maka cairan akan naik kedalam kapiler karena adanya tegangan muka. Kenaikan cairan sampai suhu tinggi tertentu sehingga terjadi keseimbangan antara gaya keatas dan kebawah. Gaya yang mengarah kebawah $F = \pi r^2 h \rho g$ dan gaya yang mengarah keatas $F' = 2 \pi r \cos \theta$. Dimana: γ adalah tegangan muka dan θ adalah sudut kontak pada kesetimbangan, gaya ke bawah sama dengan gaya keatas maka :

$$F' = F$$

$$2 \pi r \cos \theta = \pi r^2 h \rho g$$

Pada kesetimbangan, gaya ke bawah sama dengan gaya keatas maka. Untuk air dan kebanyakan organik umumnya $\theta = 0$ atau dapat dianggap batas lapisan paralel dengan kapiler, sehingga harga $\cos \theta = 1$ maka:

$$= \frac{1}{2} r h \rho g \quad (1)$$

2) Metode cairan itu jatuh (*drop weight method*), Metode ini mengukur waktu jatuhnya air pada jumlah tertentu atau pada kondisi aliran konstan. Cairan diteteskan melalui suatu pipa kapiler, waktu jatuh maka berat tetes: $W = 2\pi r \gamma$ dan $W = ma$.

$$mg = 2\pi r \gamma$$

$$\gamma = \frac{mg}{2\pi r} \quad (2)$$

Harus dinyatakan supaya jatuhnya tetesan hanya disebabkan oleh berat tetesan saja (tidak ada faktor-faktor lain yang mempengaruhinya). Disini biasa digunakan metode perbandingan. Dihitung tetesan (n) untuk semua volume tertentu (v). Tegangan permukaan dengan metode cairan jatuh ini dapat dinyatakan.

$$\frac{y_x}{y_2} = \frac{d_y}{d_2} - \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

3) Metode *bubble pressure*, dimana tekanan di dalam gelembung sebanding dengan tegangan permukaan, maka tegangan permukaan dapat diukur dengan mengukur tekanan gelembung.

4) Metode *pendant drop*, yaitu metode yang mengukur surface tension dengan melihat bentuk dan dimensi dari tetesan cairan yang menggantung.

5) Metode cincin *du-Nouy*, Prinsip kerja alat ini berdasarkan pada kenyataan bahwa gaya yang dibutuhkan untuk melepaskan cincin yang tercelup pada zat cair sebanding dengan tegangan permukaan atau tegangan antar muka. Gaya yang dibutuhkan untuk melepaskan cincin dalam hal ini diberikan oleh kawat torsi yang dinyatakan dalam dyne.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar, yang beralamat di Jalan H. M. Yasim Limpo No 63, Kelurahan Samata Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Penelitian berupa penelitian eksperimen dimana data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif. Rancangan penelitian ini disusun dengan menentukan variabel-variabel yang akan diteliti. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian berupa buret tetes 50 ml dengan statif dan klem universal sebanyak 2 buah, gelas kimia 250 ml sebanyak 2 buah, neraca digital dan tally.

Metode eksperimen yang diterapkan dalam menentukan tegangan permukaan pada eksperimen ini yakni dengan menggunakan metode tetes dengan dilanjutkan dengan metode perbandingan. Identifikasi variabel pada penelitian ini adalah variabel manipulasi berupa jumlah volume zat cair yang akan dibandingkan tegangan permukaannya, variabel respon/ukur yakni jumlah tetesan dan massa zat cair yang menetes ke gelas kimia dan variabel tetap pada penelitian ini yakni tegangan permukaan zat pembanding yang telah diketahui nilainya, pada penelitian ini zat cair yang digunakan sebagai pembanding yakni gliserin. Suatu tetesan terbentuk jika gaya berat tetesan itu sama dengan tegangan permukaan, sehingga;

$$W = 2 k \pi r \gamma \quad (4)$$

Jika volume rata-rata dari sebuah tetesan adalah V, maka persamaan diatas dapat diubah menjadi;

$$\gamma = \frac{V \rho g}{2 k \pi r} \quad (5)$$

Dari persamaan diatas terlihat bahwa tidak semua besaran pada ruas kanan dapat diukur dengan mudah. Sebaiknya jika tegangan permukaan zat cair diketahui maka jari-jari r dapat ditentukan. Itulah sebabnya di dalam penelitian ini dilakukan 2 macam pengamatan: yang pertama menggunakan zat cair yang telah diketahui γ -nya, sedangkan yang ke 2 menggunakan yang akan diketahui γ -nya. Jika volume dari kedua zat itu diambil sama dengan jumlah tetesan rata-rata (*volume tetesan* =

$\frac{\text{Volume zat cair}}{\text{jumlah tetesan}}$), sehingga diperoleh persamaan:

$$\gamma_2 = \frac{n_1 p_2}{n_2 p_1} \gamma_1 \quad (6)$$

Selanjutnya dilakukan analisis statistika rumus deviasi maksimum untuk mendapatkan nilai kesalahan mutlak tegangan permukaan dengan menggunakan metode tetes dan metode perbandingan. Rumus menentukan kesalahan mutlaknya adalah: $\Delta = \left| \underline{\gamma} - \gamma_1 \right| \frac{\text{dyne}}{\text{cm}}$ simpangan maksimum diambil sebagai kesalahan mutlak, dilanjutkan dengan menghitung kesalahan relatifnya sehingga didapat berapa % kesalahan relatif tegangan permukaannya. Apabila kesalahan relatif $>10\%$ maka hasil percobaannya tidak valid begitu pula sebaliknya apabila kesalahan relatif $<10\%$ maka hasil percobaannya valid. Nilai kesalahan relatif dapat dicari dengan menggunakan rumus $KR = \frac{\Delta \gamma}{\gamma} \times 100\%$, dan rumus tingkat ketelitian $TK = 100\% - KR$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menentukan tegangan permukaan dengan metode tetes dan metode perbandingan menggunakan 2 jenis zat cair (cairan pertama air yang telah diketahui nilai tegangan permukaannya $\gamma=72,20$ dyne/cm dan cairan kedua gliserin yang akan dicari nilai tegangan permukaannya) dengan laju penurunan volume yang diamati di buret 5 mL dan akan dihitung jumlah tetesan untuk setiap penurunan volume 5 ml pada buret, selanjutnya massa tetesan air dan gliserin akan ditimbang menggunakan neraca digital untuk menghitung besarnya massa jenis air dan gliserin. Hasil analisis tegangan permukaan gliserin dengan menggunakan metode tetes dan perbandingan dengan nilai tegangan permukaan air yang diketahui ($\gamma_{\text{air}}=72,20$ dyne/cm)

Tabel 2: Hasil pengukuran jumlah tetesan air

No	V(ml)	ΔV (ml)	M air (gr)	Jumlah Tetesan
1	5	5	4,96	84
2	10	5	9,89	84
3	15	5	14,53	86
4	20	5	19,41	87

Tabel 3: Hasil Pengukuran jumlah tetesan gliserin

No	V (ml)	ΔV (ml)	M gliserin (gr)	Jumlah Tetesan
1	5	5	6,20	84
2	10	5	12,47	84
3	15	5	18,79	86
4	20	5	25,34	87

Pada analisis kuantitatif, berdasarkan data percobaan pada tabel diatas dilakukan perhitungan dengan menggunakan analisis dengan persamaan $\delta maks$ diperoleh hasil analisis seperti tabel berikut:

Tabel 4. Hasil analisis data Tegangan permukaan zat gliserin

No	V (ml)	m_{gli} (gr)	N	$p (\frac{gr}{cm^3})$	$\gamma (\frac{dyne}{cm})$	$\Delta\gamma$ (dyne/cm)	% beda	KR (%)	DK (%)	PF (dyne/cm)
1	5,00	6,20	84,00	84,00	64,00			2	98	$64,00 \pm 0,24$
2	5,00	12,47	84,00	84,00	63,59			2	98	$63,50 \pm 0,24$
3	5,00	18,79	86,00	86,00	63,92	1,68	1,96	2	98	$65,92 \pm 0,24$
4	5,00	25,34	87,00	87,00	62,24			2	98	$63,45 \pm 0,24$

Berdasarkan tabel pengamatan diatas diperoleh hasil tegangan permukaan gliserin secara teori $63,10 \frac{dyne}{cm}$ (berdasarkan nilai pada tabel 1) maka dari itu diperoleh tegangan permukaan untuk gliserin yang hampir mendekati dengan hasil teori, berdasarkan dari tegangan permukaan gliserin dimana diperoleh % beda sebesar 2% dengan persentase ketidakpastian sebesar 2%, artinya penentuan tegangan permukaan dengan metode tetes dan perbandingan dapat digunakan untuk menentukan tegangan permukaan zat cair.

KESIMPULAN

Sesuai dengan tujuan penelitian, hasil penelitian, dan pembahasan pada bagian sebelumnya. Dari hasil analisis data penelitian dapat disimpulkan; Tegangan permukaan suatu zat cair terjadi karena perbedaan resultan gaya tarik molekul yang ada di permukaan zat cair atau karena ada gaya kohesi dan adhesi. Dalam hal ini gaya adhesi antara partikel air dan kaca lebih besar dari pada gaya kohesi antar partikel-partikel air, air yang menetes pada ujung bawah buret tetes akan memenuhi keadaan berat tetesan air sama dengan tegangan permukaan di sekeliling lingkaran permukaan zat cair pada buret. Sehingga kita dapat menentukan tegangan permukaan zat cair dengan meninjau tetesan tersebut, selanjutnya agar jumlah tetesan tersebut dapat dilanjutkan menentukan tegangan permukaan maka digunakan metode perbandingan dengan syarat salah satu zat cair telah diketahui tegangan permukaannya. Tegangan zat cair gliserin dengan menggunakan metode tetes dan metode perbandingan diperoleh hasil % beda sebesar 1,96% dengan ketidakpastian mutlak 1,68 dyne/cm dan Kesalahan relatif sebesar 2% oleh karena itu percobaan valid.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kamajaya and Saripuddin, *Fisika*. Bandung: Grafindo Media Pratama, 2008.
- [2] R. Chang, *Kimia dasar jilid 1*. Jakarta: erlangga, 2004.
- [3] B. Munson and D. Young, *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga, 2021.
- [4] S. Jumini, "Pengaruh tegangan permukaan di selat gibraltar berdasarkan surah Ar-RahmanAyat 19-20," *J. PPKM*, vol. 2, no. 3, 2018.
- [5] J. Hall, *Buku ajar fisiologi kedokteran*. Jakarta: Elsevier, 2018.
- [6] D. Oxtoby, Gillis, and N. Nachtrieb, *Kimia Modern*. Jakarta: Erlangga, 2001.
- [7] J. James, C. Baker, and H. Swain, . *Prinsip-prinsip Sains untuk Keperawatan*. Jakarta, 2008.
- [8] N. Kertiasa, *Laboratorium Sekolah Dan Pengelolahannya*, 2nd ed. Bandung: Puduk Science, 2013.