

ISBN 978-602-97835-2-0

**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL FISIKA  
III**

**2012**  
**SEMARANG**  
**6 OKTOBER 2012**

**JURUSAN FISIKA**  
Fakultas Matematika dan IPA  
Universitas Negeri Semarang

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang  
telp./fax.: +62 24 8508034 ; website: <http://fisika.unnes.ac.id>

Editor :

Dr. Sarwi, M. Si

Dra. Siti Khanafiah, M.Si

Prof. Nathan Hindarto, Ph.D.

Dr. Supriyadi, M.Si.

Dr. Agus Yulianto

Dr. Sutikno

Dr. Sulhadi, M.Si.

Dr. Suharto Linuih, M.Si.

Dr. Sunyoto Eko Nugroho, M.Si

Diterbitkan Oleh:

**JURUSAN FISIKA**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Semarang

## PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA III

06 Oktober 2012

ISBN 978-602-97835-2-0

© 2012, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Semarang

Alamat : Kampus Sekaran, Gunungpati Semarang 50229  
Telp / Fax. : (024) 8508034



## PENGGUNAAN TEKNIK TRACKING PADA PERANGKAT LUNAK LOGGER PRO UNTUK MENENTUKAN TEGANGAN PERMUKAAN AIR PADA VARIASI SUHU

Widya Rahmadhani<sup>a,\*</sup> dan Moh. Toifur<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Ahmad Dahlan  
<sup>b</sup>Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Pro. Dr. Soepomo SH, Warungboto Yogyakarta  
Jl. Pramuka 24 Sidikan Umbulharjo Yogyakarta 55164

\*Email : rahmadhani\_widya@ymail.com, mtoifur@yahoo.com

### ABSTRAK

Penentuan tegangan permukaan air telah ditentukan menggunakan metode kenaikan pipa kapiler. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suhu terhadap nilai tegangan permukaan air. Proses analisis dilakukan dengan memanfaatkan teknik tracking pada perangkat lunak Logger Pro untuk membantu kesulitan dalam menentukan sudut kontak  $\theta$ . Volume dari sampel yang berupa air dalam penelitian ini adalah 100 ml, jari-jari pipa kapiler 0,5685 mm dan variasi suhu yang digunakan dari suhu 30°C s.d. 80°C. Permukaan air dalam pipa difoto menggunakan mikroskop digital dengan jenis proscope vernier yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Logger Pro untuk dilakukan proses tracking untuk mendapatkan data  $(x_i, y_i)$ . Dari data  $(x_i, y_i)$  yang diperoleh, kemudian di-fitting dan akan mendapatkan persamaan kuadrat untuk ditentukan nilai sudut kontak antara permukaan air dengan dinding pipa. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai tegangan permukaan air terhadap suhu sesuai dengan persamaan  $\gamma(T) = -0,0002T + 0,0769$ . Hal ini berarti bahwa tegangan permukaannya akan semakin menurun diimbangi dengan kenaikan suhu. Ralat relatif antara hasil penelitian dengan nilai acuan tidak lebih dari 0,73%. Yang berarti metode ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk menentukan tegangan permukaan air menggunakan variasi suhu.

**Kata kunci :** sudut kontak, suhu, tegangan permukaan, Logger Pro.

### PENDAHULUAN

Tegangan permukaan merupakan salah satu subbab dalam pokok bahasan mekanika fluida yang dipelajari baik di tingkat sekolah menengah maupun perguruan tinggi. Namun tegangan permukaan yang diajarkan hanya sebatas pengetahuan bagaimana mencari koefisien tegangan permukaan  $\gamma$  secara teori saja, sehingga kurang mampu merangsang siswa maupun mahasiswa untuk terlibat aktif dan mengeluarkan ide-ide atau kemampuan berpikir dalam proses pembelajaran.

Ketika membicarakan pembahasan mengenai tegangan permukaan maka tidak akan terlepas dari yang dinamakan dengan sudut kontak

$\theta$ . Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk oleh pertemuan permukaan zat cair dengan dinding pipa kapiler. Tetapi sudut kontak ini sulit untuk diukur dan ditentukan hasilnya.

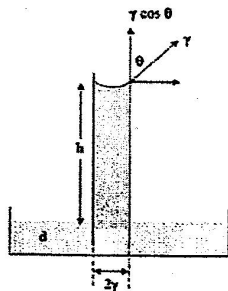
Terkait dengan paparan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang penentuan tegangan permukaan. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan permukaan zat cair menggunakan metode kenaikan pipa kapiler. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah air murni dengan parameter yang digunakan adalah variasi suhu. Mengingat kecilnya diameter pipa kapiler, maka kesulitan yang dialami adalah penentuan nilai sudut kontak  $\theta$  dan jari-jari  $r$ . Kesulitan ini dapat diatasi dengan bantuan menggunakan perangkat

lunak Logger Pro yang berfungsi sebagai pem-fitting/pencocok data. Begitu juga dengan kesulitan menentukan nilai jari-jari pipa kapiler yang dapat teratasi dengan penggunaan perangkat lunak ini.

Teknik tracking pada perangkat lunak Logger Pro memberikan kemudahan untuk mengukur tegangan permukaan air secara langsung. Oleh karena itu penulis terdorong untuk melakukan analisis tegangan permukaan air dengan menggunakan Logger Pro.

## TEORI

Tegangan permukaan adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang, sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis (Kanginan, 2007). Untuk menentukan tegangan permukaan dapat digunakan pipa kapiler, dimana kenaikan permukaan air pada pipa kapiler ada hubungannya dengan nilai tegangan permukaan air tersebut.



Gambar 1. Metode kenaikan kapiler

Kenaikan atau penurunan cairan dalam kapiler disebabkan oleh adanya tegangan permukaan yang bekerja pada permukaan cairan yang menyentuh dinding sepanjang keliling pipa. Akibat tegangan permukaan ini pipa akan memberikan gaya reaksi pada permukaan cairan yang besarnya sama tapi arahnya berlawanan (Yazid, 2005).

Peristiwa terangkatnya cairan pada kolom pipa seperti yang ditunjukkan pada gambar 16, besarnya gaya ke atas akibat tegangan permukaan diberikan persamaan :

$$F_1 = 2\pi r\gamma \cos\theta \quad (1)$$

dengan:

$F_1$  = gaya ke atas akibat tegangan permukaan (N)

$r$  = jari-jari kapiler (m)

$\gamma$  = tegangan permukaan (N/m)

$\theta$  = sudut kontak ( $^\circ$ )

Kenaikan cairan tidak dapat berlangsung terus, karena pada permukaan cairan juga bekerja gaya akibat berat cairan  $F_2$  yang arahnya ke bawah sebesar :

$$F_2 = dVg \quad (2)$$

karena  $V = \pi r^2 h$ , maka

$$F_2 = \pi r^2 h d g \quad (3)$$

dengan:

$d$  = rapatn cairan ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = kenaikan atau penurunan cairan dalam kapiler (m)

Pada saat setimbang berlaku  $F_1$  dan  $F_2$ , sehingga diperoleh:

$$2\pi r\gamma \cos\theta = \pi r^2 h d g \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{d g h r}{2 \cos\theta} \quad (5)$$

Untuk cairan yang membasahi bejana seperti air  $\theta \approx 0$ , sehingga  $\cos\theta = 1$ . Persamaan menjadi :

$$\gamma = \frac{d g h r}{2} \quad (6)$$

## EKSPERIMENTAL

Penentuan nilai tegangan permukaan diawali dengan pencarian besar dari sudut kontak yang kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai tegangan permukaan tersebut.

Sudut kontak diperoleh dari hasil pencitraan dengan mikroskop digital. Dengan melakukan tracking data dari hasil pencitraan maka dapat diketahui nilai sudut kontak dari berbagai variasi suhu. Fitting data atau disebut dengan pencocokan data yaitu menentukan kurva terbaik melalui set data (sekumpulan data) dengan kesalahan minimum. Setelah dilakukan fitting data didapatkan persamaan kuadrat

$$y = ax^2 + bx + c \quad (7)$$

Dengan mendiferensialkan persamaan(1), maka didapatkan kemiringan garis (gradien garis)

$$m = \frac{\partial y}{\partial x} \quad (8)$$

sehingga persamaan (2) menjadi

$$y' = 2ax + b \quad (9)$$

maka sudut kontak  $\theta$  antara permukaan air dengan dinding pipa diperoleh menggunakan teorema pythagoras

$$m = \frac{dx}{dy} = \cot \theta = 2ax + b \quad (10)$$

sehingga

$$\theta = \cot^{-1}(2ax + b) \quad (11)$$

dengan x merupakan titik perbatasan permukaan air dengan dinding pipa.

Nilai tegangan permukaan berbanding terbalik dengan peningkatan suhu. Tegangan permukaan dari suatu cairan secara umum akan menurun dengan meningkatnya suhu. Apabila berat zat cair

yang naik  $\rho Vg$ , berat zat cair yang turun  $\rho \pi r^2 hg$  dan komponen gaya vertikal yang menarik zat cair naik adalah

$$F = (\gamma \cos \theta)(2\pi r) \quad (12)$$

Maka tegangan permukaan cairan dapat ditentukan dengan

$$\gamma = \frac{hr\rho g}{2 \cos \theta} \quad (13)$$

Kesalahan relatif

$$S_y = \left| \frac{\gamma_{percobaan} - \gamma_{teori}}{\gamma_{teori}} \right| \times 100\% \quad (14)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan besar sudut kontak antara air dengan dinding pipa dilakukan dengan cara mengambil gambar permukaan air di dalam pipa menggunakan kamera pada suhu 30 °C s.d. 80 °C. Dalam penelitian ini digunakan mikroskop digital dengan harapan diperoleh gambar yang lebih jelas untuk dianalisis. Setelah diperoleh gambar, kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak *Logger Pro*.

Dari hasil eksperimen diperoleh nilai sudut kontak  $\theta$  air dengan dinding pipa seperti yang ada pada tabel 1.

Tabel 1. Sudut kontak  $\theta$  pada masing-masing suhu

T(°C)	Sudut kontak ( $\theta$ )
30	36,74
40	36,13
50	35,91
60	34,42
70	31,92

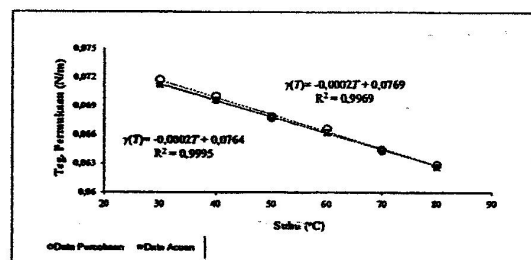
80	30,73
----	-------

Setelah diperoleh nilai sudut kontak dan dengan data yang diketahui berupa jari-jari pipa  $5,68 \times 10^{-4}$  m, percepatan gravitasi bumi di daerah Yogyakarta 9,7822 m/s<sup>2</sup> (Oktova, 1987), nilai massa jenis air 1000 kg/m<sup>3</sup>, maka dapat ditentukan nilai tegangan permukaan pada berbagai suhu (30 °C s.d. 80 °C).

Tabel 2. Perbandingan nilai tegangan permukaan hasil eksperimen dan acuan pada berbagai variasi suhu

T(°C)	$\gamma$ Hasil eksperimen $10^{-3}$ (N/m)	$\gamma$ Acuan $10^{-3}$ (N/m)
30	71,72	71,20
40	69,99	69,60
50	67,84	67,94
60	66,61	66,24
70	64,44	64,47
80	62,82	62,67

Perbandingan hasil eksperimen pada penelitian ini dengan teori yang dianut penulis ditampilkan dalam tabel 2. Gambar 1 juga menampilkan perbandingan nilai tegangan permukaan hasil eksperimen dengan acuan dalam bentuk grafik.



Gambar 2. Grafik perbandingan tegangan permukaan air secara eksperimen dan data acuan

Dari gambar 2 tersebut terlihat bahwa nilai tegangan permukaan air dari hasil penelitian mendekati dengan nilai acuan. Hal ini juga membuktikan bahwa pengaruh suhu terhadap nilai tegangan permukaan air adalah semakin tinggi suhu suatu cairan, semakin rendah nilai tegangan permukaan pada zat cair tersebut, sebesar 0,0002. Setiap kenaikan suhu 10 °C, tegangan permukaan akan menurun sebesar  $2 \times 10^{-4}$  N/m.

## KESIMPULAN

Teknik tracking pada perangkat lunak Logger Pro dapat dimanfaatkan dan digunakan untuk menentukan sudut kontak  $\theta$  antara permukaan zat cair dengan dinding pipa kapiler. Semakin tinggi suhu suatu zat cair maka nilai tegangannya akan semakin menurun, sesuai persamaan  $\gamma(T) = 0,0002T + 0,0769$  dengan nilai kemiringan 0,0002. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya suhu, molekul-molekul cairan akan bergerak lebih cepat dan pengaruh interaksi antara molekul berkurang sehingga tegangan permukaannya menurun.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Sub judul ucapan terimakasih digunakan untuk menyampaikan terimakasih kepada individu-individu atau institusi-institusi yang telah membantu selesainya pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adamson, A. W. 1990. Physical chemistry of surfaces. John Wiley dan Sons: New York
- [2] Behroozi & P. S. Behroozi. 2011. Determination of surface tension from the measurement of internal pressure of mini soap bubbles. American Jurnal Physics vol. 79
- [3] Bormashenko, Edward. 2010. Why are the values of the surface tension of most organic Liquids similar. American Jurnal Physics vol. 78
- [4] Yazid, Eistein. 2005. Kimia fisika untuk paramedis. Yogyakarta: Andi offset
- [5] Young, H. D. & Freedman, R.A. 2000. University physics tenth edition. Alih bahasa Endang Juliastuti. 2002. Fisika universitas/ edisi kesepuluh/ jilid 1. Jakarta: Erlangga