



**STUDI KOMPARATIF PENGARUH SUHU  
TERHADAP TEGANGAN PERMUKAAN LARUTAN  
SABUN DENGAN MENGGUNAKAN METODE GAYA  
BERAT DAN METODE PIPA KAPILER**

**SKRIPSI**



↓  
Nama  
536.1  
WAH  
S.  
JAN 2005  
Sri Wahyuni

Oleh :

SRI WAHYUNI

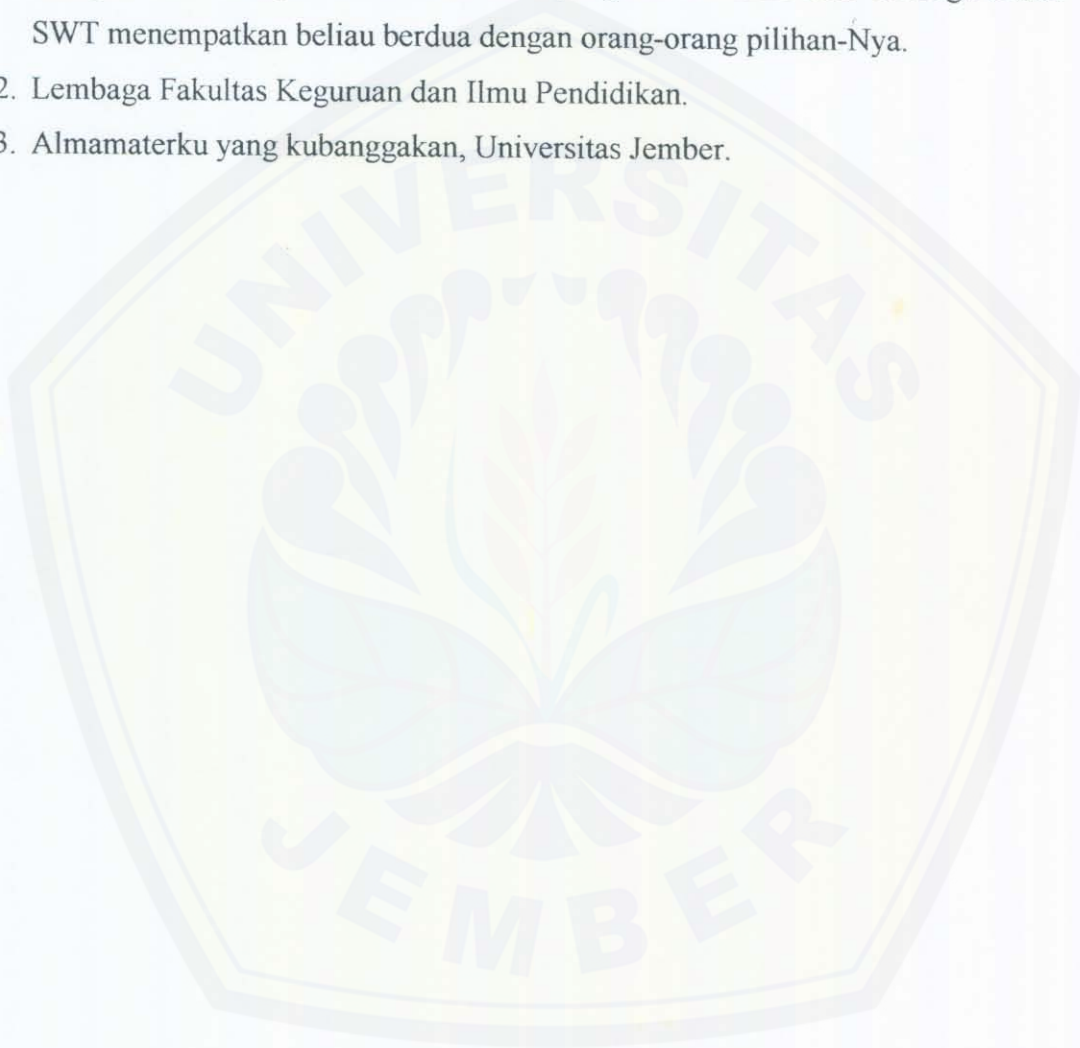
NIM : 000210102010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2004**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segenap cinta yang teriring dalam rasa terima kasih kubingkiskan skripsi ini untuk orang-orang terkasih. Skripsi ini kupersembahkan kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa mengiringi tetes penaku dalam mengais ilmu dengan curahan kasih sayang dan untaian doa. Semoga Allah SWT menempatkan beliau berdua dengan orang-orang pilihan-Nya.
2. Lembaga Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
3. Almamaterku yang kubanggakan, Universitas Jember.



HALAMAN PENGANTAR

**STUDI KOMPARATIF PENGARUH SUHU TERHADAP TEGANGAN  
PERMUKAAN LARUTAN SABUN DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE GAYA BERAT DAN METODE PIPA KAPILER**


Diajukan Untuk Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Sebagai Salah Satu Syarat  
Menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Strata Satu Pada Program Studi  
Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

Oleh :

Nama Mahasiswa : Sri Wahyuni  
NIM : 000210102010  
Tahun Angkatan : 2000  
Tempat / Tgl Lahir : Sidoarjo / 15 Desember 1982

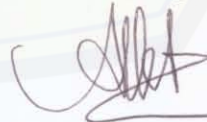
Disetujui,

Pembimbing I



Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si  
NIP. 131 660 790

Pembimbing II



Drs. Albertus D Lesmono, M.Si  
NIP. 132 046 348

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, dan diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember Pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 30 Juni 2004

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua

Sekretaris



Drs. I Ketut Mahardika, M.Si  
NIP. 131 899 599

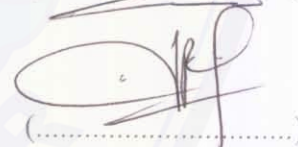
Drs. Albertus D Lesmono, M.Si  
NIP. 132 046 348

Anggota :

1. Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si  
NIP. 131 660 790



2. Dra. Sri Astutik, M.Si  
NIP. 131 993 440



Mengetahui,

Dekan FKIP



Drs. H. Dwi Suparno, M. Hum  
NIP. 131 274 727

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Studi Komparatif Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun Dengan menggunakan Metode Gaya Berat Dan Metode Pipa Kapiler**, tanpa halangan yang berarti.

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Strata Satu pada Program Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penelitian ini dapat terlaksana berkat bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dekan FKIP UNEJ;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP UNEJ;
3. Ketua Program Pendidikan Fisika FKIP UNEJ;
4. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan pengarahan dan saran dalam menyusun skripsi;
5. Rekan-rekanku seperjuangan Fisika, khususnya angkatan 2000.
6. Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan saran serta masukan bagi terselesainya skripsi ini.

Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Jember, Juni 2004

Penulis

DAFTAR ISI

|   |          |
|---|----------|
| HALAMAN JUDUL .....                     | i        |
| HALAMAN MOTTO.....                      | ii       |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                | iii      |
| HALAMAN PENGAJUAN .....                 | iv       |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                | v        |
| KATA PENGANTAR .....                    | vi       |
| DAFTAR ISI .....                        | vii      |
| DAFTAR TABEL.....                       | x        |
| DAFTAR GAMBAR.....                      | xiii     |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                   | xvi      |
| ABSTRAK .....                           | xv       |
| <br>                                    |          |
| <b>I. PENDAHULUAN .....</b>             | <b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang .....                | 1        |
| 1.2 Rumusan Masalah .....               | 2        |
| 1.3 Batasan Masalah .....               | 3        |
| 1.4 Definisi Operasional Variabel ..... | 3        |
| 1.4.1 Suhu .....                        | 4        |
| 1.4.2 Tegangan Permukaan .....          | 4        |
| 1.4.3 Larutan Sabun .....               | 4        |
| 1.4.4 Metode Gaya Berat .....           | 4        |
| 1.4.5 Metode Pipa Kapiler .....         | 4        |
| 1.5 Tujuan Penelitian .....             | 5        |
| 1.6 Manfaat Penelitian .....            | 5        |
| <br>                                    |          |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>       | <b>6</b> |
| 2.1 Suhu .....                          | 6        |
| 2.2 Pemuaian .....                      | 7        |
| 2.2.1 Pemuaian Zat Padat.....           | 7        |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 2.2.2       | Pemuaian Zat Cair.....   | 9         |
| 2.3         | Tegangan Permukaan .....   | 10        |
| 2.4         | Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan.....   | 12        |
| 2.5         | Kapilaritas.....   | 13        |
| 2.6         | Metode Gaya Berat.....   | 15        |
| 2.7         | Metode Pipa Kapiler.....   | 16        |
| 2.8         | Larutan.....   | 18        |
| 2.9         | Bahan Pencuci .....  | 19        |
| 2.9.1       | Sabun .....  | 19        |
| 2.9.2       | Detergen .....   | 20        |
| 2.10        | Hipotesis .....  | 21        |
| <b>III.</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>   | <b>22</b> |
| 3.1         | Tempat dan Waktu Penelitian .....  | 22        |
| 3.2         | Desain Penelitian.....   | 22        |
| 3.3         | Alat dan Bahan .....   | 23        |
| 3.3.1       | Alat-alat yang digunakan .....   | 23        |
| 3.3.2       | Bahan-bahan yang digunakan .....   | 23        |
| 3.4         | Langkah-Langkah Eksperimen .....   | 24        |
| 3.4.1       | Pengukuran Tegangan Permukaan Larutan Sabun<br>Dengan Menggunakan Metode Gaya Berat.....   | 24        |
| 3.4.2       | Pengukuran Tegangan Permukaan Larutan Sabun<br>Dengan Menggunakan Metode Pipa Kapiler..... | 25        |
| 3.4.3       | Mengulangi Langkah-langkah Di Atas Dengan Merek<br>Detergen Lainnya.....                   | 26        |
| 3.5         | Data Eksperimen .....  | 27        |
| 3.6         | Analisa Data .....   | 28        |
| 3.6.1       | Mengetahui Grafik Pengaruh Suhu<br>Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun.....          | 28        |
| 3.6.2       | Menguji Signifikansi Data dengan Rumus t-tes .....   | 30        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>III. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                    | <b>32</b> |
| 4.1 Hasil .....   | 32        |
| 4.1.1 Data Hasil Penelitian dari Metode Gaya Berat.....   | 32        |
| 4.1.2 Data Hasil Penelitian dari Metode Pipa Kapiler..... | 34        |
| 4.2 Analisa Data.....                                     | 36        |
| 4.2.1 Persamaan Regresi Linier.....                       | 37        |
| 4.2.2 Sidik Ragam Regresi .....                           | 40        |
| 4.2.3 T- tes .....  | 42        |
| 4.3 Pembahasan .....                                      | 43        |
| <b>IV. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                     | <b>45</b> |
| 4.4 Kesimpulan .....                                      | 45        |
| 4.5 Saran .....   | 45        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                               | <b>46</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>   |           |



## DAFTAR TABEL

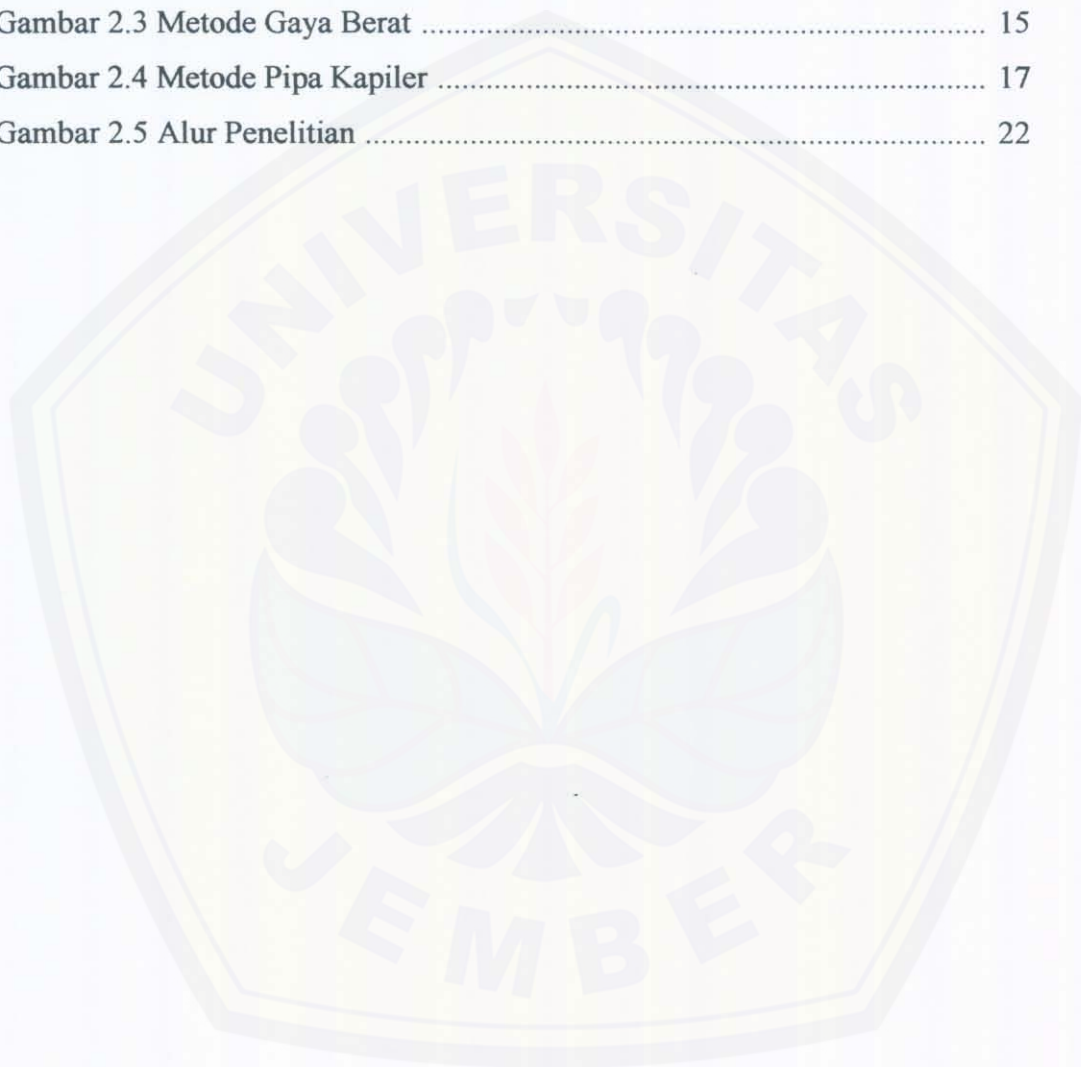
|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Koefisien Muai Panjang .....   | 8  |
| Tabel 2.2 Koefisien Muai Volume .....  | 10 |
| Tabel 2.3 Harga Tegangan Permukaan Beberapa Zat Cair .....                           | 12 |
| Tabel 2.4 Sudut Kontak Beberapa Zat .....  | 13 |
| Tabel 3.1 Contoh Tabel Pengamatan Dengan Menggunakan<br>Metode Gaya Berat .....      | 27 |
| Tabel 3.2 Contoh Tabel Pengamatan Dengan Menggunakan<br>Metode Pipa Kapiler .....    | 27 |
| Tabel 3.3 Sidik Ragam Regresi .....  | 29 |
| Tabel 4.1 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>Rinso Anti Noda .....   | 32 |
| Tabel 4.2 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>Rinso Warna .....       | 33 |
| Tabel 4.3 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>Rinso Matic .....       | 33 |
| Tabel 4.4 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>So Klin Power .....     | 33 |
| Tabel 4.5 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>So Klin Higiniis .....  | 34 |
| Tabel 4.6 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>So Klin Automatic ..... | 34 |
| Tabel 4.7 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>Rinso Anti Noda .....   | 34 |
| Tabel 4.8 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>Rinso Warna .....       | 35 |
| Tabel 4.9 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>Rinso Matic .....       | 35 |
| Tabel 4.10 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>So Klin Power .....    | 35 |

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4.11 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>So Klin Higinis .....   | 36 |
| Tabel 4.12 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan<br>So Klin Automatic.....  | 36 |
| Tabel 4.13 Hasil Analisis Persamaan Regresi Linier .....  | 37 |
| Tabel 4.14 Hasil Analisis Sidik Ragam Regresi .....   | 41 |
| Tabel 4.15 Hasil Analisis T-tes .....   | 42 |
| Tabel Lampiran 3.1 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Gaya Berat Pada Larutan Rinso Anti Noda .....   | 51 |
| Tabel Lampiran 3.2 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Gaya Berat Pada Larutan Rinso Warna .....       | 51 |
| Tabel Lampiran 3.3 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Gaya Berat Pada Larutan Rinso Matic .....       | 52 |
| Tabel Lampiran 3.4 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Gaya Berat Pada Larutan So Klin Power .....     | 52 |
| Tabel Lampiran 3.5 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Gaya Berat Pada Larutan So Klin Higinis .....   | 52 |
| Tabel Lampiran 3.6 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Gaya Berat Pada Larutan So Klin Automatic ...   | 53 |
| Tabel Lampiran 3.7 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Pipa Kapiler Pada Larutan Rinso Anti Noda ..... | 53 |
| Tabel Lampiran 3.8 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Pipa Kapiler Pada Larutan Rinso Warna .....     | 53 |
| Tabel Lampiran 3.9 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Pipa Kapiler Pada Larutan Rinso Matic .....     | 54 |
| Tabel Lampiran 3.10 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Pipa Kapiler Pada Larutan So Klin Power .....  | 54 |
| Tabel Lampiran 3.11 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari<br>Metode Pipa Kapiler Pada Larutan So Klin Higinis .... | 54 |
| Tabel Lampiran 3.12 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari  |    |

|   |    |
|---|----|
| Metode Pipa Kapiler Pada Larutan So Klin Automatic ..   | 55 |
| Tabel Lampiran 3.13 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan<br>Rinso Anti Noda .....   | 61 |
| Tabel Lampiran 3.14 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan<br>Rinso Warna.....        | 61 |
| Tabel Lampiran 3.15 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan<br>Rinso Matic.....        | 62 |
| Tabel Lampiran 3.16 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan<br>So Klin Power .....     | 62 |
| Tabel Lampiran 3.17 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan<br>So Klin Higinis .....   | 63 |
| Tabel Lampiran 3.18 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan<br>So Klin Automatic ..... | 63 |

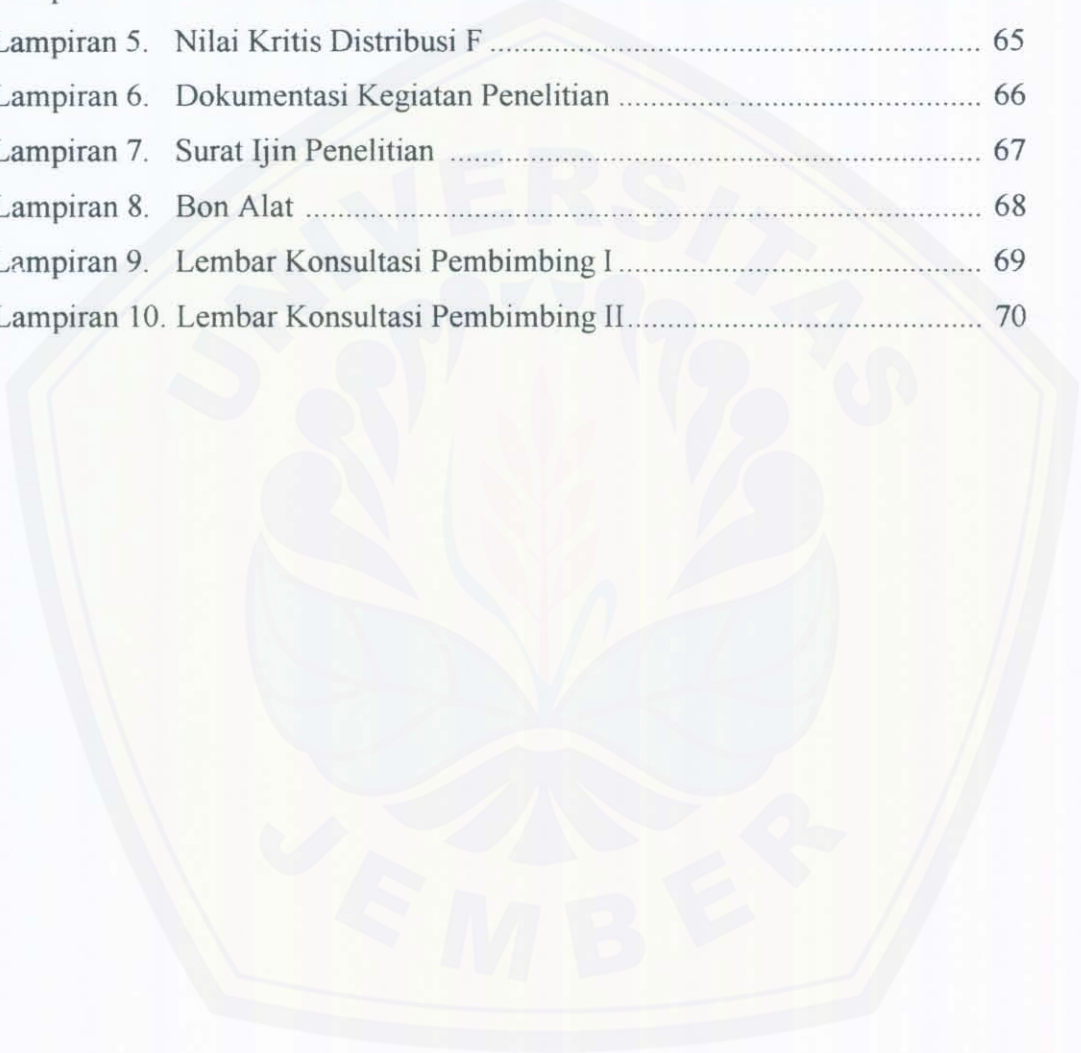
**DAFTAR GAMBAR**

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 A. Molekul Pada Permukaan Zat Cair .....     | 11 |
| B. Molekul Pada Bagian Dalam Zat Cair .....             | 11 |
| Gambar 2.2 Gaya Tegangan Permukaan Di Dalam Tabung..... | 14 |
| Gambar 2.3 Metode Gaya Berat .....                      | 15 |
| Gambar 2.4 Metode Pipa Kapiler .....                    | 17 |
| Gambar 2.5 Alur Penelitian .....                        | 22 |



**DAFTAR LAMPIRAN**

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1. Matrik Penelitian .....                    | 47 |
| Lampiran 2. Perhitungan Tegangan Permukaan .....       | 48 |
| Lampiran 3. Perhitungan Analisis Hasil Percobaan ..... | 51 |
| Lampiran 4. Nilai Kritis Distribusi t .....            | 64 |
| Lampiran 5. Nilai Kritis Distribusi F .....            | 65 |
| Lampiran 6. Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....      | 66 |
| Lampiran 7. Surat Ijin Penelitian .....                | 67 |
| Lampiran 8. Bon Alat .....                             | 68 |
| Lampiran 9. Lembar Konsultasi Pembimbing I .....       | 69 |
| Lampiran 10. Lembar Konsultasi Pembimbing II .....     | 70 |



## ABSTRAK

Sri Wahyuni, 2004, Studi Komparatif Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun Dengan Menggunakan Metode Gaya Berat Dan Metode Pipa Kapiler.

Skripsi Program Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

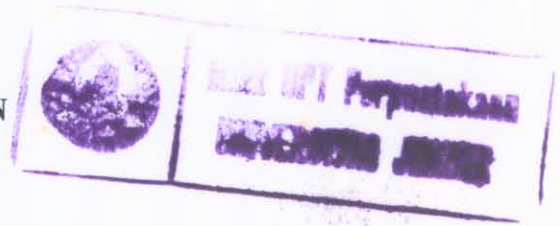
Pembimbing I : Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si

Pembimbing II : Drs. Albertus D Lesmono, M.Si

Suhu sangat berpengaruh terhadap tegangan permukaan zat cair. Pada saat mencuci pakaian agar benar-benar bersih, akan lebih mudah dilakukan dengan cara menurunkan tegangan permukaannya, dan air sabun adalah yang terbaik. Berdasarkan latar belakang tersebut timbul suatu permasalahan: (1) adakah pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, (2) adakah perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, serta mengkaji ada tidaknya perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler. Metode pengukuran yang digunakan adalah metode gaya berat dan metode pipa kapiler dalam 6 macam larutan sabun. Kemudian data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan persamaan regresi linier, sidik ragam regresi dan T-tes. Dari analisa data diperoleh 12 persamaan regresi linier dan 12 grafik dalam bentuk linier dari dua metode. Dari hasil sidik ragam regresi diperoleh kesimpulan bahwa suhu mempunyai pengaruh yang signifikan dan berkorelasi negatif terhadap tegangan permukaan larutan sabun baik yang dihasilkan dari metode gaya berat maupun metode pipa kapiler, sedangkan dari uji signifikansi dengan menggunakan T-tes diperoleh kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

Kata Kunci : Suhu, Tegangan Permukaan, Larutan Sabun, Metode Gaya Berat, Metode Pipa Kapiler.

## I. PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Pada Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya Fisika kita sering mendapat pengetahuan yang erat hubungannya dengan kejadian-kejadian dalam kehidupan sehari-hari., misalnya suhu. Suhu dalam kehidupan sehari-hari sering kita gunakan untuk menyatakan derajat panas atau dinginnya suatu benda. Semakin panas keadaan dari suatu benda maka kita katakan benda tersebut memiliki suhu yang tinggi, begitu juga sebaliknya semakin dingin keadaan dari suatu benda maka benda tersebut dikatakan memiliki suhu yang rendah. Untuk mengukur besar kecilnya derajat panas suatu benda, kita menggunakan alat yang diberi nama termometer.

Tegangan permukaan zat cair terjadi karena timbulnya resultan gaya tarik antar molekul-molekul zat cair yang berada di permukaan zat cair. Hal tersebut tidak terjadi pada molekul-molekul yang berada pada bagian dalam zat cair, karena molekul-molekul yang berada di dalam zat cair resultan gayanya sama dengan nol sedangkan pada permukaan resultannya merupakan gaya-gaya yang tegak lurus permukaan zat cair dengan arah ke bawah, sehingga terasa seperti ada selaput yang tegang dan kenyal (Wirjoatmojo, 1988:46).

Pada saat mencuci pakaian agar benar-benar bersih, air harus dipaksa melalui ruang sempit di antara serat pakaian. Ini membutuhkan penambahan luas permukaan air yang sulit untuk dilalui akibat adanya tegangan permukaan. Pekerjaan ini akan lebih mudah dilakukan dengan cara menurunkan harga tegangan permukaannya, karena itu air yang sangat panas ( $\gamma = 58,9$  dyne/cm pada  $100^{\circ}\text{C}$ ) lebih baik untuk dipakai mencuci dari pada air hangat ( $\gamma = 72,8$  dyne/cm pada  $20^{\circ}\text{C}$ ), dan air sabun ( $\gamma = 25,0$  dyne/cm pada  $20^{\circ}\text{C}$ ) adalah yang terbaik Young dan Freedman,2001:433).

Pada zaman sekarang ini, bahan pencuci atau bahan pembersih banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Hampir setiap hari masyarakat berhubungan dengan bahan pencuci. Dewasa ini telah banyak bahan pencuci yang beredar di pasaran, misalnya saja bahan pencuci dengan merek rinso dan so klin. Berdasarkan struktur

kimianya, bahan pencuci dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu sabun dan detergen. Biasanya para promotor sabun atau detergen menggunakan kuantitas busa sebagai ukuran dari keunggulan produknya, memang busa merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan sebagai ukuran kualitas sabun atau detergen, namun sebenarnya busa tersebut disebabkan karena adanya kualitas tegangan permukaan ( $\gamma$ ) yang dihasilkan oleh larutan sabun atau detergen.

Tegangan permukaan dapat diukur dengan berbagai macam metode, diantaranya adalah metode pipa kapiler, metode tetes, metode pipa U dan metode gaya berat. Pada penelitian ini untuk memperoleh harga tegangan permukaan larutan sabun dilakukan melalui eksperimen dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, karena kedua metode tersebut suhu yang diinginkan tidak mudah terpengaruh oleh suhu kamar. Hasil percobaan yang diperoleh dari metode gaya berat akan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh melalui metode pipa kapiler.

Tertarik oleh kenyataan tersebut dan juga terdorong oleh rasa ingin tahu kebenaran suatu teori, maka penelitian ini mengambil judul **“Studi Komparatif Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun Dengan Menggunakan Metode gaya Berat Dan Metode Pipa Kapiler “**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapatlah dirumuskan beberapa permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Adakah pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.
2. Adakah perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.



### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus pada upaya menjawab permasalahan yang ada, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut :

1. Larutan sabun yang dimaksud dalam penelitian ini adalah larutan dari bahan pencuci pakaian dan bukan bahan pencuci badan.
2. Jenis bahan pencuci yang dimaksud dalam penelitian ini adalah bahan pencuci dari jenis detergen.
3. Merek detergen yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari merek “Rinso” dan “So klin”. Adapun beberapa jenis merek rinso dan so klin yang digunakan antara lain :

Rinso : a. Rinso Anti Noda

b. Rinso Warna

c. Rinso Matic

So Klin : a. So Klin Power

b. So Klin Higinis

c. So Klin Automatic

4. Larutan sabun dengan konsentrasi 1,5 gram di campur (diaduk) dalam 500 ml air sampai tercampur.
5. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini berkisar antara 20<sup>0</sup>C – 100<sup>0</sup>C.

### 1.4 Definisi Operasional

Untuk menghindari kemungkinan terjadinya kesalahan dalam mengartikan istilah-istilah dalam penelitian ini, maka penulis memberikan pengertian mengenai variabel yang akan dipakai dalam penelitian ini antara lain : suhu, tegangan permukaan, larutan sabun, metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

#### 1.4.1 Suhu

Suhu yang dimaksud dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui derajat panas atau dingin dari larutan sabun. Untuk mengukur besar kecilnya derajat panas atau dingin, peneliti menggunakan alat termometer.

#### 1.4.2 Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah banyaknya kerja yang dibutuhkan untuk memperluas permukaan cairan sebanyak satu satuan luas. Dimana tegangan permukaan larutan sabun pada penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

#### 1.4.3 Larutan Sabun

Larutan sabun yang dimaksud dalam penelitian ini adalah suatu campuran homogen yang terdiri dari dua zat penyusun yaitu detergen yang dilarutkan dalam air sampai tercampur dengan konsentrasi yang sesuai dengan takaran bahan yang digunakan, yaitu 30 gram bahan dalam 10 liter air yang diperkecil menjadi 1,5 gram bahan dalam 500 ml.

#### 1.4.4 Metode Gaya Berat

Metode gaya berat adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan tegangan permukaan larutan sabun dengan cara meletakkan jarum di atas permukaan larutan sabun, kemudian dinaikkan suhunya sampai jarum tersebut tenggelam. Pada metode ini akan didapatkan data berupa suhu awal ( $T_0$ ), suhu akhir ( $T_1$ ), panjang jarum mula-mula ( $L_0$ ) dan massa jarum ( $m$ ).

#### 1.4.5 Metode Pipa Kapiler

Metode pipa kapiler adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan tegangan permukaan larutan sabun, yaitu dengan cara mencelupkan pipa kapiler ke dalam larutan, dengan mengamati larutan yang berada di dalam pipa kapiler tersebut. Pada metode ini akan didapatkan data berupa ketinggian larutan dalam pipa kapiler ( $h$ ), sudut kontak ( $\theta$ ), jari-jari pipa kapiler ( $R$ ) dan massa jenis mula-mula ( $\rho_0$ ).

### **1.5 Tujuan Penelitian**

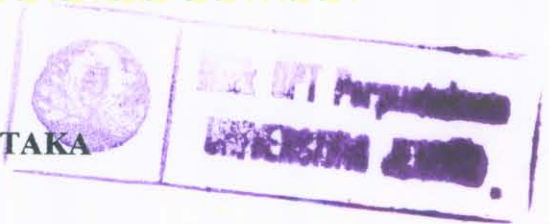
Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.
2. Mengkaji ada tidaknya perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Setelah diadakan penelitian diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Lembaga, hasil ini diharapkan dapat menjadi sumbangan pemikiran atau sebagai bahan referensi tambahan untuk eksperimen di Laboratorium.
2. Bagi pembaca, diharapkan dengan penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.
3. Bagi Penulis, penelitian ini merupakan hasil karya yang berharga dalam rangka pengembangan pengetahuan maupun untuk menambah pengalaman melakukan penelitian.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Suhu

Konsep suhu (*temperature*) berakar dari ide kualitatif panas dan dingin yang berdasarkan pada indera sentuhan kita. Jadi, suhu merupakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda yang bersifat relatif. Benda yang panas dikatakan mempunyai suhu atau *temperature* yang lebih tinggi dari pada benda dingin. Benda menjadi panas karena adanya getaran molekul-molekul dari benda tersebut yang sangat cepat, begitu juga sebaliknya benda menjadi dingin disebabkan oleh getaran molekul dari benda yang relatif lambat. Dalam mengukur suhu dari suatu benda kita dapat menggunakan alat indra kita, yaitu dengan menyentuh benda tersebut. Akan tetapi perasaan kita mengenai suhu sangatlah relatif, misalnya saja akan membedakan dua buah benda yang memiliki suhu yang hampir sama. Tentunya kita akan kesulitan untuk membedakannya, sehingga kita akan menganggap bahwa kedua benda tersebut memiliki suhu yang sama. Oleh sebab itu dalam pengukuran suhu suatu benda kita membutuhkan suatu alat yang menggunakan sifat fisis dari suatu zat yang dapat diukur besarnya, yang berubah bersamaan dengan berubahnya suhu (Sears dan Zermansky, 1962:258).

Alat yang biasa kita gunakan untuk mengukur suhu benda adalah termometer. Suhu yang ditunjukkan oleh termometer adalah suhu tiap sistem yang berada dalam keseimbangan termal dengannya. Misalnya saja, jika kita ingin mendapatkan suhu secangkir kopi panas, masukkan termometer kedalam kopi, saat keduanya berinteraksi, termometer menjadi lebih panas dan kopi sedikit lebih dingin. Ini berarti sistem telah mencapai kondisi kesetimbangan, di mana interaksi antara termometer dan kopi tidak menyebabkan perubahan lebih jauh pada sistem. Kita menyebut keadaan ini sebagai kesetimbangan termal (*Thermal Equilibrium*).

Patokan pembuatan termometer yang menggunakan skala celsius adalah dengan menandai ketinggian cairan suhu air beku pada "nol" dan ketinggian suhu didih pada "100", dan membagi jarak diantaranya menjadi 100 interval yang sama besar dengan sebutan derajat. Hasilnya adalah skala suhu celsius (*Celsius*

*Temperature Scale*), dulu dikenal dengan skala centigrade di negara yang menggunakan bahasa inggris. Suhu celsius pada keadaan lebih dingin dari pada air beku ditandai dengan angka negatif. Termometer celsius banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, maupun dalam sains dan industri yang ada di seluruh dunia. Jenis termometer lain yang umum digunakan adalah termometer tahanan, termokopel, dan pyrometer optis (Young dan Freedman,2001:459).

## 2.2 Pemuaian

Sebagian besar zat memuai ketika dipanaskan dan menyusut ketika didinginkan. Pemuaian dan penyusutan ini biasanya cukup kecil untuk bisa diamati, namun fenomena ini sangat penting karena gaya yang dihasilkan sangat besar dan harus diperhitungkan untuk rancang bangun tertentu seperti rel kereta api, jembatan baja, atau sambungan beton di jalan raya. Ketika sebuah benda dipanaskan, gerakan molekul-molekulnya semakin cepat yang menyebabkan pergeserannya semakin besar. Secara keseluruhan, jarak antar molekul semakin bertambah sehingga terjadilah peristiwa yang kita sebut sebagai pemuaian.

### 2.2.1 Pemuaian Zat Padat

Jika kita melakukan percobaan memanaskan sebuah besi yang panjang awalnya  $L_0$ , akan kita dapatkan bahwa pertambahan panjang akibat pemuaian  $\Delta L$  berbanding lurus dengan pertambahan suhu  $\Delta T$ . Pertambahan ini berbanding lurus dengan panjang mula-mula  $L_0$ , yang artinya untuk pertambahan suhu yang sama sebuah batang besi 6 m akan bertambah panjang 3 kali dari pertambahan panjang batang besi 2 m. Secara matematis kita bisa menuliskan,

$$L = L_0(1 + \alpha\Delta T) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana  $\alpha$  merupakan suatu konstanta yang disebut koefisien muai panjang.



**Tabel 2.1 Koefisien Muai Panjang**

| No  | Bahan       | Koefisien Muai Panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) |
|-----|-------------|--|
| 1.  | Besi        | $12 \times 10^{-6}$                                |
| 2.  | Tembaga     | $17 \times 10^{-6}$                                |
| 3.  | Aluminium   | $23 \times 10^{-6}$                                |
| 4.  | Timah Hitam | $29 \times 10^{-6}$                                |
| 5.  | Platina     | $9 \times 10^{-6}$                                 |
| 6.  | Kuningan    | $18 \times 10^{-6}$                                |
| 7.  | Seng        | $30 \times 10^{-6}$                                |
| 8.  | Intan       | $1 \times 10^{-6}$                                 |
| 9.  | Kaca        | $8,5 \times 10^{-6}$                               |
| 10. | Baja        | $11 \times 10^{-6}$                                |

(Tipler, 1998:314)

Jika batang besi yang kita panaskan memiliki luas penampang  $A_0$ , bagaimana luas penampang ini berubah setelah adanya perubahan suhu  $\Delta T$ ? Kita misalkan jari-jari awal penampang kawat sama dengan  $R_0$ , sesuai dengan persamaan (2.1), panjang  $R$  dapat dihitung sebagai :

$$R = R_0 + \alpha R_0 \Delta T$$

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

Luas penampang mula-mula adalah  $A_0 = \pi R_0^2$ , sedangkan luas penampang setelah memuai sama dengan :

$$\begin{aligned} A &= \pi R^2 = \pi R_0^2 (1 + \alpha \Delta T)^2 \\ &= A_0 (1 + \alpha \Delta T)^2 = A_0 (1 + 2\alpha \Delta T + \alpha^2 \Delta T^2) \end{aligned}$$

Karena nilai  $\alpha$  relatif kecil, maka nilai  $\alpha^2 \Delta T^2$  dapat diabaikan sehingga diperoleh pendekatan,

$$A = A_0 (1 + 2\alpha \Delta T) \dots\dots\dots (2.2)$$

Bagaimana pertambahan volume suatu benda akibat pemuaian. Pada contoh batang besi yang panjang mula-mula  $L_0$  menjadi  $L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ , sedangkan luas penampangnya menjadi  $A = A_0(1 + 2\alpha\Delta T)$ . Kita tahu bahwa volume  $V$  sama dengan panjang kali luas penampang, dengan demikian,

$$\begin{aligned} V &= A L \\ &= A_0(1 + 2\alpha\Delta T) L_0(1 + \alpha\Delta T) \\ &= A_0 L_0 (1 + 2\alpha\Delta T) (1 + \alpha\Delta T) \end{aligned}$$

Volume awal  $V_0$  sama dengan  $A_0 L_0$ . Sehingga

$$V = V_0(1 + \alpha\Delta T + 2\alpha\Delta T + 2\alpha^2\Delta T^2)$$

Jika kita mengabaikan suku  $2\alpha^2\Delta T^2$  karena nilai  $\alpha$  yang kecil, akan kita peroleh :

$$V = V_0(1 + 3\alpha\Delta T) \dots\dots\dots (2.3)$$

**2.2.2 Pemuaian Zat Cair**

Berbeda dengan pemuaian zat padat, pada zat cair kita hanya mengenal pemuaian volume. Jadi, pada umumnya volume zat cair bertambah ketika suhu dinaikkan karena molekul zat cair lebih bebas dibandingkan molekul zat padat, maka pemuaian pada zat cair harus lebih besar dibandingkan pada zat padat. Sifat pemuaian zat cair inilah yang kita gunakan untuk mengukur suhu benda dengan termometer.

Bila volume zat cair mula-mula adalah  $V_0$ , volume akhir  $V$  maka perubahan suhu sebesar  $\Delta T$  menyebabkan perubahan volume,  $\Delta V = V - V_0$  yang sama dengan,

$$\begin{aligned} \Delta V &= V - V_0 = V_0 \beta \Delta T \\ V &= V_0 (1 + \beta \Delta T) \dots\dots\dots (2.4) \end{aligned}$$

Dimana  $\beta$  merupakan suatu konstanta yang disebut koefisien muai volume.

Tabel 2.2 Koefisien Muai Volume

| No | Bahan     | Koefisien Muai Volume ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) |
|----|-----------|---|
| 1. | Tembaga   | $42 \times 10^{-6}$                               |
| 2. | Aluminium | $72 \times 10^{-6}$                               |
| 3. | Kuarsa    | $1,2 \times 10^{-6}$                              |
| 4. | Kuningan  | $60 \times 10^{-6}$                               |
| 5. | Kaca      | $27 \times 10^{-6}$                               |
| 6. | Raksa     | $180 \times 10^{-6}$                              |

(Tipler,1998:366).

Kita tahu bahwa ketika suhu naik, volume zat bertambah sementara massanya tetap. Akibatnya, ketika suhu zat cair bertambah, massa jenis zat berkurang. Bila massa jenis zat cair mula-mula  $\rho_0$ , dimana :

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\rho = \frac{m}{V_0(1 + \beta\Delta T)}$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{(1 + \beta\Delta T)} \dots\dots\dots (2.6)$$

(Young dan Freedman,2001:463).

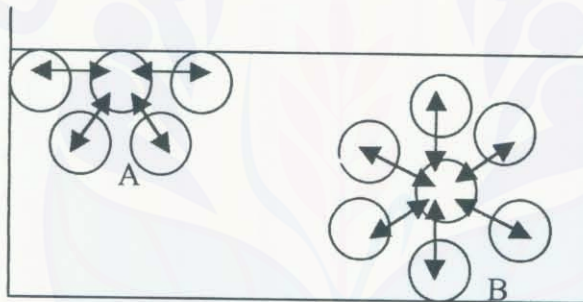
### 2.3 Tegangan Permukaan

Salah satu sifat khusus dari molekul-molekul pada permukaan zat cair adalah terjadinya tegangan permukaan. Bila sebatang jarum diletakkan dengan hati-hati di atas permukaan zat cair misalnya air, maka jarum tersebut akan tetap berada di permukaan air tersebut. Padahal jika ditinjau dari harga massa jenisnya, seharusnya jarum tersebut tenggelam. Terapungnya jarum tersebut disebabkan oleh adanya selaput tipis pada permukaan cairan yang dapat menahan berat jarum yaitu tegangan permukaan. Fakta lain yang menunjukkan bahwa tegangan



permukaan zat cair itu memang ada ialah naiknya larutan-larutan garam mineral tanah ke dalam batang tanaman, meresapnya air ke dalam tanah, spon atau karet busa yang dapat menyerap air dan masih banyak contoh yang lain lagi.

Tegangan permukaan zat cair terjadi karena timbulnya resultan gaya tarik antar molekul-molekul zat cair yang berada di permukaan zat cair. Hal tersebut tidak terjadi pada molekul-molekul zat cair yang berada pada bagian dalam zat cair, karena molekul-molekul yang berada di dalam zat cair resultan gayanya sama dengan nol sedangkan pada permukaan resultannya merupakan gaya-gaya yang tegak lurus permukaan zat cair dengan arah ke bawah, sehingga terasa seperti ada selaput yang tegang dan kenyal (Wirjoatmojo,1988:46). Untuk lebih mudahnya memahami dan mendapatkan gambaran yang lebih jelas perhatikan gambar berikut.



Gambar 2.1 A. Molekul pada permukaan zat cair  
B. Molekul pada bagian dalam zat cair

Molekul-molekul zat cair pada bagian dalam zat cair mengalami gaya tarik ke segala arah dengan sama rata. Namun bagi molekul-molekul pada bagian permukaan zat cair hanya mengalami tarikan dari molekul-molekul zat cair yang berada di kiri, kanan dan bawahnya saja. Akibat dari adanya gaya yang bekerja secara tidak merata, maka timbul gaya resultan yang mengarah ke dalam cairan.

Sebagai akibat langsung dari keseimbangan gaya yang dialami oleh molekul-molekul permukaan, maka bila molekul-molekul dalam zat cair akan pindah ke permukaan untuk memperluas permukaan akan dibutuhkan kerja untuk mengatasi gaya tarik tadi. Oleh karena itu zat cair cenderung untuk meminimalkan permukaannya sehingga terjadilah tegangan permukaan. ***Tegangan permukaan***

didefinisikan sebagai gaya  $F$  persatuan panjang  $L$  yang bekerja melintang pada setiap garis pada permukaan, dan cenderung menarik permukaan sampai menutup.

$$\gamma = \frac{F}{L} \dots\dots\dots (2.7)$$

Tegangan permukaan ( $\gamma$ ) dinyatakan dalam SI adalah newton per meter (N/m) tetapi satuan CGS, dyne per centimeter (Dyne/cm) lebih sering digunakan. (Young dan Freedman,2001:433).

#### 2.4 Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan

Umumnya tegangan permukaan fluida mengalami penurunan saat terjadi kenaikan suhu, karena suhu berhubungan dengan energi gerak molekul dalam bahan. Saat suhu bertambah maka molekul cairan bergerak lebih cepat, pengaruh interaksi antar molekul akan berkurang pada gerakannya dan tegangan permukaan berkurang. Bila suhu semakin tinggi maka tegangan permukaan semakin turun, untuk air antara 20<sup>0</sup>C – 30 <sup>0</sup>C perubahan tegangan permukaan rata-rata 0,16 Dyne/cm/<sup>0</sup>C. (Young dan Freedman,2001:434)

**Tabel 2.3 Harga Tegangan Permukaan beberapa Zat Cair**

| No. | Zat Cair      | T ( <sup>0</sup> C) | $\gamma$ (Dyne/Cm) |
|-----|---------------|---------------------|--------------------|
| 1.  | Air           | 0                   | 75,6               |
| 2.  | Air           | 20                  | 72,8               |
| 3.  | Air           | 60                  | 66,2               |
| 4.  | Air           | 100                 | 58,9               |
| 5.  | Air Sabun     | 20                  | 25,0               |
| 6.  | Raksa         | 20                  | 465                |
| 7.  | Minyak Zaitun | 20                  | 32,0               |
| 8.  | Benzena       | 20                  | 28,9               |

(Giancoli,1997:448)

Suhu berpengaruh terhadap tegangan permukaan zat cair. Ketika suhu dinaikkan atau diturunkan tegangan permukaan suatu zat cair dalam keadaan setimbang akan mengalami perubahan. Dalam rentang suhu tereduksi  $45^{\circ}\text{C}$  hingga  $65^{\circ}\text{C}$  tegangan permukaan ( $\gamma$ ) kebanyakan zat cair organik berkisar antara 20 hingga 40 dyne/cm, tetapi untuk beberapa zat cair pekat dengan berat molekul ringan seperti Formamida tegangan permukaan ( $\gamma$ )  $> 50$  dyne/cm (Tipler,1998:399).

## 2.5 Kapilaritas

Secara umum air di dalam wadah gelas naik sedikit ketika menyentuh gelas, air tersebut dikatakan membasahi gelas. Air raksa (*mercuri*), bertolak belakang dengan air. Air raksa malah turun ketika menyentuh gelas, karena air raksa tidak membasahi gelas. Membasahi atau tidaknya cairan pada permukaan benda padat ditentukan oleh kekuatan relatif dari gaya kohesif antara molekul-molekul cairan dengan gaya adhesif antar molekul cairan dengan benda padat. Air membasahi gelas karena molekul air lebih kuat tertarik molekul gelas dari pada antara molekul air, sedangkan pada air raksa gaya kohesif lebih kuat dari pada gaya adhesif.

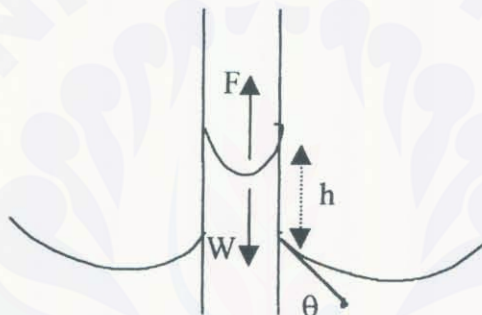
Sudut tegangan permukaan yang dibentuk antara permukaan cairan dengan permukaan benda padat disebut sudut kontak  $\theta$ . Nilainya tergantung kekuatan relatif gaya kohesif dan adhesif. Jika  $\theta$  kurang dari  $90^{\circ}$  maka cairan membasahi benda padat, dan jika  $\theta$  lebih besar dari  $90^{\circ}$  maka cairan tidak membasahi benda padat.

**Tabel 2.4 Sudut Kontak beberapa Zat**

| No | Zat                   | Sudut Kontak ( $^{\circ}$ ) |
|----|-----------------------|-----------------------------|
| 1. | Air – Kaca            | 0                           |
| 2. | Cairan Organik – Kaca | 0                           |
| 3. | Merkuri – Kaca        | 140                         |
| 4. | Air – Parafin         | 107                         |

(Giancoli,1997:448)

Kenaikan atau penurunan zat cair di dalam tabung terbuka tergantung pada diameternya. Fenomena ini disebut kapilaritas, dan tabung kecil disebut kapilaris. Jumlah aktual kenaikan atau penurunan tergantung pada tegangan permukaan  $\gamma$ , sudut kontak  $\theta$  dan jari-jari  $R$  dari tabung. Untuk menghitung kenaikan cairan dalam tabung, dapat menggunakan rumus di bawah ini. Pada saat tabung yang berjari-jari  $R$  dimasukkan dalam cairan, maka akan terbentuk sudut  $\theta$  antar tabung dengan cairan. Jika gaya adhesinya lebih besar daripada gaya kohesi maka zat cair dalam tabung akan naik setinggi  $h$ , dan akan menghasilkan gaya vertikal  $F$  dengan persamaan  $F = (\gamma \cos \theta)(L)$  dan  $L = 2\pi R$ , maka  $F = 2\pi R\gamma \cos \theta$ . Gaya ini diimbangi oleh berat cairan ke bawah  $W$  dan volumenya  $V = \pi.R^2.h$ , maka



Gambar 2.2 Gaya Tegangan Permukaan di dalam Tabung

$$2.\pi.R.\gamma.\cos \theta = m.g$$

$$2.\pi.R.\gamma.\cos \theta = \rho.V.g$$

$$2.\pi.R.\gamma.\cos \theta = \rho.\pi.R^2.h.g \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana  $\rho$  dalah kerapatan (massa jenis) cairan, dari persamaan (2.8) didapatkan ketinggian ( $h$ ),

$$h = \frac{2.\gamma.\cos \theta}{\rho.g.R} \dots\dots\dots (2.9)$$

Untuk beberapa cairan seperti air di dalam gelas,  $\theta$  mendekati 0 dan jika  $\cos 0^\circ = 1$ , maka persamaan di atas dapat di sederhanakan menjadi :

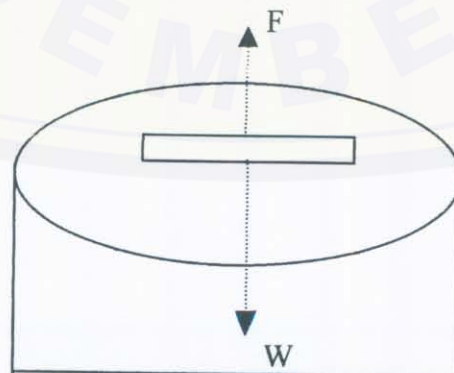
$$h = \frac{2.\gamma}{\rho.g.R} \dots\dots\dots (2.10)$$

Persamaan di atas juga valid untuk cairan berbentuk tetes, seperti air raksa pada tabung gelas. Pada kasus ini sudut kontak  $\theta > 90^\circ$ , dan  $\cos \theta$  akan negatif,

sehingga  $h$  juga negatif dimana menyebabkan penurunan ketinggian. Ingat bahwa menurut persamaan di atas tabung yang lebih kecil kenaikan atau penurunan cairan lebih besar. (Mutmainah, 2000 : 21-23)

## 2.6 Metode Gaya Berat

Sebuah jarum dapat dibuat terapung di permukaan air jika ditempatkan secara hati-hati. Gaya-gaya yang menopang jarum itu bukan gaya apung, tetapi disebabkan karena tegangan permukaan. Tegangan permukaan zat cair terjadi karena timbulnya resultan gaya tarik antar molekul-molekul zat cair yang berada di permukaan zat cair. Hal tersebut tidak terjadi pada molekul-molekul zat cair yang berada pada bagian dalam zat cair, karena molekul-molekul yang berada di dalam zat cair resultan gayanya sama dengan nol sedangkan pada permukaan resultannya merupakan gaya-gaya yang tegak lurus permukaan zat cair dengan arah ke bawah. Jika sebuah molekul permukaan sedikit dinaikkan, ikatan molekuler antara molekul ini dengan molekul tetangganya diregangkan, dan ada gaya pemulih yang berusaha menarik molekul itu kembali ke permukaan. Dengan cara yang sama, bila sebuah jarum diletakkan secara hati-hati di permukaan, maka molekul-molekul permukaan agak ditekan dan molekul-molekul tetangganya memberikan gaya pemulih ke atas pada mereka untuk menopang jarum itu. Jadi, permukaan cairan adalah seperti selaput elastik yang diregangkan (Tipler, 1998:398).



Gambar 2.3 Metode Gaya Berat

Supaya lebih efektif, suatu besaran yang disebut tegangan permukaan ( $\gamma$ ) didefinisikan sebagai gaya  $F$  persatuan panjang  $L$  yang bekerja melintang pada setiap garis pada permukaan, dan cenderung menarik permukaan sampai menutup. Sesuai dengan persamaan (2.6), jika kita melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah jarum yang panjang awalnya  $L_0$ , kita dapatkan bahwa pertambahan panjang  $\Delta L$  berbanding lurus dengan pertambahan suhu  $\Delta T$ , dan berbanding lurus dengan panjang  $L_0$ . Secara matematis kita bisa menuliskan,  $L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ . Jadi,

$$\gamma_{(G)} = \frac{F}{L} = \frac{W}{2L_0(1 + \alpha\Delta T)}$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{mg}{2L_0(1 + \alpha\Delta T)} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :  $\gamma_{(G)}$  = Tegangan permukaan (Dyne/cm)

$m$  = Massa benda (gram)

$g$  = Percepatan gravitasi bumi ( $\text{cm/s}^2$ )

$L_0$  = Panjang bahan mula-mula (cm)

$\alpha$  = Koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

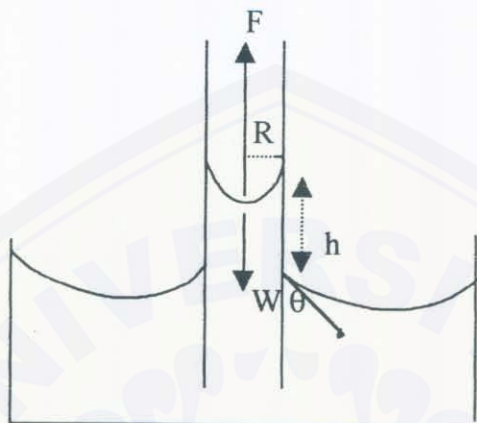
$\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

## 2.7 Metode Pipa Kapiler

Bila suatu pipa kapiler dicelupkan ke dalam zat cair, maka permukaan zat cair di dalam pipa tidak sama dengan zat cair di luar pipa kapiler atau dengan kata lain terjadi selisih tinggi permukaan zat cair, misalnya setinggi  $h$  cm. Timbulnya selisih tinggi ini disebabkan adanya gaya adhesi, yaitu gaya tarik menarik antara molekul-molekul zat cair dengan molekul-molekul pipa kapiler. Bila gaya adhesi ini lebih besar dari gaya kohesinya, maka permukaan zat cair dalam pipa akan naik. Sedangkan bila gaya adhesinya lebih kecil daripada gaya kohesinya maka permukaan zat cair dalam pipa akan turun. Selisih tinggi permukaan ini menimbulkan selisih gaya yang ternyata besarnya sama dengan gaya-gaya

tegangan permukaan zat cair yang bekerja pada sekeliling meniskus (permukaan) zat cair dalam pipa kapiler (Sears dan Zemansky, 1962:260).

Salah satu cara yang paling mudah untuk mengukur tegangan permukaan zat cair adalah dengan menggunakan metode “*Pipa Kapiler*” (Lihat Gambar 4).



Gambar 2.4 Metode Pipa Kapiler

Misalkan pipa kapiler yang berjari-jari  $R$  dimasukkan ke dalam zat cair secara tegak lurus, dimana massa jenis zat cair adalah  $\rho$ , maka zat cair dalam pipa akan membentuk meniskus dengan keliling lingkaran  $2\pi R$ , akibat oleh adanya tegangan muka maka zat cair di dalam pipa kapiler akan naik karena adanya gaya yang timbul yaitu sebesar  $2\pi R\gamma \cos \theta$ . Jika kenaikan zat cair dalam pipa setinggi  $h$ , maka berat zat cair tersebut adalah sebesar  $\pi R^2 \rho gh$ . Gaya berat tersebut akan sama dengan gaya yang diakibatkan oleh tegangan permukaan zat cair, sehingga :

$$\begin{aligned}
 2\pi R\gamma \cos \theta &= \pi R^2 \rho gh \\
 2\gamma &= (R\rho gh) / \cos \theta \\
 \gamma &= 0,5 (R\rho gh) / \cos \theta \dots\dots\dots (2.12)
 \end{aligned}$$

Kita tahu bahwa ketika suhu naik, volume zat bertambah sementara massanya tetap. Akibatnya, ketika suhu zat cair bertambah, massa jenis zat berkurang. Bila massa jenis zat cair mula-mula  $\rho_0$ , dimana

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{V_0(1 + \beta\Delta T)} = \frac{\rho_0}{(1 + \beta\Delta T)}$$

$$\text{Jadi, } \gamma = \frac{0,5(\rho_0 Rgh)}{(1 + \beta \Delta T) \cos \theta} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :  $\gamma$  = Tegangan Permukaan ( Dyne/cm )

$h$  = Tinggi zat cair di dalam pipa kapiler ( cm )

$\rho_0$  = Massa jenis zat cair mula-mula ( gr/cm<sup>3</sup> )

$R$  = Jari-jari pipa kapiler ( cm )

$g$  = Percepatan gravitasi ( cm/s<sup>2</sup> )

$\theta$  = Sudut kontak ( ° )

$\beta$  = Koefisien muai volume (°C<sup>-1</sup>)

$\Delta T$  = Perubahan suhu (°C)

## 2.8 Larutan

Bila ada dua macam zat atau lebih yang tidak bereaksi dicampurkan, maka akan ada beberapa kemungkinan yaitu terbentuk campuran homogen atau heterogen yang terdiri dari dua atau lebih zat penyusun (Goenawan : 1988 : 2). Zat penyusun larutan bisa sefasa bisa berbeda fasa, tetapi setelah keduanya bercampur maka akan didapatkan fasa yang sama. Berdasarkan fasanya, maka larutan dapat dibedakan menjadi larutan padat, larutan cair dan larutan gas.

Secara umum larutan tersusun atas zat terlarut dan zat pelarut. Biasanya zat yang jumlahnya lebih banyak dikategorikan sebagai pelarut, sedang yang lain dinamakan zat terlarut. Pada larutan yang berfasa cair, mempunyai susunan molekul-molekul khusus yang mengikuti kaidah-kaidah zat cair murni walaupun zat terlarut bermacam-macam. Pelarut cair yang banyak digunakan adalah air.

Kecepatan melarut suatu zat ditentukan oleh besar kecilnya interaksi antara partikel zat terlarut dengan partikel zat pelarut, disamping interaksi antara molekul-molekul pelarut itu sendiri. Rumusan hubungan yang sering digunakan untuk interaksi antar zat terlarut dengan zat pelarut adalah “*Like Dissolve Like*” yang artinya pelarut itu akan melarutkan zat terlarut bila mempunyai struktur yang sama. Arti yang lebih jelas ialah bila zat terlarut polar, akan mudah dilarutkan oleh pelarut-pelarut polar. Demikian pula halnya, jika zat terlarut tersebut non



polar, maka akan lebih mudah dilarutkan oleh pelarut-pelarut yang non polar (Wirjoatmojo,1988:80).

## 2.9 Bahan Pencuci

Bahan pencuci adalah bahan yang dapat secara aktif melarutkan atau menarik kotoran-kotoran yang tidak dikehendaki dalam suatu bahan atau barang. Dalam kehidupan sehari-hari semua anggota masyarakat tidak lepas dari penggunaan bahan pencuci. Bahan pencuci yang dimaksud adalah sabun dan detergen. Sabun dan detergen merupakan jenis bahan pencuci yang banyak digunakan oleh masyarakat, memang di pasaran banyak ditampilkan berbagai macam produk sabun dan detergen namun sebenarnya secara fisik antara molekul sabun dan molekul detergen tidaklah jauh berbeda.

### 2.9.1 Sabun

Ditinjau dari strukturnya sabun merupakan senyawa garam organik. Sabun merupakan garam yang tersusun dari asam lemah dan basa kuat. Secara kimia untuk senyawa garam yang tersusun dari asam lemah dan basa kuat di dalam air akan mengalami hidrolisasi sebagian. Sabun merupakan garam natrium atau garam kalium dari asam lemak dengan rumus  $\text{RCOONa}^+$  atau  $\text{RCOOK}^+$ . Jika sabun mempunyai rumus  $\text{RCOOK}^+$ , dinamakan sabun lunak dan jika mempunyai rumus  $\text{RCOONa}^+$ , dinamakan sabun keras. Sabun keras biasanya digunakan sebagai sabun cuci sedangkan sabun lunak biasanya digunakan sebagai sabun mandi.

Pada proses pembuatannya, memang biasanya para produsen mencampurkan beberapa bahan lain seperti misalnya pengisi, pewarna dan bahan pewangi, namun yang aktif sebagai bahan pembersih atau yang dapat menarik kotoran atau melarutkan kotoran adalah tetap molekul-molekul sabun. Akibat hidrolisis yang dialami oleh molekul-molekul sabun jika dilarutkan ke dalam air, maka terbentuklah ujung-ujung polar dan ujung-ujung non polar pada sabun. Ujung-ujung polar dan non polar inilah yang nantinya aktif dalam proses pembersihan atau pelarutan dan penarikan kotoran.

Sifat-sifat sabun antara lain :

- a. Sabun adalah garam alkali (biasanya garam natrium) dari asam-asam lemak sehingga akan dihidrolisis parsial oleh air, karena itu larutan sabun dalam air bersifat basa.
- b. Jika suatu larutan sabun dalam air di kocok dengan udara maka akan membuih. Peristiwa ini tidak terjadi dengan air sadah, dalam hal ini sabun baru dapat membuih setelah garam-garam Mg atau Ca dalam air itu mengendap semuanya (Freessenden,1999:410).

### 2.9.2 Detergen

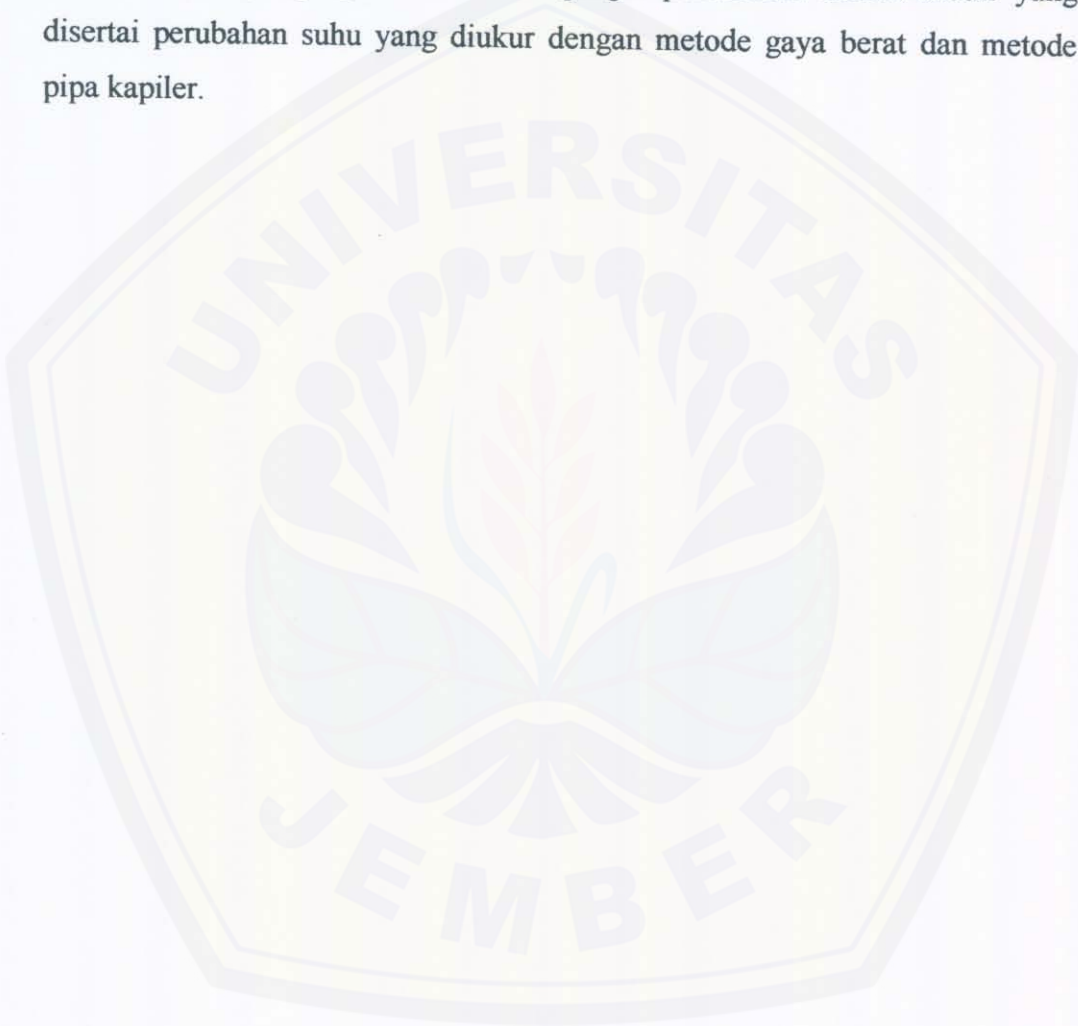
Pada proses pembersihan ternyata sabun mempunyai kelemahan. Kelemahan yang ada pada sabun adalah bahwa sabun tidak dapat melunakkan air atau tidak dapat efektif fungsinya di dalam air sadah. Air sadah adalah air yang mengandung mineral terlarut yang relatif besar jumlahnya. Mineral yang ada dalam air sadah biasanya adalah Kalsium, Magnesium dan Besi dalam wujud ion  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$  dan  $\text{Mg}^{+2}$ .

Akhirnya setelah Perang Dunia II, dikembangkan detergen sintetik yang berguna untuk mengatasi kelemahan sifat sabun. Detergen sintetik merupakan bahan yang tersusun dari garam-garam asam sulfonat organik, dengan rumus umum  $\text{ROSO}_3\text{Na}$ . Dalam hal ini gugus R dapat berupa senyawa hidrokarbon alifatik maupun aromatik. Keuntungan yang dapat diambil dari penggunaan detergen adalah bahwa detergen tetap dapat melunakkan air sadah. Hal tersebut dikarenakan detergen tidak menghasilkan endapan dengan ion-ion  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  dan  $\text{Fe}^{+2}$  (Freessenden,1999:412).

### 2.10 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini diajukan hipotesis kerja sebagai berikut :

1. Ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.
2. Ada perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.



III. METODOLOGI PENELITIAN

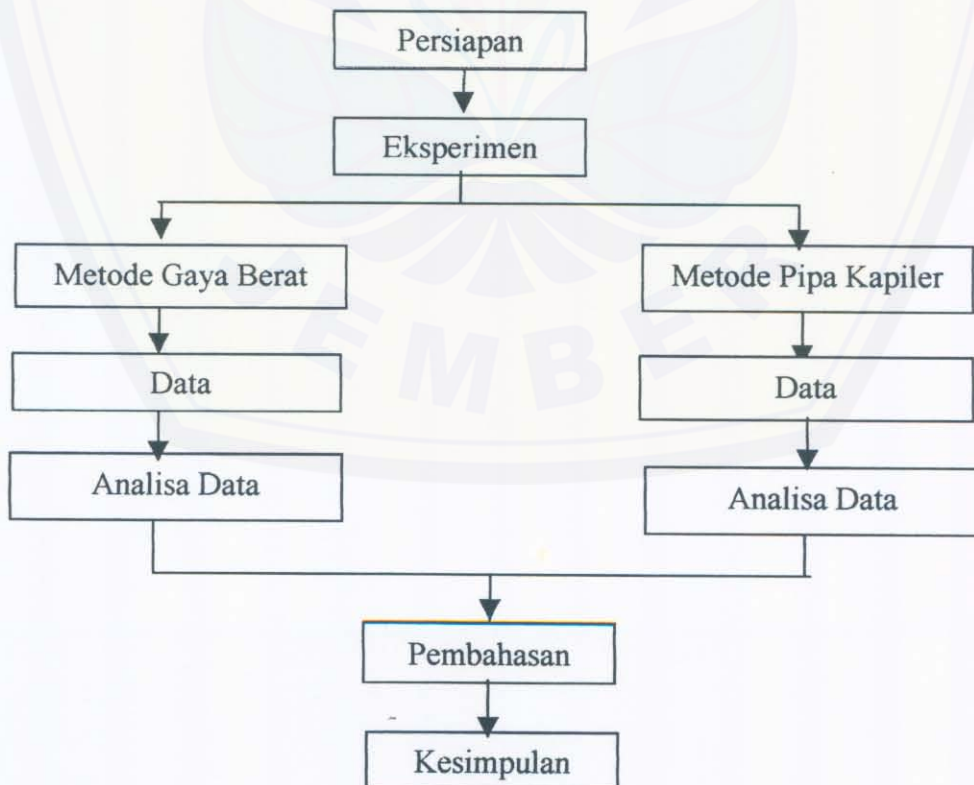


3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, pada bulan Mei 2004.

3.2 Desain penelitian

Desain penelitian adalah semua proses yang diperlukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian . Secara sempit, desain penelitian sering ditafsirkan sebagai suatu proses merencanakan percobaan, sehingga hasil yang diperoleh dari percobaan ini dapat memecahkan masalah secara mantap. Penelitian ini bersifat eksperimen untuk melakukan studi komparatif pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, maka diagram alur penelitian yang digunakan adalah :



Gambar 3.1 Alur Penelitian

### 3.3 Alat Dan Bahan

#### 3.3.1 Alat-alat yang digunakan

Pada penelitian ini untuk mengukur tegangan permukaan larutan sabun dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, digunakan peralatan sebagai berikut :

1. Pipa Kapiler ;
2. Beker Glass ;
3. Piknometer ;
4. Loupe;
5. Termometer ;
6. Cawan (Wadah);
7. Neraca Digital / Timbangan ;
8. Busur;
9. Jangka Sorong / Penggaris;
10. Pemanas (Kaki Tiga);
11. Jarum.

#### 3.3.2 Bahan-bahan yang digunakan

Sebagaimana kenyataan yang telah ada, bahwa di pasaran telah banyak beredar bahan pencuci dengan berbagai merek dan jenis. Pada Penelitian ini ditetapkan dari jenis detergen . Dimana jenis detergen yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah detergen cuci yang banyak di konsumsi oleh masyarakat yang ada di pasaran, yaitu merek “Rinso” dan “So Klin”. Adapun beberapa jenis merek rinso dan so klin yang digunakan antara lain :

Rinso : a. Rinso Anti Noda

b. Rinso Warna

c. Rinso Matic

So Klin : a. So Klin Power

b. So Klin Higinis

c. So Klin Automatic

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Air (Aquadest);
2. Air Raksa;
3. Rinso;
4. So Klin.

### 3.4 Langkah-Langkah Eksperimen

Rancangan penelitian merupakan strategi penelitian yang menggambarkan keseluruhan pemikiran atau proses penelitian atau program penelitian secara berurutan dan sistematis untuk mencapai tujuan atau memecahkan masalah secara efektif dan efisien.

3.4.1 Pengukuran tegangan permukaan larutan sabun dengan menggunakan metode gaya berat. Adapun langkah-langkah yang dipilih antara lain :

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menyiapkan larutan Sabun  
Guna keperluan pengukuran harga tegangan permukaan larutan sabun maka dibuatlah konsentrasi larutan detergen, yaitu 1,5 gram bahan dalam 500 ml air.
3. Menimbang jarum dengan neraca.
4. Mengukur panjang jarum sebagai panjang jarum mula-mula ( $L_0$ ).
5. Meletakkan jarum di atas permukaan larutan sabun dan mencatat suhunya sebagai suhu awal ( $T_0$ ).
6. Meletakkan beaker glass yang berisi larutan sabun dan jarum tersebut di atas pemanas/ bunsen sampai jarum tersebut tenggelam, dan mencatat suhunya sebagai suhu akhir ( $T_1$ ).

Dari keenam langkah tersebut dapat dilakukan perhitungan besarnya tegangan permukaan larutan sabun dengan rumusan :

$$\gamma_{(G)} = \frac{mg}{2L_0(1 + \alpha\Delta T)} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :  $\gamma_{(G)}$  = Tegangan permukaan (Dyne/cm)

$m$  = Massa benda (gram)

$g$  = Percepatan gravitasi bumi ( $\text{cm/s}^2$ )

$L_0$  = Panjang bahan mula-mula (cm)

$\alpha$  = Koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

7. Mengulangi langkah 3 sampai 6 dengan jarum yang berbeda-beda.

3.4.2 Pengukuran Tegangan Permukaan larutan sabun pada suhu kamar dengan menggunakan metode Pipa Kapiler. Adapun langkah-langkah yang dipilih sebagai berikut :

1. Mengukur jari-jari pipa kapiler dengan cara:

- a. Memasukkan pipa kapiler ke dalam beker glass yang berisi air raksa hingga ada air raksa yang masuk ke dalam pipa kapiler.
- b. Ujung pipa kapiler ditutup dengan jari, kemudian pipa kapiler diangkat dari beker glass dan diletakkan pada bidang datar (cawan).
- c. Mengukur panjang kolom air raksa di dalam pipa kapiler dengan jangka sorong (penggaris).
- d. Air raksa di dalam pipa kapiler ditimbang dengan menggunakan cawan/wadah yang sudah diketahui massanya.

Dari keempat langkah tersebut dapat ditentukan jari-jari pipa kapiler dengan rumusan sebagai berikut :

$$R^2 = m / \pi \rho l \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :  $R$  = Jari-jari pipa kapiler (cm)

$m$  = Massa air raksa (gram)

$l$  = Panjang kolom air raksa dalam pipa kapiler (cm)

$\rho$  = Massa jenis air raksa sebesar  $13,6 \text{ gram.cm}^{-3}$

2. Mengukur massa jenis masing-masing larutan dengan langkah sebagai berikut :

Menimbang piknometer yang telah diisi penuh larutan detergen, dari penimbangan akan dapat dilakukan perhitungan massa jenis larutan detergen dengan rumusan :

$$\rho = m / V \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :  $\rho$  = Massa jenis larutan (gram/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Massa larutan (gram)

$V$  = Volume piknometer (cm<sup>3</sup>)

3. Mengukur tegangan permukaan masing-masing larutan bahan dengan langkah sebagai berikut :

- a. Memasukkan pipa kapiler ke dalam masing-masing larutan secara tegak lurus.
- b. Mengukur kenaikan larutan dalam kolom pipa kapiler.

Dari kedua langkah tersebut dapat dilakukan perhitungan besarnya tegangan permukaan larutan sabun dengan rumusan :

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(\rho_0 g h R)}{(1 + \beta \Delta T) \cos \theta} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :  $\gamma_{(P)}$  = Tegangan permukaan (Dyne/cm)

$\rho_0$  = Massa jenis mula-mula dari larutan (gram/cm<sup>3</sup>)

$g$  = Percepatan gravitasi bumi (980 cm/det<sup>2</sup>)

$h$  = Kenaikan larutan dalam pipa (cm)

$R$  = Jari-jari pipa kapiler (cm)

$\theta$  = Sudut kontak (°)

$\beta$  = Koefisien muai volume (°C<sup>-1</sup>)

$\Delta T$  = Perubahan suhu (°C)

4. Mengulangi langkah 1 sampai 3 dengan suhu yang berubah-ubah sesuai dengan perubahan suhu pada metode gaya berat.

4.4.3 Mengulangi langkah-langkah di atas dengan merek detergen lainnya.



### 3.5 Data Eksperimen

Data pengamatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Contoh Tabel Pengamatan dengan Menggunakan Metode Gaya Berat.

Nama Larutan :

Konsentrasi :

| No | m (gr) | $L_0$ (cm) | $T_0$ ( $^{\circ}$ C) | $T_1$ ( $^{\circ}$ C) | $\gamma$ (Dyne/cm) |
|----|--------|------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| 1. |        |            |                       |                       |                    |
| 2. |        |            |                       |                       |                    |
| 3. |        |            |                       |                       |                    |
| 4. |        |            |                       |                       |                    |
| 5. |        |            |                       |                       |                    |

Tabel 3.2 Contoh Tabel Pengamatan Dengan Menggunakan Metode Pipa Kapiler.

Nama Larutan :

Konsentrasi :

| No | $T_0$ ( $^{\circ}$ C) | $T_1$ ( $^{\circ}$ C) | $\rho_0$ (gr/cm <sup>3</sup> ) | h (cm) | $\theta$ ( $^{\circ}$ ) | $\gamma$ (Dyne/cm) |
|----|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------|-------------------------|--------------------|
| 1. |                       |                       |                                |        |                         |                    |
| 2. |                       |                       |                                |        |                         |                    |
| 3. |                       |                       |                                |        |                         |                    |
| 4. |                       |                       |                                |        |                         |                    |
| 5. |                       |                       |                                |        |                         |                    |

### 3.6 Analisa Data

Analisa data dilakukan untuk memberikan gambaran secara kuantitatif terhadap suatu pengukuran. Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

3.6.1 Untuk menganalisa permasalahan pertama, yaitu untuk mengetahui grafik pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, maka digunakan metode statistik sebagai berikut :

### 1. Persamaan Regresi Linier

Ratna Dwi Santoso (1992 : 10) menyatakan bahwa Regresi Linier atau Regresi Garis Lurus adalah contoh regresi yang paling sederhana. Adapun bentuk persamaan regresi linier adalah

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X \dots\dots\dots (3.5)$$

Dalam hal ini nilai  $b_0$  dan  $b_1$  adalah

$$b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{X} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$b_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n XY - \left( \sum_{i=1}^n X \right) \left( \sum_{i=1}^n Y \right)}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left( \sum_{i=1}^n X \right)^2} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :  $\hat{Y}$  = Tafsiran nilai Y

$b_0$  = Jarak titik asal 0 dengan perpotongan antara sumbu tegak Y dan garis fungsi linier atau besarnya nilai Y kalau  $X = 0$ .

$b_1$  = koefisien arah = koefisien regresi = besarnya pengaruh X terhadap Y.

X = Suhu.

Y = Tegangan permukaan.

n = Jumlah data.

### 2 Sidik Ragam Regresi

Sidik ragam regresi pada dasarnya merupakan pengujian terhadap nilai-nilai koefisien regresi.

Tabel 3.3 Sidik Ragam Regresi

| Sumber  | Derajat Kebebasan | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F <sub>Hitung</sub> | F <sub>Tabel</sub><br>0,01 |
|---------|-------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------------|
| Regresi | P - 1             | JKR            | KTR            | $\frac{KTR}{KTS}$   |                            |
| Sisa    | n - p             | JKS            | KTS            |                     |                            |
| Total   | n - 1             |                |                |                     |                            |

Keterangan : JKT = Jumlah kuadrat total =  $\sum y^2$

$$JKR = \text{Jumlah kuadrat regresi} = b_i \sum xy$$

$$JKS = \text{Jumlah kuadrat sisa} = JKT - JKR$$

$$KTR = \text{Kuadrat tengah regresi} = \frac{JKR}{p-1}$$

$$KTS = \text{Kuadrat tengah sisa} = \frac{JKS}{n-p}$$

$$\sum y^2 = \sum_{n=1}^n Y^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y\right)^2}{n} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\sum xy = \sum_{i=1}^n XY - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X\right)\left(\sum_{i=1}^n Y\right)}{n} \dots\dots\dots(3.9)$$

Untuk memutuskan ada tidaknya pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, maka kriteria pengujian hipotesis yang digunakan adalah :

1. Jika  $F_{\text{Hitung}} \leq F_{\text{Tabel}}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak.
2. Jika  $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.

Untuk memperkuat hasil analisis yang disajikan maka diperlukan pengujian lebih lanjut, yaitu menentukan koefisien determinasi dan koefisien korelasi. Besar koefisien determinasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$r^2 = \frac{b_1 \sum xy}{\sum y^2} \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan :  $r^2$  = Koefisien determinasi

$b_1 \sum xy$  = Jumlah kuadrat regresi

$\sum y^2$  = Jumlah kuadrat total

koefisien korelasi :

$$r = \sqrt{\frac{b_1 \sum xy}{\sum y^2}} \dots\dots\dots (3.11)$$

(Santoso, 1992 : 18-21).

3.6.2 Untuk menganalisa permasalahan kedua, yaitu untuk menguji signifikansi data eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus T-tes.

Dalam langkah memilih pendekatan penelitian, telah dikemukakan beberapa desain eksperimen diantaranya telah disertai rumus/cara analisis datanya. Untuk uji signifikansi maka digunakan t-tes (Arikunto, 1998 : 299).

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum x^2 d}{n(n-1)}}} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$Md = \frac{\sum d}{n} \dots\dots\dots (3.13)$$

$$\sum x^2 d = \sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n} \dots\dots\dots (3.14)$$

- Keterangan :
- Md = Mean dari perbedaan tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler
  - xd = Deviasi masing-masing subjek
  - $\Sigma x^2d$  = Jumlah kuadrat deviasi
  - n = Banyaknya pengulangan
  - d = Difference (beda) antara metode gaya berat ( $\gamma_1$ ) dengan metode pipa kapiler ( $\gamma_2$ )  
= ( $\gamma_1 - \gamma_2$ )

Untuk memutuskan ada tidaknya perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, dengan kriteria pengujian hipotesis menggunakan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 1 % adalah :

1. Jika  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.
  2. Jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak.
- (Hadi, 1990:443).


 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Hasil

Setelah dilakukan penelitian di Laboratorium Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, maka diperoleh dua kelompok data. Kelompok pertama adalah hasil pengukuran pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun dengan menggunakan metode gaya berat, dan kelompok kedua adalah hasil pengukuran pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun dengan menggunakan metode pipa kapiler.

Pada penelitian ini, koefisien muai panjang bahan ( $\alpha$ ) yang digunakan pada metode gaya berat adalah dari bahan baja sebesar  $11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  sedangkan pada metode pipa kapiler adalah dari bahan kaca sebesar  $27 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  dengan jari-jari (R) pipa kapiler sebesar 0,02 cm. Data hasil penelitian besar tegangan permukaan yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler dengan menggunakan 6 larutan sabun yaitu larutan Rinso Anti Noda, Rinso Warna, Rinso Matic, So Klin Power, So Klin Higiniis Dan So Klin Automatic secara lengkap disajikan dalam tabel 4.1 sampai dengan 4.12.

## 4.1.1 Data Hasil Penelitian Dari Metode Gaya Berat.

Tabel 4.1 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan Rinso Anti Noda.

| No | $T_0$ ( $^\circ\text{C}$ ) | $T_1$ ( $^\circ\text{C}$ ) | m (gr) | $L_0$ (cm) | $\gamma$ (Dyne/cm) |
|----|----------------------------|----------------------------|--------|------------|--------------------|
| 1. | 28                         | 82                         | 0,17   | 4,7        | 18,07              |
| 2. | 28                         | 86                         | 0,15   | 4,5        | 16,65              |
| 3. | 28                         | 91                         | 0,13   | 4,2        | 15,46              |
| 4. | 28                         | 94                         | 0,11   | 3,9        | 14,08              |
| 5. | 28                         | 98                         | 0,09   | 3,4        | 13,22              |

Tabel 4.2 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan Rinso Warna.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | L <sub>0</sub> (cm) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|---------------------|-------------|
| 1. | 28                  | 83                  | 0,17   | 4,7                 | 18,07       |
| 2. | 28                  | 86                  | 0,15   | 4,5                 | 16,65       |
| 3. | 28                  | 90                  | 0,13   | 4,2                 | 15,46       |
| 4. | 28                  | 94                  | 0,11   | 3,9                 | 14,08       |
| 5. | 28                  | 97                  | 0,09   | 3,4                 | 13,22       |

Tabel 4.3 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan Rinso Matic

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | L <sub>0</sub> (cm) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|---------------------|-------------|
| 1. | 28                  | 80                  | 0,17   | 4,7                 | 18,07       |
| 2. | 28                  | 85                  | 0,15   | 4,5                 | 16,65       |
| 3. | 28                  | 88                  | 0,13   | 4,2                 | 15,46       |
| 4. | 28                  | 92                  | 0,11   | 3,9                 | 14,08       |
| 5. | 28                  | 95                  | 0,09   | 3,4                 | 13,22       |

Tabel 4.4 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan So Klin Power.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | L <sub>0</sub> (cm) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|---------------------|-------------|
| 1. | 28                  | 76                  | 0,17   | 4,7                 | 18,07       |
| 2. | 28                  | 81                  | 0,15   | 4,5                 | 16,65       |
| 3. | 28                  | 86                  | 0,13   | 4,2                 | 15,46       |
| 4. | 28                  | 91                  | 0,11   | 3,9                 | 14,08       |
| 5. | 28                  | 95                  | 0,09   | 3,4                 | 13,22       |

Tabel 4.5 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan So Klin Higinis.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | L <sub>0</sub> (cm) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|---------------------|-------------|
| 1. | 28                  | 78                  | 0,17   | 4,7                 | 18,07       |
| 2. | 28                  | 80                  | 0,15   | 4,5                 | 16,65       |
| 3. | 28                  | 83                  | 0,13   | 4,2                 | 15,46       |
| 4. | 28                  | 87                  | 0,11   | 3,9                 | 14,08       |
| 5. | 28                  | 92                  | 0,09   | 3,4                 | 13,22       |

Tabel 4.6 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan So Klin Automatic.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | L <sub>0</sub> (cm) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|---------------------|-------------|
| 1. | 28                  | 80                  | 0,17   | 4,7                 | 18,07       |
| 2. | 28                  | 85                  | 0,15   | 4,5                 | 16,65       |
| 3. | 28                  | 88                  | 0,13   | 4,2                 | 15,46       |
| 4. | 28                  | 92                  | 0,11   | 3,9                 | 14,08       |
| 5. | 28                  | 96                  | 0,09   | 3,4                 | 13,22       |

#### 4.1.2 Data Hasil Penelitian Dari MetodePipa Kapiler.

Tabel 4.7 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan Rinso Anti Noda.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | V <sub>0</sub> (cm <sup>-3</sup> ) | h (cm) | θ (°) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|------------------------------------|--------|-------|-------------|
| 1. | 28                  | 82                  | 40,5   | 25                                 | 1,10   | 10    | 18,07       |
| 2. | 28                  | 86                  | 40,5   | 25                                 | 1,00   | 10    | 16,63       |
| 3. | 28                  | 91                  | 40,5   | 25                                 | 0,90   | 10    | 14,77       |
| 4. | 28                  | 94                  | 40,5   | 25                                 | 0,85   | 10    | 13,95       |
| 5. | 28                  | 98                  | 40,5   | 25                                 | 0,80   | 10    | 13,13       |



Tabel 4.8 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan Rinso Warna.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> ) | h (cm) | θ (°) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------|-------------|
| 1. | 28                  | 83                  | 40,5   | 25                                | 1,15   | 10    | 18,30       |
| 2. | 28                  | 86                  | 40,5   | 25                                | 1,00   | 10    | 16,62       |
| 3. | 28                  | 90                  | 40,5   | 25                                | 0,95   | 10    | 15,79       |
| 4. | 28                  | 94                  | 40,5   | 25                                | 0,90   | 10    | 14,30       |
| 5. | 28                  | 97                  | 40,5   | 25                                | 0,80   | 10    | 13,28       |

Tabel 4.9 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan Rinso Matic

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> ) | h (cm) | θ (°) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------|-------------|
| 1. | 28                  | 80                  | 40,5   | 25                                | 1,15   | 10    | 18,89       |
| 2. | 28                  | 85                  | 40,5   | 25                                | 1,00   | 10    | 16,43       |
| 3. | 28                  | 88                  | 40,5   | 25                                | 0,95   | 10    | 15,59       |
| 4. | 28                  | 92                  | 40,5   | 25                                | 0,90   | 10    | 14,77       |
| 5. | 28                  | 95                  | 40,5   | 25                                | 0,80   | 10    | 13,95       |

Tabel 4.10 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan So Klin Power.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> ) | h (cm) | θ (°) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------|-------------|
| 1. | 28                  | 76                  | 40,5   | 25                                | 1,10   | 10    | 18,07       |
| 2. | 28                  | 81                  | 40,5   | 25                                | 1,00   | 10    | 16,63       |
| 3. | 28                  | 86                  | 40,5   | 25                                | 0,90   | 10    | 14,79       |
| 4. | 28                  | 91                  | 40,5   | 25                                | 0,85   | 10    | 13,95       |
| 5. | 28                  | 95                  | 40,5   | 25                                | 0,80   | 10    | 13,13       |

Tabel 4.11 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan So Klin Higinis.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> ) | h (cm) | θ (°) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------|-------------|
| 1. | 28                  | 78                  | 40,5   | 25                                | 1,15   | 10    | 18,89       |
| 2. | 28                  | 80                  | 40,5   | 25                                | 1,00   | 10    | 16,43       |
| 3. | 28                  | 83                  | 40,5   | 25                                | 0,95   | 10    | 15,61       |
| 4. | 28                  | 87                  | 40,5   | 25                                | 0,90   | 10    | 14,79       |
| 5. | 28                  | 92                  | 40,5   | 25                                | 0,80   | 10    | 13,13       |

Tabel 4.12 Data Pengukuran Tegangan Permukaan Pada Larutan So Klin Automatic.

| No | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>1</sub> (°C) | m (gr) | V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> ) | h (cm) | θ (°) | γ (Dyne/cm) |
|----|---------------------|---------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------|-------------|
| 1. | 28                  | 80                  | 40,5   | 25                                | 1,10   | 10    | 18,29       |
| 2. | 28                  | 85                  | 40,5   | 25                                | 1,00   | 10    | 16,63       |
| 3. | 28                  | 88                  | 40,5   | 25                                | 0,95   | 10    | 15,79       |
| 4. | 28                  | 92                  | 40,5   | 25                                | 0,90   | 10    | 14,95       |
| 5. | 28                  | 96                  | 40,5   | 25                                | 0,85   | 10    | 13,54       |

## 4.2 Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan metode statistik yaitu persamaan regresi linier, sidik ragam regresi dan T-tes.

### 4.2.1 Persamaan Regresi Linier

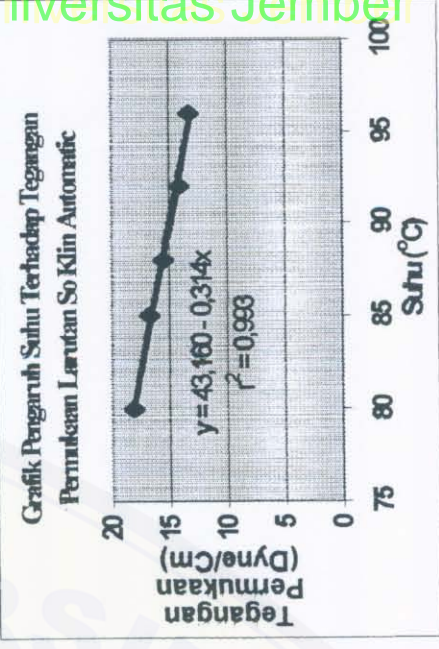
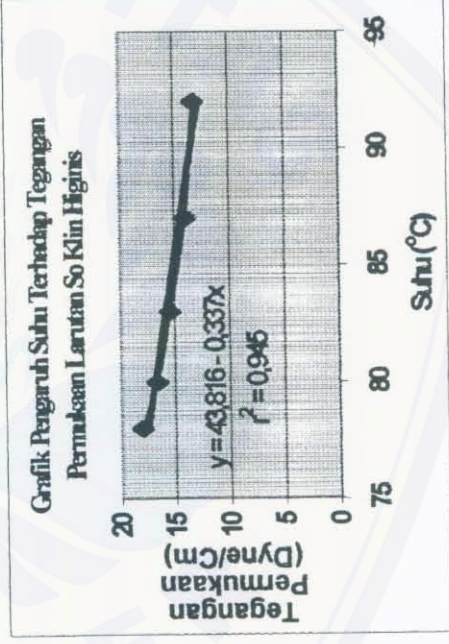
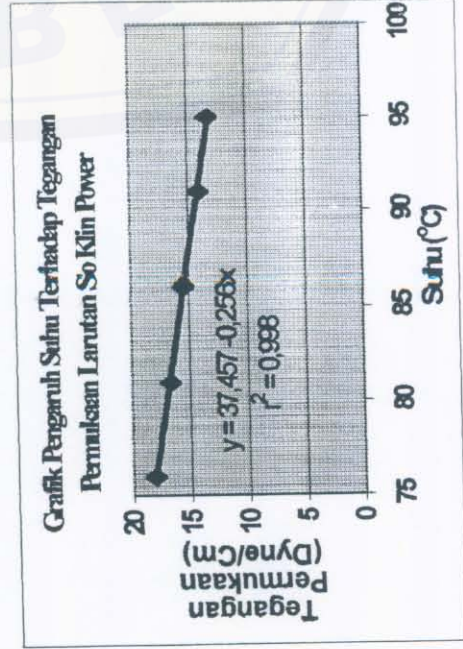
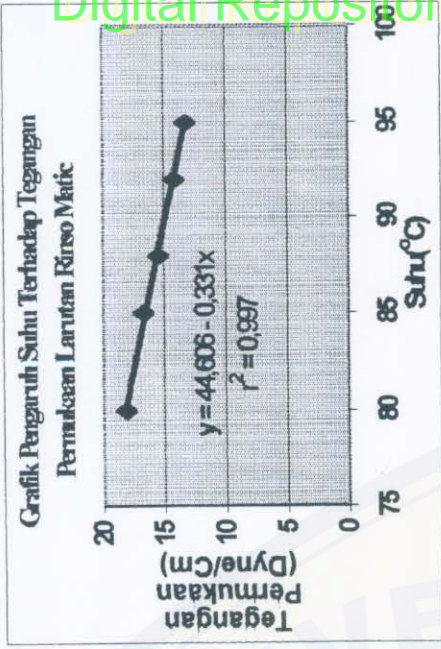
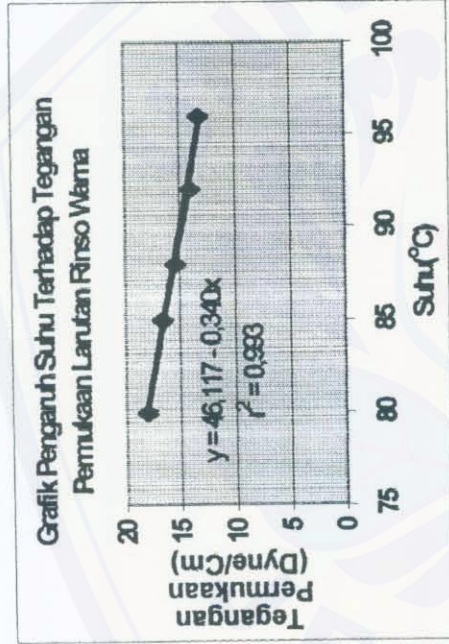
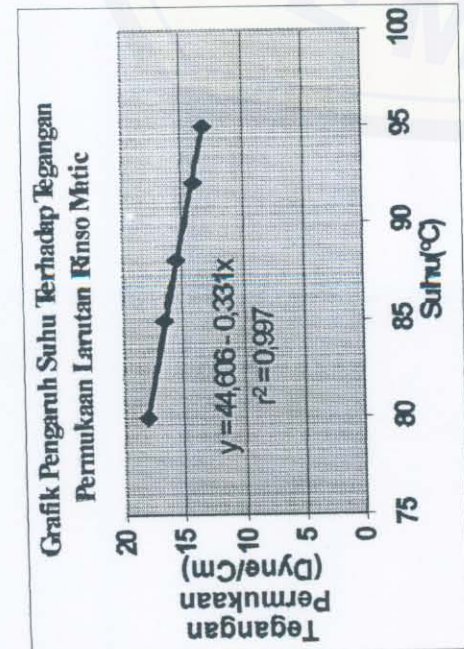
Untuk mengetahui persamaan regresi linier maka perlu dibuat suatu tabel kerja (lihat lampiran 3). Selanjutnya hasil analisis persamaan regresi linier dapat dilihat pada tabel 4.13 di bawah ini.

Tabel 4.13 Hasil Analisis Persamaan Regresi linier.

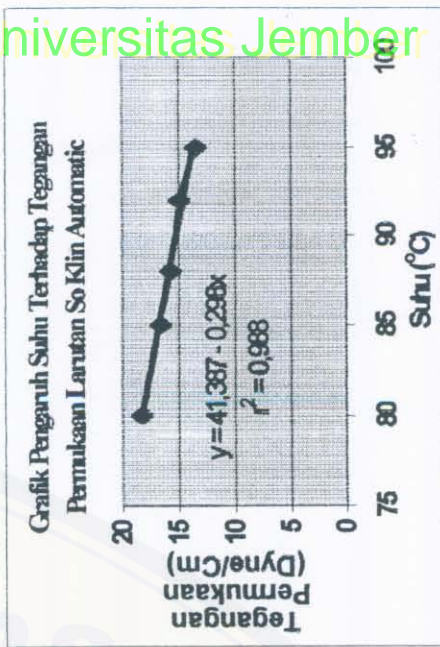
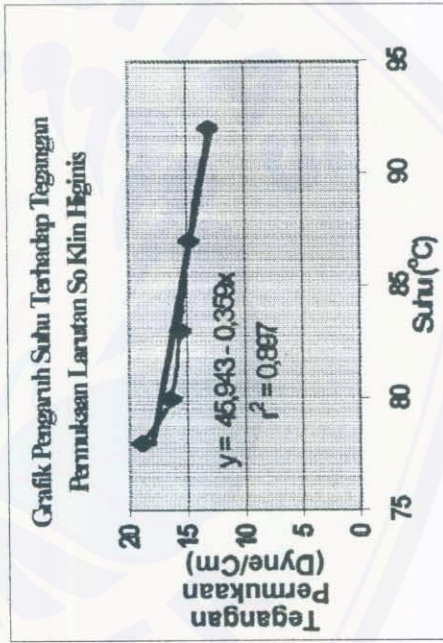
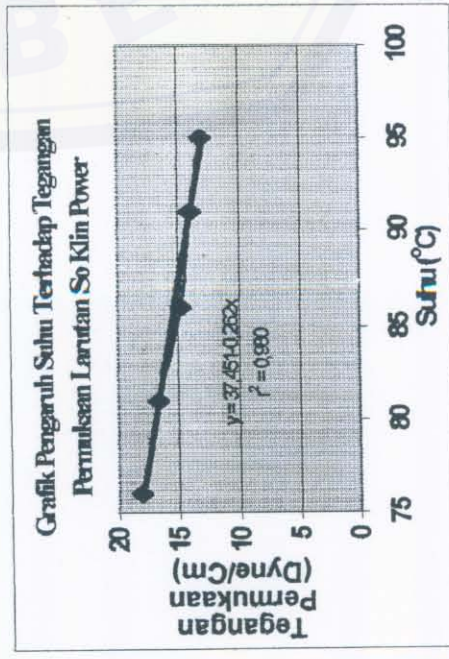
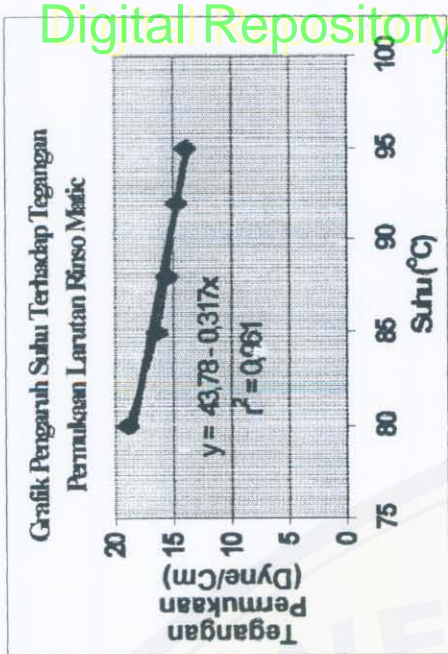
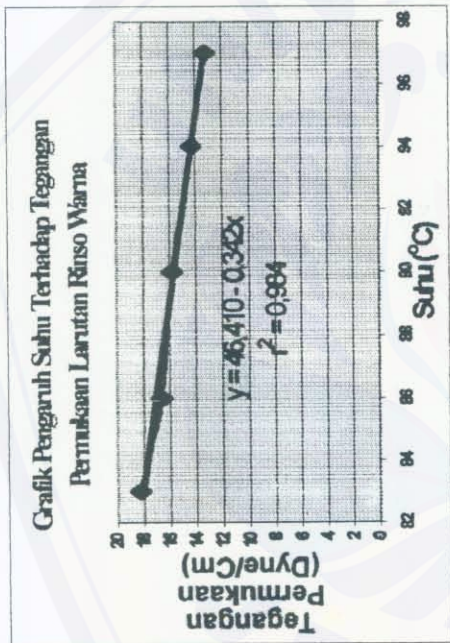
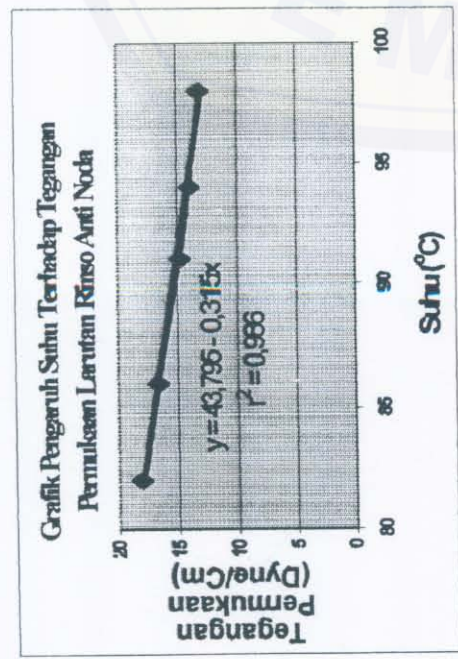
| Metode       | Jenis Sabun       | Persamaan Regresi Linier     |
|--------------|-------------------|------------------------------|
| GAYA BERAT   | Rinso Anti Noda   | $\hat{Y} = 43,007 - 0,305 X$ |
|              | Rinso Warna       | $\hat{Y} = 46,096 - 0,340 X$ |
|              | Rinso Matic       | $\hat{Y} = 44,624 - 0,331 X$ |
|              | So Klin Power     | $\hat{Y} = 37,461 - 0,256 X$ |
|              | So Klin Higinis   | $\hat{Y} = 43,804 - 0,337 X$ |
|              | So Klin Automatic | $\hat{Y} = 43,191 - 0,314 X$ |
| PIPA KAPILER | Rinso Anti Noda   | $\hat{Y} = 43,322 - 0,311 X$ |
|              | Rinso Warna       | $\hat{Y} = 46,438 - 0,342 X$ |
|              | Rinso Matic       | $\hat{Y} = 43,822 - 0,317 X$ |
|              | So Klin Power     | $\hat{Y} = 37,410 - 0,258 X$ |
|              | So Klin Higinis   | $\hat{Y} = 45,926 - 0,359 X$ |
|              | So Klin Automatic | $\hat{Y} = 41,242 - 0,288 X$ |

Data yang didapat dari penelitian apabila dibuat grafik pengaruh suhu yang merupakan variabel X dengan tegangan permukaan yang merupakan variabel Y pada masing-masing larutan sabun seperti terlihat pada grafik di bawah ini :

**Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun Yang Diukur Dengan Metode Gaya Berat.**



**Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun Yang Diukur Dengan Metode Pipa kapiler.**



Dari analisis yang disajikan dalam bentuk persamaan garis regresi yang kemudian diplot dalam bentuk grafik tampak bahwa bentuk yang dihasilkan adalah berpola linier. Tetapi untuk mengetahui bahwa model yang dihasilkan memang benar-benar dapat diandalkan maka diperlukan pengujian lebih lanjut yaitu dengan melihat sidik ragam regresi, koefisien determinasi dan koefisien korelasinya.

#### 4.2.2 Sidik Ragam Regresi

Sidik ragam regresi pada dasarnya merupakan pengujian terhadap nilai-nilai koefisien regresi yang menyatakan suatu nilai yang digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel X terhadap variabel Y. Oleh karena itu hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

$H_0$  = Tidak ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

$H_1$  = Ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

Tabel 4.14 Hasil Analisis Sidik Ragam Regresi

| Metode       | Jenis Sabun       | F <sub>Hitung</sub> | F <sub>Tabel</sub> | r <sup>2</sup> | r     | Keterangan  |
|--------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------|-------|---|
| Gaya Berat   | Rinso Anti Noda   | 272,364             | 34,12              | 0,989          | 0,994 | Ho ditolak, artinya bahwa ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat.   |
|              | Rinso Warna       | 429,663             | 34,12              | 0,993          | 0,996 |   |
|              | Rinso Matic       | 1349,125            | 34,12              | 0,998          | 0,999 |   |
|              | So Klin Power     | 1291,725            | 34,12              | 0,999          | 0,999 |   |
|              | So Klin Higinis   | 51,869              | 34,12              | 0,945          | 0,972 |   |
|              | So Klin Automatic | 476,228             | 34,12              | 0,994          | 0,997 |   |
| Pipa Kapiler | Rinso Anti Noda   | 205,985             | 34,12              | 0,986          | 0,993 | Ho ditolak, artinya bahwa ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode pipa kapiler. |
|              | Rinso Warna       | 197,807             | 34,12              | 0,985          | 0,992 |   |
|              | Rinso Matic       | 75,997              | 34,12              | 0,962          | 0,925 |   |
|              | So Klin Power     | 133,142             | 34,12              | 0,978          | 0,974 |   |
|              | So Klin Higinis   | 58,989              | 34,12              | 0,952          | 0,906 |   |
|              | So Klin Automatic | 638,980             | 34,12              | 0,995          | 0,997 |   |

### 4.2.3 T-tes

Ada tidaknya perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu antara metode gaya berat dan metode pipa kapiler dapat diketahui melalui uji signifikansi dengan menggunakan rumus T-tes. Oleh karena itu hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut :

$H_0$  = Tidak ada perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

$H_1$  = Ada perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

Tabel 4.15 Hasil Analisis T-tes

| Jenis Sabun       | $t_{Hitung}$ | $t_{Tabel}$ | Keterangan   |
|-------------------|--------------|-------------|--|
| Rinso Anti Noda   | -1,868       | 4,604       | Ho diterima, artinya bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler. |
| Rinso Warna       | 0,333        | 4,604       |  |
| Rinso Matic       | 1,478        | 4,604       |  |
| So Klin Power     | -1,388       | 4,604       |  |
| So Klin Higiniis  | 1,100        | 4,604       |  |
| So Klin Automatic | 2,604        | 4,604       |  |

### 4.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pengukuran tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler pada tekanan 1 atmosfer menghasilkan harga yang berbeda-beda. Perbedaan ini antara lain disebabkan oleh pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan dari masing-masing larutan sabun.



Pada analisa data yang pertama diperoleh 12 persamaan regresi linier dari dua metode. Pada persamaan regresi linier yang diperoleh menunjukkan adanya korelasi negatif pada setiap variabel X dan Y artinya bahwa setiap perubahan nilai X akan menyebabkan penurunan nilai Y, dari persamaan tersebut dapat dijelaskan bahwa koefisien arah regresi linier ( $b_1$ ) yang diperoleh menyatakan bahwa setiap perubahan suhu yang merupakan variabel X sebesar satu unit akan mengakibatkan perubahan harga tegangan permukaan sebagai variabel Y. Sedangkan untuk  $b_0$  merupakan suatu nilai yang diperoleh pada saat suhu berharga nol, dari analisa data yang telah dilakukan diperoleh grafik pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan pada masing-masing larutan sabun adalah berpola linier, untuk lebih memperkuat hasil analisis tersebut maka diperlukan pengujian lebih lanjut. Pengujian tersebut meliputi sidik ragam regresi, perhitungan koefisien determinasi dan koefisien korelasi.

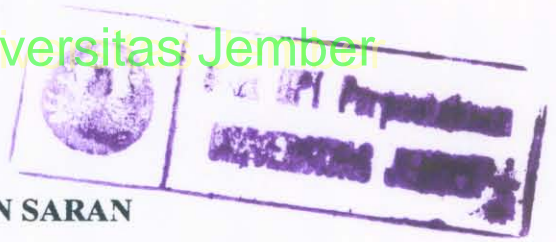
Pada hasil perhitungan sidik ragam regresi yang pada dasarnya merupakan pengujian terhadap nilai-nilai koefisien regresi dari dua metode yaitu metode gaya berat dan metode pipa kapiler hasilnya sama-sama menunjukkan bahwa  $F_{Hitung}$  lebih besar dari  $F_{Tabel}$ . Hal ini berarti  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya bahwa ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan pada larutan sabun baik yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat maupun yang diukur dengan metode pipa kapiler. Hal ini juga diperkuat oleh nilai koefisien determinasi dan koefisien korelasi yang cukup tinggi baik pada pengukuran tegangan permukaan larutan sabun dengan menggunakan metode gaya berat maupun metode pipa kapiler, yang menggambarkan bahwa variabel X (suhu) berpengaruh cukup besar terhadap variabel Y (tegangan permukaan).

Berdasarkan hasil analisa data pada pengujian hipotesis yang kedua, yakni adakah perbedaan yang signifikan antara besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler dengan menggunakan uji signifikansi T-tes, hasilnya menunjukkan harga  $t_{Hitung}$  pada semua larutan sabun lebih kecil dari pada  $t_{Tabel}$ . Hal ini berarti hipotesis nihil ( $H_0$ ) diterima dan hipotesis kerja ( $H_1$ ) yang diajukan ditolak,

artinya bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara besar tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

Dengan demikian dari hasil-hasil di atas tampak bahwa ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan menggunakan metode gaya berat dan metode pipa kapiler, artinya semakin tinggi suhu maka harga tegangan permukaan semakin kecil begitu juga sebaliknya semakin rendah suhu maka harga tegangan permukaan semakin besar. Hal ini dapat digunakan untuk mengetahui kualitas daya pembersih bahan pencuci, dimana semakin kecil harga tegangan permukaan maka semakin bagus kualitas bahan pencuci, begitu juga sebaliknya semakin besar harga tegangan permukaan maka semakin kurang bagus kualitas bahan pencucinya.

Hal ini berarti sesuai dengan teori bahwa, molekul-molekul sabun di dalam air mempunyai sifat mengumpul sehingga akan mudah memperkecil tegangan permukaan air sebagai pelarutnya. Dengan semakin kecilnya harga tegangan permukaan dari larutan berarti memperluas kontak dengan kotoran, khususnya untuk molekul air berarti mempermudah menarik kotoran yang polar. Sedangkan bagi kotoran yang non polar akan diemulsikan oleh molekul sabun dan selanjutnya juga tertarik oleh air dengan perantaraan sabun.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Suhu mempunyai pengaruh yang sangat signifikan dan berkorelasi negatif terhadap tegangan permukaan yang dihasilkan baik dari metode gaya berat maupun dari metode pipa kapiler, artinya semakin tinggi suhu maka harga tegangan permukaan semakin kecil begitu juga sebaliknya semakin rendah suhu maka harga tegangan permukaan semakin besar. Hal ini dapat digunakan untuk mengetahui kualitas daya pembersih bahan pencuci, dimana semakin kecil harga tegangan permukaan maka semakin bagus kualitas bahan pencuci, begitu juga sebaliknya semakin besar harga tegangan permukaan maka semakin kurang bagus kualitas bahan pencucinya.
2. Berdasarkan analisa data diperoleh bahwa harga  $t_{Hitung}$  pada semua larutan sabun lebih kecil daripada  $t_{Tabel}$  ( $t_{Hitung} < t_{Tabel}$ ). Hal ini berarti hipotesis nihil ( $H_0$ ) diterima dan hipotesis kerja ( $H_1$ ) ditolak, yang artinya bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara besar tegangan permukaan larutan sabun karena perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler.

### 5.2 Saran

1. Bagi mahasiswa, hendaknya hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk mengadakan penelitian lanjutan tentang pengukuran tegangan permukaan dengan metode gaya berat karena pada penelitian ini belum memperhatikan faktor-faktor lain seperti pengaruh tekanan (P) dan massa benda (m) dan kapilaritas (h).
2. Bagi lembaga, hendaknya metode gaya berat dapat dijadikan sebagai metode alternatif dalam pengukuran tegangan permukaan karena alat-alat yang digunakan sangat sederhana dan mudah didapatkan di Laboratorium maupun di Pasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 1998. *Prosedur Penelitian*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Bird, T. 1987. *Kimia Fisika Untuk Universitas* . Jakarta : Gramedia.
- Freessenden, R.J. 1999. *Kimia Organik*. Jakarta : Erlangga.
- Giancoli, D.C. 1997. *Fisika Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga.
- Goenawan. 1988. *Kimia Larutan* . Jakarta : Depdikbud Ditjen Dikti Proyek Pengembangan LPTK.
- Hadi, Sutrisno. 1990. *Metodologi Research*. Yogyakarta : UGM.
- Mutmainah. 2000. *Fisika Dasar I Seri Fluida (Diktat Belum Diplublikasikan)*. Jember : Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Santoso, R.D. 1992. *Analisis Regresi*. Surabaya : Rineka Cipta.
- Sears, F.W. dan Zemansky, M.W. 1962. *Fisika Untuk Universitas I* . Bandung : Dwiwantara.
- Sukardjo. 1997. *Kimia Fisika*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Tipler, P.A. 1998. *Fisika Untuk Sains Dan Teknik Jilid I* . Jakarta : Erlangga.
- Usman, H. 2000. *Pengantar Statistika*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Wirjoatmodjo, S. 1988. *Kimia Fisika I* . Jakarta : Depdikbud Ditjen Dikti Proyek Pengembangan LPTK.
- Young, H.G. dan Roger A. Freedman. 2001. *Fisika Universitas*. Jakarta : Erlangga.

MATRIK PENELITIAN

| Judul  | Permasalahan   | Variabel  | Indikator   | Sumber Data   | Metodologi Penelitian   | Hipotesis   |
|--|--|---|---|---|---|---|
| Studi komparatif pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun dengan menggunakan metode berat dan metode pipa kapiler | <p>a. Adakah pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler</p> <p>b. Adakah perbedaan yang signifikan besar tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler</p> | <p>a. Bebas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Jenis sabun</li> <li>Suhu</li> </ul> <p>b. Terikat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Harga tegangan permukaan</li> <li>Harga tegangan permukaan dari metode pipa kapiler</li> </ul> | <p>a. Hasil pengukuran pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat</p> <p>b. Hasil pengukuran pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode pipa kapiler</p> | <p>a. Data Eksperimen</p> <p>b. Bahan rujukan kepustakaan</p> | <p>a. Membuat tabulasi data dalam tabel</p> <p>b. Mengukur tegangan permukaan larutan sabun dengan metode gaya berat yang disertai perubahan suhu</p> $\gamma_{(G)} = \frac{mg}{2L_0(1 + \alpha\Delta T)} \dots\dots\dots (1)$ <p>c. Mengukur tegangan permukaan larutan sabun dengan metode pipa kapiler yang disertai perubahan suhu</p> $\gamma_{(p)} = \frac{0,5(\rho_0 rgh)}{(1 + 3\alpha\Delta T) \cos\theta} \dots\dots\dots (2)$ <p>d. Mempresentasikan dalam bentuk grafik pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>persamaan regresi linier <math>\hat{Y} = b_0 + b_1 X \dots\dots\dots (3)</math></li> <li>Koefisien Determinan <math>r^2 = \frac{b_1 \sum xy}{\sum y^2} \dots\dots\dots (4)</math></li> <li>koefisien korelasi <math>r = \sqrt{\frac{b_1 \sum xy}{\sum y^2}} \dots\dots\dots (5)</math></li> </ul> <p>e. Menguji signifikansi data yang dilakukan dengan metode t-tes</p> $t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum X^2 d}{n(n-1)}}} \dots\dots\dots (6)$ | <p>a. Ada pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan larutan sabun yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler</p> <p>b. Ada perbedaan yang signifikan tegangan permukaan larutan sabun yang disertai perubahan suhu yang diukur dengan metode gaya berat dan metode pipa kapiler</p> |

## Lampiran 2

PERHITUNGAN TEGANGAN PERMUKAAN ( $\gamma$ )

## 1. Metode Gaya Berat

Untuk menentukan tegangan permukaan yang disertai perubahan suhu dengan menggunakan metode gaya berat adalah dengan menggunakan persamaan :

$$\gamma_{(G)} = \frac{mg}{2L_0(1 + \alpha\Delta T)}$$

## a. Larutan Rinso Anti Noda

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,17 \times 1000}{2(4,7)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 54)} = 18,07$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,15 \times 1000}{2(4,5)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 58)} = 16,65$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,13 \times 1000}{2(4,2)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 63)} = 15,46$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,11 \times 1000}{2(3,9)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 66)} = 14,08$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,09 \times 1000}{2(3,4)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 70)} = 13,22$$

## b. Larutan Rinso Warna

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,17 \times 1000}{2(4,7)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 55)} = 18,07$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,15 \times 1000}{2(4,5)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 58)} = 16,65$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,13 \times 1000}{2(4,2)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 62)} = 15,46$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,11 \times 1000}{2(3,9)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 66)} = 14,08$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,09 \times 1000}{2(3,4)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 69)} = 13,22$$

## c. Larutan Rinso Matic

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,17 \times 1000}{2(4,7)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 52)} = 18,07$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,15 \times 1000}{2(4,5)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 57)} = 16,65$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,13 \times 1000}{2(4,2)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 60)} = 15,46$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,11 \times 1000}{2(3,9)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 64)} = 14,08$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,09 \times 1000}{2(3,4)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 67)} = 13,22$$

## d. Larutan So Klin Power

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,17 \times 1000}{2(4,7)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 48)} = 18,07$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,15 \times 1000}{2(4,5)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 53)} = 16,65$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,13 \times 1000}{2(4,2)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 58)} = 15,46$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,11 \times 1000}{2(3,9)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 63)} = 14,08$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,09 \times 1000}{2(3,4)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 67)} = 13,22$$

**e. Larutan So Klin Higiniis**

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,17 \times 1000}{2(4,7)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 50)} = 18,07$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,15 \times 1000}{2(4,5)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 52)} = 16,65$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,13 \times 1000}{2(4,2)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 55)} = 15,46$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,11 \times 1000}{2(3,9)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 59)} = 14,08$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,09 \times 1000}{2(3,4)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 64)} = 13,22$$

**f. Larutan So Klin Automatic**

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,17 \times 1000}{2(4,7)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 52)} = 18,07$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,15 \times 1000}{2(4,5)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 57)} = 16,65$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,13 \times 1000}{2(4,2)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 60)} = 15,46$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,11 \times 1000}{2(3,9)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 64)} = 14,08$$

$$\gamma_{(G)} = \frac{0,09 \times 1000}{2(3,4)(1 + 11 \times 10^{-6} \times 68)} = 13,22$$

**2. Metode Pipa Kapiler**

Untuk menentukan tegangan permukaan yang disertai perubahan suhu dengan menggunakan metode Pipa Kapiler adalah dengan menggunakan persamaan :

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(\rho_0 g h R)}{(1 + 3\alpha \Delta T) \cos \theta}$$

**a. Larutan Rinso Anti Noda**

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 1,1)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 54)0,985} = 18,07$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 1,0)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 58)0,985} = 16,43$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 0,9)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 63)0,985} = 14,77$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 0,85)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 66)0,985} = 13,95$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 0,8)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 70)0,985} = 13,13$$

**b. Larutan Rinso Warna**

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 1,1)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 55)0,985} = 18,30$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 1,0)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 58)0,985} = 16,62$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 0,95)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 62)0,985} = 15,79$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 0,90)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 66)0,985} = 14,30$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62 \times 0,02 \times 1000 \times 0,8)}{(1 + 27 \times 10^{-6} \times 69)0,985} = 13,28$$

**c. Larutan Rinso Matic**

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,15)}{(1+27x10^{-6}x52)0,985} = 18,89$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,0)}{(1+27x10^{-6}x57)0,985} = 16,43$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,95)}{(1+27x10^{-6}x60)0,985} = 15,59$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,9)}{(1+27x10^{-6}x64)0,985} = 14,77$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,85)}{(1+27x10^{-6}x67)0,985} = 13,95$$

**d. Larutan So Klin Power**

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,1)}{(1+27x10^{-6}x48)0,985} = 18,07$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,0)}{(1+27x10^{-6}x53)0,985} = 16,43$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,9)}{(1+27x10^{-6}x58)0,985} = 14,79$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,85)}{(1+27x10^{-6}x63)0,985} = 13,95$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,8)}{(1+27x10^{-6}x67)0,985} = 13,13$$

**e. Larutan So Klin Higinis**

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,15)}{(1+27x10^{-6}x50)0,985} = 18,89$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,0)}{(1+27x10^{-6}x52)0,985} = 16,43$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,95)}{(1+27x10^{-6}x55)0,985} = 15,61$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,9)}{(1+27x10^{-6}x59)0,985} = 14,79$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,8)}{(1+27x10^{-6}x64)0,985} = 13,13$$

**f. Larutan So Klin Automatic**

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,1)}{(1+27x10^{-6}x52)0,985} = 18,29$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x1,0)}{(1+27x10^{-6}x57)0,985} = 16,63$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,95)}{(1+27x10^{-6}x60)0,985} = 15,79$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,9)}{(1+27x10^{-6}x64)0,985} = 14,95$$

$$\gamma_{(P)} = \frac{0,5(1,62x0,02x1000x0,8)}{(1+27x10^{-6}x68)0,985} = 13,54$$



## Lampiran 3

## PERHITUNGAN ANALISIS HASIL PERCOBAAN

## 1. Persamaan Regresi Linier.

Rumus yang digunakan pada persamaan regresi linier antara lain :

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

$$b_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n XY - \left( \sum_{i=1}^n X \right) \left( \sum_{i=1}^n Y \right)}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left( \sum_{i=1}^n X \right)^2}$$

Tabel Lampiran 3.1 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Gaya Berat Pada Larutan Rinso Anti Noda.

| No        | X    | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|------|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 82   | 18,07  | 1481,74 | 6724           | 326,5249       |
| 2.        | 86   | 16,65  | 1431,90 | 7396           | 277,2225       |
| 3.        | 91   | 15,46  | 1406,86 | 8281           | 239,0116       |
| 4.        | 94   | 14,08  | 1323,52 | 8836           | 198,2464       |
| 5.        | 98   | 13,22  | 1295,56 | 9604           | 174,7684       |
| Jumlah    | 451  | 77,48  | 6939,58 | 40841          | 1215,7738      |
| Rata-rata | 90,2 | 15,496 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 43,007$$

$$b_1 = - 0,305$$

Tabel Lampiran 3.2 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Gaya Berat Pada Larutan Rinso Warna.

| No        | X   | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|-----|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 83  | 18,07  | 1499,81 | 6889           | 326,5249       |
| 2.        | 86  | 16,65  | 1431,9  | 7396           | 277,2225       |
| 3.        | 90  | 15,46  | 1391,4  | 8100           | 239,0116       |
| 4.        | 94  | 14,08  | 1323,52 | 8836           | 198,2464       |
| 5.        | 97  | 13,22  | 1282,34 | 9409           | 174,7684       |
| Jumlah    | 450 | 77,48  | 6928,97 | 40630          | 1215,774       |
| Rata-rata | 90  | 15,496 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 46,096$$

$$b_1 = - 0,340$$

Tabel Lampiran 3.3 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Gaya Berat Pada Larutan Rinso Matic.

| No        | X   | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|-----|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 80  | 18,07  | 1445,60 | 6400           | 326,5249       |
| 2.        | 85  | 16,65  | 1415,25 | 7225           | 277,2225       |
| 3.        | 88  | 15,46  | 1360,48 | 7744           | 239,0116       |
| 4.        | 92  | 14,08  | 1295,36 | 8464           | 198,2464       |
| 5.        | 95  | 13,22  | 1255,90 | 9025           | 174,7684       |
| Jumlah    | 440 | 77,48  | 6772,59 | 38858          | 1215,7738      |
| Rata-rata | 88  | 15,496 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 44,624$$

$$b_1 = - 0,331$$

Tabel Lampiran 3.4 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Gaya Berat Pada Larutan So Klin Power.

| No        | X    | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|------|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 76   | 18,07  | 1373,32 | 5776           | 326,5249       |
| 2.        | 81   | 16,65  | 1348,65 | 6561           | 277,2225       |
| 3.        | 86   | 15,46  | 1329,56 | 7396           | 239,0116       |
| 4.        | 91   | 14,08  | 1281,28 | 8281           | 198,2464       |
| 5.        | 95   | 13,22  | 1255,90 | 9025           | 174,7684       |
| Jumlah    | 429  | 77,48  | 6588,71 | 37039          | 1215,7738      |
| Rata-rata | 85,8 | 15,496 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 37,461$$

$$b_1 = - 0,256$$

Tabel Lampiran 3.5 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Gaya Berat Pada Larutan So Klin Higinis.

| No        | X   | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|-----|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 78  | 18,07  | 1409,46 | 6084           | 326,5249       |
| 2.        | 80  | 16,65  | 1332,00 | 6400           | 277,2225       |
| 3.        | 83  | 15,46  | 1283,18 | 6889           | 239,0116       |
| 4.        | 87  | 14,08  | 1224,96 | 7569           | 198,2464       |
| 5.        | 92  | 13,22  | 1216,24 | 8464           | 174,7684       |
| Jumlah    | 420 | 77,48  | 6465,84 | 35406          | 1215,7738      |
| Rata-rata | 84  | 15,496 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 43,804$$

$$b_1 = - 0,337$$

Tabel Lampiran 3.6 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Gaya Berat Pada Larutan So Klin Automatic Automatic.

| No        | X    | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|------|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 80   | 18,07  | 1445,60 | 6400           | 326,5249       |
| 2.        | 85   | 16,65  | 1415,25 | 7225           | 277,2225       |
| 3.        | 88   | 15,46  | 1360,48 | 7744           | 239,0116       |
| 4.        | 92   | 14,08  | 1295,36 | 8464           | 198,2464       |
| 5.        | 96   | 13,22  | 1269,12 | 9216           | 174,7684       |
| Jumlah    | 441  | 77,48  | 6785,81 | 39049          | 1215,7738      |
| Rata-rata | 88,2 | 15,496 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 43,191$$

$$b_1 = - 0,314$$

Tabel Lampiran 3.7 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Pipa kapiler Pada Larutan Rinso Anti Noda.

| No        | X    | Y     | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|------|-------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 82   | 18,07 | 1481,74 | 6724           | 326,5249       |
| 2.        | 86   | 16,43 | 1412,98 | 7396           | 269,9449       |
| 3.        | 91   | 14,77 | 1344,07 | 8281           | 218,1529       |
| 4.        | 94   | 13,95 | 1311,30 | 8836           | 194,6025       |
| 5.        | 98   | 13,13 | 1286,74 | 9604           | 172,3969       |
| Jumlah    | 451  | 76,35 | 6836,83 | 40841          | 1181,6221      |
| Rata-rata | 90,2 | 15,27 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 43,322$$

$$b_1 = - 0,311$$

Tabel Lampiran 3.8 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Pipa kapiler Pada Larutan Rinso Warna.

| No        | X   | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|-----|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 83  | 18,3   | 1518,90 | 6889           | 334,89         |
| 2.        | 86  | 16,62  | 1429,32 | 7396           | 276,2244       |
| 3.        | 90  | 15,79  | 1421,10 | 8100           | 249,3241       |
| 4.        | 94  | 14,3   | 1344,20 | 8836           | 204,49         |
| 5.        | 97  | 13,28  | 1288,16 | 9409           | 176,3584       |
| Jumlah    | 450 | 78,29  | 7001,68 | 40630          | 1241,2869      |
| Rata-rata | 90  | 15,658 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 46,438$$

$$b_1 = - 0,342$$

Tabel Lampiran 3.9 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Pipa kapiler Pada Larutan Rinso Matic.

| No        | X   | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|-----|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 80  | 18,89  | 1511,20 | 6400           | 356,8321       |
| 2.        | 85  | 16,43  | 1396,55 | 7225           | 269,9449       |
| 3.        | 88  | 15,59  | 1371,92 | 7744           | 243,0481       |
| 4.        | 92  | 14,77  | 1358,84 | 8464           | 218,1529       |
| 5.        | 95  | 13,95  | 1325,25 | 9025           | 194,6025       |
| Jumlah    | 440 | 79,63  | 6963,76 | 38858          | 1282,5805      |
| Rata-rata | 88  | 15,926 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 43,822$$

$$b_1 = - 0,317$$

Tabel Lampiran 3.10 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Pipa kapiler Pada Larutan So Klin Power.

| No        | X    | Y      | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|------|--------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 76   | 18,07  | 1373,32 | 5776           | 326,5249       |
| 2.        | 81   | 16,43  | 1330,83 | 6561           | 269,9449       |
| 3.        | 86   | 14,79  | 1271,94 | 7396           | 218,7441       |
| 4.        | 91   | 13,95  | 1269,45 | 8281           | 194,6025       |
| 5.        | 95   | 13,13  | 1247,35 | 9025           | 172,3969       |
| Jumlah    | 429  | 76,37  | 6492,89 | 37039          | 1182,2133      |
| Rata-rata | 85,8 | 15,274 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 37,410$$

$$b_1 = - 0,258$$

Tabel Lampiran 3.11 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Pipa kapiler Pada Larutan So Klin Higinis.

| No        | X   | Y     | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|-----|-------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 78  | 18,89 | 1473,42 | 6084           | 356,8321       |
| 2.        | 80  | 16,43 | 1314,4  | 6400           | 269,9449       |
| 3.        | 83  | 15,61 | 1295,63 | 6889           | 243,6721       |
| 4.        | 87  | 14,79 | 1286,73 | 7569           | 218,7441       |
| 5.        | 92  | 13,13 | 1207,96 | 8464           | 172,3969       |
| Jumlah    | 420 | 78,85 | 6578,14 | 35406          | 1261,5901      |
| Rata-rata | 84  | 15,77 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 45,926$$

$$b_1 = - 0,359$$

Tabel Lampiran 3.12 Tabel Kerja Perhitungan Nilai-nilai X dan Y dari Metode Pipa kapiler Pada Larutan So Klin Automatic.

| No        | X    | Y     | XY      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----------|------|-------|---------|----------------|----------------|
| 1.        | 80   | 18,29 | 1463,20 | 6400           | 334,5241       |
| 2.        | 85   | 16,63 | 1413,55 | 7225           | 276,5569       |
| 3.        | 88   | 15,79 | 1389,52 | 7744           | 249,3241       |
| 4.        | 92   | 14,95 | 1375,40 | 8464           | 223,5025       |
| 5.        | 96   | 13,54 | 1299,84 | 9216           | 183,3316       |
| Jumlah    | 441  | 79,2  | 6941,51 | 39049          | 1267,2392      |
| Rata-rata | 88,2 | 15,84 |         |                |                |

Dimana :

$$b_0 = 41,242$$

$$b_1 = - 0,288$$

## 2. Sidik Ragam Regresi

Rumus yang digunakan pada analisis sidik ragam regresi antara lain :

$$JKT = \text{Jumlah kuadrat total} = \sum y^2 = \sum_{i=1}^n Y^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y\right)^2}{n}$$

$$JKR = \text{Jumlah kuadrat regresi} = b_1 \sum xy = b_1 \sum_{i=1}^n XY - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X\right)\left(\sum_{i=1}^n Y\right)}{n}$$

$$JKS = \text{Jumlah kuadrat sisa} = JKT - JKR$$

$$KTR = \text{Kuadrat tengah regresi} = \frac{JKR}{p-1}$$

$$KTS = \text{Kuadrat tengah sisa} = \frac{JKS}{n-p}$$

$$F_{\text{Hitung}} = \frac{KTR}{KTS}$$

$$r^2 = \text{Koefisien Determinasi} = \frac{b_1 \sum xy}{\sum y^2}$$

$$r = \text{Koefisien Korelasi} = \sqrt{\frac{b_1 \sum xy}{\sum y^2}}$$

## 1. Metode Gaya Berat

### a. Larutan Rinso Anti Noda

$$JKT = 1215,7738 - \frac{(77,48)^2}{5} = 15,144$$

$$JKR = (-0,305) \left\{ 6939,58 - \frac{(451)(77,48)}{5} \right\} = 14,980$$

$$JKS = 15,144 - 14,980 = 0,164$$

$$KTR = \frac{14,980}{2-1} = 14,980$$

$$KTS = \frac{0,164}{5-2} = 0,055$$

$$F_{Hitung} = \frac{14,980}{0,055} = 272,364$$

$$r^2 = \frac{14,980}{15,144} = 0,989$$

$$r = \sqrt{0,989} = 0,994$$

### b. Larutan Rinso Warna

$$JKT = 1215,7738 - \frac{(77,48)^2}{5} = 15,144$$

$$JKR = (-0,340) \left\{ 6928,97 - \frac{(450)(77,48)}{5} \right\} = 15,038$$

$$JKS = 15,144 - 15,038 = 0,106$$

$$KTR = \frac{15,038}{2-1} = 15,038$$

$$KTS = \frac{0,106}{5-2} = 0,035$$

$$F_{Hitung} = \frac{15,380}{0,035} = 429,663$$

$$r^2 = \frac{15,038}{15,144} = 0,993$$

$$r = \sqrt{0,993} = 0,996$$

### c. Larutan Rinso Matic

$$JKT = 1215,7738 - \frac{(77,48)^2}{5} = 15,144$$

$$JKR = (-0,331) \left\{ 6772,59 - \frac{(440)(77,48)}{5} \right\} = 15,110$$

$$JKS = 15,144 - 15,110 = 0,034$$

$$KTR = \frac{15,110}{2-1} = 15,110$$

$$KTS = \frac{0,034}{5-2} = 0,011$$

$$F_{Hitung} = \frac{15,110}{0,011} = 1349,125$$

$$r^2 = \frac{15,110}{15,144} = 0,998$$

$$r = \sqrt{0,998} = 0,999$$

**d. Larutan So Klin Power**

$$JKT = 1215,7738 - \frac{(77,48)^2}{5} = 15,144$$

$$JKR = (-0,256) \left\{ 6588,71 - \frac{(429)(77,48)}{5} \right\} = 15,123$$

$$JKS = 15,144 - 15,123 = 0,021$$

$$KTR = \frac{15,123}{2-1} = 15,123$$

$$KTS = \frac{0,021}{5-2} = 0,007$$

$$F_{Hitung} = \frac{15,123}{0,007} = 2191,720$$

$$r^2 = \frac{15,123}{15,144} = 0,999$$

$$r = \sqrt{0,999} = 0,999$$

**e. Larutan So Klin Higinis**

$$JKT = 1215,7738 - \frac{(77,48)^2}{5} = 15,144$$

$$JKR = (-0,337) \left\{ 6465,84 - \frac{(420)(77,48)}{5} \right\} = 14,316$$

$$JKS = 15,144 - 14,316 = 0,828$$

$$KTR = \frac{14,316}{2-1} = 14,316$$

$$KTS = \frac{0,828}{5-2} = 0,276$$

$$F_{Hitung} = \frac{14,316}{0,276} = 51,869$$

$$r^2 = \frac{14,316}{15,144} = 0,945$$

$$r = \sqrt{0,945} = 0,972$$

## f. Larutan So Klin Automatic

$$JKT = 1215,7738 - \frac{(77,48)^2}{5} = 15,144$$

$$JKR = (-0,314) \left\{ 6785,81 - \frac{(441)(77,48)}{5} \right\} = 15,049$$

$$JKS = 15,144 - 15,049 = 0,095$$

$$KTR = \frac{15,049}{2-1} = 15,049$$

$$KTS = \frac{0,095}{5-2} = 0,032$$

$$F_{Hitung} = \frac{15,049}{0,032} = 476,228$$

$$r^2 = \frac{15,049}{15,144} = 0,994$$

$$r = \sqrt{0,994} = 0,997$$

## 2. Metode Pipa Kapiler

## a. Larutan Rinso Anti Noda

$$JKT = 11814,6221 - \frac{(76,35)^2}{5} = 15,758$$

$$JKR = (-0,311) \left\{ 6836,83 - \frac{(451)(76,35)}{5} \right\} = 15,531$$

$$JKS = 15,758 - 15,531 = 0,226$$

$$KTR = \frac{15,531}{2-1} = 15,531$$

$$KTS = \frac{0,226}{5-2} = 0,075$$

$$F_{Hitung} = \frac{15,531}{0,075} = 205,985$$

$$r^2 = \frac{15,531}{15,756} = 0,986$$

$$r = \sqrt{0,986} = 0,993$$

## b. Larutan Rinso Warna

$$JKT = 1241,2869 - \frac{(78,29)^2}{5} = 15,422$$

$$JKR = (-0,342) \left\{ 7001,68 - \frac{(450)(78,29)}{5} \right\} = 15,192$$

$$JKS = 15,422 - 15,196 = 0,231$$

$$KTR = \frac{15,192}{2-1} = 15,192$$

$$KTS = \frac{0,231}{5-2} = 0,077$$



$$F_{Hitung} = \frac{15,192}{0,077} = 197,807$$

$$r^2 = \frac{15,192}{15,422} = 0,985$$

$$r = \sqrt{0,985} = 0,992$$

**c. Larutan Rinso Matic**

$$JKT = 1282,5805 - \frac{(79,53)^2}{5} = 14,393$$

$$JKR = (-0,317) \left\{ 6963,76 - \frac{(440)(79,63)}{5} \right\} = 13,847$$

$$JKS = 14,393 - 13,847 = 0,547$$

$$KTR = \frac{13,847}{2-1} = 13,847$$

$$KTS = \frac{0,547}{5-2} = 0,182$$

$$F_{Hitung} = \frac{13,847}{0,182} = 75,997$$

$$r^2 = \frac{13,847}{14,393} = 0,962$$

$$r = \sqrt{0,962} = 0,925$$

**d. Larutan So Klin Power**

$$JKT = 118,2133 - \frac{(76,37)^2}{5} = 15,758$$

$$JKR = (-0,258) \left\{ 6492,89 - \frac{(429)(76,37)}{5} \right\} = 15,391$$

$$JKS = 15,758 - 15,391 = 0,347$$

$$KTR = \frac{15,391}{2-1} = 15,391$$

$$KTS = \frac{0,347}{5-2} = 0,116$$

$$F_{Hitung} = \frac{15,391}{0,116} = 133,142$$

$$r^2 = \frac{15,391}{15,738} = 0,978$$

$$r = \sqrt{0,978} = 0,974$$

**e. Larutan So Klin Higinis**

$$JKT = 1261,590 - \frac{(78,85)^2}{5} = 18,126$$

$$JKR = (-0,359) \left\{ 6578,14 - \frac{(420)(78,85)}{5} \right\} = 17,248$$

$$JKS = 18,126 - 17,248 = 0,877$$

$$KTR = \frac{17,248}{2-1} = 17,248$$

$$KTS = \frac{0,877}{5-2} = 0,292$$

$$F_{Hitung} = \frac{17,248}{0,292} = 58,989$$

$$r^2 = \frac{17,248}{18,126} = 0,952$$

$$r = \sqrt{0,952} = 0,906$$

**f. Larutan So Klin Automatic**

$$JKT = 1267,2392 - \frac{(79,20)^2}{5} = 12,711$$

$$JKR = (-0,288) \left\{ 6941,51 - \frac{(441)(79,20)}{5} \right\} = 12,652$$

$$JKS = 12,711 - 12,652 = 0,0594$$

$$KTR = \frac{12,652}{2-1} = 12,652$$

$$KTS = \frac{0,0594}{5-2} = 0,0198$$

$$F_{Hitung} = \frac{12,652}{0,0198} = 638,980$$

$$r^2 = \frac{12,652}{12,711} = 0,995$$

$$r = \sqrt{0,995} = 0,997$$

**3. T-tes**

Rumus yang digunakan pada T-tes antara lain :

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum x^2 d}{n(n-1)}}}$$

$$Md = \frac{\sum d}{n}$$

$$\sum x^2 d = \sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}$$

Tabel Lampiran 3.13 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan Rinso Anti Noda.

| Subjek    | Metode Gaya Berat | Metode Pipa Kapiler | d     |
|-----------|-------------------|---------------------|-------|
| 1.        | 18,07             | 18,07               | 0     |
| 2.        | 16,65             | 16,43               | -0,22 |
| 3.        | 15,46             | 14,77               | -0,69 |
| 4.        | 14,08             | 13,95               | -0,13 |
| 5.        | 13,22             | 13,13               | -0,09 |
| n = 5     | 77,48             | 76,35               | -1,13 |
| Rata-rata | 15,496            | 15,27               |       |

$$Md = \frac{-1,13}{5} = -0,226$$

$$\sum x^2 d = \{(0)^2 + (-0,22)^2 + (-0,69)^2 + (-0,13)^2 + (-0,09)^2\} - \frac{(-1,13)^2}{5} = 0,294$$

$$t = \frac{-0,226}{\sqrt{\frac{0,294}{20}}} = -1,868$$

$$t_{0,01} = 4,604$$

Tabel Lampiran 3.14 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan Rinso Warna.

| Subjek    | Metode Gaya Berat | Metode Pipa Kapiler | d     |
|-----------|-------------------|---------------------|-------|
| 1.        | 18,07             | 18,30               | 0,23  |
| 2.        | 16,65             | 16,62               | -0,03 |
| 3.        | 15,46             | 15,76               | 0,33  |
| 4.        | 14,08             | 14,30               | -0,22 |
| 5.        | 13,22             | 13,28               | 0,06  |
| n = 5     | 77,48             | 78,29               | 0,17  |
| Rata-rata | 15,496            | 15,658              |       |

$$Md = \frac{0,17}{5} = 0,034$$

$$\sum x^2 d = \{(0,23)^2 + (-0,03)^2 + (0,33)^2 + (-0,22)^2 + (0,06)^2\} - \frac{(0,17)^2}{5} = 0,209$$

$$t = \frac{0,034}{\sqrt{\frac{0,209}{20}}} = 0,333$$

$$t_{0,01} = 4,604$$

Tabel Lampiran 3.15 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan Rinso Matic.

| Subjek    | Metode Gaya Berat | Metode Pipa Kapiler | d     |
|-----------|-------------------|---------------------|-------|
| 1.        | 18,07             | 18,89               | 0,92  |
| 2.        | 16,65             | 16,43               | -0,22 |
| 3.        | 15,46             | 15,59               | 0,13  |
| 4.        | 14,08             | 14,77               | 0,69  |
| 5.        | 13,22             | 13,99               | 0,77  |
| n = 5     | 77,48             | 79,67               | 2,19  |
| Rata-rata | 15,496            | 15,934              |       |

$$Md = \frac{2,19}{5} = 0,439$$

$$\sum x^2 d = \{(0,82)^2 + (-0,22)^2 + (0,13)^2 + (0,69)^2 + (0,77)^2\} - \frac{(0,439)^2}{5} = 1,768$$

$$t = \frac{0,439}{\sqrt{\frac{1,768}{20}}} = 1,478$$

$$t_{0,01} = 4,604$$

Tabel Lampiran 3.16 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan So Klin Power.

| Subjek    | Metode Gaya Berat | Metode Pipa Kapiler | d     |
|-----------|-------------------|---------------------|-------|
| 1.        | 18,07             | 18,07               | 0     |
| 2.        | 16,65             | 16,43               | -0,22 |
| 3.        | 15,46             | 14,79               | -0,67 |
| 4.        | 14,08             | 13,95               | -0,13 |
| 5.        | 13,22             | 13,13               | -0,09 |
| n = 5     | 77,48             | 76,37               | -1,11 |
| Rata-rata | 15,496            | 15,274              |       |

$$Md = \frac{-1,11}{5} = -0,222$$

$$\sum x^2 d = \{(0)^2 + (-0,22)^2 + (-0,67)^2 + (-0,13)^2 + (-0,09)^2\} - \frac{(-0,222)^2}{5} = 0,512$$

$$t = \frac{-0,222}{\sqrt{\frac{0,512}{20}}} = -1,388$$

$$t_{0,01} = 4,604$$

Tabel Lampiran 3.17 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan So Klin Higinis.

| Subjek    | Metode Gaya Berat | Metode Pipa Kapiler | d     |
|-----------|-------------------|---------------------|-------|
| 1.        | 18,07             | 18,89               | 0,82  |
| 2.        | 16,65             | 16,43               | -0,22 |
| 3.        | 15,46             | 15,61               | 0,15  |
| 4.        | 14,08             | 14,79               | 0,71  |
| 5.        | 13,22             | 13,13               | -0,09 |
| n = 5     | 77,48             | 78,85               | 1,37  |
| Rata-rata | 15,496            | 15,77               |       |

$$Md = \frac{1,37}{5} = 0,274$$

$$\sum x^2 d = \{(0,82)^2 + (-0,22)^2 + (0,15)^2 + (0,71)^2 + (-0,09)^2\} - \frac{(0,274)^2}{5} = 1,241$$

$$t = \frac{0,274}{\sqrt{\frac{1,241}{20}}} = 1,100$$

$$t_{0,01} = 4,604$$

Tabel Lampiran 3.18 Tabel Kerja Perhitungan Uji T-tes Pada Larutan So Klin Automatic.

| Subjek    | Metode Gaya Berat | Metode Pipa Kapiler | d     |
|-----------|-------------------|---------------------|-------|
| 1.        | 18,07             | 18,29               | 0,22  |
| 2.        | 16,65             | 16,63               | -0,02 |
| 3.        | 15,46             | 15,79               | 0,33  |
| 4.        | 14,08             | 14,95               | 0,87  |
| 5.        | 13,22             | 13,54               | 0,32  |
| n = 5     | 77,48             | 79,20               | 1,72  |
| Rata-rata | 15,496            | 15,84               |       |

$$Md = \frac{1,72}{5} = 0,344$$

$$\sum x^2 d = \{(0,22)^2 + (-0,02)^2 + (0,33)^2 + (0,87)^2 + (0,32)^2\} - \frac{(1,72)^2}{5} = 0,425$$

$$t = \frac{0,344}{\sqrt{\frac{0,425}{20}}} = 2,356$$

$$t_{0,01} = 4,604$$

## NILAI KRITIS DISTRIBUSI t

| $\alpha$ for One-Tailed Test |       |       |       |        |        |        |
|------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| df                           | .50   | .20   | .10   | .05    | .02    | .01    |
| 1                            | 1.000 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 |
| 2                            | 0.816 | 1.886 | 2.920 | 4.303  | 6.965  | 9.925  |
| 3                            | 0.765 | 1.638 | 2.353 | 3.182  | 4.541  | 5.841  |
| 4                            | 0.741 | 1.533 | 2.132 | 2.776  | 3.747  | 4.604  |
| 5                            | 0.727 | 1.476 | 2.015 | 2.571  | 3.365  | 4.032  |
| 6                            | 0.718 | 1.440 | 1.943 | 2.447  | 3.143  | 3.707  |
| 7                            | 0.711 | 1.415 | 1.895 | 2.365  | 2.993  | 3.499  |
| 8                            | 0.706 | 1.397 | 1.860 | 2.306  | 2.896  | 3.355  |
| 9                            | 0.703 | 1.383 | 1.833 | 2.262  | 2.821  | 3.250  |
| 10                           | 0.700 | 1.372 | 1.812 | 2.228  | 2.764  | 3.169  |
| 11                           | 0.697 | 1.363 | 1.796 | 2.201  | 2.718  | 3.106  |
| 12                           | 0.695 | 1.356 | 1.782 | 2.179  | 2.681  | 3.055  |
| 13                           | 0.694 | 1.350 | 1.771 | 2.160  | 2.650  | 3.012  |
| 14                           | 0.692 | 1.345 | 1.761 | 2.145  | 2.624  | 2.977  |
| 15                           | 0.691 | 1.341 | 1.753 | 2.132  | 2.602  | 2.947  |
| 16                           | 0.690 | 1.337 | 1.746 | 2.120  | 2.583  | 2.921  |
| 17                           | 0.689 | 1.333 | 1.740 | 2.110  | 2.567  | 2.898  |
| 18                           | 0.688 | 1.330 | 1.734 | 2.101  | 2.552  | 2.878  |
| 19                           | 0.688 | 1.328 | 1.729 | 2.093  | 2.539  | 2.861  |
| 20                           | 0.687 | 1.325 | 1.725 | 2.086  | 2.528  | 2.845  |
| 21                           | 0.686 | 1.323 | 1.721 | 2.080  | 2.518  | 2.831  |
| 22                           | 0.686 | 1.321 | 1.717 | 2.074  | 2.508  | 2.819  |
| 23                           | 0.685 | 1.319 | 1.714 | 2.069  | 2.500  | 2.807  |
| 24                           | 0.685 | 1.318 | 1.711 | 2.064  | 2.492  | 2.797  |
| 25                           | 0.684 | 1.316 | 1.708 | 2.060  | 2.485  | 2.787  |
| 26                           | 0.684 | 1.315 | 1.706 | 2.056  | 2.479  | 2.779  |
| 27                           | 0.684 | 1.314 | 1.703 | 2.052  | 2.473  | 2.771  |
| 28                           | 0.683 | 1.313 | 1.701 | 2.048  | 2.467  | 2.763  |
| 29                           | 0.683 | 1.311 | 1.699 | 2.045  | 2.462  | 2.756  |
| 30                           | 0.683 | 1.310 | 1.697 | 2.042  | 2.457  | 2.750  |
| 40                           | 0.681 | 1.303 | 1.684 | 2.021  | 2.423  | 2.704  |
| 60                           | 0.679 | 1.296 | 1.671 | 2.000  | 2.390  | 2.660  |
| 120                          | 0.677 | 1.288 | 1.658 | 1.980  | 2.358  | 2.617  |
| $\infty$                     | 0.674 | 1.282 | 1.645 | 1.960  | 2.326  | 2.576  |

\* Lampiran I dia ntil dari Fisher dan Yates: *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research* diterbitkan oleh Longman Group Ltd, London (sebelumnya diterbitkan oleh Oliver and Boyd Lc, Edinburgh) dengan seizin penulis dan penerbit, serta diadaptasi dari buku E. W. Mirium dan R. E. Clarke: *Elements of Statistical Reasoning*, John Wiley and Sons, 1982 (dengan seizin dari penerbit lain)

**NILAI KRITIS DISTRIBUSI F**

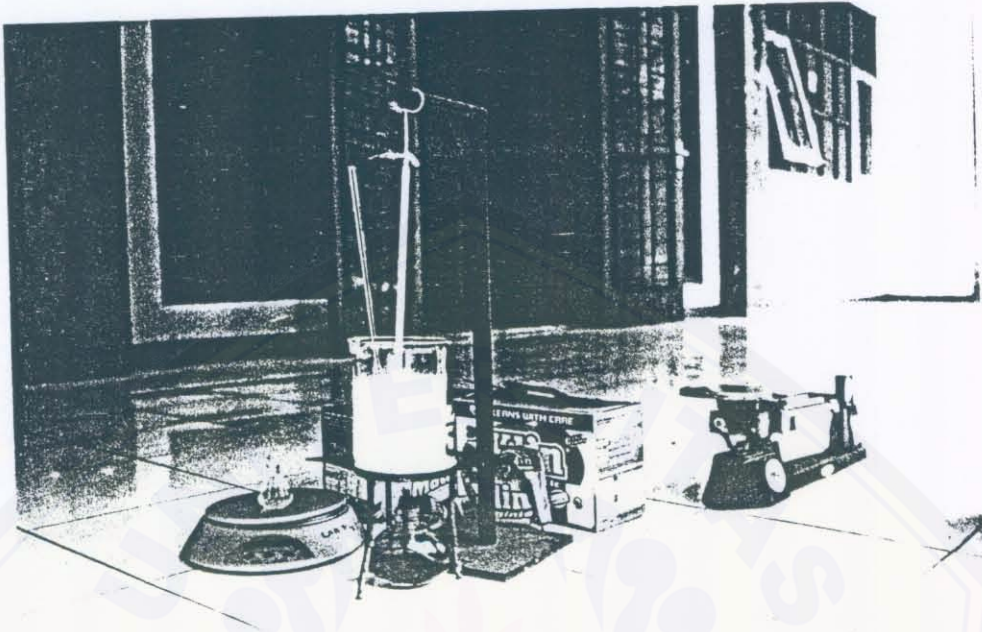
Nilai Percentil Untuk Distribusi F (Bilangan Dalam Badan Dasar) Menyatakan  $F_p$ ; Baris Atas Untuk  $p = 0,05$  dan Baris Bawah Untuk  $p = 0,01$ .



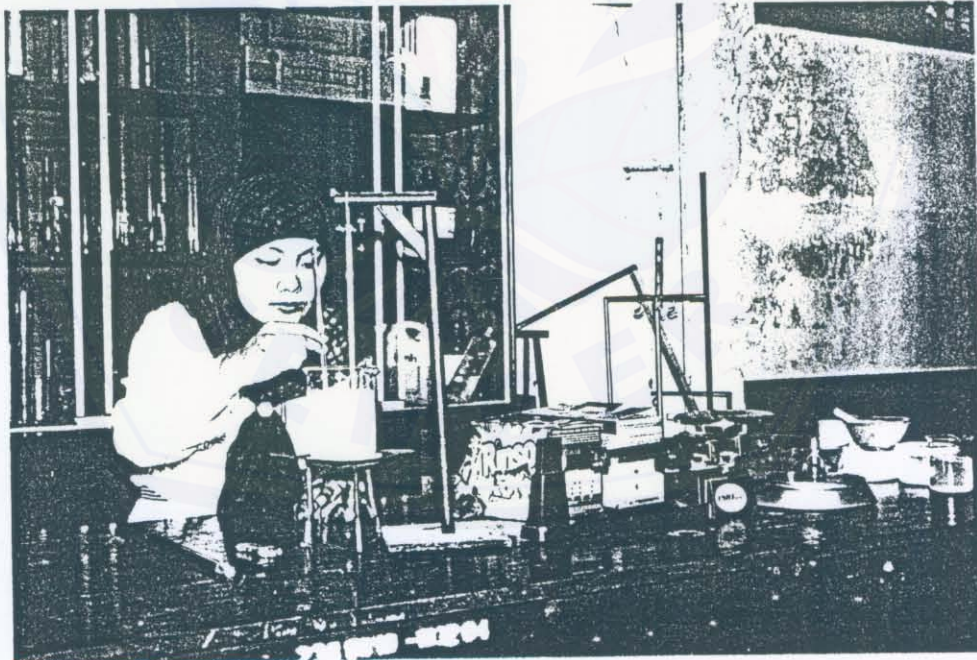
| $V_2 = dk$ penyebut | $V_1 = dk$ pembilang |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |     |
|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----|
|                     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 14    | 16    | 20    | 24    | 30    | 40    | 50    | 75    | 100   | 200   | 500   | $\infty$ |     |
| 1                   | 161                  | 200   | 216   | 225   | 230   | 234   | 237   | 239   | 241   | 242   | 243   | 244   | 245   | 246   | 246   | 248   | 249   | 250   | 251   | 252   | 253   | 253   | 254   | 254      | 254 |
| 2                   | 4052                 | 4998  | 5403  | 5625  | 5784  | 5889  | 5978  | 6022  | 6056  | 6082  | 6100  | 6112  | 6122  | 6130  | 6137  | 6143  | 6148  | 6152  | 6155  | 6157  | 6159  | 6160  | 6161  | 6161     |     |
| 3                   | 18,51                | 18,00 | 17,75 | 17,58 | 17,46 | 17,37 | 17,30 | 17,25 | 17,20 | 17,16 | 17,12 | 17,09 | 17,06 | 17,04 | 17,02 | 17,00 | 16,99 | 16,98 | 16,97 | 16,96 | 16,95 | 16,94 | 16,93 | 16,92    |     |
| 4                   | 7,71                 | 6,94  | 6,59  | 6,39  | 6,27  | 6,16  | 6,09  | 6,04  | 6,00  | 5,96  | 5,93  | 5,91  | 5,87  | 5,84  | 5,80  | 5,77  | 5,74  | 5,71  | 5,69  | 5,66  | 5,66  | 5,65  | 5,64  | 5,63     |     |
| 5                   | 6,61                 | 5,79  | 5,41  | 5,19  | 5,05  | 4,95  | 4,89  | 4,82  | 4,76  | 4,74  | 4,70  | 4,68  | 4,64  | 4,60  | 4,56  | 4,53  | 4,50  | 4,46  | 4,44  | 4,42  | 4,40  | 4,37  | 4,36  |          |     |
| 6                   | 5,99                 | 5,14  | 4,75  | 4,52  | 4,39  | 4,28  | 4,21  | 4,15  | 4,10  | 4,06  | 4,03  | 4,00  | 3,96  | 3,92  | 3,87  | 3,84  | 3,81  | 3,77  | 3,75  | 3,72  | 3,71  | 3,69  | 3,68  | 3,67     |     |
| 7                   | 5,58                 | 4,74  | 4,35  | 4,12  | 3,97  | 3,87  | 3,79  | 3,73  | 3,68  | 3,63  | 3,60  | 3,57  | 3,52  | 3,45  | 3,44  | 3,41  | 3,38  | 3,34  | 3,32  | 3,29  | 3,28  | 3,24  | 3,23  |          |     |
|                     | 12,25                | 9,55  | 8,45  | 7,85  | 7,45  | 7,19  | 7,00  | 6,84  | 6,71  | 6,62  | 6,54  | 6,47  | 6,35  | 6,27  | 6,15  | 6,07  | 5,98  | 5,90  | 5,85  | 5,78  | 5,75  | 5,70  | 5,67  | 5,65     |     |

Sumber : Elementary Statistics, Noel. P.G, John Wiley & sons, inc, new YORK, 1960.  
 121n khusus pada Penulis

DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Gambar 1. Rangkaian Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian.



Gambar 2. Peneliti Sedang Melakukan Penelitian Untuk Menentukan Tegangan Permukaan Larutan Sabun Dengan Menggunakan Metode Pipa Kapiler.



**LABORATORIUM PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

Alamat: Jl.kalimantan III FKIP Gd 3 UNEJ, Telp : (0331) 330788 Jember 68121

**PERMOHONAN IJIN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini mengajukan permohonan untuk mengadakan penelitian dan berjanji akan mematuhi segala peraturan yang berlaku di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember.

Nama : SRI WAHYUNI  
NIM / Angkatan : 000210102010 / 2000  
JURUSAN/PROGRAM : P. MIPA / P. FISIKA  
Judul Seminar : Studi Komparatif Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun Dengan Menggunakan Metode Gaya Berat Dan Metode Pipa Kapiler.

Alat / Bahan Yang Digunakan :

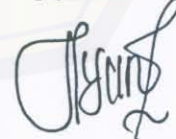
1. Beker Glass
2. Piknometer
3. Termometer Digital
4. Neraca Digital
5. Pemanas (Bunsen)
6. Air raksa

Jember, 03 Mei 2004

Menyetujui,  
Ketua Lab. Fisika  
FKIP Universitas Jember

  
Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si  
NIP. 131 660 790

Pemohon



Sri Wahyuni  
NIM. 00-2010

# BON ALAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :


Nama : SRI WAHYUNI  
NIM : 000210202010  
Program : FISIKA

Pinjam alat :

| NO | NAMA ALAT          | JUMLAH | KETERANGAN |
|----|--------------------|--------|------------|
| 1. | Beker Glass        | 2      |            |
| 2. | Piknometer         | 1      |            |
| 3. | Termometer Digital | 1      |            |
| 4. | neraca Digital     | 1      |            |
| 5. | Pemanas ( Bunsen ) | 2      |            |
| 6. | Air Raksa          | 1      |            |
|    |                    |        |            |
|    |                    |        |            |
|    |                    |        |            |
|    |                    |        |            |
|    |                    |        |            |


Kembali tanggal : .....

Asisten/Laboratorium

  
(PIS. TRAPSILO P, M.Si)  
NIP. 131 660 790

Jember,

Peminjam,

  
(SRI WAHYUNI)

## Lampiran 9



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
**UNIVERSITAS JEMBER**

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Alamat: Jl. Kalimantan III/3 Kampus Tegalboto Kotak Pos 162 Telp./ Fax (0331) 334988  
 Jember 68121

**LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI**

**PEMBIMBING I**

Nama : SRI WAHYUNI  
 NIM : 000210102010  
 Jurusan / Program : P. MIPA / P. Fisika  
 Judul Skripsi : Studi Komparatif Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan  
 Permukaan Larutan Sabun Dengan Menggunakan Metode  
 Gaya Berat Dan Metode Pipa Kapiler  
 Dosen Pembimbing I : Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si  
 Dosen Pembimbing II : Drs. Albertus D. Lesmono, M.Si

**KEGIATAN KONSULTASI**

| No. | Hari/Tanggal          | Materi Konsultasi     | T.T Pembimbing |
|-----|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 1.  | JUM'AT / 12 MARET '09 | MATRIK                | JK             |
| 2.  | SELASA / 16 MARET '09 | REVISI MATRIK         | JK             |
| 3.  | SENIN / 22 MARET '09  | BAB I                 | JK             |
| 4.  | SELASA / 30 MARET '09 | BAB II                | JK             |
| 5.  | KAMIS / 08 APRIL '09  | BAB III               | JK             |
| 6.  | JUM'AT / 19 APRIL '09 | REVISI BAB I, II, III | JK             |
| 7.  | RABU / 02 JUNI '09    | BAB IV                | JK             |
| 8.  | SELASA / 08 JUNI '09  | BAB V                 | JK             |
| 9.  |                       |                       |                |
| 10. |                       |                       |                |

CATATAN : 1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi  
 2. Lembar ini harus dibawa sewaktu Seminar Proposal Skripsi dan Ujian Skripsi

## Lampiran 10



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
**UNIVERSITAS JEMBER**

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Alamat: Jl. Kalimantan III/3 Kampus Tegalboto Kotak Pos 162 Telp./ Fax (0331) 334988  
 Jember 68121

**LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI**

**PEMBIMBING II**

Nama : SRI WAHYUNI  
 NIM : 000210102010  
 Jurusan / Program : P. MIPA / P. Fisika  
 Judul Skripsi : Studi Komparatif Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan  
 Permukaan Larutan Sabun Dengan Menggunakan Metode  
 Gaya Berat Dan Metode Pipa Kapiler  
 Dosen Pembimbing I : Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si  
 Dosen Pembimbing II : Drs. Albertus D. Lesmono, M.Si

**KEGIATAN KONSULTASI**

| No. | Hari/Tanggal          | Materi Konsultasi     | T.T Pembimbing |
|-----|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 1.  | SENIN / 8 MARET '09   | MATRIK                | BS             |
| 2.  | RABU / 10 MARET '09   | REVISI MATRIK         | BS             |
| 3.  | SENIN / 15 MARET '09  | BAB I                 | BS             |
| 4.  | RABU / 17 MARET '09   | BAB II                | BS             |
| 5.  | KAMIS / 18 MARET '09  | BAB III               | BS             |
| 6.  | JUM'AT / 19 MARET '09 | REVISI BAB I, II, III | BS             |
| 7.  | JUM'AT / 21 MEI '09   | BAB IV                | BS             |
| 8.  | JUM'AT / 28 MEI '09   | BAB V                 | BS             |
| 9.  |                       |                       |                |
| 10. |                       |                       |                |

CATATAN : 1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi  
 2. Lembar ini harus dibawa sewaktu Seminar Proposal Skripsi dan Ujian Skripsi