

Bidang Ilmu MIPA

LAPORAN HASIL PENELITIAN

HIBAH BERSAING XVI



**RANCANG-BANGUN TENSIOMETER TERKOMPUTERISASI UNTUK  
TEGANGAN INTERFASIAL DAN SUDUT KONTAK *LIQUID/SOLID*  
MENURUT MODEL ADSA  
(*Axisymmetric Drop Shape Analysis*)**

Oleh:

Artoto Arkundato, S.Si, M.Si.  
Tri Mulyono, S.Si, M.Si

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
November 2008**

**Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,  
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian  
Nomor: 022/SP2H/PP/DP2M/III/2008  
Tanggal 6 Maret 2008**

LAPORAN PENELITIAN

HIBAH BERSAING



**RANCANG-BANGUN TENSIOMETER  
TERKOMPUTERISASI UNTUK TEGANGAN  
INTERFASIAL DAN SUDUT KONTAK *LIQUID-  
LIQUID/SOLID* MENURUT MODEL ADSA  
(*Axisymmetric Drop Shape Analysis*)**

Oleh:

Artoto Arkundato, S.Si, M.Si.

Tri Mulyono, S.Si, M.Si

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

Oktober 2008

**1. Judul Usulan :**

RANCANG-BANGUN TENSIOMETER TERKOMPUTERISASI UNTUK TEGANGAN INTERFASIAL DAN SUDUT KONTAK *LIQUID-LIQUID/SOLID* MENURUT MODEL ADSA (*Axisymmetric Drop Shape Analysis*)

**2. Ketua Peneliti**

- a. Nama lengkap : Artoto Arkundato, S.Si., M.Si
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. NIP : 132 236 059
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Jabatan Struktural : -
- f. Bidang Keahlian : Fisika Komputasi
- g. Fakultas/jurusan : MIPA/FISIKA
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Jember
- i. Tim Peneliti :

No	NAMA DAN GELAR	BIDANG KEAHLIAN	INSTANSI	ALOKASI WAKTU	
				Jam/mg	bulan
1	T. Mulyono, M.Si	Elektrokimia	Jur. Kimia, Univ.Jember	20 jam/mgg	10 bln

**3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian:**

- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 3 Tahun
- b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 144.228.000,-
- c. Biaya yang disetujui tahun I (2008) : Rp 45.000.000,00



Mengetahui,  
 Dekan Fakultas MIPA  
 (Prof. Drs.Kusno, DEA, Ph.D)  
 NIP. 131 592 357

Jember, 10 Oktober 2006  
 Ketua Peneliti,

(Artoto Arkundato, S.Si., M.Si)  
 NIP 132 236 059



Menyetujui  
 Ketua Lembaga penelitian

(Dr.Ir.Cahyoadi Bowo)  
 NIP. 131 832 324

Penelitian ini merupakan penelitian inovatif yang hasilnya adalah tensiometer yang merupakan alat ukur besaran fisis tegangan interfasial/sudut kontak. Tegangan interfasial/sudut kontak adalah dua besaran penting dalam fenomena permukaan (surface phenomena) dan nilainya untuk berbagai kemungkinan campuran liquid-liquid atau liquid-solid banyak diukur untuk keperluan aplikasi yang luas, seperti dalam desain obat, proses-proses (industri) kimia dan lain sebagainya.

Target utama yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan tensiometer yang modern yaitu terkomputerisasi dengan dukungan "advanced optics systems" menggunakan kamera-mikroskop digital, sistem motor yang dikontrol komputer. Dengan kelebihan ini tensiometer yang dibuat akan akurat, presisi, cepat proses dan mudah digunakan.

Penelitian diawali dengan merancang dan membuat (mendesain) tensiometer dari segi instrumentasi sistem optik, sistem tetes liquid dan sistem rekam tetes liquid. Dilanjutkan tahun II untuk desain interface komputer-video/camera untuk memperoleh data image digital bentuk tetes liquid, membuat program komputer untuk memproses data digital yang telah diperoleh untuk menghitung tegangan interfasial/sudut kontak, menggunakan metode numerik persamaan diferensial berdasarkan model matematik yang sesuai. Penelitian diakhiri pada tahun III dengan merancang inserti tetes liquid dengan compu-motor (dikendalikan computer), kalibrasi alat dan pengemasan.

Pada intinya, dengan hanya mengambil gambar bentuk tetes liquid dari liquid yang ingin diteliti, maka dengan tensiometer ADSA dapat diukur dan dihitung cepat nilai tegangan permukaan dan sudut kontak dengan mudah dan akurat.

### SUMMARY

It has been investigated to design and build a tensiometer based on the ADSA (*Axisymmetric Drop Shape Analysis*) model. This tensiometer can measure the interfacial tension and/or contact angle of liquid-liquid/solid. The interfacial tension and contact angle are the two important properties in the surface phenomena, as in the liquid-liquid/solids boundary.

The research was hold in the three steps (years): the first year focuses on the image processing of the liquid drop, and also the design of global instrumentation the the tensiometer. The 2<sup>nd</sup> year will focus on the data acquisition, computer programming, and design of automation of the microscope motion. The last step will focus on the automation of liquid insertion for liquid drop and also calibration of the tensiometer.

The important method to measure the interfacial tension and contact angle is basically to record the liquid-drop image, input this to the computer for computation using the computer programming and finally the computer will calculate the properties using appropriate numerical methods.

Syukur alhamdulillah kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan barokah dan limpahan karunia-Nya sehingga penulisan *Laporan Penelitian Hibah Bersaing* ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dengan terselesaikan laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dirjen Dikti Depdiknas/DP2M yang telah memberikan bantuan dana penelitian. Dalam kesempatan ini peneliti juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini, seperti Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember, LEMLIT Universitas Jember, dan team monitoring penelitian hibah bersaing.

Laporan ini tentu tak luput dari kekurangan, untuk itu segala kritik tentang isi akan diterima dengan senang hati guna penyempurnaan dan penelitian lebih lanjut.

Jember, 10 Oktober 2008

Penulis

**DAFTAR ISI**

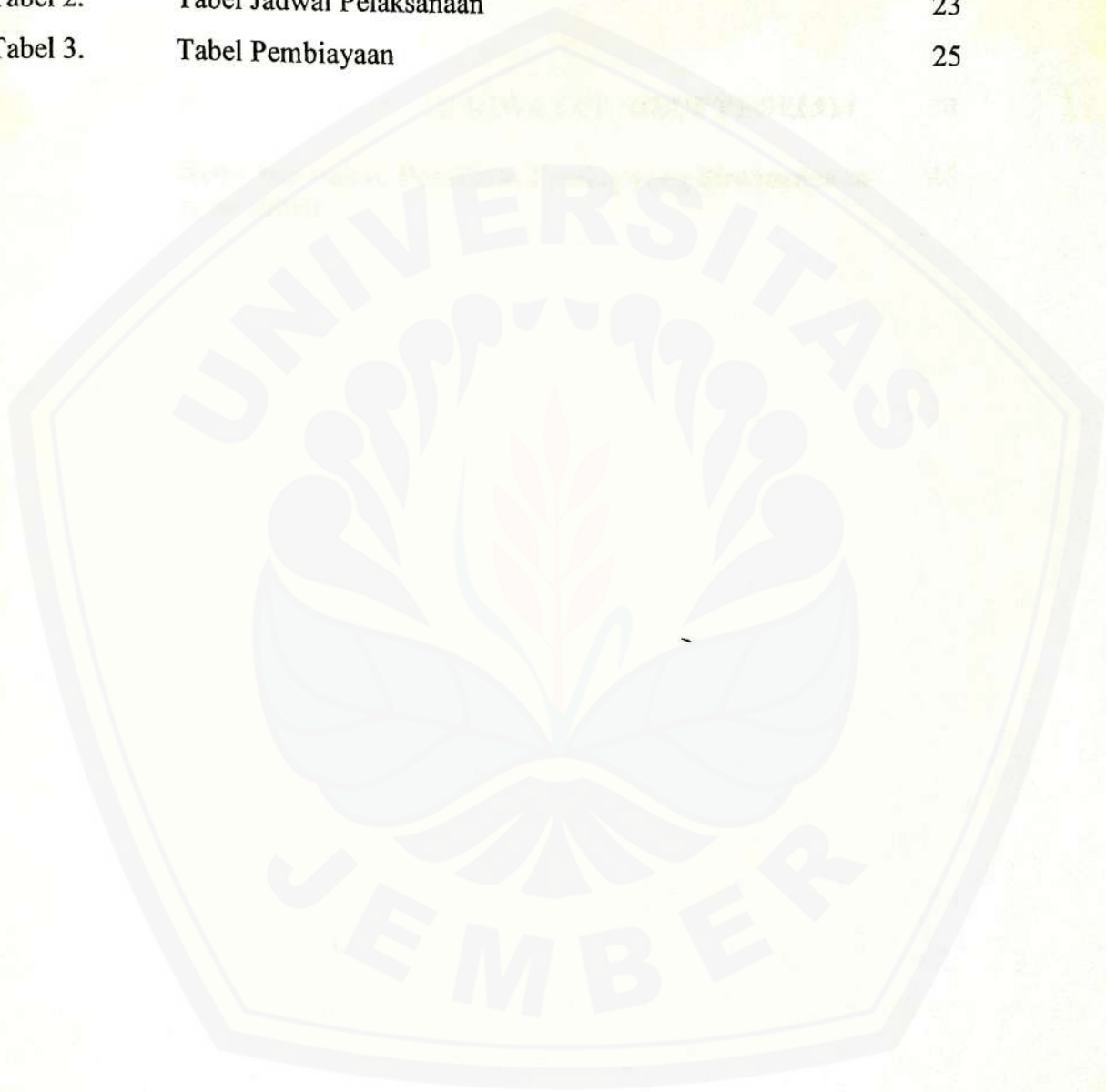
JUDUL .....	hal
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN .....	i
RINGKASAN DAN SUMMARY .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
<b>I      PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>II     TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....</b>	<b>4</b>
<b>III    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
<b>IV     METODOLOGI .....</b>	<b>17</b>
<b>V      HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
<b>VI     KESIMPULAN .....</b>	<b>33</b>
<b>VII    UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>34</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Gaya adhesi dan kohesi antar molekul air dan kaca	6
Gambar 3.2	Gambaran tegangan permukaan sebuah liquid	7
Gambar 3.3.	Sudut kontak antara air dan kaca	9
Gambar 3.4	Bentuk permukaan liquid akibat bersentuhan dengan bahan lain	10
Gambar 3.5.	Bentuk tetes akibat gravitasi	10
Gambar 3.6.	Perbedaan Model Pendant dan Sessile Drop	11
Gambar 3.7.	Model tetes sessile	11
Gambar 3.8.	Radius Kurvatur permukaan	13
Gambar 3.9	Pendefinisian Besaran-Besaran Fisis pada Model ADSA	15
Gambar 4.1	Set-up Alat Pengukur Tegangan Interfacial terotomasi	18
Gambar 4.2.	Hasil yang diharapkan dapat ditampilkan oleh komputer dari hasil data image yang direkam kamera	18
Gambar 4.4	teknik pembuatan pendant drop dan sessile drop	20
Gambar 4.5.	Penempatan sistem optik	21
Gambar 5.1.	Prototip ADSA.	29
Gambar 5.2	Rancangan ADSA.rev1	30
Gambar 5.3	Tetes dengan microsyringe	31

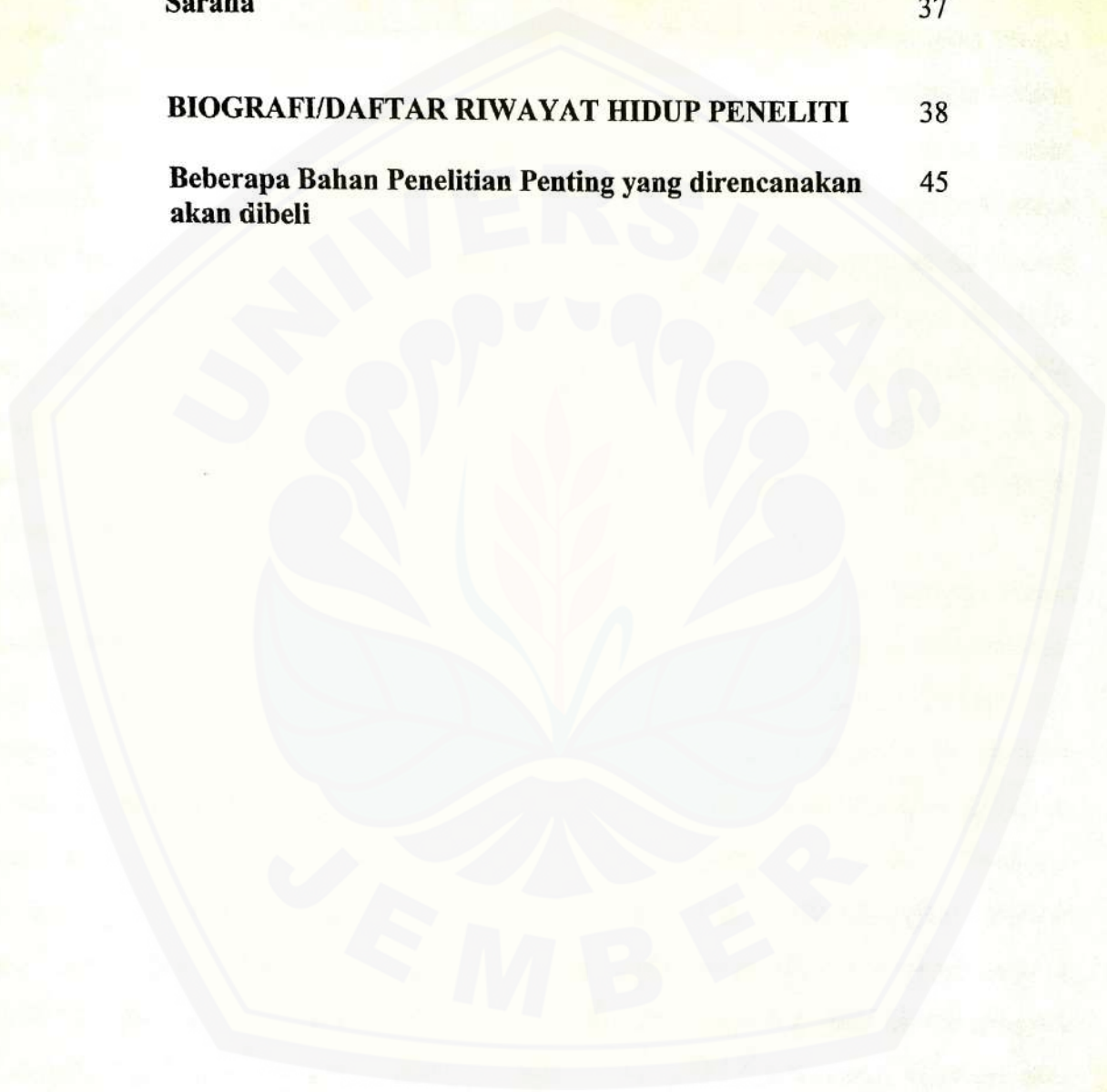
DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Tabel Indikator	23
Tabel 2.	Tabel Jadwal Pelaksanaan	23
Tabel 3.	Tabel Pembiayaan	25





1	<b>Pertimbangan Alokasi Biaya</b>	36
2	<b>Dukungan pada Pelaksanaan Penelitian</b>	36
3	<b>Sarana</b>	37
4	<b>BIOGRAFI/DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI</b>	38
5	<b>Beberapa Bahan Penelitian Penting yang direncanakan akan dibeli</b>	45



## BAB I

### PENDAHULUAN

**Tegangan permukaan/interfasial** (surface/interfacial tension) dan **sudut kontak** (contact angle), merupakan dua besaran fisis yang sangat penting dalam fenomena permukaan, dan nilai besaran ini (yang diperoleh melalui pengukuran-pengukuran atau perhitungan) sangat penting untuk aplikasi dalam bidang kimia, fisika, farmasi maupun biologi. Beberapa contoh aplikasi yang memerlukan data tegangan interfasial dan sudut kontak adalah pada proses pembuatan minyak pelumas, pembuatan bubuk detergent yang dapat mengikat kotoran-kotoran dari bahan yang dicuci, pembuatan obat yang berkaitan dengan kemampuan obat untuk diserap jaringan tubuh dan kemampuan berikatan dengan molekul lain, problem pembilasan pencemaran minyak lepas pantai, proses-proses dalam industri kimia dan lain-lain. Minyak dapat dipindahkan dari media porous jika tegangan interfasial (IFT = interfacial tension) diantara minyak dan air dapat dibuat cukup kecil (umumnya 40 sampai 50 mN/m) [3]. Penurunan nilai IFT ini dapat dilakukan dengan penggunaan *surfactants* .

Banyak riset berkenaan dengan fenomena permukaan memerlukan pengukuran akurat mengenai sifat-sifat interfasial ini [1]. Sampai sekarang telah banyak dikembangkan peralatan untuk mengukur besaran interfasial tersebut mulai dari yang sederhana sampai yang mutakhir. Seiring dengan tercapainya perkembangan dan pengembangan teknologi komputer, sistem optik dan instrumentasi dewasa ini yang sangat canggih dan efisien maka pengembangan peralatan pengukuran besaran interfasial dengan sendirinya juga mengikuti hal serupa. Berbagai rancangan konsep peralatan pengukuran besaran interfasial terus dikembangkan dengan mengadopsi dan mengintegrasikan berbagai komponen seperti komputer berkinerja unggul, mikroskop digital dan stepper motor (compu-motor). Demikian juga berusaha dibuat program komputer dengan bahasa pemrograman tertentu (seperti C++ dan lab. View) untuk diintegrasikan dengan hardware alat ukur agar dapat menghitung besaran interfasial secara cepat, akurat dan efisien. Program komputer ini dikembangkan berdasarkan persamaan matematik yang dikembangkan untuk menjelaskan fenomena fisis tegangan permukaan berdasarkan teori/konsep fisika yang ada.

Banyak konsep fisika dikembangkan sebagai basis pengukuran tegangan permukaan. Salah satunya adalah dengan konsep tetes cairan. Dengan mengambil gambar permukaan