

***MICRO-BUBBLE GENERATOR DENGAN METODE
SPHERICAL BALL DALAM PIPA BERALIRAN***

TUGAS AKHIR

Oleh

MARTTRIADHI LAKSANA

04 05 22 036 6



**TUGAS AKHIR INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI
SEBAGIAN PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

MICRO-BUBBLE GENERATOR DENGAN METODE SPHERICAL BALL DALAM PIPA BERALIRAN

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 04 Januari 2007

Marttriadhi Laksana

NPM 04 05 22 036 6

PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul :

***MICRO-BUBBLE GENERATOR DENGAN METODE
SPHERICAL BALL DALAM PIPA BERALIRAN***

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tugas akhir ini telah diujikan pada sidang ujian tugas akhir pada tanggal 02 Januari 2007 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tugas akhir pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 04 Januari 2007
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Warjito, M.Eng.

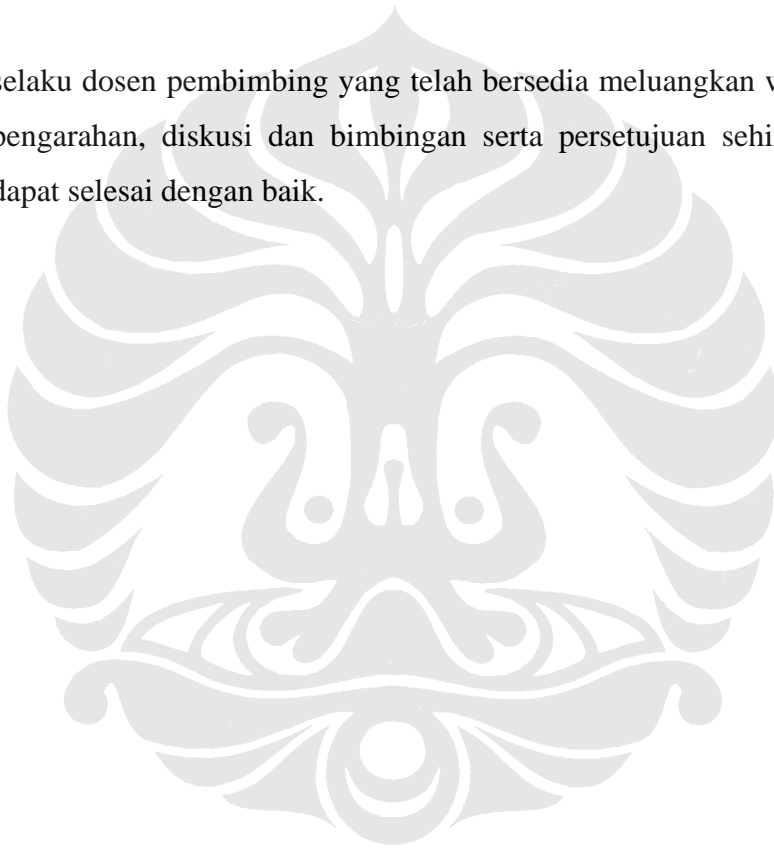
NIP 131 596 860

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr. Ir. Warjito, M. Eng.

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR ISTILAH / SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	3
1.5.1 Study Literatur	3
1.5.2 Perancangan <i>Test Section</i>	3
1.5.3 Proses Fabrikasi dan Instalasi	3
1.5.4 Proses Trial dan Modifikasi	4
1.5.5 Proses Pengambilan dan Pengolahan Data	4
1.5.6 Penyusunan Laporan	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 MICRO BUBBLE GENERATOR	6
2.1.1 Prinsip Kerja MBG Dengan Bola	6
2.2 LITERATUR MEKANIKA FLUIDA	7
2.2.1 Persamaan Bernoulli	7
2.2.2 Aliran Viskos Dalam Pipa	8
2.2.3 Aliran Laminar dan Turbulen	9
2.2.4 Daerah Masuk dan Aliran Berkembang Penuh	10
2.2.5 Pengukuran Tekanan	12

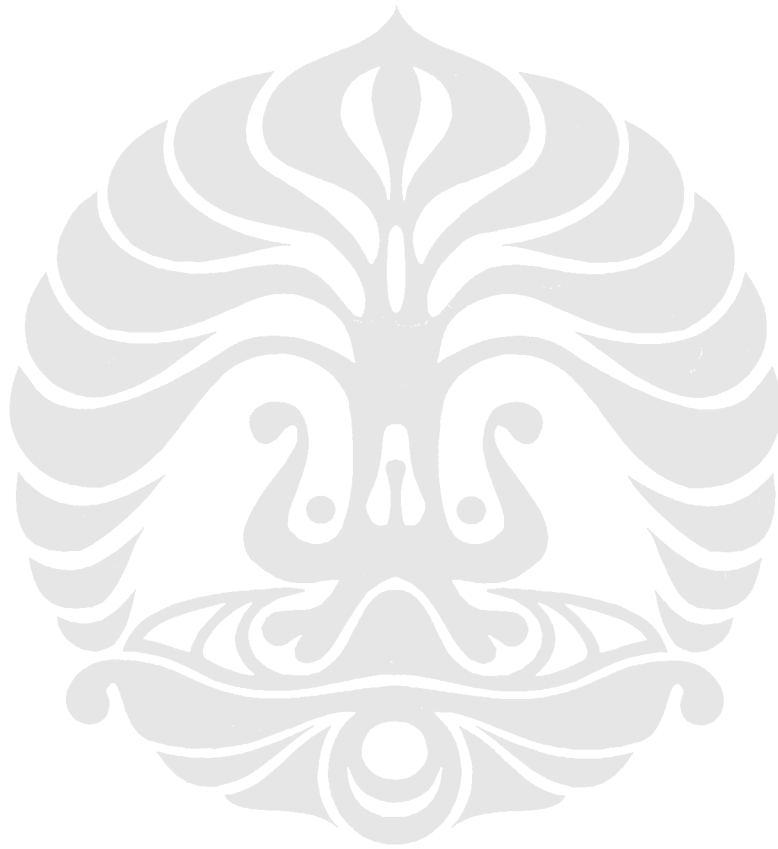
BAB III RANCANG BANGUN MBG	15
3.1 BAGIAN-BAGIAN UTAMA MBG	15
3.2 RANCANGAN <i>TEST SECTION</i>	18
3.3 PERHITUNGAN <i>PRESSURE DROP</i>	18
PADA <i>TEST SECTION</i>	
3.4 DETAIL RANCANG BANGUN <i>TEST SECTION</i>	20
3.5 AREA PENGKONDISIAN ALIRAN	22
(<i>FULLY DEVELOP AREA</i>)	
3.6 SKEMA PENGUKURAN TEKANAN	24
PADA <i>TEST SECTION</i>	
3.7 SKEMA PENGAMBILAN GAMBAR	24
<i>MICRO-BUBBLES</i>	
 BAB IV METODA PENGAMBILAN dan PENGOLAHAN DATA	26
4.1 METODA PENGAMBILAN DATA	26
4.2 METODA PENGOLAHAN dan ANALISA DATA	26
4.2.1 Pengambilan Data	26
4.2.2 Pengolahan Gambar <i>Micro-bubbles</i> Dengan ImageJ	27
4.2.3 Pengolahan data	32
4.2.4 Analisa Data	32
4.2.5 Hasil Data Visualisasi <i>Microbubble</i>	36
 BAB V KESIMPULAN	40
5.1 KESIMPULAN	40
 DAFTAR ACUAN	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Ilustrasi Aliran yang Melalui Bola di Pipa	7
Gambar 2.2	(a) Aliran Pipa. (b) Aliran kanal-terbuka ^[4]	9
Gambar 2.3	Eksperimen Ilustrasi Jenis Aliran ^[4]	9
Gambar 2.4	Daerah Aliran Sedang Berkembang dan Aliran Berkembang Penuh ^[4]	10
Gambar 2.5	Tekanan pengukuran dan tekanan mutlak ^[4]	13
Gambar 2.6	Barometer air raksa ^[4]	14
Gambar 3.1	Diagram skematik peralatan uji <i>Micro bubble generator</i>	15
Gambar 3.2	<i>Test Section</i>	18
Gambar 3.3	<i>Body 1</i>	20
Gambar 3.4	<i>Body 2</i>	20
Gambar 3.5	<i>Body 3</i>	21
Gambar 3.6	Bola karet	21
Gambar 3.7	Poros	21
Gambar 3.8	<i>Holder Nozzle</i>	22
Gambar 3.9	Aplikasi Area Pengkondisian Aliran ($\pm 1,5$ m)	23
Gambar 3.10	Skema Pengukuran Tekanan	24
Gambar 3.11	Skema Pengambilan Gambar <i>Micro-bubbles</i>	25
Gambar 4.1	Tahap <i>Open file</i>	27
Gambar 4.2	ImageJ : Pengaturan Skala Ukuran	28
Gambar 4.3	ImageJ : <i>Find Edges</i>	28
Gambar 4.4	ImageJ : <i>Smooth</i>	29
Gambar 4.5	ImageJ : <i>Changes to 8-bit</i>	29
Gambar 4.6	ImageJ : Proses <i>Binary</i>	30
Gambar 4.7	ImageJ : Proses <i>Rectangle</i>	31
Gambar 4.8	ImageJ : Proses <i>Analyze Particles</i>	31
Gambar 4.9	ImageJ : Hasil Akhir Pengukuran (<i>Average diameter</i>)	32
Gambar 4.10	<i>Microbubble</i> pada bilangan Reynolds $35 \cdot 10^3$	37
Gambar 4.11	<i>Microbubble</i> pada bilangan Reynolds $37,23 \cdot 10^3$	37
Gambar 4.12	<i>Microbubble</i> pada bilangan Reynolds $40,25 \cdot 10^3$	38
Gambar 4.13	<i>Microbubble</i> pada bilangan Reynolds $44,20 \cdot 10^3$	38
Gambar 4.14	<i>Microbubble</i> pada bilangan Reynolds $46,22 \cdot 10^3$	39
Gambar 4.15	<i>Microbubble</i> pada bilangan Reynolds $49,45 \cdot 10^3$	39

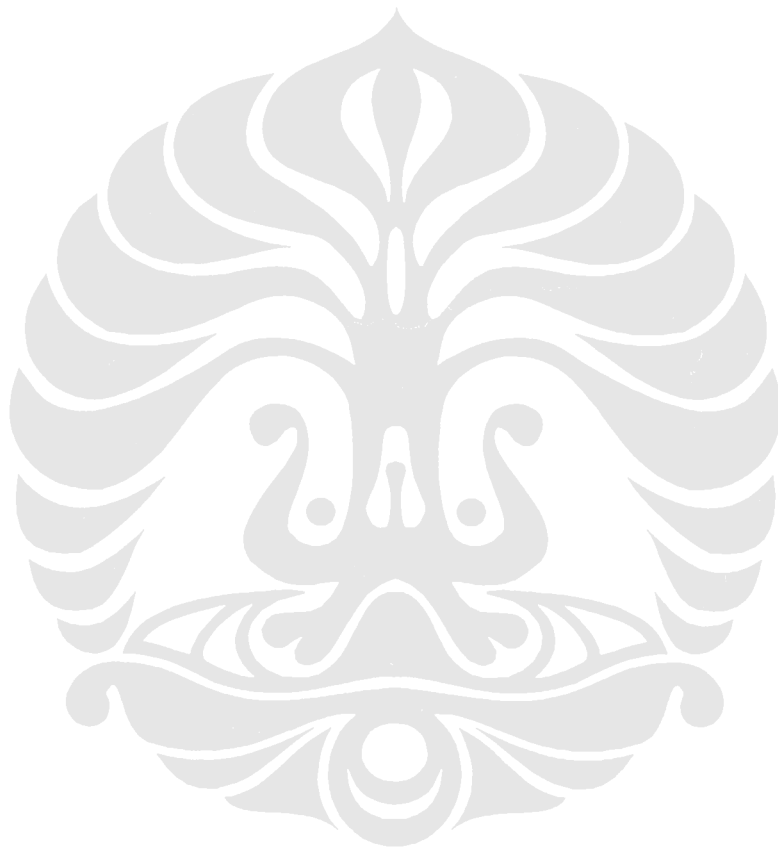
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Frekuensi vs Bilangan Re	33
Tabel 4.2 Bilangan Re vs Tekanan	34
Tabel 4.3 Bilangan Re vs Diameter <i>Bubbles</i>	35



DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Frekuensi (Hz) vs Re (10^3)	33
Grafik 4.2 Bilangan Re vs Pressure Drop	34
Grafik 4.3 Bilangan Re vs Diameter rata-rata <i>bubbles</i>	35
Grafik 4.4 Distribusi Jumlah Diameter <i>Microbubbles</i>	36



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Tabel Percobaan (Pengambilan data) Debit Air	44
Terhadap Frekuensi	
LAMPIRAN 2 Data Kecepatan Konversi Dari Debit	45
LAMPIRAN 3 Tabel Percobaan (Pengambilan Data)	46
Tekanan terhadap Debit	
LAMPIRAN 4 Resume Hasil Seluruh Percobaan	47
LAMPIRAN 5 Ilustrasi Distribusi Tekanan berdasarkan	48
Bilangan Re	
LAMPIRAN 6 Distribusi Diameter <i>Bubbles</i> Pada Re 35.10^3	49
LAMPIRAN 7 Distribusi Diameter <i>Bubbles</i> Pada Re $37,23.10^3$	50
LAMPIRAN 8 Distribusi Diameter <i>Bubbles</i> Pada Re $40,25.10^3$	51
LAMPIRAN 9 Distribusi Diameter <i>Bubbles</i> Pada Re $44,2.10^3$	52
LAMPIRAN 10 Distribusi Diameter <i>Bubbles</i> Pada Re $46,22.10^3$	53
LAMPIRAN 11 Distribusi Diameter <i>Bubbles</i> Pada Re $49,45.10^3$	54
LAMPIRAN 12 Gabungan Distribusi Diameter <i>Bubbles</i>	55
LAMPIRAN 13 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> $P_3 - P_1$ <i>Test Section</i>	56
(Berdasarkan Kemampuan Pompa)	
LAMPIRAN 14 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> $P_3 - P_1$ <i>Test Section</i>	57
Frekuensi Inverter 30 Hz	
LAMPIRAN 15 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> $P_3 - P_1$ <i>Test Section</i>	58
Frekuensi Inverter 32 Hz	
LAMPIRAN 16 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> $P_3 - P_1$ <i>Test Section</i>	59
Frekuensi Inverter 34 Hz	
LAMPIRAN 17 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> $P_3 - P_1$ <i>Test Section</i>	60
Frekuensi Inverter 36 Hz	
LAMPIRAN 18 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> $P_3 - P_1$ <i>Test Section</i>	61
Frekuensi Inverter 38 Hz	
LAMPIRAN 19 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> $P_3 - P_1$ <i>Test Section</i>	62
Frekuensi Inverter 32 Hz	
LAMPIRAN 20 Gambar Teknik <i>Test Section</i>	63

DAFTAR ISTILAH/SIMBOL

<i>Simbol</i>	Keterangan	<i>Satuan</i>
A	Luas penampang	m ²
D	diameter	mm
<i>dp/db</i>	Ratio Perbandingan	
<i>d</i>	Diameter bola	mm
<i>g</i>	Percepatan gravitasi	m ² /s
<i>p</i>	Tekanan	pa
Re	Bilangan Reynolds	
U	Kecepatan aliran	m/s
<i>v</i>	Viskositas kinematis	m ² /s
<i>μ</i>	Viskositas dinamis	N.s/m ²
Z	Ketinggian	m
<i>ρ</i>	Massa jenis	kg/m ³
<i>ℓ_e</i>	Panjang pipa	m
<i>γ</i>	Berat jenis	N/m ³
f	Frekuensi	Hz
V	Voltase (tegangan)	volt
MBG	<i>Micro Bubbles Generator</i>	
DSC	<i>Digital Sony Camera</i>	
HC	<i>Handy Cam</i>	
PP	Porous Plate	
SLR	Single Lens Reflect	