

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN TUGAS	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Metode Reduksi Friksi pada Badan Kapal	4
II.2 Tipe Pembangkit Gelembung Mikro	4
II.3 Pembangkit Gelembung Mikro Tipe Cairan Berpusar	10
DASAR TEORI	13
III.1 Gelembung Mikro	13
III.1.1 Komponen Gelembung Mikro	13
III.1.2 Sifat Gelembung Mikro	14
III.1.3 Pembentukan Gelembung Mikro	15
III.1.4 Diameter Gelembung Mikro	17
III.2 Pembangkit Gelembung Mikro Tipe Cairan Berpusar	18
III.3 Deteksi Lingkaran Menggunakan Transformasi Hough	19
III.3.1 <i>Hough Transform</i>	20
III.3.2 <i>Circular Hough Transform</i>	22
PELAKSANAAN PENELITIAN	24
IV.1 Alat dan Bahan Penelitian	24
IV.2 Tata Laksana Penelitian	25
IV.2.1 Studi Literatur	26
IV.2.2 Desain Modifikasi <i>Setup</i> Eksperimen	26
IV.2.3 Realisasi Desain	29
IV.2.4 Eksperimen Pendahuluan	30
IV.2.5 Pengambilan Data Visual Gelembung Mikro	32

IV.2.6	Pengolahan Data Visual Gelembung Mikro	32
IV.3	Hasil Modifikasi <i>Setup</i> Eksperimen	34
IV.3.1	Sistem <i>Setup</i> Eksperimen	35
IV.3.2	Sistem Pembangkit Gelembung	35
IV.3.3	Tata Pencahayaan	36
IV.4	Penulisan Laporan	37
HASIL DAN PEMBAHASAN		38
V.1	Hasil Pengamatan Gelembung Mikro Berdasarkan Variasi Ukuran Geometri dan Kedalaman Pembangkit	38
V.2	Hasil Perhitungan Radius Gelembung Mikro	42
V.3	Pembahasan	44
V.3.1	Kalibrasi Pengukuran	44
V.3.2	Pembahasan	45
V.4	Validasi Pengukuran	58
KESIMPULAN DAN SARAN		62
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN		66
LAMPPIRAN A Alat dan Bahan <i>Setup</i> Eksperimen		67
LAMPPIRAN B Kode Program Deteksi Lingkaran Menggunakan Transformasi Hough Berbasis Matlab		70
LAMPPIRAN C Grafik Perbandingan Frekuensi Gelembung Mikro pada Masing-masing Kedalaman Pembangkit		79
LAMPPIRAN D Grafik Perbedaan Karakter Kerja Pembangkit Menurut Diameter Tabungnya		81
LAMPPIRAN E Perbandingan Diameter Gelembung pada Masing-masing Pembangkit Menurut Kedalamn		84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Injeksi busa pada plat.....	5
Gambar 2.2	Dimensi Kavitator.....	5
Gambar 2.3	Desain pembangkit tipe venturi.....	6
Gambar 2.4	Desain pembangkit tipe bola dalam silinder.....	6
Gambar 2.5	Desain sistem pembangkit dengan <i>water-jet</i>	7
Gambar 2.6	Desain tipe aliran geser dalam pipa dengan bilah.....	8
Gambar 2.7	Desain pembangkit tipe cairan berpusar.....	8
Gambar 2.8	Desain pembangkit tipe ejektor.....	9
Gambar 2.9	Desain pembangkit ujung terbuka.....	10
Gambar 2.10	Desain pembangkit ujung tertutup dengan celah.....	11
Gambar 2.11	Desain pembangkit ujung terbuka sebagian.....	11
Gambar 2.12	Desain pembangkit dengan bentuk <i>megaphone</i>	11
Gambar 2.13	Distribusi (%) diameter gelembung udara (μm) pada beragam debit air masukan.....	12
Gambar 3.1	Komponen penyusun gelembung [17].....	14
Gambar 3.2	Tahap pembentukan gelembung melalui suatu orifice [20].....	17
Gambar 3.3	Ilustrasi pembentukan gelembung menurut hukum Young-Laplace [21].....	17
Gambar 3.4	Pembangkit tipe cairan berpusar (a) tampak samping (b) irisan depan [3].....	18
Gambar 3.5	Hubungan θ dan r dalam bentuk garis [24].....	20
Gambar 3.6	Ilustrasi hubungan jarak r dan sudut θ (atas) dan tabel numerik (bawah) [24].....	21
Gambar 3.7	Hubungan jarak r dan sudut θ dalam grafik [24].....	21
Gambar 3.8	Contoh gambar input setelah deteksi tepi (kiri) dan setelah pemilihan garis sebagai garis keliling (kanan) [23].....	23
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 4.2	Desain geometri pembangkit.....	27
Gambar 4.3	Rancangan <i>setup</i> penelitian.....	29
Gambar 4.4	Grafik kalibrasi debit pompa manual dan sensor.....	31
Gambar 4.5	Hasil realisasi <i>setup</i> eksperimen.....	34
Gambar 4.6	Pembangkit hasil realisasi penulis.....	35
Gambar 4.7	Peletakan tata cahaya di sisi kanan dan kiri akuarium tampak depan (kiri) dan tampak kanan (kanan).....	36
Gambar 5.1	Skema pengambilan data foto tampak depan (kiri) dan tampak samping (kanan).....	41
Gambar 5.2	Alat ukur panjang pada daerah pengambilan data.....	45
Gambar 5.3	Hasil olah data setelah Transformasi Hough.....	46

Gambar 5.4	Kotak-kotak piksel putih berbentuk menyerupai lingkaran.....	47
Gambar 5.5	Gambar setelah dilakukan transformasi dan deteksi lingkaran	48
Gambar 5.6	Histogram distribusi jari-jari lingkaran.....	49
Gambar 5.7	Grafik perbandingan persentase jumlah gelembung dihasilkan oleh pembangkit pada kedalaman 15 cm.....	51
Gambar 5.8	Grafik perbandingan persentase jumlah gelembung dihasilkan oleh pembangkit pada kedalaman 25 cm.....	52
Gambar 5.9	Grafik perbandingan persentase jumlah gelembung dihasilkan oleh pembangkit pada kedalaman 35.....	53
Gambar 5.10	Gambar <i>glitter</i> hasil pengamatan oleh mikroskop.....	58
Gambar 5.11	Gambar <i>glitter</i> setelah ditandai dengan lingkaran kuning.....	59
Gambar 5.12	Gambar <i>glitter</i> hasil pengolahan dengan Matlab.....	59
Gambar 5.13	Grafik perbandingan hasil pengukuran diameter <i>glitter</i> dengan Matlab2010 dan ImageJ.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perkembangan metode untuk mengurangi gaya hambat.....	5
Tabel 2.2	Metode pembentukan gelembung mikro.....	6
Tabel 2.3	Desain geometri pembangkit oleh Ohnari (2009) [3]	10
Tabel 4.1	Modifikasi alat dan bahan oleh penulis.....	24
Tabel 4.2	Spesifikasi pompa air yang digunakan pada eksperimen.....	27
Tabel 4.3	Ketetapan ukuran geometri pembangkit skala sedang	28
Tabel 5.1	Kombinasi ukuran variabel geometri sebagai input minitab	38
Tabel 5.2	Data visual pengaruh ukuran geometri dan kedalaman posisi pembangkit terhadap diameter gelembung	39
Tabel 5.3	Pengaruh ukuran geometri terhadap radius gelembung mikro (dalam piksel) pada posisi kedalaman 15 cm.....	42
Tabel 5.4	Pengaruh ukuran geometri terhadap radius gelembung mikro (dalam piksel) pada posisi kedalaman 25 cm.....	43
Tabel 5.5	Pengaruh ukuran geometri cm terhadap radius gelembung mikro (dalam piksel) pada posisi kedalaman 35 cm.....	43
Tabel 5.6	Pengaruh variasi ukuran geometri terhadap nilai modus diameter gelembung mikro terbangkitkan.....	55
Tabel 5.7	Pengaruh variasi ukuran geometri terhadap nilai rentang diameter gelembung mikro terbangkitkan.....	56
Tabel 5.8	Hasil olah statistik diameter <i>glitter</i> dengan Matlab dan Image J	60

DAFTAR SINGKATAN

Lambang Romawi

Lambang	Deskripsi	Satuan
Q_w	Debit masukan air	L/menit
U	Kecepatan naik gelembung	mm/s
D_b	Diameter gelembung	μm
f	Faktor friksi	-
P_2	Tekanan udara pada gelembung	Pa
P_1	Tekanan air di luar gelembung	Pa
A	Luas permukaan gelembung	mm^2
r	Jari-jari gelembung mikro	μm
ΔP	Selisih tekanan gas dalam gelembung dan tekanan cairan di luar	Pa
f_c	Faktor koreksi	-
b	<i>intercept</i>	-
m	slope	-

Lambang Yunani

Lambang	Deskripsi	Satuan
ρ_l	Massa jenis air	g/cm^3
ρ_a	Massa jenis udara	g/cm^3
μ_l	Viskositas cairan	Pa.s
σ	Tegangan permukaan	Kg/s^2
θ	Sudut antara sumbu x dan garis r	$^\circ$