

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xv</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Peta Pola Aliran pada Pipa Horizontal	4
2.2 Penelitian Aliran <i>Slug</i>	5
2.3 Penelitian <i>Liquid Hold-Up</i>	6
<b>BAB III DASAR TEORI</b>	<b>7</b>
3.1 Aliran Dua Fase	7
3.2 Jenis Pola Aliran Pipa Horizontal	7
3.3 Peta Pola Aliran Horizontal	9

3.4 Parameter Umum pada Aliran Dua Fase	13
3.4.1 Kecepatan Superfisial dan Aktual	13
3.4.2 Fraksi Hampa dan <i>Liquid Hold-Up</i>	13
3.5 Aliran <i>Slug</i>	14
3.6 Pengamatan Visual	15
3.7 Pengukuran <i>Liquid Hold-Up</i> dengan <i>Constant Electric Current Method</i> (CECM)	16
<b>BAB IV PERANCANGAN INSTALASI EKSPERIMEN</b>	<b>19</b>
4.1 Skema Alat Uji	19
4.2 Pemilihan dan Penentuan Alat	20
4.2.1 Pemilihan Pipa	20
4.2.1.1 Diameter Pipa	20
4.2.1.2 Lokasi Visualisasi	20
4.2.1.3 Bahan Pipa	20
4.2.2 Pemilihan Pompa <i>Supply</i>	21
4.2.2.1 Menentukan debit pompa	21
4.2.2.2 Menentukan <i>head</i> pompa	22
4.2.2.3 Menentukan daya pompa	26
4.2.2.4 Spesifikasi pompa	27
4.2.3 Pemilihan Kompresor	27
4.2.4 Pemilihan Pompa Sirkulasi	28
4.2.5 Pemilihan Tangki	29
<b>BAB V METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>30</b>
5.1 Lokasi Penelitian	30
5.2 Bahan Penelitian	30
5.3 Peralatan Penelitian	30
5.3.1 Skema Alat Uji	30
5.3.2 Aliran Air	30

5.3.3 Aliran udara	32
5.3.4 Seksi Uji dan Pengambilan Data	33
5.4 Prosedur Pengambilan Data	36
5.5 Variabel Penelitian	36
5.6 Analisa Hasil	38
5.7 Diagram Alir Penelitian	39
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>40</b>
6.1 Pola <i>Sub-Regime</i> Aliran <i>Slug</i> Air-Udara	40
6.1.1 Pola Aliran <i>Less Aerated Slug</i>	40
6.1.1.1 Analisis Visualisasi Aliran <i>Less Aerated Slug</i>	40
6.1.1.2 Analisis <i>Liquid Hold-Up</i> Aliran <i>Less Aerated Slug</i>	43
6.1.1.3. Analisis Frekuensi <i>Slug</i>	46
6.1.2 Pola Aliran <i>Slug and Plug</i>	48
6.1.2.1 Analisis Visualisasi Aliran <i>Slug and Plug</i>	48
6.1.2.2 Analisis <i>Liquid Hold-Up</i> Aliran <i>Slug and Plug</i>	50
6.1.2.3 Analisis Frekuensi <i>Slug</i>	52
6.1.3 Pola Aliran <i>Highly Aerated Slug</i>	53
6.1.3.1 Analisis Visualisasi Aliran <i>Highly Aerated Slug</i>	53
6.1.3.2 Analisis <i>Liquid Hold-Up</i> Aliran <i>Highly Aerated Slug</i>	56
6.1.3.3 Analisis Frekuensi <i>Slug</i>	60
6.1.4 Pola Aliran <i>Slug and Wavy</i>	62
6.1.4.1 Analisis Visualisasi Aliran <i>Slug and Wavy</i>	62
6.1.4.2 Analisis <i>Liquid Hold-Up</i> Aliran <i>Slug and Wavy</i>	64
6.1.4.3 Analisis Frekuensi <i>Slug</i>	65
6.2 Peta pola Aliran	66
6.3 Perbandingan Garis Transisi Pola Aliran	70
<b>BAB VII PENUTUP</b>	<b>73</b>
7.1 Kesimpulan	73



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**Studi Eksperimental Mengenai Sub-regime Aliran Slug Air-Udara pada Pipa Horizontal**  
ROCHIMAH S S, Prof. Dr. Indarto, DEA.

Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

xi

7.2 Saran	75
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>76</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Pola aliran pada pipa horizontal Taitel dkk (1978) .....	8
Gambar 3. 2 Peta Pola Aliran Baker (1954) .....	10
Gambar 3. 3 Peta Pola aliran yang diusulkan Mandhane (1974) .....	11
Gambar 3. 4 Peta Pola aliran Taitel dan Dukler (1974) .....	12
Gambar 3. 5 Peta Pola aliran Lin dan Hanratty (1987) .....	12
Gambar 3. 6 Skema sebuah unit <i>slug</i> dari Dukler dan Hubbard (1975) .....	14
Gambar 4. 1 Rancangan instalasi eksperimen .....	19
Gambar 4. 2 Dimensi tangki .....	29
Gambar 5. 1 <i>Flowmeter</i> air .....	32
Gambar 5. 2 <i>Flowmeter</i> udara .....	33
Gambar 5. 3 <i>Mixer</i> air-gas .....	33
Gambar 5. 4 <i>Correction Box</i> .....	34
Gambar 5. 5 Kamera Phantom Miro M310 .....	35
Gambar 5. 6 Sensor CECM .....	35
Gambar 5. 7 Letak matriks data penelitian pada peta Mandhane (1974) .....	38
Gambar 5. 8 Diagram alir penelitian .....	39
Gambar 6. 1 Visualisasi aliran <i>less aerated slug</i> pada pipa 50 mm .....	41
Gambar 6. 2 Visualisasi aliran <i>less aerated slug</i> pada pipa 26 mm .....	42
Gambar 6. 3 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>less aerated slug</i> pada pipa 50 mm .....	44
Gambar 6. 4 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>less aerated slug</i> pada pipa 26 mm .....	45
Gambar 6. 5 Pengaruh $J_G$ dan $J_L$ terhadap frekuensi <i>slug</i> pada aliran <i>less aerated</i> <i>slug</i> pipa 50 mm .....	47
Gambar 6. 6 Pengaruh $J_G$ dan $J_L$ terhadap frekuensi <i>slug</i> pada aliran <i>less aerated</i> <i>slug</i> pipa 26 mm .....	48

Gambar 6. 7 Visualisasi aliran <i>slug and plug</i> pada pipa 50 mm.....	49
Gambar 6. 8 Visualisasi aliran <i>slug and plug</i> pada pipa 26 mm.....	50
Gambar 6. 9 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>slug and plug</i> pada pipa 50 mm .....	51
Gambar 6. 10 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>slug and plug</i> pada pipa 26 mm .....	52
Gambar 6. 11 Visualisasi aliran <i>highly aerated slug</i> pada pipa 50 mm.....	53
Gambar 6. 12 Visualisasi aliran <i>highly aerated slug</i> pada pipa 26 mm.....	55
Gambar 6. 13 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>highly aerated slug</i> pada pipa 50 mm .....	57
Gambar 6. 14 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>highly aerated slug</i> pada pipa 26 mm .....	59
Gambar 6. 15 Pengaruh $J_G$ dan $J_L$ terhadap frekuensi <i>slug</i> pada aliran <i>highly aerated</i> <i>slug</i> pipa 50 mm .....	60
Gambar 6. 16 Pengaruh $J_G$ dan $J_L$ terhadap frekuensi <i>slug</i> pada aliran <i>highly aerated</i> <i>slug</i> pipa 26 mm .....	61
Gambar 6. 17 Visualisasi aliran <i>slug and wavy</i> pada pipa 50 mm.....	62
Gambar 6. 18 Visualisasi aliran <i>slug and wavy</i> pada pipa 26 mm.....	63
Gambar 6. 19 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>slug and wavy</i> pada pipa 50 mm.....	64
Gambar 6. 20 Karakteristik <i>liquid hold-up</i> $\eta[-]$ pada aliran <i>slug and wavy</i> pada pipa 26 mm.....	65
Gambar 6. 21 Peta pola <i>sub-regime</i> aliran <i>slug</i> pada pipa 50 mm.....	67
Gambar 6. 22 Peta pola <i>sub-regime</i> aliran <i>slug</i> pada pipa 26 mm.....	67
Gambar 6. 23 Perbandingan hasil penelitian pipa 50 mm dengan peta pola <i>sub-</i> <i>regime</i> aliran <i>slug</i> Banerjee (2015) .....	71
Gambar 6. 24 Perbandingan hasil penelitian pipa 26 mm dengan peta pola <i>sub-</i> <i>regime</i> aliran <i>slug</i> Banerjee (2015) .....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nilai kekasaran pipa komersial baru .....	21
Tabel 4. 2 Nilai faktor gesekan berdasarkan nilai kekasaran relatif .....	21
Tabel 4. 3 Koefisien kerugian untuk komponen pipa .....	25
Tabel 5. 1 Matriks data penelitian pipa 50 mm.....	37
Tabel 5. 2 Matriks data penelitian pipa 26 mm.....	37
Tabel 6. 1 Nilai <i>slug liquid hold-up</i> pipa 50 mm.....	68
Tabel 6. 2 Nilai <i>slug liquid hold-up</i> pipa 26 mm .....	68
Tabel 6. 3 Frekuensi <i>slug</i> pipa berdiameter 50 mm pada titik 200D .....	69
Tabel 6. 4 Frekuensi <i>slug</i> pipa berdiameter 26 mm pada titik 200D .....	69

## DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas penampang pipa dalam ( $m^2$ )
$D$	= Diameter (m)
$g$	= Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
$J_G$	= Kecepatan superfisial gas (m/s)
$J_L$	= Kecepatan superfisial cairan (m/s)
$J_M$	= Kecepatan superfisial campuran (m/s)
$u_G$	= Kecepatan gas (m/s)
$u_L$	= Kecepatan air (m/s)
$Q_G$	= Debit udara ( $m^3/s$ )
$Q_L$	= Debit air ( $m^3/s$ )
$\dot{m}$	= laju aliran massa (kg/s)
$S$	= rasio kecepatan
$x$	= kualitas uap
$\rho_L$	= Massa jenis air ( $kg/m^3$ )
$\rho_G$	= Massa jenis udara ( $kg/m^3$ )
$\mu$	= Viskositas dinamik ( $Ns/m^2$ )
$\nu$	= Viskositas kinematik ( $m^2/s$ )
$t$	= Waktu (s)
$\dot{W}$	= Daya atau <i>power</i> (Watt)
$f$	= <i>Friction factor</i>
$L$	= Panjang pipa (m)
$\eta$	= <i>Liquid Hold-Up</i>
$R_L$	= Hambatan saat air penuh
$R_{TP}$	= Hambatan saat aliran dua fase
$I_0$	= Arus listrik konstan
$V_L$	= Tegangan saat air penuh
$V_{TP}$	= Tegangan saat aliran dua fase