

DAFTAR ISI

<u>LEMBAR PENGESAHAN</u>	ii
<u>PERNYATAAN</u>	iii
<u>NASKAH SOAL</u>	iv
<u>KATA PENGANTAR</u>	v
<u>DAFTAR ISI</u>	vii
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	ix
<u>DAFTAR TABEL</u>	xiv
<u>DATA LAMPIRAN</u>	xv
<u>DAFTAR NOTASI</u>	xvi
<u>INTISARI</u>	xviii

BAB I

PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	6

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian LLCC oleh Oropeza-Vazquez dkk. (2004)	8
2.2. Penelitian LLCC Oleh Shi-Ying Shi dkk. (2010)	10
2.3. Penelitian LLCC Oleh Mathiravedu dkk. (2010)	15
2.4. Penelitian LLCC Oleh Liu dkk. (2010)	18
2.5. Penelitian LLCC Oleh Liu dkk. (2012)	19
2.6. Penelitian LLCC Oleh Irfan Aditya Dharma dkk.(2014)	22

BAB III

LANDASAN TEORI	25
3.1. Landasan Teori	25
3.1.1 Definisi <i>Hydrocyclones</i>	25
3.1.2 Prinsip Kerja <i>Hydrocyclones</i>	25
3.1.3 Klasifikasi <i>Hydrocyclones</i>	26
3.1.4 <i>Split Ratio</i>	31
3.1.5 Persamaan Kontinuitas	32
3.1.6 Kecepatan Superfisial	32
3.1.7 Laju Aliran Fluida Campuran atau Dua Fasa	33
3.1.8 Fraksi Volume	34

BAB IV

METODE PENELITIAN	35
4.1 Fasilitas Eksperimen	35
4.1.1 Sistem Aliran	35
4.1.2 Fluida Kerja yang Digunakan	43
4.1.3 Desain <i>Liquid-Liquid Cylindrical Cyclone</i> (LLCC)	43
4.1.4 <i>Sampling</i>	46
4.1.5 Sistem Instrumentasi Penelitian LLCC	48
4.2 Diagram Alir Penelitian LLCC (<i>Flow Chart</i>)	57
4.3 Proses Pengambilan Data	58

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN	61
5.1 Pengaruh <i>Split-Ratio</i> Terhadap pemisahan air dan minyak tanah (<i>kerosene</i>)	61
5.1.1 <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i>	61
5.1.2 Fraksi Minyak Pada <i>Overflow</i>	74
5.2 Pengaruh Kedalaman <i>Vortex Finder</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Pada Bagian <i>Overflow</i> LLCC	84

5.2.1 <i>Watercut</i> Pada <i>Underflow</i>	84
5.2.2 Fraksi Minyak Pada <i>Overflow</i>	86
BAB VI	
PENUTUP	91
6.1 Kesimpulan	91
6.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Desain dan Dimensi LLCC yang Digunakan oleh Oropeza-Vazquez dkk. (2004)	8
Gambar 2.2	Foto dari Uji Coba LLCC (Oropeza-Vazquez dkk., 2004)	10
Gambar 2.3	Desain <i>Prototype</i> LLCC yang digunakan oleh Shi dkk. (2010)	11
Gambar 2.4	Variasi Desain <i>Vortex Finder</i> . (Shi dkk., 2010)	12
Gambar 2.5	Pengaruh Kedalaman <i>Vortex Finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak. (Shi dkk., 2010)	13
Gambar 2.6	Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> terhadap Pemisahan minyak dan air (Shi dkk., 2010)	14
Gambar 2.7	Distribusi Fraksi Volume Minyak. (Shi dkk., 2010)	14
Gambar 2.8	Pengaruh Desain <i>Vortex Finder</i> terhadap Penurunan Tekanan. (Shi dkk., 2010)	15
Gambar 2.9	Distribusi Fraksi Volume Minyak untuk Berbagai Desain <i>Vortex Finder</i> . (Shi dkk., 2010)	15
Gambar 2.10	Desain, Dimensi, dan Skematik Sistem Kontrol LLCC yang Digunakan oleh Mathiravedu dkk. (2010)	16
Gambar 2.11	Blok Diagram Sistem Kontrol dari LLCC (Mathiravedu dkk., 2010)	17
Gambar 2.12	Skematik LLCC yang digunakan oleh Liu dkk. (2010)	18

Gambar 2.13 Desain dan Dimensi LLCC yang Digunakan oleh Liu dkk. (2012)	20
Gambar 2.14 <i>Oil Core</i> yang terbentuk pada LLCC terhadap Perubahan <i>Split-Ratio</i> (Liu dkk., 2012)	21
Gambar 2.15 Skema pada penelitian yang dilakukan Irfan dkk (2014)	23
Gambar 2.16 Desain dan Jenis <i>vortex finder</i> yang digunakan oleh Irfan dkk (2014)	23
Gambar 3.1 Skematik <i>Conical Hydrocyclones/Reverse-Flow Cyclones (RFCs)</i> . (Mousavian dan Najafi, 2009)	27
Gambar 3.2 Konfigurasi <i>Axial-Flow Cyclones (AFCs)</i> . (Jackson, 1963)	28
Gambar 3.3 Skematik <i>Cylindrical Hydrocyclones</i>	28
Gambar 3.4 Konfigurasi <i>Hydrocyclones</i> baik <i>conical</i> maupun silinder dengan <i>inner core</i> .(Zhao dkk., 2012)	29
Gambar 3.5 Skematik conical top plate pada <i>Hydrocyclones</i> . (Hwang dkk., 2012)	29
Gambar 3.6 Konfigurasi <i>Cylindrical Cyclones</i> dengan jumlah inlet lebih dari satu. (Listewnik, 1984)	30
Gambar 3.7 Konfigurasi <i>Hybrid RFCs + AFCs three-phase separator</i> . (Changirwa dkk., 1999)	31
Gambar 4.1 Tangki Minyak Tanah dan Air	36
Gambar 4.2 Skematik Sistem Aliran (A) sebelumnya	36
Gambar 4.2 Skematik Sistem Aliran (B) terkini	37
Gambar 4.3 Foto Sistem Aliran	38
Gambar 4.4 Foto Pompa	39

Gambar 4.5	<i>Mixture Tube</i>	40
Gambar 4.6	<i>Gate Valve</i>	41
Gambar 4.7	Tangki <i>Separator</i> yang Digunakan untuk Memisahkan Air dan Minyak Tanah Lebih Lanjut dengan Metode <i>Gravitational-Based</i> .	41
Gambar 4.8	Pompa untuk memompa balik minyak dan air ke dalam tangki masing-masing	42
Gambar 4.9	(A) Skematik dan Dimensi LLCC; (B) Foto LLCC	44
Gambar 4.10	Desain dan Diameter <i>Vortex Finder</i> yang dipakai. (A) $Di = 18 \text{ mm}$; (B) $Di = 22 \text{ mm}$; (C) $Di = 27 \text{ mm}$	45
Gambar 4.11	<i>Valve</i> dan Saluran <i>Sampling</i> pada <i>Overflow</i>	47
Gambar 4.12	<i>Valve</i> dan Saluran <i>Sampling</i> pada <i>Underflow</i>	47
Gambar 4.13	Pipa keluaran sampel	48
Gambar 4.14	<i>Control Panel</i>	49
Gambar 4.15	<i>Analog to Digital Converter</i>	50
Gambar 4.16	Saklar untuk menyalakan lampu <i>LED</i> (A)Inlet, (B) <i>Correction Box</i> , (C) LLCC	52
Gambar 4.17	<i>Rotameter Air</i>	53
Gambar 4.18	Foto dan Spesifikasi <i>Turbine Digital Flowmeter</i>	54
Gambar 4.19	Foto <i>Thermocouple</i>	55
Gambar 4.20	Foto Gelas Ukur	56
Gambar 4.21	Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>)	57
Gambar 5.1	Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($Di = 18 \text{ mm}$)	63

Gambar 5.1.1	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 18 \text{ mm}$)($V_m = 1.0 \text{ m/s}$)	64
Gambar 5.1.2	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 18 \text{ mm}$)($V_m = 1.2 \text{ m/s}$)	65
Gambar 5.2	Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22 \text{ mm}$)	66
Gambar 5.2.1	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22 \text{ mm}$)($V_m = 1.0 \text{ m/s}$)	67
Gambar 5.2.2	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22 \text{ mm}$)($V_m = 1.2 \text{ m/s}$)	68
Gambar 5.3	Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 27 \text{ mm}$)	69
Gambar 5.3.1	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 27 \text{ mm}$)($V_m = 1.0 \text{ m/s}$)	70

Gambar 5.3.2	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 27 \text{ mm}$)($V_m = 1.2 \text{ m/s}$)	.71
Gambar 5.4	Perbandingan dengan Eksperimen yang Dilakukan oleh Liu dkk. (2012) untuk <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i>	73
Gambar 5.5	Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 18 \text{ mm}$)	77
Gambar 5.5.1	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 18 \text{ mm}$)($V_m = 1.0 \text{ m/s}$)	.78
Gambar 5.5.2	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 18 \text{ mm}$)($V_m = 1.2 \text{ m/s}$)	78
Gambar 5.6	Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 22 \text{ mm}$)	79
Gambar 5.6.1	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 22 \text{ mm}$)($V_m = 1.0 \text{ m/s}$)	79
Gambar 5.6.2	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap	

	Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 22$ mm)($V_m = 1.2$ m/s)	80
Gambar 5.7	Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm)	80
Gambar 5.7.1	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm)($V_m = 1.0$ m/s)	81
Gambar 5.7.2	Data Visualisasi terhadap Pengaruh <i>Split-Ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm)($V_m = 1.2$ m/s)	81
Gambar 5.8	Perbandingan dengan Eksperimen yang Dilakukan oleh Liu dkk. (2012) untuk Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i>	83
Gambar 5.9	Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($V_m = 1.0$ m/s)	85
Gambar 5.10	Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> . ($V_m = 1.2$ m/s)	86
Gambar 5.11	Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> . ($V_m = 1.0$ m/s)	88
Gambar 5.12	Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> . ($V_m = 1.2$ m/s)	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Diameter <i>Vortex Finder</i> untuk Desain A. (Shi dkk., 2010)	12
Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa	39
Tabel 4.2 Sifat-Sifat Air pada $T = 27^{\circ}\text{C}$ dan $P = 1 \text{ atm}$	43
Tabel 4.3 Sifat-Sifat Minyak Tanah (<i>Kerosene</i>) pada $T = 27^{\circ}\text{C}$ dan $P = 1 \text{ atm}$	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Rata-Rata eksperimen $V_m = 1.0$ m/s

Lampiran 2 Data Hasil Rata-Rata eksperimen $V_m = 1.2$ m/s

Lampiran 3 Data pertama untuk eksperimen $V_m = 1.0$ m/s

Lampiran 4 Data Kedua untuk eksperimen $V_m = 1.0$ m/s

Lampiran 5 Data Ketiga untuk eksperimen $V_m = 1.0$ m/s

Lampiran 6 Data pertama untuk eksperimen $V_m = 1.2$ m/s

Lampiran 7 Data Kedua untuk eksperimen $V_m = 1.2$ m/s

Lampiran 8 Data Ketiga untuk eksperimen $V_m = 1.2$ m/s

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Lambang	Arti	Satuan
A	Luas Penampang	m ²
Di	Diameter dalam <i>vortex finder</i>	mm
F	<i>Split-ratio</i>	
ID	<i>Inner Diameter</i>	mm
L	Kedalaman <i>vortex finder</i>	mm
ND/DN	<i>Nominal Diameter</i>	mm
Q	Laju aliran volume	m ³ /s
Q _{ov}	Laju aliran volume <i>overflow</i>	m ³ /s
Q _u	Laju Aliran volume <i>underflow</i>	m ³ /s
Q _i	Laju aliran volume inlet	m ³ /s
Q _m	Laju aliran volume campuran	m ³ /s
Q _w	Laju aliran volume air	m ³ /s
Q _o	Laju aliran volume minyak	m ³ /s
V	Kecepatan aliran	m/s
V _m	Kecepatan aliran campuran	m/s

V_{sw}	Kecepatan superfisial air	m/s
V_{so}	Kecepatan superfisial minyak	m/s
W	Laju aliran massa	kg/s
W_m	Laju aliran massa campuran	kg/s
W_w	Laju aliran massa air	kg/s
W_o	Laju aliran massa minyak	kg/s
α_o	Fraksi volume minyak	
α_w	Fraksi volume air (<i>Watercut</i>)	
ρ	Massa jenis	kg/m ³
μ	Viskositas dinamik	N.s/m ²

Singkatan

LLCC *Liquid-Liquid Cylindrical Cyclone*

RFCs *Reverse-Flow Cyclones*

AFCs *Axial-Flow Cyclones*

Split-ratio perbandingan antara laju aliran pada $F = Q_o/Q_i$
overflow dengan laju aliran pada inlet

Fraksi Volume konsentrasi dari setiap komponen fluida $\alpha_w = \frac{V_{sw}}{V_{sw} + V_{so}}$
Air/Minyak $\alpha_o = \frac{V_{so}}{V_{sw} + V_{so}}$