

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian oleh Oropeza-Vazquez (2004)	4
2.2 Penelitian oleh Shi (2010)	6
2.3 Penelitian oleh Liu (2012)	11
2.4 Penelitian oleh Martinez (2008)	12
2.5 Penelitian oleh Dharma Aditya Dharma (2014)	14
2.6 Penelitian oleh Affran Arffan (2015)	18

BAB III LANDASAN TEORI.....	22
3.1 Definisi hydrocyclones <i>liquid-liquid cylindrical cyclone</i> (LLCC)	22
3.2 Prinsip kerja <i>hydrocyclone</i>	22
3.3 Klasifikasi <i>hydrocyclone</i>	23
3.4 Performa <i>liquid-liquid cylindrical cyclone</i> (LLCC)	25
3.5 <i>Split ratio</i>	26
3.6 Persamaan kontinuitas.....	26
3.7 Kecepatan superfisial	26
3.8 Laju aliran fluida campuran atau dua fasa	27
3.9 Fraksi volume.....	27
BAB IV METODE PENELITIAN	29
4.1 Fasilitas eksperimental	29
4.1.1 Sistem aliran	29
4.1.2 Fluida kerja yang digunakan.....	34
4.1.3 Desain <i>liquid-liquid cylindrical cyclone</i> (LLCC).....	35
4.1.4 <i>Sampling</i>	36
4.1.5 Sistem instrumentasi penelitian LLCC	38
4.2 Diagram alir (<i>flow chart</i>)	44
4.3 Proses pengambilan data penelitian	45
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	47
5.1 Pengaruh <i>split-ratio</i> dan kecepatan aliran masuk terhadap pemisahan air dan minyak tanah (<i>kerosene</i>).....	47
5.1.1 <i>Watercut</i> pada <i>underflow</i>	47
5.1.2 Fraksi volume minyak pada <i>overflow</i>	56
5.2 Pengaruh diameter <i>vortex finder</i> terhadap pemisahan air dan minyak tanah (<i>kerosene</i>)	67
5.2.1 <i>Watercut</i> pada <i>underflow</i>	67
5.2.2 Fraksi volume minyak di <i>overflow</i>	69

BAB VI PENUTUP	74
6.1 Kesimpulan.....	74
6.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain & Dimensi LLCC yang digunakan Oropeza-Vazquez (Oropeza-Vazquez, 2004)	4
Gambar 2.2 Foto dari Uji Coba LLCC (Oropeza-Vazquez, 2004)	6
Gambar 2.3 Desain <i>Prototype</i> LLCC yang digunakan oleh Shi (Shi, 2010)	7
Gambar 2.4 Variasi Desain <i>Vortex finder</i> (Shi, 2010)	7
Gambar 2.5 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap Pemisahan. (Shi, 2010)...	8
Gambar 2.6 Distribusi Fraksi Volume Minyak. (Shi, 2010)	9
Gambar 2.7 Pengaruh Kedalaman <i>Vortex finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak. (Shi, 2010)	9
Gambar 2.8 Pengaruh Desain <i>Vortex finder</i> terhadap Penurunan Tekanan. (Shi, 2010)	10
Gambar 2.9 Distribusi Fraksi Volume Minyak untuk Berbagai Desain <i>Vortex finder</i> (Shi, 2010)	10
Gambar 2.10 Desain dan Dimensi LLCC yang digunakan oleh Liu dkk (2012)..	11
Gambar 2.11 <i>Oil core</i> yang terbentuk pada LLCC terhadap Perubahan <i>Split ratio</i> (Liu dkk, 2012)	12
Gambar 2.12 Skema <i>conventional hydrocyclone</i>	13
Gambar 2.13 Konsentrasi solid di <i>underflow</i> vs fraksi ketinggian <i>vortex finder</i> dengan diameter dalam 5 cm	14
Gambar 2.14 Skema penelitian yang dilakukan Dharma (Dharma 2014)	15
Gambar 2.15 Foto Desain dan Jenis <i>Vortex finder</i> yang digunakan. (A) Di = 18 mm; (B) Di = 22 mm; (C) Di = 27 mm (Dharma dkk, 2014)	15
Gambar 2.16 Pengaruh <i>Split ratio</i> terhadap <i>Watercut</i> pada <i>underflow</i> (Dharma, 2014)	16
Gambar 2.17 Pengaruh <i>Split ratio</i> terhadap Fraksi Volume Minyak pada <i>Underflow</i> (Dharma, 2014)	16
Gambar 2.18 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> (Dharma, 2014)	17
Gambar 2. 19 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> (Dharma, 2014)	17
Gambar 2.20 Skema pada penelitian yang dilakukan Affran dkk (Affran, 2014)	18
Gambar 2.21 Foto Desain dan Jenis <i>Vortex finder</i> yang digunakan. (A) Di = 18 mm; (B) Di = 22 mm; (C) Di = 27 mm (Affran, 2015)	19

Gambar 2.22 Pengaruh <i>Split ratio</i> terhadap <i>Watercut</i> pada <i>underflow</i> (Affran, 2015).....	19
Gambar 2.23 Pengaruh <i>Split ratio</i> terhadap Fraksi Volume Minyak pada <i>Underflow</i> (Affran, 2015)	20
Gambar 2.24 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> , $V_m = 1.0$ m/s (Affran, 2015)	20
Gambar 2.25 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> , $V_m = 1.0$ m/s (Affran, 2015)	21
Gambar 3.1 Konfigurasi <i>Axial-Flow Cyclones (AFCs)</i> (Jackson, 1963).....	23
Gambar 3.2 Skematik <i>Conical Hydrocyclones/Reverse-Flow Cyclones (RFCs)</i> (Mousavian dan Najafi, 2009).....	24
Gambar 3.3 Skematik <i>Cylindrical Hydrocyclones</i> (Liu, 2012)	24
Gambar 3.4 Konfigurasi <i>Hydrocyclones</i> baik <i>conical</i> maupun silinder dengan <i>inner core</i> (Zhao, 2012)	25
Gambar 3.5 Skematik <i>conical top plate</i> pada <i>Hydrocyclones</i> . (Hwang, 2012)	25
Gambar 4.1 Skematik Sistem Aliran Penelitian.....	29
Gambar 4.2 Foto Sistem Aliran LLCC	30
Gambar 4.3 Tangki Penampungan Air dan Minyak (<i>Kerosene</i>).....	31
Gambar 4.4 Pompa Aliran Air dan Minyak	31
Gambar 4.5 <i>Mixture Tube</i>	32
Gambar 4.6 Tangki <i>separator</i> Metode <i>Gravitational-Based</i>	33
Gambar 4.7 Pompa Sirkulasi Minyak dan Air.....	33
Gambar 4.8 Skema dan Foto LLCC.....	35
Gambar 4.9 Foto Desain <i>Vortex finder</i> Berbagai Variasi Diameter	36
Gambar 4.10 Foto <i>Valve Sampling</i> pada <i>Overflow</i>	37
Gambar 4.11 Foto <i>valve sampling</i> pada <i>Underflow</i>	37
Gambar 4.12 Pipa Keluaran Sampel Dari <i>Overflow</i> dan <i>Underflow</i>	38
Gambar 4.13 <i>Control-Panel</i>	39
Gambar 4.14 <i>Analog To Digital Converter</i>	39
Gambar 4.15 <i>Flowmeter</i> Debit <i>Underflow</i> dan Debit Fraksi Minyak <i>Inlet</i>	40
Gambar 4.16 Panel Operasi LED Sistem LLCC.....	40

Gambar 4.17 Rotameter	41
Gambar 4.18 Foto dan Spesifikasi <i>Turbine Digital Flowmeter</i>	42
Gambar 4.19 <i>Thermocouple</i>	42
Gambar 4.20 Gelas Ukur Kimia (kiri), Gelas Plastik (kanan).....	43
Gambar 4.21 Sensor MPX <i>pressure</i>	43
Gambar 4.22 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>).....	44
Gambar 5.1 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 18$ mm).....	48
Gambar 5.2 Data Visual Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 18$ mm, $V_m = 0.7$ m/s).....	48
Gambar 5.3 Data visualisasi terhadap pengaruh <i>Split-ratio</i> terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 18$ mm, $V_m = 0,9$ m/s).....	49
Gambar 5.4 Data visualisasi terhadap pengaruh <i>Split-ratio</i> terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 18$ mm, $V_m = 1,1$ m/s).....	49
Gambar 5.5 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22$ mm).....	50
Gambar 5.6 Data Visual Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22$ mm, $V_m = 0.7$ m/s).....	50
Gambar 5.7 Data Visual Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22$ mm, $V_m = 0.9$ m/s).....	51
Gambar 5.8 Data Visual Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22$ mm, $V_m = 1.1$ m/s).....	51
Gambar 5.9 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 22$ mm).....	52
Gambar 5.10 Data Visual Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 27$ mm, $V_m = 0.7$ m/s).....	52
Gambar 5.11 Data Visual Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 27$ mm, $V_m = 0.9$ m/s).....	53
Gambar 5.12 Data Visual Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($D_i = 27$ mm, $V_m = 1.1$ m/s).....	53
Gambar 5.13 Pengaruh <i>split ratio</i> dan kecepatan aliran masuk terhadap <i>watercut</i> pada <i>underflow</i> ($D_i = 18$ mm, <i>Oil Volume Fraction Inlet</i> = 25%).....	55
Gambar 5.14 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 18$ mm).....	57

Gambar 5.15 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>watercut</i> di <i>Overflow</i> ($D_i = 18$ mm).....	57
Gambar 5.16 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 18$ mm, $V_m = 0.7$ m/s).....	58
Gambar 5.17 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 18$ mm, $V_m = 0.9$ m/s).....	58
Gambar 5.18 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 18$ mm, $V_m = 1.1$ m/s).....	59
Gambar 5.19 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 22$ mm)	59
Gambar 5.20 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>watercut</i> di <i>Overflow</i> ($D_i = 22$ mm).....	60
Gambar 5.21 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 22$ mm, $V_m = 0.7$ m/s).....	60
Gambar 5.22 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 22$ mm, $V_m = 0.9$ m/s).....	61
Gambar 5.23 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 22$ mm, $V_m = 1.1$ m/s).....	61
Gambar 5.24 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm)	62
Gambar 5.25 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap <i>watercut</i> di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm).....	62
Gambar 5.26 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm, $V_m = 0.7$ m/s).....	63
Gambar 5.27 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm, $V_m = 0.9$ m/s).....	63
Gambar 5.28 Data Visualisasi Pengaruh <i>Split-ratio</i> Terhadap Fraksi Volume Minyak Di <i>Overflow</i> ($D_i = 27$ mm, $V_m = 0.9$ m/s).....	64
Gambar 5.29 Pengaruh <i>Split-ratio</i> dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($D_i = 18$ mm, Fraksi volume minyak = 25%)	66
Gambar 5.30 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($V_m = 0.7$ m/s).....	67
Gambar 5.31 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($V_m = 0.9$ m/s).....	68
Gambar 5.32 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> Terhadap <i>Watercut</i> di <i>Underflow</i> ($V_m = 1.1$ m/s).....	68

Gambar 5.33 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> . ($V_m = 0.7$ m/s).....	70
Gambar 5.34 Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> Terhadap Bentuk <i>Oil Core</i> ($V_m = 0.7$ m/s, split ratio 90%).....	70
Gambar 5.35 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> ($V_m = 0.9$ m/s).....	71
Gambar 5.36 Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> Terhadap Bentuk <i>Oil Core</i> ($V_m = 0.9$ m/s, split ratio 90%).....	71
Gambar 5.37 Pengaruh Diameter <i>Vortex finder</i> terhadap Fraksi Volume Minyak di <i>Overflow</i> . ($V_m = 1.1$ m/s).....	72
Gambar 5.38 Pengaruh Diameter <i>Vortex Finder</i> Terhadap Bentuk <i>Oil Core</i> ($V_m = 1,1$ m/s, split ratio 90%).....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Diameter <i>Vortex finder</i> untuk Desain A. (Shi, 2010).....	8
Tabel 2.2 Dimensi <i>hydrocyclone</i> yang digunakan pada eksperimen	13
Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa	32
Tabel 4.2 Sifat-Sifat Air pada $T = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $P = 1\text{ atm}$	34
Tabel 4.3 Sifat-Sifat Minyak Tanah (<i>Kerosene</i>) pada $T = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $P = 1\text{ atm}$	34

DAFTAR LAMPIRAN

L.1 Variable Eksperimen pada Kecepatan Aliran Masuk 0,7 m/s	78
L.2 Variable Eksperimen pada Kecepatan Aliran Masuk 0,9 m/s	78
L.3 Variable Eksperimen pada Kecepatan Aliran Masuk 1,1 m/s	79
L.4 Hasil Eksperimen pada Kecepatan Aliran Masuk 0,7 m/s	79
L.5 Hasil Eksperimen pada Kecepatan Aliran Masuk 0,9 m/s	80
L.6 Hasil Eksperimen pada Kecepatan Aliran Masuk 1,1 m/s	80

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
ND	<i>Nominal Diameter</i>	mm
Q	Laju aliran volume	m ³ /s
Q _{ov}	Laju aliran volume <i>overflow</i>	m ³ /s
Q _i	Laju aliran volume <i>inlet</i>	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	m/s
V _m	Kecepatan aliran campuran	m/s
V _{sw}	Kecepatan superfisial air	m/s
V _{so}	Kecepatan superfisial minyak	m/s
ṁ	Laju aliran massa	kg/s

\dot{m}_m	Laju aliran massa campuran	kg/s
\dot{m}_w	Laju aliran massa air	kg/s
\dot{m}_o	Laju aliran massa minyak	kg/s
α_o	Fraksi volume minyak	
α_w	Fraksi volume air	
ρ	Massa jenis	kg/m ³
μ	Viskositas dinamik	N.s/m ²

Singkatan

ADC	<i>Analog to digital converter</i>
AFCs	<i>Axial-Flow Cyclones</i>
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i>
LLCC	<i>Liquid-liquid Cylindrical cyclone</i>
RFCs	<i>Reverse-Flow Cyclones</i>