UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

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

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID
CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III
LANDASAN TEORI 25
3.1. Landasan Teori 25
3.1.1 Definisi *Hydrocyclones* 25
3.1.2 Prinsip Kerja *Hydrocyclones* 25
3.1.3 Klasifikasi *Hydrocyclones* 26
3.1.4 *Split Ratio* 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 *Liquid-Liquid Cylindrical Cyclone* (LLCC) 43
4.1.4 *Sampling* 46
4.1.5 Sistem Instrumentasi Penelitian LLCC 48
4.2 Diagaram Alir Penelitian LLCC (*Flow Chart*) 57
4.3 Proses Pengambilan Data 58
BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN 61
5.1 Pengaruh *Split-Ratio* Terhadap pemisahan air dan minyak tanah (*kerosene*) 61
5.1.1 *Watercut* di *Underflow* 61
5.1.2 Fraksi Minyak Pada *Overflow* 74
5.2 Pengaruh Kedalaman *Vortex Finder* Terhadap Fraksi Volume Minyak Pada Bagian *Overflow* LLCC 84

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2.1 *Watercut* Pada *Underflow* 84

5.2.2 Fraksi Minyak Pada *Overflow* 86

BAB VI

PENUTUP 91

6.1 Kesimpulan 91

6.2 Saran 92

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID
CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 *Prototype* LLCC yang digunakan oleh Shi dkk. (2010) 11

Gambar 2.4 Variasi Desain *Vortex Finder*. (Shi dkk., 2010) 12

Gambar 2.5 Pengaruh Kedalaman *Vortex Finder* terhadap Fraksi Volume Minyak. (Shi dkk., 2010) 13

Gambar 2.6 Pengaruh Diameter *Vortex Finder* 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 *Vortex Finder* terhadap Penurunan Tekanan. (Shi dkk., 2010) 15

Gambar 2.9 Distribusi Fraksi Volume Minyak untuk Berbagai Desain *Vortex Finder*. (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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2.13 Desain dan Dimensi LLCC yang Digunakan oleh Liu dkk. (2012) 20

Gambar 2.14 *Oil Core* yang terbentuk pada LLCC terhadap Perubahan *Split-Ratio* (Liu dkk., 2012) 21

Gambar 2.15 Skema pada penelitian yang dilakukan Irfan dkk (2014) 23

Gambar 2.16 Desain dan Jenis *vortex finder* yang digunakan oleh Irfan dkk (2014) 23

Gambar 3.1 Skematik *Conical Hydrocyclones/Reverse-Flow Cyclone*s (*RFCs*). (Mousavian dan Najafi, 2009) 27

Gambar 3.2 Konfigurasi *Axial-Flow Cyclones* (*AFCs*). (Jackson, 1963) 28

Gambar 3.3 Skematik *Cylindrical Hyrocyclones* 28

Gambar 3.4 Konfigurasi *Hydrocyclones* baik *conical* maupun silinder dengan *inner core*.(Zhao dkk., 2012) 29

Gambar 3.5 Skematik conical top plate pada *Hydrocyclones.* (Hwang dkk., 2012) 29

Gambar 3.6 Konfigurasi *Cylindrical Cyclones* dengan jumlah inlet lebih dari satu. (Listewnik, 1984) 30

Gambar 3.7 Konfigurasi *Hybrid RFCs + AFCs three-phase separator.* (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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.5 *Mixture Tube* 40

Gambar 4.6 *Gate Valve* 41

Gambar 4.7 Tangki *Separator* yang Digunakan untuk Memisahkan Air dan Minyak Tanah Lebih Lanjut dengan Metode *Gravitational-Based* 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 *Vortex Finder* yang dipakai. (A) *Di* = 18 mm; (B) *Di* = 22 mm; (C) *Di* = 27 mm 45

Gambar 4.11 *Valve* dan Saluran *Sampling* pada *Overflow* 47

Gambar 4.12 *Valve* dan Saluran *Sampling* pada *Underflow* 47

Gambar 4.13 Pipa keluaran sampel 48

Gambar 4.14 *Control Panel* 49

Gambar 4.15 *Anolog to Digital Converter* 50

Gambar 4.16 Saklar untuk menyalakan lampu *LED* (A)Inlet, (B) *Correction Box,* (C) LLCC 52

Gambar 4.17 *Rotameter* Air 53

Gambar 4.18 Foto dan Spesifikasi *Turbine Digital Flowmeter* 54

Gambar 4.19 Foto *Thermocouple* 55

Gambar 4.20 Foto Gelas Ukur 56

Gambar 4.21 Diagram Alir (*Flow Chart*) 57

Gambar 5.1 Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 18 mm) 63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.1.1 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 18 mm)(*Vm* = 1.0 m/s) 64

Gambar 5.1.2 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 18 mm)(*Vm* = 1.2 m/s) 65

Gambar 5.2 Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 22 mm) 66

Gambar 5.2.1 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 22 mm)(*Vm* = 1.0 m/s) 67

Gambar 5.2.2 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 22 mm)(*Vm* = 1.2 m/s) 68

Gambar 5.3 Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 27 mm) 69

Gambar 5.3.1 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 27 mm)(*Vm* = 1.0 m/s) 70

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.3.2 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Di* = 27 mm)(*Vm* = 1.2 m/s) .71

Gambar 5.4 Perbandingan dengan Eksperimen yang Dilakukan oleh Liu dkk. (2012) untuk *Watercut* di *Underflow* 73

Gambar 5.5 Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 18 mm) 77

Gambar 5.5.1 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 18 mm)(*Vm* = 1.0 m/s) .78

Gambar 5.5.2 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 18 mm)(*Vm* = 1.2 m/s) 78

Gambar 5.6 Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 22 mm) 79

Gambar 5.6.1 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 22 mm)(*Vm* = 1.0 m/s) 79

Gambar 5.6.2 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 22 mm)(*Vm* = 1.2 m/s) 80

Gambar 5.7 Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 27 mm) 80

Gambar 5.7.1 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 27 mm)(*Vm* = 1.0 m/s) 81

Gambar 5.7.2 Data Visualisasi terhadap Pengaruh *Split-Ratio* dan Kecepatan Aliran Masuk terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow* (*Di* = 27 mm)(*Vm* = 1.2 m/s) 81

Gambar 5.8 Perbandingan dengan Eksperimen yang Dilakukan oleh Liu dkk. (2012) untuk Fraksi Volume Minyak di *Overflow* 83

Gambar 5.9 Pengaruh Diameter *Vortex Finder* terhadap *Watercut* di *Underflow* (*Vm* = 1.0 m/s) 85

Gambar 5.10 Pengaruh Diameter *Vortex Finder* terhadap *Watercut* di *Underflow.* (V_m = 1.2 m/s) 86

Gambar 5.11 Pengaruh Diameter *Vortex Finder* terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow*. (V_m= 1.0 m/s) 88

Gambar 5.12 Pengaruh Diameter *Vortex Finder* terhadap Fraksi Volume Minyak di *Overflow*. (V_m= 1.2 m/s) 89

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Diameter *Vortex Finder* untuk Desain *A.* (Shi dkk., 2010) 12

Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa 39

Tabel 4.2 Sifat-Sifat Air pada T = 27 ^{o}C dan P = 1 atm 43

Tabel 4.3 Sifat-Sifat Minyak Tanah (*Kerosene*) pada T = 27 ^{o}C dan P = 1 atm 43

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Rata-Rata eksperimen *Vm* = 1.0 m/s

Lampiran 2 Data Hasil Rata-Rata eksperimen *Vm* = 1.2 m/s

Lampiran 3 Data pertama untuk eksperimen *Vm* = 1.0 m/s

Lampiran 4 Data Kedua untuk eksperimen *Vm* = 1.0 m/s

Lampiran 5 Data Ketiga untuk eksperimen *Vm* = 1.0 m/s

Lampiran 6 Data pertama untuk eksperimen *Vm* = 1.2 m/s

Lampiran 7 Data Kedua untuk eksperimen *Vm* = 1.2 m/s

Lampiran 8 Data Ketiga untuk eksperimen *Vm* = 1..2 m/s

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID
CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Lambang	Arti	Satuan
A	Luas Penampang	m^2
Di	Diameter dalam *vortex finder*	mm
F	*Split-ratio*	
ID	*Inner Diameter*	mm
L	Kedalaman *vortex finder*	mm
ND/DN	*Nominal Diameter*	mm
Q	Laju aliran volume	m^3/s
Q_{ov}	Laju aliran volume *overflow*	m^3/s
Q_u	Laju Aliran volume *underflow*	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

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN DIAMETER VORTEX FINDER TERHADAP UNJUK KERJA LIQUID-LIQUID CYLINDRICAL CYCLONE
FUAD ARFFAN, Dr. Adhika Widyaparaga, ST.,M.Biomed.SC.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 (*Watercut*)	
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 *overflow* dengan laju aliran pada inlet	$F = Q_o/Q_I$
Fraksi Volume Air/Minyak	konsentrasi dari setiap komponen fluida	$\alpha_w = \frac{V_{sw}}{V_{sw}+V_{so}}$ $\alpha_o = \frac{V_{so}}{V_{sw}+V_{so}}$