UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN..... ii
PERNYATAAN..... iii
KATA PENGANTAR..... iv
ABSTRAK..... v
DAFTAR ISI..... vi
DAFTAR TABEL..... x
DAFTAR GAMBAR..... xii
DAFTAR LAMPIRAN..... xvii

BAB I PENDAHULUAN… .....
I.1 Latar Belakang..... 1
I.2 Perumusan Masalah 2
I.3 Maksud danTujuan 3
I.4 Manfaat 3
I.5 Ruang Lingkup Penelitian.. 4
1.5.1 Batas Wilayah Penelitian..... 4
1.5.2 Lingkup Penelitian….. 5
I.6 Batasan Penelitian… 6
I.7 Peneliti Terdahulu 7

BAB II.TINJAUAN PUSTAKA..... 9
II.1 Geologi Regional..... 9
II.2 Terdapatnya Minyak Bumi 13
II.3 Landasan Teori 15
II.3.1 Air formasi 15
II.3.2 Karakterisasi air formasi 15
II.3.3 Analisa air formasi 18
II.3.4 Charge balance error 19
II.3.5 Kerak pada proses produksi minyak 20
II.3.6 Hidrogeokimia 23
II.3.7 Dasar teori *stability index* 24
II.3.8 Perhitungan.. 26
II.3.8.1 Metode Langelier (Grafis)..... 26
II.3.8.2 Metode umum perhitungan perbandingan Kiap/Ksp 31
II.3.9 Hipotesa penelitian 34

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 35
III.1 Metode Penelitian 35
III.1.1 Alat..... 35
III.1.2 Bahan 35
III.2 Tahapan Penelitian..... 36
III.2.1 Tahap persiapan..... 36
III.2.2 Tahap pengumpulan data..... 36
III.2.3 Tahap analisa data..... 38
III 3.2.4 Data interpretasi..... 44
III 3.2.5 Diagram alir..... 44
III.3 Waktu Penelitian 46

BAB IV PENGUTARAAN DATA 47
IV.1 Keadaan Umum Lapangan Ledok, Wonocolo dan Lapangan Kawengan 47
IV.2 Geologi Daerah Penelitian..... 48
IV.3 Hidrogeologi Daerah Penelitian..... 52
IV.4 Data dari Lapangan Penelitian 52
IV.4.1 Data posisi kedalaman dan Sumur-sumur Lapangan Ledok..... 52
IV.4.2 Data posisi kedalaman dan Sumur-sumur Lapangan Wonocolo..... 55
IV.4.3 Data posisi kedalaman dan Sumur-sumur Lapangan Kawengan..... 58
IV.5 Hidrogeokimia dari Analisa Daerah Penelitian..... 60

BAB V HASIL ANALISA DATA 66
V.1 Karakteristik Hidrogeokimia Air Formasi 66
V.1.1 Parameter kimia fisika air formasi..... 66
V.1.2 Evaluasi hidrogeokimia air formasi..... 77
V.1.3 Keterkaitan hidrogeokimia dengan kedalaman..... 99

BAB VI PEMBAHASAN 103
VI.1 Stability Index dan Perbandingan Kelarutan 103
VI.1.1 Metode. Langelier Grafis (Stability Index)..... 104
VI.1.2 Metode Umum (Perhitungan Perbandingan Kelarutan) 109
VI.1.2.1 Perhitungan Perbandingan kelarutan dari $CaCO_3$ 109
VI.1.2.2 Perhitungan Perbandingan kelarutan dari $CaSO_4$..... 112
VI.2 Perbandingan Metode Grafis SI dengan Metode Umum Perhitungan Ratio Kiap/Ksp..... 115
VI.3 Keterkaitan SI dengan Kondisi Kedalaman..... 120
VI.4 Trend Line Stability Index (SI) dan Ratio Terhadap Kedalaman, pH, Cl Dan pH..... 123
VI.5 Peta *stability index* dan ratio..... 131
VI.6 Tiga dimensi s*tability index* dan ratio (Kiap/Ksp) terhadap kedalaman... 146
BAB VII KESIMPULAN..... 151

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA..... 153

LAMPIRAN..... 157

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Stratigrafi dan lithologi area Cepu…… 14

Tabel 2.2 Komposisi kimia airtanah pada batuan Mazor,1997)…… 24

Tabel 2-3 Nilai untuk konstanta A dan B dalam persamaan Debye- Hücke (Fetter,2001) …… 32

Tabel 2.4 Nilai parameter a_i dalam persamaan Debye-Hückel. Fetter,2001)…..... 33

Tabel 3.1 Jadwal penelitian ……..……..... 46

Tabel 4.1 Data posisi kedalaman dan litologi Lapangan Ledok …… 53

Tabel 4.2 Stratigrafi dan lapisan Lapangan Ledok (Sumur Y3)…….……... 54

Tabel 4.3 Data teknis Sumur Lapangan Ledok…… 55

Tabel 4.4 Kedalaman dan Litologi Sumur X30 Wonocolo……..... 56

Tabel 4.5 Data posisi kedalaman dan litologi Lapangan Wonocolo ……..… 57

Tabel 4.6 Data teknis Sumur Lapangan Wonocolo ……..... 57

Tabel 4.7 Data posisi kedalaman dan litologi Lapangan Kawengan ..……..... 58

Tabel 4 8 Data teknis Sumur Lapangan Kawengan …….…..... 59

Tabel 4.9 Data hasil laboratorium Sumur Lapangan Ledok …… 61

Tabel 4.10 Analisa air formasi Sumur-sumur Lapangan Wonocolo…… 62

Tabel 4.11 Data analisa kimia air formasi Sumur X1-X10 Lapangan Kawengan.. 63

Tabel 4.12 Data analisa kimia air formasi Sumur X11 – X20 Lapangan Kawengan……... 63

Tabel 4.13 Data analisa kimia air formasi Sumur X21 – X25 Lapangan Kawengan……..... 64

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.1 Sifat fisik air formasi Sumur-sumur Lapangan Ledok……..……..... 66

Tabel 5.2 Parameter fisik air formasi Sumur Lapangan Wonocolo……..... 68

Tabel 5.3 Parameter fisik air formasi Sumur Lapangan Kawengan…….. 69

Tabel 5.4 Evaluasi hidrogeokimia dari sampel Sumur-sumur Lapangan Ledok…….. 71

Tabel 5.5 Hasil perhitungan kandungan kation/total kation – anion/ total anion (2015) Lapangan Ledok ……..... 72

Tabel 5.6 Evaluasi hidrogeokimia dari sampel Sumur Lapangan Wonocolo……... 72

Tabel 5.7 Hasil perhitungan kandungan kation/total kation–anion/total Anion (2015) Lapanagan Wonocolo ……..... 73

Tabel 5.8 Evaluasi hidrogeokimia dari Sampel Sumur Lapangan Kawengan…….. 74

Tabel 5.9 Hasil perhitungan kandungan kation/total kation – anion/ total anion 2015 Lapangan Kawengan ……..... 75

Tabel 5.10 Nilai ion sampel air Sumur Lapangan Ledok……..... 94

Tabel 5.11 Nilai ion sampel air Sumur Lapangan Wonocolo……... 95

Tabel 5.12 Nilai ion sampel Air Sumur Lapangan Kawengan…….. 97

Tabel 6.1 Hasil harga *stability index* (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Ledok dengan Suhu Laboratorium……...…….... 104

Tabel 6.2 Hasil harga *stability index* (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Ledok dengan suhu lapangan…….……..……. 105

Tabel 6.3 Hasil harga *stability index* (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Wonocolo dengan suhu laboratorium ……..... 105

Tabel 6.4 Hasil harga *stability index* (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Wonocolo dengan suhu lapangan…… 106

Tabel 6.5 Hasil harga *stability index* (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Kawengan dengan suhu laboratorium…….. 107

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 6.6 Hasil harga *stability index* (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Kawengan dengan suhu lapangan ……..... 108

Tabel 6.7 Ratio Ksp dan Kiap $CaCO_3$ Sumur-sumur Ledok…….. 110

Tabel 6. 8 Ratio Ksp dengan Kiap $CaCO_3$ Sumur-sumur Lapangan Wonocolo…… 110

Tabel 6.9 Ratio Ksp dengan Kiap Lapangan Kawengan…… 111

Tabel 6.10 Ratio Ksp dengan Kiap ($CaSO_4$) Lapangan Ledok……... 112

Tabel 6.11 Ratio Ksp dengan Kiap ($CaSO_4$) Lapangan Wonocolo…… 113

Tabel 6.12 Ratio Ksp dengan Kiap ($CaSO_4$)Lapangan Kawengan……. 114

Tabel 6.13 Perbandingan SI pada suhu laboratorium dan SI pada suhu lapangan dengan ratio produk Lapangan Ledok…… 115

Tabel 6.14 Perbandingan SI pada suhu laboratorium dan SI pada suhu lapangan dengan ratio produk Lapangan Wonocolo……. 116

Tabel 6.15 Perbandingan SI pada suhu laboratorium dan SI pada suhu lapangan dengan ratio produk Lapangan Kawengan…… 118

Tabel lampiran B Data adanya kerak (*scale*) dari Laboran PT PERTAMINA Cepu 158

Tabel lampiran G Data hidrogeokimia air formasi Sumur-sumur penelitian……..... 172

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Peta orientasi daerah penenlitian…… 4

Gambar 1.3 Peta daerah lokasi penelitian Lapangan Kawengan Cepu…….. 5

Gambar 2.1 Stratigrafi cekungan Jawa Timur Utara (i Pringgoprawiro, 1983**)**….. . 12

Gambar 2.2 Ilustrasi endapan *scale* (kerak) (Clariant,2007)……... 21

Gambar 3.1 Diagram trilinier piper (Fetter, 2001)…….……..……..… 41

Gambar 3.2 Pola diagram Stiff, (Patton, 1981., Fetter, 2001)…….…..... 42

Gambar 3.3 Diagram alir metode penelitian…….…..... 45

Gambar 4.1 Daerah penelitian Lapangan Kawengan……..... 49

Gambar 4.2 Peta topografi daerah penelitian…….……..……..…… 49

Gambar 4.3 Peta geologi daerah penelitian Lembar Peta Geologi Bojonegoro (Pringgoprawiro-Sukido,1992) ……... 51

Gambar 5.1 Grafik parameter fisik Sumur Y1 s/d Y5 Lapangan Ledok…… 67

Gambar 5.2 Grafik parameter fisik air formasi Sumur Lapangan Wonocolo……. 68

Gambar 5.3 Grafik parameter fisik air formasi Sumur Lapangan Kawengan…….. 70

Gambar 5.4 Diagram piper Lapangan Wonocolo (2015)……..... 77

Gambar 5.5 Diagram piper Lapangan Wonocolo (2015)……..... 78

Gambar 5.6 Diagram piper Lapangan Kawengan (2015)…….…..…. 79

Gambar 5.7 Diagram Stiff sampel air Sumur Y1 Lapangan Ledok…….…… 80

Gambar 5.8 Diagram Stiff sampel air sumur Y2 Lapangan Ledok……. 81

Gambar 5.9 Diagram Stiff sampel air Sumur Y3 Lapangan Ledok……. 81

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.10 Diagram Stiff sampel air Sumur Y4 Lapangan Ledok…….……. 81

Gambar 5.11 Diagram Stiff sampel air sumur Y5 Lapangan Ledok…… 82

Gambar 5.12 Diagram Stiff sampel air Sumur X26 Lapangan Wonocolo…… 82

Gambar 5.13 Diagram Stiff sampel air Sumur X27 Lapangan Wonocolo…….. 83

Gambar 5.14 Diagram Stiff sampel air Sumur X28 Lapangan Wonocolo..... 83

Gambar 5.15 Diagram Stiff sampel air Sumur X29 Lapangan Wonocolo …..... 83

Gambar 5.16 Diagram Stiff sampel air Sumur X30 Lapangan Wonocolo ……. 84

Gambar 5.17 Diagram Stiff sampel air Sumur X1 Lapangan Kawengan …… 84

Gambar 5.18 Diagram Stiff sampel air Sumur X2 Lapangan Kawengan…… 85

Gambar 5.19 Diagram Stiff sampel air Sumur X3 Lapangan Kawengan …..... 85

Gambar 5.20 Diagram Stiff sampel air Sumur X4 Lapangan Kawengan …..... 85

Gambar 5.21 Diagram Stiff sampel air Sumur X5 Lapangan Kawengan …..... 86

Gambar 5.22 Diagram Stiff sampel air Sumur X6 Lapangan Kawengan …..... 86

Gambar 5.23 Diagram Stiff sampel air Sumur X7 Lapangan Kawengan …… 86

Gambar 5.24 Diagram Stiff sampel air Sumur X8 Lapangan Kawengan…..... 87

Gambar 5.25 Diagram Stiff sampel air Sumur X9 Lapangan Kawengan …… 87

Gambar 5.26 Diagram Stiff sampel air Sumur X10 Lapangan Kawengan …….. 87

Gambar 5.27 Diagram Stiff sampel air Sumur X11 Lapangan Kawengan…..... 88

Gambar 5.28 Diagram Stiff sampel air Sumur X12 Lapangan Kawengan …….. 88

Gambar 5.29 Diagram Stiff sampel Air Sumur X13 Lapangan Kawengan …..... 88

Gambar 5.30 Diagram Stiff Sampel Air Sumur X14 Lapangan Kawengan ……. 89

Gambar 5.31 Diagram Stiff Sampel Air Sumur X15 Lapangan Kawengan ……. 89

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.32 Diagram Stiff sampel air Sumur X16 Lapangan Kawengan 89

Gambar 5.33 Diagram Stiff sampel air Sumur X17 Lapangan Kawengan..... 90

Gambar 5.34 Diagram Stiff sampel air Sumur X18 Lapangan Kawengan..... 90

Gambar 5.35 Diagram Stiff sampel air Sumur X19 Lapangan Kawengan 90

Gambar 5-36 Diagram Stiff sampel air Sumur X20 Lapangan Kawengan. 91

Gambar 5.37 Diagram Stiff sampel air Sumur X21 Lapangan Kawengan..... 91

Gambar 5.38 Diagram Stiff sampel air Sumur X22 Lapangan Kawengan..... 91

Gambar 5.39 Diagram Stiff sampel air Sumur X23 Lapangan Kawengan 92

Gambar 5.40 Diagram Stiff sampel air Sumur X24 Lapangan Kawengan..... 92

Gambar 5.41 Diagram Stiff sampel air Sumur X25 Lapangan Kawengan 92

Gambar 5.42 Grafik *fingerprint* Lapangan Ledok 94

Gambar 5.43 Grafik *fingerprint* Lapangan Wonocolo 95

Gambar 5.44 Grafik *fingerprint* Lapangan Kawengan 98

Gambar 5.45 Grafik pH, suhu, salinitas, dan ion Ca^{2+}, Cl^{-} terhadap kedalaman Lapangan Ledok..... 99

Gambar 5.46 Grafik Keterkaitan Hidrogeokimia dengan Kedalaman Sumur Lapangan Wonocolo 100

Gambar 5.47 Grafik Keterkaitan Hidrogeokimia dengan Kedalaman Sumur Lapangan Kawengan 101

Gambar 6.1 Grafik SI pada suhu laboratotium dan SI suhu Lapangan, dengan ratio Sumur-sumur Lapangan Ledok..... 116

Gambar 6.2 Grafik SI pada Suhu Laboratotium dan SI suhu Lapangan, dengan Ratio Sumur-sumur Lapangan Wonocolo..... 117

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6.3 Grafik SI pada Suhu Laboratotium dan SI suhu Lapangan, dengan ratio Sumur-sumur Lapangan Kawengan..... 119

Gambar 6.4 Grafik SI, ratio $CaCO_3$ dan ion Ca^{2+}, Cl^- pada kedalaman Lapangan Ledok..... 120

Gambar 6.5 Grafik SI ratio dan ion Ca^{2+}, Cl^-pada kedalaman Lapangan Wonocolo 121

Gambar 6.6 Grafik SI ratio dan ion Ca^{2+}, Cl^-pada kedalaman Lapangan Kawengan 122

Gambar 6.7 *trend line* SI terhadap kedalaman Sumur-sumur Lapangan Ledok, Kawengan dan Wonocolo..... 123

Gambar 6.8 grafik SI, pH, TDS, suhu, salinitas dan Ion Ca^{2+}, Cl^-pada kedalaman Lapangan Kawengan..... 124

Gambar 6.9 *trend line* SI terhadap pH Sumur-sumur Lapangan Ledok, Kawengan dan Wonocolo..... 125

Gambar 6.10 *trend line* ratio terhadap pH Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo..... 126

Gambar 6.11 *trend line* SI terhadap Cl^- Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo 127

Gambar 6.12 *trend line* ratio terhadap Cl^- Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo 128

Gambar 6.13 *trend line* SI terhadap TDS Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawenga dan Wonocolo..... 129

Gambar 6.14 *trend line* ratio terhadap TDS Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo..... 130

Gambar 6.15 Peta *stability index* (SI) dengan suhu lapangan pada Lapangan Ledok (Bakosurtanal, 1992)..... 131

Gambar 6.16 Peta *stability index* (SI) dengan suhu Laboratorium pada Lapangan Ledok (Bakosurtanal, 1992)..... 132

Gambar 6.17 Peta ratio (Kiap/Ksp) Lapangan Ledok (Bakosurtanal, 1992)..... 133
168

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6.18 Peta *stability index* (SI) dengan suhu lapangan pada Lapangan Wonocolo (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)…….. 134

Gambar 6.19 Peta *Stability Index* (SI) dengan Suhu Laboratorium pada Lapangan Wonocolo (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)…….. 135

Gambar 6.20 Peta ratio Lapangan Wonocolo (Dasar peta Bakosurtanal, 1992……. 136

Gambar 6.21 Peta *stability index (SI)* suhu lapangan dengan metode grafis Lapangan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)…… 137

Gambar 6.22 Peta *stability index (SI)* suhu laboratorium dengan metode grafis Lapangan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992) ……. 138

Gambar 6.23 Peta *ratio* (Kiap/Ksp) metode perhitungan terhadap Formasi Ngrayong Lapangan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)…… 139

Gambar 6.24 Peta *stability index* (SI) suhu lapangan pada Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)…… 141

Gambar 6.25 Peta *stability index* (SI) suhu laboratorium pada Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)……. 143

Gambar 6.26 Peta ratio (Kiap/Ksp) Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)…… 145

Gambar 6.27 Tiga dimensi *stability index* suhu lapangan terhadap kedalaman Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan…… 146

Gambar 6.28 Tiga dimensi *stability index* suhu laboratorium terhadap kedalaman Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan…… 147

Gambar 6.29 Tiga dimensi ratio (Kiap/Ksp) terhadap kedalaman Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan…… 148

Gambar 6.30 Tiga dimensi kedalaman Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan terhadap *stability index* dan ratio (Kiap/Ksp)…… 149

Gambar A.1 Foto pompa gambar A (pompa ada kerak (*scale*), gambar B (pompa tanpa kerak (*scale*).(Lapangan Workshop PT PERTAMINA 2015)…….. 157

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar A.2 Kerak (*Scale*) pada pipa dan acessories pompa (Lapangan Workshop Kawengan PERTAMINA-GCI, 2015)…….. 157

Gambar C.1 Peta sayatan A-B geologi daerah penelitian Lapangan Kawengan (lembar peta geologi Bojonegoro Pringgoprawiro dan Sukido,1992)…. 166

Gambar C.2 Korelasi Sumur-sumur dari sayatan A – B dari peta geologi…….. 167

Gambar D.1 Tipe konstruksi Sumur Y1 Lapangan Ledok…….. 168

Gambar D.2 Foto pengambilan air produksi Sumur Y1 Lapangan Ledok……. 169

Gambar D.3 Foto pengukuran fisik air terproduksi sumur Y1 Lapangan Ledok…… 169

Gambar E.1 Pengambailan air produksi Sumur X26 dan X27 Lapangan Wonocolo…….. 170

Gambar E.2 Pengambilan air produksi Sumur X28 Lapangan Wonocolo ……. 170

Gambar F.1 Tipe *Log* Sumur X1 Lapangan Kawengan ...……. 171

Gambar F.2 Foto pengambilan air produksi Sumur X1 Lapangan Kawengan…….. 172

Gambar F.3 Foto pengukuran fisik air terproduksi sumur X1 Lapangan Kawengan……..…… 172

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TINGKAT PENGENDAPAN KERAK PADA PROSES PRODUKSI MINYAK BUMI LAPANGAN LEDOK-KAWENGAN FORMASI NGRAYONG DAN LAPANGAN WONOCOLO CEPU JAWA TENGAH
SRI HARYONO, Dr. Ir. Heru Hendrayana; Dr. rer.nat. Doni Prakasa Eka Putra, ST., MT.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

LAMPIRAN

Lampiran A Contoh kerak pada peralatan produksi minyak……..... 157

Lampiran B Data adanya kerak (*scale*) dari Laboran PT PERTAMINA Cepu…. 158

Lampiran C Peta sayatan A-B geologi daerah penelitian Lapangan Kawengan... 166

Lampiran D Foto konstruksi sumur, pengambilan dan pengukuran sampel air formasi Lapangan Ledok… ……...…… 168

Lampiran E Foto konstruksi sumur pengambilan dan pengukuran sampel air formasi Lapangan Wonocolo…….…… 170

Lampiran F Foto konstruksi sumur, pengambilan dan pengukuran sampel air formasi Lapangan Kawengan…….. 171

Lampiran G Data hidrogeokimia air formasi Sumur-sumur penelitian……..... 173

Lampiran H Contoh perhitungan *stability index* (SI) dan ratio atau perbandingan Kiap / Ksp……. ……..…… 174

Lampiran I Perjanjian Kerahasiaan……. 178

Lampiran J Hasil Laboratorium ……. 181