

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 dan Tujuan	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 <i>stability index</i>	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

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 <i>stability index</i> dan ratio.....	131
VI.6 Tiga dimensi <i>stability index</i> dan ratio (Kiap/Ksp) terhadap kedalaman....	146
 BAB VII KESIMPULAN.....	 151

DAFTAR PUSTAKA.....	153
LAMPIRAN.....	157

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

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) Lapangan 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 <i>stability index</i> (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Ledok dengan Suhu Laboratorium.....	104
Tabel 6.2 Hasil harga <i>stability index</i> (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Ledok dengan suhu lapangan.....	105
Tabel 6.3 Hasil harga <i>stability index</i> (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Wonocolo dengan suhu laboratorium	105
Tabel 6.4 Hasil harga <i>stability index</i> (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Wonocolo dengan suhu lapangan.....	106
Tabel 6.5 Hasil harga <i>stability index</i> (SI) sampel Sumur-sumur Lapangan Kawengan dengan suhu laboratorium.....	107

Tabel 6.6 Hasil harga <i>stability index</i> (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 (<i>scale</i>) dari Laboran PT PERTAMINA Cepu	158
Tabel lampiran G Data hidrogeokimia air formasi Sumur-sumur penelitian.....	172

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Peta orientasi daerah penelitian.....	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 <i>scale</i> (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

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

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 <i>fingerprint</i> Lapangan Ledok	94
Gambar 5.43 Grafik <i>fingerprint</i> Lapangan Wonocolo	95
Gambar 5.44 Grafik <i>fingerprint</i> 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

Gambar 6.3 Grafik SI pada Suhu Laboratorium 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 <i>trend line</i> 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 <i>trend line</i> SI terhadap pH Sumur-sumur Lapangan Ledok, Kawengan dan Wonocolo.....	125
Gambar 6.10 <i>trend line</i> ratio terhadap pH Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo.....	126
Gambar 6.11 <i>trend line</i> SI terhadap Cl^- Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo	127
Gambar 6.12 <i>trend line</i> ratio terhadap Cl^- Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo	128
Gambar 6.13 <i>trend line</i> SI terhadap TDS Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo.....	129
Gambar 6.14 <i>trend line</i> ratio terhadap TDS Sumur-sumur Lapangan Ledok Kawengan dan Wonocolo.....	130
Gambar 6.15 Peta <i>stability index</i> (SI) dengan suhu lapangan pada Lapangan Ledok (Bakosurtanal, 1992).....	131
Gambar 6.16 Peta <i>stability index</i> (SI) dengan suhu Laboratorium pada Lapangan Ledok (Bakosurtanal, 1992).....	132
Gambar 6.17 Peta ratio (Kiap/Ksp) Lapangan Ledok (Bakosurtanal, 1992).....	133
	168

Gambar 6.18 Peta <i>stability index</i> (SI) dengan suhu lapangan pada Lapangan Wonocolo (Dasar peta Bakosurtanal, 1992).....	134
Gambar 6.19 Peta <i>Stability Index</i> (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 <i>stability index</i> (SI) suhu lapangan dengan metode grafis Lapangan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992).....	137
Gambar 6.22 Peta <i>stability index</i> (SI) suhu laboratorium dengan metode grafis Lapangan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992)	138
Gambar 6.23 Peta <i>ratio</i> (Kiap/Ksp) metode perhitungan terhadap Formasi Ngrayong Lapangan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992).....	139
Gambar 6.24 Peta <i>stability index</i> (SI) suhu lapangan pada Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan (Dasar peta Bakosurtanal, 1992).....	141
Gambar 6.25 Peta <i>stability index</i> (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 <i>stability index</i> suhu lapangan terhadap kedalaman Lapangan Ledok, Wonocolo dan Kawengan.....	146
Gambar 6.28 Tiga dimensi <i>stability index</i> 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 <i>stability index</i> dan ratio (Kiap/Ksp).....	149
Gambar A.1 Foto pompa gambar A (pompa ada kerak (<i>scale</i>), gambar B (pompa tanpa kerak (<i>scale</i>).(Lapangan Workshop PT PERTAMINA 2015).....	157

Gambar A.2 Kerak (<i>Scale</i>) pada pipa dan accessories 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 Pengambilan air produksi Sumur X26 dan X27 Lapangan Wonocolo.....	170
Gambar E.2 Pengambilan air produksi Sumur X28 Lapangan Wonocolo	170
Gambar F.1 Tipe <i>Log</i> 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

LAMPIRAN

Lampiran A	Contoh kerak pada peralatan produksi minyak.....	157
Lampiran B	Data adanya kerak (<i>scale</i>) 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 <i>stability index</i> (SI) dan ratio atau perbandingan Kiap / Ksp.....	174
Lampiran I	Perjanjian Kerahasiaan.....	178
Lampiran J	Hasil Laboratorium	181