

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xx
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Letak Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Metodologi .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN UMUM LAPANGAN</b> .....	6
2.1. Letak Geografis Lapangan .....	6
2.2. Kondisi Geologi Lapangan .....	7
2.2.1. Stratigrafi Lapangan Sukowati .....	7
2.2.2. Struktur Geologi Lapangan Sukowati .....	13
<b>BAB III TEORI DASAR ANALISA PROBLEM PEMBORAN, PREDIKSI TEKANAN, DAN ANALISA CUTTING</b> .....	16
3.1. Problem Pemboran .....	16
3.1.1. Pipa Terjepit .....	16

**DAFTAR ISI**  
**(LANJUTAN)**

	<b>Halaman</b>
3.1.2. <i>Well Kick</i> .....	19
3.1.3. <i>Lost Circulation</i> .....	20
3.2. Profil Tekanan Bawah Permukaan .....	24
3.2.1. Tekanan Formasi .....	24
3.2.1.1. Tekanan Formasi Normal.....	25
3.2.1.2. Tekanan Formasi Subnormal .....	25
3.2.1.3. Tekanan Formasi <i>OverPressure</i> .....	26
3.2.2. Tekanan Rekah Formasi.....	29
3.3. Perhitungan Tekanan Bawah Permukaan .....	30
3.3.1. Perhitungan Tekanan Overburden .....	30
3.3.2. Perhitungan Tekanan Pori Metode Eaton .....	30
3.3.3. Perhitungan Tekanan Formasi Metode <i>D-exponent</i> .....	31
3.3.4. Perhitungan Tekanan Rekah Metode Eaton.....	34
3.3.5. Perhitungan Tekanan Rekah Metode <i>Leak Off Test</i> .....	35
3.3.6. Perhitungan Tekanan hidrostatik .....	36
3.3.7. Perhitungan Tekanan Hidrodinamik dan Kehilangan Tekanan Lumpur .....	38
3.4. Batuan <i>Shale</i> .....	44
3.4.1. Mineral Clay.....	44
3.4.1.1. Smectite.....	45
3.4.1.2. Illite .....	46
3.4.1.3. Kaolinite .....	47
3.4.1.4. Klorit .....	48
3.4.2. X-Ray Diffraction .....	48
3.4.2.1. Uji Bulk Mineral XRD .....	50
3.4.2.2. Uji Clay Oriented XRD.....	54
3.4.3. Methylene Blue Test .....	62

**DAFTAR ISI**  
**(LANJUTAN)**

	<b>Halaman</b>
3.5. Problem Shale.....	69
3.5.1. Swelling Clay.....	70
3.5.2. Sloughing Shale.....	72
3.6. Mekanisme Dan Contoh Lumpur Inhibitive.....	73
3.6.1. Inhibitive Dengan Menggunakan Elektrolit.....	73
3.6.1.1. Mekanisme inhibitive oleh Ca <sup>2+</sup> (garam bervalensi).....	73
3.6.1.2. Mekanisme inhibitive garam ion tunggal.....	74
3.6.2. Penggunaan Lumpur KCl Polymer.....	74
3.6.2.1. Viscosifier.....	75
3.6.2.2. Flokulan.....	76
3.6.2.3. Bentonite Extender.....	76
3.6.2.4. pH Control Agent.....	76
3.6.2.5. Filtration Control Agent.....	77
3.6.2.6. Penstabil Shale.....	77
3.7. <i>Safe Mud Window Concept</i> .....	77
3.8. Lumpur Pemboran.....	79
3.8.1. Densitas.....	79
3.8.2. Viskositas.....	80
3.8.2.1. <i>Plastic Viscosity</i> .....	81
3.8.2.2. <i>Yield Point</i> .....	82
3.8.2.3. <i>Apparent Viscosity</i> .....	84
3.8.3. <i>Gel Strength</i> .....	84
3.8.4. Laju Tapisan (Filtrat).....	85
3.9. Prosedur Uji Lumpur Pemboran.....	86
3.9.1. Peralatan Uji Lumpur Pemboran yang Digunakan.....	86
3.9.2. Pengukuran Sifat Fisik Lumpur.....	86
3.9.2.1. Prosedur Pengukuran Densita Lumpur.....	86

**DAFTAR ISI**  
**(LANJUTAN)**

	<b>Halaman</b>
3.9.2.2. Prosedur Pengukuran Rheologi Lumpur Pemboran.....	87
3.9.2.2.1. Penentuan Plastic Viscosity dan Yield Point .....	88
3.9.2.2.2. Penentuan Gel Strength .....	88
3.9.2.3. Prosedur Pengukuran Volume Filtrat dan pH Lumpur Pemboran .....	89
3.9.2.4. Prosedur Uji Methylene Blue Test .....	91
3.9.2.4.1. Peralatan Uji MBT .....	91
3.9.2.4.2. Prosedur Analisa Lumpur Dengan Metode MBT .....	91

**BAB IV. IDENTIFIKASI POTENSI PROBLEM PEMBORAN SUMUR**

<b>J-1</b> .....	92
4.1. Data Pemboran Sumur J-1 .....	92
4.1.1. Profil Sumur J-1 .....	93
4.1.2. Data D-exponent dan Litologi .....	94
4.2. Analisa Prediksi Tekanan Sumur J-1 .....	95
4.2.1. Perhitungan Tekanan Formasi Metode Eaton.....	96
4.2.2. Perhitungan Tekanan Formasi Metode D-exponent .....	98
4.2.3. Prediksi Tekanan Rekah Formasi .....	102
4.2.4. Analisa Bottomhole Pressure .....	106
4.2.5. Penentuan Bottomhole Pressure .....	114
4.2.5.1. Perhitungan Densitas Lumpur.....	114
4.2.5.2. Penentuan Tekanan Hidrodinamik.....	115
4.3. Analisa Problem Shale Sumur J-1 .....	123
4.3.1. Analisa Potensi Problem Shale Zona A Kedalaman 1745 ftTVD ...	124
4.3.1.1. Analisa Bulk Mineral XRD Zona A.....	124
4.3.1.2. Analisa Clay Oriented XRD Zona A .....	126
4.3.1.3. Analisa Methylene Blue Test Zona 1.....	128

**DAFTAR ISI**  
**(LANJUTAN)**

	<b>Halaman</b>
4.3.2. Analisa Potensi Problem Shale Zona B Kedalaman 4500 ftTVD .....	129
4.3.2.1. Analisa Bulk Mineral XRD Zona B .....	130
4.3.2.2. Analisa Clay Oriented XRD Zona B .....	132
4.3.2.3. Analisa Methylene Blue Test Zona B .....	134
4.3.3. Analisa Potensi Problem Shale Zona C Kedalaman 4525 ftTVD....	135
4.3.3.1. Analisa Bulk Mineral XRD Zona C.....	135
4.3.3.2. Analisa Clay Oriented XRD Zona C.....	138
4.3.3.3. Analisa Methylene Blue Test Zona C .....	140
4.4. Perencanaan Sifat Fisik Lumpur Sumur J-1.....	142
4.4.1. Perencanaan Sifat Fisik Lumpur Trayek Surface 17 1/2 “.....	142
4.4.1.1. Penentuan Densitas Lumpur .....	142
4.4.1.2. Penentuan Nilai Plastic viscosity (PV) Lumpur.....	142
4.4.1.3. Penentuan Nilai Yield point (YP) Lumpur .....	143
4.4.1.4. Analisa Laboratorium untuk Penentuan Komposisi Lumpur Trayek Surface 17 1/2 ” dan Skala Lapangan .....	145
4.4.2. Perencanaan Sifat Fisik Lumpur Trayek Intermediet 12 1/4 “.....	148
4.4.2.1. Penentuan Densitas Lumpur .....	148
4.4.2.2. Penentuan Nilai Plastic viscosity (PV) Lumpur.....	149
4.4.2.3. Penentuan Nilai Yield point (YP) Lumpur .....	150
4.4.2.4. Analisa Laboratorium untuk Penentuan Komposisi Lumpur Trayek Intermediet 12 1/4 ” dan Skala Lapangan.....	151
4.4.2.4.1. Saat Kondisi Normal .....	151
4.4.2.4.2. Saat Kondisi <i>Lost Circulation</i> .....	155
4.4.3. Perencanaan Sifat Fisik Lumpur Trayek Production 8 1/2 “ .....	157
4.4.3.1. Penentuan Densitas Lumpur .....	157
4.4.3.2. Penentuan Nilai Plastic viscosity (PV) Lumpur.....	157
4.4.3.3. Penentuan Nilai Yield point (YP) Lumpur .....	158

**DAFTAR ISI**  
**(LANJUTAN)**

	<b>Halaman</b>
4.4.3.4. Analisa Laboratorium untuk Penentuan Komposisi Lumpur Trayek <i>Production</i> 8 1/2 ” dan Skala Lapangan .....	160
<b>BAB V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>163</b>
<b>BAB VI. KESIMPULAN .....</b>	<b>175</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>177</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>179</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Skema Metodologi Penelitian .....	5
Gambar 2.1. Peta Lokasi Lapangan JOB Pertamina-Petrochina East Java.....	6
Gambar 2.2. Fisiografi Cekungan Jawa Timur Utara .....	8
Gambar 2.3. Kolom Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara .....	14
Gambar 3.1. Efek Penambahan Konsentrasi LCM pada Penutupan Rekahan.....	23
Gambar 3.2. Tekanan Abnormal Karena <i>Faulting</i> .....	27
Gambar 3.3. Tekanan Abnormal Akibat Kubah Garam .....	28
Gambar 3.4. Tekanan Abnormal Akibat <i>Massive Shales</i> .....	29
Gambar 3.5. D-exponent normal.....	33
Gambar 3.6. <i>Typical Leak-Off Test Plot</i> .....	36
Gambar 3.7. Hubungan Tekanan dan Gradien Hidrostatik.....	38
Gambar 3.8. Skematik Kehilangan Tekanan Sepanjang Aliran Lumpur Pemboran.....	39
Gambar 3.9. Struktur Dari Smectite.....	45
Gambar 3.10. Struktur Dari Illite .....	46
Gambar 3.11. Struktur dari Kaolinite.....	47
Gambar 3.12. Struktur dari Chlorite .....	48
Gambar 3.13. Skema <i>X-Ray Diffraction</i> .....	49
Gambar 3.14. <i>Ultrasonic Cleaner</i> .....	50
Gambar 3.15. Timbangan Digital dan Sampel.....	51
Gambar 3.16. <i>Mill</i> (Penggerus) Sampel.....	51
Gambar 3.17. Sampel <i>Holder</i> .....	52
Gambar 3.18. Alat XRD ( <i>X-Ray Diffraction</i> ) .....	52
Gambar 3.19. Contoh Hasil Analisa <i>Bulk Mineral XRD</i> .....	53
Gambar 3.20. Sampel <i>Cutting</i> .....	56
Gambar 3.21. Tabung Reaksi dan Penambahan HCl.....	57
Gambar 3.22. Sampel yang Tersuspensi dengan Penambahan HCl .....	57

**DAFTAR GAMBAR**  
**(LANJUTAN)**

	Halaman
Gambar 3.23. <i>Ultrasonic Shaker</i> .....	58
Gambar 3.24. Sampel dengan Penambahan NaOH .....	59
Gambar 3.25. Pengambilan Sampel <i>Clay</i> .....	59
Gambar 3.26. Sampel <i>Holder Air Dry</i> .....	60
Gambar 3.27. Contoh Hasil Uji <i>XRD Clay-Oriented</i> .....	61
Gambar 3.28. <i>Hot Plate</i> .....	65
Gambar 3.29. Timbangan Digital.....	65
Gambar 3.30. Gelas Ukur, Erlenmeyer, Pipet Tetes dan Corong .....	66
Gambar 3.31. <i>Multi Magnetizer</i> .....	66
Gambar 3.32. Buret .....	67
Gambar 3.33. Kertas <i>Whatman</i> .....	67
Gambar 3.34. Ilustrasi Safe Mud Window.....	78
Gambar 3.35. Hubungan Tekanan Hidrostatik Lumpur vs Laju Pemboran .....	80
Gambar 3.36. Densitas vs Rekomendasi <i>Plastic Viscosity</i> .....	82
Gambar 3.37. Densitas vs Rekomendasi <i>Yield Point</i> .....	83
Gambar 3.38. <i>Mud Balance</i> .. ..	87
Gambar 3.39. <i>Marsh Funnel</i> . .....	88
Gambar 3.40. <i>Viscometer</i> .....	89
Gambar 3.41. <i>Standart Filter Press</i> .....	90
Gambar 3.42. pH Paper .....	90
Gambar 4.1. Profil Sumur J-1 .....	93
Gambar 4.2. D-exponent dan Lithologi Sumur J-1 .....	94
Gambar 4.3. Profil Tekanan Sumur J-1 .....	105
Gambar 4.4. Analisa Evaluasi Bottomhole Pressure Sumur J-1 .....	112
Gambar 4.5. Evaluasi Bottomhole Pressure Sumur J-1 .....	122
Gambar 4.6. Skema Sumur J-1 Berdasarkan <i>Problem Shale</i> .....	123
Gambar 4.7. Hasil Analisa Bulk XRD Kedalaman 1745 ftTVD.....	124



**DAFTAR GAMBAR**  
**(LANJUTAN)**

	Halaman
Gambar 4.8. Korelasi Data Logging Sumur J-1 dan Sampel Cutting Zona A.....	126
Gambar 4.9. Hasil Analisa Clay oriented XRD Kedalaman 1745 ftTVD .....	127
Gambar 4.10. MBT Cutting Sumur J-1 Kedalaman 1745 ftTVD.....	129
Gambar 4.11. Hasil Analisa Bulk XRD Kedalaman 4500 ftTVD .....	130
Gambar 4.12. Korelasi Data Logging Sumur J-1 dan Sampel Cutting Zona B...	132
Gambar 4.13. Hasil Analisa Clay oriented XRD Kedalaman 4500 ftTVD .....	133
Gambar 4.14. MBT Cutting Sumur J-1 Kedalaman 4500 ftTVD.....	135
Gambar 4.15. Hasil Analisa Bulk XRD Kedalaman 4525 ftTVD .....	136
Gambar 4.16. Korelasi Data Logging Sumur J-1 dan Sampel Cutting Zona C...	138
Gambar 4.17. Hasil Analisa Clay oriented XRD Kedalaman 4525 ftTVD .....	139
Gambar 4.18. MBT Cutting Sumur J-1 kedalaman 4525 ftTVD.....	141
Gambar 4.19. Hasil Analisa Cutting Sumur J-1 .....	141
Gambar 4.20. Grafik Densitas vs Rekomendasi Plastic viscosity Trayek <i>Surface ½”</i> .....	143
Gambar 4.21. Grafik Densitas vs Rekomendasi Yield point Trayek <i>Surface 17 ½”</i> .....	144
Gambar 4.22. Grafik Densitas vs Rekomendasi Plastic viscosity Trayek <i>Intermediet 12 ¼”</i> .....	149
Gambar 4.23. Grafik Densitas vs Rekomendasi Yield point Trayek <i>Intermediet 12 ¼”</i> .....	150
Gambar 4.24. Variasi Konsentrasi KCl Menggunakan Lumpur Dasar Bentonite Vs Nilai MBT .....	153
Gambar 4.25. Grafik Densitas vs Rekomendasi Plastic viscosity Trayek <i>Production 8 ½”</i> .....	158
Gambar 4.26. Grafik Densitas vs Rekomendasi Yield point Trayek <i>Production 8 ½”</i> .....	159
Gambar 5.1. Hasil Analisa Cutting Sumur J-1 .....	171

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II-1. Lithologi Batuan dari Setiap Formasi dan Kedalaman Akhir .....	15
Tabel III-1. Ringkasan Test Evaluasi Lost Circulation Material .....	23
Tabel III-2. Tipe <i>Surface Connection</i> .....	40
Tabel III-3. Nilai Dari Konstanta E.....	41
Tabel III-4. Tabel Penunjuk Mineral .....	53
Tabel III-5. Hasil Pengujian Mesh .....	55
Tabel III-6. Tabel Penunjuk XRD Clay-Oriented.....	61
Tabel III-7. Klasifikasi <i>Shale</i> Berdasarkan Uji <i>MBT</i> .....	63
Tabel III-8 Klasifikasi <i>Shale</i> Berdasarkan <i>Problem</i> yang Terjadi.....	64
Tabel III-9 Kondisi, Karakteristik dan Perbaikan <i>Problem Shale</i> .....	69
Tabel III-10 Spesifikasi API Water Based Mud .....	86
Tabel IV-1. Tabulasi Perhitungan Tekanan Formasi Eaton Sumur J-1 .....	97
Tabel IV-2. Drilling Parameter Sumur J-1.....	99
Tabel IV-3. Tekanan Formasi Metode D-exp Sumur J-1 .....	100
Tabel IV-4. Tabulasi Tekanan Rekah Sumur J-1 .....	103
Tabel IV-5. Densitas Lumpur Aktual Sumur J-1 .....	106
Tabel IV-6. Hasil Analisa Bottomhole Pressure Sumur J-1 .....	113
Tabel IV-7. Evaluasi Bottomhole Pressure Sumur J-1 .....	121
Tabel IV-8. Hasil Analisa Bulk Mineral XRD Zona A Kedalaman 1745 ftTVD .....	125
Tabel IV-9. Hasil Analisa Clay Oriented XRD Zona A Kedalaman 1745 ftTVD .....	128
Tabel IV-10. Hasil Uji Laboratorium Untuk Methylene Blue Test (MBT) Zona A.....	129
Tabel IV-11. Hasil Analisa Bulk Mineral XRD Zona B Kedalaman 4500 ftTVD .....	131

## DAFTAR TABEL

(Lanjutan)

	Halaman
Tabel IV-12. Hasil Analisa Clay Oriented XRD Zona B Kedalaman 4500 ftTVD .....	134
Tabel IV-13. Hasil Uji Laboratorium Untuk Methylene Blue Test (MBT) Zona B .....	134
Tabel IV-14. Hasil Analisa Bulk Mineral XRD Zona C Kedalaman 4525 ftTVD .....	137
Tabel IV-15. Hasil Analisa Clay Oriented XRD Zona C Kedalaman 4525 ftTVD .....	139
Tabel IV-16. Hasil Uji Laboratorium Untuk Methylene Blue Test (MBT) Zona C .....	140
Tabel IV-17. Sifat Fisik Lumpur Trayek Surface 17 ½ ” .....	145
Tabel IV-18. Hasil Pengukuran Variasi Konsentrasi PAC-L Menggunakan Lumpur Dasar Bentonite .....	147
Tabel IV-19. Komposisi Lumpur Berbahan Dasar Bentonite Trayek <i>Surface</i> 17 ½ ” .....	148
Tabel IV-20. Sifat Fisik Lumpur Trayek <i>Intermediet</i> 12 ¼ ” .....	151
Tabel IV-21. Perhitungan Berat KCL Berdasarkan % Berat Lumpur .....	152
Tabel IV-22. Hasil Pengukuran Variasi Konsentrasi KCL Menggunakan Lumpur Dasar Bentonite (Kondisi Normal) .....	154
Tabel IV-23. Komposisi Lumpur Berbahan Dasar Bentonite Trayek <i>Intermediet</i> 12-1/4” (Kondisi Normal).....	155
Tabel IV-24. Hasil Pengukuran Variasi Konsentrasi CaCO <sub>3</sub> Menggunakan Lumpur Dasar Bentonite Ketika Terjadi <i>Loss Circulation</i> .....	156
Tabel IV-25. Komposisi Optimum Lumpur Bentonite Trayek <i>Intermediet</i> 12 ¼” (Kondisi Lost) .....	157
Tabel IV-26. Sifat Fisik Lumpur Trayek <i>Production</i> 8-1/2” .....	160

## DAFTAR TABEL

(Lanjutan)

	Halaman
Tabel IV-27. Hasil Pengukuran Variasi Konsentrasi PAC-L Menggunakan Lumpur Dasar Bentonite .....	161
Tabel IV-28. Komposisi Lumpur Berbahan Dasar Bentonite Trayek <i>Production 8-1/2"</i> .....	162
Tabel A-1. <i>Mud Record</i> .....	181
Tabel A-2. <i>Summary Well Report 1</i> .....	182
Tabel A-3. <i>Summary Well Report 2</i> .....	183
Tabel C-1. <i>Daily Drilling Report 15 Agustus 2012</i> .....	192
Tabel C-2. <i>Daily Drilling Report 14 September 2012</i> .....	193
Tabel C-3. <i>Daily Drilling Report 23 September 2012</i> .....	194
Tabel C-4. <i>Daily Drilling Report 16 Oktober 2012</i> .....	195

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Well Report.....	180
Lampiran B. Mud Log Sumur J-1 .....	184
Lampiran C. Daily Drilling Report Even .....	192