

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Lokasi Penelitian	2
1.5.1. Geologi Regional Sumur F-99.....	3
1.5.2. Stratigrafi Regional Sumur F-99	4
1.6. Luaran Penelitian.....	7
1.7. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	9
2.1. Tinjauan Pustaka	9
2.2. Landasan Teori	10
2.2.1. Batuan <i>Shale</i>	10
2.2.1.1. Komposisi Kimia Batuan <i>Shale</i>	10
2.2.1.2. Tekstur Batuan <i>Shale</i>	11

DAFTAR ISI (LANJUTAN)

	Halaman
2.2.1.3. Jenis-Jenis <i>Shale</i>	11
2.2.2. Analisis Kimiawi Mineral <i>Clay</i>	13
2.2.2.1. <i>Montmorillonite</i>	14
2.2.2.2. <i>Illite</i>	15
2.2.2.3. <i>Kaolinite</i>	15
2.2.2.4. <i>Chlorite</i>	15
2.2.2.5. <i>Attapulgite</i>	16
2.2.2.6. <i>Mixed-Layer Clay</i>	16
2.2.3. <i>Wellbore Instability</i>	16
2.2.4. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	17
2.2.4.1. <i>Sample Powder</i>	18
2.2.4.2. Analisis Hasil Uji XRD	20
2.2.4.3. Analisis <i>Brittleness Index</i>	20
2.2.5. Analisis MBT	22
2.2.6. <i>Hot Rolled Dispersion Test</i>	24
2.2.6.1. Prosedur Preparasi <i>Cutting</i>	24
2.2.6.2. Prosedur Analisis <i>Hot Rolled Dispersion Test</i>	24
2.2.7. Lumpur Pemboran	25
2.2.7.1. Fungsi Lumpur Pemboran	26
2.2.7.2. Jenis-Jenis Lumpur Pemboran.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1. Metode Penelitian	41
3.2. Tahapan Penelitian	41
3.2.1. Studi Literatur.....	41
3.2.2. Pengumpulan Data.....	42
3.2.3. Analisis <i>Bulk Oriented X-Ray Diffraction (XRD)</i>	42
3.2.3.1. Alat	43
3.2.3.2. Bahan.....	45

DAFTAR ISI (LANJUTAN)

	Halaman
3.2.3.3. Prosedur Percobaan	45
3.2.4. Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD)	46
3.2.4.1. Alat	46
3.2.4.2. Bahan	48
3.2.4.3. Prosedur Percobaan	51
3.2.5. Analisis <i>Methylene Blue Test</i> (MBT)	59
3.2.6. Analisis <i>Problem</i> Pemboran Berdasarkan Analisis Sampel Cutting Berdasarkan Analisis XRD dan MBT	59
3.2.7. Penentuan dan Pembuatan Sampel Lumpur	59
3.2.7.1. Alat	61
3.2.7.2. Bahan	63
3.2.7.3. Prosedur Percobaan	64
3.2.8. Analisis <i>Hot Rolled Dispersion</i>	67
3.2.8.1. Alat	68
3.2.8.2. Bahan	71
3.2.8.3. Prosedur Percobaan	72
3.2.9. Analisis <i>Swelling</i> dengan Metode <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i>	76
3.2.9.1. Alat	76
3.2.9.2. Bahan	77
3.2.9.3. Prosedur Percobaan	77
3.2.10. Perhitungan Nilai <i>Brittleness Index</i>	80
3.2.11. Menentukan Rekomendasi Lumpur Pemboran	81
BAB IV PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA	85
4.1. Pengolahan Data	85
4.1.1. Analisis <i>Bulk Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD)	85
4.1.2. Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD)	88
4.1.3. Analisis <i>Methylene Blue Test</i> (MBT)	94

DAFTAR ISI (LANJUTAN)

	Halaman
4.1.4. Analisis <i>Swelling Test</i>	94
4.1.4.1. Analisis <i>Swelling Test</i> Sampel Lumpur I (5% KCl).....	94
4.1.4.2. Analisis <i>Swelling Test</i> Sampel Lumpur II (5% KCl 2% <i>Polyamine</i>).....	96
4.1.4.3. Analisis <i>Swelling Test</i> Sampel Lumpur III (5% KCl 2% <i>Polyamine</i> PHPA).....	99
4.1.5. Analisis <i>Hot Rolled Dispersion</i>	102
4.1.6. Analisis Perhitungan <i>Brittleness Index</i>	102
4.2. Penyajian Data.....	103
4.2.1. Hasil Analisis <i>Bulk Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD)	103
4.2.2. Hasil Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	104
4.2.3. Hasil Analisis <i>Methylene Blue Test</i> (MBT).....	105
4.2.4. Hasil Analisis <i>Swelling Test</i>	105
4.2.5. Hasil Analisis <i>Hot Rolled Dispersion</i>	108
4.2.6. Hasil Analisis Perhitungan <i>Brittleness Index</i>	108
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	109
5.1. Analisis <i>Bulk Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	109
5.2. Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD)	109
5.2.1. Analisis <i>Air Dried Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	110
5.2.2. Analisis <i>Ethylene Glycol Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	110
5.3. Analisis <i>Methylene Blue Test</i> (MBT).....	110
5.4. Analisis <i>Swelling Test</i>	110
5.4.1. Analisis <i>Swelling Test</i> Sampel Lumpur I (5% KCl).....	111
5.4.2. Analisis <i>Swelling Test</i> Sampel Lumpur II (5% KCl 2% <i>Polyamine</i>).....	111
5.4.3. Analisis <i>Swelling Test</i> Sampel Lumpur III (5% KCl 2% <i>Polyamine</i> PHPA).....	112

DAFTAR ISI (LANJUTAN)

	Halaman
5.5. Analisis <i>Hot Rolled Dispersion Test</i>	112
5.5.1. Analisis <i>Hot Rolled Dispersion Test</i> Sampel Lumpur I (5% KCl).....	113
5.5.2. Analisis <i>Hot Rolled Dispersion Test</i> Sampel Lumpur II (5% KCl 2% Polyamine).....	113
5.5.3. Analisis <i>Hot Rolled Dispersion Test</i> Sampel Lumpur III (5% KCl 2% Polyamine PHPA).....	113
5.6. Analisis Perhitungan <i>Brittleness Index</i>	113
5.7. Korelasi Pengujian XRD, MBT, <i>Swelling</i> , <i>Hot Rolled</i> <i>Dispersion</i> , Perhitungan <i>Brittleness Index</i> (BI), <i>Mud Log</i> , dan Data <i>Daily Drilling Report</i>	114
5.8. Rekomendasi Lumpur Pemboran	115
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	117
6.1. Kesimpulan.....	117
6.2. Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN	120

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Lokasi Sumur FA-99 Lapangan FA.....	3
Gambar 1.2. Lokasi dan Kerangka Struktural Cekungan Sumatera Utara.....	4
Gambar 1.3. Stratigrafi Cekungan Sumatera Utara.....	5
Gambar 2.1. Struktur Lapisan Tetrahedral dan Oktahedral.....	14
Gambar 2.2. <i>X-Ray Diffraction of Bragg's Law</i>	17
Gambar 2.3. Klasifikasi <i>Brittleness Index</i>	21
Gambar 2.4. (a) <i>Swelling Clay Minerals</i> dan (b) <i>Non-Swelling Clay Minerals</i> ...	21
Gambar 2.5. Skema Inhibisi <i>Swelling</i> pada <i>Montmorillonite</i>	34
Gambar 2.6. Pembuatan PHPA dari Monome.....	35
Gambar 2.7. Skema Sinergi antara Inhibisi <i>Swelling</i> dan Dispersi <i>Cutting Shale</i>	36
Gambar 3.1. <i>Mud Log</i> Sumur F-99.....	42
Gambar 3.2. Timbangan <i>Digital</i>	43
Gambar 3.3. Mortar	43
Gambar 3.4. <i>Sieve 200 Mesh</i>	44
Gambar 3.5. Kaca Preparat.....	44
Gambar 3.6. <i>X-Ray Diffraction</i>	44
Gambar 3.7. Sampel <i>Cutting</i> Sumur F-99	45
Gambar 3.8. Preparasi Sampel <i>Cutting</i> Sumur F-99	45
Gambar 3.9. Pemasangan Kaca Preparat pada Alat XRD.....	46
Gambar 3.10. Kaca Preparat.....	47
Gambar 3.11. <i>Tube</i>	47
Gambar 3.12. <i>Centrifugal</i>	48
Gambar 3.13. Aquades	48
Gambar 3.14. Hidrogen Peroksida (H_2O_2).....	49
Gambar 3.15. HCl.....	49
Gambar 3.16. NaOH.....	50
Gambar 3.17. NaCl.....	50
Gambar 3.18. <i>Ethylene Glycol</i>	51
Gambar 3.19. Proses <i>Washing</i> Sampel <i>Cutting</i>	52
Gambar 3.20. Proses Pemisahan Sampel <i>Cutting</i> dengan H_2O_2 dengan Alat <i>Centrifugal</i>	52
Gambar 3.21. Proses Pengeringan Sampel <i>Cutting</i>	53
Gambar 3.22. Sampel <i>Cutting</i> Setelah Mengering.....	53
Gambar 3.23. Proses Penghalusan Sampel <i>Cutting</i>	53
Gambar 3.24. Proses Penambahan HCl pada Sampel <i>Cutting</i>	54
Gambar 3.25. Proses Pengujian pH.....	54
Gambar 3.26. Proses Pengujian pH.....	55
Gambar 3.27. Proses Pemisahan Larutan Sampel <i>Cutting</i>	55
Gambar 3.28. Hasil Pemisahan Larutan Sampel <i>Cutting</i>	55

DAFTAR GAMBAR (LANJUTAN)

	Halaman
Gambar 3.29. Proses Pemisahan Air dan Endapan Sampel <i>Cutting</i>	56
Gambar 3.30. Proses Pemindahan Sampel <i>Cutting</i> ke Dalam <i>Tube</i>	56
Gambar 3.31. Proses Pemisahan NaOH dan Sampel <i>Cutting</i> dengan Alat <i>Centrifugal</i>	57
Gambar 3.32. Proses Preparasi	57
Gambar 3.33. Proses Pengeringan Sampel <i>Cutting</i>	57
Gambar 3.34. Proses Pemasangan Kaca Preparat pada Alat XRD	58
Gambar 3.35. Proses Penyemprotan Menggunakan <i>Ethylene Glycol</i>	58
Gambar 3.36. Proses Pemasangan Kaca Preparat pada Alat XRD	59
Gambar 3.37. <i>Cup</i>	62
Gambar 3.38. <i>Mixer</i>	63
Gambar 3.39. <i>Additive</i> Sampel Lumpur I.....	63
Gambar 3.40. <i>Additive</i> Sampel Lumpur II	63
Gambar 3.41. <i>Additive</i> Sampel Lumpur III	64
Gambar 3.42. Proses <i>Mixing</i> Sampel Lumpur I	65
Gambar 3.43. Proses <i>Mixing</i> Sampel Lumpur II.....	66
Gambar 3.44. Proses <i>Mixing</i> Sampel Lumpur III.....	67
Gambar 3.45. <i>Aging Cell</i>	68
Gambar 3.46. <i>Roll Oven</i>	68
Gambar 3.47. <i>Water Bath</i>	69
Gambar 3.48. <i>Sieve 10 Mesh</i>	69
Gambar 3.49. <i>Sieve 40 Mesh</i>	70
Gambar 3.50. <i>Oven</i>	70
Gambar 3.51. Wadah.....	71
Gambar 3.52. Sampel Lumpur Sumur F-99 (a) sampel lumpur 5% KCl, (b) sampel lumpur 5% KCl 2% <i>Polyamine</i> , dan (c) sampel lumpur 5% KCl 2% <i>Polyamine</i> PHPA	71
Gambar 3.53. Larutan 10% KCl.....	72
Gambar 3.54. Pengukuran Berat Sampel <i>Cutting</i> Sumur F-99	72
Gambar 3.55. Pengujian <i>Hot Rolled Dispersion</i>	73
Gambar 3.56. Penyaringan Sampel <i>Cutting</i>	73
Gambar 3.57. Penuangan Larutan 10% KCl	74
Gambar 3.58. Sampel <i>Cutting</i> Setelah Dibilas Menggunakan 10% KCl.....	74
Gambar 3.59. Pengukuran Berat Wadah (W2).....	75
Gambar 3.60. Pengeringan Sampel <i>Cutting</i>	75
Gambar 3.61. Pengukuran Berat Sampel <i>Cutting</i> Setelah Pengujian (W3)	75
Gambar 3.62. Labu <i>Erlenmeyer</i>	77
Gambar 3.63. Pengukuran Berat Sampel <i>Cutting</i>	78
Gambar 3.64. Pemindahan Sampel <i>Cutting</i> ke Dalam Labu <i>Erlenmeyer</i>	78

DAFTAR GAMBAR (LANJUTAN)

	Halaman
Gambar 3.65. Penuangan Sampel Lumpur.....	78
Gambar 3.66. Perendaman Sampel <i>Cutting</i> Menggunakan Sampel Lumpur.....	79
Gambar 3.67. Penimbangan Sampel <i>Cutting</i>	79
Gambar 3.68. Penghalusan Sampel <i>Cutting</i>	79
Gambar 3.69. Pencampuran Sampel <i>Cutting</i> dengan Aquades	80
Gambar 3.70. Preparasi <i>Swelling Test</i>	80
Gambar 3.71. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	82
Gambar 4.1. Proses <i>Smoothing Bulk Oriented XRD</i>	85
Gambar 4.2. Proses Pengubahan <i>Background Bulk Oriented XRD</i>	86
Gambar 4.3. Pembacaan Hasil <i>Bulk Oriented XRD</i> di Microsoft Excel.....	86
Gambar 4.4. Penentuan Puncak dari Grafik <i>Bulk Oriented XRD</i>	87
Gambar 4.5. Proses Pengubahan <i>Background Air Dried Clay Oriented XRD</i>	89
Gambar 4.6. Pembacaan Hasil Air Dried Clay Oriented XRD di Microsoft Excel	89
Gambar 4.7. Penentuan Puncak dari Grafik Air Dried Clay Oriented XRD.....	90
Gambar 4.8. Proses Pengubahan <i>Background Ethylene Glycol Clay Oriented XRD</i>	91
Gambar 4.9. Pembacaan Hasil <i>Ethylene Glycol Clay Oriented XRD</i> di Microsoft Excel	91
Gambar 4.10. Penentuan Puncak dari Grafik <i>Ethylene Glycol Clay Oriented XRD</i>	92
Gambar 4.11. Perbandingan Grafik Hasil <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD) (a) <i>Air Dried</i> dan (b) <i>Ethylene Glycol</i>	93
Gambar 4.12. Proses <i>Smoothing</i> Perlakuan I XRD	94
Gambar 4.13. Proses Pengubahan <i>Background</i> Perlakuan I XRD	95
Gambar 4.14. Pembacaan Hasil XRD Perlakuan I di Microsoft Excel.....	95
Gambar 4.15. Penentuan Puncak dari Grafik Perlakuan I XRD	96
Gambar 4.16. Proses <i>Smoothing</i> Perlakuan II XRD	97
Gambar 4.17. Proses Pengubahan <i>Background</i> Perlakuan II XRD	97
Gambar 4.18. Pembacaan Hasil XRD Perlakuan II di Microsoft Excel	98
Gambar 4.19. Penentuan Puncak dari Grafik XRD Perlakuan II	98
Gambar 4.20. Proses <i>Smoothing</i> Perlakuan III XRD	100
Gambar 4.21. Proses Pengubahan <i>Background</i> Perlakuan III XRD	100
Gambar 4.22. Pembacaan Hasil XRD Perlakuan III di Microsoft Excel	101
Gambar 4.23. Penentuan Puncak dari Grafik Perlakuan III XRD.....	101
Gambar 4.24. Grafik Hasil Analisis <i>Bulk Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD)..	104
Gambar 4.25. Grafik Hasil Analisis <i>Air Dried Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD)	105

DAFTAR GAMBAR (LANJUTAN)

	Halaman
Gambar 4.26. Grafik Hasil Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD) Perlakuan I.....	106
Gambar 4.27. Grafik Hasil Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD) Perlakuan II	107
Gambar 4.28. Grafik Hasil Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD) Perlakuan III	107
Gambar 5.1. Larutan Sampel Perlakuan I.....	111
Gambar 5.2. Larutan Sampel Perlakuan II	112
Gambar 5.3. Larutan Sampel Perlakuan III.....	112
Gambar 5.4. Korelasi <i>Mud Log</i> , Pengujian XRD (<i>clay</i>), dan MBT	115
Gambar A.1. Indikasi <i>Swelling</i> pada Interval Kedalaman 1916 – 1938 m Sumur F-99 Lapangan FA Berdasarkan <i>Data Daily Drilling Report</i>	121
Gambar B.1. <i>Mud Log</i> Sumur F-99 Lapangan FA pada <i>Top Gebang Sand</i>	122
Gambar B.2. <i>Handbook of Mineralogy</i>	123
Gambar B.3. Prosedur <i>Hot Rolled Dispersion Test</i>	124
Gambar B.4. Referensi Formulasi Lumpur Pemboran.....	125

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Klasifikasi <i>Shale</i> Berdasarkan Pengujian <i>Methylene Blue Test</i> (MBT)	23
Tabel 3.1. Jenis Sampel Lumpur	60
Tabel 3.2. Formulasi Sampel Lumpur I (5% KCl).....	60
Tabel 3.3. Formulasi Sampel Lumpur II (5% KCl 2% <i>Polyamine</i>)	61
Tabel 3.4. Formulasi Sampel Lumpur III (5% KCl 2% <i>Polyamine</i> PHPA).....	61
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan <i>d-spacing</i> dan Penentuan Jenis Mineral Pengujian <i>Bulk Oriented XRD</i>	88
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan <i>d-spacing</i> dan Penentuan Jenis Mineral <i>Clay</i> Berdasarkan Pengujian <i>Air Dried Clay Oriented XRD</i>	90
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan <i>d-spacing</i> dan Penentuan Jenis Mineral <i>Clay</i> Berdasarkan Pengujian <i>Ethylene Glycol Clay Oriented XRD</i>	93
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan <i>d-spacing</i> dan Penentuan Jenis Mineral Pengujian XRD Perlakuan I	96
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan <i>d-spacing</i> dan Penentuan Jenis Mineral Pengujian XRD Perlakuan II	99
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan <i>d-spacing</i> dan Penentuan Jenis Mineral Pengujian XRD Perlakuan III.....	102
Tabel 4.7. Hasil Analisis <i>Bulk Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD) Sumur F-99.....	103
Tabel 4.8. Hasil Analisis <i>Air Dried Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD) Sumur F-99	104
Tabel 4.9. Hasil Analisis <i>Methylene Blue Test</i> (MBT) Sumur F-99	105
Tabel 4.10. Hasil Analisis <i>Clay Oriented X-Ray Diffraction</i> (XRD) Sumur F-99 Perlakuan I, Perlakuan II, dan Perlakuan III.....	106

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Data <i>Problem</i> Pemboran Sumur F-99.....	120
Lampiran B. Data Sumur F-99 dan Data Pendukung.....	121
Lampiran C. Pengolahan Data	126