

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| RINGKASAN | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Maksud dan Tujuan | 2 |
| 1.4. Metode Penelitian | 2 |
| 1.5. Hasil Penelitian | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN UMUM LAPANGAN | 5 |
| 2.1. Letak Geografis | 5 |
| 2.2. Stratigrafi Sumur | 5 |
| 2.3. Data Sumur | 8 |
| BAB III DASAR TEORI | 9 |
| 3.1. Profil Tekanan Bawah Permukaan | 9 |
| 3.1.1. Tekanan Hidrostatik | 10 |
| 3.1.2. Tekanan <i>Overburden</i> | 11 |
| 3.1.3. Tekanan Rekah Formasi | 12 |
| 3.1.4. Tekanan Pori | 12 |
| 3.1.4.1. Tekanan Pori Normal | 13 |
| 3.1.4.2. Tekanan Pori Abnormal | 14 |
| 3.2. Perhitungan Tekanan Bawah Permukaan | 15 |
| 3.2.1. Perhitungan <i>Overburden</i> | 18 |
| 3.2.2. Perhitungan Tekanan Pori | 20 |
| 3.2.3. Perhitungan Tekanan Rekah | 22 |
| 3.3. Sifat Mekanik Batuan | 26 |

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

| | Halaman |
|---|----------------|
| 3.3.1. Stress dan Strain | 26 |
| 3.3.2. Poisson Ratio | 29 |
| 3.3.3. Modulus Young | 31 |
| 3.4. Aplikasi <i>Rock Mechanics</i> Pada Proses Pemboran | 31 |
| 3.4.1. <i>In-situ Stress</i> | 32 |
| 3.4.2. <i>Shear Failure Gradient</i> | 35 |
| 3.5. <i>Mud Window Concept</i> | 38 |
| 3.6. <i>DrillWork Software</i> | 40 |
| BAB IV KAJIAN <i>TIGHT HOLE</i> DAN <i>LOST CIRCULATION</i> SUMUR | |
| “BRJ-1” DENGAN PENDEKATAN ANALISA GEOMEKANIK | 43 |
| 4.1. Data Pemboran Sumur BRJ-1 | 43 |
| 4.2. Data Yang Diperlukan Untuk Evaluasi <i>Problem</i> Pemboran..... | 43 |
| 4.3. Kajian <i>Problem</i> Pemboran Sumur BRJ-1 | 44 |
| 4.3.1. Pengolahan Data Log dan Data Penunjang Lainnya Menggunakan <i>DrillWork Software</i> | 44 |
| 4.3.2. Evaluasi Penggunaan <i>Mud Weight</i> Pada Pelaksanaan Operasi Pemboran Dan Problem Yang Terjadi..... | 58 |
| 4.3.3. Desain <i>Mud Weight</i> Yang Optimal Pada Program <i>Drillwork</i> <i>Software</i> | 60 |
| BAB V PEMBAHASAN | 63 |
| 5.1 Korelasi Penggunaan <i>Mud Weight</i> Yang Digunakan Dengan Permasalahan Pemboran Yang Ada | 63 |
| 5.2 Desain <i>Mud Window</i> Yang Optimal Untuk Menghindari Permasalahan Pemboran dan Menjaga Kestabilan Lubang Bor | 65 |
| BAB VI KESIMPULAN | 67 |
| DAFTAR PUSTAKA | 68 |
| LAMPIRAN | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| 1.1. Diagram Alir Metode Penelitian | 4 |
| 2.1. Peta Lokasi Sumur BRJ-1 | 5 |
| 2.2. Kolom Stratigrafi Cekungan Jawa Timur | 8 |
| 3.1 Hubungan Tekanan dan Gradien Hidrostatik..... | 11 |
| 3.2. <i>Interval Transit Time vs Depth – Sonic Log</i> | 16 |
| 3.3. <i>Shale Resistivity vs Depth</i> | 17 |
| 3.4. <i>Shale Density vs Depth</i> | 18 |
| 3.5. Skematik Shear Stress dan Normal Stress..... | 27 |
| 3.6. Skematik Strain | 27 |
| 3.7. Skema Diagram Kurva Stress-Strain Batuan | 28 |
| 3.8. Besar Ketiga Stress Utama dan Arah Rekahan | 29 |
| 3.9. Perhitungan Poisson Ratio | 29 |
| 3.10. Kondisi Patahan dan Sifatnya | 34 |
| 3.11. Ilustrasi Safe Mud Window..... | 39 |
| 4.1. Input Data Log Pada <i>DrillWork Software</i> | 44 |
| 4.2. Hasil Input Data Log Pada <i>DrillWork Software</i> | 45 |
| 4.3. Hasil Input Data Log dan Litologi Pada <i>DrillWork Software</i> | 45 |
| 4.4. Hasil Evaluasi Shale Base Line Gamma Ray Log | 46 |
| 4.5. Hasil Perhitungan OBG pada <i>DrillWork Software</i> | 47 |
| 4.6. Hasil Evaluasi <i>Normal Pore Pressure</i> pada Resistivity Log | 49 |
| 4.7. Evaluasi <i>Normal Pore Pressure</i> pada Sonic Log..... | 50 |
| 4.8. Hasil Perhitungan <i>Pore Pressure</i> pada Resistivity Log | 52 |
| 4.9. Hasil Perhitungan <i>Pore Pressure</i> pada Sonic Log..... | 53 |
| 4.10. Plot <i>Fracture Gradient</i> (FG) dari Hasil Perhitungan Poisson Ratio (PR) dengan Menggunakan Metode Brocher | 56 |
| 4.11. Plot <i>Maximum Horizontal Stress</i> dan <i>Minimum Horizontal Stress</i> pada Resistivity Log (kiri) dan Sonic Log (kanan)..... | 57 |

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| 4.12. Plot <i>Shear Failure Gradient</i> pada Resistivity Log (kiri) dan Sonic Log (kanan) | 57 |
| 4.13. <i>Mud Weight Actual</i> pada Sumur BRJ-1 | 60 |
| 4.14. <i>Mud Weight Recommended</i> pada Sumur BRJ-1 | 62 |
| A.1. Profil Sumur BRJ-1 | 72 |
| B.1. <i>Pressure Window</i> Sebelum Ditambah Parameter <i>Shear Failure Gradient</i> .. | 73 |
| B.2. <i>Pressure Window</i> Sesudah Ditambah Parameter <i>Shear Failure Gradient</i> .. | 73 |
| C.1. <i>Mud Weight Actual</i> | 74 |
| C.2. <i>Mud Weight Recommended</i> | 74 |
| D.1. Tampilan Awal Project <i>DrillWork Software</i> | 75 |
| D.2. Input Data Project | 75 |
| D.3. Input Data Sumur | 76 |
| D.4. Import Dataset dari File | 76 |
| D.5. Pilih Dataset yang Ditampilkan | 77 |
| D.6. Basic Log Data | 77 |
| D.7. Create a Dataset | 78 |
| D.8. Informasi Dataset Baru | 78 |
| D.9. Input Nilai Dataset Baru | 79 |
| D.10. <i>Create a Lithologi Column</i> | 79 |
| D.11. Input Informasi Data Lithologi | 80 |
| D.12. Input Data Lithologi | 80 |
| D.13. Tampilan Lithologi pada <i>DrillWork Software</i> | 81 |
| D.14. <i>Create Line Group</i> | 81 |
| D.15. <i>Create Shale Base Line</i> | 82 |
| D.16. Tampilan <i>Shale Base Line</i> pada Gamma Ray Log | 82 |
| D.17. Analisa <i>Overburden Pressure</i> | 83 |

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

| Gambar | Halaman |
|---|----------------|
| D.18. Metode Perhitungan <i>Overburden Pressure</i> | 83 |
| D.19. Input Parameter Perhitungan <i>Overburden Pressure</i> | 84 |
| D.20. Plot Chart Hasil Perhitungan <i>Overburden Pressure</i> | 84 |
| D.21. Analisa <i>Shale Point</i> | 85 |
| D.22. Moted Analisa <i>Shale Point</i> | 85 |
| D.23. Input Parameter Analisa <i>Shale Point</i> | 86 |
| D.24. Plot Hasil Analisa <i>Shale Point</i> pada Resistivity Log | 86 |
| D.25. Filter Hasil Analisa <i>Shale Point</i> | 87 |
| D.26. Metode Filter Hasil Analisa <i>Shale Point</i> | 87 |
| D.27. Input Patameter Filter Hasil Analisa <i>Shale Point</i> | 88 |
| D.28. Plot Filter Hasil Analisa <i>Shale Point</i> pada Resistivity Log | 88 |
| D.29. Plot Filter Hasil Analisa <i>Shale Point</i> pada Sonic Log | 89 |
| D.30. Plot Filter Hasil Analisa <i>Shale Point</i> pada Resistivity Log dan Sonic Log | 89 |
| D.31. <i>Create Line Group</i> | 90 |
| D.32. <i>Create Normal Compaction Trend</i> | 90 |
| D.33. Plot <i>Normal Compaction Trend</i> pada Ressitivity Log | 91 |
| D.34. Analisa <i>Normal Compaction Trend</i> pada Sonic Log | 91 |
| D.35. Metode Analisa <i>Normal Compaction Trend</i> pada Sonic Log | 92 |
| D.36. Input Parameter Analisa <i>Normal Compaction Trend</i> pada Sonic Log..... | 92 |
| D.37. Plot Hasil Analisa <i>Normal Compaction Trend</i> pada Sonic Log | 93 |
| D.38. Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Resistivity Log..... | 93 |
| D.39. Metode Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Resistivity Log | 94 |
| D.40. Input Parameter Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Resistivity Log | 94 |
| D.41. Plot Hasil Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Resistivity Log..... | 95 |
| D.42. <i>Smoothing</i> Hasil Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Resistivity Log | 95 |

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

| Gambar | Halaman |
|---|----------------|
| D.43. Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Sonic Log..... | 96 |
| D.44. Metode Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Sonic Log | 96 |
| D.45. Input Parameter Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Sonic Log..... | 97 |
| D.46. Plot Hasil Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Sonic Log..... | 97 |
| D.47. <i>Smoothing</i> Hasil Analisa <i>Pore Pressure</i> pada Sonic Log..... | 98 |
| D.48. Analisa <i>Fracture Pressure</i> | 98 |
| D.49. Metode Analisa <i>Fracture Pressure</i> | 99 |
| D.50. Input Parameter Analisa <i>Fracture Pressure</i> | 99 |
| D.51. Plot Hasil Analisa <i>Fracture Pressure</i> | 100 |
| D.52. <i>Smoothing</i> Hasil Analisa <i>Fracture Pressure</i> | 100 |
| D.53. Analisa <i>Shear Failure Gradient</i> | 103 |
| D.54. Metode Analisa <i>Shear Failure Gradient</i> | 103 |
| D.55. Input Parameter Analisa <i>Shear Failure Gradient</i> | 102 |
| D.56. Plot Hasil Analisa <i>Shear Failure Gradient</i> | 102 |
| D.57. Plot Hasil Pengolahan Data pada Drillwork..... | 103 |
| D.58. Plot <i>Mud Weight Actual</i> | 103 |
| D.59. Plot <i>Mud Weight Recommended</i> | 104 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|----------------|
| III-1. Daftar Densitas Matriks Batuan dan Fluida Formasi | 19 |
| III-2. Asumsi Harga Poisson Ratio pada Berbagai Litologi..... | 25 |
| III-3. Nilai (t_s/t_c) Berdasarkan Lithologi..... | 30 |
| III-4. Stress Regime pada Berbagai Jenis Patahan | 33 |
| IV-1. Perhitungan Tekanan Overburden..... | 48 |
| IV-2. Perhitungan Tekanan Pori dari Resistivity Log | 51 |
| IV-3. Perhitungan Tekanan Pori dari Sonic Log | 53 |
| IV-4. Perhitungan Tekanan Rekah dengan Poisson Ratio | 54 |
| IV-5. Problem Pada Sumur BRJ-1 | 58 |
| IV-6. Data <i>Mud Weight Actual</i> pada Pemboran Sumur BRJ-1..... | 59 |
| IV-7. Data <i>Mud Weight Recommended</i> pada Pemboran Sumur BRJ-1..... | 62 |
| E-1. Data Density Log pada Kedalaman 5080 ft – 6800 ft..... | 105 |
| E-2. Data Tekanan Overburden pada Kedalaman 5080 ft – 6800 ft..... | 106 |
| E-3. Data <i>Pore Pressure</i> Resistivity Log pada Kedalaman 5080 ft – 6800 ft ... | 108 |
| E-4. Data <i>Pore Pressure Sonic Log</i> pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft..... | 110 |
| E-5. Data <i>Fracture Pressure</i> Resistivity Log pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft | 112 |
| E-6. Data <i>Fracture Pressure Sonic Log</i> pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft | 114 |
| E-7. Data <i>Cohesive Strength & Friction Angle</i> pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft | 115 |
| E-8. Data Poisson Ratio Metode Brocher pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft ... | 117 |
| E-9. Data Poisson Ratio Metode Zoback dan Castagna pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft | 118 |
| E-10. Data Poisson Ratio Metode Brocher pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft ... | 120 |
| E-11. Data <i>In-Situ Stress</i> Sonic Log pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft..... | 121 |
| E-12. Data <i>In-Situ Stress</i> Resistivity Log pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft..... | 123 |
| E-13. Data <i>Shear Failure Gradient</i> pada kedalaman 5080 ft – 6800 ft..... | 124 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|----------------|
| A. Final Well Report..... | 71 |
| B. <i>Pressure Window</i> Sumur BRJ-1 | 74 |
| C. <i>Mud Window</i> Sumur BRJ-1 | 75 |
| D. Tutorial <i>Drillwork Software</i> | 76 |
| E. Hasil Pengolahan Data <i>Drillwork Software</i> | 105 |
| F. Legenda | 127 |