

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                    | i              |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....               | ii             |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> ..... | iii            |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....              | iv             |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                   | v              |
| <b>RINGKASAN</b> .....                        | vi             |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                       | vii            |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                    | xi             |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                     | xiii           |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                | 1              |
| 1.1. Latar Belakang .....                     | 1              |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                    | 2              |
| 1.3. Maksud dan Tujuan.....                   | 2              |
| 1.3.1. Maksud .....                           | 2              |
| 1.3.2. Tujuan .....                           | 3              |
| 1.4. Metodologi Penelitian .....              | 3              |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....              | 5              |
| <b>BAB II TINJAUAN LAPANGAN</b> .....         | 7              |
| 2.1. Letak Geografis Lapangan .....           | 7              |
| 2.2. Geologi Lapangan .....                   | 8              |
| 2.2.1. Struktur Geologi Regional .....        | 13             |
| 2.2.2. Tektonostratigrafi .....               | 17             |
| 2.3. Sejarah Lapangan .....                   | 20             |
| 2.4. Stratigrafi Regional .....               | 21             |
| 2.4.1. Alluvial .....                         | 31             |
| 2.4.2. Formasi Lidah .....                    | 31             |
| 2.4.3. Formasi Kawengan Anggota Mundu .....   | 31             |

**DAFTAR ISI**  
**(lanjutan)**

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 2.4.4. Formasi Kawengan Anggota Ledok .....                      | 32             |
| 2.4.5. Formasi Wonocolo .....                                    | 32             |
| 2.4.6. Formasi Ngrayong .....                                    | 33             |
| 2.4.7. Formasi Tuban .....                                       | 33             |
| 2.5. Data Sumur .....  | 35             |
| <b>BAB III DASAR TEORI .....</b>                                 | <b>38</b>      |
| 3.1. Sifat Mekanika Batuan .....                                 | 38             |
| 3.1.1. <i>Stress dan Strain</i> .....                            | 38             |
| 3.1.2. <i>Rock Strength Properties</i> .....                     | 41             |
| 3.1.2.1. <i>Friction Angle</i> .....                             | 41             |
| 3.1.2.2. Teori Mohr .....  | 44             |
| 3.1.3. <i>Rock Elastic Properties</i> .....                      | 45             |
| 3.1.3.1. <i>Poisson's Ratio</i> .....                            | 46             |
| 3.1.3.2. <i>Young's Modulus</i> .....                            | 49             |
| 3.1.4. <i>Brittleness Index</i> .....                            | 50             |
| 3.1.5. <i>Fracability Index</i> .....                            | 53             |
| 3.1.6. Aplikasi <i>Rock Mechanics</i> pada Proses Pemboran ..... | 54             |
| 3.1.6.1. <i>Minimum Horizontal Stress</i> .....                  | 56             |
| 3.1.6.2. <i>Maximum Horizontal Stress</i> .....                  | 58             |
| 3.1.7. <i>Shear Failure Gradient</i> .....                       | 59             |
| 3.2. Profil Tekanan Bawah Permukaan .....                        | 62             |
| 3.2.1. Tekanan Hidrostatik .....                                 | 62             |
| 3.2.2. Tekanan <i>Overburden</i> .....                           | 65             |
| 3.2.3. Tekanan Pori .....  | 65             |
| 3.2.3.1. Tekanan Pori Normal .....                               | 66             |
| 3.2.3.2. Tekanan Pori Abnormal .....                             | 67             |

**DAFTAR ISI**  
**(lanjutan)**

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 3.2.3.2.1. Tekanan Formasi Sub-Normal .....          | 67             |
| 3.2.3.2.2. Tekanan Formasi <i>Overpressure</i> ..... | 67             |
| 3.2.3.2.2.1. <i>Loading Mechanism</i> .....          | 68             |
| 3.2.3.2.2.2. <i>Unloading Mechanism</i> ..           | 70             |
| 3.3. Penentuan Tekanan Bawah Permukaan .....         | 71             |
| 3.3.1. Perhitungan Tekanan <i>Overburden</i> .....   | 72             |
| 3.3.2. Perhitungan Tekanan Pori .....                | 73             |
| 3.3.3. Perhitungan Tekanan Rekah .....               | 75             |
| 3.3.4. <i>Leak Off Test</i> .....                    | 77             |
| 3.4. <i>Wireline Logging</i> .....                   | 78             |
| 3.4.1. <i>Gamma Ray Log Analysis</i> .....           | 79             |
| 3.4.2. <i>Resistivity Log Analysis</i> .....         | 81             |
| 3.4.3. <i>Sonic Log Analysis</i> .....               | 83             |
| 3.4.4. <i>Density Log Analysis</i> .....             | 86             |
| 3.5. <i>Hole Problem</i> .....                       | 89             |
| 3.5.1. <i>Loss Circulation</i> .....                 | 89             |
| 3.5.1.1. Penyebab <i>Loss Circulation</i> .....      | 89             |
| 3.5.1.1.1. Faktor Mekanis .....                      | 89             |
| 3.5.1.1.2. Faktor Formasi .....                      | 90             |
| 3.5.1.2. Pencegahan <i>Loss Circulation</i> .....    | 91             |
| 3.5.1.3. Jenis-Jenis <i>Loss Circulation</i> .....   | 92             |
| 3.5.1.3.1. <i>Seepage Loss</i> .....                 | 92             |
| 3.5.1.3.2. <i>Partial Loss</i> .....                 | 92             |
| 3.5.1.3.3. <i>Complete Loss</i> .....                | 93             |
| 3.5.2. <i>Well Kick dan Blow Out</i> .....           | 93             |
| 3.5.2.1. Penyebab <i>Well Kick</i> .....             | 93             |

**DAFTAR ISI**  
**(lanjutan)**

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 3.5.2.2. Penanggulangan <i>Well Kick</i> .....  | 95             |
| 3.6. <i>Mud Window Concept</i> .....  | 96             |
| 3.7. <i>Drillwork Software</i> .....  | 97             |
| <b>BAB IV PERENCANAAN ULANG <i>MUD WEIGHT</i> UNTUK MENGATASI<br/><i>PROBLEM LOSS CIRCULATION</i> .....</b> | <b>100</b>     |
| 4.1. Data Sumur KMS-001 .....   | 100            |
| 4.2. Analisa Geomekanik Menggunakan <i>Drillwork Software</i> .....   | 101            |
| 4.2.1. Input Data Log .....   | 101            |
| 4.2.2. Analisa <i>Shale Line</i> Pada <i>Gamma Ray</i> .....  | 102            |
| 4.2.3. Penentuan <i>Overburden Gradient</i> .....   | 104            |
| 4.2.4. Penentuan <i>Pore Pressure</i> .....   | 108            |
| 4.2.5. Penentuan <i>Rock Mechanics</i> .....  | 109            |
| 4.2.6. Penentuan <i>Fracture Pressure</i> .....   | 112            |
| 4.2.7. Penentuan <i>Minimum</i> dan <i>Maximum Horizontal Stress</i> ...                                    | 116            |
| 4.2.8. Penentuan <i>Shear Failure Gradient</i> .....  | 119            |
| 4.3. Analisa <i>Problem</i> Terhadap Penggunaan <i>Mud Weight</i> Pada Sumur<br>KMS-001 .....               | 123            |
| 4.4. Evaluasi dan Rekomendasi Rencana <i>Mud Weight</i> Optimal .....                                       | 124            |
| <b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>   | <b>129</b>     |
| <b>BAB VI KESIMPULAN .....</b>  | <b>138</b>     |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>139</b>     |
| <b>LAMPIRAN .....</b>   | <b>142</b>     |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b>  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 1.1. Diagram Alir Analisa Geomekanik .....   | 6              |
| 2.1. Peta Lokasi Sumur KMS-001 .....   | 7              |
| 2.2. Penampang Formasi Tuban ( <i>Reefal-Carbonate Build-Up</i> ) .....  | 8              |
| 2.3. Kerangka Geologi Cekungan Jawa Timur Utara .....  | 10             |
| 2.4. Peta Fisiografi Jawa Timur .....  | 12             |
| 2.5. Pola Struktur Pulau Jawa .....  | 18             |
| 2.6. Fase Tektonik <i>Prerift</i> dan <i>Synrift</i> .....   | 19             |
| 2.7. Fase Tektonik <i>Posrift</i> .....  | 20             |
| 2.8. Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Timur .....  | 22             |
| 3.1. Skematik <i>Strain</i> .....  | 39             |
| 3.2. Besar Ketiga <i>Stress</i> Utama dan Arah Rekahan .....   | 40             |
| 3.3. Diagram Mohr-Coulomb Criterion .....  | 42             |
| 3.4. <i>Crossplot</i> Antara <i>Vgrain</i> (Porositas Efektif Batuan) Terhadap Besarnya<br>Sudut Derajat ( <i>Friction Angle</i> ) ..... | 44             |
| 3.5. Material Pengisi Batupasir .....  | 46             |
| 3.6. Perhitungan <i>Poisson's Ratio</i> .....  | 47             |
| 3.7. Pengukuran <i>Uniaxial Loading Test</i> Pada <i>Sample Core</i> Batuan .....  | 49             |
| 3.8. Kondisi Patahan dan Sifatnya .....  | 55             |
| 3.9. Tekanan Hidrostatik .....   | 64             |
| 3.10. <i>Basic Wellbore Pressure</i> .....   | 66             |
| 3.11. Karakteristik Pengamatan <i>Wireline Log</i> Pada <i>Loading Mechanism</i> .....   | 69             |
| 3.12. Karakteristik Pengamatan <i>Wireline Log</i> Pada <i>Unloading Mechanism</i> .....   | 71             |
| 3.13. <i>Typical Recording of Leak Off Test</i> .....  | 78             |
| 3.14. Defleksi <i>Gamma Ray Log</i> .....  | 80             |
| 3.15. Defleksi <i>Resistivity Log</i> .....  | 82             |
| 3.16. Defleksi <i>Sonic Log</i> .....  | 84             |
| 3.17. <i>Interval Transit Time VS Depth</i> Pada <i>Sonic Log</i> .....  | 85             |

**DAFTAR GAMBAR**  
**(lanjutan)**

| <b>Gambar</b>  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 3.18. Konfigurasi Peralatan <i>Density Log</i> .....   | 86             |
| 3.19. <i>Shale Density VS Depth</i> .....  | 88             |
| 3.20. <i>Mud Weight Window Concept</i> .....   | 97             |
| 4.1. <i>Input Project</i> Pada <i>Drillwork Software</i> .....   | 102            |
| 4.2. Hasil <i>Input Data Log</i> ( <i>Gamma Ray Log, Sonic Log, dan Density Log</i> ) ...              | 103            |
| 4.3. Hasil Evaluasi <i>Shale Line</i> Pada <i>Gamma Ray Log</i> .....                                  | 105            |
| 4.4. Hasil <i>Overburden Gradient</i> Pada <i>Drillwork Software</i> .....                             | 107            |
| 4.5. Hasil Penarikan <i>Normal Compaction Trend</i> Pada <i>Sonic Log</i> .....                        | 110            |
| 4.6. Hasil <i>Pore Pressure</i> Dengan Metode Eaton .....  | 111            |
| 4.7. Perbandingan Hasil <i>Fracture Pressure</i> Dengan Berbagai Metode .....                          | 114            |
| 4.8. Hasil <i>Fracture Pressure</i> Dengan Metode Eaton .....  | 115            |
| 4.9. Plot Hasil <i>Shmin</i> dan <i>SHmax</i> VS Kedalaman .....                                       | 118            |
| 4.10. Hasil <i>Shear Failure Gradient</i> Menggunakan Metode Modified Lade<br><i>Criteration</i> ..... | 120            |
| 4.11. Nilai <i>Mud Weight</i> Sumur KMS-001 .....  | 125            |
| 4.12. <i>Safe Mud Window</i> Rekomendasi Sumur KMS-001 .....   | 127            |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>  | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| II-1 <i>Prognosis Depth VS Actual Depth</i> .....   | 30             |
| II-2 <i>Size, Depth, dan Type Casing</i> Sumur KMS-001 .....                                    | 35             |
| II-3 <i>Drilling Fluid Properties</i> Sumur KMS-001 .....                                       | 35             |
| II-4 Data <i>Max Overpressure</i> dan <i>Leak Off Test</i> Sumur KMS-001 .....                  | 36             |
| II-5 <i>Problem</i> Pemboran Sumur KMS-001 .....  | 37             |
| III-1 Klasifikasi Sifat Batuan Berdasarkan <i>Brittleness</i> .....                             | 51             |
| III-2 Klasifikasi Nilai <i>Brittleness Index</i> Berdasarkan <i>Biot's Coefficient</i> .....    | 52             |
| III-3 Klasifikasi Sifat Batuan Berdasarkan <i>Fracability Index</i> .....                       | 53             |
| III-4 <i>Stress Regime</i> Pada Berbagai Jenis Patahan .....                                    | 54             |
| III-5 Densitas Matriks Batuan dan Fluida Formasi .....  | 73             |
| III-6 Asumsi Harga <i>Poisson's Ratio</i> Pada Berbagai Litologi .....                          | 76             |
| III-7 Harga Densitas Matriks Batuan .....   | 88             |
| IV-1 Data Penggunaan <i>Casing</i> .....  | 101            |
| IV-2 Hasil Perhitungan <i>Vclay</i> .....   | 104            |
| IV-3 Hasil Perhitungan <i>Overburden Pressure</i> Secara Manual .....                           | 106            |
| IV-4 Hasil Perhitungan <i>Pore Pressure</i> Secara Manual Menggunakan<br>Metode Eaton .....     | 109            |
| IV-5 Hasil Perhitungan <i>Fracture Pressure</i> Secara Manual Menggunakan<br>Metode Eaton ..... | 113            |
| IV-6 Hasil Perhitungan <i>Minimum Horizontal Stress</i> Secara Manual .....                     | 117            |
| IV-7 Hasil Perhitungan <i>Maximum Horizontal Stress</i> Secara Manual .....                     | 118            |
| IV-8 Hasil Perhitungan <i>Shear Failure Gradient</i> Secara Manual .....                        | 122            |
| IV-9 <i>Mud Weight Actual</i> Sumur KMS-001 .....   | 123            |
| IV-10 Masalah Pemboran Pada Sumur KMS-001 .....   | 124            |
| IV-11 Nilai <i>Mud Weight Actual</i> Sumur KMS-001 .....  | 126            |
| IV-12 Nilai <i>Mud Weight</i> Rekomendasi Sumur KMS-001 .....                                   | 127            |