

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
PRAKATA	v
RINGKASAN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi Penelitian dan Tinjauan Lapangan	3
1.5.1 Stratigrafi Cekungan Sumatera Utara.....	4
1.5.2 Tektonik Regional.....	8
1.5.3 <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatera Utara	10
1.6 Luaran Penelitian.....	12
1.7 Manfaat Penelitian.....	13
BAB II LANDASAN TEORI.....	14
2.1 Pendahuluan Directional Drilling.....	14
2.1.1. Definisi dan Bagian Pada <i>Directional Drilling</i>	14
2.1.2. Alasan – Alasan Dilakukannya <i>Directional Drilling</i>	16
2.1.3. Tipe – Tipe Pembelokan Pada <i>Directional Drilling</i>	19
2.1.4. Metode-Metode Perhitungan <i>Well Profile Directional Drilling</i>	25

2.1.4.1. Metode <i>Tangential</i>	25
2.1.4.2. Metode <i>Balanced Tangential</i>	26
2.1.4.3. Metode <i>Angle Averaging</i>	27
2.1.4.4. Metode <i>Radius of Curvature</i>	28
2.1.4.5. Metode <i>Minimum of Curvature</i>	29
2.1.5. Perencanaan <i>Build and Hold Directional Drilling</i> Metode <i>Radius of Curvature</i>	30
2.1.5.1. Proyeksi Vertikal	30
2.1.5.2. Proyeksi Horizontal	31
2.1.5.3. Proyeksi Tiga Dimensi.....	33
2.2. Peralatan Pemboran Berarah.....	42
2.2.1. <i>Badger Bit</i>	42
2.2.2. <i>Spud Bit</i>	44
2.2.3. <i>Knuckle Joint</i>	45
2.2.4. <i>Whipstock</i>	46
2.2.5. <i>Bent Sub</i>	47
2.2.6. <i>Positive Displacement Motor</i>	48
2.2.7. <i>Rotary Steerable System (RSS)</i>	51
2.2.8. <i>Non Magnetic Drill Collar</i>	53
2.2.9. <i>Stabilizer</i>	53
2.2.10. <i>Bottom Hole Assembly</i> Pada Pemboran Berarah	55
2.2.11. Konsep <i>Fulcrum</i>	58
2.2.12. Konsep <i>Pendulum</i>	60
2.2.13. Konsep Stabilisasi	61
2.3. Desain <i>Drillstring</i> Pemboran Berarah	63
2.3.1. Mekanika <i>Drillstring</i>	64
2.3.2. Komponen <i>Drillstring</i>	66
2.4. Parameter Perencanaan <i>Drillstring</i> Pada <i>Directional Drilling</i>	73
2.4.1. Beban Yang Ditahan <i>Drillstring</i>	73
2.4.2. <i>BHA Directional Tendency Behavior</i>	82
2.5. <i>DD Plan Software</i>	87
2.5.1. <i>C Software</i>	87
2.5.2. <i>WP Software</i>	88

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	90
3.1. Metode Penelitian	90
3.2. Tahapan Penelitian	90
BAB IV PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA	93
4.1. Analisis Data dan Perencanaan <i>Well Trajectory Profile</i>	93
4.1.1. Analisis Data Untuk Perencanaan <i>Well Trajectory Profile</i>	93
4.1.2. Analisis Data Usulan <i>Directional Drilling</i> Untuk Sumur ERK-03 ..	93
4.1.3. Analisis Data <i>Subsurface</i>	95
4.1.4. Analisis Data <i>Pressure Profile</i>	95
4.1.5. Perencanaan <i>Well Trajectory</i>	97
4.1.6. Analisa Data <i>Subsurface Drilling Target</i>	97
4.1.7 Analisis <i>Well Trajectory Profile</i>	101
4.1.8. Analisis <i>Collision Avoidance</i>	112
4.2. Analisis dan Perencanaan <i>Drillstring</i> dan <i>Bottom Hole Assembly</i>	116
4.2.1. Analisis Data Untuk Perencanaan <i>Drillstring</i> dan <i>Bottom Hole Assembly</i>	116
4.2.2.1. Perencanaan Banyak <i>Drill Collar</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	119
4.2.2.2. Perencanaan Komponen <i>Drillstring</i> dan BHA 17 ½” <i>Hole Section</i>	119
4.2.2.3. Perencanaan Banyak <i>Drill Collar</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	123
4.2.2.4. Perencanaan Komponen <i>Drillstring</i> dan BHA 12 ¼” <i>Hole Section</i>	124
4.2.2.5. Perencanaan Banyak <i>Drill Collar</i> Pada 8 ½” <i>Hole Section</i>	129
4.2.2.5. Perencanaan Komponen <i>Drillstring</i> dan BHA 8 ½” <i>Hole Section</i>	130
4.2.3. Analisa Beban Yang Ditahan <i>Drillstring</i> dan <i>Bottom Hole Assembly</i>	135
4.2.3.1 Beban Yang Ditahan Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	136
4.2.3.2 Beban Yang Ditahan Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	138
4.2.3.3 Beban Yang Ditahan Pada 8 ½” <i>Hole Section</i>	141
4.2.3.4. Analisis Hasil Modul <i>Torque and Drag</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	145

4.2.3.5. Analisis Hasil Modul <i>Torque and Drag</i> Pada 12 ¼” Hole <i>Section</i>	160
4.2.3.6. Analisis Hasil Modul <i>Torque and Drag</i> Pada 8 ½” Hole <i>Section</i>	171
BAB V PEMBAHASAN	209
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	212
6.1. Kesimpulan	212
6.2. Saran	213
DAFTAR PUSTAKA	214
LAMPIRAN	217

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Sumur ERK - 03.....	4
Gambar 1. 2 Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Utara (Padjadjaran Geoscience Journal,2017).....	5
Gambar 1. 3.Penampang struktur regional Cekungan Sumatra Utara (Dimodifikasi dari Barber dan Crow, 2005).....	9
Gambar 1. 4 Perkembangan tektonik regional Cekungan Sumatra Utara (Dimodifikasi dari Davies, 1984).....	10
Gambar 2. 1 <i>Directional Drilling</i> Karena Formasi Produktif Terletak di Bawah Sungai/Paya.....	17
Gambar 2. 2 <i>Directional Drilling</i> Karena Formasi Produktif Terletak di Bawah Perkotaan	17
Gambar 2. 3 <i>Directional Drilling</i> Karena <i>Salt Dome</i>	18
Gambar 2. 4 <i>Directional Drilling</i> Karena <i>Fault</i>	18
Gambar 2. 5 Pemboran dengan <i>Cluster System</i>	19
Gambar 2. 6. <i>Relief Well</i>	19
Gambar 2. 7 Menghindari Garis Batas di Permukaan	19
Gambar 2. 8 Pemboran Menyimpang dari Garis Lurus	19
Gambar 2. 9 Tipe Belok Pada <i>Directional Drilling</i>	20
Gambar 2. 10 <i>Build and Hold Type (J-Type)</i>	21
Gambar 2. 11 <i>Build, Hold, and Drop Type (S-Type)</i>	22
Gambar 2. 12 <i>Build, Hold, Partial Drop, and Hold (Modified S-Type)</i>	22
Gambar 2. 13 <i>Continous Build</i>	23
Gambar 2. 14 <i>Horizontal Single-curve</i>	24
Gambar 2. 15 <i>Horizontal Double-curve</i>	24
Gambar 2. 16 <i>Complex Wells</i>	25
Gambar 2. 17 Metode <i>Tangential</i>	26
Gambar 2. 18 . Metode <i>Balanced Tangential</i>	27
Gambar 2. 19 Metode <i>Radius of Curvature</i>	29
Gambar 2. 20 Metode <i>Minimum of Curvature</i>	30
Gambar 2. 21 Geometri <i>Well Path Build and Hold Trajectory</i>	31
Gambar 2. 22 Proyeksi Horizontal.....	32
Gambar 2. 23. Pola Arah Kuadran dan Pengukuran Kompas	33
Gambar 2. 24 Lokasi Permukaan Bumi Berdasarkan Koordinat Geografis	34
Gambar 2. 25 Diagram Koreksi Untuk <i>Survey Azimuth</i>	36
Gambar 2. 26 Konsep <i>Inclination-Azimuth-Toolface 3D Model</i>	36
Gambar 2. 27 Ilustrasi Ideal <i>Magnetic Toolface</i>	38
Gambar 2. 28 Hubungan Antara GTF dan <i>Wellbore Azimuth</i>	39

Gambar 2. 29 <i>Build/Turn Curves</i>	40
Gambar 2. 30 <i>Dogleg/Toolface Curves</i>	41
Gambar 2. 31 <i>Optimum Align</i>	42
Gambar 2. 32 <i>Hold Tool</i>	42
Gambar 2. 33 <i>Nudge Tools</i>	42
Gambar 2. 34 <i>Badger Bit</i>	43
Gambar 2. 35 <i>Spud Bit</i>	45
Gambar 2. 36 <i>Knuckle Joint</i>	46
Gambar 2. 37 <i>Whipstock</i>	46
Gambar 2. 38 <i>Bent Sub</i>	47
Gambar 2. 39 <i>Positive Displacement Motor</i>	48
Gambar 2. 40 Rangkaian <i>Rotary Steerable System</i>	53
Gambar 2. 41 <i>Stabilizer</i>	54
Gambar 2. 42 Penempatan <i>Stabilizer</i> Konsep <i>Fulcrum</i>	59
Gambar 2. 43 Konsep <i>Fulcrum</i>	59
Gambar 2. 44 Penempatan <i>Stabilizer</i> Untuk Konsep <i>Pendulum</i>	61
Gambar 2. 45 Konsep <i>Pendulum</i>	61
Gambar 2. 46 Penempatan <i>Stabilizer</i> untuk Konsep <i>Stabilisasi</i>	62
Gambar 2. 47 Konsep <i>Stabilisasi</i>	63
Gambar 2. 48 Peristiwa <i>Bouyancy</i>	65
Gambar 2. 49 Sistem Kode Warna API Untuk Klasifikasi <i>Drill Pipe</i>	70
Gambar 2. 50 Tension Pada <i>Drillstring</i>	74
Gambar 2. 51 BHA <i>Directional Tendency Behavior</i>	83
Gambar 2. 52 Ilustrasi <i>Vibrational Mode</i> Pada BHA.....	86
Gambar 2. 53 Interface <i>C Software</i>	88
Gambar 2. 54 Interface <i>WP Software</i>	89
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	92
Gambar 4. 1 <i>Equivalent Mud Weight</i> Untuk Sumur ERK-01 Berdasarkan Data Sumur Referensi.....	96
Gambar 4. 2 <i>Pressure Window</i> Untuk Sumur ERK-01 Berdasarkan Data Sumur Referensi	96
Gambar 4. 3 <i>Subsurface Drilling Target</i> KF-N1	100
Gambar 4. 4 <i>Subsurface Drilling Target</i> KF-N2	100
Gambar 4. 5 <i>3D View Well Trajectory Profile</i> Sumur ERK-01	106
Gambar 4. 6 <i>Section View Well Trajectory Profile</i> Sumur ERK-01	106
Gambar 4. 7 <i>Plan View Well Trajectory Profile</i> Sumur ERK-01	107
Gambar 4. 8 <i>Well Schematic</i> Sumur ERK-01	107
Gambar 4. 9 <i>Survey Plan</i> Sumur ERK-01	108
Gambar 4. 10 <i>Section View Well Trajectory Profile</i> Sumur ERK-01 Menggunakan Pendekatan <i>Minimum of Curvature Method</i>	110
Gambar 4. 11 <i>Plan View Well Trajectory Profile</i> Sumur ERK-01 Menggunakan Pendekatan <i>Minimum of Curvature Method</i>	110

Gambar 4. 12 Analisis <i>Collision Avoidance</i>	112
Gambar 4. 13. 3D <i>View Collision Avoidance</i>	114
Gambar 4. 14 <i>Spider Plot Collision Avoidance</i>	114
Gambar 4. 15 <i>Ladder View</i>	116
Gambar 4. 16 <i>Separation Factor</i>	116
Gambar 4. 17 BHA Schematic 17 ½” <i>Hole Section</i>	120
Gambar 4. 18 BHA Schematic 12 ¼” <i>Hole Section</i>	125
Gambar 4. 19 BHA Schematic 8 ½” <i>Hole Section</i>	131
Gambar 4. 20 Grafik <i>Tension Load Trayek</i> 17 ½” <i>Hole Section</i>	137
Gambar 4. 21 Grafik <i>Tension Load Trayek</i> 12 ¼” <i>Hole Section</i>	141
Gambar 4. 22 Grafik <i>Tension Load Trayek</i> 8 ½” <i>Hole Section</i>	144
Gambar 4. 23 <i>Effective Tension Plot</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	148
Gambar 4. 24 <i>Minimum WOB Plot</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	149
Gambar 4. 25 <i>Fatigue Plot</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	151
Gambar 4. 26 <i>Torque Plot</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	153
Gambar 4. 27 <i>Side Force Plot</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	155
Gambar 4. 28 <i>Slack off and Pick Up Plot</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	157
Gambar 4. 29 <i>String Summary</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	159
Gambar 4. 30 <i>Effective Tension Plot</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	162
Gambar 4. 31 <i>Minimum WOB Plot</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	163
Gambar 4. 32 <i>Fatigue Plot</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	165
Gambar 4. 33 <i>Torque Plot</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	166
Gambar 4. 34 <i>Side Force Plot</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	168
Gambar 4. 35 <i>Slack Off and Pick Up Plot</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	169
Gambar 4. 36 <i>String Summary</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	170
Gambar 4. 37. <i>Effective Tension Plot</i> Pada 8-1/2” <i>Hole Section</i>	173
Gambar 4. 38 <i>Minimum WOB Plot</i> Pada 8-1/2” <i>Hole Section</i>	174
Gambar 4. 39 <i>Fatigue Plot</i> Pada 8-1/2” <i>Hole Section</i>	176
Gambar 4. 40 <i>Torque Plot</i> Pada 8-1/2” <i>Hole Section</i>	178
Gambar 4. 41 <i>Side Force Plot</i> Pada 8-1/2” <i>Hole Section</i>	179
Gambar 4. 42 <i>Slack Off and Pick Up Plot</i> Pada 8-1/2” <i>Hole Section</i>	180
Gambar 4. 43 <i>String Summary</i> Pada 8-1/2” <i>Hole Section</i>	182
Gambar 4. 44 <i>Displacement Plot</i> Pada 17-1/2” <i>Hole Section</i>	185
Gambar 4. 45 <i>Side Force Plot</i> Pada 17-1/2” <i>Hole Section</i>	186
Gambar 4. 46 <i>Profile Plot</i> Pada 17-1/2” <i>Hole Section</i>	187
Gambar 4. 47 <i>Vertical Section Plot</i> Pada 17-1/2” <i>Hole Section</i>	188
Gambar 4. 48. <i>Position Vibration Plot</i> 60 RPM Pada 17-1/2” <i>Hole Section</i>	189
Gambar 4. 49 <i>Resultant Stress Plot</i> 60 RPM Pada 17-1/2” <i>Hole Section</i>	191
Gambar 4. 50 <i>Displacement Plot</i> Pada 12-1/4” <i>Hole Section</i>	193
Gambar 4. 51 <i>Side Force Plot</i> Pada 12-1/4” <i>Hole Section</i>	194
Gambar 4. 52 <i>Profile Plot</i> Pada 12-1/4” <i>Hole Section</i>	196
Gambar 4. 53 <i>Vertical Section Plot</i> Pada 8 ½” <i>Hole Section</i>	197

Gambar 4. 54 <i>Position Vibration Plot</i> 60 RPM Pada 12-1/4" Hole Section	198
Gambar 4. 55 <i>Resultant Stress Plot</i> 60 RPM Pada 12 1/4" Hole Section.....	199
Gambar 4. 56. <i>Displacement Plot</i> Pada 8 1/2" Hole Section	202
Gambar 4. 57 <i>Side Force Plot</i> Pada 8 1/2" Hole Section	203
Gambar 4. 58 <i>Profile Plot</i> Pada 8-1/2" Hole Section.....	204
Gambar 4. 59 <i>Vertical Section Plot</i> Pada 8-1/2" Hole Section.....	205
Gambar 4. 60 <i>Position Vibration Plot</i> 60 RPM Pada 8-1/2" Hole Section	206
Gambar 4. 61 <i>Resultant Stress Plot</i> 60 RPM Pada 8 1/2" Hole Section.....	208

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran dan Berat <i>Drill Pipe</i> Yang Umum Digunakan	67
Tabel 2. 2 Data Ukuran dan Berat HWDP Yang Umum Digunakan.....	67
Tabel 2. 3 Range Panjang <i>Drill Pipe</i>	68
Tabel 2. 4 <i>Yield</i> dan <i>Tensile Stress</i> Pada <i>Grade Drill Pipe</i>	69
Tabel 2. 5 Standar API Spesifikasi <i>Drill Pipe Premium Class</i>	76
Tabel 4. 1 Estimasi <i>Top & Bottom Formation</i> Sumur ERK-03	95
Tabel 4. 2 Tabulasi Sistem Koordinat.....	97
Tabel 4. 3 Tabulasi Informasi Target Utama	99
Tabel 4. 4 Tabulasi Informasi Target Sekunder	99
Tabel 4. 5 Tabulasi <i>Borehole Geometry</i> dan <i>Casing Setting Depth</i>	103
Tabel 4. 6 Tabulasi Data <i>Planned Wellpath</i> Untuk Sumur ERK-03.....	109
Tabel 4. 7 Tabulasi Hasil Perencanaan <i>Well Trajectory Shape</i>	111
Tabel 4. 8 Ringkasan <i>End of Well Report</i> Sumur ERK-03 (DDEOWR Sumur ERK-02, 2024).....	118
Tabel 4. 9 <i>Drill Collar Design</i> Trayek 17 ½”	119
Tabel 4. 10 Komponen <i>Primary Drillstring & BHA 17 ½” Hole Section</i>	120
Tabel 4. 11 <i>Drill Collar Design</i> Trayek 12 ¼”	123
Tabel 4. 12 Komponen <i>Primary Drillstring & BHA 12 ¼” Hole Section</i>	125
Tabel 4. 13 <i>Drill Collar Design</i> Trayek 8 ½”	130
Tabel 4. 14 Komponen <i>Primary & BHA 8 ½” Hole Section</i>	131
Tabel 4. 15 Tabulasi <i>Drill Pipe</i> Parameter Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	136
Tabel 4. 16 <i>Tension Load at Top</i> dan <i>Bottom</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	137
Tabel 4. 17 Perhitungan <i>Tension Load</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	137
Tabel 4. 18 <i>Tension Load Summary</i> Pada 17 ½” <i>Hole Section</i>	137
Tabel 4. 19 Tabulasi <i>Drill Pipe</i> Parameter Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	139
Tabel 4. 20 <i>Tension Load at Top</i> dan <i>Bottom</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	140
Tabel 4. 21 Perhitungan <i>Tension Load</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	140
Tabel 4. 22 <i>Tension Load Summary</i> Pada 12 ¼” <i>Hole Section</i>	140
Tabel 4. 23 Tabulasi <i>Drill Pipe</i> Parameter Pada 8 ½” <i>Hole Section</i>	143
Tabel 4. 24 <i>Tension Load at Top</i> dan <i>Bottom</i> Pada 8 ½” <i>Hole Section</i>	143
Tabel 4. 25 Perhitungan <i>Tension Load</i> Pada 8 ½” <i>Hole Section</i>	144
Tabel 4. 26 <i>Tension Load Summary</i> Pada 8 ½” <i>Hole Section</i>	144
Tabel 4. 27 <i>Torque & Drag Input</i> Parameter Untuk 17 ½” <i>Hole Section</i>	146
Tabel 4. 28 <i>Torque & Drag Input</i> Parameter Untuk 12 ¼” <i>Hole Section</i>	161
Tabel 4. 29 <i>Torque & Drag Input</i> Parameter Untuk 8 ½” <i>Hole Section</i>	172
Tabel 4. 30 <i>BHA Dynamics Input Parameter</i> Untuk 17-1/2” <i>Hole Section</i>	184
Tabel 4. 31 <i>BHA Dynamics Input Parameter</i> Untuk 12 ¼” <i>Hole Section</i>	192
Tabel 4. 32 <i>BHA Dynamics Input Parameter</i> Untuk 8 ½” <i>Hole Section</i>	201

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1. Data Sumur Usulan	218
Lampiran B.1. Laporan Hasil Desain Profil Sumur	220
Lampiran C.1. Hasil Perhitungan <i>Rig Capacity</i>	220

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN		Halaman
BUR	<i>Build-Up Rate</i>	40
BHA	<i>Bottomhole Assembly</i>	2
DD	<i>Directional Drilling</i>	3
DLS	<i>Dogleg Severity</i>	17
E	<i>East</i>	93
EOB	<i>End Of Build</i>	16
GL	<i>Ground Level</i>	93
KOP	<i>Kick-Off Point</i>	14
LWD	<i>Logging While Drilling</i>	52
MWD	<i>Measurement While Drilling</i>	52
MD	<i>Measured Depth</i>	14
N	<i>North</i>	93
PPFG	<i>Pore Pressure Fracture Gradient</i>	3
RKB	<i>Rotary Kelly Bushing</i>	93
RPM	<i>Rotation Per Minutes</i>	56
ROP	<i>Rate Of Penetration</i>	55
RSS	<i>Rotary Steerable System</i>	51
SG	<i>Spesific Gravity</i>	73
WOB	<i>Weight On Bit</i>	55
LAMBANG		
α	<i>Inclination Angle</i>	15
ft	<i>Feet</i>	25
<i>m</i>	<i>Meter</i>	17
°	<i>Degree</i>	17
"	<i>Inch</i>	58