

## EVALUASI LINTASAN PEMBORAN BERARAH DENGAN BERBAGAI METODE PADA SUMUR A-25 LAPANGAN B

Oleh :

**Anggi Afrilia Nur Bunda**

**Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi  
Jurusan Teknik Perminyakan  
Universitas Trisakti**

---

### ABSTRAK

Pemboran berarah adalah suatu seni membelokkan lubang sumur untuk kemudian diarahkan ke suatu sasaran tertentu di dalam formasi yang tidak terletak vertikal dibawah mulut sumur. Di dalam membor suatu formasi, sebenarnya selalu diinginkan lubang yang vertikal, karena dengan lubang yang vertikal, kecuali operasinya lebih mudah, juga umumnya biayanya lebih murah dari pada pemboran berarah. Jadi pemboran berarah hanya dilakukan karena alasan-alasan dan keadaan yang khusus saja. Setelah perencanaan dibuat dan praktek pemboran berarah dilaksanakan, tentu dilakukan pengukuran sudut kemiringan dan arah lubang bor (dilakukan survei). Apabila pada titik-titik survei tersebut terjadi penyimpangan, maka lubang bor diarahkan kembali ke arah yang telah ditetapkan. Dalam pelaksanaan pemboran berarah masalah yang terjadi jauh lebih kompleks dibandingkan dengan pemboran konvensional (secara vertikal), salah satu diantaranya sering terjadinya penyimpangan pada titik-titik survei lintasan sumur tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan metode perhitungan hasil survey lintasan sumur yang tepat dan akurat, dan akan dilakukan perhitungan hasil survei dengan 3 metode yaitu Metode *Minimum Of Curvature*, *Tangential* dan *Angle Averaging*, dimana dari ketiga metode tersebut manakah yang mendekati dengan hasil perencanaan lintasan pemboran.

---

### 1. PENDAHULUAN

Pada perencanaan awal sumur A-25 akan dilakukan pemboran secara vertikal, namun setelah mendapatkan data seismik direncanakan kembali menjadi pemboran berarah dikarenakan adanya penyebaran gas pada target yang direncanakan apabila dilaksanakan dengan pemboran berarah.

Dengan teknik pemboran berarah diharapkan dapat mencapai daerah pengurasan yang lebih luas dibandingkan sumur vertikal, sehingga produksi hidrokarbon akan meningkat, meskipun mempunyai resiko dan biaya lebih tinggi dari sumur vertikal.

Tahap pertama yang dilakukan dalam merencanakan setiap pemboran berarah adalah mendesain lintasan pemboran ke arah target yang diinginkan. Di dalam merencanakannya desain lintasan dibuat dalam berbagai tipe, hal ini dilakukan dengan tujuan agar dapat memilih tipe dari lintasan pemboran yang dapat dibor secara ekonomis. Bentuk lintasan yang dibuat juga harus berdasarkan pada koordinat permukaan, koordinat target,

kedalaman titik belok (KOP), kedalaman vertikal (TVD) dan arah lintasan.

### 2. TEORI DASAR

Pemboran berarah adalah proses mengarahkan atau membelokkan sumur bor dengan membentuk sebuah lintasan pemboran untuk menuju target pemboran. Pengaturan deviasi adalah suatu proses mempertahankan sudut sumur bor termasuk menentukan batas relatif sudut inklinasi yang diharapkan. Pada pemboran vertikal arah lintasan lubang bor adalah tegak lurus dari kedudukan menara bor di permukaan menuju target akhir pemboran. Sedangkan pemboran berarah dan pemboran *horizontal* merupakan pemboran yang dilakukan pada kedalaman tertentu kemudian diarahkan atau dibelokkan ke suatu target dengan arah dan sudut tertentu, namun terdapat perbedaan yakni terletak pada sudut akhir pemboran dimana pada pemboran *horizontal* sudut kemiringan bisa mencapai sekitar 90° menyusuri batuan reservoir pada kedalaman tertentu.

Didalam membor suatu formasi, sebenarnya selalu diinginkan lubang yang vertikal, karena dengan lubang yang vertikal, kecuali operasinya lebih mudah, juga umumnya biayanya lebih murah daripada pemboran berarah. Jadi pengeboran berarah hanya dilakukan karena alasan-alasan dan keadaan yang sangat khusus saja. Pemilihan tipe pemboran berarah didasarkan pada lokasi koordinat di permukaan dan jarak antara lokasi permukaan dengan target. Selain itu juga terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi penentuan teknik pengeboran yang tepat pada suatu lapangan yaitu dengan cara mengevaluasi terlebih dahulu kondisi struktur lapisan di bawah permukaan tanah yang akan ditembus.

### Tujuan Dan Alasan Pelaksanaan Pemboran Berarah

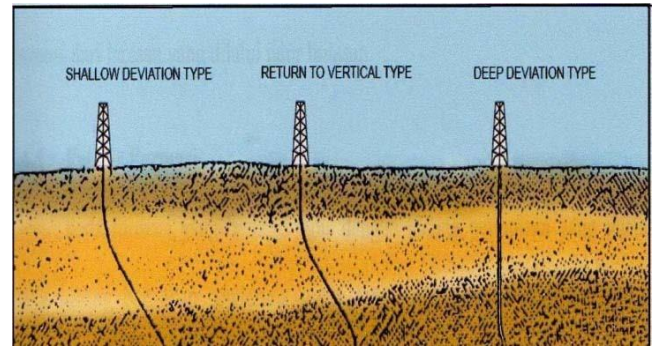
Secara umum tujuan pemboran berarah adalah untuk memudahkan kita mencapai formasi yang dituju tanpa harus menembus formasi yang tidak ingin dilewati. Biasanya penggunaan *cluster system* pada lepas pantai dan terdapat lapisan kubah garam yang besar di dekat target formasi. Tentu dengan menguasai *technical adjustment* yang baik mengenai pemboran berarah maka NPT (*Non Productive Time*) dapat diminimalkan atau bahkan dihindarkan sehingga biaya operasi tidak bertambah. Pada umumnya pemboran merupakan tergolong proses tiga dimensi dimana pahat tidak hanya menembus secara vertikal ke dalam bumi, namun direncanakan ataupun tidak diinginkan arah pemborannya pasti membentuk arah sumbu X-Y. Adapun alasan-alasan dilakukannya pemboran berarah dapat disebabkan oleh faktor geologis, topografis, ekonomis, dsb. tergantung dengan kondisi yang sesuai di lapangan.

Berdasarkan lintasan lubang bor terdapat tiga macam jenis teknik pemboran yang dikenal, yaitu :

- Vertical Drilling* (Pemboran Vertikal)  
Pemboran yang memiliki lintasan bor menembus secara tegak lurus terhadap tempat dan kedudukan menara bor.
- Directional Drilling* (Pemboran Berarah)  
Pemboran berarah merupakan teknik pemboran di mana arah pemboran dibelokkan mengikuti lintasan yang telah direncanakan untuk mencapai target yang telah ditentukan.
- Horizontal Drilling* (Pemboran Horisontal)  
Pemboran horisontal merupakan pengembangan dari teknologi *directional drilling* dengan kemiringan hingga mendekati  $90^\circ$  (sejajar formasi) dan memiliki sudut inklinasi  $85^\circ - 105^\circ$ .

### Tipe-Tipe Pemboran Berarah

Pemilihan bentuk sumur pemboran berarah dilakukan untuk dapat memenuhi suatu program perencanaan pemboran sesuai dengan kondisi *geologis*, *topografis*, target pemboran, ekonomis dan segi teknis lainnya. Umumnya sumur pemboran berarah terdiri atas 3 bentuk lintasan.



Gambar 1

### Tipe Pemboran Berarah

#### Shallow Deviation Type

Pada tipe ini merupakan profil sumur yang umum dan paling sederhana. Titik belok (KOP) lubang sumur dilakukan pada kedalaman yang relatif dangkal dan bila sudut kemiringan dan arah yang diinginkan sudah dicapai, maka sudut ini dapat dipertahankan sampai titik sasaran. Pembelokkan lubang dilakukan dengan cara memperbesar sudut kemiringan dan sesuai dengan BUR yang telah direncanakan. Pembesaran sudut inklinasi ini dilakukan dengan menggunakan alat pembelok. Tipe ini juga umum dikenal dengan istilah *slant type* atau menaikkan dan mempertahankan sudut (*build and hold*).

#### Deep Deviation Type

Tipe ini digunakan pada kondisi atau pada keadaan tertentu seperti kasus kubah garam atau sidetrack. Pembelokkan lubang dilakukan jauh di bawah *surface casing*, kemudian sudut kemiringannya dipertahankan sampai ke arah sasaran. Sumur dengan KOP yang dalam mempunyai kelemahan, yakni kemungkinan formasi lebih keras dan sulit untuk dibelokkan, operasi *tripping* lebih banyak dilakukan untuk mengganti BHA selama pembelokkan dan laju BUR sulit dikontrol.

#### Return to Vertical Type

Mula-mula sama seperti tipe belok di tempat dangkal, tetapi kemudian dikembalikan ke vertikal. Tipe ini biasa disebut dengan tipe "S", dibandingkan *Shallow Deviation Type*, tipe ini lebih sulit pada saat *drop off*. Pada tipe "S" harus menaikkan, mempertahankan dan menurunkan sudut (*Build up, Hold up dan Drop Off*), karena pada pelaksanaan semakin bertambahnya sudut deviasi pada lubang bor mengakibatkan gesekan antara DP, casing dan dinding lubang bor.

Adapun pemilihan tipe pemboran “S” didasarkan pada lokasi koordinat di permukaan dan jarak antara lokasi di permukaan dengan sasaran atau formasi produktif. Misalnya apabila jarak sasaran tidak begitu jauh dari sumbu vertikal yang melalui mulut sumur, maka kita memilih tipe belok di tempat dalam. Lain halnya apabila jarak sarannya jauh dari sumbu vertikal tadi, kita akan memilih tipe belok di tempat dangkal.

**Metode Perhitungan Hasil Survey Pemboran Berarah**

Ada beberapa metoda yang dapat menentukan koordinat titik–titik survey ini. Berturut–turut akan dibicarakan metoda yang terdahulu hingga yang terbaru ditemukan, dimana masing metoda mempunyai limitasi–limitasi tertentu di dalam menganalisa persoalan. Perlu diingatkan bahwa metoda yang ditemukan kemudian merupakan perbaikan dari metoda yang mendahuluinya.

Dalam rangka menganalisa persoalan, semua metoda yang akan dibicarakan mendasarkan perhitungannya kepada pengukuran 3 besaran yaitu kedalaman sumur (MD = M), perubahan sudut kemiringan (I) dan sudut arah (A) yang dicatat oleh alat-alat survey.

**Metode Minimum of Curvature**

Persamaan metode *minimum of curvature* hampir sama dengan persamaan metoda *radius of curvature* dengan menganggap sumur bor yang terbentuk adalah busur antara dua titik survey, dan juga metoda ini memiliki persamaan

yang sama dengan persamaan Balance Tangensial hanya saja dikalikan dengan *Ratio Factor* (RF) yang dijelaskan dari busur yang terbentuk oleh sumur bor oleh karenanya metoda ini menyediakan metoda yang akurat dalam menentukan posisi sumur.

$$RF = \frac{\Delta L}{2} \tan \left( \frac{DL(\text{deg})}{2} \right)$$

$$\Delta TVD = \frac{\Delta MD}{2} (\cos I_1 + \cos I_2) RF$$

$$\Delta D = \frac{\Delta MD}{2} (\sin I_1 - \sin I_2) RF \quad (3.21)$$

$$\Delta E = \frac{\Delta MD}{2} (\sin I_1 \sin A_1 + \sin I_2 \sin A_2) RF$$

$$\Delta N = \frac{\Delta MD}{2} (\sin I_1 \cos A_1 + \sin I_2 \cos A_2) RF$$

- $\Delta MD$  = Pertambahan measured depth (feet)
- $\Delta TVD$  = Pertambahan TVD (feet)
- $\Delta D$  = Pertambahan departure (feet)
- $\Delta N$  (feet) = Pertambahan koordinat arah Utara (feet)
- $\Delta W$  (feet) = Pertambahan koordinat arah Timur (feet)
- DL = Dog-leg angle (°/100 ft)

**Metode Angle Averaging**

Prinsip dari metoda ini adalah menggunakan rata-rata sudut *inklinasi* dan rata-rata sudut *azimuth* dalam menghitung “*vertical depth*”, “*departure*”. Perhitungan dengan metoda ini hampir sama dengan menggunakan metoda tangential.

$$\Delta TVD = \Delta MD \cos \left( \frac{I_1 + I_2}{2} \right)$$

$$\Delta D = \Delta MD \sin \left( \frac{I_1 - I_2}{2} \right)$$

$$\Delta E = \Delta MD \sin \left( \frac{I_1 + I_2}{2} \right) \sin \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right)$$

$$\Delta N = \Delta MD \sin \left( \frac{I_1 - I_2}{2} \right) \cos \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right)$$

**Metode Tangential**

Prinsip dari metoda ini adalah menggunakan sudut *inklinasi* dan *azimuth* dari titik awal interval untuk menghitung “*vertical depth*”, “*departure*”.

$$\Delta TVD = \Delta MD \cos I$$

$$\Delta D = \Delta MD \sin I$$

$$\Delta E = \Delta MD \sin I \sin A$$

$$\Delta N = \Delta MD \sin I \cos A$$

### 3. PEMBAHASAN

Sumur A-25 yang merupakan sumur delineasi yaitu sumur-sumur yang bertujuan untuk mencari batas-batas penyebaran cadangan migas pada lapisan penghasilnya, secara geografis terletak pada  $103^{\circ}19'7.0884''$  BT dan  $0^{\circ}59'7.913''$  LS UTM Easting X = 312900M dan UTM Northing Y = 9891000M. Areal eksplorasi Sumur X-25 terletak pada ruang Hutan Lindung Gambut.

Pada bab V ini akan dibahas dari permasalahan yang didapat dari *trajectory design* sumur A-25 dan pengerjaan *trajectory* secara *actual*. Dimana akan dijelaskan titik dari permasalahan yang ditimbulkan dari lintasan baik secara *plan* dan *atualnya* yang mengakibatkan adanya perbedaan dari keduanya. Selain itu dari perhitungan untuk parameter-parameter *trajectory* secara aktualnya menggunakan berbagai metode yaitu metode *Minimum of Curvature*, *Averaging Angle*, dan *Tangential*.

Pada perencanaan lintasan pemboran berarah sumur A-25 dibuat dengan pola *Build Up* dan *Hold*. Pola *Build Up* dan *Hold* adalah pola lintasan sumur berarah dimana tahapan awal lintasan ini dibor secara vertikal dari permukaan sampai titik KOP (*Kick of Point*), kemudian pemboran dilanjutkan dengan membentuk sudut kemiringan tertentu yang berbentuk busur lingkaran sampai pada pada dicapainya sudut maksimum (*End of Build*), yang kemudian dilanjutkan lagi dengan pemboran lurus dengan mempertahankan sudut maksimum sampai target pemboran mencapai kedalaman akhir. Pada tahap perencanaan lubang dibor secara vertikal sampai kedalaman 4300 ft MD (KOP), kemudian dengan membentuk kemiringan lubang dengan BUR  $3^{\circ}/100\text{ft}$  kemudian dibor secara lurus dengan titik target perencanaan berada pada titik kedalaman 8000 ft MD dan 7593,2 ft TVD.

Sebelum melakukan pengeboran tahap pertama yang dilakukan adalah membuat suatu perencanaan dari *trajectory* pemborannya. Hal ini bertujuan agar selama proses berlangsungnya pengeboran. Lintasan yang diharapkan akan sesuai dengan apa yang telah direncanakan sehingga tepat pada sasaran target yang diinginkan.

Pada tahap pelaksanaan lubang dibor secara vertikal sampai kedalaman 4293,4 ft MD (KOP), kemudian dengan membentuk kemiringan lubang dengan BUR  $3^{\circ}/100\text{ft}$  kemudian dibor secara lurus

dengan titik target perencanaan berada pada titik kedalaman 6400 ft MD dan 6206,5 ft TVD.

Pada pemboran sumur A-25 terdapat penyimpanan pada panjang lintasan antara perencanaan dan pelaksanaan. Panjang lintasan yang direncanakan adalah sebesar 8000 ft MD / 7593,2 ft TVD namun pada

saat pelaksanaan sebesar 6400 ft MD/6206,5 ft TVD. Hal ini dikarenakan pada pelaksanaannya terjadi *total losses* pada kedalaman 6393 ft MD dengan *total losses* sebesar 450 bbls dan *total losses* terjadi lagi pada kedalaman 6400 ft MD sebesar 30bbls / hr.

Interpretasi pada seismik memperlihatkan posisi lubang sumur pada saat 6400 ft MD telah berada pada *Basement* dan berada pada lubang sesar tua, model seismic menunjukkan jika pengeboran dilanjutkan pada *trajectory* ini besar kemungkinan akan mengikuti bidang patahan sehingga diperkirakan *total losses* akan terus terjadi.

Kemudian dengan hasil survei yang sama dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Minimum of Curvature*, *Averaging Angle*, dan *Tangential*. Dengan menggunakan metode *Minimum of Curvature*, didapatkan hasil lintasan aktual, dimana pada kedalaman *total depth* TVD sebesar 6206,46 ft, *vertical section* sejauh 841,31 ft, jarak koordinat *North/South* sebesar 571,31 ft dan jarak koordinat *East/West* sebesar 567,31 ft. Deviasi *total depth* antara metode *Minimum of Curvature* dan data aktual di lapangan adalah TVD sebesar 0,03 ft, *vertical section* sejauh 36,35 ft, jarak koordinat *North/South* 2,06 ft dan jarak koordinat *East/West* 2,11 ft. Dari hasil pola lintasan yang dibentuk oleh metode *Minimum of Curvature*, bentuk lintasan dapat dilihat pada Gambar B1 dan Gambar B2, kemudian hasil perhitungan lintasan aktual metode *Minimum of Curvature* dapat dilihat pada lampiran B.

Dengan menggunakan metode *Tangential*, hasil yang didapatkan pada kedalaman *total depth* adalah TVD sebesar 6201,34 ft, *vertical section* sejauh 859,02 ft, jarak koordinat *North/South* 585,89 ft dan jarak koordinat *East/West* 877,39 ft. Deviasi pada kedalaman *total depth* antara metode *Tangential* dan data aktual hasil survey adalah TVD sebesar 5,16 ft, *vertical section* sejauh 54,06 ft, jarak koordinat *North/South* 12,31 ft dan jarak koordinat *East/West* 12,19 ft. Terlihat deviasi yang cukup jauh pada perhitungan *vertical section*. Perhitungan dilakukan dengan metode *Tangential*, dimana pola lintasan terlihat seperti pada Gambar C1 dan Gambar C2, hasil perhitungan lintasan aktual dapat dilihat pada

lampiran C.

Kemudian, dengan menggunakan metode *Angle Averaging*, didapatkan pada kedalaman *total depth* adalah TVD sebesar 6206,54 ft, *vertical section* sejauh 841,31 ft, jarak koordinat *North/South* 570,29 ft dan jarak koordinat *East/West* 567,79 ft. Deviasi pada kedalaman *total depth* antara metode *Angle Averaging* dan metode data aktual hasil survei adalah TVD sebesar 0,04 ft, *vertical section* sejauh 36,35 ft, jarak koordinat *North/South* 3,29 ft dan jarak koordinat *East/West* 2,59 ft. Meskipun terlihat adanya penyimpangan lintasan, dari hasil perhitungan masing-masing metode didapatkan hasil yang berbeda-beda, namun target lapisan yang dituju dapat tercapai. Pola lintasan dengan menggunakan metode *Angle Averaging* dapat dilihat pada Gambar D1 dan Gambar D2, sedangkan hasil perhitungan lintasan aktual dengan metode *Angle Averaging* dapat dilihat pada lampiran D.

#### 4. KESIMPULAN

1. Pada pemboran sumur A-25 terdapat penyimpangan pada panjang lintasan antara perencanaan dan pelaksanaan. Panjang lintasan yang direncanakan adalah sebesar 8000 ft MD 7593,2 ft TVD namun pada saat pelaksanaan sebesar 6400 ft MD 6206,5 ft TVD, karena terjadi *total losses* pada kedalaman 6393 ft MD dengan *total losses* sebesar 450 bbls dan pada kedalaman 6400 ft MD sebesar 30bbls / hr.
2. Deviasi *total depth* pada kedalaman 6400 ft MD antara metode *Minimum of Curvature* dan data aktual survei lapangan adalah TVD sebesar 0,04 ft, *vertical section* sejauh 36,35 ft, jarak koordinat *North/South* 2,06 ft dan jarak koordinat *East/West* 2,11 ft.
3. Deviasi *total depth* pada kedalaman 6400 ft MD antara metode *Angle Averaging* dan metode data aktual hasil survei adalah TVD sebesar 0,04 ft, *vertical section* sejauh 36,35 ft, jarak koordinat *North/South* 3,29 ft dan jarak koordinat *East/West* 2,59 ft.
4. Deviasi pada kedalaman *total depth* antara metode *Tangential* dan data actual hasil survey adalah TVD sebesar 5,16 ft, *vertical section* sejauh 54,06 ft, jarak koordinat *North/South* 12,31 ft dan jarak koordinat *East/West* 12,19 ft.
5. Metode *Minimum of Curvature* adalah metode yang paling akurat untuk menghitung hasil survey sebuah lintasan pemboran sumur A-25 dikarenakan pada metode tersebut menggunakan *Ratio Factor* sebagai pengkoreksi dan deviasi dengan actual relatif kecil dibandingkan dengan metode lainnya.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. Bourgoyne Adam T. Jr., "Applied Drilling Engineering" First Printing Society of Petroleum Engineer, Richardson TX-1986
2. Daily Drilling Reports A-25 Ramba Energy Ltd, 2013.
3. End Of Well Report Ramba Energy Ltd, 2013.
4. Fadly, Elfirasriani. "Evaluasi Lintasan Pemboran Berarah Pada Sumur X-05 antara Metode Minimum of Curvature dan Metode Average Angle di Lapangan A Sumatera Selatan", Tugas Akhir, Universitas Trisakti, Jakarta.2014.
5. Rabia, H., "Well Engineering and Construction", Graham and Trotman, Oxford, UK, 1985.
6. Richard S.Carden, "Horizontal and Directional Drilling", Tulsa,Oklahoma,2007.
7. Rubiandini R.S, Dr. Ir. Rudi. "Teknik Pemboran dan Praktikum", Penerbit ITB.
8. Rubiandini, Rudi. "Teknik Operasi Pemboran Volume 1". ITB, Bandung, 2012.