

**ANALISIS LINTASAN PEMBORAN BERARAH DENGAN METODE
PERHITUNGAN HASIL SURVEY PADA SUMUR Y DILAPANGAN
PETROLEA-18**

JURNAL TUGAS AKHIR

**IPANDER HORIPIL
124.18.020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
BEKASI
2022**

**ANALISIS LINTASAN PEMBORAN BERARAH DENGAN METODE
PERHITUNGAN HASIL SURVEY PADA SUMUR Y DILAPANGAN
PETROLEA-18**

JURNAL TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program
Studi Teknik Perminyakan

Ipander Horipil

124.18.020



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
BEKASI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS LINTASAN PEMBORAN BERARAH DENGAN METODE PERHITUNGAN HASIL SURVEY PADA SUMUR Y DILAPANGAN PETROLEA-18

JURNAL TUGAS AKHIR

IPANDER HORIPIL
124.18.020

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program
Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui,
Kota Deltamas, 15 Agustus 2022

Pembimbing I



Ganesha Rinku Darmawan, S.T.,M.T.

Pembimbing II



Samuel Halomoan Silitonga, S.T.

Mengetahui,
Bekasi, 15 Agustus 2022

Kepala Program Studi Teknik Perminyakan
Institut Teknologi Sains Bandung



Ir. Aries Prasetyo, M.T
NIDN: 0414046806

ANALISIS LINTASAN PEMBORAN BERARAH DENGAN METODE PERHITUNGAN HASIL SURVEY PADA SUMUR Y DILAPANGAN PETROLEA-18

Ipander Horipil

Mahasiswa Program Sarjana Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung
Pembimbing: Ganesha Rinku Darmawan, S.T., M.T & Samuel Halomoan Silitonga, S.T

Abstrak

Mendesain lintasan pemboran berarah menjadi hal yang sangat penting dalam perencanaan pemboran. Dimana pada pengeboran berarah ini mempunyai resiko yang tinggi dalam pengeboran dibandingkan dengan pengeboran secara vertikal. Ada beberapa factor yang dapat dipertimbangkan dalam mendesain lintasan pemboran seperti hal nya kondisi subsurface, peralatan apa yang akan digunakan, resiko yang akan dihadapi dan kondisi yang tidak dapat diprediksikan. Dimana dalam hal mendesain lintasan pemboran berarah sangat diperlukan metodologi yang dapat digunakan dengan tujuan agar mencapai target yang akan dicapai pada subsurface. Penulis pada tugas akhir ini membahas sebuah studi kasus pada sumur Y dilapangan PETROLEA-18 dimana membandingkan survey calculation methods seperti Averaging Angle, Radius of Curvature dan Minimum of Curvature dalam mendesain lintasan sumur. Dimana dari ketiga metode tersebut akan digunakan sebagai actual desain dilapangan.

Abstract

Designing a directional drilling trajectory is very important in drilling planning. Where in this directional drilling has a high risk in drilling compared to drilling vertically. There are several factors that can be considered in designing the drilling trajectory, such as subsurface conditions, what equipment to use, risks to be faced and unpredictable conditions. Where in terms of designing a directional drilling trajectory, a methodology that can be used is needed with the aim of achieving the targets to be achieved on the subsurface. The author of this final project discusses a case study on well Y in the PETROLEA-18 field which compares survey calculation methods such as Averaging Angle, Radius of Curvature and Minimum of Curvature in designing the trajectory of the well. Where of the three methods will be used as the actual design in the field.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perindustrian minyak dan gas, dalam pengeboran sumur memiliki tujuan yang dimana untuk membuat lubang yang diawali dari permukaan hingga pada kedalaman yang ditentukan dengan perkiraan di kedalaman tersebut terdapat hidrokarbon yang diperkirakan. Pada pemboran sumur, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu salah satunya adalah mendesain pengeboran sumur berarah. Telah kita ketahui bahwa untuk menjangkau letak reservoir dengan pengeboran secara vertikal sangat lah sulit dikarenakan dengan alasan kondisi geologi yang sangat tidak memungkinkan. Dengan hal ini para ahli migas didunia mencari solusi agar dalam pencarian serta dalam pengambilan hidrokarbon pada suatu lapisan formasi tidak menimbulkan resiko yang dapat berakibat fatal.

Dalam mengoptimalkan untuk penyerapan reservoir dapat dilakukan dengan cara pengeboran berarah. Pengeboran berarah atau biasa disebut dengan (*directional drilling*) yaitu perkembangan dari kebutuhan pengeboran secara vertikal (*vertical drilling*), perkembangan pemboran ini dilakukan dengan cara membuat lubang dari arah tertentu pada pemboran vertikal dimana pada pengeboran ini diperlukan prosedur

dan alat yang sangat memadai untuk mengubah arah lintasan dengan bertujuan untuk mencapai target yang akan diinginkan.

Dimana pada pengeboran berarah ini mempunyai resiko yang tinggi dalam pengeboran dibandingkan dengan pengeboran secara vertikal. Adapun masalah yang akan muncul harus diminimalisir dengan baik serta program untuk pengeboran harus memiliki efisiensi dan desain yang dilakukan harus dengan berhati-hati.

Pada pengeboran berarah menjelaskan tentang perencanaan sumur yang dilakukan pengeboran berarah (*directional drilling*) yang dimana untuk menentukan lintasan yang akan dibuat pada formasi dimana bertujuan untuk mencapai target yang akan diinginkan berupa cadangan hidrokarbon. Dengan itu penulis melakukan perbandingan metode dalam menentukan pengeboran berarah untuk membandingkan perhitungan manual dengan actual design.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari studi ini yaitu sebagai berikut:

1. Dapat melakukan perhitungan lintasan *directional* dengan berbagai metode yang ada seperti *averaging*

angle, radius of curvature dan *minimum of curvature*, kemudian dilakukan evaluasi terhadap existing data lintasan yang terbentuk di sumur Y lapangan PETROLEA-18 tersebut.

2. Dapat menganalisis setiap metode yang dilakukan dalam perhitungan untuk menentukan lintasan berarah di sumur Y lapangan PETROLEA-18 tersebut.
3. Dapat melakukan evaluasi desain lintasan directional yang paling baik/optimum pada setiap metode.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan pada studi ini, Penulis akan fokus terhadap permasalahan-permasalahan yang melingkupi sebagai berikut:

1. Sumur Y diasumsikan sebagai single well pada Lapangan PETROLEA-18 sehingga anti *collusion issue* diabaikan.
2. Studi berfokus pada *directional trajectory surveying calculation methods*.
3. Studi berfokus pada metode averaging angle, radius of curvature dan minimum of curvature.
4. *Kick of Point (KOP) depth* sudah ditentukan oleh perusahaan.

1.4 Teori

Pada studi ini, teori fundamental dari desain lintasan pemboran akan menjadi bagian pertama dari studi ini dan teori tersebut akan mencakup/membahas permasalahan mengenai:

- Jenis tipe sumur, faktor pembentukan desain trajektori
- Desain trajektori menggunakan metode averaging angle, radius of curvature dan minimum curvature dimana dengan menganalisis masing-masing metode dengan tujuan akhirnya mana metode yang paling baik/optimum

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengeboran berarah merupakan metode pada pengeboran dengan cara membuat arah pembelokkan lubang sumur melalui pipa pengeboran menggunakan suatu alat di setiap trajektori sampai dengan target *reservoir* yang dimana kurang tepat dibawah lokasi pada pengeboran (Adam T. Bourgoyne Jr., 1986). Untuk dapat melakukan pengeboran berarah harus memiliki beberapa alasan yaitu seperti (sumber): (Smith, 1996) Pada umumnya desain lintasan pemboran dapat dihitung dengan berbagai metode, yaitu *tangential, balanced tangential, averaging angle, radius of curvature dan minimum of curvature*. Secara garis besar metode yang

sering digunakan ke lapangan yaitu metode minimum curvature karena pada metode minimum curvature ini pendekatan menuju target depth atau prognosed depth hampir mendekati target yang ingin dicapai dimana dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan.

Beberapa faktor dalam pembentukan desain lintasan pemboran berarah untuk mencapai kedalaman target pemboran yang diinginkan yaitu sebagai berikut :

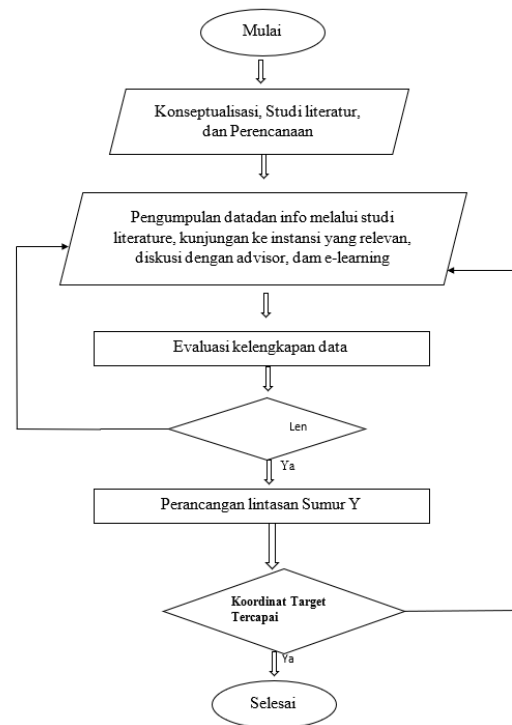
- a. *Kick off point* (KOP), titik dimana sumur pada kedalaman vertikal yang dimana titiknya berada tepat di bawah lokasi pemboran di permukaan, dimana pada saat memulai pembelokkan pada sumur dari arah vertikal menuju arah tertentu serta disudut tertentu sesuai dengan desain yang telah ditetapkan.
- b. *Build up rate* (BUR), *section* yang dimana arah pembelokkan dibentuk dari KOP dimana bertujuan agar meningkatkan sudut supaya sesuai dengan titik desain yang akan dilakukan.
- c. *Build Section, section* pada sumur yang dimana sudut pada kemiringan sumur akan ditambah.
- d. *Drop off rate*, perubahan sudut kemiringan pada sumur yang dimana pada geometri sumur dikembalikan pada keadaan vertical seperti halnya BUR.
- e. *Drop section, section* sumur yang dimana pada sudut kemiringan pada lubang sumur terdapat penurunan sudut pada sudut sebelumnya.
- f. *Tangent section, section* yang dimana pada lubang dapat membentuk garis lurus atau lubang menahan defleksi untuk tidak membentuk sudut atau menurunkan sudut, atau dengan kata lain bagian lubang yang mempunyai *inclination* serta *azimuth* yang dipertahankan sama diseluruh bagian sumur tersebut.
- g. *Dogleg severity* (DLS), tingkat perubahan arah dari lubang bor.
- h. *Inclination*, merupakan sudut pembelokkan dari arah vertikal yang dimana dinyatakan dalam derajat.
- i. *Azimuth*, adalah suatu sudut proyeksi antar garis vertikal ke permukaan horizontal atau dalam penggunaan dalam *north magnetic* itu diukur dengan horizontal serta diukur searah jarum jam.

Ada beberapa metode yang dapat menentukan koordinat titik-titik survey yang dimana dalam menganalisa studi kasus, pada setiap metode dijelaskan berdasarkan perhitungannya ke setiap pengukuran 3 besaran yaitu kedalaman sumur (MD), perubahan sudut kemiringan (I), serta sudut arah (A) yang dicatat oleh alat-alat survey. Adapun beberapa metode yang digunakan dalam perhitungan hasil survey pemboran berarah yaitu sebagai berikut:

1. Metode Tangential
2. Metode Balanced Tangential
3. Metode Averaging angle
4. Metode Radius of Curvature
5. Metode Minimum of Curvature

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Pengerjaan Tugas Akhir



4. PEMBAHASAN

4.1 Data Sumur dan Data Subsurface Location

Dari data yang tersedia untuk studi penelitian pada sumur Y Lapangan PETROLEA-18 yaitu diantaranya adalah data lokasi surface dan target, yang dimana berisikan data UTM (Universal Transverse Marcator) dari surface dan target.

Well Name	Y
Coor Reference System	UTM Well AT-2N-R(19) - Slot R
TVD Refence Datum	RKB @ 28.00m (T-3)

Tabel 4.1 Data Sumur pada Lapangan Y

Latitude	8° 29' 42.367 N
Longitude	102° 17' 24.878 E
UTM easting	862,274.570 m
UTM Northing	940,494.390 m
Elevation	79,40 m MSL
Rig	Rig Y
Height Rotary Table	28 m above GL

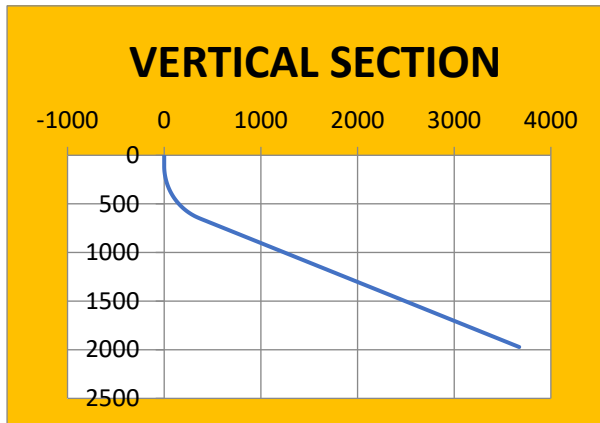
Tabel 4.2 Data Subsurface pada Lapangan Y

Latitude	8° 28' 58.802 N
Longitude	102° 17' 44.297 E
UTM easting	940,496.830m
UTM Northing	862,273.950m
Prognosed Depth	4058 m

Tabel 4.3 Data Target Locaion pada Lapangan Y

4.2 Trajektori Sumur Y

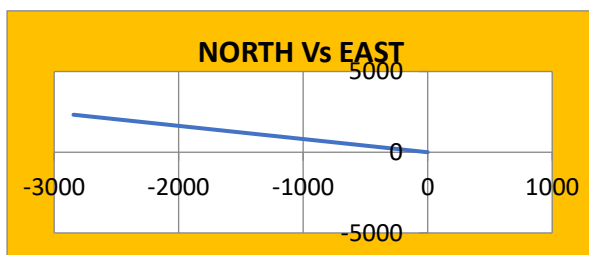
4.2.1 Metode Averaging angle



Vertical Section View Calculation Methods Averaging Angle Well-Y

Dimana didapatkan hasil untuk *End of Curvature* terletak pada kedalaman 840 m, sehingga dilakukan *Hold (Tangent Section)* dimana dengan mempertahankan sudut 68,69 agar mencapai *target* yakni pada koordinat UTM *Northing* 940,496.830 m dan UTM *Easting* 862,273.950 m.

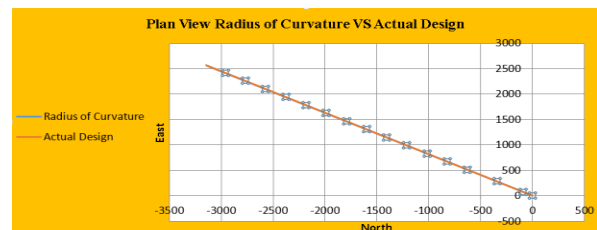
Dari gambar diatas dimana dapat menunjukkan bahwa desain sumur Y pada Lapangan PETROLEA-18 sesuai dengan rencana awal yakni *Low Deviation Type (J-profile)* dimana dengan KOP pada kedalaman 107,4 m. Sumur Y memiliki *Horizontal departure* 3672,90 m serta pembentukan sudut maksimum 68,69.



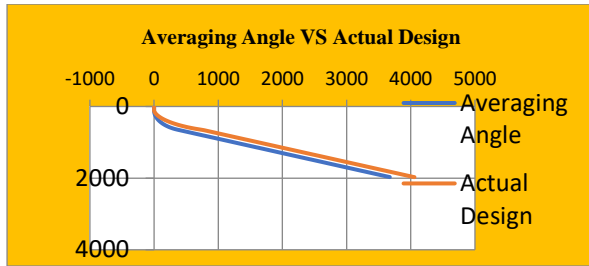
Plan View Calculation Method Averaging Angle Well-Y

Setelah mendapat hasil dari perhitungan manual *Survey Calculation Sheet* pada setiap titik *survey* untuk menentukan arah lintasan dari sumur Y pada lapangan PETROLEA-18. Dari gambar diatas dimana dapat menunjukkan bahwa desain sumur Y pada Lapangan PETROLEA-18 Dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Survey Calculation Sheet* untuk perhitungan manual. Adapun hasil perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan *Survey Calculation Sheet* terlampir pada Lampiran B. Dari hasil perhitungan menggunakan *Survey Calculation Sheet - Company X* diperoleh nilai DLS (*Dog Leg Severity*) sebesar 1,24/30m hingga mencapai sudut maksimal yakni 68,69.

Berikut grafik perbandingan arah pemboran berdasar pada +N/-S dan +E/-W untuk setiap perhitungan manual *Survey Calculation Sheet* dengan *actual design*:

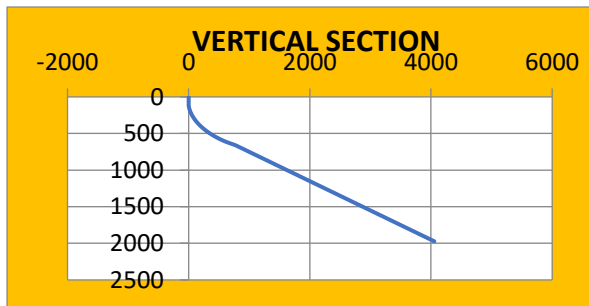


Plan View Averaging Angle VS Actual Design



Perbandingan Averaging Angle VS Actual Design

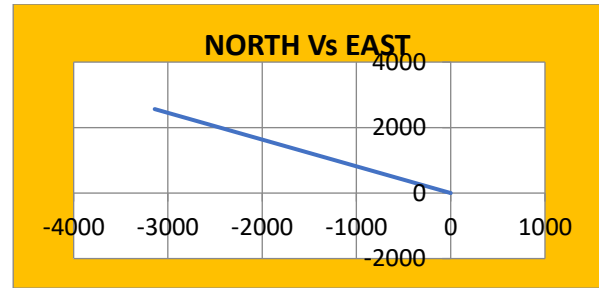
4.2.2 Metode Radius of Curvature



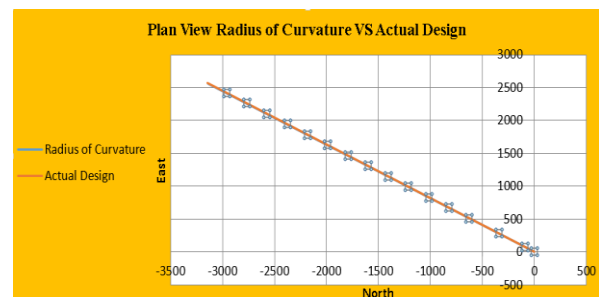
Vertical Section View Calculation Methods Radius of Curvature Well-Y

Dimana didapatkan hasil untuk *End of Curvature* terletak pada kedalaman 840 m, sehingga dilakukan *Hold (Tangent Section)* dimana dengan mempertahankan sudut 68,69 hingga agar mencapai *target* yakni pada koordinat UTM *Northing* 940,496.830m dan UTM *Easting* 862,273.950m.

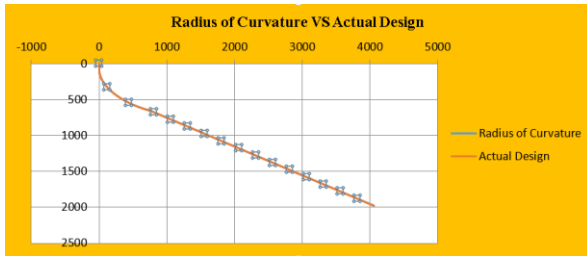
Dari gambar diatas dimana dapat menunjukkan bahwa desain sumur Y pada Lapangan PETROLEA-18 sesuai dengan rencana awal yakni *Low Deviation Type (J-profile)* dimana dengan KOP pada kedalaman 107,4 m. Sumur Y memiliki *Horizontal departure* 4054,10 m serta pembentukan sudut maksimum 68,69.



Setelah mendapat hasil dari perhitungan manual *Survey Calculation Sheet* pada setiap titik *survey* untuk menentukan arah lintasan dari sumur Y pada lapangan PETROLEA-18. Dari gambar diatas dimana dapat menunjukkan bahwa desain sumur Y pada Lapangan PETROLEA-18 Dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Survey Calculation Sheet* untuk perhitungan manual. Adapun hasil perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan *Survey Calculation Sheet* terlampir pada Lampiran B. Dari hasil perhitungan menggunakan *Survey Calculation Sheet - Company X* diperoleh nilai DLS (*Dog Leg Severity*) sebesar 1,24/30m hingga mencapai sudut maksimal yakni 68,69.



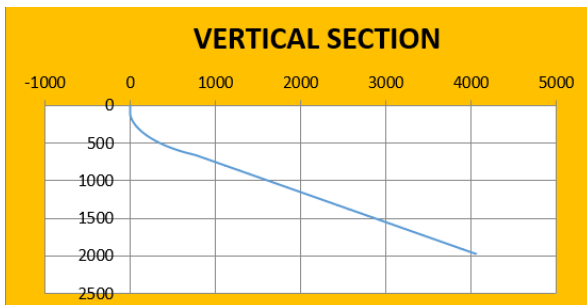
Plan View Radius of Curvature VS Actual Design



Perbandingan Radius of Curvature VS Actual Design

Berdasarkan pada grafik yang telah dihasilkan diatas, dapat ditunjukkan bahwa jika tidak terdapat perbedaan pada hasil perhitungan *manual metode Radius of Curvature* dengan actual design. Dimana pada *vertical section* antara metode *averaging angle* dan *actual design* terlihat perbedaan hanya 3 m dari target yang ingin dicapai.

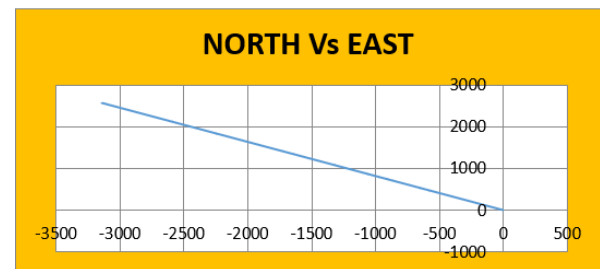
4.2.3 Metode minimum of curvature



Vertical Section View Calculation Methods Minimum of Curvature Well-Y

Dimana didapatkan hasil untuk *End of Curvature* terletak pada kedalaman 840 m, sehingga dilakukan *Hold (Tangent Section)* dimana dengan mempertahankan sudut 68,69 hingga mencapai *target* yakni pada koordinat UTM *Northing* 940,496.830 m dan UTM *Easting* 862,273.950 m.

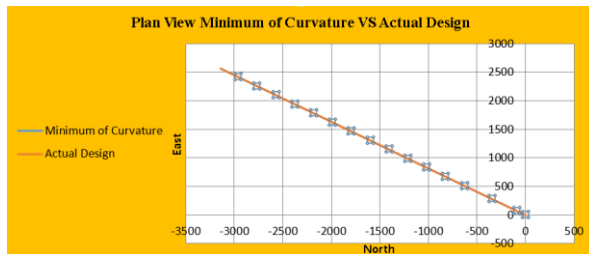
Dari gambar diatas dimana dapat menunjukkan bahwa desain sumur Y pada Lapangan PETROLEA-18 sesuai dengan rencana awal yakni *Low Deviation Type (J-profile)* dimana dengan KOP pada kedalaman 107,4 m. Sumur Y memiliki *Horizontal departure* 4057,18 m serta pembentukan sudut maksimum 68,69



Plan View Calculation Method Radius of Curvature Well-Y

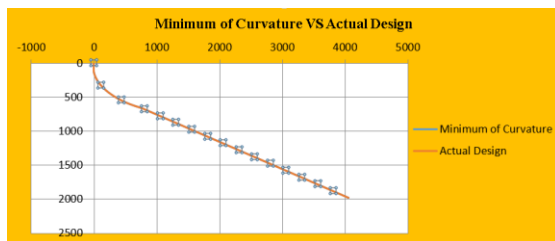
Setelah mendapat hasil dari perhitungan manual pada setiap titik *survey* untuk menentukan arah lintasan dari sumur Y pada lapangan PETROLEA-18. Dari gambar diatas dimana dapat menunjukkan bahwa desain sumur Y pada Lapangan PETROLEA-18 Dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Survey Calculation Sheet* untuk perhitungan manual. Adapun hasil perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan *Survey Calculation Sheet* terlampir pada Lampiran B. Dari hasil perhitungan menggunakan *Survey Calculation Sheet* - Company X diperoleh nilai DLS (*Dog Leg Severity*) sebesar 1,24/30m hingga mencapai sudut maksimal yakni 68,69.

Berikut grafik perbandingan arah pemboran berdasar pada +N/-S dan +E/-W untuk setiap perhitungan manual *Survey Calculation Sheet* dengan *actual design*:



Plan View Minimum of Curvature VS Actual Design

Perbandingan Minimum of Curvature VS Actual Design



Berdasarkan pada grafik yang telah dihasilkan diatas, dapat ditunjukkan bahwa jika tidak terdapat perbedaan pada hasil perhitungan *manual metode Radius of Curvature* dengan *actual design*. Dimana pada *vertical section* antara metode *Minimum* dan *actual design* terlihat sama yaitu sesuai dengan target yang ingin dicapai.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan desain trajektori untuk setiap section pada sumur Y Lapangan PETROLEA-18, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari desain trajektori menggunakan metode Averaging Angle diketahui jika:
 - a. Sumur Y Lapangan PETROLEA-18 didesain dengan model *Shallow Deviation Type (J-profile)* dengan pertimbangan *obstacle* pada formasi Lapangan PETROLEA-18 dan letak UTM *Easting* serta UTM *Northing* dari *Surface Location* dan *Target*.
 - b. Titik KOP terletak pada kedalaman 107,4 m TVD.
 - c. End of Curvature tepat pada kedalaman 840 m, sehingga hold (Tangent Section) dilakukan dengan mempertahankan sudut 68,69 hingga mencapai target kedalaman 3672,90m dengan tujuan mencapai target pada koordinat UTM *Northing* 862,273.950m dan UTM *Easting* 940,496.830m.
2. Dari desain trajektori menggunakan metode Radius of Curvature diketahui jika:
 - a. Sumur Y PETROLEA-18 didesain dengan model *Shallow Deviation Type (J-profile)* dengan pertimbangan *obstacle* pada formasi PETROLEA-18 dan letak UTM *Easting* serta UTM *Northing* dari *Surface Location* dan *Target*.
 - b. Titik KOP terletak pada kedalaman 107,4 m TVD
 - c. End of Curvature tepat pada kedalaman 840 m, sehingga hold (Tangent Section) dilakukan dengan mempertahankan sudut 68,69 hingga mencapai target kedalaman 4054,10 m dengan tujuan mencapai target pada koordinat UTM *Northing* 862,273.950m dan UTM *Easting* 940,496.830m.
3. Dari desain trajektori menggunakan metode Minimum of Curvature diketahui jika:
 - a. Sumur Y PETROLEA-18 didesain dengan model *Shallow Deviation Type (J-profile)* dengan pertimbangan *obstacle* pada formasi PETROLEA-18 dan letak UTM *Easting* serta UTM *Northing* dari *Surface Location* dan *Target*.
 - b. Titik KOP terletak pada kedalaman 107,4 m TVD
 - c. End of Curvature tepat pada kedalaman 840 m, sehingga hold (Tangent Section) dilakukan dengan mempertahankan sudut 68,69 hingga mencapai target kedalaman 4057,18 m dengan pada koordinat UTM *Northing* 862,273.950m dan UTM *Easting* 940,496.830m.

4. Pada ketiga metode yang telah dilakukan analisis, penulis menarik kesimpulan bahwa dari data dibawah ini:

Tabel Perbandingan Ketiga Metode

	TVD end	+N/-S end	+E/-W end	Horizontal Departure
Averaging angle	1971,8829	-2845,031246	2323,8257	3672,908708
Radius of Curvature	1972,7536	-3140,398204	2564,8991	4054,109103
Minimum of Curvature	1972,702	-3142,860619	2566,7506	4057,186979

Metode Minimum of Curvature lebih mendekati target yang ingin dicapai dengan nilai horizontal departure nya sebesar 4057,1869 m sedangkan dari kedua metode lainnya seperti metode averaging angle didapatkan horizontal departure nya sebesar 3672,9087 sedangkan untuk metode radius of curvature didapatkan nilai horizontal departure nya sebesar 4054,1091 dimana berbeda dengan target yang ingin dicapai hanya 3 meter. Dalam kasus metode radius of curvature ini ketika data dari inklinasi dan azimuth tidak mengalami perubahan maka metode radius of curvature ini tidak dapat digunakan dikarenakan nilai yang akan didapat akan bernilai tak hingga adapun untuk solusi ketika data inklinasi dan azimuth tidak mengalami perubahan maka metode averaging angle dan minimum of curvature dapat digunakan.

5.2 Saran

Adapun setelah dilakukan penelitian ini, peneliti mempunyai saran untuk kedepannya agar penelitiannya selanjutnya lebih baik lagi. Yaitu, untuk selanjutnya penulis menyarankan untuk desain pada perhitungan metode *Radius of Curvature* pada data inklinasi dan azimuth harus nilainya berbeda karena akan mempengaruhi nilai dalam perhitungan pada TVD, Northing, dan Easting, dan dalam penelitian ini masih banyak kekurangan dalam pengerjaan sehingga dapat dikembangkan tidak hanya menentukan trajektori saja akan tetapi dapat juga

menambahkan untuk mendesain Bottom Hole Assembly (BHA).

DAFTAR PUSTAKA

1. Adam T. Bourgoyne Jr., M. E. (1986). *Applied Drilling Engineering*. Richardson, Texas: Society of Petroleum Engineers.
2. Farah. Omar Farah, 2013. "*Directional Well Design, Trajectory, and Survey Calculations, With Case Study In Fiale, Asal Rift, Djibouti*". *Geothermal Training Programme*, Vol. 1, No.27.

3. Nguyen, J.-P. (1996). *Oil and Gas Field Development Techniques Drilling*. Institut Francais du Petrole.
4. Pangestu, H. (2019). *Basis of Well Design (BOD)*. Jakarta: Premier Oil.
5. R. Amorin., E. Broni-Bediako., 2010. “*Application of Minimum Curvature Method to Wellpath Calculations*”. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, Vol. 2, No.7, 679-686.
6. Rudi Rubiandini R.S. 2011. “Teknik Pemboran Horizontal & Multilateral”. Bandung; Penerbit ITB.
7. Rudi Rubiandini R.S. 2011. “Teknik Pemboran Lanjut”. Bandung; Penerbit ITB.
8. Smith, M. (1996). *Anadrill - Directional Drilling Training Manual*. Anadrill Technique.