



Pemetaan Permasalahan Sistem Referensi Koordinat pada *Well-tie* dan *Vintage Processing*

Dwi Wahyu Utomo¹, Heri Andreas¹, dan Mipi A Kusuma¹

¹Kelompok Keahlian Geodesi, Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung

Abstrak. Penelitian ini ditujukan untuk memetakan permasalahan yang terjadi pada kegiatan eksplorasi migas dengan survei seismik terkait aspek geodetik. Metode penelitian ini dilakukan berdasarkan kajian literatur dan mempelajari penelitian-penelitian terdahulu terkait permasalahan aspek geodetik pada kegiatan survei seismik. Permasalahan terjadi pada tiap tahapan pada kegiatan eksplorasi tersebut. Permasalahan bermula dari adanya pergeseran dalam penentuan titik kontrol yang digunakan dalam kegiatan survei seismik, kemudian terdapat permasalahan pendefinisian sistem referensi koordinat yang digunakan dalam *seismic line*, *vintage*, dan *well-tie*, serta permasalahan pada saat injeksi data navigasi dan terdapat permasalahan blunder. Permasalahan tersebut merambat pada permasalahan pergeseran penentuan titik pengeboran, kegagalan dalam tahap pengeboran menimbulkan kerugian finansial yang cukup besar. Diberikan solusi penyeragaman sistem referensi koordinat serta pentingnya peran teknik geodesi pada setiap tahapan dalam survei seismik tersebut.

Kata kunci: *Permasalahan sistem referensi koordinat, survei seismik.*

1 Pendahuluan

Kegiatan eksplorasi adalah kegiatan yang menunjang peran pokok dalam melokalisasi atau menemukan daerah yang mempunyai potensi migas yang bernilai ekonomis. Menentukan suatu daerah prospek merupakan tahapan yang penting dalam kegiatan eksplorasi. Eksplorasi atau pencarian minyak bumi merupakan suatu kajian panjang yang melibatkan beberapa bidang kajian kebumihan dan ilmu eksak. Untuk kajian dasar, riset dilakukan oleh para geologis, mereka adalah orang yang bertanggung jawab atas pencarian hidrokarbon tersebut. Setelah kajian secara regional dengan menggunakan metoda geologi dilakukan, dan hasilnya mengindikasikan potensi hidrokarbon, maka tahap selanjutnya adalah tahapan kajian geofisika. Salah satu metode geofisika yang dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi di bawah permukaan adalah metode seismik. Dalam proses eksplorasi minyak dan gas pasti melibatkan unsur geodetik dan penentuan posisi. Pada kegiatan eksplorasi secara survei seismik geodesi memiliki peran yang sangat penting dalam tiap tahap. Survei seismik merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan untuk memproduksi suatu

gambaran struktur geologi di bawah permukaan Bumi dengan melakukan gangguan pada permukaan tanah, dan menganalisis perilaku/perambatan gelombang tersebut saat melewati lapisan-lapisan tanah. Gelombang yang dipancarkan dari sumber getar (*shot point*) akan dipantulkan kembali oleh lapisan-lapisan tanah dan diterima kembali oleh penerima (*receiver point*), yang dipasang di sepanjang garis-garis seismik dengan interval tertentu. Kumpulan dari garis-garis seismik akan membentuk suatu *vintage* seismik. Serta terdapat *well-tie* pada tiap garis seismik, *well-tie* merupakan sumur yang dibuat pada garis seismik yang digunakan untuk melakukan pengikatan data sumur tersebut terhadap data seismik. *Well-tie* bertujuan untuk meletakkan horizon seismik pada posisi kedalaman yang sebenarnya, sehingga interpretasi data seismik dapat dikorelasikan dengan data geologi yang biasanya diplot pada skala kedalaman.

Data koordinat yang digunakan pada survei seismik dikenal dengan istilah data navigasi. Data navigasi merupakan data yang sangat penting, kesalahan pada pergeseran data navigasi titik-titik pada *vintage* dan *well-tie* akan berakibat pada kesalahan data model seismik penampang lapisan tanah, yang akan digunakan dalam tahap interpretasi penentuan potensi adanya kandungan migas. Sebagian besar survei seismik untuk keperluan eksplorasi sumber daya minyak bumi dan gas dilakukan pada masa lampau. Pada masa itu penggunaan sistem dan referensi koordinat belum begitu diperhatikan, akibatnya sering ditemukan data navigasi pada survei seismik memiliki datum yang tidak jelas dan terjadi ketidakseragaman datum pada satu kegiatan survei seismik. Data-data navigasi pada kegiatan survei seismik mengalami pergeseran akibat kesalahan pada pendefinisian datum, dan menimbulkan berbagai permasalahan yang dapat memberikan efek perambatan kesalahan pada tahap-tahap yang lainnya, termasuk ketika melakukan proses staking-out titik potensi pengeboran.

2 Metode Dan Data

2.1 Sistem Referensi Koordinat

Sistem referensi koordinat adalah sistem (termasuk teori, konsep, deskripsi fisis dan geometris, serta standar dan parameter) yang digunakan dalam pendefinisian koordinat dari suatu atau beberapa titik dalam ruang, sedangkan kerangka referensi koordinat dimaksudkan sebagai realisasi praktis dari sistem referensi, sehingga sistem tersebut dapat digunakan untuk pendeskripsian secara kuantitatif posisi dan pergerakan titik-titik, baik di permukaan bumi (kerangka terestris) ataupun di luar bumi (kerangka ekstra-terestris). Kerangka referensi biasanya direalisasikan dengan melakukan pengamatan-pengamatan geodetik, dan umumnya direpresentasikan dengan menggunakan suatu set koordinat dari sekumpulan titik maupun objek (Abidin, 2001).

2.2 Kerangka Referensi Koordinat

Kerangka referensi koordinat dimaksudkan sebagai realisasi praktis dari sistem referensi, sehingga sistem tersebut dapat digunakan untuk pendeskripsian secara kuantitatif posisi dari titik-titik, baik dipermukaan Bumi (kerangka terestris), ataupun di luar Bumi (kerangka celestial atau ekstra terestris). Kerangka referensi (koordinat) bisa direalisasikan dengan melakukan pengamatan-pengamatan geodetik, dan umumnya direpresentasikan dengan menggunakan suatu set koordinat dari sekumpulan titik maupun objek. Sebagai contoh, kerangka referensi koordinat adalah ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*). Kerangka ITRF yang ada yaitu ITRF89, ITRF90, ITRF 2005, dan yang paling baru saat ini adalah ITRF 2008. Untuk lingkup nasional di Indonesia, kerangka referensi dikenal dengan adanya titik-titik kontrol berupa titik triangulasi, titik-titik kontrol (JKHN) orde 0, 1, 2, 3, dan 4, serta titik-titik kontrol lainnya.

2.3 Datum Geodetik

Untuk kebutuhan pengukuran yang sesuai dan memperoleh ketelitian yang tinggi, maka penggunaan datum dibedakan menjadi dua, yaitu datum lokal dan datum global. Datum global merupakan datum yang disesuaikan untuk Bumi secara global. Akan tetapi meskipun global, di beberapa tempat dijumpai datum ini tidak begitu baik. Datum lokal penggunaannya ditujukan khusus pada satu regional saja dan cocok untuk daerah tersebut.

Datum global atau disebut juga datum geosentrik adalah datum geodesi yang menggunakan ellipsoid referensi yang sesuai dengan bentuk geoid (bidang ekipotensial Bumi yang berhimpit dengan muka laut rata-rata) di seluruh permukaan Bumi. Datum geosentrik dibuat sesuai dengan bentuk Bumi, sehingga dapat digunakan pada area manapun di Bumi. Penggunaan datum terkadang menjadi masalah terutama untuk menentukan batas negara yang bersebelahan, untuk itu saat ini penggunaan datum diarahkan pada datum global. Datum global yang pernah digunakan di Indonesia diantaranya WGS60, WGS66, WGS72, dan yang masih digunakan saat ini adalah WGS84. Pada sistem koordinat WGS 84, ellipsoid referensi yang digunakan adalah ellipsoid geosentrik WGS 84 yang didefinisikan oleh empat parameter utama yang diberikan pada Tabel 1 berikut (Abidin, 2007).

Tabel 1 Empat Parameter Utama Ellipsoid Referensi WGS 84

Parameter	Notasi	Nilai
Sumbu Panjang	a	6378137 m
Pengepangan	f	1/298.257223563
Kecepatan Sudut Bumi	ω	$7292115.0 \times 10^{-11}$ rad
Konstanta Gravitasi Bumi	GM	$3986004.418 \times 10^8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$

Datum lokal atau disebut juga datum toposentrik adalah datum geodesi yang paling sesuai dengan bentuk geoid pada daerah yang tidak terlalu luas. Datum toposentrik banyak digunakan untuk suatu lokasi yang membutuhkan ketelitian tinggi sehingga dipilih datum yang bentuknya paling sesuai hanya pada daerah itu saja. Namun jika datum toposentrik digunakan untuk area yang luas atau global, maka hasil dan keakuratan yang diberikan akan sangat buruk. Datum lokal yang pernah digunakan di Indonesia diantaranya adalah ID74, Gunung Genuk, dan datum Monconglowe.

2.4 Transformasi Koordinat

Dalam kawasan yang luas, bumi tidak dapat lagi diasumsikan sebagai bidang datar. Referensi yang mewakili bumi adalah ellipsoid yang disertai dengan karakteristik tertentu, kemudian dinamakan datum geodetik. Titik datum geodetik adalah peletakan ellipsoid yang digunakan, relatif terhadap bentuk bumi sebenarnya. Ini berarti akan dipilih suatu titik tertentu dan juga ditentukan besaran-besaran dasar yang menyatakan posisi ellipsoid terhadap bentuk pendekatan bumi yang diwakili geoid, berupa besaran undulasi dan defleksi vertikal (pada titik datum), disamping bentuk dan besarnya ellipsoid yang digunakan.

Transformasi datum pada dasarnya bertujuan untuk mengatasi permasalahan berupa pernyataan koordinat objek dimuka bumi bila ellipsoidnya berbeda dan perubahan koordinat objek dimuka bumi apabila letak ellipsoidnya berganti, baik pusat ellipsoidnya maupun arah sumbu karakteristik ellipsoidnya (lihat Gambar 1).



Gambar 1 Ilustrasi perbedaan datum

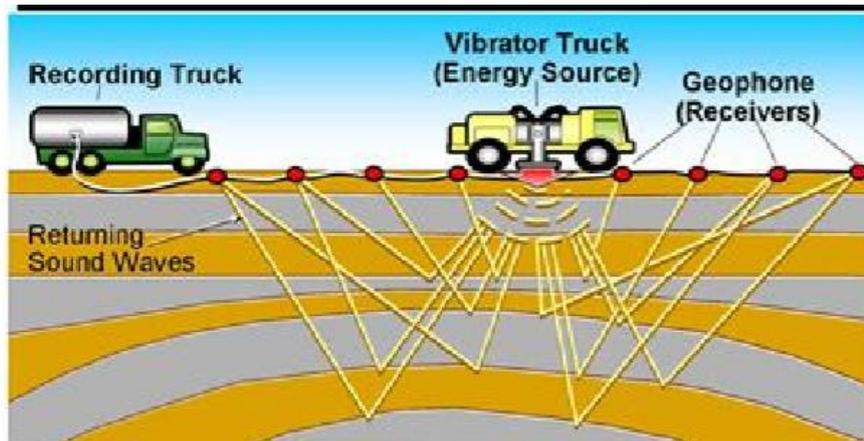
Karena penentuan posisi dengan GPS diberikan dalam datum WGS84, untuk itu pengguna perlu menyatakan koordinatnya dalam datum lainnya. Parameter transformasi antara WGS84 dan datum lokal umumnya akan sangat bermanfaat sebagai kebutuhan transformasi secara praktis. Tabel 2 berisikan parameter standar yang dikeluarkan oleh *Defence Mapping Agency* (DMA) Amerika Serikat yang merupakan transformasi dari WGS84 ke datum-datum lokal di Indonesia.

Tabel 2 Parameter Transformasi DMA Amerika Serikat

Datum Lokal	Elipsoid Referensi dan Parameter Perbedaan		
	Nama	Δa (m)	$\Delta f \times 10^4$
Batavia/G. Genuk (Sumatra)	Bessel 1841	739,845	0,10037483
Bukit Rimpah (Bangka Belitung)	Bessel 1841	739,845	0,10037483
Gunung Segara (Kalimantan)	Bessel 1841	739,845	0,10037483
Datum Indonesia 1974 (ID74)	GRS 1967	-23	-0,00114930

2.5 Survei Seismik

Survei seismik merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan untuk memproduksi suatu gambaran struktur geologi di bawah permukaan Bumi dengan melakukan gangguan pada permukaan tanah, dan menganalisis perilaku/perambatan gelombang tersebut saat melewati lapisan-lapisan tanah. Gelombang yang dipancarkan dari sumber getar (*shot point*) akan dipantulkan kembali oleh lapisan-lapisan tanah dan diterima kembali oleh penerima (*receiver point*), yang dipasang di sepanjang garis-garis seismik dengan interval tertentu. Gambar 2 Menunjukkan ilustrasi survei seismik di darat.



Gambar 2 Ilustrasi akuisisi data seismik di darat

Setelah proses akuisisi data dan perekaman data selesai dilakukan, langkah selanjutnya dalam tahapan survei seismik adalah interpretasi data. Interpretasi data merupakan tahapan yang cukup penting, karena pada interpretasi data citra seismik adalah proses mentransformasi profil *stack* seismik menjadi struktur kontinu/model geologi secara lateral. Struktur lapisan geologi yang dihasilkan dari proses citra seismik ini diasumsikan sebagai kondisi lapisan geologi dan batuan sebenarnya di bawah permukaan tanah (Dwianto, 2014). Dari analisis pengamatan lapisan geologi dan batuan yang ada di bawah permukaan bumi, dapat diketahui informasi mengenai ada atau tidaknya sumber minyak dan gas bumi pada lokasi yang dilakukan survei tersebut.

2.6 Data dan Indikasi Permasalahan

Data dalam penelitian ini data diambil dari berbagai sumber. Pada pembahasan permasalahan titik kontrol data yang digunakan diambil dari data penelitian tentang analisis pergeseran titik kontrol pada akuisisi data migas. Dalam permasalahan pergeseran titik kontrol digunakan data laporan pengukuran geodetik di survei seismik 2D Jefflio-Salawati, Papua. Pada kasus permasalahan yang lain contoh kasus diambil dari berbagai perusahaan migas di Indonesia. Datadata yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data yang digunakan dalam penelitian

No	Studi kasus	Data yang digunakan
1	Permasalahan Titik Kontrol	Data laporan pengukuran geodetik survei seismik 2D
2	Permasalahan pendefinisian datum geodetik pada <i>seismic line</i> dan <i>vintage</i>	Header data seismik, peta dasar <i>seismic line</i> dan <i>vintage</i>
3	Permasalahan pemetaan posisi well tie	Peta posisi sumur/well tie, informasi datum, model reservoir
4	Permasalahan injeksi data navigasi	Model penampang seismik
5	Permasalahan blunder	Peta area survei seismik beserta <i>seismic line</i> dan well tie
6	Permasalahan pematokan sumur bor	Model penampang seismik

Sebagian besar survei seismik sudah dilakukan pada waktu yang lampau, sedangkan kegiatan eksplorasi baru dilakukan akhir-akhir ini. Sebagai contoh survei seismik dilakukan pada tahun 1970 tapi eksplorasi pencarian sumur-sumur tua itu baru dilakukan pada tahun 2007. Saat itu sistem koordinat belum mendapat perhatian khusus. Sehingga data-data seismik yang digunakan sering memberikan informasi yang tidak jelas. Seringkali dijumpai header data seismik memberikan informasi referensi pengukuran yang tidak jelas. Beberapa contoh ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3.

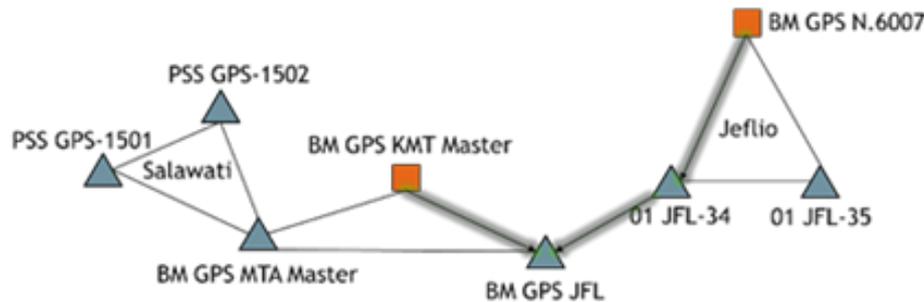
```
*****G00064 ::FILE NUMBER 1*****  
C 1 OUTPUT PSTM  
C 2  
C 3 CLIENT : PETROCHINA INTERNATIONAL COMPANY  
C 4 AREA : RIPAH BLOCK, JABUNG  
C 5 FORMAT : SEGY  
C 6 RECORD LENGTH : 5000 MS  
C 7 SAMPLE RATE : 2 MS  
C 8 DATE PROCESSED : 05 - 09 - 2003  
C 9 PROCESSED BY : BGP. JAKARTA DATA PROCESSING CENTER  
C10  
C11 INLINE : 01 - 700  
C12 CDP : 270 - 560  
C13 LINE NUMBER : BYTE 9 - 10  
C14 CMP NUMBER : BYTE 17-18  
C15 X COORDINAT : BYTE 199-202  
C16 Y COORDINAT : BYTE 203-206  
C17  
C18 INLINE : 01 X : 321241.227  
C19 CDP : 36 Y : 9857328.167  
C20 INLINE : 01 X : 330685.873  
C21 CDP : 541 Y : 9860907.087  
C22 INLINE : 660 X : 326582.517  
C23 CDP : 541 Y : 9871735.701  
..
```

Gambar 3 Contoh *Header* yang salah (Hanief, 2014)

Informasi datum dari data seismik dapat diidentifikasi dari header data seismik. Dari contoh Gambar 3 terdapat ketidakjelasan informasi datum bahkan tidak adanya informasi dari datum tersebut. Hal tersebut dapat mengakibatkan keraguan dalam pendefinisian datum tersebut, sehingga dapat memunculkan masalah baru terkait pergeseran posisi dari data-data seismik, jika terjadi kesalahan pendefinisian datum yang dapat mengakibatkan perambatan kesalahan pada tahap-tahap eksplorasi selanjutnya.

3 Permasalahan Titik Kontrol

Titik-titik kontrol BM GPS pada survei seismik digunakan dalam penentuan posisi titik shot point dan receiver point di lapangan yang sebelumnya telah ditentukan pada desain survei, sehingga titik kontrol tersebut harus memiliki sistem referensi koordinat yang jelas dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dalam beberapa kegiatan terkait hal tersebut terdapat permasalahan mengenai perbedaan koordinat titik kontrol GPS pada saat akuisisi data migas (eksplorasi geofisika). Terdapat satu BM GPS yang diturunkan dari dua titik kontrol yang berbeda mendapatkan hasil koordinat yang berbeda.



Gambar 4 Ilustrasi common point BM GPS JFL yang diturunkan dari kedua

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa BM GPS JFL diturunkan melalui BM GPS referensi KMT Master dan BM GPS 01 JFL-34 dimana BM GPS referensi KMT Master merupakan BM GPS referensi yang digunakan pada daerah salawati dan BM GPS 01 JFL-34 merupakan salah satu titik kontrol BM GPS di daerah Jeflio yang diikatkan ke BM GPS referensi N.6007. Setelah dilakukan pengukuran BM GPS JFL dari kedua BM GPS referensi yang berbeda tersebut, didapatkan hasil data koordinat yang berbeda pada BM GPS JFL yang diukur dari BM GPS referensi KMT Master dan BM GPS referensi N.6007. Hal tersebut menunjukkan adanya indikasi permasalahan pada penentuan koordinat posisi BM referensi yang digunakan.

Tabel 4 Koordinat BM GPS JFL dari dua BM GPS referensi berbeda

Nama BM	Titik Referensi	Easting (m)	Northing (m)	Elevasi (m)	Datum
GPS JFL	BM GPS KMT Master	744571.044	9858026.318	8.3943	WGS 84
GPS JFL	BM GPS 01 JFL-34	744620.29	9858023.14	7.74	WGS 84

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Dwianto (2014), bahwa terdapat permasalahan pada pengukuran geodetik BM KMT Master terkait indikasi adanya kesalahan dalam pendefinisian datum BM KMT Master dilakukan pemeriksaan pada beberapa datum WGS 72, ID 74, dan Hayford, tetapi BM KMT Master tidak termasuk dalam ketiga datum yang dilakukan pengecekan tersebut. Sehingga muncul indikasi lain iduga data koordinat BM GPS KMT Master didapatkan dari pengamatan *absolute single point positioning* dengan menggunakan alat GPS tipe *handheld* yang memiliki tingkat ketelitian yang rendah yaitu sekitar 5-10 m. Pergeseran titik kontrol tersebut akan berdampak pada bergesernya titik-titik yang akan ditentukan oleh titik kontrol BM tersebut. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan melakukan pengukuran ulang pada titik kontrol BM yang bermasalah dengan menggunakan metode dan alat yang sesuai standard serta memiliki ketelitian yang tinggi.

4 Permasalahan Pendefinisian Datum Geodetik Pada *Seismic line* dan *Vintage*

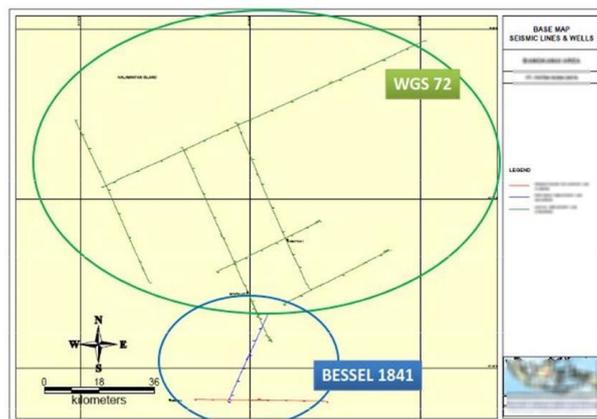
Seismic line merupakan tempat diletakkannya *receiver* untuk menerima getaran seismik yang akan dilakukan analisis lapisan bawah tanahnya. Sedangkan *vintage* adalah kumpulan dari *seismic line* tersebut, sehingga dibutuhkan ketelitian yang tinggi dalam penentuan posisinya untuk mendapatkan analisis lapisan tanah yang akurat pada posisi yang sebenarnya dilakukan analisis.

NAVIGATION FILE 1 HEADER	
SURVEY AREA	: [REDACTED]
SURVEY CLIENT	: [REDACTED]
SURVEY YEAR	: 1986 SURVEY YEAR
PROJECTION	: UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR
PROJECTION ZONE	: 50 SOUTHERN HEMISPHERE
CM	: 1173 E
SPHEROID	: WGS 72
SCALE FACTOR	: 0.9996
FALSE EASTING	: 500000
FALSE NORTHING	: 10000000

NAVIGATION FILE 2 HEADER	
SURVEY AREA	: [REDACTED]
SURVEY CLIENT	: [REDACTED]
SURVEY YEAR	: 1986 SURVEY YEAR
PROJECTION	: UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR
PROJECTION ZONE	: 50 SOUTHERN HEMISPHERE
CM	: 1173 E
SPHEROID	: BESSEL 1841
SCALE FACTOR	: 0.9996
FALSE EASTING	: 500000
FALSE NORTHING	: 10000000

Gambar 5 Informasi datum pada *header* data seismik menunjukkan datum yang berbeda

Perbedaan datum dapat diidentifikasi pada *header* data seismik. Dalam kasus ini terdapat perbedaan datum yang digunakan dalam beberapa *vintage* dan seismik line, dimana terdapat datum yang berbeda pada satu peta yang sama. Permasalahan tersebut dapat menimbulkan keraguan akan informasi datum yang diberikan pada peta tersebut. Permasalahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

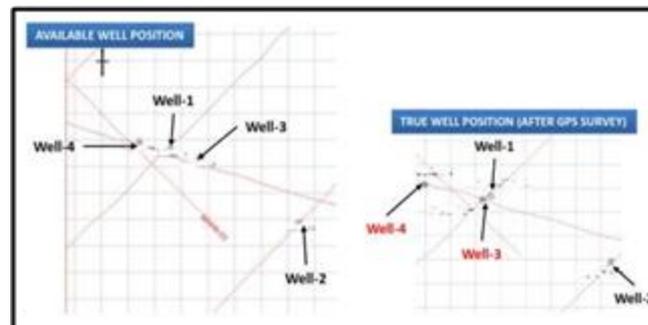


Gambar 6 Penggunaan datum yang berbeda pada satu peta

Kemungkinan yang menjadi penyebab permasalahan tersebut antara lain kontraktor pelaksana survei yang berbeda pada tiap *seismic line* atau *vintage* dan tidak adanya koordinasi antar pelaksana survei dalam penggunaan metode serta datum referensi yang sama. Kemungkinan yang lain karena adanya kesalahan memasukan informasi datum oleh operator pengolah data. Dari kedua kemungkinan tersebut menyebabkan keragu-raguan dalam penentuan datum tersebut apakah datum itu memang berbeda atau terjadi kesalahan dalam memasukan informasi datum tersebut. Kesalahan dalam menentukan datum tersebut berakibat pada pergeseran posisi *seismic line* atau *vintage* terhadap posisi yg sebenarnya. Solusi dari permasalahan ini adalah dengan melakukan transformasi koordinat pada salah satu *vintage/seismic line* pada salah satu datum, atau melakukan transformasi pada semua *vintage/seismic line* pada datum global WGS 84. Melakukan rekayasa skenario transformasi koordinat pada *seismic line/vintage* yang memiliki datum yang tidak jelas atau terdapat keragu-raguan dalam pendefinisianya.

5 Permasalahan Pemetaan Posisi Pada *Well-tie*

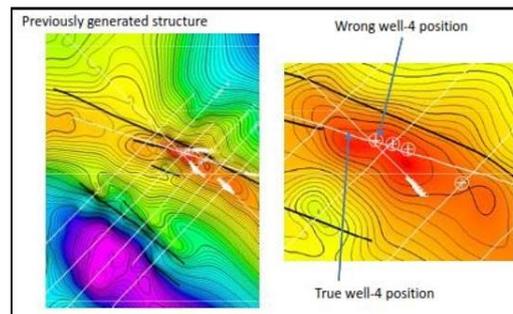
Permasalahan pemetaan posisi sumur terkait pendefinisian datum kali ini hampir sama dengan permasalahan sebelumnya tetapi pada kasus ini akan dibahas terkait penentuan posisi *well-tie*. Seperti pada kasus sebelumnya, pada kasus ini terjadi kesalahan atau pergeseran posisi dari *well-tie* dari posisi yang sebenarnya. Permasalahan pergeseran posisi sumur ditunjukkan pada Gambar 7. Terlihat pada gambar sebelah kiri terjadi kesalahan posisi sumur 3 dan 4, kesalahan pada letak posisi sumur dapat diidentifikasi dari keterangan lokasi tiap sumur pada dokumen laporan survei. Kedua sumur tersebut kemudian dilakukan survei ulang menggunakan GPS didapatkan posisi yang jauh dari posisi sebelumnya.



Gambar 7 Permasalahan pergeseran posisi *well-tie*

Kesalahan penentuan posisi sumur dapat berakibat kesalahan pada model interpretasi data seismik karena data *well-tie* bertujuan untuk meletakkan data horizon seismik pada posisi kedalaman sebenarnya. Sehingga interpretasi data

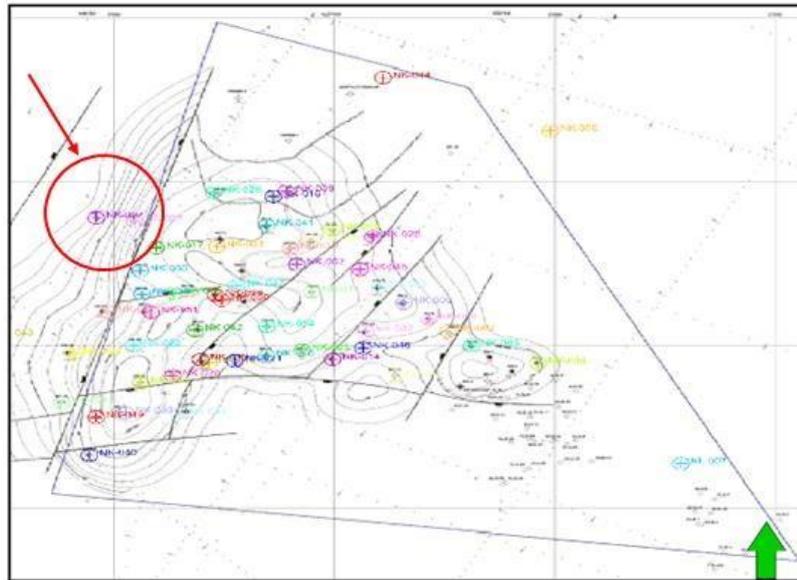
seismik dapat dikorelasikan dengan data geologi yang diplot pada skala kedalaman. Proses tersebut tentunya memerlukan keterikatan posisi antara koordinat *well-tie* dan koordinat *seismic line*. Jika data koordinat antar *well-tie* dan *seismic line* terjadi kesalahan posisi pada data *well-tie* dapat menghasilkan model interpretasi lapisan bawah tanah yang tidak sebenarnya. Permasalahan tersebut dapat menjadi kendala saat dilakukan analisis lapisan bawah tanah dan potensi cadangan migas seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Kesalahan pada model reservoir akibat pergeseran posisi

Terlihat pada Gambar 8 Terdapat pergeseran posisi sumur 4 dari tempat yang tidak seharusnya dimana posisi dari sumur 4 terlalu rapat dengan sumur yang lain dan tidak pada tempat yang semestinya. Kasus tersebut dapat menimbulkan kesalahan dari bentuk model dan luasan daerah potensi adanya cadangan minyak dimana seharusnya cadangan migas di area tersebut luas tetapi dalam permodelannya menjadi lebih sempit, begitu pula bisa terjadi hal yang sebaliknya

Ketidak-jelasan mengenai masalah datum geodetik dalam penentuan titik sumur juga akan menimbulkan masalah ketika melakukan implementasi di lapangan. Permasalahan pergeseran lokasi sumur terlihat pada kasus lainnya akan semakin jelas saat lokasi sumur tersebut tidak berada dalam wilayah kerja. Permasalahan ini sangat fatal jika proyek terus dilanjutkan. Pergeseran posisi sumur tidak pada wilayah kerja akan mengakibatkan konflik dengan pemilik lahan sebelah ketika dilanjutkan pada proses selanjutnya. Pada kasus ini saat data-data dilakukan plotting pada peta ternyata terdapat sumur yang tidak berada dalam wilayah kerja, seperti terlihat pada Gambar 9.

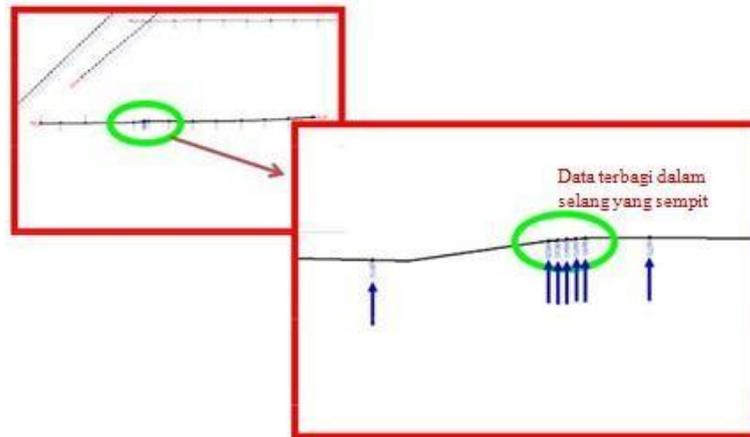


Gambar 9 Permasalahan pergeseran posisi *well-tie* keluar wilayah kerja

Permasalahan tersebut dapat terjadi karena terdapat perbedaan sistem referensi koordinat yang digunakan pada saat penentuan sumur di lapangan dengan pada saat dilakukan plotting pada peta. Sehingga terjadi pergeseran posisi sumur dari posisi yang sebenarnya. Solusi untuk permasalahan ini dilakukan transformasi koordinat untuk menyeragamkan sistem referensi koordinat yang digunakan. Serta dapat dilakukan survei ulang dengan menggunakan GPS kemudian diikatkan dan ditransformasikan pada sistem yang baru dengan menggunakan datum global WGS 84.

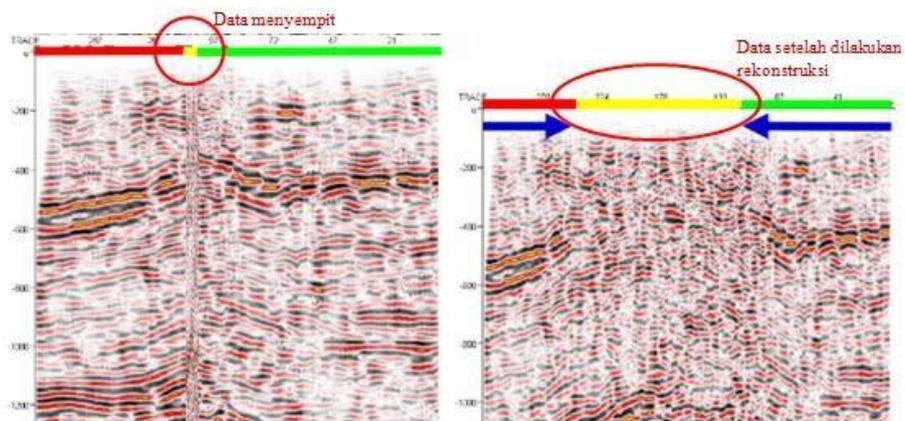
6 Permasalahan Injeksi Data Navigasi

Permasalahan kali ini terjadi karena kesalahan operator dalam melakukan pengolahan data seismik terkait data navigasi. Dalam kasus ini terjadi kesalahan saat memasukkan data koordinat, sebagai contoh untuk kasus ini, data yang seharusnya dimasukkan adalah koordinat SP1 dan SP5, tetapi operator salah memasukkan data koordinat SP1 dan SP2. Jadi data posisi tiap SP diantara SP1 dan SP5 akan tergagi dalam selang yang sempit, sehingga data penampang seismik di bawahnya juga akan mengalami penyempitan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10, data koordinat SP terbagi pada selang yang sempit dan bukan yang seharusnya.



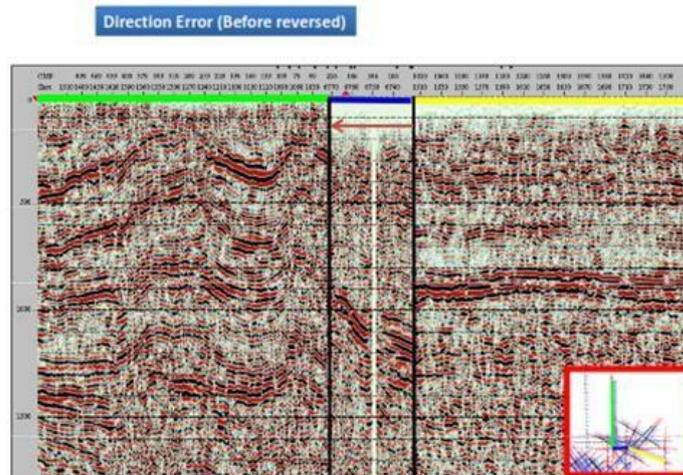
Gambar 10 Permasalahan injeksi data navigasi pada koordinat SP

Dari kesalahan kasus pada Gambar 10 menyebabkan kesalahan pada gambar penampang seismik yang ditunjukkan pada Gambar 11 dan gambar sebelah kanan adalah gambar setelah dilakukan rekonstruksi.



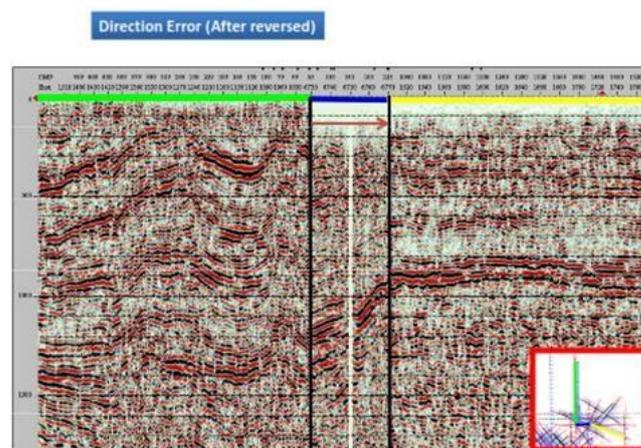
Gambar 11 Penampang seismik sebelum dan sesudah dilakukan rekonstruksi

Selain terjadi kesalahan input data navigasi yang menyebabkan data menjadi stretch atau menyempit, pada contoh kasus yang lain terdapat data navigasi yang dimasukkan pada informasi titik SP terbalik. Data koordinat awal dan akhir pada titik SP terbalik sehingga menyebabkan model seismik menjadi seperti pada Gambar 12.



Gambar 12 Kesalahan pada penampang seismik akibat input data navigasi pada titik SP terbalik

Data model penampang seismik pada Gambar 12 terlihat terdapat *miss tie*. Setelah dilakukan koreksi dari data koordinat titik SP data model penampang seismik terlihat lebih masuk akal dan tidak ada *miss tie*, model penampang seismik ditunjukkan pada Gambar 13.

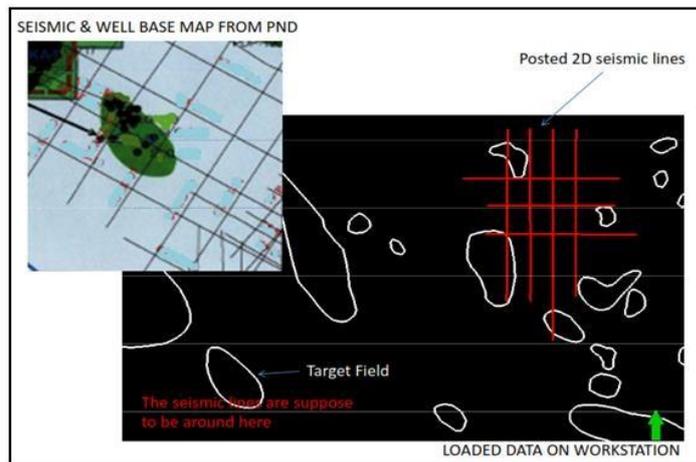


Gambar 13 Penampang seismik setelah dilakukan rekonstruksi

7 Permasalahan Blunder

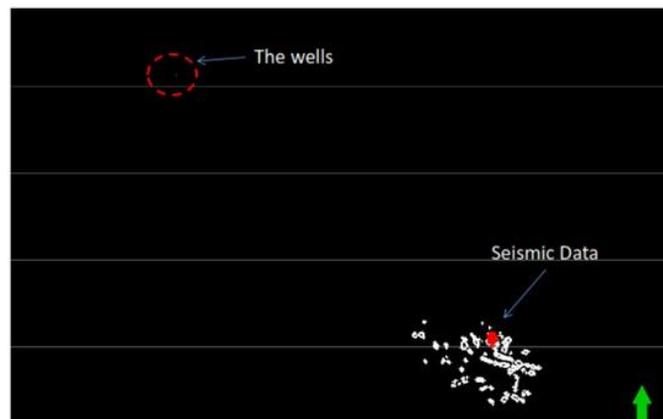
Permasalahan blunder merupakan kesalahan yang fatal. Permasalahan blunder ini sudah di luar dari permasalahan akibat kesalahan datum dan

sistem koordinat. Permasalahan ini terjadi saat dilakukan integrasi data hasil survei seismik, dimana setelah dilakukan integrasi antara data *vintage*, *welltie*, dan area target pada peta dasar, terjadi penyimpangan pada data *vintage* yang sangat jauh dari lokasi area target dilakukannya survei. Seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Pergeseran *vintage* seismic terhadap area survei

Permasalahan tersebut tidak sampai disitu, pergeseran tidak hanya terjadi pada data *vintage*, tetapi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. terlihat bahwa lokasi sumur terpisah jauh dari lokasi *vintage* dan area target dilakukannya survei.



Gambar 15 Pergeseran posisi sumur terhadap area survei

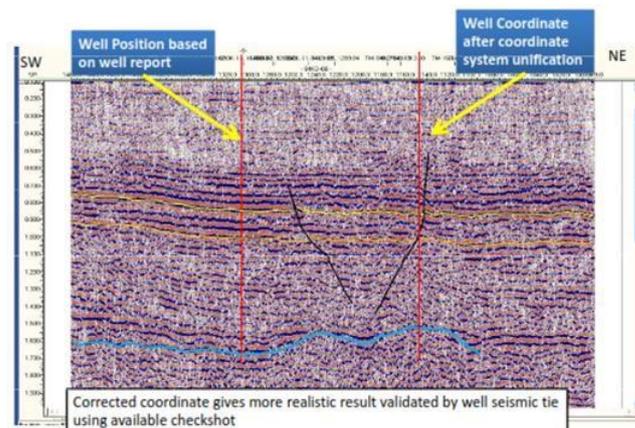
Kemungkinan terjadi kesalahan blunder sudah diluar dari permasalahan datum, karena pada permasalahan ini pergeseran mencapai beberapa kilometer dari lokasi yang sebenarnya sedangkan pergeseran datum sekitar ratusan meter. Kemungkinan penyebabnya antara lain menyangkut dokumen survei seismik yang bersifat dokumen rahasia karena memuat informasi lokasi sumur-sumur minyak bernilai milyaran bahkan triliunan rupiah, maka pihak pemilik dokumen sebelumnya sering menambahkan suatu konstantan tertentu pada data navigasi tersebut untuk menjaga keamanan data dari pihak luar. Sehingga pada saat kepemilikan telah berpindah tangan, data lokasi seismik menjadi kacau dan bergeser jauh dari lokasi yang sebenarnya.

Permasalahan blunder merupakan kesalahan yang cukup fatal sehingga biasanya datanya dibuang dan perlu dilakukan pengukuran ulang pada semua data yang mengandung kesalahan tersebut. Permasalahan blunder juga dapat diselesaikan dengan merekonstruksi letak posisi *seismic line* dan titik sumur sesuai dengan keterangan-keterangan yang sudah tertera pada dokumen laporan data koordinat *seismic line* maupun data koordinat well. Dari keterangan dokumen tersebut posisi dari *seismic line* dan sumur dapat ditarik ke posisi aslinya. Cara tersebut dikenal dengan teknik kartometris.

8 Permasalahan Staking-Out Posisi Sumur Bor

Pematokan sumur untuk keperluan pengeboran migas dilaksanakan setelah proses interpretasi data seismik. Titik lokasi pengeboran ditentukan saat dilakukan interpretasi data seismik, dari model seismik identifikasi lapisan tanah yang dibentuk seperti pada pembahasan sebelumnya dianalisis dan ditentukan lokasi yang cocok untuk dilakukan pengeboran. Namun seperti permasalahan yang telah dibahas, terdapat berbagai macam masalah terkait data navigasi seperti pergeseran titik kontrol, ketidakseragaman sistem referensi koordinat yang dipakai, serta kesalahan dalam injeksi data navigasi. Kesalahan tersebut menyebabkan kesalahan pada saat proses interpretasi dimana data yang digunakan tidak sesuai dengan lokasi di lapangan serta kesalahan dari bentuk model seismik menjadi lebih rumit dan berbeda dari yang seharusnya, sehingga terjadi kesalahan saat dilakukan proses interpretasi penentuan lokasi pengeboran.

Permasalahan juga muncul saat pelaksanaan pematokan di lapangan. Titik lokasi usulan pengeboran berdasarkan titik koordinat SP pada survei seismik. Namun seringkali terjadi sistem koordinat yang dipakai pada survei seismik tidak sama dengan saat dilakukan pematokan titik pengeboran, sebagai contoh pada tahap survei dan interpretasi seismik digunakan datum Bessel namun pada pelaksanaan pematokan titik pengeboran memakai BM yang berbeda dan diikatkan pada datum WGS84. Hal tersebut dapat menyebabkan pergeseran titik lokasi pengeboran dari lokasi yang seharusnya, sehingga kegagalan dalam pengeboran tidak dapat dihindarkan. Ketidakteraturan sistem referensi koordinat saat dilaksanakan pengeboran ditunjukkan pada Gambar 16.



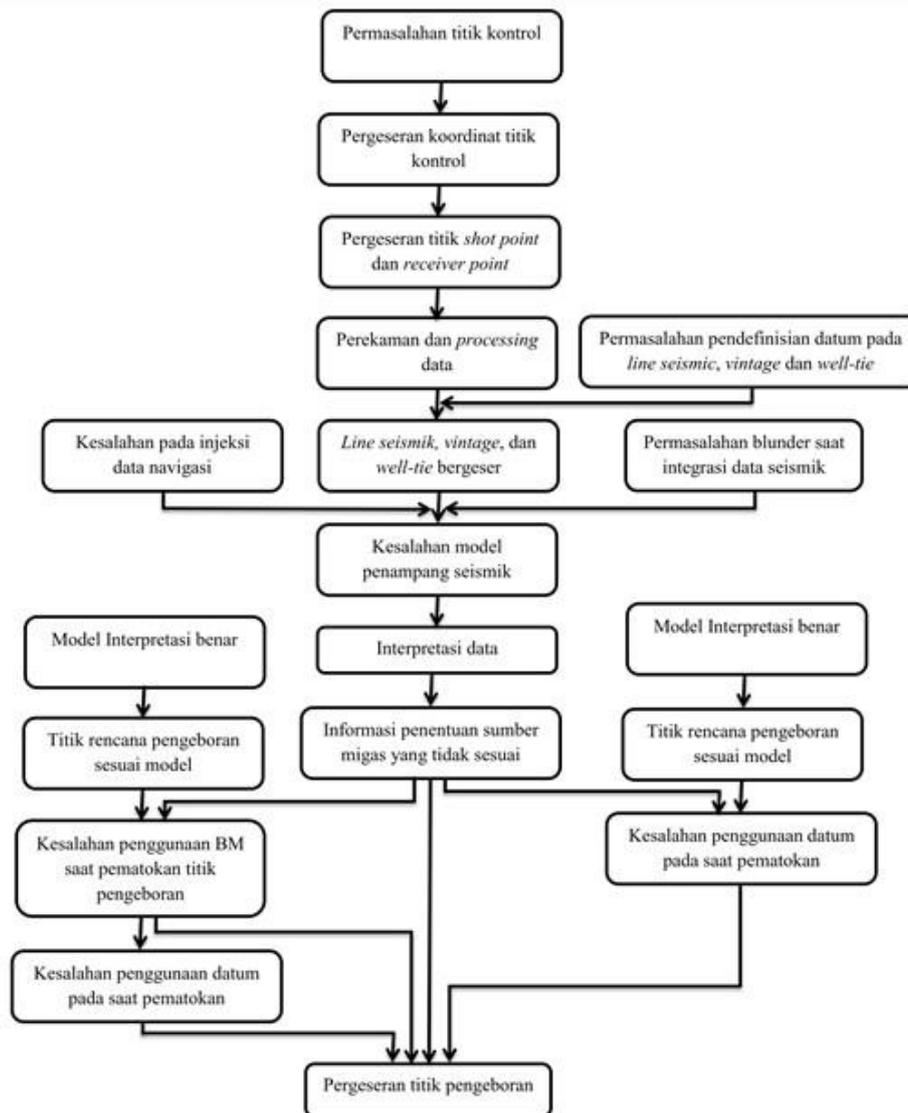
Gambar 16 Titik posisi sumur sebelum dan sesudah dilakukan penyeragaman sistem koordinat

Seperti pada penjelasan sebelumnya ketidakteraturan sistem referensi koordinat yang digunakan pada data survei seismik dan saat dilakukan penentuan lokasi pengeboran menyebabkan pergeseran lokasi sumur terhadap lokasi yang diharapkan seperti terlihat pada Gambar 16. Setelah dilakukan penyeragaman sistem koordinat maka dapat dilihat pada Gambar 16 bahwa lokasi yang seharusnya titik pengeboran berada tepat pada daerah yang memiliki struktur antiklin atau daerah yang memiliki potensi adanya jebakan migas.

9 Pemetaan Permasalahan Yang Terjadi

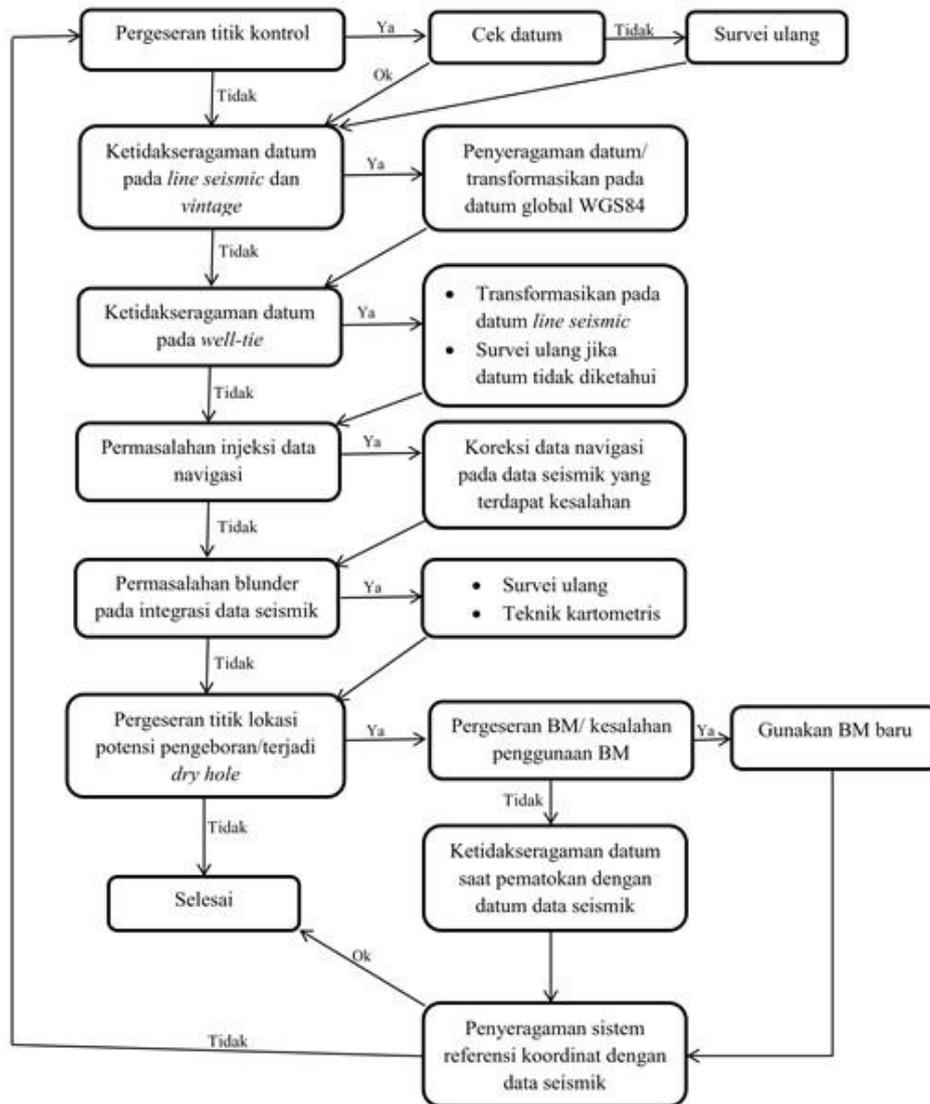
Dari beberapa permasalahan yang terjadi, kemudian dilakukan identifikasi permasalahan pada tiap aktivitas kegiatan survei seismik terkait data

navigasi dan pendefinisian sistem referensi koordinat yang digunakan. Permasalahan-permasalahan tersebut menyebabkan perambatan kesalahan pada proses kegiatan survei seismik berikutnya. Permasalahan tersebut kemudian dilakukan visualisasi peta permasalahan dalam bentuk diagram permasalahan seperti terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Diagram permasalahan

Kemudian dapat dibuat diagram solusi dari permasalahan-permasalahan yang terjadi, diagram solusi dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Diagram permasalahan

10 Kesimpulan dan Saran

Pada kegiatan eksplorasi survei seismik masih terdapat beberapa kasus permasalahan terkait aspek geodetik dan data navigasi. Permasalahan bermula dari ketidakjelasan datum yang digunakan pada saat penentuan titik kontrol, ketidakseragaman sistem referensi koordinat pada *seismic line*, *vintage*, dan *well-tie*, permasalahan blunder pada saat integrasi data seismik, dan permasalahan injeksi data navigasi. Dari permasalahan tersebut dapat mengakibatkan kesalahan pada model interpretasi. Kesalahan pada model dapat mengakibatkan kesalahan pada penentuan posisi titik potensi pengeboran. Permasalahan saat staking-out juga dapat diakibatkan kesalahan dalam penggunaan sistem referensi koordinat tidak sama dengan sistem referensi koordinat yang digunakan pada data seismik. Permasalahan tersebut sangatlah kompleks sehingga dapat mengalami kegagalan dalam tahap pengeboran yang menimbulkan kerugian puluhan hingga ratusan milyar rupiah.

Dari permasalahan yang terjadi solusi yang dapat diberikan adalah dengan menyeragamkan penggunaan sistem referensi koordinat global pada semua proses kegiatan eksplorasi survei seismik serta prosedur dan penggunaan alat-alat yang sesuai standar survei. Pentingnya peran teknik geodesi pada proses pengolahan data navigasi dalam tahap interpretasi data seismik untuk menjamin kualitas data dan kontrol dalam pendefinisian sistem referensi yang digunakan pada proses tersebut serta dapat memberikan solusi jika terjadi permasalahan tersebut.

11 Daftar Pustaka

- [1] Abidin, H. Z. (2001). Geodesi Satelit. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [2] Abidin, H.Z. (2007). Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [3] Dwianto, B. R. (2014). Analisis Permasalahan Titik Kontrol Global Positioning System (GPS) Pada Proses Kegiatan Akuisisi Data Migas. ITB, Bandung.
- [4] Andreas, H. (2013). Penentuan Parameter Transformasi. Bab 4 dalam Pengukuran Sumur Eksisting (Reposisi) Menggunakan Alat GPS Teliti Area Sanga-Sanga dan Bunyu. Jakarta: PT Geonet Indonesia.
- [5] Evans, B.J. (1997). A Handbook for Seismic Data Acquisition In Exploration, Geophysical Monograph Series: SEG.

- [6] Altamimi, Z., Collilieux, X., dan Metivier, L. (2010). ITRF2008: An Improved Solution of the International Terrestrial References Frame. Diakses dari Springerlink.com.
- [7] Hanief, H. (2005). Geodesi dan Geomatika pada Proses Bisnis PERTAMINA HULU. Presentasi di Gedung Geodesi dan Geomatika ITB tanggal 8 April 2014.
- [8] Featherstone, W., E. (1995). The Global Positioning System (GPS) and its use in Geophysical Exploration. Perth: Curtin University of Technology.
- [9] National Imagery and Mapping Agency. (2000). Department of Defense World Geodetic System 1984, Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems. NSN 7643-01-402-0347.
- [10] Nusageo. (2012). Uncertainties of Coordinate System Case Oil & Gas Project. Nusageo, Jakarta.
- [11] Todona, A. R. M. S. (2010). Survei Seismik Untuk Pemasangan Pipa Bawah Laut (Studi Kasus: Pemasangan Bawah Laut PGN di Perairan Tanjung Priok).
- [12] Santoso, D. (2005). Pengantar Teknik Geofisika. Penerbit ITB, Bandung.