



Analisis Permasalahan Sistem Koordinat Pada Kegiatan *Well Tie* Data Seismik

Dirga Maulansyah Guwandi¹, Heri Andreas², Mipi Ananta Kusuma²

¹Mahasiswa S-1 Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, ITB

²Kelompok Keahlian Geodesi Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, ITB
Institut Teknologi Bandung

Teknik Geodesi dan Geomatika, Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha No. 10, Bandung, Indonesia

^acorresponding author: maulansyahguwandi@gmail.com

Abstrak. Sebagian besar data survei seismik yang digunakan saat ini merupakan hasil kegiatan dilakukan pada masa lampau sebelum era yang memperhatikan penggunaan sistem koordinat yang bersifat global. Dampaknya seringkali dijumpai data seismik yang penentuan posisinya menggunakan sistem koordinat tidak terdefinisi dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan pemahaman mengenai sistem koordinat agar terhindar dari kesalahpahaman koordinat pada lokasi survei. Penelitian ini ditujukan untuk melihat permasalahan ketidakseragaman sistem koordinat yang masih sering terjadi di dunia migas. Indikasi permasalahan terletak pada data koordinat *well* seismik. Data *well* seismik yang diperoleh dari hasil survei kebanyakan tidak terdefinisi pada satu datum yang pasti. Metode penelitian ini didasarkan pada permasalahan yang pernah dialami oleh pelaku kegiatan eksplorasi migas dan juga ditambahkan dengan pembuatan beberapa simulasi skenario yang menampilkan perbedaan penempatan posisi *well* yang diakibatkan perbedaan penggunaan datum. Kesalahan penempatan posisi *well* yang terjadi dapat mengakibatkan kesalahan penentuan posisi di permukaan Bumi, sehingga berakibat kesalahan pada interpretasi penampang lapisan-lapisan tanah di bawah permukaan Bumi.

Kata Kunci: *ketidakseragaman sistem koordinat, survei seismik, well seismik*

1 Pendahuluan

Sumber daya alam yang tersaji di Indonesia sungguh berlimpah, ini merupakan anugerah bagi bangsa ini. Terutama dalam bentuk minyak dan gas, sumber daya bisa dikatakan menjadi komoditi yang sangat mahal dan penting, dan sifatnya yang tidak terbarukan menjadikan nilainya akan terus meningkat. Kebutuhan warga dunia akan minyak dan gas juga tidak pernah menurun seiring dengan pertumbuhan penduduk yang terus menerus. Dalam pemenuhan kebutuhan inilah diadakan suatu kajian panjang yang melibatkan beberapa bidang kajian kebumih dan ilmu eksak.

Survei seismik adalah tahapan penelitian untuk mengamati penampang lapisan batuan bawah permukaan yang berguna untuk mencari sumber potensial cadangan minyak dan gas. Salah satu tahapan kegiatan ini adalah tahapan pembuatan *well tie*. *Well tie* merupakan proses pembuatan sumur galian sesuai dengan titik di area yang ditentukan untuk mendapatkan sampel dari lapisan batuan di bawah permukaannya. *Well tie* digunakan untuk melengkapi data yang diperoleh melalui seismik. Penentuan posisi *well tie* ini membentuk *crossover* sehingga didapatkan informasi mengenai profil lapisan bawah tanah dalam cakupan satu area yang luas. Koordinat pada tiap penempatan sumur menjadi penting agar Gambaran profil lapisan bawah tanah bisa terbentuk dengan baik. Permasalahan kesalahan penempatan koordinat dikarenakan masalah perbedaan pemahaman kontraktor yang mengerjakan survei seismik mengenai datum, elipsoid, dan sistem koordinat yang digunakan ketika tahapan *well tie* di survei seismik dilakukan tidak dengan menggunakan sistem koordinat yang dipakai secara global. Kesalahan ketika survei seismik akan berakibat pada penafsiran terhadap analisis survei seismik yang dilakukan yang tidak sesuai dengan di lapangan.

2 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan seperti pada Gambar 1.

3 Teori Dasar

3.1 Sistem Koordinat

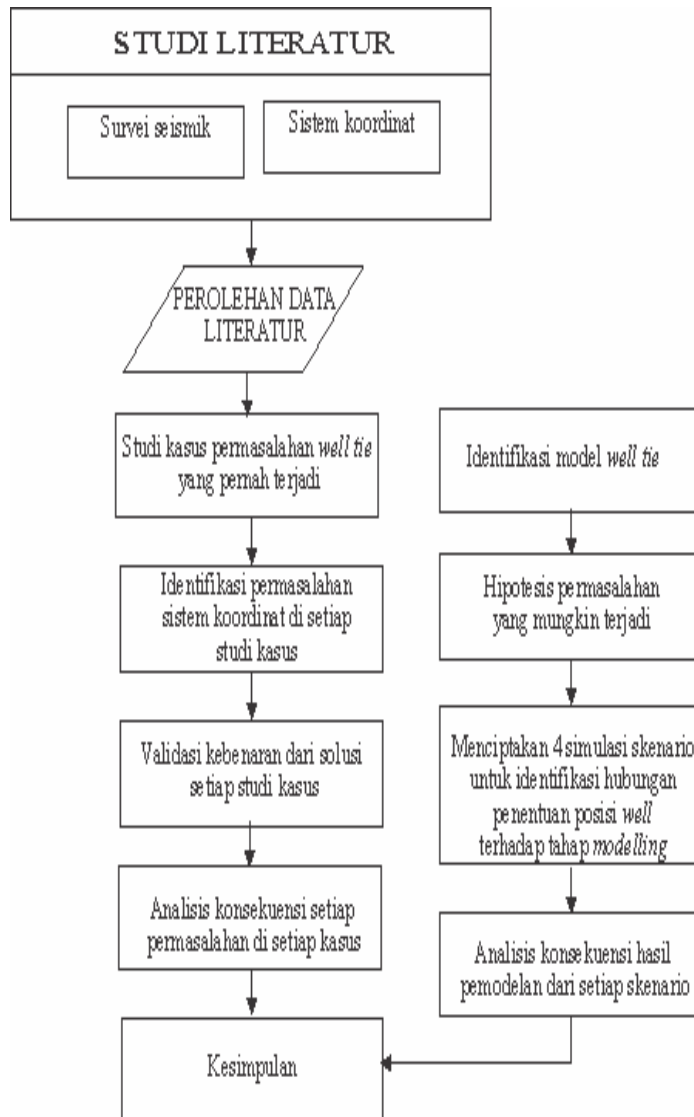
Posisi suatu titik dapat dinyatakan secara kuantitatif maupun kualitatif. Secara kuantitatif posisi suatu titik dinyatakan dengan koordinat, baik dalam ruang satu, dua, tiga, maupun empat dimensi (1D, 2D, 3D, maupun 4D). Selain memberikan deskripsi kuantitatif tentang posisi, koordinat juga merepresentasikan pergerakan suatu titik (trayektori) seandainya yang bersangkutan bergerak. Untuk menjamin adanya konsistensi dan standardisasi, perlu ada suatu sistem dalam menyatakan koordinat. Sistem ini disebut sistem referensi koordinat atau secara singkat disebut sistem koordinat (Abidin, 2007).

Dalam bidang geodesi dan geomatika, posisi suatu titik biasanya dinyatakan dengan koordinat (dua dimensi atau tiga dimensi) yang mengacu pada suatu sistem koordinat tertentu. Sistem koordinat itu sendiri didefinisikan dengan mendefinisikan tiga parameter berikut, yaitu (Abidin, 2007):

1. Lokasi titik nol sistem koordinat,
2. Orientasi dari sumbu-sumbu koordinat, dan

3. Besaran (kartesian, *curvilinear*) yang digunakan untuk mendefinisikan posisi suatu titik dalam sistem koordinat tersebut.

Dengan berkembangnya waktu, sekarang sistem referensi geospasial juga harus mendefinisikan sistem referensi, kerangka referensi, datum geodetik dan sistem referensi tinggi serta sistem implementasinya (Manajemen, Pemeliharaan, *Law Enforcement*, dll).



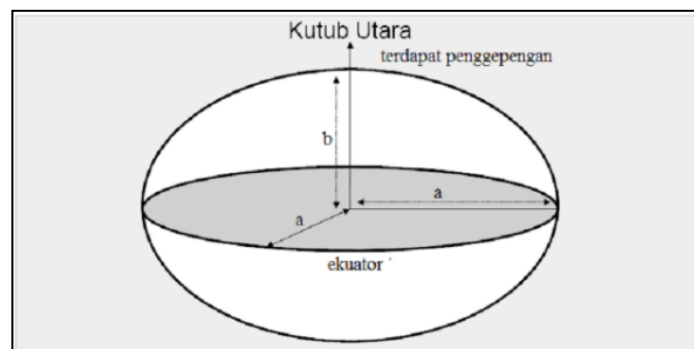
Gambar 1 Skema metodologi penelitian

3.2 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 obyek (seperti bintang dan quasar) (Abidin, 2007). Beberapa sistem referensi diantaranya CTS, ITRS, dan WGS84.

3.3 Elipsoid dan Datum Geodetik

Datum dan elipsoid merupakan hal yang mendasar dalam akuisisi data untuk diolah menjadi informasi geospasial yang sangat baik karena merupakan dasar acuan untuk setiap koordinat. Elipsoid Referensi adalah ellipsoid putaran yang digunakan sebagai bentuk matematis yang mewakili bentuk bumi, dan selanjutnya digunakan untuk penentuan posisi (koordinat) dalam sistem koordinat geodetik. Elipsoid adalah bentuk matematis yang mewakili bentuk Bumi dan parameternya ditentukan dari setengah sumbu panjang (a), setengah sumbu pendek (b), dan nilai pengepengan ($1/f$). Datum Geodetik adalah sejumlah parameter yang digunakan untuk mendefinisikan bentuk dan ukuran ellipsoid referensi (sumbu panjang- a , sumbu pendek- b , pengepengan- f) serta kedudukan dan orientasinya dalam ruang terhadap tubuh bumi yang digunakan untuk pendefinisian koordinat geodetik. Oleh karena itu, suatu besaran tidak dapat dihitung ataupun dihasilkan jika datum belum ditentukan terlebih dahulu. Gambar 2 menunjukkan ilustrasi dari parameter elipsoid referensi.



Gambar 2 Parameter elipsoid referensi

3.4 Datum Geodetik Lokal dan Global

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 dan hasil dari penelitian dengan akuisisi data secara global. Akan tetapi meskipun global, di beberapa tempat dijumpai datum ini tidak begitu baik dikarenakan data yang dibutuhkan minim. Datum lokal penggunaannya ditujukan khusus pada suatu area yang bersifat regional saja dan cocok untuk daerah tersebut.

3.5 Transformasi Koordinat dan Datum

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

Transformasi datum pada dasarnya bertujuan untuk mengatasi permasalahan:

1. Pernyataan koordinat obyek di muka bumi bila elipsoidnya berbeda.
2. Perubahan koordinat obyek di muka bumi apabila letak elipsoidnya berganti, baik pusat elipsoidnya maupun arah sumbu karakteristik ellipsoidnya.

Ilustrasi perbedaan datum bisa dilihat di Gambar 3.



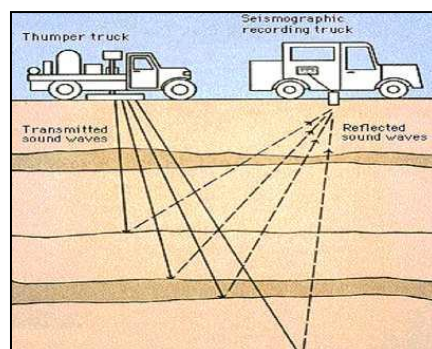
Gambar 3 Ilustrasi perbedaan datum (dimodifikasi dari Knippers, 2009)

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

3.6 Survei Seismik

Survei seismik adalah teknik yang mirip dengan USG (*Ultrasonography*) yang digunakan untuk mendapatkan gambaran penampang lapisan bawah tanah bumi untuk mengetahui apakah ada potensi minyak bumi di dalamnya, yaitu dengan cara memberikan sumber getaran dengan memanfaatkan instrumen yang bisa mengirimkan gelombang seismik, dimana gelombang seismik dari sumber gelombang akan dipancarkan ke dalam tanah kemudian dipantulkan kembali ke permukaan tanah, lalu ditangkap oleh alat perekam atau *receiver* yang dinamakan *geophone* untuk survei seismik di darat dan *hydrophone* yang digunakan pada survei seismik di laut. Gambar 4 menunjukkan ilustrasi survei seismik di darat.

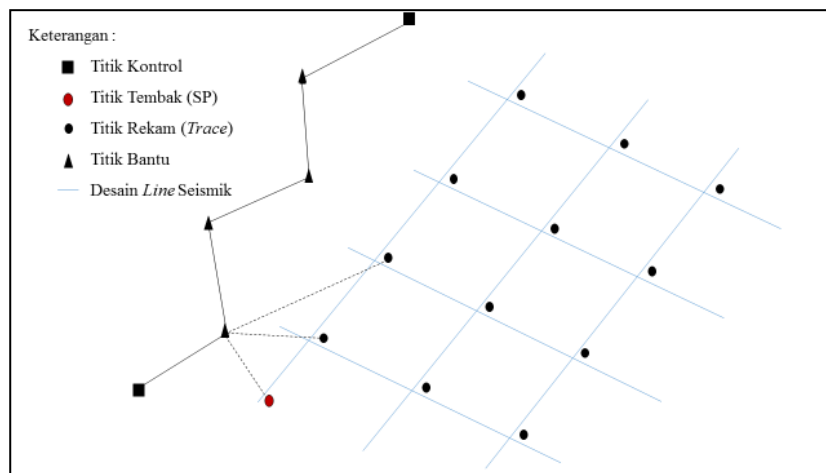
Tujuan utama dari survei seismik merupakan sebuah kebijakan untuk optimisasi rangkaian kegiatan eksplorasi secara keseluruhan. Sehingga dengan adanya survei seismik diharapkan dapat memaksimalkan cakupan lahan yang digunakan untuk eksplorasi dan meminimalisasi nilai kebutuhan yang harus dikeluarkan dan diharapkan bisa meminimalisasi kesalahan yang mungkin terjadi, sehingga potensi kerugian bisa dihindarkan. Kualitas rekaman seismik dari sudut pandang geofisika dapat dinilai dari perbandingan sinyal refleksi terhadap sinyal *noise* (S/N) yaitu perbandingan antara banyaknya sinyal refleksi yang direkam dibandingkan dengan sinyal *noise*-nya dan keakuratan waktu tempuh (*travel time*).



Gambar 4 Ilustrasi Survei Seismik

3.7 Akusisi Data *Well* Seismik

Survei seismik diawali dengan survei lokasi. Selanjutnya, dilakukan pemasangan titik BM GPS secara merata di seluruh area yang akan dilakukan survei seismik. Setelah dilakukan pengukuran titik GPS, dilakukan pengukuran lintasan seismik, yang diawali dengan pengukuran azimuth matahari untuk mendapatkan arah utara sebenarnya. Kemudian, dilakukan pengukuran poligon menggunakan metode poligon terbuka yang diikatkan kepada titik BM GPS. Setelah poligon diukur, dilakukan *stake-out* terhadap titik-titik tembak (*Shot Points*) dan titik-titik rekam (*Trace*) seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Ilustrasi *stake-out* survei seismik

3.8 Permasalahan Sistem Koordinat Survei Seismik

Kebanyakan survei seismik sudah dilakukan pada waktu yang lampau sedangkan kegiatan eksplorasi baru dilakukan akhir-akhir ini, contohnya survei seismik dilakukan pada tahun 1970 namun pematokan sumur minyak baru dilakukan pada tahun 2007. Saat itu sistem koordinat belum mendapat perhatian khusus, akibatnya informasi yang diberikan sangat tidak jelas. Seringkali dijumpai header data seismik memberikan informasi referensi pengukuran yang tidak jelas. Permasalahan seperti ini akan berdampak terhadap hasil akhir dari kegiatan survei seismik ini, sehingga tujuan dari kegiatan eksplorasi, yaitu untuk

meminimalisir kesalahan pada tahap eksploitasi tidak akan tercapai. Contoh ilustrasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

```

C 1 DATA      : FINAL STACK PSTM KIRCHHOFF
C 2 AREA       : MUSI BARAT 3D
C 3 FORMAT     : SEGY
C 4 POINT ORIGIN : 1121 IL, 5001 XL, X=288968 Y=9638751, AZIMUTH= 90
C 5 IN LINE    : 1121 - 1510
C 6 X LINE     : 5001 - 5403
C 7 IN LINE 1121, X LINE 5001 : X= 288968 Y=9638751
C 8 IN LINE 1121, X LINE 5403 : X= 299018 Y=9638751
C 9 IN LINE 1510, X LINE 5001 : X= 288968 Y=9648476
C10 IN LINE 1510, X LINE 5403 : X= 299018 Y= 9648476
C11 SAMPLE RATE : 2 MS
C12 RECORD LENGTH : 5000 MS
C13 DATUM COORDINAT : BESSEL WGS84
C14 IN LINE     : BYTE 173 - 176
C15 X LINE      : BYTE 177 - 180
C16 COORDINAT CDP : BYTE 119 - 122 (X)
C17 COORDINAT CDP : BYTE 123 - 126 (Y)
C18 BIN SIZE    : 25 X 25 M
C19 START TIME  : 0 MS; NORMAL POLARITY
C20 PROCESS BY  : SCHLUMBERGER USING OMEGA SOFTWARE
C21 ACQUISITION PARAMETER
C22 INTERVAL SOURCE/RECEIVER : 50/50 M
C23 INTERVAL SOURCE/RECEIVER LINE : 400/400 M
C24 NUMBER REC LINE/CHANNEL : 10 LINE/ 80 CHANNEL/ 800
CHANNEL C25 RECEIVER / SOURCE TYPE : GEOPHONE /
DYNAMITE 0.5 KG

```

Gambar 6 Header yang menggunakan ellipsoid sebagai datum

4 Pengolahan Data

4.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari beberapa perusahaan minyak dan gas dan juga dari pemerintahan Indonesia dan dari digitalisasi lokasi area survei seismik dengan zona 50S. Datum yang digunakan pada data koordinat ini tidak terdefinisi secara jelas. Data ini terdiri dari beberapa kasus permasalahan yang pernah dialami oleh pelaku kegiatan eksplorasi dan juga ditambah data simulasi skenario untuk memudahkan penjelasan dampak yang terjadi apabila terjadi kesalahan terkait datum yang digunakan pada data koordinat survei seismik ini.

4.2 Studi Kasus Permasalahan Sistem Koordinat

Studi kasus ini mempelajari kasus-kasus kesalahan dalam kegiatan survei seismik *well tie* yang diakibatkan oleh kesalahan sistem koordinat. Kesalahan ini dialami oleh beberapa perusahaan minyak dan gas selama kegiatan eksplorasi berlangsung. Kesalahan ini mempengaruhi keberjalanan seluruh kegiatan eksplorasi. Tujuannya adalah agar mengetahui kesalahan yang pernah terjadi secara nyata sehingga bisa proses analisis kesalahan dan konsekuensinya lebih diketahui secara pasti.

4.3 Skenario Permasalahan Sistem Koordinat

Skenario ini memuat kesalahan penempatan *well* yang berakibat pada kesalahan dalam interpretasi geologi bawah tanahnya. Skenario dilakukan dengan melakukan rekayasa kombinasi beberapa datum pada satu kumpulan *well* seismik. Tujuannya, agar perbedaan dari kombinasi ini menunjukkan perbedaan yang nantinya dapat dibandingkan dan dianalisis. Skenario ini dibentuk karena kesalahan penempatan posisi *well* dikarenakan ketidakseragaman penggunaan sistem koordinat pada saat pengerjaan survei topografi oleh kontraktor, dengan prosedur pengerjaan yang berbeda dan tidak ada yang menggunakan sistem koordinat global. Terdapat empat skenario simulasi untuk menggambarkan kemungkinan yang terjadi ketika kesalahan dialami oleh pelaku eksplorasi survei seismik. Empat skenario simulasi ini digunakan untuk rekonstruksi dan identifikasi dampak dari kesalahan sistem koordinat dalam keberlangsungan kegiatan survei seismik, khususnya di tahapan pembuatan model penampang bawah tanah.

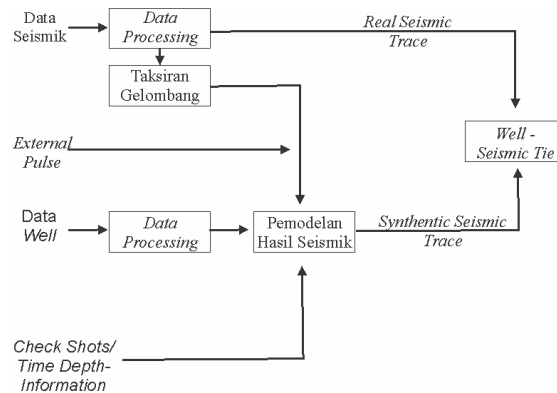
4.4 Prosedur Pengolahan Data

Proses pengolahan data dan informasi dilakukan dengan memetakan dan menganalisa dari beberapa studi kasus permasalahan yang dialami oleh beberapa perusahaan minyak dan gas, permasalahan yang dianalisa adalah permasalahan yang terkait dengan masalah sistem koordinat yang terjadi di beberapa kegiatan survei seismik.

Dengan meneliti kesalahan yang terjadi pada saat proses pengerjaan *well tie*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Setiap tahapan melibatkan ilmu geodesi dan geomatika sebagai sumber informasi dasar dalam setiap pengambilan kebijakan di setiap tahapan. Khusus dalam 3 tahap dasar di dunia minyak dan gas, geodesi berperan sebagai:

1. Pada tahapan eksplorasi, geodesi berperan dalam penentuan titik kontrol survei seismik, survei *line* dan *vintage* seismik, penentuan posisi *well*, dan penyatuan datum koordinat.
2. Pada tahapan eksploitasi, geodesi berperan dalam pemetaan daerah prospek, pengukuran persil pembebasan lahan, *access road mapping*, *staking out* titik pengeboran
3. Pada tahapan pengawasan dan manajemen asset, geodesi berperan dalam pembuatan *ass-built*, pemetaan asset yang dimiliki dalam dua dimensi dan tiga dimensi, pengukuran inspeksi, pengukuran pengawasan deformasi di sekitar area kerja.



Gambar 7 tahapan pengerjaan *well tie*

Setiap informasi dan data hasil pengamatan dari geodesi dan geomatika akan menjadi bahan pertimbangan utama dalam setiap pengambilan keputusan untuk dilanjutkan ke tahapan selanjutnya. Data dan informasi yang disajikan dari departemen geodesi dan geomatika juga akan diintegrasikan dengan data lain, seperti data geologi atau data geofisika untuk menghasilkan informasi seismik lanjutan.

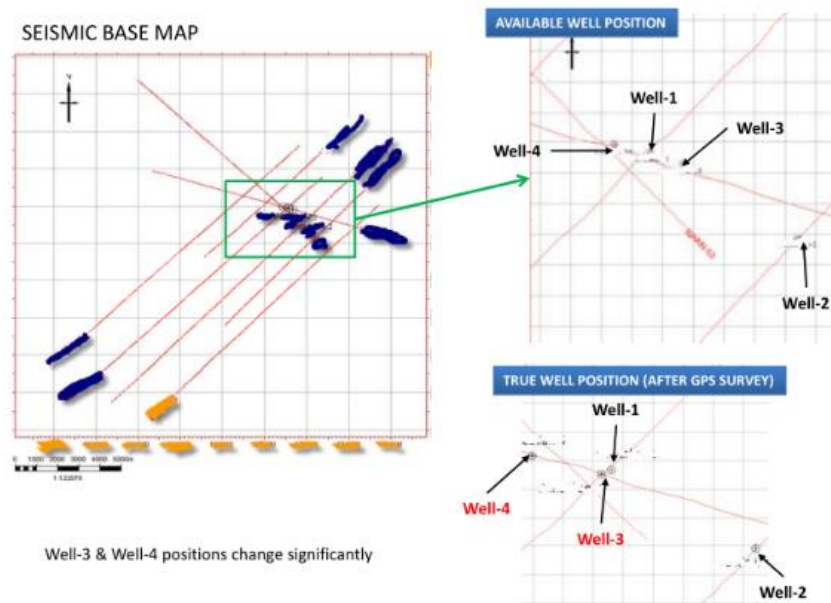
Salah satunya pada saat data *well* menggabungkan data hasil seismik dengan data kedalaman, maka untuk interpretasi dibutuhkan data penempatan posisi *well* yang akurat. Data posisi *well* yang diperoleh adalah data berupa sistem koordinat proyeksi, lalu dikonversi menjadi sistem koordinat geosentrik. Karena dengan terjadinya kesalahan penempatan *well* biasanya dikarenakan oleh ketidakseragaman dalam penggunaan sistem koordinat, maka untuk mengetahui apa saja kemungkinan yang terjadi kita membangun skenario dengan konversi sistem koordinat dari salah satu *site* kerja survei seismik. Tujuan dari pembuatan skenario ini untuk melihat dampak dari setiap penggunaan datum yang berbeda dari hasil data seismik yang sama. Sehingga bisa diketahui perbedaan penempatan posisi ini akan berdampak seperti apa terhadap proses interpretasi data seismik yang sudah dimiliki. Penempatan posisi *well* akan jelas berpengaruh terhadap *modelling* lapisan bawah tanahnya.

5 Hasil dan Pembahasan

5.1 Studi Kasus Satu Permasalahan Koordinat *Well* seismik

Dalam kegiatan eksplorasi dalam membuat pemodelan geologi bawah tanah, akuisisi data *well* dibutuhkan untuk sebagai sumber pengambilan data dari sumber

getaran. Tetapi pada pelaksanaannya tidak mudah, karena setiap penempatan *well* harus jelas menggunakan sistem koordinat yang seragam, namun ini tidak mudah karena dalam pengerjaannya ini penempatan *well* ini tidak selalu tepat pada saat pemetaan hasil *well*, seperti bisa dilihat di Gambar 8.



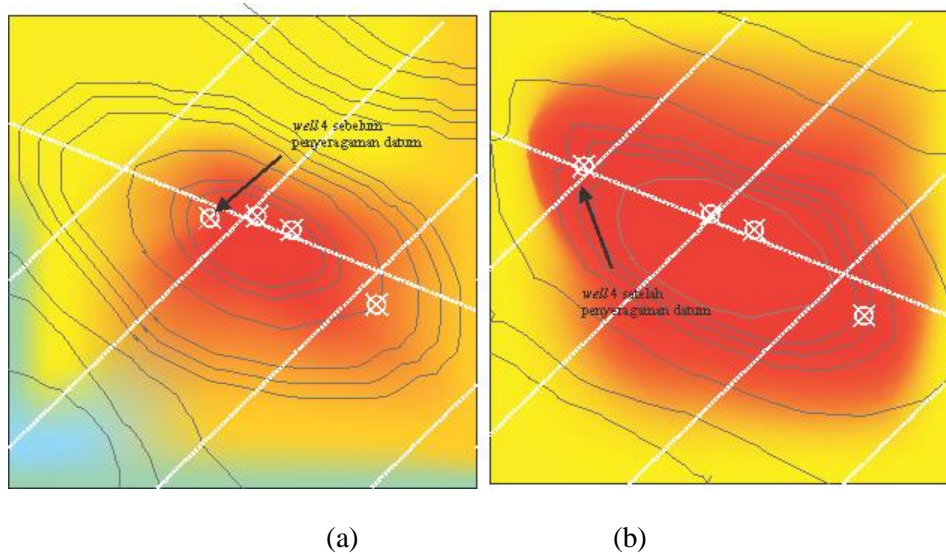
Gambar 8 Kesalahan koordinat *well* studi kasus satu

Pada kasus pertama ini, permasalahan yang muncul adalah ketidak seragaman datum horizontal dan vertikal yang digunakan, dan juga pengukuran kesalahan. Hal ini disebabkan karena setiap pengerjaan survei topografi dikerjakan oleh kontraktor yang berbeda, dan dari semua kontraktor yang bertanggung jawab ini prosedur dan pendefinisian sistem koordinat tidak ada yang seragam dan tidak ada satupun yang menggunakan sistem koordinat global.

Solusi yang harus dilakukan adalah survei ulang penempatan *well* yang seharusnya. Dengan penentuan posisi *well* ulang, maka tahapan yang akan dikerjakan ulang pula adalah:

1. Pengambilan data horizontal dan penghitungan volume
2. Interpretasi dan penurunan data survei seismik
3. Pembuatan model statik dan dinamik pada *reservoir*

Dengan melakukan ketiga tahapan ini ulang, maka dapat dirasakan dampaknya apabila terdapat kesalahan, seperti salah satu dampak kesalahan ini bisa dilihat di Gambar 9(a) dan 9(b). Bila diperhatikan, dengan adanya kesalahan ini, maka pada tahap interpretasi terdapat kesalahan dalam melihat struktur area, karena seharusnya ada tutupan yang lebih besar, sehingga berakibat pada kesalahan penentuan kemungkinan volume cadangan minyak dan gas. Simulasi kesalahan ini akan ditunjukkan oleh Gambar 9(a) dan 9(b), yang merupakan Gambar hasil tahapan interpretasi struktur bawah tanahnya.



Gambar 9 Penempatan struktur *well* dan area survei seismik sebelum survei ulang (a) dan Penempatan struktur *well* dan area survei penempatan *well* yang tepat setelah survei ulang (b)

5.2 Studi Kasus Dua Permasalahan Koordinat *Well* seismik

Tujuan interpretasi seismik khusus dalam eksplorasi minyak dan gas bumi adalah untuk menentukan tempat-tempat terakumulasinya (struktur jebakan-jebakan) minyak dan gas. Pada kasus ini terjadi hasil dari survei seismik ini menunjukkan kesalahan penempatan *well* yang mendasar. Posisi *well* ada yang tertukar sehingga mengakibatkan perbedaan hasil interpretasi. Setelah rekonstruksi ulang penempatan *well*, bisa didapat kesimpulan yang mendekati kondisi sebenarnya. Proses survei ulang penempatan *well* ini diharuskan dengan menggunakan datum yang digunakan secara global, yakni WGS'84. Dengan penempatannya yang salah, sehingga pada tahap interpretasi muncul distorsi bentuk struktur, seharusnya struktur tutupan area survei seismik yang lebih luas. Kesalahan

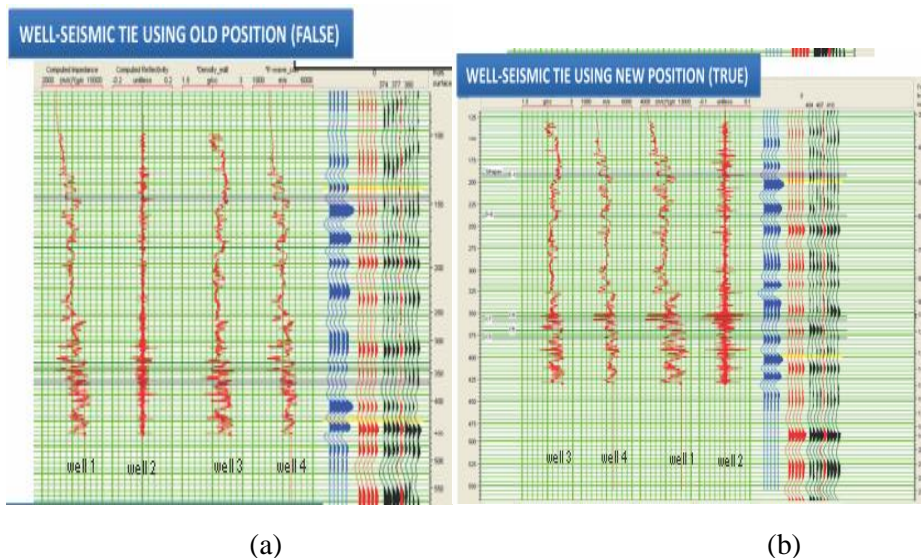
interpretasi ini akan berakibat pada kegagalan menggambarkan kondisi geologis area survei seismik yang sebenarnya.

Tahapan sebelum interpretasi adalah penurunan dari data *well log* yang akan digunakan untuk menarik garis korelasi penampang bawah tanahnya. Proses ini mengikatkan antara data kedalaman dengan data posisi *well* secara horizontal di permukaan.

Dalam studi kasus ini, pada tahapan pembacaan *well log*, ternyata pendefinisian posisi *well* di permukaan, masing – masing *well* menggunakan datum yang berbeda – beda. Sehingga menghasilkan bacaan *well log* yang berbeda, karena penentuan posisi di atasnya akan berpengaruh terhadap penarikan garis korelasi penampang bawah tanahnya, sehingga dalam tahapan interpretasi lanjutan dari data seismik ini akan tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan.

Proses penyeragaman datum ini dengan melaksanakan transformasi datum untuk semua *well* sehingga seragam dengan memanfaatkan posisi *well* sebagai titik acuan untuk menentukan parameter transformasi dari datum sebelumnya. Setelah didapat hasil interpretasinya justru lebih logis struktur geologisnya bila dibandingkan dengan keadaan di lapangan sebenarnya.

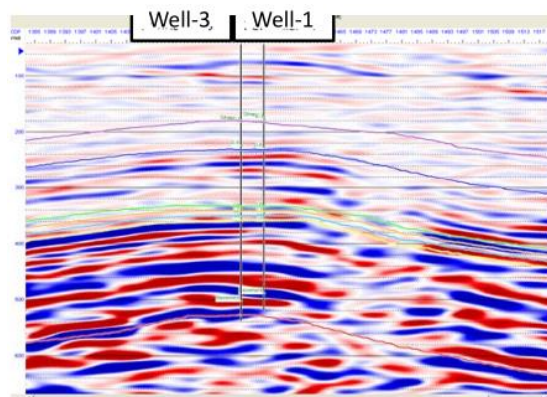
Hasil *well log* dari studi kasus ini sebelum dan sesudah penyeragaman datum dengan proses transformasi ini bisa dilihat di Gambar 10 (a) dan 10 (b).



Gambar 10 Hasil survei seismik lama saat posisi *well* masih terdapat kesalahan (a) dan Hasil survei seismik baru setelah posisi *well* diperbaharui (b)

Dalam tahapan selanjutnya, setelah diinterpretasikan dalam bentuk *marker*, data seismik ini akan Hasil dari *marker* ini bisa diasumsikan benar, selain karena datum yang digunakan dalam mendefinisikan posisi *well* sudah seragam, juga diyakinkan dengan validasi dengan *checkpoint* dari *well* dan juga sudah dianggap *logical geological structure*. Sehingga bisa diketahui perbedaan penempatan posisi ini akan berdampak seperti apa terhadap proses interpretasi data seismik yang sudah dimiliki. Penempatan posisi *well* akan jelas berpengaruh terhadap *modelling* lapisan bawah tanahnya. Gambar hasil *marker* akan ditunjukkan pada Gambar 11.

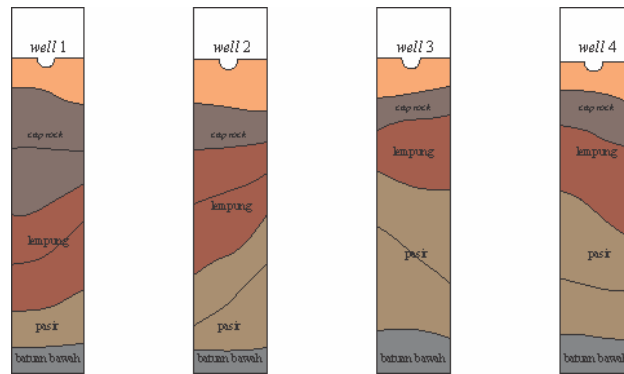
Untuk memudahkan penjelasan bagaimana pentingnya penentuan posisi *well* terhadap penentuan model lapisan penampang bawah tanah, maka dihadirkan simulasi skenario. Simulasi penampang seismik dibuat dengan menarik garis-garis korelasi model standar lapisan bumi untuk mencari indikasi keberadaan struktur antiklin dengan melihat karakteristik penampang bawah tanah sehingga bisa mengindikasikan antiklin yang mengandung material minyak dan gas.



Gambar 11 Hasil interpretasi seismik akhir dari penentuan posisi kembali *well* menggunakan koordinat yang sebenarnya

Karena dengan terjadinya kesalahan penempatan *well* biasanya dikarenakan oleh ketidakseragaman dalam penggunaan sistem koordinat, maka untuk mengetahui apa saja kemungkinan yang terjadi kita membangun skenario dengan konversi sistem koordinat dari salah satu *site* kerja survei seismik. Kejadian ini lazim terjadi jika penggunaan sistem koordinat yang berbeda atau dari tidak tetapnya kontraktor yang mengerjakan survei seismik.

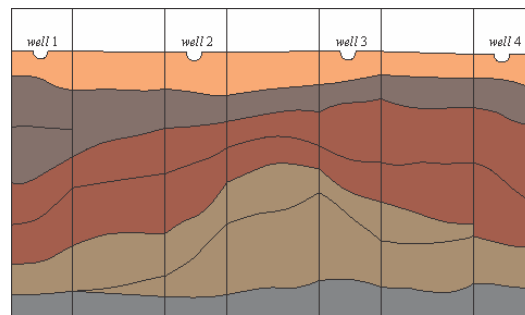
Simulasi ini memanfaatkan interpretasi dari tahapan penurunan data sintetik dari keempat *well* didapatkan, pada Gambar 12 berikut merupakan data sintetik setiap *well*.



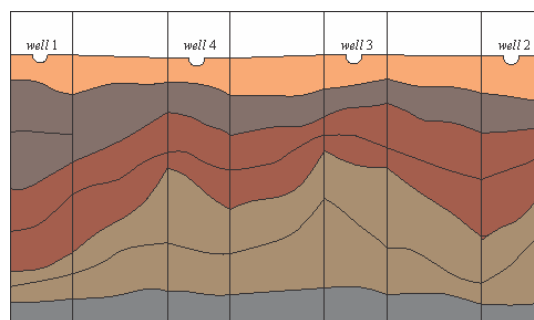
Gambar 12 Hasil data sintetik simulasi setiap well

Keempat skenario ini di simulasikan memiliki pendefinisian datum yang berbeda – beda. Dengan skenario satu diasumsikan merupakan Gambaran sebenarnya dari area *site* pengerjaan survei seismik.

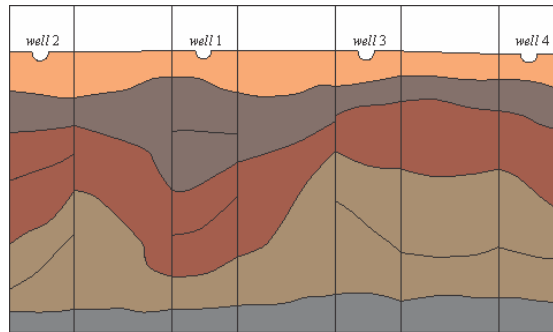
Keempat skenario ini masing – masing akan ditunjukkan oleh Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15 dan Gambar 16.



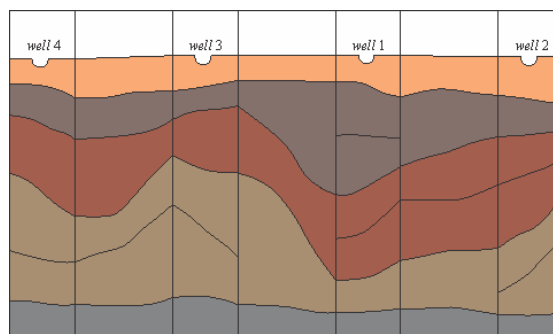
Gambar 13 Skenario satu dengan asumsi survei menggunakan datum seragam



Gambar 14 Hasil interpretasi dengan penempatan well sesuai skenario dua



Gambar 15 Hasil interpretasi dengan penempatan *well* sesuai skenario tiga



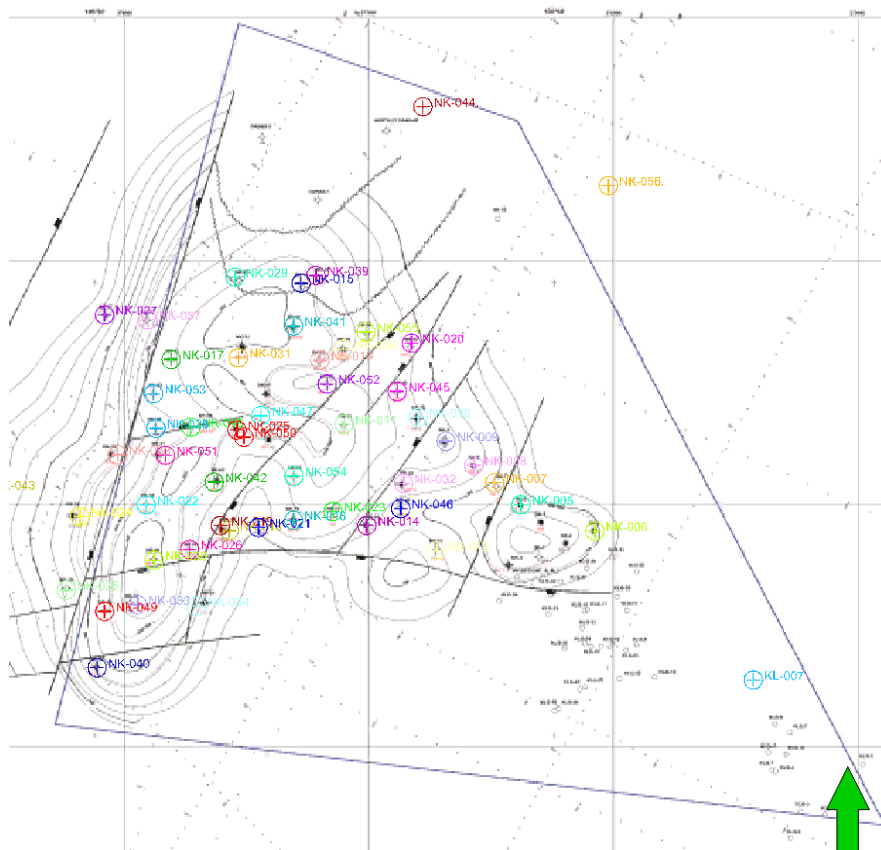
Gambar 16 Hasil interpretasi dengan penempatan *well* sesuai skenario empat

Validasi kebenaran dari suatu survei seismik yang dilakukan, bila dilihat dari sudut pandang geomatika, bila seluruh tahapan penentuan posisi *well* survei seismik terdapat informasi dasar, yaitu datum yang digunakannya jelas, dan sistem koordinat yang dipakai dalam satu area *site* dalam satu sistem yang seragam. Pengikatan untuk penentuan posisi, dalam penentuan koordinat titik ikat atau acuan, berada dalam satu datum yang jelas. Selain itu, informasi pengukuran yang dilaksanakan, salah satunya penggunaan alat juga dijelaskan secara detail.

Selain itu, untuk memudahkan validasi ketepatan hasil survei seismik, bila ditinjau dari sisi geofisika, seharusnya tampilan penampang lapisan bawah tanahnya jelas dan tidak ada yang buram, dan juga tampilan penampang bawah tanah tersebut bisa dikatakan *logical geological structure*. Pada struktur yang ditampilkan pada skenario dua, skenario tiga, dan skenario empat, memiliki bentuk yang tidak mungkin secara geologi, maka ketiga skenario ini akan gagal atau salah dalam menentukan penampang bawah tanahnya, sehingga tidak dapat mencapai validasi kebenaran dikatakan salah bila dilihat strukturnya secara geologi dan hasil data penampang bawah tanahnya ini tidak bisa digunakan untuk tahapan lanjutan yakni tahapan eksplorasi.

5.3 Studi Kasus Tiga Permasalahan Koordinat Well Seismik

Pada kasus ini, terdapat kesalahan penempatan *well*. Penempatan *well* ini terdapat di luar wilayah kerja. Ini mengakibatkan pekerjaan eksplorasi harus ditunda, karena jika dilanjutkan bisa menyalahi aturan wilayah kerja. Permasalahan ini akan dirasa sangat fatal ketika proyek kegiatan eksploitasi sudah dilanjutkan, karena akan memicu konflik antara pihak yang melaksanakan kegiatan eksploitasi dengan warga yang terdampak meskipun wilayahnya di luar wilayah kegiatan dengan perijinan. Kesalahan ini ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17 Kesalahan penempatan posisi *well* yang terdapat di luar area kegiatan survei

Kasus ini bisa terjadi karena dua kemungkinan perkiraan sebagai penyebab kesalahan ini. Kemungkinan pertama adalah ketika pengeboran semua dilaksanakan di dalam wilayah kerja, namun karena perbedaan sistem koordinat dan dilakukan penempatan di peta, penempatan *well* salah. Kemungkinan yang

kedua adalah memang saat pengerjaan dilakukan, koordinat yang diberikan sudah salah, sehingga kesalahan ini menjadi kesalahan sistemik sampai prosedur akhir interpretasi.

Karena dengan adanya kesalahan dalam menentukan area kerja akan berdampak pada penentuan strategi eksplorasi. Melalui strategi eksplorasi yang terarah dan terencana dengan baik, proses peningkatan tambahan cadangan migas diharapkan dapat terlaksana. Strategi ini terkait dengan pengambilan data potensi-potensi sumber daya yang berada lebih dalam dari area kerja, maka jika direncanakan secara sinergi dengan kegiatan pengembangannya, sehingga dapat menekan biaya eksplorasi.

Kesalahan dalam penentuan area kerja eksplorasi dan sumur pengembangan akan berdampak pula pada kegiatan pembuktian potensi sumber daya yang lebih dalam yang bisa digunakan sebagai pertimbangan untuk strategi jangka panjang.

Dalam mempertahankan keberlanjutan produksi setelah pengembangan lapangan yang ada, pembuktian prospek-prospek yang tersisa dalam wilayah kerja eksploitasi menjadi sangat penting. Kesalahan dalam penentuan area kerja eksplorasi dan sumur pengembangan akan berdampak pula pada kegiatan pembuktian potensi sumber daya yang lebih dalam yang bisa digunakan sebagai pertimbangan untuk strategi jangka panjang.

Sebagai salah satu pertimbangan dalam perencanaan strategi jangka panjang, harus menggunakan analogi lapangan produksi. Karena tidak dapat menggunakan analogi lapangan produksi, kegiatan eksplorasi yang harus dilaksanakan meliputi beberapa studi regional dengan mempertimbangkan bagaimana kegiatan eksplorasi akan berdampak pada lingkungan sekitar area eksplorasi.

6 Kesimpulan

Ketidakteraturan sistem koordinat yang terjadi pada kegiatan *well tie* survei seismik disebabkan oleh ketidakseragaman penentuan sistem koordinat oleh kontraktor ketika melaksanakan kegiatan survei. Perincian kemungkinan permasalahan sistem koordinat dilakukan dengan cara membuat beberapa skenario kemungkinan datum data koordinat *well tie* seismik dengan melakukan transformasi datum pada beberapa *well* seismik sehingga koordinat *well* seismik hasil transformasi berada pada datum yang baru.

Kesalahan penentuan posisi *well* seismik yang berada di atas tanah akan menyebabkan pendefinisian profil lapisan tanah di bawahnya menjadi tidak sesuai dengan keadaan di lapangan, sehingga tujuan awal dari survei seismik itu

untuk optimalisasi kegiatan eksplorasi dan eksploitasi dapat tercapai. Pada penurunan data seismik, pada saat garis korelasi antar *well* seismik dibuat untuk mendeskripsikan bentuk lapisan bawah tanah yang terbentuk akan menimbulkan interpretasi yang berbeda jauh. Kesalahan interpretasi penampang seismik ini akan mengakibatkan kesalahan penentuan *reservoir* yang berakibat pada ketepatan pendefinisian jumlah cadangan minyak dan gas dalam negeri. Padahal pendataan ini seharusnya lebih baik lagi, sehingga bisa digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan kebijakan terkait penggunaan minyak dan gas.

Kesalahan dalam penentuan area kerja eksplorasi dan sumur pengembangan akan berdampak pula pada kegiatan pembuktian potensi sumber daya yang lebih dalam yang bisa digunakan sebagai pertimbangan untuk strategi jangka panjang. Karena hal ini menjadi pertimbangan mendasar dalam mempertahankan keberlanjutan produksi setelah pengembangan lapangan yang ada, pembuktian prospek-prospek yang tersisa dalam wilayah kerja eksploitasi menjadi sangat penting. Strategi jangka panjang diperlukan untuk pembuktian prospek yang umumnya memiliki karakteristik reservoir yang berbeda dari lapangan produksi atau terletak di lokasi area yang cukup jauh dari lapangan produksi.

7 Daftar Pustaka

- [1] Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. P.T. Pradnya Paramita, Jakarta. *Third edition*. ISBN 978-979-408-377-2.398 pp.
- [2] Abidin, H. Z. (2001). *Geodesi Satelit*. PT Prandya Paramita, Jakarta.
- [3] Andreas, H. (2013). *Penentuan Parameter Transformasi. Bab 4 dalam Pengukuran Sumur Eksisting (Reposisi) Menggunakan Alat GPS Teliti Area Sanga-Sanga dan Bunyu* (Hal. 49-52). Jakarta: PT Geonet Indonesia.
- [4] Andreas, H. (2009). *Aplikasi GNSS dan GPS di Dunia Migas*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [5] Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional). (1996). *Klasifikasi, Standar Survei dan Spesifikasi Survei Kontrol Geodesi*, Pusat Pemetaan, Bakosurtanal, Cibinong. Versi 1, Februari 1996.
- [6] Conner, J. (2007). *Positioning Issues Related to Seismic Data*. Texas: APSG.
- [7] Djoko, S. (2000). *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Penerbit ITB.
- [8] Dutch Thompson. (2003). *Landmark Graphics Corporation*. Diakses pada 5 Maret 2015 dari situs ensklopediseismik.blogspot.com
- [9] Evans, B. J. (1997). *A Handbook for Seismic Data Acquisition In Exploration*. Society of Exploration Geophysicist, Geophysical Monograph Series.

- [10] Fanggidae, J. M. (2010). *Gambaran Umum Metode Seismik dalam Kegiatan Eksplorasi. Dalam Buletin Pengawasan Vol. 7 No. 2* (hal. 38-42). ISSN 1829-6203
- [11] Featherstone, W. (1995). *The Global Positioning System (GPS) and Its Use In Geophysical Exploration*. Perth: Curtin University of Technology.
- [12] Hanief, H. (2005). *Geodesi dan Geomatika pada Proses Bisnis PERTAMINA HULU*. Presentasi di Gedung Geodesi dan Geomatika ITB, tanggal 8 April 2014.
- [13] Hasanudin, M. (2005). *Teknologi Seismik Refleksi untuk Ekplorasi Minyak dan Gas Bumi*. Oseana, Volume XXX. ISSN: 0216-1877.
- [14] Kahar, Joenil. (2008). *Geodesi*. Penerbit ITB, Bandung. Cetakan 1.
- [15] Kearey, P., Brooks, M., Hill, I. (2002). *An Introduction to Geophysical Exploration*. Bkckwell Science Ltd. Third Edition. ISBN 0-632-04929-4.
- [16] Knippers, R. (2009). *Coordinate Trasformations*. Diakses tanggal 10 Juli 2014, dari Geometric Aspects of Mapping. Site : <http://kartoweb.itc.nl/>
- [17] National Energy Technology Laboratory. (2010). *What Is A Seismic Survey?*. Dari Situs: <http://www.mrcsp.org>
- [18] National Imagery and Mapping Agency. (2000). *World Geodetic System 1984, Its Definition and Relationships with Local Geodetic*. Department of Defense. NSN 7643-01-402-0347.
- [19] Nusageo. (2012). *Uncertainties of Coordinates System: Case Oil and Gas Project*. Jakarta: Indonesia.
- [20] Oil On My Shoes. (1996). *Introduction To Petroleum Geology*. Diakses tanggal 10 September 2014. Dari situs: <http://www.geomore.com/seismic/>
- [21] Santoso, D. (2005). *Pengantar Teknik Geofisika*. Penerbit ITB, Bandung.
- [22] The Open University. (2012). *Earth's physical resources: petroleum*. Diakses tanggal 28 Desember 2014, dari Open Learn: <http://www.open.edu/>
- [23] Ulla. (2008). *Survey Seismik*. Diakses tanggal 25 Februari 2015, dari <https://geofisikaunhas.wordpress.com/2008/10/24/survey-seismik/>
- [24] U.S. Department of Energy. (2005). *The Fossil Fuels*. Diakses tanggal 12 November 2014, dari Energy Resources: <http://courseweb.glendale.edu/>