

Sistem Informasi Geografi untuk Optimasi Eksplorasi dan Pengembangan Wilayah Migas

Geographic Information System for Optimization

Exploration Oil and Gas Area Development

Djoko Sunarjanto, Suliantara, Utomo P.Iskandar, dan Milton T.P. Nainggolan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan

Telepon: 62-21-7394422, Fax: 62-21-7246150

E-mail: djokos02@lemigas.esdm.go.id; suliantara@lemigas.esdm.go.id; miltontpn@lemigas.esdm.go.id

Teregistrasi I tanggal 24 Januari 2013; Diterima setelah perbaikan tanggal 28 Januari 2014

Disetujui terbit tanggal: 30 April 2014

ABSTRAK

Teknologi informasi pada eksplorasi dan pengembangan wilayah migas merupakan teknologi yang penting. Salah satu aplikasi Sistem Informasi Geografi sebagai alat pada pengembangan wilayah migas yang secara menerus memerlukan inovasi. Makalah ini bertujuan menyampaikan aplikasi teknologi informasi khususnya Sistem Informasi Geografi (SIG) guna mendukung inovasi dalam pengembangan wilayah migas berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) dalam pengelolaan data geologi, geofisika, dan reservoir. Analisis tumpang susun (*overlay*) dilakukan untuk memilih wilayah migas di Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. Hasil analisis tumpang susun terhadap data geologi bawah permukaan diseleksi pada wilayah awal kajian seluas 59.350 kilometer persegi. Dari pemilihan blok migas berdasarkan data kedalaman batuan dasar hasil olah magnetik, data seismik dan sumuran, direkomendasikan blok migas baru. Hasil perhitungan sebagai data baru wilayah blok migas untuk usulan pengembangan Cekungan Kutai seluas 5.425 kilometer persegi. Sedangkan wilayah penyimpanan CO₂ di cekungan sedimen lepas pantai Indonesia seluas 453,970 kilometer persegi. Operator atau perusahaan migas selama ini sudah memanfaatkan SIG pada lapangan yang memiliki ratusan bahkan ribuan sumur di daerah yang sulit dijangkau (*remote area*). Disimpulkan, SIG mampu mengorganisasi dan mengintegrasikan banyak data untuk penyiapan wilayah migas, evaluasi, meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam perhitungan luas wilayah dan sumberdaya migas, pemilihan lokasi penyimpanan CO₂, hingga dapat mempercepat pengembangan wilayah migas berwawasan lingkungan.

Kata kunci: sistem informasi geografi, optimasi, eksplorasi, pengembangan wilayah, migas.

ABSTRACT

Information technology on the exploration and development of oil and gas area is an important technology. One of the applications of Geographic Information Systems (GIS) in the area of oil and gas development requires constant innovation. This paper aims to convey the application of information technology, especially Geographic Information System (GIS) to support innovation in the sustainable development of oil and gas area. The methods used is the application of GIS in the management of geological, geophysical, and reservoir data. Overlaying analysis for the selection a potential area of oil and gas in the Kutai Basin, East Kalimantan. Overlaying analyses was conducted over initial coverage of 59,350 square kilometers. The potential areas are defined considered to basement depth from magnetic,

seismic and well data, was recommended new block. The result as new data of the calculation of oil and gas area as proposed to be the development of Kutai basin is 5.425 square kilometers. While the deposit area of CO₂ in the Indonesian sedimentary basin offshore as wide as 453,970 square kilometers. Oil and gas companies so far have been utilizing GIS in the field who have hundreds or even thousands of wells in remote area. In conclusions the SIG can organizing and integrate a lot of data for the preparation of oil and gas area, evaluation, is able to improve the accuracy and speed in the calculation of area and resources of oil and gas, CO₂ storage site selection, to be able to accelerate the development of environmentally sound oil and gas area.

Keywords: GIS, optimization, exploration, oil and gas, area development.

I. PENDAHULUAN

Sudah banyak diketahui, bahwa sifat industri migas merupakan investasi yang membutuhkan kemampuan teknologi, padat modal, berjangka panjang, dan beresiko tinggi. Untuk itu aplikasi teknologi mampu berperan menyajikan alternatif solusi modal yang dibutuhkan, merekam waktu yang panjang menjadi tahapan-tahapan jangka menengah secara berkelanjutan, sekaligus mengendalikan resiko.

Berawal dari perkembangan pesat data geosains yang awalnya disusun untuk kebutuhan geologi dan berkembang untuk berbagai kebutuhan, telah dilahirkan berbagai variasi data dan banyak peta berupa peta dasar hingga peta tematik. Dalam perkembangannya, teknologi informasi mampu menyajikan peta berbentuk *softcopy*, dapat disimpan, dibuka, dan diolah dalam komputer hingga muncul teknologi Sistem Informasi Geografi (SIG).

Maksud dan tujuan penulisan makalah ini untuk mengaplikasikan teknologi informasi guna mendukung studi eksplorasi dan pengembangan wilayah migas yang terintegrasi secara berkelanjutan. Teknologi SIG membantu inovasi pengembangan wilayah migas berwawasan lingkungan. Bagi investor sistem ini berguna untuk memperoleh kepastian cadangan migas, serta bagi regulator migas bermanfaat sebagai dasar pengambilan keputusan. Sistem ini dapat diusulkan sebagai model dalam proses pemilihan dan pengembangan wilayah migas.

Dalam makalah ini diuraikan SIG untuk optimasi eksplorasi dan pengembangan wilayah migas, yang meliputi kajian bawah permukaan (*sub-surface*) pada studi terintegrasi geologi, geofisika, dan reservoir. Hasil kajian dapat mengetahui potensi cekungan sedimen ataupun blok migas sekaligus menghitung luas wilayah blok migas. Integrasi data mempercepat

eksplorasi dan pengembangan lapangan marginal, *brown field*, maupun lapangan *frontier*. Dalam perkembangannya data eksplorasi migas bermanfaat sebagai data penelitian lainnya, antara lain eksplorasi migas non-konvensional seperti *Coal Bed Methane* (CBM), *shale gas*, dan *tight sand gas*. Selama ini belum ada data luasan wilayah penyimpanan CO₂. Oleh karena itu dalam penyusunan makalah ini dilakukan *overlay* data untuk mengkuantifikasi luas wilayah penyimpanan CO₂ di lepas pantai sebagai data baru, dan pemanfaatan lainnya selaras peningkatan kebutuhan manusia, lingkungan, dan perkembangan teknologi.

II. METODOLOGI

A. Sistem Informasi Geografi

Selama ini sudah banyak pihak menyusun model aplikasi teknologi SIG untuk berbagai tujuan. Dalam kenyataannya beberapa diantaranya baru pada tahapan komputerisasi dan digitalisasi data, belum memanfaatkan teknologi SIG secara optimal. Menurut Mulyanto Darmawan (2011) sesungguhnya tidak ada model yang superior untuk menggambarkan hubungan satu obyek dengan manusia. Model terbaik tergantung pada dua hal yaitu pertama jenis informasi yang akan dibuat: apakah peta atau statistik. Kedua adalah tujuan konteks problem yang akan dijawab. SIG juga memungkinkan integrasi sistem informasi geospasial dengan sistem lain dalam sebuah sistem.

Aplikasi teknologi informasi telah dilakukan untuk mendukung pengolahan data eksplorasi migas. Dalam mempresentasikan data berawal dari titik dan garis disusun menjadi peta (dua dimensi), diolah menjadi tiga dimensi untuk memvisualisasikan seperti kenyataan lapangan atau kondisi di alam. Teknologi tiga dimensi membantu optimasi analisis data. Model elevasi tiga dimensi (*Three Dimensional Elevation Models*) memiliki keunggulan dalam

banyak fasilitas guna mendukung pengambilan keputusan, seperti; kenampakan tiga dimensi, penampang topografi dan stratigrafi, penghitungan volume, dan untuk merencanakan konstruksi secara otomatis (Douglas, 1995).

Prinsip utama pengaturan data yang diterapkan dalam SIG berupa representasi model dunia nyata dilakukan dalam tiga notasi, yaitu; titik (*point*), garis (*line* atau *polyline*), dan poligon (*region/area*). Layer data spasial adalah representasi data berupa kumpulan obyek yang memiliki karakteristik yang sama. Diatur sedemikian rupa sehingga elemen yang mirip ditempatkan dalam satu layer data (Harmon & Anderson 2003 dalam Hadi dkk. 2013).

Optimasi eksplorasi dengan teknologi informasi melalui kompilasi data survei lapangan dan *groundcheck* survey, sehingga dapat secara selektif diaplikasikan pada bagian tertentu saja. Seperti halnya Jepang tidak pernah mengikuti sistem Barat secara keseluruhan, sebaliknya dia hanya memasukkan ke dalam sistemnya, elemen-elemen yang menguntungkan proses modernisasinya. Proses yang bijaksana dan selektif ini disebut sebagai *wakon yosai* (Partowidagdo 2009).

B. Metode

Studi ini dibatasi pada beberapa tahapan aplikasi SIG, dalam pengelolaan data geologi, geofisika, dan reservoir. Tahapan kegiatan:

- Identifikasi data geosains untuk mendukung eksplorasi dan pengembangan wilayah migas.
 - Penyaringan data geosains pada suatu cekungan sedimen.
 - Pengelompokan data geologi dan geofisika.
 - Analisis data terpilih berdasarkan parameter geologi dan geofisika.
1. Metode Tumpang Susun (*overlay*) peta
- Metode ini mengetahui kondisi data geosains suatu lokasi secara cepat.
 - Analisis pemilihan dan perhitungan luas wilayah kerja migas Cekungan Kutai (sekala blok migas).
 - Analisis pemilihan dan perhitungan luas wilayah penyimpanan CO₂ di cekungan sedimen pada skala nasional (Indonesia). Sebagai studi yang selama ini belum dilakukan. Akan dihasilkan data baru kuantifikasi wilayah penyimpanan CO₂

2. Aplikasi Data SIG

Aplikasi data SIG Wilayah Kerja Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) migas, menggunakan data sekunder sebagai contoh optimasi pemanfaatan rekaman data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengelompokan Data Geosains

Melalui optimasi teknologi informasi dalam proses kaji ulang wilayah migas, dihasilkan wilayah migas yang dapat ditawarkan kembali. Berdasarkan kaji ulang data geosains wilayah kerja migas Tahun 2011, wilayah yang pernah ditawarkan ada yang masih berpotensi untuk ditawarkan kembali. Meskipun demikian diperlukan kajian lebih dalam lagi untuk membuktikan potensinya. Sebagai contoh pemodelan cekungan, pemetaan paleogeografi dan fasies, serta pemetaan *prospect* dan *lead* (Lelono dkk. 2011).

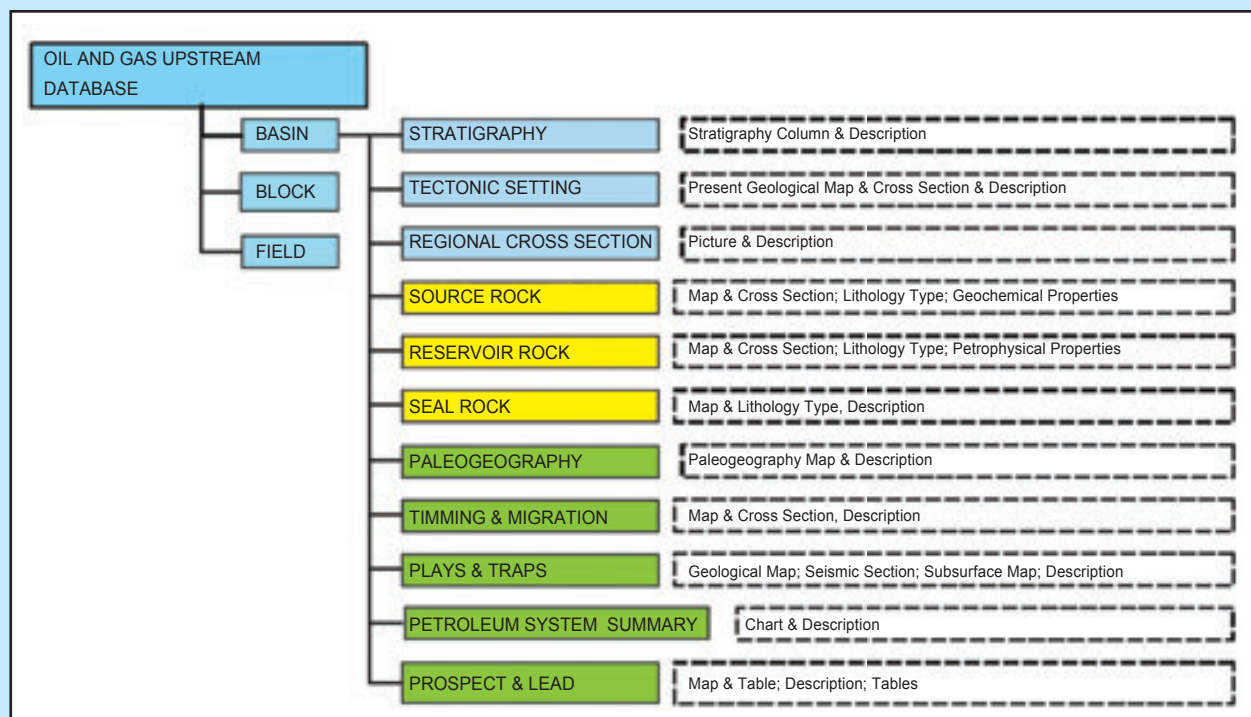
Identifikasi data geosains untuk mendukung eksplorasi dan pengembangan wilayah migas, diawali inventarisasi hasil pengukuran dan pemetaan pada wilayah berdasarkan cekungan migas, blok migas, dan lapangan migas. Dari informasi yang dikandungnya, data geologi dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yaitu dinamika atau proses, material, dan waktu (Yuwono 2012).

- Data proses geologi terdiri dari: peta geologi regional, stratigrafi, dan tektonik.
- Material berkaitan dengan mineralogi-petrologi, dalam kelompok ini adalah batuan perangkap migas, meliputi; batuan induk, reservoir dan batuan tudung.
- Waktu berkaitan dengan sedimentasi dan paleontologi, termasuk kombinasi antara material dan proses. Kelompok terakhir ini, meliputi paleogeografi, waktu migrasi, perangkap, *play* dan jebakan, *prospect* dan *lead*.

Pada Gambar 1 menunjukkan bagan alir pengelompokan data geologi dan geofisika untuk kegiatan eksplorasi migas. Kolom paling kanan pembagian data sesuai kelompok utama dalam studi geologi.

Keunggulan pengelompokan data dalam pengembangan wilayah migas, antara lain:

- Memiliki akurasi tinggi, menggunakan sistem proyeksi peta baku.



Gambar 1
Pengelompokan data geologi dan geofisika eksplorasi migas

- Mengelompokkan dan memilah data berdasarkan jenis dan sifat data.
- Mendukung analisis data secara komprehensif.
- Mendukung dalam proses penghitungan volume sumberdaya dan cadangan migas.
- Merekam data yang berubah secara dinamis terkait proses, material, dan waktu.
- Memudahkan evaluasi dan monitoring kegiatan eksplorasi migas.
- Berbasis geografis lengkap dengan koordinat, bermanfaat dalam penentuan lokasi, penentuan batas wilayah kerja migas dan penentuan lokasi penting seperti penentuan titik pemboran.

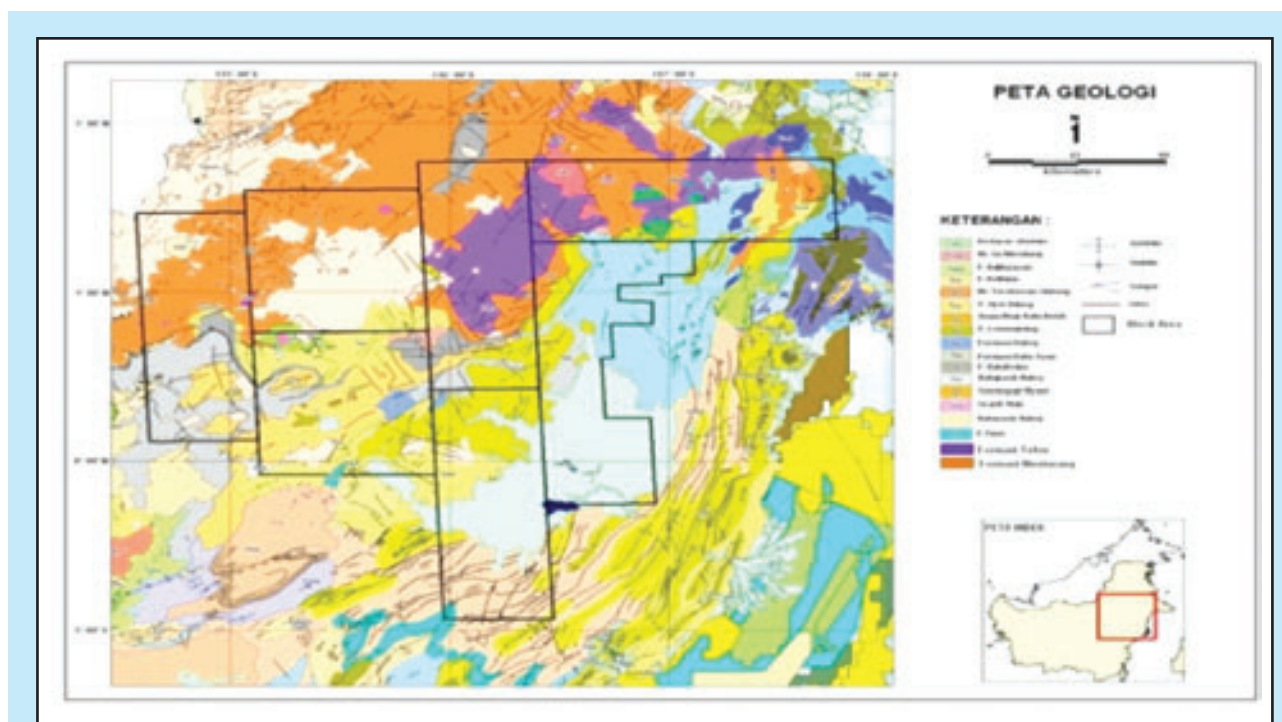
Proses selanjutnya dilakukan pemilahan dan pemilihan data berdasarkan jenis dan sifatnya. Memasukkan ke dalam sistem *database*, peta atau elemen-elemen data terseleksi yang bermanfaat untuk analisis. Dilakukan proses *scanning* terhadap peta cetakan sehingga diperoleh peta digital yang berupa *raster*. Berikutnya proses registrasi peta *raster* ke proyeksi geografi, diikuti tahapan digitasi terhadap unsur informasi peta. Untuk data yang berupa tabulasi dilakukan proses pemasukan data hingga diperoleh tabel *digital* yang sesuai dengan standar *database*.

Peta yang sudah berbentuk vektor, selanjutnya dilakukan penyamaan sistem proyeksinya.

B. Pemilihan dan Perhitungan Luas Wilayah Kerja Migas di Cekungan Kutai

Empat kemampuan aplikasi Penginderaan jauh dan SIG, yaitu; pengukuran (*measurement*), pemetaan (*mapping*), pemantauan (*monitoring*) dan pembuatan model atau *modelling* (Estes 1990 dalam Hadi dkk, 2013). Pengukuran, pemetaan dan pengelompokan data sudah dikenal sebelum lahirnya SIG. Namun dengan teknologi SIG untuk kegiatan eksplorasi migas, semua data diikat pada lokasi geografinya. Dengan demikian proses analisis *overlying* bisa dilakukan menjadi lebih mudah dan akurat. Hal ini mempercepat pemanfaatan data sesuai kebutuhan guna meyakinkan pemangku kebijakan, pemangku kepentingan (*stake holder*) maupun para pemegang saham (*share holder*).

Sebagai contoh studi/kajian tahapan pemilihan wilayah kerja migas, yaitu analisis data geologi, geofisika, dan reservoir di Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. Secara geografis Cekungan Kutai terletak pada koordinat 114035'14.0964" - 1170 12'43.3728" BT dan -04042'36.0108" -



Gambar 2
Peta geologi permukaan cekungan Kutai (Sumber: Pusat survei geologi dalam Sofyan dkk., 2011)

-01007'47.6112"LS (Sunarjanto dkk., 2008). Luas Cekungan Kutai kurang lebih 149,000 kilometer persegi. Diperlukan banyak peta dalam proses analisis, sehingga dibutuhkan kemampuan *overlay* (tumpang susun) peta untuk pemilihan wilayah prospek. Dari tujuh lembar peta, dipilih tiga peta hasil peneliti terdahulu untuk analisis pemilihan wilayah kerja migas. Dalam makalah ini ditampilkan peta geologi, peta kedalaman batuan dasar, dan peta sebaran data seismik dan sumuran (Gambar 2, 3, dan 4).

Adapun peta lain untuk mendukung penyaringan (*screening*) dan tumpang susun, yaitu; peta blok migas, peta geologi terinci, dan peta gaya berat. Berdasarkan hasil analisis proses tumpang susun peta geosains, ditentukan wilayah kerja migas yang diusulkan, seperti pada Gambar 5.

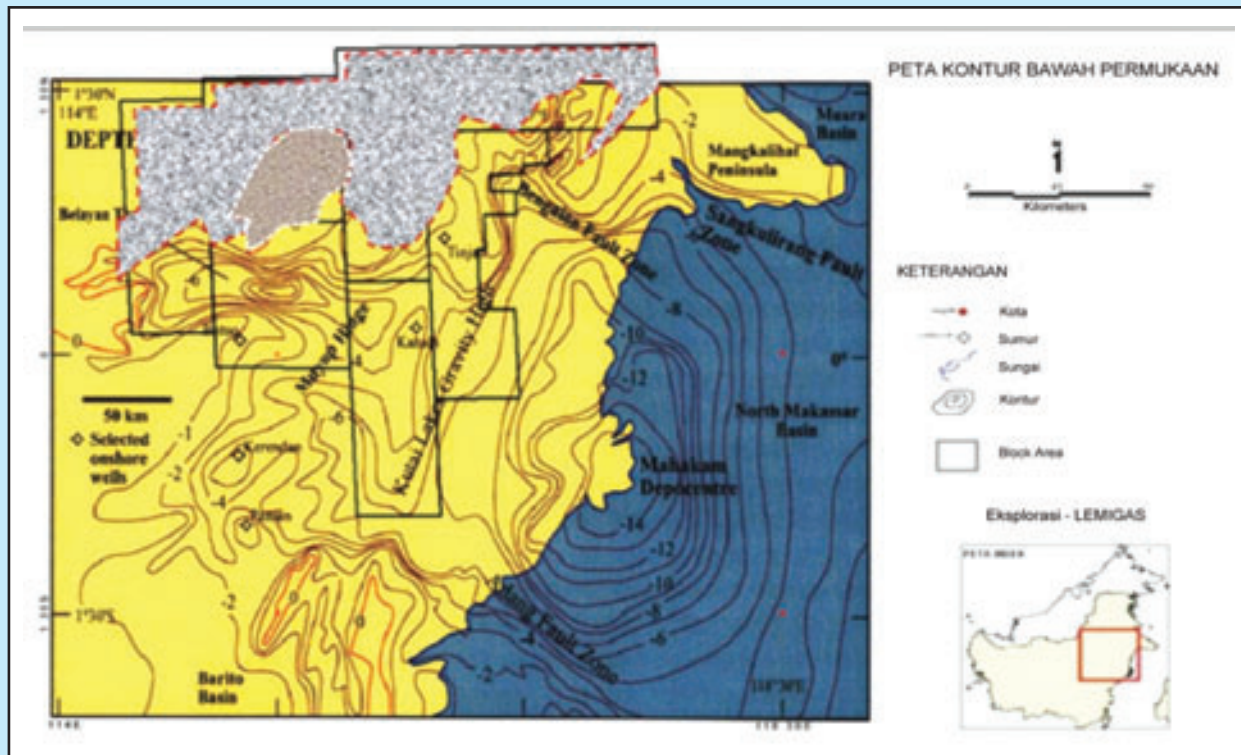
Hasil analisis tumpang susun data geologi bawah permukaan Cekungan Kutai, diseleksi wilayah awal kajian seluas 59.350 kilometer persegi. Hasil studi pemilihan blok migas, direkomendasikan blok seluas 5.425 kilometer persegi. Guna survei lapangan untuk memperoleh data primer dan keberadaan reservoir, ditentukan rencana lintasan survei gayaberat dan seismo-radionuklida pada daerah prioritas seluas

1.151 kilometer persegi. Gambar 6 menunjukkan aplikasi SIG dalam peningkatan kecepatan dan akurasi perhitungan luas wilayah migas .

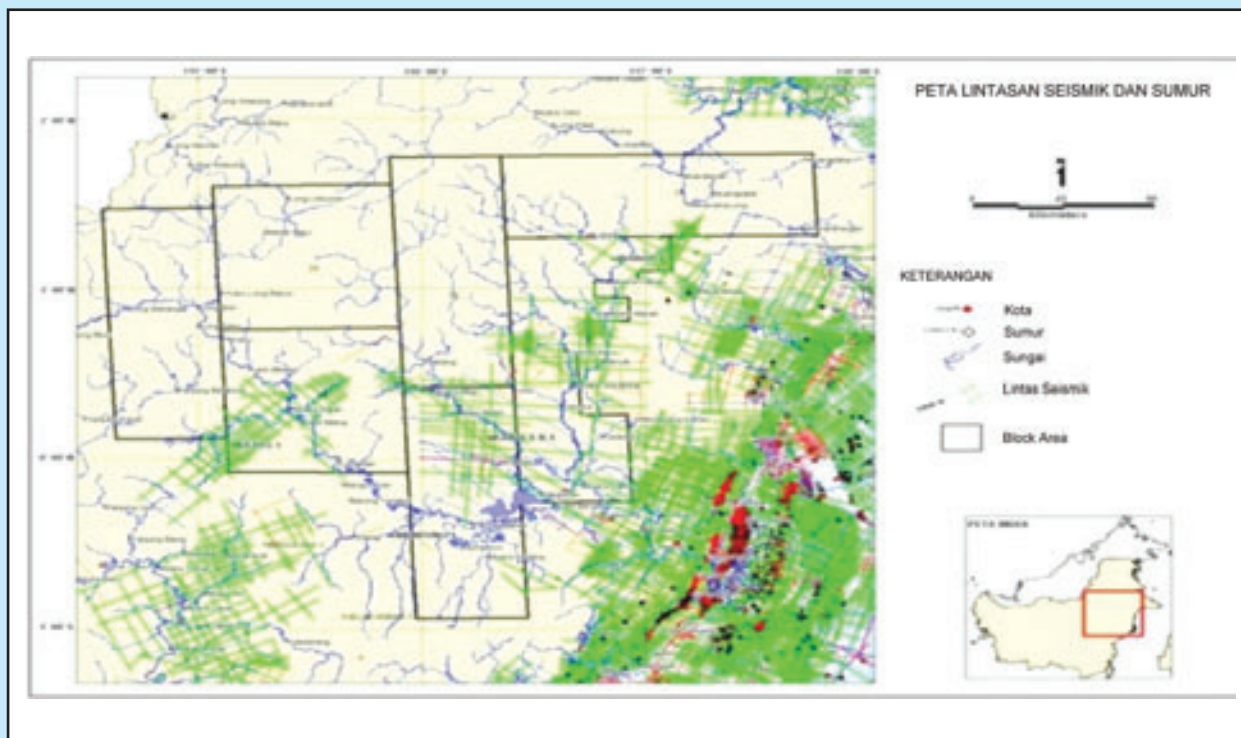
Analisis tumpang susun dilandasi pemahaman elemen *petroleum system*, memberi kepastian lokasi prospek atau wilayah migas yang berpotensi dikembangkan. Bermanfaat juga dalam evaluasi lahan dan proses *farm in - farm out* blok migas. Bagi kegiatan investasi dapat memberikan informasi yang akurat sehingga mempercepat penentuan wilayah kerja migas dan menurunkan resiko ketidakpastian.

C. Pemilihan dan Perhitungan Luas Wilayah Penyimpanan CO₂ Indonesia

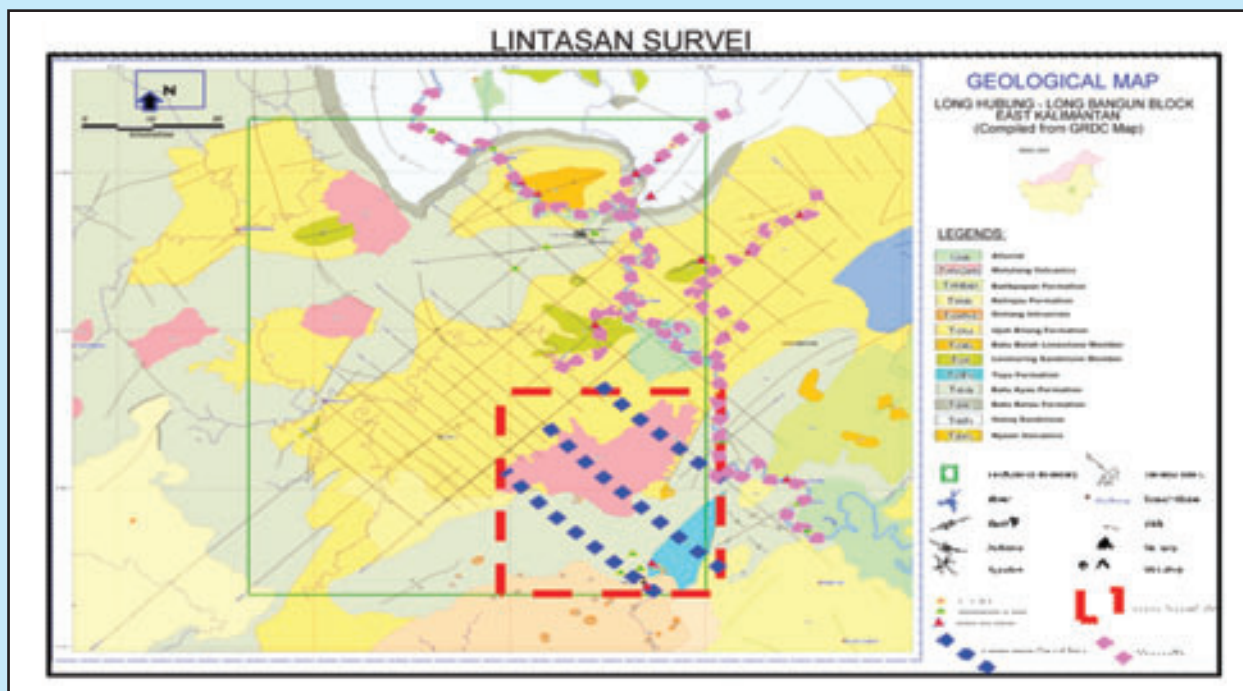
Memfaatkan data yang dikelompokkan dalam database sesuai pengelompokan pada Gambar 1, SIG diaplikasikan guna mempercepat tahapan penelitian CO₂. Berdasarkan rekaman data terdahulu dilakukan pemilihan cekungan yang sesuai (*basin suitability*). Kompilasi dan analisis data reservoir migas dapat mengetahui wilayah yang sesuai sebagai penyimpanan CO₂ (CO₂ *storage*) dan kapasitas simpan yang tersedia. Hasil akhir tumpang susun dan analisis pemilihan lokasi penyimpanan CO₂, dihasilkan klasifikasi cekungan sedimen Indonesia yang memiliki kesesuaian yang tinggi (Gambar 7).



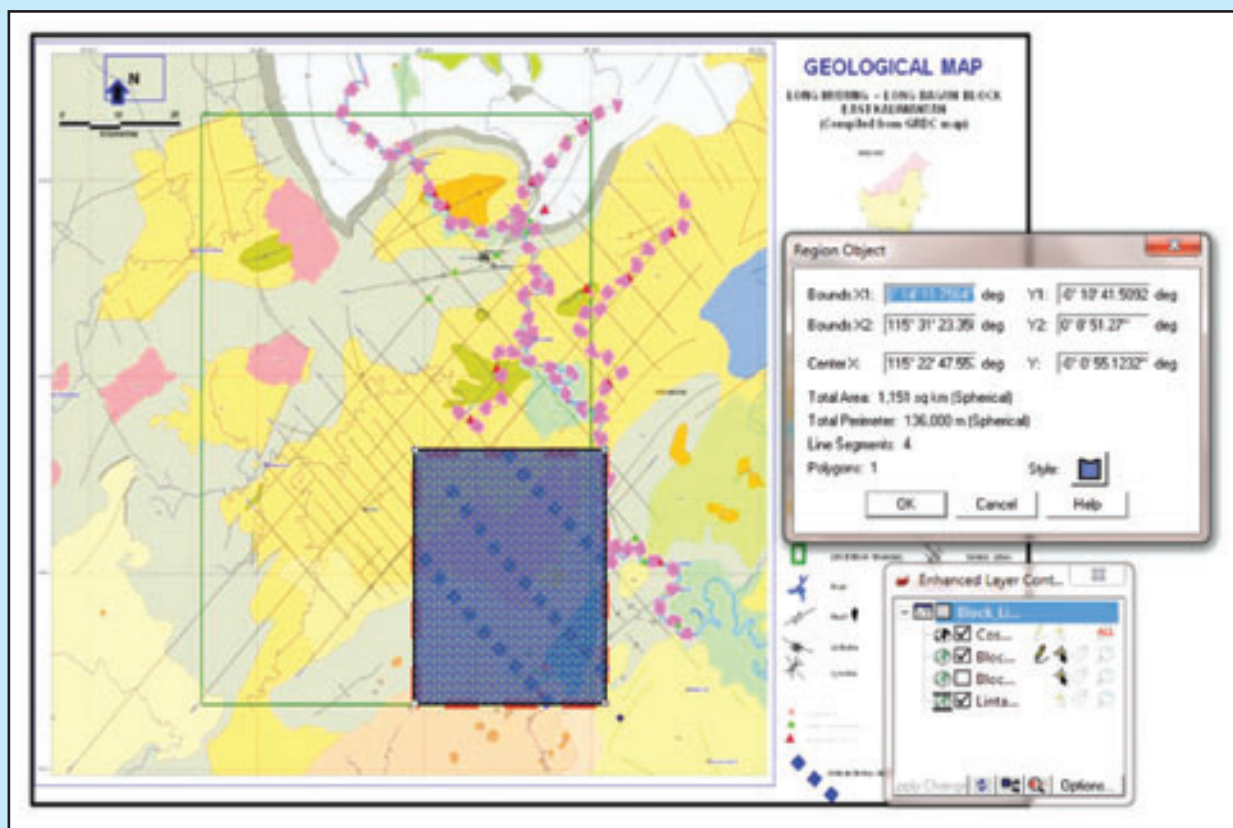
Gambar 3
Peta kontur bawah permukaan (kedalaman batuan dasar)
(Sumber: Pusat Survei Geologi dalam Sofyan dkk., 2011)



Gambar 4
Peta Lintasan Seismik dan Sumur Daerah Kutai Atas (Sumber: Patra Nusa Data, 2011).



Gambar 5
Peta wilayah kerja migas (Rencana lintasan survei geologi - Gayaberat, dan Radon)



Gambar 6
Pemilihan lokasi dan perhitungan luas Blok Migas (Luas Blok Migas = 1.151 kilometer persegi)

Terdapat 10 (sepuluh) cekungan sedimen Tersier, 9 (sembilan) cekungan diantaranya terletak di wilayah bagian barat Indonesia, dimana rekaman data dan sejarah eksplorasi-produksi migas pada cekungan tersebut telah berproduksi sejak beberapa dekade yang lalu.

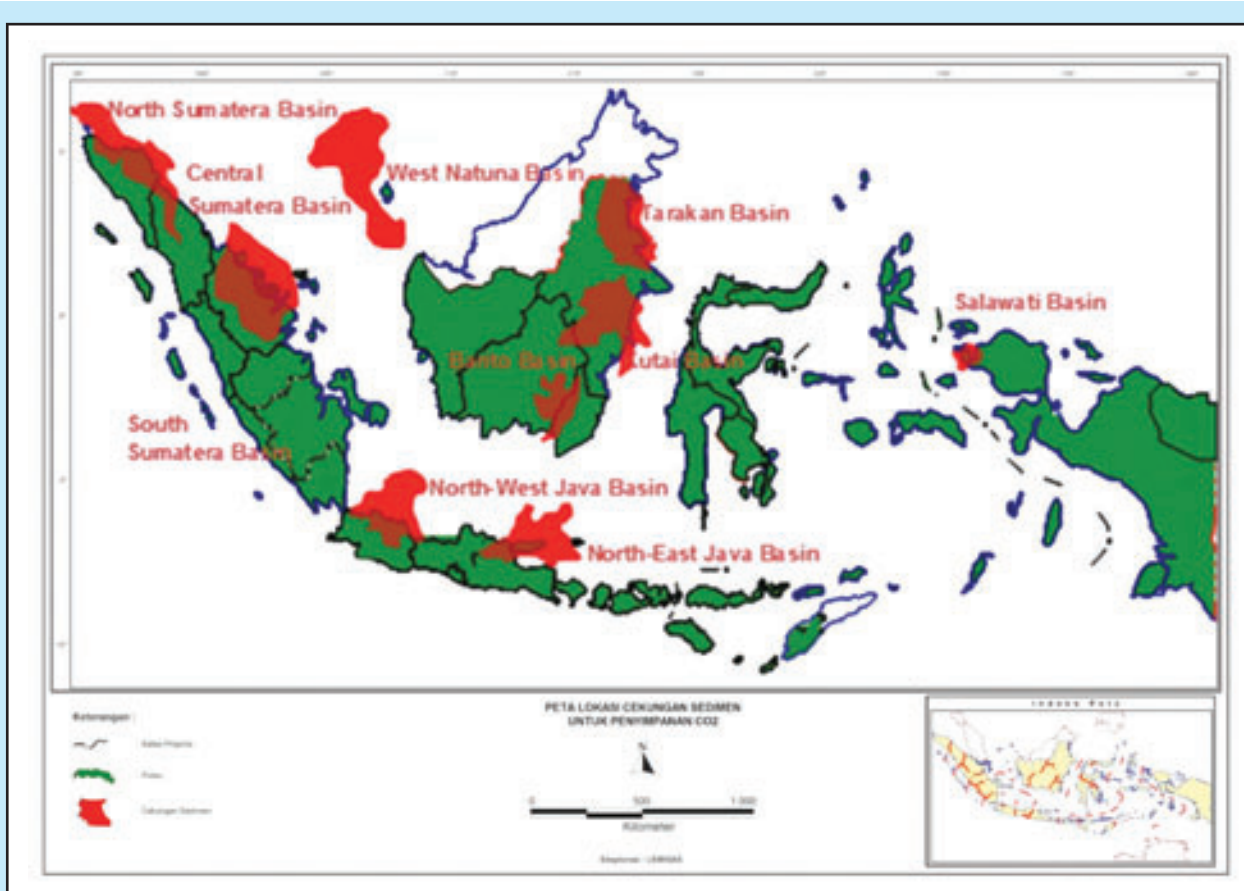
Hasil aplikasi SIG dan *scoring* yang dilakukan Pasarai dkk. (2010), menunjukkan cekungan sedimen di wilayah Indonesia bagian barat, memiliki final *score* yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh :

- Umumnya reservoir pada daerah yang terkarakterisasi dengan baik,
- Secara geologi cukup stabil,
- Telah berdirinya infrastruktur,
- Kepadatan penduduk rendah.

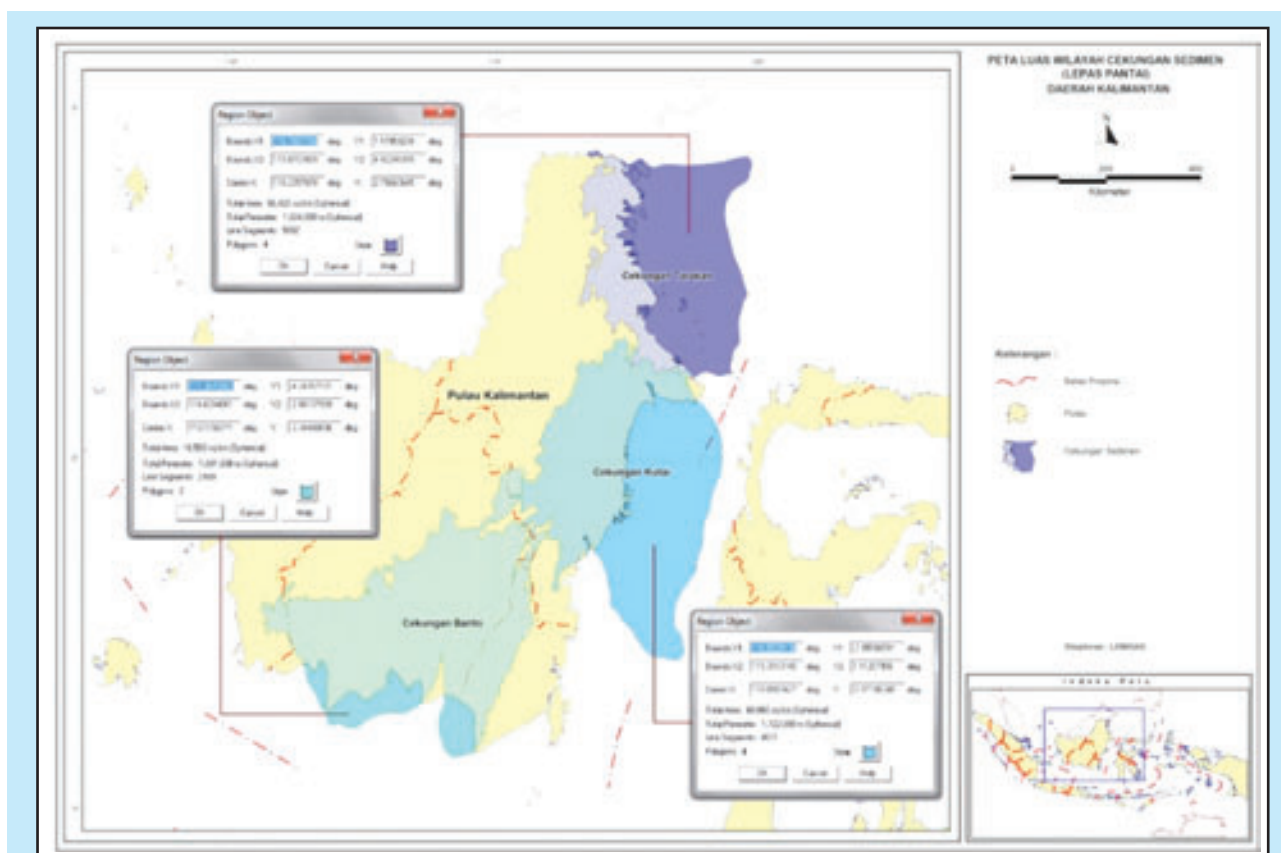
Guna memperkuat data cekungan sedimen sebagai *CO₂ storage* dalam studi/penyusunan makalah ini, ditambahkan hasil perhitungan luas wilayah sebagai data baru;

- Cekungan Kutai adalah salah satu cekungan di Indonesia yang banyak mengandung lapisan batubara (*coal seam*), hal ini memungkinkan sebagai media *CO₂ storage*.
- Permukaan cekungan sedimen sebagian besar berada pada wilayah lepas pantai. Hasil analisis terdapat wilayah lepas pantai seluas 453,970 (Empat ratus lima puluh tiga ribu sembilan ratus tujuh puluh) kilometer persegi (Gambar 8 dan Tabel 1).
- Lokasi cekungan relatif dekat atau berada pada kawasan industri yang berpotensi menimbulkan emisi *CO₂*, keberadaan *CO₂ storage* akan dimanfaatkan untuk menyimpan gas yang diduga mengganggu kualitas lingkungan kawasan atau wilayah industri dan sekitarnya.

Pada Gambar 8 juga menunjukkan perhitungan luas wilayah cekungan sedimen di Cekungan Tarakan, Kutai, dan Cekungan Barito, Kalimantan (wilayah



Gambar 7
Peta Lokasi Cekungan Sedimen Terpilih untuk Penyimpanan CO₂ (Iskandar dkk., 2011).



Gambar 8
Peta Luas Wilayah Cekungan Sedimen Daerah Kalimantan (Lepas Pantai).

lepas pantai). Hasil perhitungan luas pada masing-masing cekungan sedimen Tersier di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Selanjutnya dikembangkan penelitian ramah lingkungan guna pemilihan wilayah penyimpanan CO₂ pada formasi batuan yang mengandung lapisan batubara (*coal seam*). Selama ini penggunaan batubara dikaitkan dengan energi tidak ramah lingkungan karena sebagai sumber emisi CO₂. Dalam perkembangan penelitian, lapisan batubara (*coal seam*) merupakan media yang sangat baik untuk menyimpan CO₂ sekaligus dapat dilakukan secara simultan dalam wilayah pengembangan *Coal Bed Methane* (CBM).

D. Pengembangan Lanjut Sistem Informasi Geografi

Manajemen data berbasis SIG dan rekaman data sejak awal persiapan eksplorasi mendukung kegiatan pengembangan dan produksi migas, sekaligus dapat

dimanfaatkan untuk kegiatan hilir migas. Bahkan dapat mendukung data sosialisasi kegiatan migas, pelestarian lingkungan, pelaksanaan program *community development* ataupun *corporate social responsibility*.

Operator migas sudah memanfaatkan teknologi informasi pada lapangannya, yang memiliki ribuan sumur migas di daerah yang sulit (*remote area*). Sebagai contoh Total E&P Indonesia dalam mengembangkan lapangan migas (*giant mature gas field*) berwawasan lingkungan di Blok Mahakam, Kalimantan Timur mengandalkan inovasi teknologi informasi. Sudah dimanfaatkan keberadaan teknologi informasi untuk mengelola Lapangan gas Tunu, yang memiliki paling sedikit 700 sumur produksi (Total E&P Indonesia, 2012). Adanya perubahan sesuai dinamika terkait waktu dan proses, aplikasi teknologi SIG sangat membantu pengelolaan sumur. Efisiensi dan efektifitas rekaman perkembangan

Tabel 1
Cekungan sedimen dan luas wilayah lepas pantai berpotensi sebagai penyimpanan CO₂

No.	Cekungan Sedimen Tersier	Luas Wilayah Lepas Pantai (kilometer persegi)
1	Sumatra Utara	82,450
2	Sumatra Tengah	28,880
3	Sumatra Selatan	0
4	Natuna	91,940
5	Jawa Barat Utara	52,190
6	Jawa Timur Utara	35,890
7	Barito	16,580
8	Kutai	68,060
9	Tarakan	66,420
10	Salawati	11,560
Jumlah		453,970

sumur lapangan migas secara jelas dan mudah dipahami semua pihak (Gambar 9), memungkinkan pengelolaan secara terintegrasi lapangan migas di remote area. Kejelasan dan akurasi data tersebut bermanfaat sebagai alat monitoring dan evaluasi.

Berdasarkan sejarah perkembangan wilayah migas secara runtun seperti ditunjukkan gambar di atas, dapat diproyeksikan dalam tiga dimensi sehingga mudah menggambarkan kondisi saat pasca produksi. Perencanaan dan pengembangan wilayah migas waktu yang akan datang, disusun proyeksi secara periodik, untuk menunjukkan keadaan wilayah migas dalam jangka pendek (tahunan), jangka menengah, dan jangka panjang.

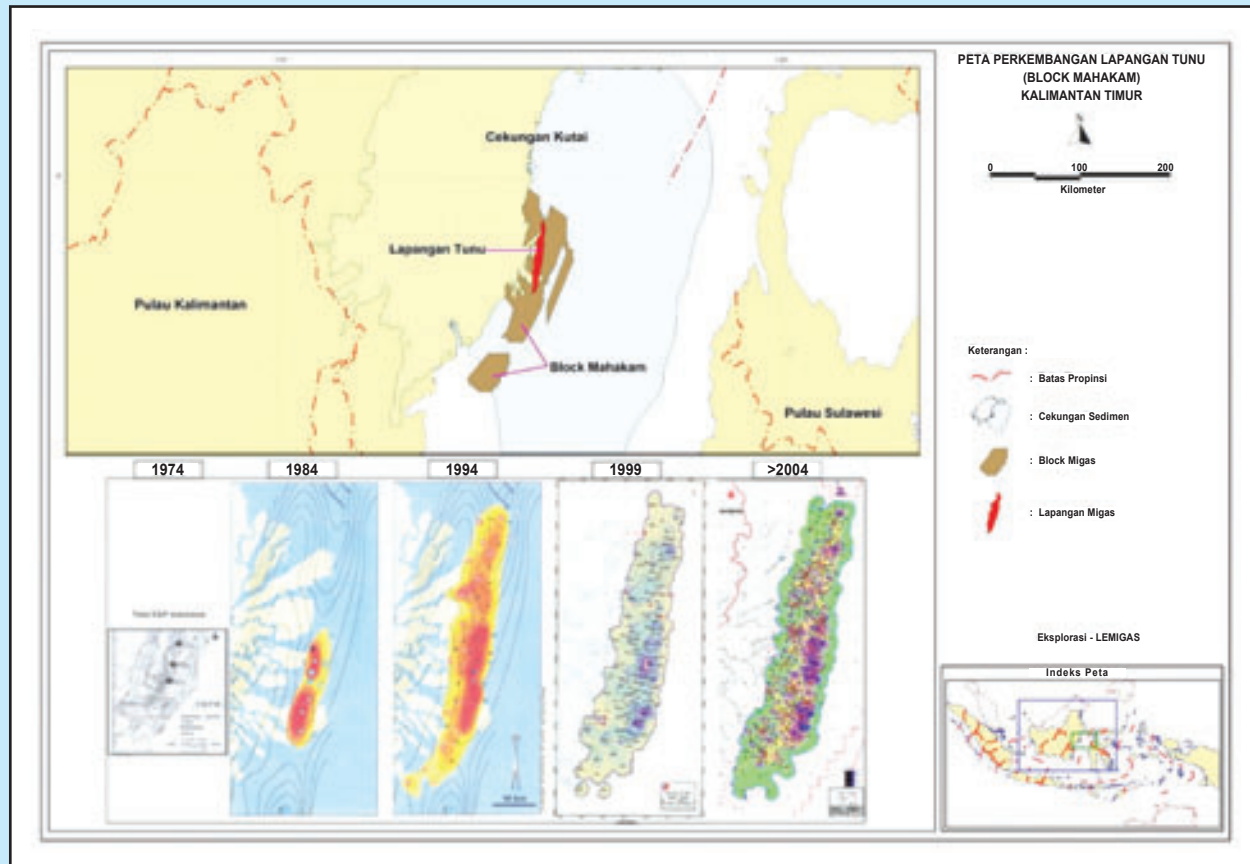
IV. KESIMPULAN

Hasil analisis pemilihan blok wilayah kerja migas Cekungan Kutai, berdasarkan data kedalaman batuan

dasar hasil olah magnetik, seismik, dan sumuran, direkomendasikan blok seluas 5.425 kilometer persegi sebagai wilayah kerja baru. Dihasilkan peta rencana wilayah survei gayaberat dan seismo-radionuklida seluas 1.151 kilometer persegi.

Analisis tumpang susun peta geologi, geofisika, dan reservoir, menghasilkan 10 (sepuluh) cekungan sedimen Tersier yang memiliki kesesuaian tinggi sebagai lokasi penyimpanan CO₂ (CO₂ storage). Sebagian besar wilayah lepas pantai dan 9 (sembilan) cekungan terletak di wilayah bagian barat Indonesia, yang memiliki rekaman sejarah eksplorasi-produksi migas sejak beberapa dekade yang lalu. Perhitungan wilayah lepas pantai dalam makalah ini sebagai data baru, seluas 453,970 (Empat ratus lima puluh tiga ribu sembilan ratus tujuh puluh) kilometer persegi.

SIG meningkatkan akurasi dan kecepatan pemilihan wilayah, evaluasi, perhitungan luas



Gambar 9

Rekaman perkembangan Lapangan Tunu, Delta Mahakam Kalimantan Timur (Total E&P Indonesia, 2012).

wilayah kerja migas, perhitungan luas wilayah daerah potensial penyimpanan CO₂, hingga bermanfaat dalam pengembangan wilayah Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) migas berwawasan lingkungan.

Disarankan operator migas mengaplikasikan SIG dalam penyusunan proyeksi pengembangan wilayah migas berwawasan lingkungan. Sehingga dapat membangun suatu sistem evaluasi dan monitoring perkembangan wilayah kerja migas berkelanjutan, sejak awal operasi eksplorasi-produksi hingga pasca operasi produksi migas.

KEPUSTAKAAN

- Darmawan, M., Dr.**, 2011, *Sistem informasi Geografi (SIG) dan Standarisasi Pemetaan Tematik*, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL), Kajian Standarisasi Pemetaan Tematik Pertanahan, Jakarta 1-3 November 2011.
- Douglas W.J. Prof.**, 1995, *Environmental GIS Applications to Industrial Facilities (Mapping sciences series)*, Lewis Publishers CRC Press, USA, ISBN 0-87371-991-3.
- Hadi, Firman**, dkk., 2013, *Pengantar Sistem Informasi Geografis, Workshop Remote Sensing and GIS*, KPPP Teknologi Eksplorasi "LEMIGAS" - Center for Remote Sensing ITB - PT. Integrasia Utama, Jakarta, 16 Desember 2013.
- Iskandar, U. P., Sudarman Sofyan & Usman**, 2011, *Ranking of Indonesia Sedimentary Basin and Storage Capacity Estimates for CO₂ Geological Storage*, LEMIGAS Scientific Contributions to Petroleum Science & Technology, Volume 34, Number 2, September 2011. ISSN: 0126 – 3501.
- Lelono, E.B.**, dkk., 2011, *Kaji Ulang Data Geoscience untuk Peningkatan Kualitas Informasi Wilayah Kerja Baru Migas*, Balitbang ESDM, Puslitbang Teknologi Migas "LEMIGAS", Laporan Penelitian, Jakarta 2011 (tidak dipublikasikan).
- Partowidagdo, W.**, 2010, *Mengenal Pembangunan dan Analisis Kebijakan*, Program Pascasarjana Studi Pembangunan ITB, 2010, ISBN 979-95746-0-9, 687 hlm.
- Pasarai, Usman.**, dkk., 2010, *Potensi Penyimpanan CO₂ di Formasi Geologi*, Kementerian ESDM, Badan Litbang ESDM, Puslitbang Teknologi Migas "LEMIGAS", Laporan Penelitian, Jakarta 2010 (tidak dipublikasikan).
- Patra Nusa Data, PT.**, 2011, *Indonesia Petroleum Contract Area Map*, 2011. Scale 1 : 6,000,000.
- Sofyan, S.**, dkk., 2011, *Peran Penting Database Eksplorasi untuk Penyiapan Lahan Migas*, Prosiding Konferensi Teknologi Minyak dan Gas Bumi, Jakarta 14-15 September 2011, ISBN: 978-979-8218-20-0.
- Sunarjanto, D.** dkk., 2008, *Updating of Indonesia Tertiary Sedimentary Basins*, Proceedings Thirty-Second Annual Conv. and Exhibition, Indonesian Petroleum Association, 27-19 May 2008. ISBN 978-979-16067-6-9.
- Total E & P Indonesia**, 2012, *Mahakam Area Managing Giant Mature Gas Field with Innovative Technologies: Tunu Case*, Puslitbang Teknologi Migas "LEMIGAS", Jakarta, 26 September 2012.
- Yuwono, Y.S.**, 2012, *Basic Concept, Principles, and Petrologic Assessments*, Short Course on the Basement Reservoir, Yogyakarta, 14-16 June 2012.