

# KONTROL TEKTONIK DAN STRUKTUR GEOLOGI TERHADAP KETERDAPATAN HIDROKARBON DI DAERAH PAPUA

## *TECTONIC AND GEOLOGICAL STRUCTURE CONTROLS TO THE OCCURENCE OF HYDROCARBON IN THE PAPUA REGION*

Syaiful Bachri

Pusat Survei Geologi, Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122,  
e-mail: [syaifulbachri666@yahoo.co.id](mailto:syaifulbachri666@yahoo.co.id)

### Abstrak:

Sebagian besar daerah Papua, khususnya di bagian selatan sutur pembatas lempeng Pasifik dan lempeng Australia, dialasi oleh kerak benua Australia, termasuk sedimen di atasnya yang berasal dari paparan baratlaut Australia. Keberadaan batuan sedimen yang umumnya berumur Mesozoik tersebut sangat penting artinya, karena sebagian merupakan batuan sumber hidrokarbon dan juga batuan waduk. Sesar mendatar berskala regional seperti Sesar Sorong atau Sesar Yapen mempunyai arti penting dalam pembentukan cekungan-cekungan *pull – apart* yang dapat menjadi cekungan berpotensi hidrokarbon. Tektonik kompresi yang dihasilkan dari proses konvergensi kerak benua Australia dan kerak samudera Pasifik menghasilkan lajur-lajur lipatan dan sesar naik, khususnya lajur lipatan Lengguru di bagian tengah dan lajur lipatan – sesar naik Mamberamo di bagian utara Papua. Struktur lipatan (antiklin) serta struktur *ramp* akibat penyesaran naik akan membentuk struktur tutupan yang dapat berfungsi sebagai perangkat struktural hidrokarbon.

Kata kunci: tektonik, struktur geologi, hidrokarbon, Papua.

### Abstract

*Mainly the Papua area, particularly to the south of the boundary suture between the Pacific Plate and Australian Plate, is underlain by the Australian continental crust, including the overlying sediments which are derived from NW shelf of Australia. The presence of sedimentary rocks, which are commonly of Mesozoic age, is very important since some parts of them are representing source rocks and reservoir rocks. Strike slip faults of regional scale such as the Sorong Fault or Yapen Fault has significant role in relation to the formation of pull-apart basins which are potential to be hydrocarbon basins. Compressional tectonics resulted from convergence process between the Australian continental crust and Pasific oceanic plate produced thrust and fold belts particularly the Lengguru fold belt in the central area and the Mamberamo thrust and fold belt in the northern part of Papua. Folds (anticlines) and ramp structures due to thrusting may generate closure structures which may become hydrocarbon structural traps.*

Key words: tectonic, geological structures, hydrocarbon, Papua.

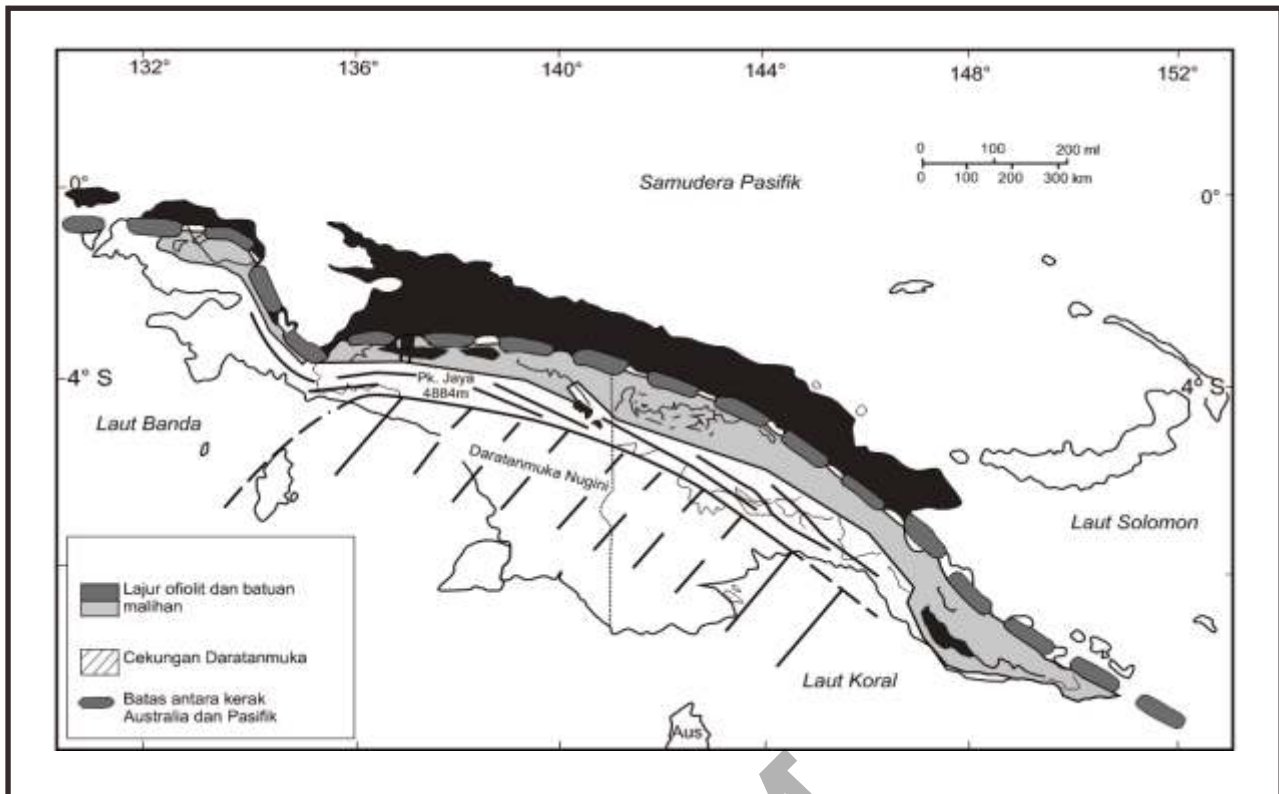
### Pendahuluan

Perkembangan tektonik Indonesia bagian timur dan barat mempunyai karakteristik yang berbeda, dimana wilayah barat lebih banyak dipengaruhi oleh sistem tunjaman, sedangkan di bagian timur lebih banyak dipengaruhi oleh gerakan mendatar sesar-sesar transform dan transcurrent. Keberadaan sesar-sesar mendatar regional di Indonesia bagian timur juga banyak memberikan kontribusi terhadap proses amalgamasi pecahan-pecahan kerak benua Australia dengan busur kepulauan di Indonesia bagian timur. Adanya beberapa mikrokontinen di Indonesia bagian

timur juga berimplikasi terhadap kesamaan potensi sumberdaya mineral dan energi di daerah tersebut dengan daerah asal-usul mikro-kontinen, yaitu paparan baratlaut Australia.

Keberadaan sesar-sesar mendatar berskala regional akan berpengaruh terhadap sebaran cekungan yang terkait dengan deformasi penyesaran mendatar, dan hal ini akan menjadi bagian pembahasan makalah ini.

Makalah ini bermaksud mengupas masalah tataan tektonik dan hubungannya dengan pola struktur regional yang terbentuk di daerah Papua, serta mengaitkannya dengan kemungkinan pola sebaran endapan hidrokarbon.



Gambar 1. Peta litotektonik daerah Papua dan Papua Nugini, disederhanakan dari Hamilton (1979) dan Dow dr. (1988)

### Tataan Geologi Regional

Papua menempati setengah bagian dari Pulau Irian (Pulau Nugini) di bagian barat. Geologi Papua sangat kompleks, sebagai akibat dari interaksi antara dua lempeng tektonik besar, yaitu lempeng atau kerak benua Australia, atau bagian dari lempeng Indo-Australia, dan lempeng atau kerak samudera Pasifik (Gambar 1). Sebagian besar proses evolusi tektonik daerah Nugini berkaitan dengan konvergensi miring antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Pasifik (Hamilton, 1979; Dow dr., 1988). Nugini dan Pegunungan Tengah umumnya disitir sebagai lokasi tipe tumbukan aktif antara busur kepulauan dengan benua (Dewey and Bird, 1970).

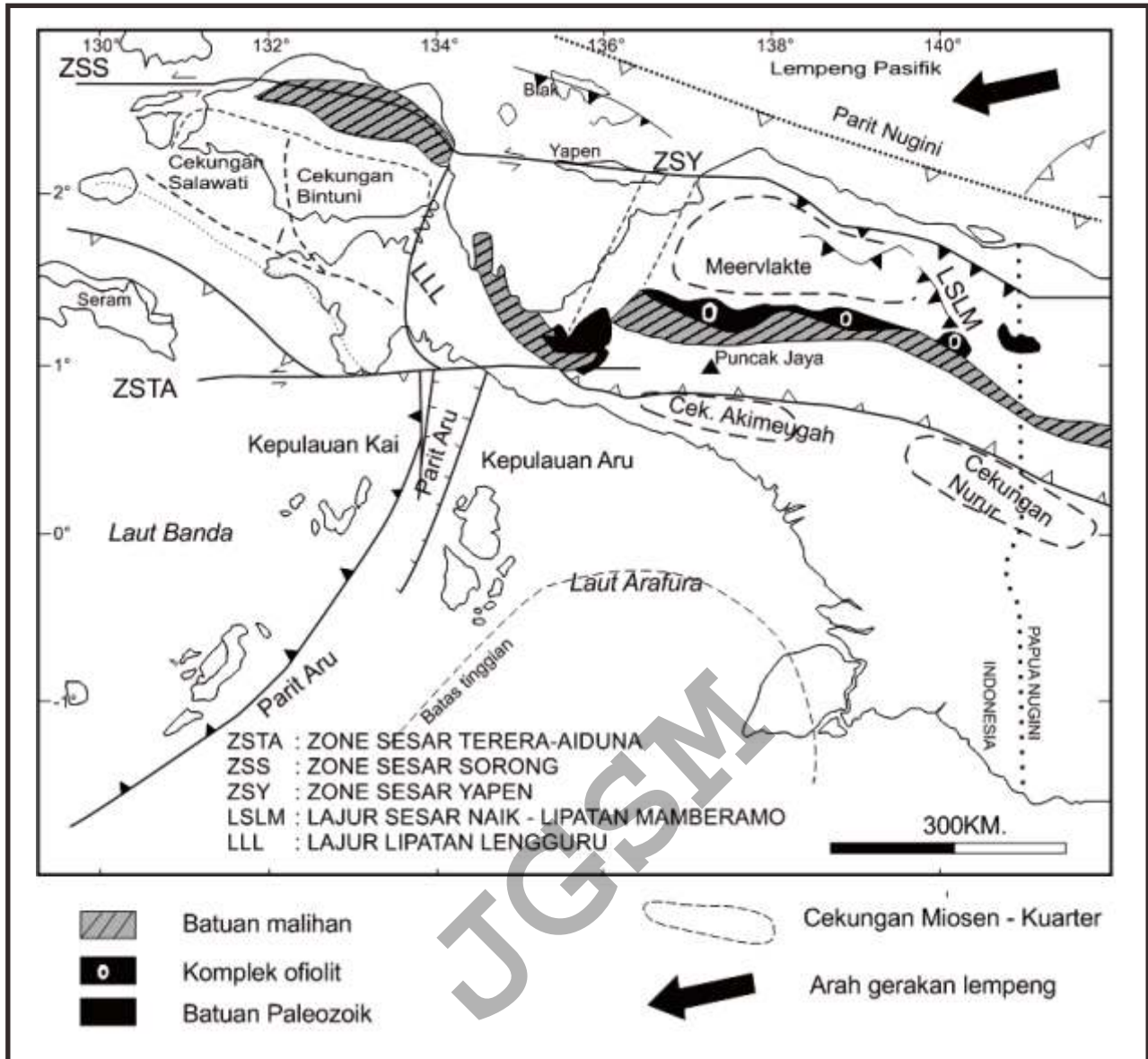
Lajur Pegunungan Tengah (*Central Range*) mencapai panjang 1300 km, dan lebarnya 150 km, dengan topografi yang curam dimana terdapat banyak puncak dengan ketinggian di atas 3000 meter. Daerah pegunungan ini sebagian besar tersusun oleh batuan Mesozoik dan Kenozoik yang terlipat dan tersesarkan, dan semula diendapkan di tepian pasif benua Australia.

Secara umum, dari utara ke selatan, geologi daerah Papua dapat dibagi menjadi tiga propinsi geologi ,

yaitu (1) propinsi kontinen yang terdiri atas batuan sedimen dari kraton Australia, (2) propinsi oseanik yang terdiri atas batuan ofiolit dan batuan gunungapi busur kepulauan yang merupakan bagian dari lempeng Pasifik, dan (3) propinsi peralihan, yang terdiri atas batuan yang terdeformasi kuat dan mengalami pemalihan regional, dan merupakan hasil interaksi antara kedua lempeng tektonik. Pembagian propinsi geologi tersebut hanya berlaku untuk bagian tengah Papua atau daerah “tubuh burung”, sedang untuk daerah “kepala burung” dan “leher burung” diduga mempunyai asal-usul atau sejarah tektonik yang berbeda (Pieters dr., 1983).

Berdasarkan Gambar 1 dan 2, bagian tengah Papua (“tubuh burung”) dapat dibagi menjadi empat propinsi litotektonik (Gambar 3), yaitu (1) cekungan daran-muka Nugini (Paparasi Arafura), (2) lajur lipatan-sesar naik Pegunungan Tengah, (3) lajur ofiolit dan batuan malihan, dan (4) cekungan pantai utara (Depresi Meerflakte) dan lajur sesar naik Mamberamo.

Paparasi Arafura (Dataranmuka Nugini) terdiri atas Laut Arafura dan daerah pantai selatan yang terletak di atas kerak benua Australia. Stratigrafi daerah



Gambar 2. Peta tataan tektonik Papua diambil dari berbagai sumber oleh Darman dan Sidi (2000)

paparan ini terutama terdiri atas batuan sedimen laut dan non-marine berumur Pliosen – Holosen yang menutupi batuan siliklastik berumur Mesozoik – Kenozoik yang semula diendapkan di tepian pasif Australia (Dow dan Sukanto, 1984 a,b). Lajur batuan malihan di Papua lebarnya mencapai 50 km, tersusun oleh batuan malihan yang umumnya bertemperatur rendah, <300 °C dan terdeformasi kuat, berbatasan dengan lajur ofiolit di sebelah utaranya, dan berbatasan dengan sedimen asal tepian pasif Australia di sebelah selatannya (Darman dan Sidi, 2000). Lajur ofiolit dipisahkan dari lajur batuan malihan oleh sejumlah sesar, dan sebagian ditutupi oleh aluvium dari Depresi Meervlakte. Batas atau suture antara lajur ofiolit dan batuan malihan ini

kemungkinan merupakan batas lempeng Australia dengan lempeng Pasifik. Sesar Darewo yang terletak pada batas antara kedua lajur tersebut semula ditafsirkan melalui foto udara dan citra satelit oleh Dow drr. (1986). Namun pemetaan yang dilakukan kemudian menunjukkan bahwa batas antara lajur malihan dengan batuan sedimen dari tepian pasif Australia ternyata gradasional (Warren, 1995, dalam Darman dan Sidi, 2000), sehingga Sesar Deewo dianggap bukan batas selatan dari lajur batuan malihan sebagaimana ditunjukkan oleh beberapa peta terdahulu.

Bagian paling utara lajur orogenik Papua tersingkap kurang baik.

Lajur ini terdiri atas dataran danau (Depresi Meervlakte) dan lajur sesar naik – lipatan Mamberamo. Depresi Meervlakte sendiri merupakan cekungan antar-gunung, dan cekungan ini telah aktif mengalami penurunan dengan laju lebih besar dibanding laju sedimentasi (Dow dr., 1988). Lajur Meervlakte dan sesar naik – lipatan Mamberamo sendiri, yang lebarnya 200 km, sebagian besar terletak di terain busur Melanesia yang mengalami deformasi sejak Pliosen hingga kini (Dow dan Sukanto, 1984a,b).

#### *Tektonika Papua (Nugini)*

Evolusi tektonik terinci Kenozoik daerah Nugini sering menjadi subjek perdebatan. Pendapat paling umum dalam berbagai publikasi adalah model pembalikan polaritas tunjaman (model pembalikan busur), yang menyatakan adanya gerakan mantel dan kerak benua Australia ke utara dan menunjam dengan kemiringan ke utara, kemudian diikuti oleh tumbukan dan mulai terjadi tunjaman ke selatan oleh lempeng samudera Pasifik (Dewey dan Bird, 1970; Hamilton, 1979, dll.). Model lainnya menjelaskan bahwa di bagian timur Nugini, terdapat slab kerak samudera di bawah pulau, yang menunjam ke dua arah, dan merupakan kelanjutan ke barat dari lempeng Solomon yang menunjam. Model ke tiga mirip dengan model pertama, namun lempeng Australia menunjam secara vertikal tanpa adanya suatu tunjaman yang berlawanan arah (Johnson dan Jaques, 1980). Kedua model yang terakhir ini memerlukan adanya konvergensi miring yang signifikan yang mempengaruhi sebagian besar pulau tersebut.

Para penulis seperti dikemukakan di atas sependapat bahwa bagian selatan Nugini dialasi oleh batuan sedimen asal tepian pasif Australia. Di lain hal para penulis tersebut tidak sependapat dalam hal peristiwa tumbukan utama dengan suatu busur kepulauan oseanik. Berdasarkan perubahan dari sedimentasi karbonat menjadi sedimentasi klastik yang luas yang berasal dari pengangkatan orogenik, maka tampaknya tumbukan mulai pada akhir Miosen (Dow dr., 1988; dll). Namun berdasarkan umur batuan malihan di Papua Nugini dan di terain busur kepulauan, beberapa peneliti menyimpulkan bahwa tumbukan tersebut mulai pada awal Oligosen (Pigram dr., 1989; Davies, 1990). Berdasarkan pandangan-pandangan tersebut, Dow dr. (1988) mengusulkan bahwa Nugini merupakan produk dua tumbukan busur – benua yang berbeda, yaitu tumbukan yang terjadi pada Oligosen, dan tumbukan yang terjadi pada Miosen (Orogeni Melanesia).

#### Implikasi Peran Tektonik dan Struktur Terhadap Potensi Hidrokarbon

##### Signifikansi Fasies Australia

Berdasarkan sejarah tektonik Papua sebagaimana diuraikan di muka, maka diketahui bahwa sebagian besar daerah Papua, khususnya di bagian selatan sutur pembatas lempeng Pasifik dan lempeng Australia, dialasi oleh kerak benua Australia, termasuk sedimen di atasnya yang berasal dari paparan barat laut Australia. Keberadaan batuan sedimen yang umumnya berumur Mesozoik tersebut sangat penting artinya, karena sebagian merupakan batuan sumber hidrokarbon dan juga batuan waduk. Hal ini didasarkan pada korelasi stratigrafi batuan sedimen Mesozoik di bagian utara Australia yang ternyata mengandung hidrokarbon, misal di cekungan Boneparte seperti dikemukakan pada beberapa laporan terdahulu. Berdasarkan Gambar 2, maka di daerah Cekungan Bintuni dan Salawati dapat ditafsirkan bahwa di kedua cekungan ini juga terdapat sedimen Mesozoik asal Australia. Pada tataan stratigrafi di cekungan tersebut, sebagaimana dikutip oleh Darman dan Sidi (2000), bahkan juga dijumpai batuan malihan Paleozoik yang diduga berasal dari kerak benua Australia. Seperti telah diketahui bersama, Cekungan Salawati dan Cekungan Bintuni tersebut saat ini telah diketahui merupakan cekungan hidrokarbon yang produktif. Dengan demikian dapat diharapkan, di cekungan lainnya yang mengandung fasies Australia terdapat batuan sumber maupun waduk hidrokarbon.

##### Fasies Pasca Tumbukan

Meskipun saat ini cekungan-cekungan produktif hidrokarbon di daerah Papua dan tempat lainnya di Indonesia bagian timur didominasi oleh batuan Mesozoik, namun keberadaan batuan pasca tumbukan di Papua juga memiliki potensi akan hidrokarbon. Salah satu cekungan Tersier yang penting adalah Depresi Meervlakte di bagian utara Papua. Cekungan ini telah aktif mengalami penurunan dengan laju lebih besar dibanding laju sedimentasi (Dow dr., 1988). Dengan demikian dapat diharapkan bahwa pada cekungan ini terdapat batuan sedimen yang sangat tebal, yang boleh jadi berpotensi mengandung hidrokarbon.

##### Pembentukan cekungan-cekungan pull-apart

Sesar mendatar berskala regional seperti Sesar Sorong atau Sesar Yapen mempunyai arti penting dalam pembentukan cekungan-cekungan pull –apart yang dapat menjadi cekungan berpotensi

hidrokarbon. Salah satu contoh keberadaan cekungan pull-apart tersebut adalah di daerah Mamberamo. Sesar Yapen yang berlanjut sampai ke daerah Mamberamo telah menyebabkan terbentuknya cekungan pull-apart yang sangat dalam, dengan sedimen tidak kurang dari 3000 m sebagaimana diindikasikan oleh data bor P1 di Yapen (Pertamina-Tesoro, 1973). Cekungan pull-apart ini pada saat ini meninggalkan sisa-sisa berupa Danau Rombebai di sebelah timur Sungai Mamberamo, serta beberapa danau kecil di sebelah barat sungai tersebut (Bachri dan Surono, 2002).

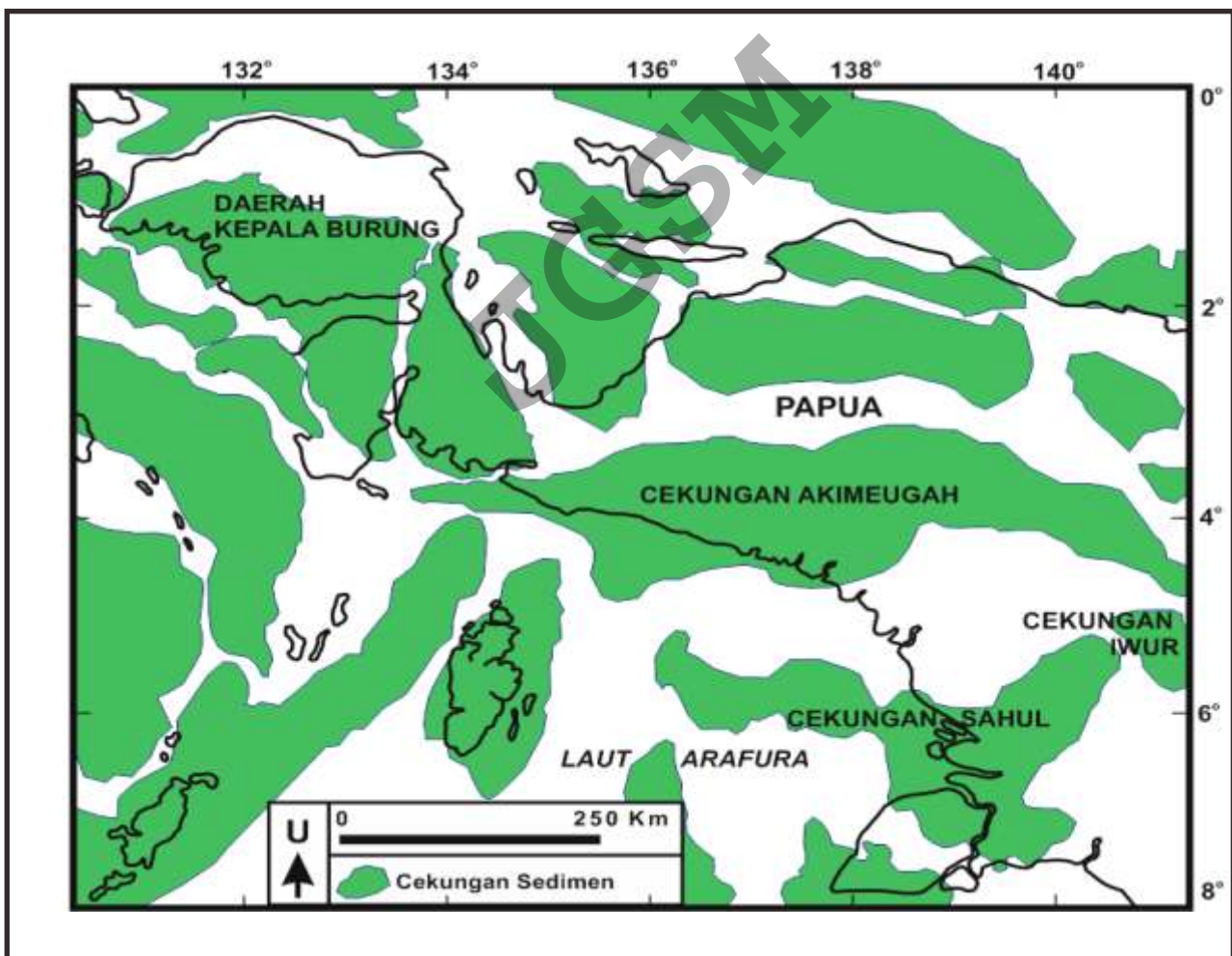
#### Pembentukan perangkat struktural

Sebagai akibat adanya tektonik kompresional yang dihasilkan dari proses konvergensi kerak benua Australia dan kerak samudera Pasifik adalah terbentuknya lajur-lajur lipatan dan sesar naik,

khususnya lajur lipatan Lengguru di bagian tengah dan lajur lipatan – sesar naik Mamberamo di bagian utara. Struktur lipatan (antiklin) serta struktur ramp akibat pensesaran naik akan membentuk struktur tutupan (closure) yang dapat berfungsi sebagai perangkat struktural hidrokarbon.

#### Data Geologi Migas di Papua VS di Papua Nugini

Sebagai penguat peran tektonik dan struktur geologi tersebut di atas terhadap potensi migas di Papua, akan dibandingkan data migas di Papua bagian timur dengan Papua Nugini bagian barat yang saling berbatasan. Badan Geologi (2009) telah menyusun peta cekungan sedimen di Indonesia yang terdiri atas 128 cekungan. Dari sejumlah cekungan tersebut, beberapa cekungan terletak di Papua bagian timur, antara lain Cekungan Sahul, Cekungan Akimeugah dan Cekungan Iwur (Gambar 3).



Gambar 3. Peta cekungan sedimen wilayah Papua, dicuplik dari Badan Geologi (2009)

Tabel 1. Kolom stratigrafi Cekungan Akimeugah (Panggabean & Hakim, 1986)

UMUR		KELOMPOK	FORMASI	KOLOM LIOLOGI	PERIAN LITOLOGI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	TEBAL MAKSIMUM	
KENOZOIKUM	KUARTER-PLISTOSEN	HOLOSEN	ENDAPAN PERMUKAAN		Kerikil, pasir, lumpur, lanau, konglomerat, breksi dan lignit	Sungai, dataran banjir, danau	250 m	
			PLIOSEN	FM. BURU		Batulumpur biru dan kelabu, serpih pasiran, batupasir, konglomerat, batugamping, lignit	Laut terbuka, transisi, non-marin	2500 m
	TERSIER	KELOMPOK BATU GAMPING NUGUNI	MIOSEN	BATUGAMPING YAWEE		Kalkarenit, biokalkarenit, mikrit, biomikrit, kalsirudit, kapur, sedikit batupasir	Paparan samudera	1500 m
			OLIGOSEN	FM. WARUPI		Biokalkarenit, kalkarenit oolitan, batupasir	Laut dangkal	500 m
			EOSEN					
			PALEOSEN					
MESOZOIKUM	KAPUR	AKHIR	FM. EKMAI		Batupasir kuarsa glokonitan, batupasir litik, batulanau	Laut dangkal bagian dalam	700 m	
			AWAL	BATULUMPUR PINIYA		Batulumpur glokonitan dan gampingan, batulanau, batupasir halus, napal dan batugamping napalan	Paparan samudera dangkal	900 m
				FM. WONIWOGI		Batupasir kuarsa piritan dan glokonitan, batulumpur gampingan	Paparan bagian dalam sampai dekat pantai	200 m
	JURA	AKHIR	TENGAH	FM. KOPAI		Batupasir kuarsa gampingan, glokonitan, batulanau, batulumpur, kalkarenit, batupasir hijau, konglomerat	Laut dangkal	300 m
			AWAL	FM. TIPUMA		Batulumpur hijau, merah dan kelabu, batupasir, konglomerat, sedikit batugamping mikritan	Fluvialiti	500 m
	TRIAS	AKHIR						
		TENGAH						
	PALEOZOIKUM	PEREM	KELOMPOK AIFAM	FM. AIDUNA		Batupasir, serpih karbonan, batulanau, biokalkarenit, konglomerat, batubara	Transisi sampai laut sangat dangkal	1200 m
SILUR - DEVON				DOLOMIT MODIO		Dolomit, batugaming dolomitan, batulanau	Laut ?	1000 m?

Batuan induk (source rock)      Batuan waduk (reservoir rock)      Batuan tudung (cap rock)

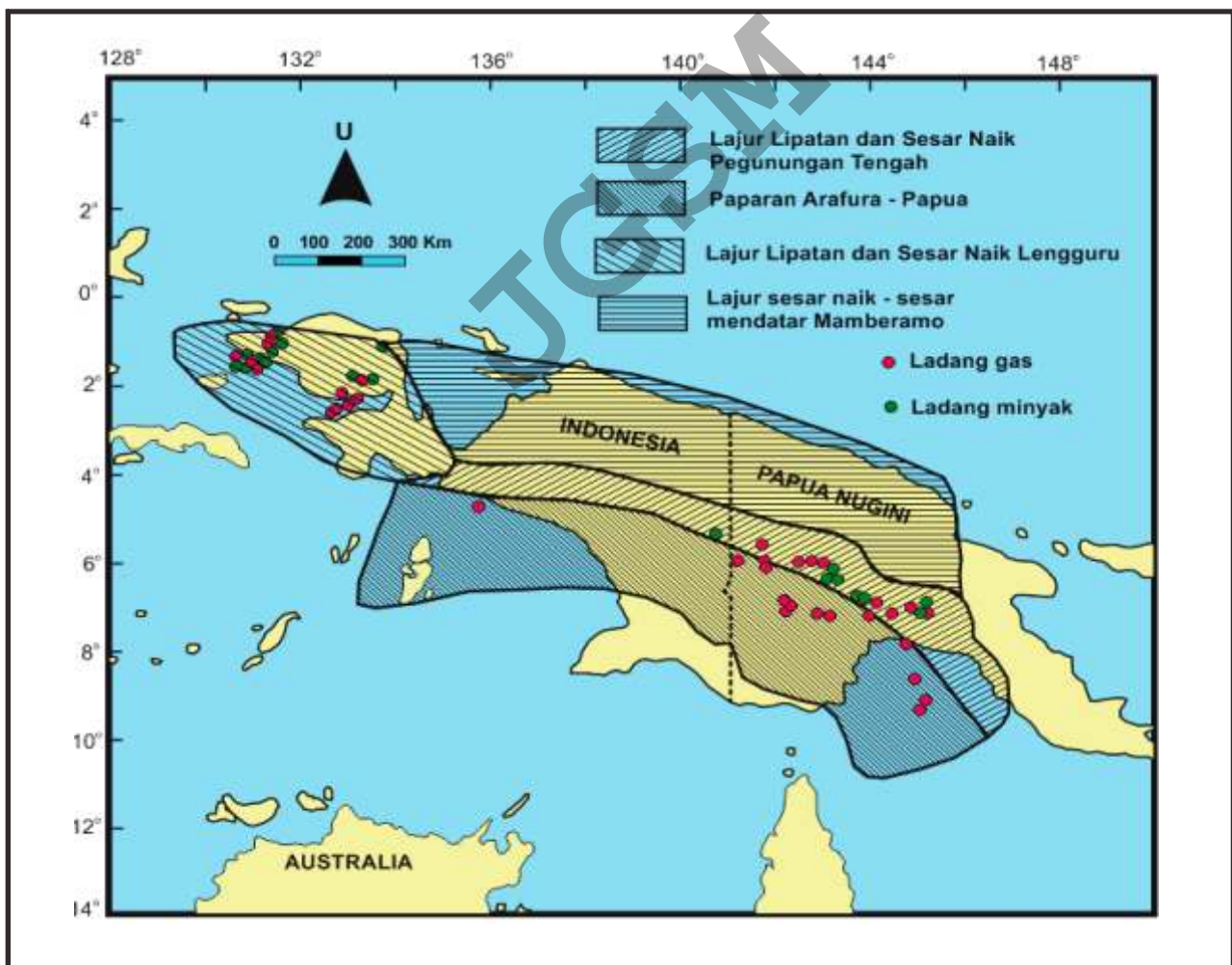
Ketiga cekungan tersebut termasuk dalam kelompok cekungan yang berkembang sejak pra-Tersier hingga Tersier dan diklasifikasikan sebagai cekungan foreland yang telah mengalami rifting (Badan Geologi, 2009). Cekungan-cekungan ini berasosiasi dengan Cekungan Papua di Papua Nugini yang sudah menghasilkan minyak dan gas bumi serta berasosiasi dengan cekungan – cekungan di Australia yang sudah memproduksi hidrokarbon, seperti Cekungan Carnarvon, Cekungan Bonaparte dan Cekungan Canning.

Di dalam Cekungan Akimeugah terdapat beberapa formasi yang berfungsi sebagai batuan induk migas, yaitu Formasi Aiduna, Formasi Tipuma, batulumpur pada Formasi Woniwogi, Formasi Piniya dan Formasi Buru. Adapun batuan yang berfungsi sebagai batuan waduk yaitu batupasir pada Formasi Kopai, Formasi Woniwogi, Formasi Ekmai, batugamping pada Formasi Waripi dan Bagugamping Yawee. Sementara

sebagai batuan tudungnya dijumpai pada satuan-satuan berbutir halus, seperti batulumpur pada Formasi Kopai dan Formasi Piniya (Tabel 1).

Sementara itu, batuan induk, batuan waduk dan batuan tudung pada Formasi Sahul dan Iwur belum banyak terungkap. Namun, berdasarkan letak Cekungan Sahul dan Iwur yang keduanya berada pada Paparan Arafura – Papua, seperti halnya Cekungan Akimeugah, maka stratigrafi dan sistem migasnya tidak jauh berbeda dengan Cekungan Akimeugah.

Disamping keberadaan batuan induk, batuan waduk dan batuan tudung, di Papua juga terdapat struktur *ramp anticline* (Panggabean dan Hakim, 1986) yang besar potensinya sebagai perangkap struktural. Disamping itu, di wilayah Papua Nugini sudah banyak ditemukan ladang migas, terutama gas, yang tersebar pada satuan fisiografi Lajur Liptan dan Sesar



Gambar 4. Peta fisiografi dan sebaran ladang migas di Papua Nugini dan Papua (Indonesia) dimodifikasi oleh Bachri (2012) dari USGS (2012)

Naik Pegunungan Tengah, dan satuan fisiografi Paparan Arafura – Papua (Bachri, 2012, Gambar 4). Satuan – satuan fisiografi tersebut dijumpai melampar dari Papua Nugini sampai Papua Indonesia dimana antara lain dijumpai Cekungan Akimeugah, Cekungan Sahul dan Cekungan Iwur, sehingga besar sekali kemungkinan potensi migas, terutama gas, juga dijumpai di ketiga cekungan di Papua tersebut.

### Diskusi

Berdasarkan uraian di muka tampak bahwa kegiatan tektonik di daerah Papua didominasi oleh proses konvergensi antara kerak benua Australia di selatan dan kerak Samudera Pasifik di utara. Meskipun masih terdapat silang pendapat mengenai waktu tumbukan tersebut, namun secara umum telah diterima bahwa sebagian besar daerah Papua, khususnya di belahan selatan, dijumpai batuan sedimen Mesozoik asal tepian pasif Australia. Batuan ini sangat berpotensi mengandung hidrokarbon, karena disamping dijumpai batuan induk minyak-bumi, juga dijumpai batuan waduknya. Lebih dari itu, pembentukan struktur-struktur lipatan telah membantu terbentuknya perangkap hidrokarbon.

Batuan Mesozoik fasies Australia telah terbukti mengandung hidrokarbon di Cekungan Salawati dan Cekungan Bintuni, sehingga eksplorasi di cekungan lain yang mengandung formasi yang sama dengan kedua cekungan tersebut memberikan harapan akan ditemukannya cebakan hidrokarbon yang baru.

Potensi hidrokarbon pada cekungan-cekungan pasca tumbukan yang berumur Miosen atau lebih muda

masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Pada cekungan-cekungan Tersier ini dijumpai sedimen yang sangat tebal, paling tidak mencapai 3000 meter, sebagaimana dijumpai di bagian utara Papua (daerah Yapen). Tebalnya batuan sedimen pada cekungan Tersier tersebut dikarenakan adanya penurunan yang aktif hingga kini, dengan laju penurunan dasar cekungan lebih tinggi dari laju sedimentasi.

Data migas di daerah Papua Nugini yang berbatasan dengan Papua bagian timur semakin mendukung adanya potensi migas yang besar di Papua, sebagaimana ditunjukkan oleh banyaknya lapangan migas di Papua Nugini.

### Kesimpulan

Tektonik dan struktur di Papua berperan penting terhadap keberadaan hidrokarbon di Papua, karena :

1. Kegiatan tektonik konvergensi telah membawa batuan sedimen fasies Australia ke wilayah Indonesia bagian timur, khususnya Papua, yang mana batuan tersebut sebagian berfungsi sebagai batuan induk dan batuan waduk hidrokarbon.
2. Kegiatan tektonik telah menghasilkan beberapa cekungan, di antaranya cekungan pull-apart yang berhubungan dengan deformasi pensesaran mendatar.
3. Lajur struktur lipatan dan sesar-naik yang terbentuk di Papua sangat penting untuk pembentukan perangkap struktural hidrokarbon.

### Acuan

- Bachri, S., 2012. Akimeugah dan Sahul, Harapan Baru Penemuan Migas. *Geomagz*, vol.2, no.2: 36-39.
- Bachri, S. & Surono, 2002. Identification of the active Rombembai Fault Zone, Papua (Irian Jaya) and Its Sedimentological Aspects. *Bulletin of GRDC*, no.22, : 41-48.
- Badan Geologi, 2009. Peta cekungan sedimen Indonesia berdasarkan data gayaberasat dan geologi. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Bandung.
- Davies, H. L., 1990. Structure and evolution of the border region of New Guinea, in Carman, G. J. and Carman, Z., eds., *Petroleum exploration in Papua New Guinea: Proceedings of the First PNG Petroleum Convention*, Port Moresby: 245-269.
- Darman, H & Sidi, F.H., 2000 (editors). *An outline of the geology of Indonesia*. Indon. Assoc. Geol., 192 h.
- Dewey, J. F. and Bird, J. M., 1970. Mountain belts and the new global tectonics: *Journal of Geophysical Research*, vol. 75:2625-2647.



- Dow, D. B. and Sukamto, R., 1984a. Late Tertiary to Quaternary tectonics of Irian Jaya: *Episodes*, vol. 7: 3-9.
- Dow, D. B. and Sukamto, R., 1984b. Western Irian Jaya: The end-product of oblique plate convergence in the late Tertiary: *Tectonophysics*, vol. 106: 109-139.
- Dow, D. B., Robinson, G. P., Hartono, U., and Ratman, N., 1986. *Geologic Map of Irian Jaya, Indonesia, scale of 1:1,000*. Geological Research and Development Centre, Indonesian Ministry of Mines and Energy, Bandung.
- Dow, D. B., Robinson, G. P.; Hartono, U., and Ratman, N., 1988. *Geology of Irian Jaya: Irian Jaya Geological Mapping Project*, Geological Research and Development Center, Indonesia, in cooperation with the Bureau of Mineral Resources, Australia, on behalf of the Department of Mines and Energy, Indonesia, and the Australian Development Assistance Bureau, 298 p.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian region*. Geol. Survey Professional Paper 1078, 345 p.
- Johnson, R. W., and Jaques, A. L., 1980, Continent-arc collision and reversal of arc polarity: new interpretations from a critical area: *Tectonophysics*, vol. 63: 111-124.
- Panggabean, H. & Hakim, A.S., 1986. Reservoir rock potential of the Paleozoic-Mesozoic sandstone of the southern flank of the central range, Irian Jaya. *Proceedings Indonesian Petroleum Association 15th Annual Convention*, vol. 1: 461-481.
- Pieters, P. E., Pigram C. J., Trail D. S., Dow D. B., Ratman N. and Sukamto R., 1983. The stratigraphy of western Irian Jaya. *Proc. Ann. Conv. Indonesia Petrol. Assoc.*, vol.12, no.1: 229-261.
- Pigram, C., Davies, P. J., Feary, D. A., and Symonds, P. A., 1989. Tectonic controls on carbonate platform evolution in southern Papua New Guinea: Passive margin to foreland basin: *Geology*, vol. 17: 199-202.
- Pertamina – Tesoro, 1973. Geological summary of Pertamina – Tesoro Exploration drilling program in the offshore portion of the contract area “D” and “D” extension, Irianjaya (unpub.).