



STAG2022

Stratigrafi Malaysia

Stratigrafi Semenanjung Malaysia

Geologi Lembangan Melayu & Lembangan Penyu

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

Pendahuluan

Di luar pantai Terengganu, terdapat dua lembangan sedimen Tertier iaitu Lembangan Melayu dan Lembangan Penyu.

Di bahagian utara Lembangan Melayu terdapat Lembangan Thai yang menganjur hampir utara-selatan, di di selatannya pula terdapat Lembangan Penyu (menganjur hampir timur-barat) dan juga Lembangan Natuna Barat.

Kesemua lembangan sedimen ini merupakan kawasan yang kaya dengan bahan hidrokarbon (minyak dan gas). Kajian seismik dan penggerudian sangat aktif di dalam lembangan-lembangan ini.

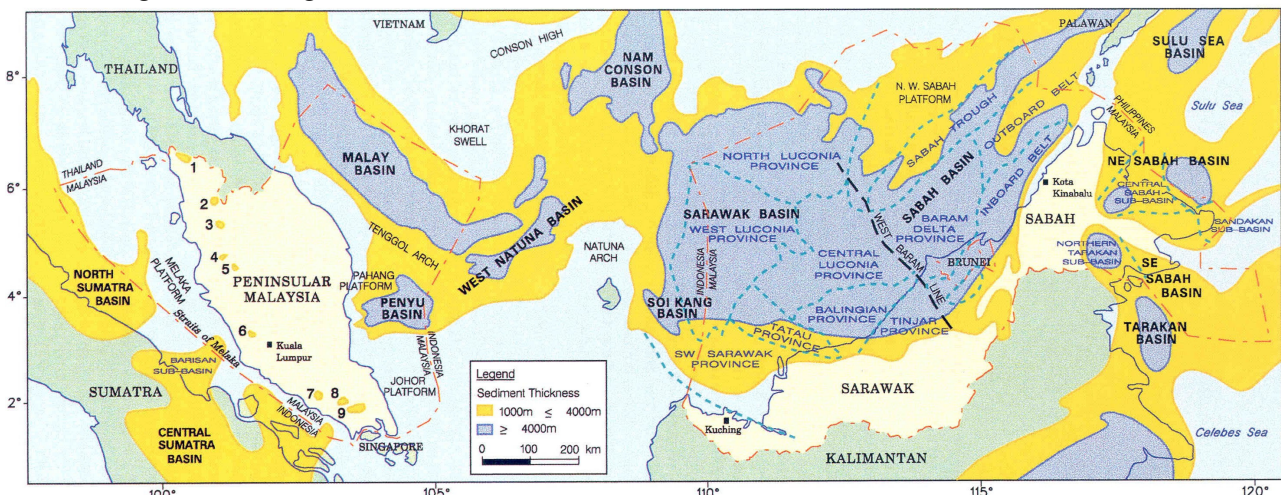


Fig. 5.1. Map of the major Tertiary sedimentary basins and structural-stratigraphic provinces of Malaysia, onshore and offshore. The boundary between the Sarawak and Sabah basins is marked by the West Baram Line. Numbers on Peninsular Malaysia represent location of Tertiary basins: 1. Bukit Arang, 2. Lawin, 3. Nenering, 4. Enggor, 5. Tanjung Rambutan, 6. Batu Arang, 7. Kg Durian Chondong, 8. Kluang-Niyor, 9. Layang-Layang.

Pendahuluan

Lembangan Melayu terletak di luar pantai Terengganu, dan Kelantan, dan ianya membentuk satu lembangan yang menganjur barat-laut-tenggara iaitu selari dengan Semenanjung Malaysia.

Panjangnya ialah 500km dengan kelebaran 200km. Lembangan ini terdiri daripada sedimen daratan hingga tepian lautan, yang mana pengaruh (sedimen) lautan bertambah di bahagian atas jujukan, dan juga di bahagian selatan.

Ketebalan sedimen yang dicatatkan ialah setebal 12,000m. Lembangan Penyu pula terdapat di luar pantai Pahang, dan menganjur hampir timur-barat dan ketebalan sedimen Tertier sekitar 4 atau 5 ribu km.

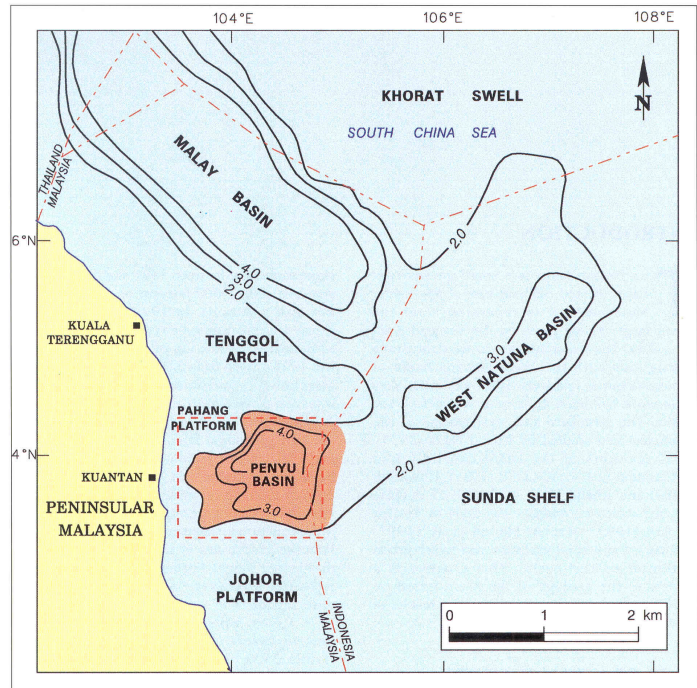


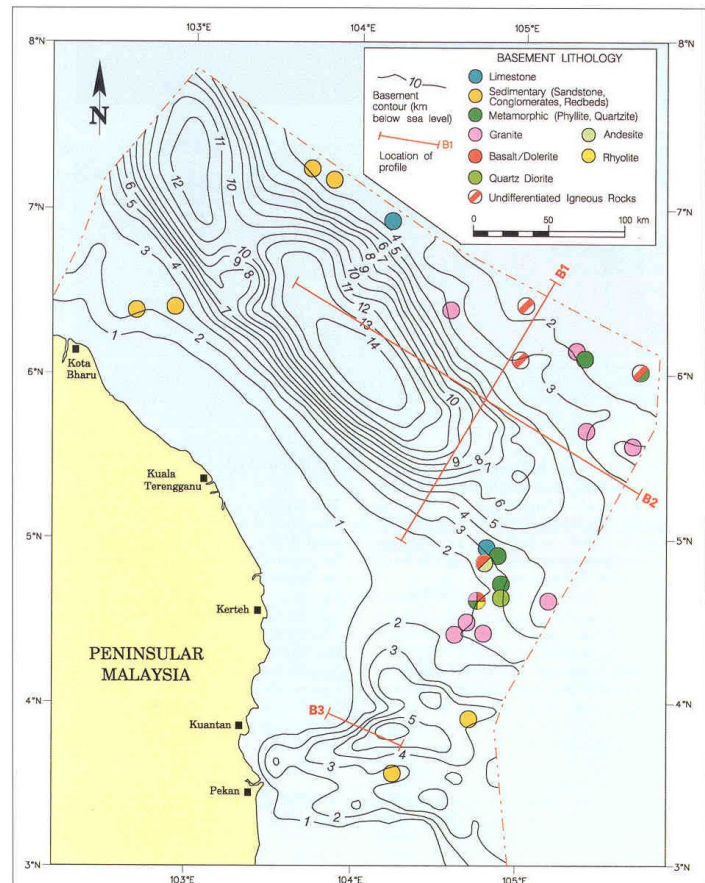
Fig. 9.1. Location of the Penyu Basin offshore east of Peninsular Malaysia. Contours represent pre-Tertiary basement depth in seconds two-way travel time. Modified from ASCOPE (1981).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

STRUKTUR LEMBANAN DI LAUT CHINA SELATAN

Dipercayai batuan dasar atau basement kepada lembangan Tertier di Laut China Selatan ini adalah lanjutan daripada batuan pre-Tertier yang terdapat di Semenanjung Malaysia.

Data penggerudian mendapati batuan dasar ini terdiri daripada batuan sedimen klastik dan karbonat berusia Jura-Kapur dan juga Trias, serta batuan metamorf serta igneus.



Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

PEMBENTUKAN LEMBANGN MELAYU

Lembangan Melayu, Penyu & Natuna Barat mengarah atau tersusun dalam tiga arah yang bertentangan dan bertemu pada satu tempat atau puncak.

Mengikut Tjia H.D., susunan ketiga-tiga lembangan ini terbentuk disebabkan adanya hotspot yang panas di bawah kerak bumi.

Akibat daripada hotspot ini, terbentuk kerak yang mengembang, dan akhirnya merekah kepada tiga arah. Hotspot dikaitkan dengan penerobosan granit Kapur Akhir ini.

Aktiviti ini dipercayai berlaku pada masa Kapur Atas (Tjia, H.D.) kerana di sekeliling kawaan gelembungan atau dipanggil Dome Melayu terdapat granit berusia Kapur Atas.

Lembangan ini terletak dalam satu kawasan yang mana terdapat himpitan kepingan benua daripada semua arah, iaitu Kepingan India menyusup Sumatra, Kepingan Australia menyusup Jawa dan Kepingan Pasifit menyusup Filipina.

Pergerakan benua ini menghasilkan tegasan, yang membentuk sesar serta lipatan.

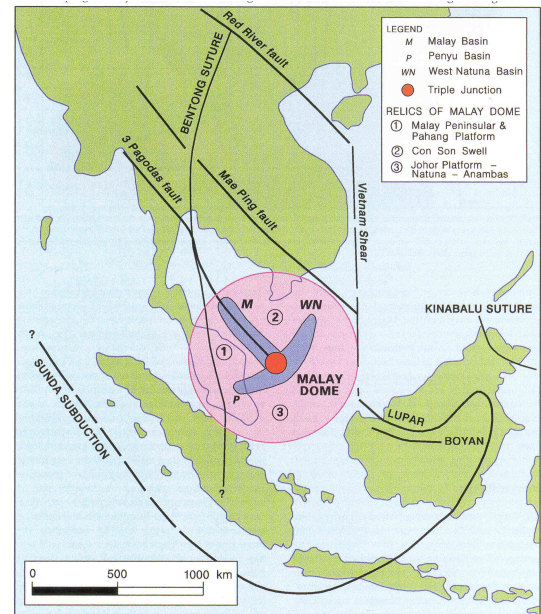


Fig. 7.16 The widespread occurrence of Upper Cretaceous granitoids in the northern Sunda Shelf probably represents the Malay Dome, believed to mark the site of a mantle plume. The Malay, Penyu and West Natuna basins are thus considered as failed rift arms of the Malay Dome.

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

PEMBENTUKAN LEMBANGN MELAYU

Pada peringkat awal pembentukan lembangan ini, dipercayai batuan dasar telah mengalami sesar dan membentuk blok-blok sesar, dan ini akhirnya membentuk struktur graben dan separuh graben (half-graben).

Sesar Three Pagoda yang terdapat di Thailand dipercayai menganjur melalui Lembangan Melayu, dan memainkan peranan yang besar dalam sejarah perkembangan Lembangan Melayu ini.

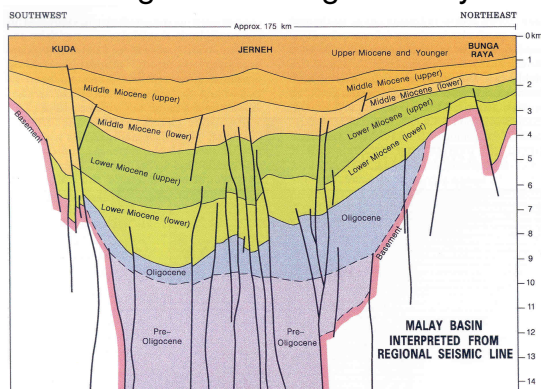


Fig. 7.17 Interpretation of a specially processed, regional seismic line across Kuda-Jerneh-Bunga Raya in the northern part of the Malay Basin reveals structures at depths exceeding 14 km. The vertical boundaries of the basin at depth resulted from rifting, the gentler pre-Tertiary basement surface at shallower depth indicates thermal subsidence. The vertical exaggeration is about 13 times. This NE-SW section is the line across Jerneh shown on Figure 7.11.

Kamal

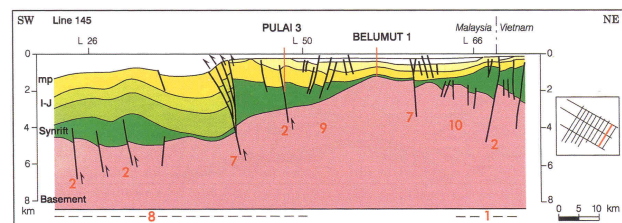
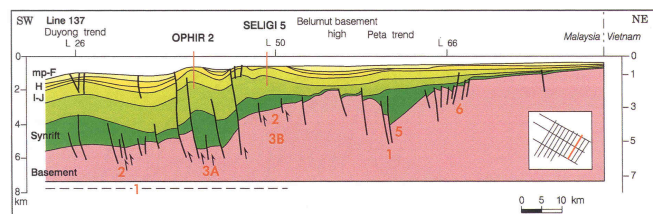


Fig. 7.18 Interpreted regional seismic sections across the Malay Basin showing structural inversion, reverse faulting, and possible flower structures. Compare with Figure 7.12 for the geological ages of alphabetically named intervals. Insets show the grid of regional seismic lines covering the Malaysian part of the Malay Basin; the regional lines in Figure 7.18 are in red.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Inversion | 6. Step faults in basement |
| 2. Reverse fault (in I-F units) | 7. Flower structure |
| 3A. Inversion; J-top down 2 km restored 1 km by inversion | 8. Inversion; basement up 0.4 km |
| 3B. Inversion; J-top up 0.8 km restored 0.3 km | 9. Normal fault, basement detached |
| 4. Half graben | 10. Broken basement |
| 5. Inversion; down 0.75 km restored 0.3 km | |

PEMBENTUKAN LEMBANGN MELAYU

Aktiviti yang berlaku pada masa awal Tertier ini dikaitkan dengan aktiviti tektonik fasa ekstensi akibat daripada pergerakan kepingan Eurasia, Australia dan India.

Semasa berlakunya amblesan (subsidence – pembentukan lembangan), sedimen yang terkumpul berkait rapat dengan sesar, dan berlaku secara tempatan seawal masa Oligosen Akhir, dan berterusan hinggalah pada masa Akhir Miosen.

Semasa Miosen Akhir, terutamanya di bahagian selatan, aktiviti pengangkatan secara global berlaku diikuti oleh lipatan dan sesar. Fasa tektonik aktif ini menyebabkan paras laut rendah, dan banyak hakisan berlaku, dan terbentuklah satu satah ketakselarasan di dalam lembangan ini.

Selepas itu, proses amblesan (subsidence) dan pengendapan sedimen berlaku semula, bersama-sama dengan pembentukan sesar, terutamanya di bahagian barat laut Lembangan Melayu.

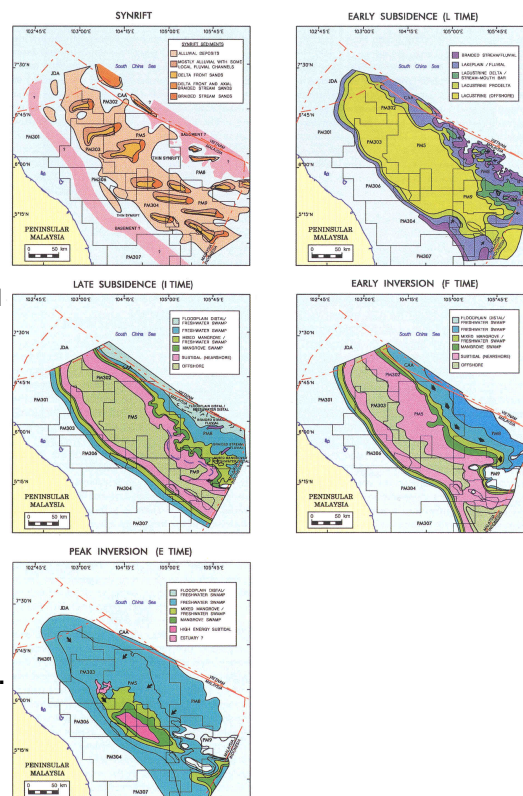


Fig. 8.9. Palaeogeographic reconstruction of depositional environments for the Malay Basin. Based on EPIC (1994).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

STRATIGRAFI LEMBANGAN MELAYU

Stratigrafi Lembangan Melayu dilakukan secara berasingan oleh syarikat yang menjalankan kerja caligali minyak di sini.

Kaedah kajian yang paling banyak dilakukan ialah dengan cara kajian seismik. Gelombang seismik akan terpantul dan dibalikkan apabila terkena sempadan lapisan.

Daripada kaedah seismik ini, litologi batuan yang ada di bawah permukaan bumi boleh diketahui.

Biasanya kaedah seismik akan diikuti oleh beberapa lubang gerudi untuk dibuat perbandingan dan pengesahan litologi, usia, sekitaran endapan dan sebagainya.

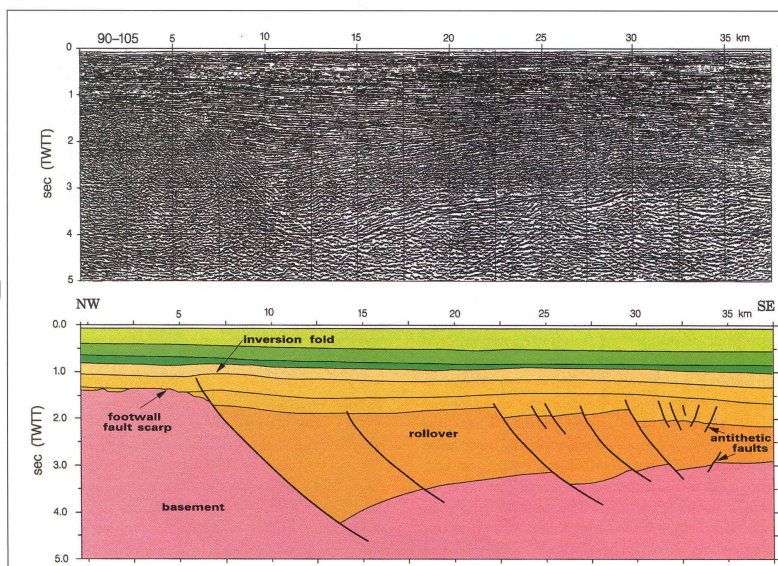


Fig. 5.8. Seismic section across a major half-graben normal fault in the Penyu Basin. Line drawing emphasises the major structural features such as the eroded footwall scarp, a slight fold in the postrift strata above the main bounding fault, and several antithetic faults some 30 km away from the bounding fault. Location in Fig. 5.6. From Mazlan Madon (1995).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

ESSO Production Malaysia Incorporated (EPMI)

ESSO Production Malaysia Incorporated (EPMI) adalah antara syarikat yang mendapat konsesi carigali hidrokarbon di Lembangan Melayu, dan mereka menggunakan kaedah seismografi dalam kajiannya.

Jadi mereka telah memperkenalkan seismostratigrafi untuk Lembangan Melayu. Seismostratigrafi ini dibantu oleh kajian palinologi, analisis jujukan sekitaran dan kajian foraminifera.

Jujukan sedimen yang ada di Lembangan Melayu di bahagikan kepada kumpulan yang dikenali dengan huruf A hingga P (kumpulan P hanya dijumpai di Lembangan Thai).

Sempadan antara kumpulan atau pengelasan ini ditandakan oleh "seismic markers" atau sempadan pantulan gelombang seismik., dan sempadan ini kemudiannya dikorelasi dengan data lubang gerudi.

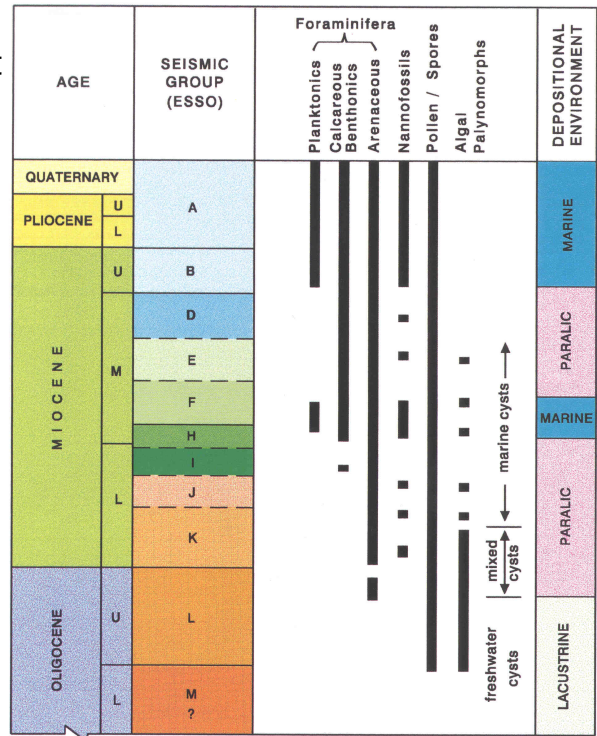


Fig. 6.5. Stratigraphic ranges of the main microfossil groups in the Tertiary succession of the Malay Basin (from Azmi Mohd Yakan et al., 1994).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

ESSO Production Malaysia Incorporated (EPMI)

Secara umumnya, terdapat tiga "cycle" yang boleh di kesan di Lembangan Melayu, sebagaimana yang terdapat di Lembangan Thai.

Sedimen tertua yang terdapat dalam cycle-I terdiri daripada lapisan merah dan di dalamnya ditafsirkan terdapat pasir channel (alur) sungai. Sedimen ini dipercayai berusia Oligosen.

Bahagian atas cycle ini mungkin terdapat hiatus sebelum terendapnya sedimen daripada cycle-II.

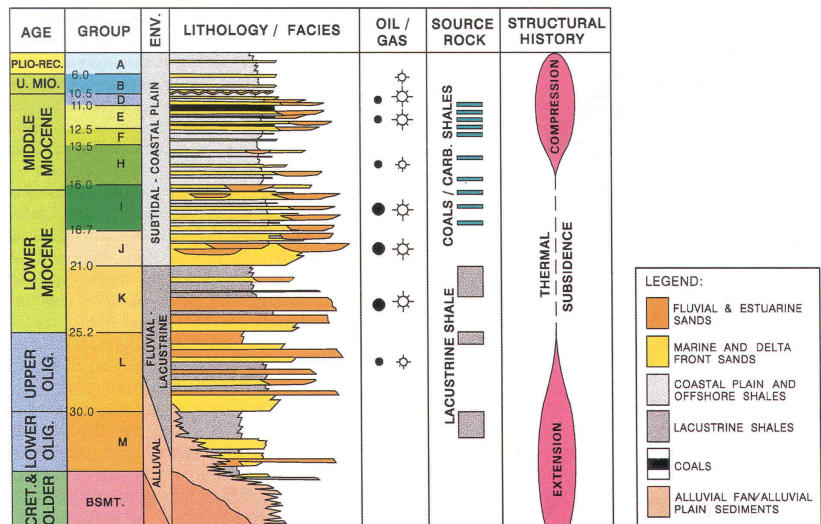


Fig. 8.8. Generalised stratigraphy, hydrocarbon occurrences, and structural history of the Malay Basin (EPIC, 1994).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

ESSO Production Malaysia Incorporated (EPMI)

Cycle-II yang berusia Miosen Tengah mula terbentuk dengan jujukan nipis syal yang berwarna perang (brown) dan batu pasir yang terbentuk atau terendap di sekitaran fluviomarin.

Ini diikuti oleh siri lapisan syal kelabu hingga hitam, batu pasir dan juga lapisan arang yang dipercayai mewakili pengendapan di sekitaran paya tepian pantai, delta dan dataran pasang surut.

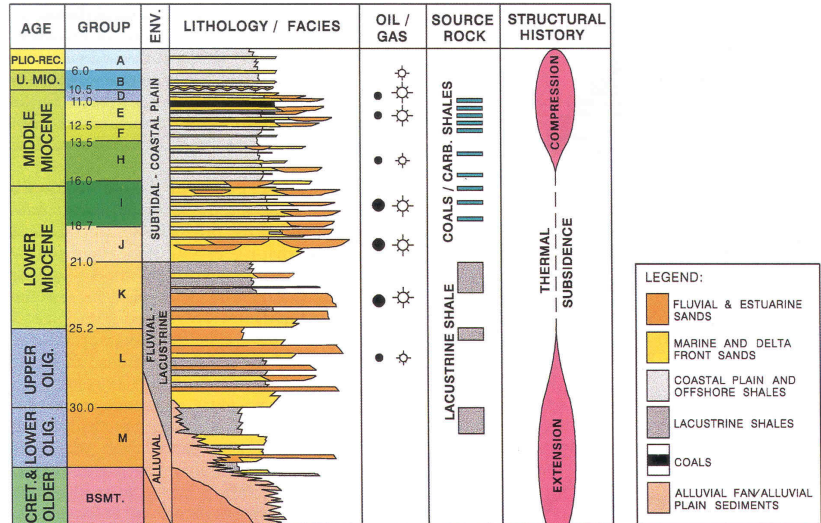


Fig. 8.8. Generalised stratigraphy, hydrocarbon occurrences, and structural history of the Malay Basin (EPIC, 1994).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

ESSO Production Malaysia Incorporated (EPMI)

Lapisan basal (dasar) cycle-III yang berusia Miosen Akhir terdiri daripada endapan "lag" yang kasar, iaitu lapisan batu pasir berpebel dan dengan asing buruk. Kebanyakan pebelnya terdiri daripada serpihan syal yang berbentuk bulat.

Lapisan batu pasir berpebel ini diikuti oleh lapisan batu pasir litoral yang berlapis dengan batu kapur yang mengandungi foraminifera.

Di atas lapisan basal ini terdapat selang lapis batu pasir dan batu lodak serta lumpur yang berlapis dengan lignit (arang).

Sekitaran pengendapannya dipercayai pantai paya bakau (costal mangrove swamp) yang saling bertukar atau berubah dengan laut cetek (shallow marine).

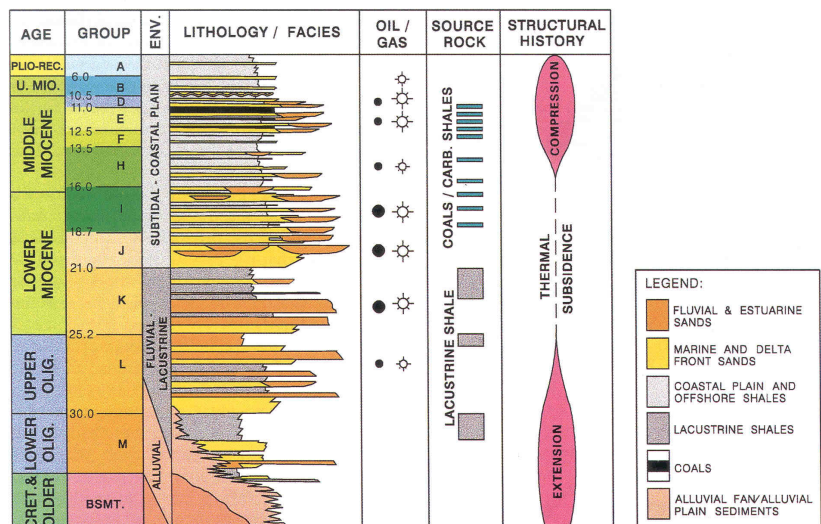


Fig. 8.8. Generalised stratigraphy, hydrocarbon occurrences, and structural history of the Malay Basin (EPIC, 1994).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

Continental Oil Company (CONOCO)

Conoco telah menggunakan skim litostratigrafi untuk memperkenalkan unit-unit formasi untuk sedimen di Lembangan Melayu.

Antara nama formasi yang ada adalah seperti Piong, Pasir/Arang Batu, Syal Terengganu, Tapis dan Sotong dan ada yang dibahagikan lagi kepada ahli bawah, tengah dan atas.

Formasi-formasi ini mempunyai sifat litologinya yang tertentu yang bermula dari Oligosen sehingga Kuartener.

AGE	SEISMIC GROUP (ESSO)	FORMATION (Armitage and Viotti 1977)	FORMATION (CONOCO)	TERTIARY UNIT (Md Nazri Ramli 1988)				
QUATERNARY								
PLIOCENE	U	PILONG	PILONG	VIII				
	L							
MIOCENE	U	B	SAND / COAL FORMATION	UPPER				
	M	D			BEKOK FORMATION	VII		
		E				VI		
		F				V		
		H				IVB		
	L	I			IVA			
		J			TAPIS FORMATION	III		
	OLIGOCENE	L			K	PULAI FORMATION	TERENGGANU SHALE	IIB
							TAPIS SANDSTONE	IIA(U)
		M			L	SELIGI FORMATION	SOTONG SHALE	IIA(L)
L		M ?	LEDANG FORMATION ?	SOTONG SANDSTONE ?	I			

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

Fig. 6.4. Stratigraphic nomenclature for the Malay Basin: comparison between Ezzo's basin-wide seismic groups with local nomenclatures used by Conoco and PETRONAS Carigali in the southern part of the basin (cf. Md Nazri Ramli, 1988).

Armitage

Armitage juga telah menggunakan skim litostratigrafi untuk memperkenalkan unit-unit formasi untuk sedimen di Lembangan Melayu.

Antara nama formasi yang ada adalah seperti Piong, Formasi Bekok, Tapis, Pulau, Seligi dan Ledang.

AGE	SEISMIC GROUP (ESSO)	FORMATION (Armitage and Viotti 1977)	FORMATION (CONOCO)	TERTIARY UNIT (Md Nazri Ramli 1988)				
QUATERNARY								
PLIOCENE	U	PILONG	PILONG	VIII				
	L							
MIOCENE	U	B	SAND / COAL FORMATION	UPPER				
	M	D			BEKOK FORMATION	VII		
		E				VI		
		F				V		
		H				IVB		
	L	I			IVA			
		J			TAPIS FORMATION	III		
	OLIGOCENE	L			K	PULAI FORMATION	TERENGGANU SHALE	IIB
							TAPIS SANDSTONE	IIA(U)
		M			L	SELIGI FORMATION	SOTONG SHALE	IIA(L)
L		M ?	LEDANG FORMATION ?	SOTONG SANDSTONE ?	I			

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

Fig. 6.4. Stratigraphic nomenclature for the Malay Basin: comparison between Ezzo's basin-wide seismic groups with local nomenclatures used by Conoco and PETRONAS Carigali in the southern part of the basin (cf. Md Nazri Ramli, 1988).

PETRONAS Carigali

Kajian oleh Carigali dilakukan di dalam dua fasa iaitu fasa yang pertama ialah dengan melakukan pengezonan biostratigrafi.

Fasa kedua ialah penanda stratigrafi iaitu dengan mengambil data log telaga dan data seismos.

Gabungan kedua-dua fasa ini diinterpretasikan di dalam satu skim stratigrafi seperti di dalamajah.

AGE	SEISMIC GROUP (ESSO)	FORMATION (Armitage and Viotti 1977)	FORMATION (CONOCO)	TERTIARY UNIT (Md Nazri Ramli 1988)			
QUATERNARY							
PLIOCENE	U	PILONG	PILONG	VIII			
	L						
MIOCENE	U	B	SAND / COAL FORMATION	UPPER			
	M	D			BEKOK FORMATION	VII	
		E				VI	
		F				V	
		H				IVB	
	L	I			TAPIS FORMATION	IVA	
		J				III	
	OLIGOCENE	L			K	PULAI FORMATION	TERENGGANU SHALE
					L		
		M			L	SELIGI FORMATION	SOTONG SHALE
M ?			SOTONG SANDSTONE ?	I			

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

Fig. 6.4. Stratigraphic nomenclature for the Malay Basin: comparison between Esso's basin-wide seismic groups with local nomenclatures used by Conoco and PETRONAS Carigali in the southern part of the basin (cf. Md Nazri Ramli, 1988).

STRATIGRAFI LEMBANGAN PENYU

Lembangan Penyau terletak di luar pantai Pahang.

Dipisahkan dengan Lembangan Melayu oleh kawasan tinggi 'Tenggol Arch'.

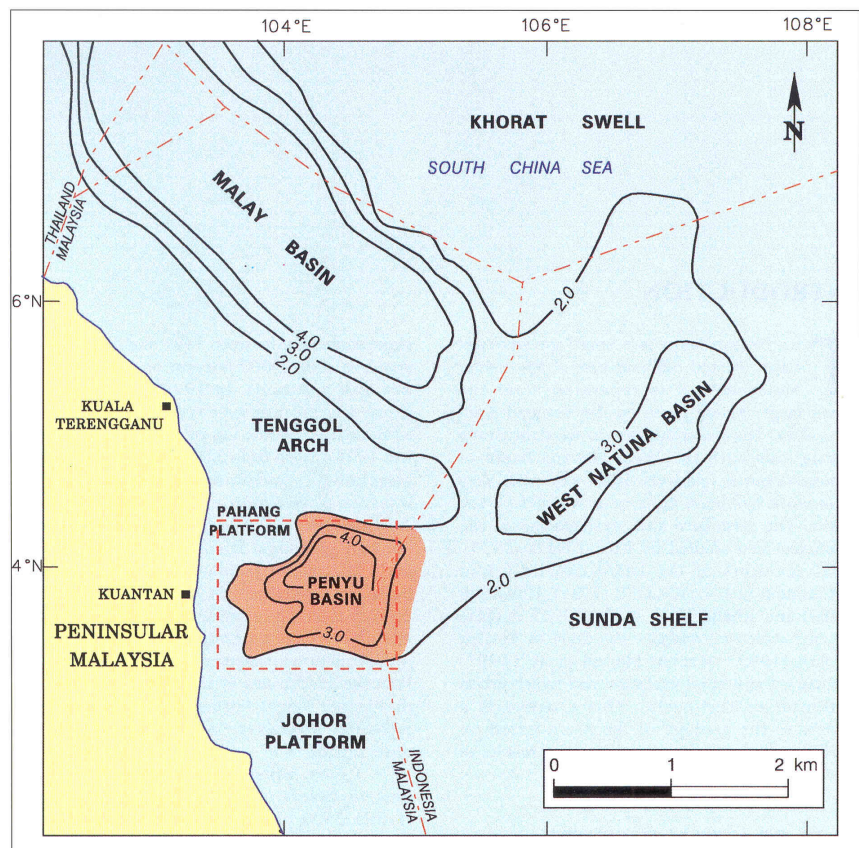


Fig. 9.1. Location of the Penyu Basin offshore east of Peninsular Malaysia. Contours represent pre-Tertiary basement depth in seconds two-way travel time. Modified from ASCOPE (1981).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

STRATIGRAFI LEMBANGAN PENYU

Lembangan Penyu (Oligosen – Resen) dicirikan oleh sesar-sesar normal dan graben yang berarah hampir timur dan timurlaut yang bersambung ke Lembangan Natuna Barat.

Graben serta haft-graben yang di sempadani oleh sesar-sesar ENE dan NW. Kebanyakan sesar ENE adalah sesar normal manakala sesar NW pula mengalami anjakan mendatar (strike-slip).

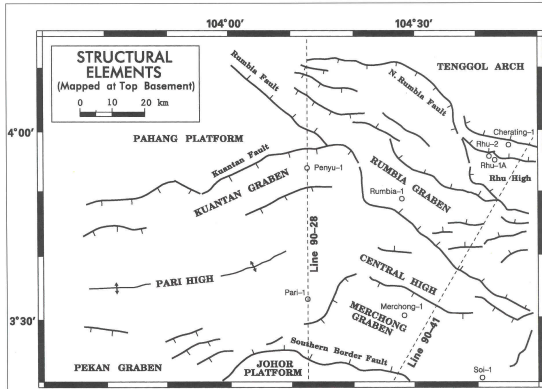


Fig. 9.2. Structural elements (faults and grabens) in the Penyu Basin identified from seismic data (after Mazlan Maden, 1993). Bold lines with bars represent major faults; bars indicate the downthrown side. Shown are the location of wells and the two seismic profiles in Fig. 9.5 (Lines 90-28 and 90-41).

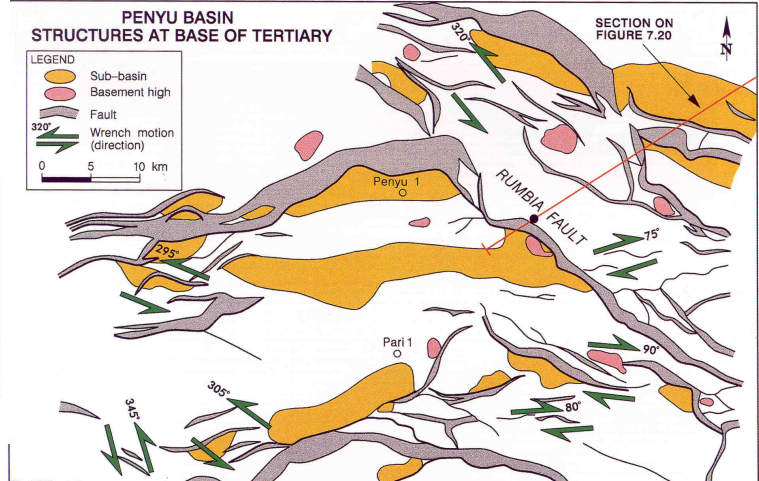


Fig. 7.19 Plan-view of the structures in the pre-Tertiary basement of the Penyu Basin. The sub-basins trend E-W in the western part, but are orientated WNW-ESE to the east of the Rumbia fault. Note the en echelon sigmoidal faults indicating sense of fault motion.

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

STRATIGRAFI LEMBANGAN PENYU

Semasa berlakunya pergerakan sehingga terbentuknya lembangan graben/haft-graben ini, sedimen akan mengisi lembangan yang sedang terbentuk (pergerakan juga terus berlaku- synrift) dan sedimen ini akan menebal di bahagian berdekatan dengan satah sesar.

Antiklin juga terbentuk akibat daripada pergerakan yang berlaku.

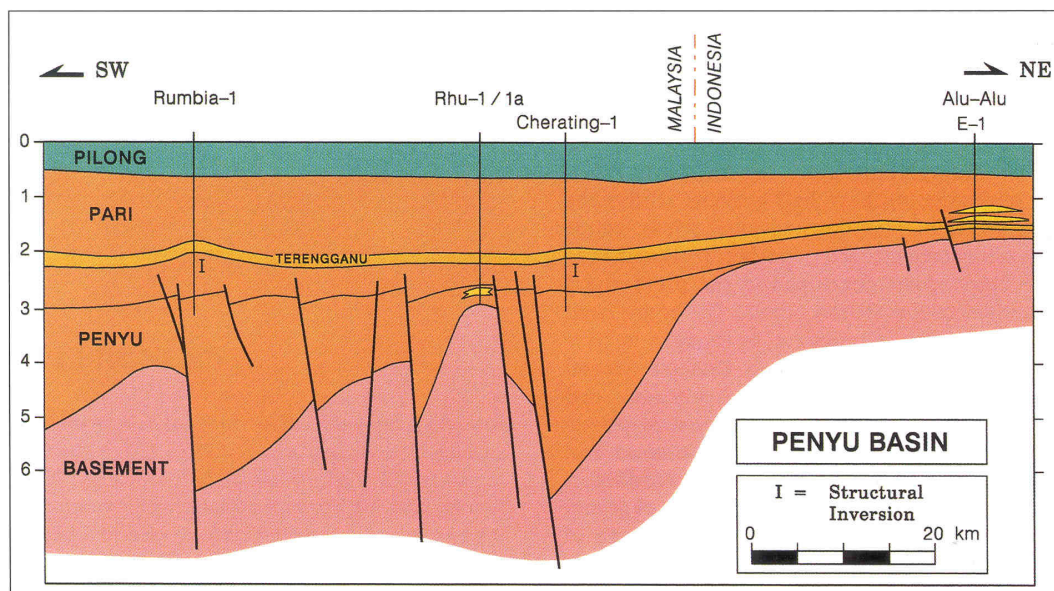


Fig. 7.20 A structural section across the Penyu Basin. Approximate section line is on Figure 7.19. Compare the lower degree of inversion with that in the Malay Basin (Figure 7.18).

Kamal Roslan Mohamed – GEOLOGI UKM

STRATIGRAFI LEMBANGAN PENYU

Stratigrafi Lembangan PenyU pada peringkat awalnya dibuat berdasarkan kepada kajian seismik, dan terdapat 3 unit stratigrafi utama ditafsirkan (Khalid Ngah, 1975);

- Diatas batuan dasar pre-Terteir ialah sedimen daratan berusia Oligosen – Miosen Bawah.
- Unit tengah terdiri daripada sedimen Miosen Tengah-Atas yang terdiri daripada batu pasir pesisir, lumpur dan lignite.
- Unit atas terdiri daripada sedimen lautan berusia Pliosen hingga Kuaternaer.

Texaco (1992) telah memperkenalkan nama-nama unit stratigrafi yang formal.

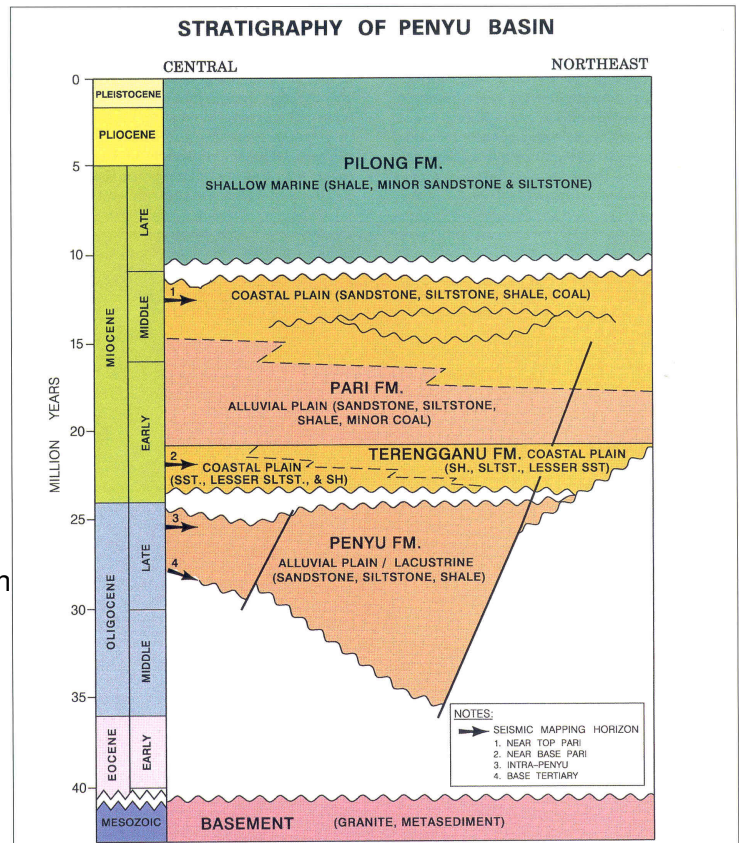


Fig. 7.13 Stratigraphy of the PenyU Basin after Texaco (1992a, 1992b).

STRATIGRAFI LEMBANGAN PENYU

Pada peringkat awal pembentukan Lembangan PenyU, sedimen diendapkan dalam graben/haft-graben yang sedang terbentuk (syn-rift) dan dikenali dengan nama Formasi PenyU.

Formasi PenyU ini terdiri daripada selang lapis batu pasir, lodak dan syal yang terendap di sekitaran daratan (dataran alluvial, lakustrin dan paya).

Satah ketakselarasan yang terbentuk secara global pada masa Oligosen Akhir menggambarkan berakhirnya fasa syn-fift.

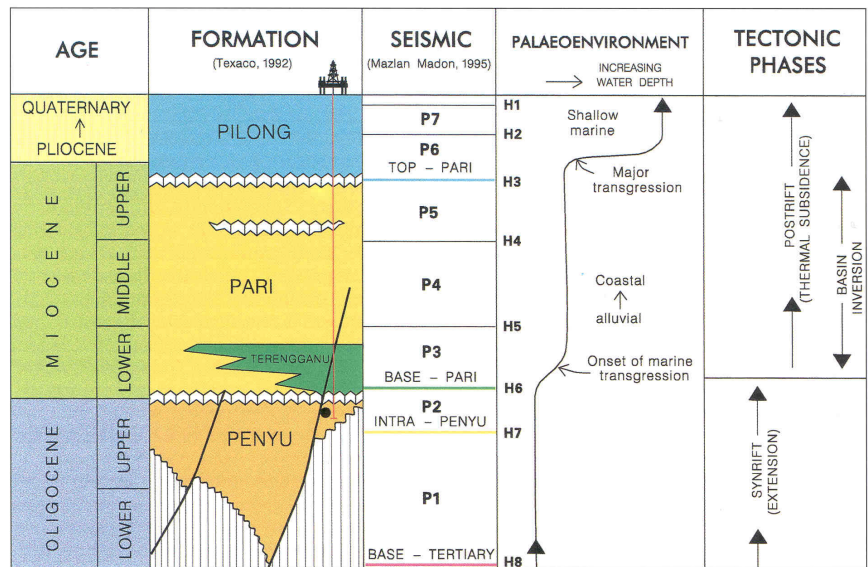


Fig. 9.3. Stratigraphic subdivision of the PenyU Basin. The succession consists of synrift (Oligocene) and postrift (Miocene and younger) sequences. Formation names follow Texaco's (1992) nomenclature. Seismic units, P1 to P7, are based on Mazlan Madon (1995), identified by markers H1 to H8.

STRATIGRAFI LEMBANGAN PENYU

Formasi Penyru ditindih secara tidak selaras oleh syal berusia Miosen Awal dan syal ini dikenali dengan nama **Formasi Terengganu** yang setara dengan K-syal di bahagian selatan Lembangan Malayu.

Formasi Pari menindih Formasi Terengganu secara selaras, dan formasi ini terdiri daripada sedimen tepian lautan berusia Miosen Tengah-Akhir yang terendap selepas pembentukan lembangan haft-graben (post-rift).

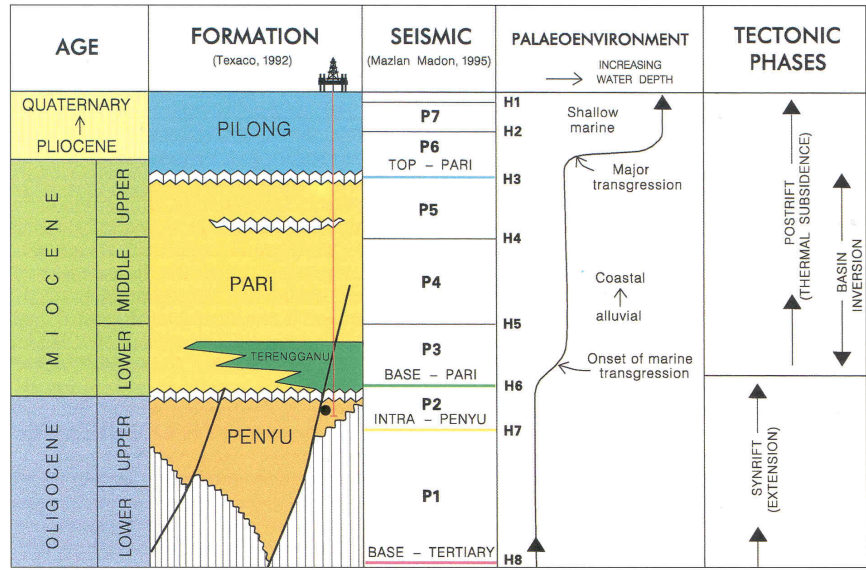


Fig. 9.3. Stratigraphic subdivision of the Penyru Basin. The succession consists of synrift (Oligocene) and postrift (Miocene and younger) sequences. Formation names follow Texaco's (1992) nomenclature. Seismic units, P1 to P7, are based on Mazlan Madon (1995), identified by markers H1 to H8.

STRATIGRAFI LEMBANGAN PENYU

Unit paling muda yang terdapat dalam Lembangan Penyru ialah **Formasi Pilong** yang berusia Miosen Atas hingga Kuaterner, dan terdiri daripada syal yang dominan.

Formasi Pari dan Formasi Pilong dipisahkan oleh satah ketakselarasan.

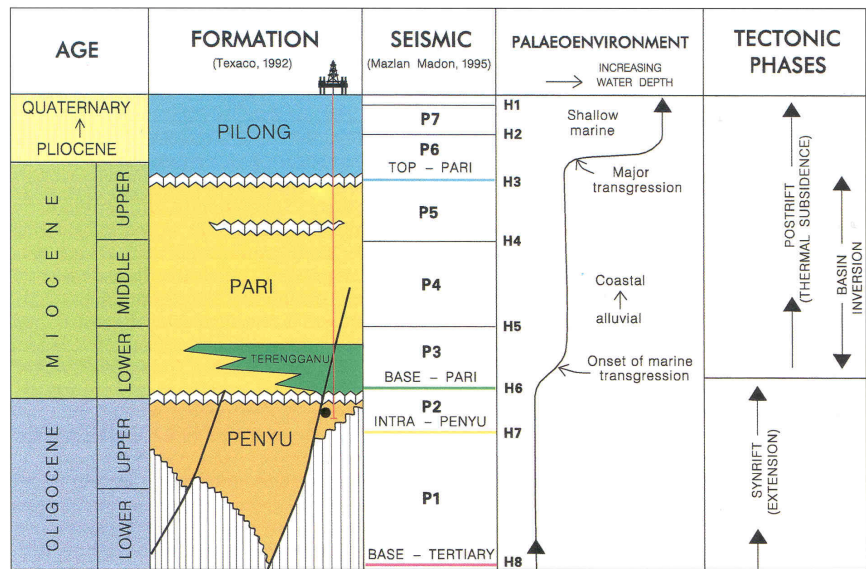


Fig. 9.3. Stratigraphic subdivision of the Penyru Basin. The succession consists of synrift (Oligocene) and postrift (Miocene and younger) sequences. Formation names follow Texaco's (1992) nomenclature. Seismic units, P1 to P7, are based on Mazlan Madon (1995), identified by markers H1 to H8.

KORELASI LEMBANGAN MELAYU & LEMBANGAN PENYU

AGE (approximate)	MALAY BASIN					PENYU BASIN	WEST NATUNA BASIN	
	EPMI	EPIC	PULAI No. 1	CONOCO	PETRONAS CARIGALI			
RECENT- PLIOCENE	A	A and B	PILONG	PILONG	VIII	PILONG	MUDA	
	B				VII			
	D				VI			
MIOCENE	E				Non-deposition			
	F							
	H							
	I		BEKOK	UPPER SAND - COAL		V	PARI	ARANG
	J		TAPIS	LOWER SAND - COAL		IV		BARAT
	K		PULAI	TERENGGANU SHALE		IIB	TERENGGANU	UDANG
OLIGOCENE	L		SELIGI	TAPIS	IIA	PENYU	GABUS	
	M		LEDANG	SOTONG	I		BELUT	
	N		TELUK BUTUN					

Fig. 7.12 Correlation of the Tertiary stratigraphy in the Malay, Penyu and West Natuna basins (see Khalid Ngah et al. 1996).

Sekian...