



## Geologi struktur di Lembah Lupar, Sarawak

FREDDY AK HEWARD CHINTA

Jabatan Penyiasatan Kajibumi Malaysia  
Peti Surat 560, 93712 Kuching  
Sarawak

**Abstrak:** Beberapa aspek struktur yang penting di Lembah Lupar adalah menarik dan mempunyai pertentangan pendapat dengan kajian terkini. Keasalan dan jenis struktur yang ketara di Lembah Lupar seperti Garis Lupar adalah masih dipertikaikan oleh banyak pengkaji. Kertas ini akan menerangkan beberapa tafsiran di mana faktor-faktor tektonik dan graviti boleh digunakan bagi menerangkan struktur yang unik di kawasan ini. Hasil daripada kajian geologi struktur secara rantau dan tempatan di Lembah Lupar, terdapat sekurang-kurangnya 3 episod deformasi yang utama bertindak di sini. Deformasi terawal menyebabkan batuan sedimen di dalam Ahli Layar mengalami metamorfisme rantau dan terangkat. Daya mampatan utama ini berarah Utara-Timurlaut hingga Selatan-Baratdaya yang ditafsirkan berlaku semasa Kapur Lewat dan berterusan dari Paleosen hingga Eosen Bawah. Sejarah deformasi kedua adalah bertanggungjawab ke atas pembentukan lipatan yang tertunjam di mana arah daya bertindak sekitar Timurlaut-Baratdaya. Deformasi terakhir yang mana menyebabkan Ahli Basal Sandstone tersungkup ke arah timurlaut dan yang menyebabkan lapisan sedimen di kawasan kajian terbalik. Ianya ditafsirkan berlaku semasa Miosen Awal. Secara am, struktur yang kompleks bertambah semakin ke utara kawasan kajian. Sungguhpun terdapat interpretasi yang telah digunakan bagi menerangkan struktur di kawasan ini, sekurang-kurangnya kertas ini memberikan suatu idea mengenai struktur yang unik di sini.

### PENGENALAN

Struktur geologi di Lembah Lupar adalah kompleks di mana ia telah dipengaruhi oleh proses tektonik. Kehadiran batuan metamorf gred rendah, blok-blok batuan di dalam matriks syal atau lumpur dan juga kehadiran sesar Lupar mencadangkan kawasan kajian telah terganggu dengan kuat. Kawasan Lembah Lupar yang mempunyai struktur yang sukar ini memerlukan suatu penyelesaian yang unik. Suatu persoalan yang timbul sejak dahulu lagi adalah "Apakah jenis sesar yang membentuk sesar Lupar". Kajian terkini menimbulkan beberapa persoalan lain seperti:

- i. Bilakah terbentuknya sesar Lupar itu?
- ii. Kenapa formasi yang lebih jauh daripada zon subduksi mengalami metamorfisma lebih kuat daripada formasi yang lebih dekat dari zon sesar?
- iii. Kenapa struktur yang lebih kompleks bertambah ke utara kawasan kajian (dari garis Lupar)?
- iv. Mengapa jurus perlapisan di antara blok-blok batuan dan lapisan nipis batu pasir dengan syal tersusun pada satu jaluran yang sama?

Soalan-soalan ini boleh dijawab dengan mewujudkan interpretasi bahawa kejadian struktur di Lembah Lupar ini terbentuk oleh banyak punca seperti tektonik dan deformasi sedimen lembut.

Konsep struktur yang digunakan di kawasan ini mula berkembang dalam tahun 1979 iaitu hasil daripada kajian oleh Denis Tan. Beliau menggubah geologi di Lembah Lupar daripada konsep geosinklin kepada konsep tektonik keping. Konsep yang dinyatakan oleh Tan (1979) ini banyak digunakan oleh pengkaji-pengkaji terkini untuk menerangkan geologi Sarawak dan Borneo secara amnya.

Kertas ini akan menerangkan model dan mencadangkan bahawa tektonik dan daya isostatik, juga graviti akibat tektonik memainkan peranan di dalam keseluruhan evolusi di Lembah Lupar (Freddy, 1995).

### KEDUDUKAN TEKTONIK

Asia Tenggara dicirikan oleh 2 plat kontinen litosfera utama yang berusia Mesozoik, iaitu Sundaland yang mewakili ekstensi plat Eurasia ke bahagian tenggara dan ekstensi pelantar Australia ke bahagian selatan dan timur lautan Indonesia (Tongkul, 1991).

Rantau ini juga merupakan suatu kawasan yang kompleks bagi aktiviti tektonik keping yang resen di dunia, kerana ia terletak di bawah kawalan plat-plat seperti Eurasia, Indo-Australia, Philippine dan plat Pasifik. Secara amnya, pulau Borneo telah mengalami pergerakan, perlanggaran dan

pemusingan dari Kapur hinggalah ke Tertiar.

Tren Baratlaut Borneo yang terdiri daripada ekresi Rajang di Sarawak berusia Kapur Lewat hingga Eosen Awal dan Prisma Akresi Crocker di Sabah yang berusia Paleosen hingga Awal Miosen Tengah, menandakan suatu terain imbrikasi daripada subduksi Baratdaya dan Tenggara Plat Laut Cina Selatan ke bawah pentas Sunda dan kerak akresi Borneo (Tan dan Lamy, 1990).

Zon subduksi ini bergerak ke arah utara (yang ditandai oleh Garis Lumar semasa Kapur Lewat hingga Paleosen, Garis Mersing semasa Eosen Awal, Tren Baratlaut Sabah semasa Eosen Lewat) dan menjadi tidak aktif semasa Miosen Lewat atau awal Pliosen (Tan dan Lamy, 1990). Zon subduksi ini berkaitan dengan episod pengangkatan dan pemuaiian lantai lautan dalam lembangan Laut Cina Selatan yang berusia dari Kapur Lewat hingga Miosen Lewat.

Geologi Lembah Lumar adalah penting bagi Sarawak kerana ia terletak di antara dua rantau yang berlainan iaitu bahagian kontinen ke bahagian selatan dan kerak lautan ke bahagian utara.

## KEDUDUKAN STRATIGRAFI

Pengendapan sedimen di Lembah Lumar telah berlaku di dalam tiga fasa yang berlainan. Formasi di sini dinamakan sebagai Ahli Lumar (Formasi Belaga), Formasi Lumar di bahagian tengah, Formasi Engkilili (dinamakan semula oleh penulis) berdekatan pekan Engkilili dan yang terletak paling ke selatan iaitu Ahli Basal Sandstone (Formasi Silantek).

Fasa pertama berlaku di utara kawasan kajian iaitu semasa Kapur Awal. Pada masa ini, pengenapan secara amnya telah membentuk lapisan sedimen yang tebal dan diendapkan pada sekitaran dataran lembangan hingga laut dalam. Sedimen itu sekarang dinamakan sebagai Ahli Lumar (Formasi Belaga) yang terdiri daripada jujukan syal tebal dan berpasir juga telah mengalami ricihan dan tericik dengan kuat. Sedimen ini ditafsirkan datang dari besmen.

Pengendapan sedimen kali kedua yang berlaku di tengah kawasan kajian menghasilkan jujukan sedimen Formasi Lumar dan Formasi Engkilili di mana ditafsirkan berlaku semasa Paleosen hingga Eosen Lewat. Jumlah sedimen yang banyak diendapkan pada masa ini menunjukkan berlaku pengangkatan dan hakisan di kawasan punca iaitu ditafsirkan dari Ahli Lumar.

Formasi Lumar yang terdiri daripada perlapisan antara batu pasir, batu lumpur dan syal juga terdiri daripada unit gelongsoran, telah diendapkan pada sekitaran cerun hingga levee. Formasi Engkilili terdiri daripada syal tebal dan unit terkacau telah

diendapkan pada sekitaran cerun hingga laut dalam.

Fasa yang ketiga berlaku pada bahagian paling selatan Lembah Lumar iaitu pada tepian besmen. Sedimen yang diendapkan membentuk Ahli Basal Sandstone di mana diendapkan pada sekitaran laut cetek, iaitu pada tepian benua. Arus kuno menunjukkan sedimen ini datang daripada baratlaut hingga utara kawasan kajian.

## STRUKTUR

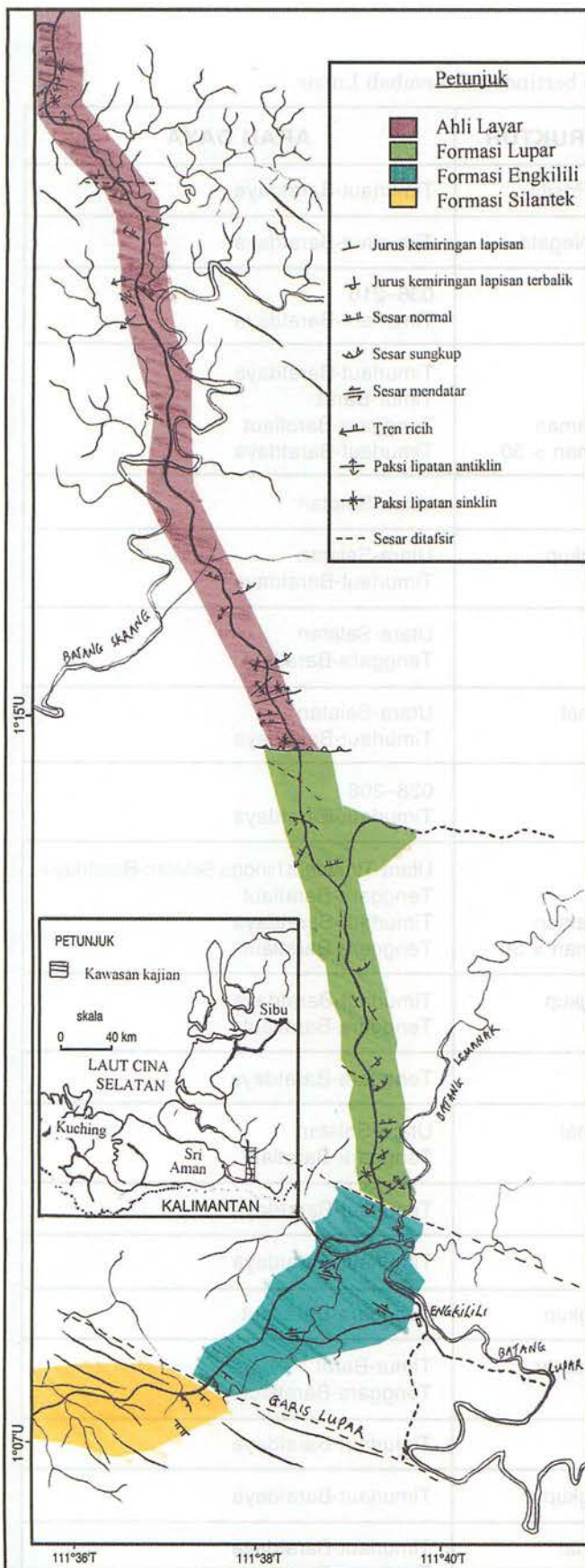
Unit-unit sedimen di Lembah Lumar adalah mengikuti lineamen utama yang bertren Tenggara-Baratlaut (Rajah 1). Secara am, Lembah Lumar boleh dibezakan kepada dua zon struktur yang berbeza berdasarkan kepada usia secara relatif di antara bahagian timurlaut Garis Lumar dan bahagian baratlaut Garis Lumar. Bahagian timurlaut Garis Lumar yang secara relatifnya lebih tua daripada zon baratlaut Garis Lumar, mempunyai struktur yang lebih kompleks iaitu telah termetamorf, tericik, terlipat, tersesar dan mempunyai lapisan yang terbalik. Sementara zon yang lebih muda pula kurang mengalami deformasi. Hasil daripada analisis struktur secara rantau dan tempatan, suatu tafsiran mengenai struktur geologi di Lembah Lumar akan diketengahkan. Ringkasan daya-daya yang bertindak ini ditunjukkan oleh Jadual 1.

Lembah Lumar telah dipengaruhi oleh daya tegasan utama hampir pada semua arah iaitu dari Timurlaut-Baratdaya, Utara-Selatan, Tenggara-Baratlaut, Timur-Barat, Utara-Timurlaut hingga Selatan-Baratdaya.

Bahagian paling selatan kawasan kajian telah dipengaruhi oleh satu episod daya tegasan utama dari arah Timurlaut-Baratdaya. Daya tegasan dari arah Baratdaya adalah lebih dominan memandangkan kebanyakan satah-satah sesar sungkup dan lapisan miring ke arah Baratdaya, manakala lapisan tersungkup ke arah Timurlaut.

Sedimen yang tertetak di tengah Lembah Lumar telah ditindak oleh daya berarah Timurlaut-Baratdaya dan sedikit Tenggara-Baratlaut dan juga Timur-Barat. Daya yang bertindak pada Formasi Lumar adalah pada semua arah. Walau bagaimanapun, daya yang lebih dominan adalah dari Timurlaut-Baratdaya, Utara-Timurlaut hingga Selatan-Baratdaya dan juga Tenggara-Baratlaut. Formasi Engkilili telah dipengaruhi oleh daya berarah Timurlaut-Baratdaya dan sedikit Tenggara-Baratlaut dan juga Timur-Barat.

Ahli Lumar yang tertetak paling utara kawasan kajian telah mengalami arah daya mampatan utama sekitar Timurlaut-Baratdaya, Utara-Selatan dan Tenggara-Baratlaut. Daya yang paling dominan



Rajah 1. Peta menunjukkan geologi struktur di Lembah Lupar.

adalah yang telah menyebabkan batuan sedimen termetamorf menghasilkan sabak dan terich.

## SEJARAH DEFORMASI

Sejarah deformasi yang berlaku di Lembah Lupar boleh diterangkan mengikut hipotesis berikut (Rajah 2). Pengangkatan pada bahagian kontinen menyediakan bahan sedimen klastik yang banyak dan menyebabkan progradasi ke bahagian utara Lembah Lupar.

Pada masa Kapur Lewat, perkara besar berlaku di dalam lembangan di Lembah Lupar ini. Ahli Layar di Lembah Lupar telah mengalami sekurang-kurangnya tiga deformasi utama. Daya mampatan pertama telah menyebabkan Ahli Layar terangkat. Sedimen mengalami lipatan dan ira seterusnya menyebabkan formasi ini mengalami metamorf gred rendah. Arah daya ini adalah dari Baratlaut hingga Timurlaut dan Tenggara hingga Baratdaya. Daya ini ditunjukkan oleh paksi lipatan yang berarah Timur-Barat, Timurlaut-Baratdaya dan Tenggara-Baratlaut, manakala arah ricih adalah dalam sektor  $050^{\circ}$ – $080^{\circ}$  dan  $230^{\circ}$ – $260^{\circ}$ . Daya dari arah Timurlaut lebih dominan kerana sungkupan menghala ke arah selatan. Deformasi yang pertama ini mungkin berlaku sebelum Formasi Lupar diendapkan kerana Formasi Lupar tidak termetamorf seperti Ahli Layar. Deformasi yang menyebabkan batuan termetamorf ini ditafsirkan berlaku paling awal di kawasan kajian.

Hasil daripada deformasi yang kedua, lipatan pada Ahli Layar telah menunjam. Daya ini ditafsirkan berarah Timurlaut-Baratdaya yang mana mempunyai arah daya yang sama dengan deformasi yang pertama. Deformasi yang seterusnya menyebabkan lapisan sedimen Ahli Layar terbalik.

Pengangkatan di bahagian utara Lembah Lupar pada masa itu telah mencapai ketinggian tertentu dan terbentuknya cerun yang miring ke arah selatan. Ini menyebabkan proses graviti berlaku untuk menstabilkan bahagian selatan Lembah Lupar. Tekanan yang kuat dan syal yang mempunyai porositi rendah dan ketelapan yang tinggi di lembangan ini, menyediakan suatu zon "detachment" yang baik untuk proses gelongsoran dan runtuh yang besar berlaku. Semasa gelongsoran yang besar bergerak ke arah baratdaya Lembah Lupar, ia melibatkan pertambahan rintangan graviti seolah-olah ia ditolak mendaki bukit. Syal yang mudah bergerak dan dapat menakung sejumlah air yang banyak ini, akan bergerak ke atas dan menembusi sedimen yang secara relatifnya lebih muda dan tidak termampat. Memandangkan runtuh atau gelongsoran bergerak dari timurlaut ke bahagian baratdaya, struktur di Lembah Lupar secara amnya berkurang

Jadual 1. Ringkasan daya-daya bertindak di Lembah Lupar.

STRUKTUR			JENIS STRUKTUR	ARAH DAYA
Struktur Rantau			Lineamen Positif	Timurlaut-Baratdaya
			Lineamen Negatif	Timurlaut-Baratdaya
Struktur Tempatan	Zon Timurlaut Sesar Lupar	Ahli Layar	Perlappingan	036-216 Timurlaut-Baratdaya
			Lipatan Paksi Tunjaman Nilai tunjaman > 30	Timurlaut-Baratdaya Timur-Barat Tenggara-Baratlaut Timurlaut-Baratdaya
			Ira	Utara-Selatan
			Sesar sungkup	Utara-Selatan Timurlaut-Baratdaya
			Ricih	Utara-Selatan Tenggara-Baratlaut
			Sesar normal	Utara-Selatan Timurlaut-Baratdaya
		Formasi Lupar	Perlappingan	028-208 Timurlaut-Baratdaya
			Lipatan Paksi Tunjaman Nilai tunjaman > 30	Utara-Timurlaut hingga Selatan-Baratdaya Tenggara-Baratlaut Timurlaut-Baratdaya Tenggara-Baratlaut
			Sesar sungkup	Timurlaut-Baratdaya Tenggara-Baratlaut
			Ricih	Tenggara-Baratdaya
			Sesar normal	Utara-Selatan Tenggara-Baratlaut
		Formasi Engkilili	Perlappingan	Timurlaut-Baratdaya
	Lipatan		Timurlaut-Baratdaya	
	Sesar sungkup		Tenggara-Baratlaut	
	Sesar mendatar		Timur-Barat Tenggara-Baratlaut	
	Zon Baratdaya Sesar Lupar	Ahli Basal Sandstone	Perlappingan	Timurlaut-Baratdaya
			Sesar sungkup	Timurlaut-Baratdaya
			Sesar normal	Timurlaut-Baratdaya Tenggara-Baratlaut

dari segi keamatan dan kekompleksan searah dengan arah runtuhan.

Formasi Lupar telah mengalami daya mampatan utama berarah Utara-Timurlaut hingga Selatan-Baratdaya dan juga Tenggara-Baratlaut. Daya mampatan yang kedua pula menyebabkan terbentuknya paksi lipatan yang mempunyai nilai tunjaman melebihi 30°. Arah paksi lipatan ini adalah sekitar Timurlaut-Baratdaya dan Tenggara-Baratlaut.

Formasi Engkilili atau yang dipetakan oleh Tan (1979), sebagai Melanj Lubok Antu, telah dipengaruhi oleh daya mampatan utama sekitar Timurlaut-Baratdaya, Timur-Barat dan Tenggara-Baratlaut yang mana telah menghasilkan sesar-sesar mendatar dan sesar sungkup.

Deformasi terakhir bertindak di kawasan kajian adalah selepas Formasi Silantek dikenakan. Daya mampatan utama yang dapat dicerap berarah Timurlaut-Baratdaya.

## **RINGKASAN PERKEMBANGAN TEKTONIK DI LEMBAH LUPAR**

Sekurang-kurangnya terdapat tiga episod deformasi utama yang berlaku di sini. Deformasi terawal menyebabkan sedimen di dalam Ahli Layan mengalami pengangkatan dan termetamorf. Daya mampatan utama berarah Utara-Timurlaut hingga Selatan-Baratdaya dan ditafsirkan berlaku semasa Kapur Lewat. Lanjutan daya ini dari Paleosen hingga Eosen Lewat, bertanggungjawab ke atas gelongsoran yang berlaku di bahagian selatan Lembah Lupar. Pada masa ini juga adalah pengendapan bagi Formasi Lupar dan Formasi Engkilili. Daya ini ditafsirkan hasil daripada pengangkatan yang berlanjutan dari Kapur Lewat dan pemuaiian lantai lautan dari Paleosen hingga Eosen Lewat, hasil daripada subduksi kerak lautan Laut Cina Selatan ke bawah Pentas Sunda (Tan, 1985).

Sejarah deformasi kedua bertanggungjawab ke atas pembentukan lipatan yang tertunjam. Daripada paksi lipatan yang mempunyai sudut tunjaman ini, arah daya bertindak adalah sekitar Tenggara-Baratlaut tetapi berdasarkan kepada struktur rantau, tidak ada daya yang bertindak pada arah ini di Sarawak. Daya ini ditafsirkan hasil daripada daya deformasi yang berarah Timurlaut-Baratdaya. Daya ini dapat dirasai dalam Ahli Layan, Formasi Lupar dan Formasi Engkilili serta dipercayai menyebabkan sesar mendatar di Lembah Lupar. Usia bagi deformasi ini ditafsirkan Awal Eosen Lewat iaitu sebelum Formasi Silantek diendapkan.

Deformasi terakhir yang bertindak di Lembah Lupar berarah Timurlaut-Baratdaya yang mana menyebabkan Ahli Basal Sandstone tersungkup ke

arah Timurlaut. Mungkin daya ini yang menyebabkan terbentuknya sesar Lupar. Daya terakhir ini juga mempengaruhi formasi yang lebih tua di mana menyebabkan lapisan terbalik. Deformasi terakhir ini dianggarkan berlaku semasa Miosen Awal iaitu selepas Formasi Silantek dikenakan. Ia mungkin berkaitan dengan daya mampatan, berdasarkan kepada blok kerak benua yang terangkat dari selatan Cina menuju ke besmen di bahagian timur dan selatan Borneo.

Memandangkan daya yang begitu kuat telah bertindak ke atas Lembah Lupar dan kurangnya sesar bersaiz major di lapangan, ini menunjukkan sewaktu berlaku perlipatan, sedimen adalah masih dalam keadaan mulur. Daya tegasan Timurlaut-Baratdaya yang berterusan ini menyebabkan pemusingan atau pembengkukan banjaran, lipatan dan berlakunya sesar mendatar. Selepas tindakan daya tegasan utama ini, kemudian diikuti oleh fasa pelepasan. Kesan daya ini mewujudkan daya berarah Tenggara-Timurlaut.

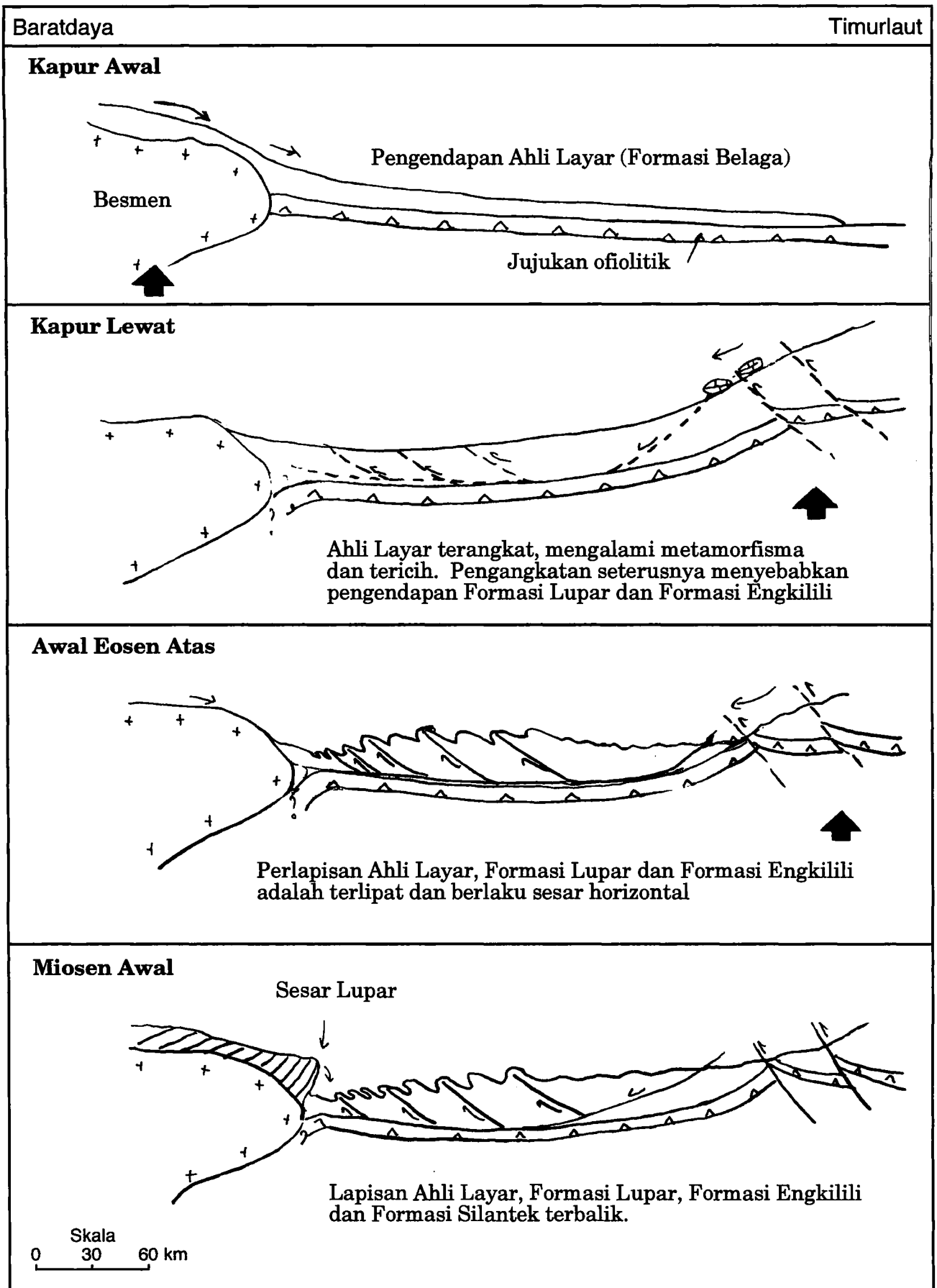
## **KESIMPULAN**

Garis Lupar ditafsirkan hasil daripada sesar sungkup yang berlaku semasa deformasi Miosen Lewat. Jurus perlapisan di antara blok-blok batuan dan lapisan nipis batu pasir dengan syal yang tersusun secara selari atau pada satu jaluran yang sama berdekatan dengan garis Lupar membuatkan penulis mengekalkan penamaan Formasi Engkilili, dan meninggalkan penamaan Melanj Lubok Antu yang dinyatakan oleh Tan, 1979. Penulis menafsirkan Formasi Lupar tidak termetamorf seperti Ahli Layan disebabkan secara relatifnya ia mempunyai usia yang lebih muda. Kemudian blok-blok batuan yang terdapat di tengah Lembah ini ditafsirkan hasil daripada hakisan jujukan ofiolit di utara Lembah Lupar. Struktur yang lebih kompleks di utara Lembah Lupar mungkin disebabkan ianya lebih tua secara tektonik.

Evolusi struktur di Lembah Lupar nampaknya menerangkan bahawa di situ terdapat sekurang-kurangnya tiga fasa dan perkembangan struktur yang berlainan telah berlaku. Struktur pada bahagian utara Lembah Lupar ditafsirkan paling tua dari segi keasalan tektonik dan berkaitan dengan daya mampatan hasil daripada pemuaiian laut Cina Selatan ke bawah Pentas Sunda.

Struktur pada bahagian tengah Lembah Lupar adalah ditafsirkan hasil daripada proses gelongsoran ke bahagian selatan di mana terjadi pada usia yang lebih muda. Fasa terakhir berlaku selepas Formasi Silantek dikenakan.

Jikalau tafsiran ini betul, maka fenomena gelongsoran yang disebabkan oleh graviti yang besar telah berlaku di tengah Lembah Lupar. Diharapkan kertas ini dapat menyediakan beberapa



Rajah 2. Model hipotesis di mana menunjukkan evolusi geologi di Lembah Lupar.

pengetahuan samada secara terus atau tidak ke atas perkembangan tektonik di Lembah Lupar.

#### RUJUKAN

- FREDDY, H.C., 1995. *Geologi Am Kawasan Banjaran Marup hingga Simpang Betong, Lebu Raya Sri Aman-Sarikei, Sarawak*. Unpub. B.Sc. Thesis Universiti Kebangsaan Malaysia.
- TAN, D.N.K., 1979. Report 3 Lupar Valley, West Sarawak, Malaysia. Geol. Surv. of Malaya.
- TAN, D.N.K. AND LAMY, J.M., 1990. Tectonic evolution of the NW Sabah Continental Margin since the late Eocene. *Bull Geol. Soc. Malaysia*, 22, 237-251.
- TONGKUL, F., 1991. Regional Geology and Tectonics of Sabah. Jabatan Sains Bumi, Universiti Kebangsaan Malaysia (tidak diterbitkan).

---

*Manuscript received 21 March 1996*