

## Aktifitas Tektonik di Sulawesi dan Sekitarnya Sejak Mesozoikum Hingga Kini Sebagai Akibat Interaksi Aktifitas Tektonik Lempeng Tektonik Utama di Sekitarnya

### *Tectonic Activities in the Sulawesi and Surrounding Area Since Mesozoics to Recent as the Impacts of Tectonic Activity of the Surrounding Main Plate Tectonics*

Zufialdi Zakaria\* dan Sidarto\*\*

\*Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung Indonesia, Email: zufialdi@unpad.ac.id

\*\* Pusat Survei Geologi, Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122 Indonesia, Email: sidarto55@yahoo.com

Naskah diterima : 21 Februari 2015, Revisi terakhir : 27 April 2015, Disetujui : 27 April 2015

**Abstrak** - Aktifitas tektonik Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Eurasia di sekitar Pulau Sulawesi telah berperan besar terhadap perkembangan tektonik di Sulawesi dan sekitarnya. Pengaruh tersebut diawali sejak zaman Mesozoikum, saat terjadinya pemekaran di paparan barat laut Australia yang diikuti pecahnya tepian Benua Australia yang membentuk beberapa mikrokontinen. Mikrokontinen – mikrokontinen tersebut bergerak ke arah Sulawesi melalui mekanisme sesar *transform* hingga bertabrakan dengan Busur Sulawesi dan diikuti terbentuknya berbagai struktur geologi seperti tunjaman, sesar naik dan sesar mendatar berskala besar. Dari arah timur bagian utara, sebagai pengaruh gerakan Lempeng Australia ke utara dan Lempeng Pasifik ke barat, maka terbentuk sesar *transform* mengiri yang membawa mikrokontinen ke arah Sulawesi hingga bertabrakan dengan Sulawesi dan membentuk sesar naik Batui. Sementara dari arah utara, rotasi yang terjadi pada dasar Laut Sulawesi ikut berperan terhadap perkembangan tektonik lengan utara Sulawesi. Di lain pihak, pada Eosen Tengah terjadi pemekaran tepian Benua Eurasia di sebelah barat Sulawesi yang menghasilkan fase bukaan Selat Makassar. Namun diduga mulai pasca Miosen hingga kini daerah ini mengalami fase kompresi yang antara lain menghasilkan 2 lajur lipatan – sesar naik di Sulawesi Barat.

**Kata kunci** - Tektonik, Sulawesi, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, Lempeng Eurasia, mikrokontinen, sesar *transform*.

**Abstract** - Tectonic activities of the Indo-Australian Plate, Pacific Plate and the Eurasian Plate around the Sulawesi Island has played an important role to the tectonic development of Sulawesi and the surrounding area. The tectonic activities began since Mesozoikum subsequent to rifting of the northwest shelf of Australia which was followed by break-up of the margin of Australia generating some microcontinents. The microcontinents moved to Sulawesi with transform mechanism followed by collisions with the Sulawesi Arc resulting in various geological structures such as subduction, thrusts and strike slips of large scale. From the northern east, the northward movement of the Australian Plate and westward movement of the Pacific Plate produced left-handed transform faults carrying microcontinents to collide with Sulawesi and resulted in the Batui Thrust. Meanwhile from the north, rotation of sea floor of the Sulawesi Sea contributed to the tectonic development of the north arm of Sulawesi. On the other hand, during the Middle Eocene, Eurasian continental rifting to the west of Sulawesi produced opening of the Makassar Strait. On contrary, this area underwent compressional phase since post-Miocene up to now, producing two fold-thrust belts in West Sulawesi.

**Keywords** - Tectonics, Sulawesi, Indo-Australian Plate, Pacific Plate, Eurasian Plate, microcontinents, transform faults.

## PENDAHULUAN

Sulawesi terletak di sebelah barat Lempeng Pasifik, di sebelah barat laut Lempeng Indo-Australia, dan di sebelah timur Lempeng Eurasia, sehingga evolusi tektoniknya sangat dipengaruhi oleh berbagai macam mekanisme pergerakan lempeng – lempeng pengapitnya (Gambar 1).

Sejarah tektonik Sulawesi berkaitan erat dengan peristiwa tektonik regional di sekitar Sulawesi dan kegiatan tektonik lokal di berbagai bagian dari daerah Sulawesi, seperti pemekaran di Selat Makassar, rotasi dasar Laut Sulawesi, serta kegiatan-kegiatan tektonik di timur Sulawesi yang meliputi daerah Banggai – Sula serta Kendari, Muna dan Buton.

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah menggabungkan data geologi regional hasil para peneliti terdahulu dengan data lokal yang diperoleh oleh penulis dari berbagai tempat, seperti di Sulawesi Barat (Majene dan sekitarnya), di Sulawesi Utara (Tilamuta dan sekitarnya), serta di Sulawesi Timur (Batui dan sekitarnya).

## PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Sejarah tektonik Sulawesi berkaitan erat dengan peristiwa tektonik sebagai berikut: (1) Tektonik

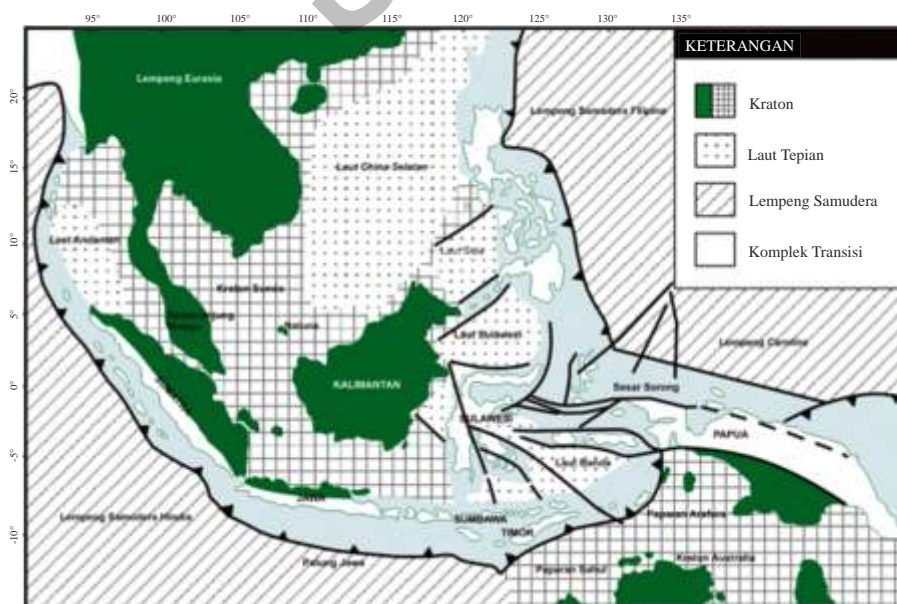
Ekstensi Mesozoikum (2) Tunjaman Kapur, (3) Tunjaman Paleogen, (4) Tumbukan Neogen, dan (5) Tunjaman Ganda Kuartar, hingga menghasilkan berbagai macam mendala geologi (Gambar 2).

### Tektonik Ekstensi Mesozoikum

Pada zaman Mesozoikum, tepatnya di sebelah tenggara Sulawesi, beruntun setelah terjadinya *thermal doming* pada Permo-Trias maka pada bagian barat-laut tepian Australia terjadilah pemekaran (*rifting*) yang menyebabkan terjadinya pecahan – pecahan benua Australia yang kemudian bergerak ke arah barat laut, membentuk mikrokontinen – mikrokontinen di daerah Laut Banda (Pigram dan Panggabean, 1984), termasuk Mendala Banggai – Sula, Mendala Tukangbesi – Buton, dan Mendala Mekonga (Sumandjuntak, 1986).

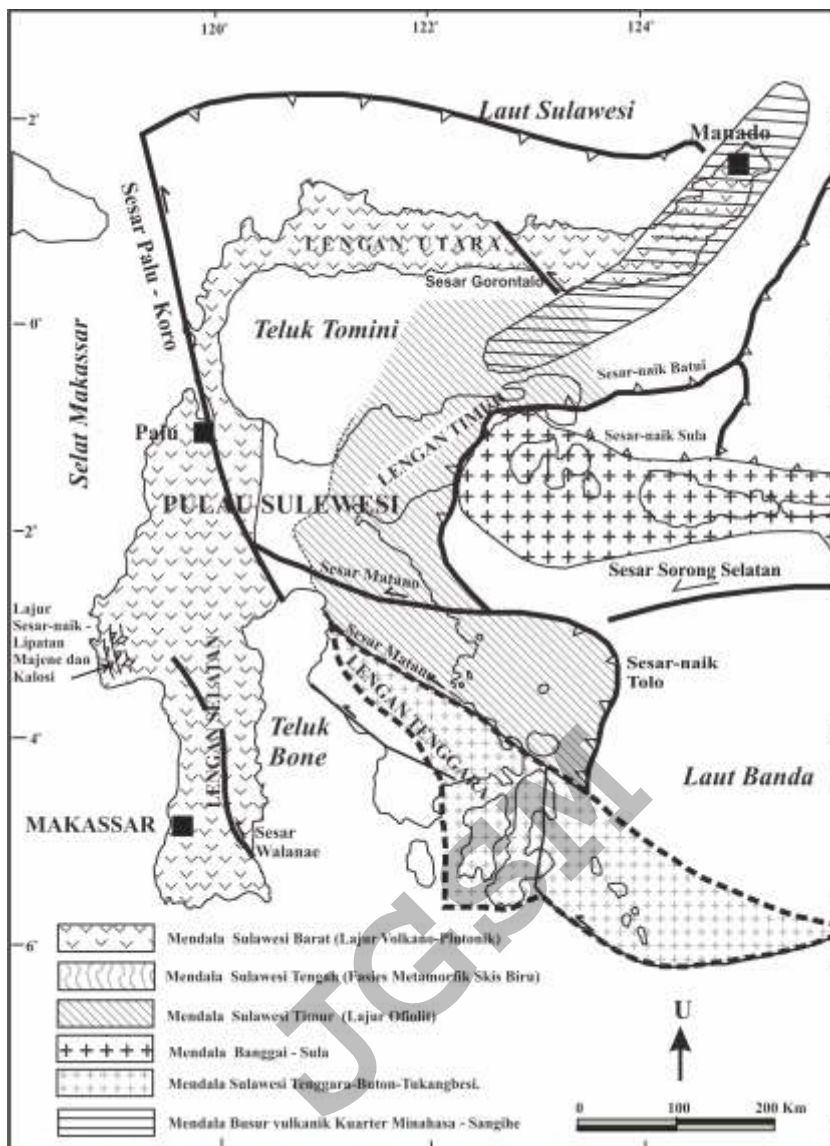
### Tunjaman Kapur

Sementara itu pada Kapur Awal, Mendala Sulawesi Timur bergerak ke barat mengikuti gerakan ke barat dari tunjaman landai di bagian timur Mendala Sulawesi Barat. Bukti lapangan dari Tunjaman Kapur Awal antara lain adalah adanya bancuh Bantimala di Sulawesi Selatan (Sukamto, 1975a) dan batuan malihan Sekis Pompangeo, batuan malihan bertekanan tinggi, di dekat Danau Poso yang mencerminkan suatu pemalihan karena tunjaman (Parkinson, 1991). Kedua jenis batuan tersebut berumur Kapur.



Sumber : Simandjuntak dan Barber, 1996

Gambar 1. Posisi Pulau Sulawesi dan sekitarnya yang diapit oleh 3 lempeng utama, yaitu lempeng Indo-Australia yang terdiri atas lempeng Samudera Hindia dan lempeng benua Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik yang diwakili oleh lempeng Caroline dan lempeng Samudera Filipina.



Sumber: Sukanto (1975b), Helmers drr. (1990), Parkinson (1991), Smith dan Silver (1991), dan Bachri dan Baharuddin (2001).

Gambar 2. Mendala-mendala geologi di Sulawesi dan sekitarnya.

**Tunjaman Paleogen**

Sementara itu gerakan mikrokontinen-mikrokontinen ke barat laut akhirnya bertumbukan dengan kompleks tunjaman di Sulawesi Timur, menyebabkan terjadinya penunjaman yang kedua di Sulawesi. Peristiwa penunjaman kedua di Sulawesi ditandai oleh pengaktifan kembali zona Tunjaman Kapur selama Oligosen Tengah, sebagaimana ditunjukkan oleh adanya kompleks ofiolit di lengan timur. Batuan gunungapi berumur Paleogen di Lajur Magmatik Sulawesi Barat dan ofiolit di Lajur Ofiolit Sulawesi Timur diduga terbentuk bersama dan beruntun setelah terjadinya tunjaman (Simandjuntak, 1980). Ofiolit

Sulawesi Timur ini mempunyai asal usul Samudera Hindia yang tertempatan kembali tepian kontinen Sulawesi Barat pada akhir Oligosen (Hall, 1996)

Sementara itu Milsom drr. (2000) mengemukakan bahwa di bawah tutupan ofiolit yang terletak mendatar, diketahui adanya sedimen laut berumur Trias Akhir – Kapur, sehingga dia percaya bahwa obdaksi ofiolit terjadi pada Eosen – Oligosen Awal.

Lebih lanjut Milsom drr. (2000) mengemukakan bahwa Sulawesi Timur, Buton, Buru dan Seram diduga merupakan bagian dari satu mikrokontinen besar, yang terpisah dari Australia pada Jura dan menumbuk tepian benua Eurasia, membentuk orogen Sulawesi pada Oligosen.

### Tunjaman Neogen

Zone tunjaman ketiga miring ke arah selatan, menghasilkan pembentukan batuan magmatik kalk-alkalin berumur Miosen Awal, di lengan utara. Tunjaman ini secara berturut-turut diikuti oleh tumbukan antara busur dan benua (blok benua Banggai – Sula dan Buton – Tukangbesi) yang menyebabkan rotasi lengan utara searah jarum jam, pensesar-naikan (*back thrusting*), dan mulainya tunjaman sepanjang Parit Sulawesi Utara (Kavalieris drr., 1992).

### Tunjaman Ganda Kuarter

Sementara tunjaman di Laut Sulawesi yang terbentuk sejak Miosen masih aktif, pada zaman Kuarter terjadi tunjaman di sebelah tenggara lengan utara Sulawesi yang menghasilkan busur gunungapi Minahasa – Sangihe. Sebagai akibatnya, di lengan utara Sulawesi, khususnya di bagian timur, terjadilah tunjaman ganda dengan arah tunjaman berlawanan, yaitu di sebelah barat laut sampai utara dan di sebelah selatan sampai tenggara lengan utara.

Setelah berbagai periode kegiatan tektonik tersebut di atas, sampai kini kegiatan tektonik di Sulawesi masih aktif sampai sekarang, yang ditunjukkan oleh adanya lajur sesar naik – lipatan aktif di lengan selatan, contohnya Lajur Lipatan Majene dan Lajur Lipatan Kalosi (Coffield drr., 1993; Bergman drr., 1996; Bachri & Baharuddin, 2001), dan pembentukan terumbu Kuarter terangkat di atas seluruh mandala geologi di Sulawesi.

Disamping aktifitas tektonik tersebut di atas tektonik Sulawesi dan sekitarnya juga dipengaruhi beberapa aktifitas tektonik lokal sebagai berikut:

### Tektonik Laut Sulawesi

Nichols dan Hall (1999) berdasarkan data sedimentologi dan stratigrafi yang didapat dari data pemoran membagi perkembangan tektonik Laut Sulawesi sebagai berikut:

#### *Pada 42 Ma*

Pada saat itu terjadi pemekaran di Laut Sulawesi maupun Filipina Barat sebagaimana ditunjukkan oleh anomali magnetik dasar laut. Pusat pemekaran menunjukkan bahwa Cekungan Laut Filipina Barat mengalami rotasi berlawanan dengan arah jarum jam dari posisi sekarang.

#### *Pada 33 Ma*

Pemekaran lantai samudera di Laut Sulawesi maupun Laut Filipina Barat berhenti sebelum 33 Ma, sementara pada waktu itu terjadi tunjaman ke barat kerak samudera Pasifik di tepi timur Cekungan Laut Filipina Barat. Sementara pengendapan material pelagik tampaknya tidak terpengaruh oleh berhentinya pemekaran.

#### *Pada 24 Ma*

Pada waktu itu kedua cekungan (Cekungan Laut Sulawesi dan Cekungan Laut Filipina Barat) terpisahkan saat tepian lempeng Laut Filipina – Australia menjadi batas lempeng berupa sesar mendatar (Sesar Sorong), dan Cekungan Perece Vela di sebelah barat Palung Mariana (Gambar 3) mulai membuka menjadi cekungan busur belakang sebagai akibat tunjaman ke barat Lempeng Pasifik.

#### *Pada 20 Ma*

Peristiwa rotasi Kalimantan di sebelah barat, serta berlanjutnya perkembangan Sesar Sorong di sebelah selatannya telah menyebabkan perubahan batas lempeng, yaitu dengan terbentuknya Busur Sangihe sebagai batas lempeng konvergen di bagian tepi timur Cekungan Laut Sulawesi. Sementara *terrain* di sebelah selatan Lempeng Laut Filipina bergerak ke arah utara pada saat lempeng mengalami rotasi searah jarum jam. Perubahan gerakan lempeng tersebut diukti oleh perubahan *provenance* material di dalam Cekungan Laut Sulawesi, yaitu mulai terendapkannya material benua pada 18 Ma. Hal ini mungkin mengindikasikan tunjaman kerak benua tipis di bawah Borneo di bagian utara parit Kalimantan yang menghasilkan pengangkatan cepat di bagian tengah Kalimantan.

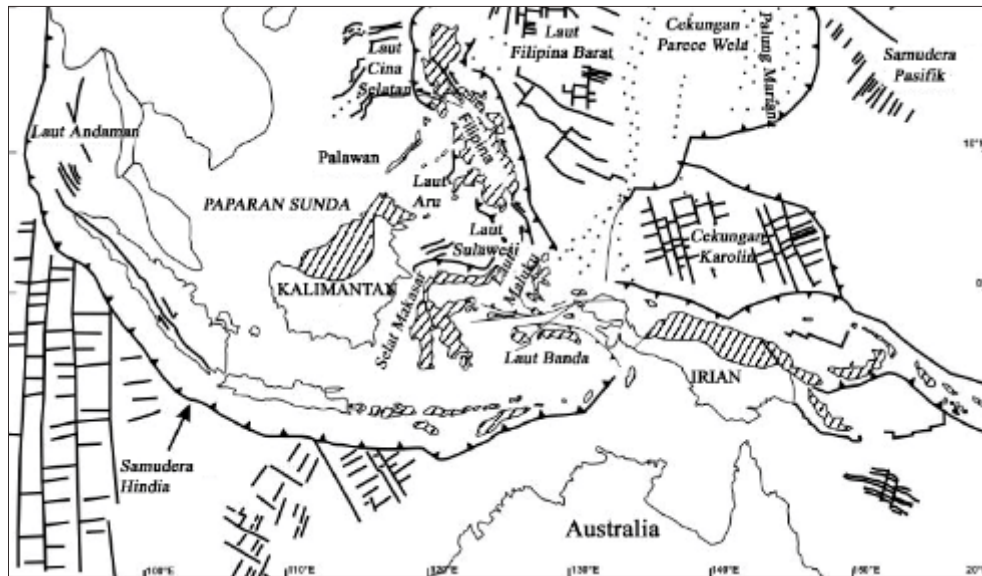
#### *Pada 10 Ma*

Terjadinya akresi dan pengangkatan di Kalimantan menghasilkan suplai material darat yang kaya akan kuarsa ke dalam Cekungan Laut Sulawesi, dan ini puncaknya terjadi pada 10 Ma. Pada sekitar waktu ini rotasi Kalimantan berhenti.

#### *Pada 5 Ma*

Tunjaman di parit Sulawesi Utara kemungkinan telah merubah batimetri Laut Sulawesi pada Miosen sampai Pliosen.

Posisi Laut Sulawesi terhadap Kalimantan, Tunjaman di parit Sulawesi Utara, dan Laut Filipina Barat di masa kini terlihat pada Gambar 3.



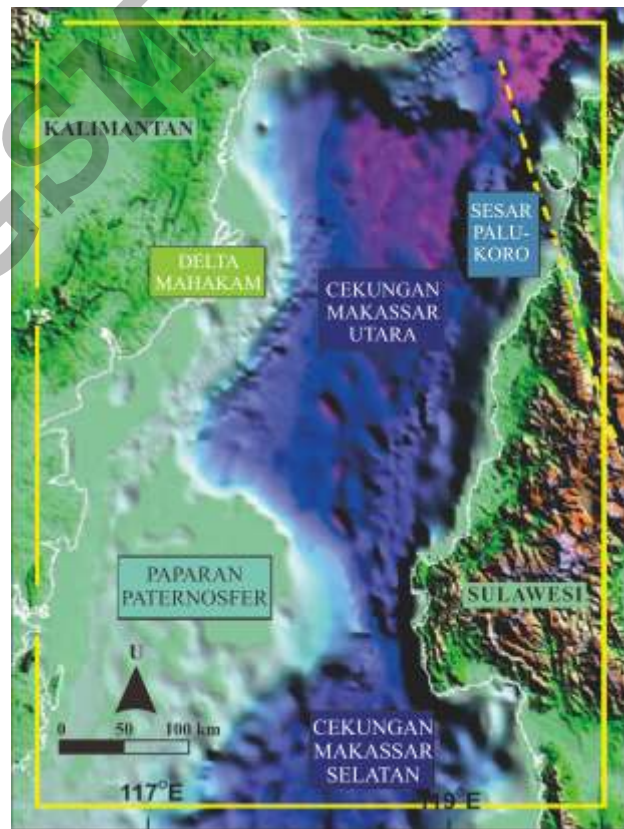
Sumber: (Nichols & Hall, 1999).

Gambar 3. Posisi Laut Sulawesi terhadap Kalimantan, Tunjaman di parit Sulawesi Utara, dan Laut Filipina Barat di masa kini.

### Tektonik Selat Makassar

Untuk membahas tektonik Sulawesi Barat atau Lengan Selatan tidak dapat dipisahkan dari sejarah tektonik Selat Makassar. Sampai saat ini memang masih terjadi kontroversi tentang bukaan di selat Makassar, seperti dikatakan oleh Bergman dr. (1996) yang menyatakan bahwa Selat Makassar ditafsirkan merupakan cekungan daratan-muka (*foreland basin*) di kedua sisi dari Daratan Sunda dan Lempeng Australia-Nugini, berbeda dengan penafsiran sebelumnya yang menyatakan Selat Makassar merupakan hasil bukaan kerak samudera atau pemekaran benua. Sementara Bergman dr. (1996) sendiri mengatakan bahwa tumbukan benua – benua di sini terjadi pada Miosen, sementara beberapa penulis lainnya seperti Situmorang (1982), Hall (1996), Moss dr. (1997), Guntoro (1999), dan Puspita dr. (2005) menyatakan bahwa bukaan Selat Makassar terjadi pada Eosen Tengah, meskipun mekanisme bukaan tersebut masih kontroversi sampai kini. Bentuk pantai Sulawesi Barat juga mengandung kemiripan dengan batas tepi Paparan Paternoster yang mengindikasikan bahwa memang telah terjadi bukaan pada Selat Makassar (Gambar 4).

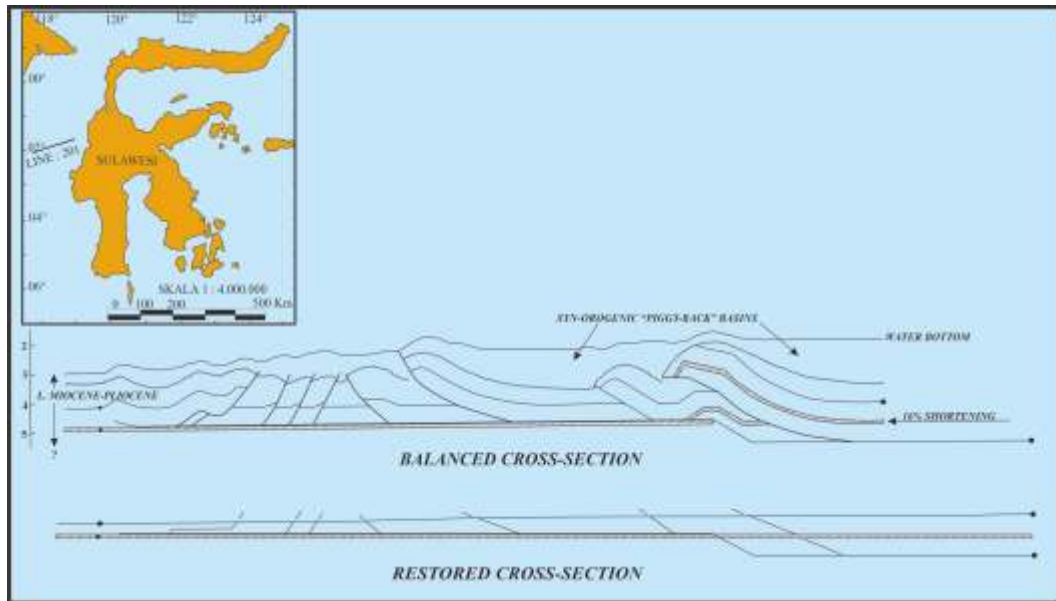
Sementara itu bukti yang mengatakan bahwa di Selat Makassar telah terjadi tumbukan benua – benua pada Miosen, seperti dikatakan oleh Bergman dr. (1996) adalah adanya fase kompresi yang ditunjukkan oleh adanya sesar naik dan lipatan yang di selat sebelah timur mempunyai kecondongan (*vergence*) ke barat, sementara di selat sebelah barat memiliki



Sumber: Becker dan Sandwell (2004).

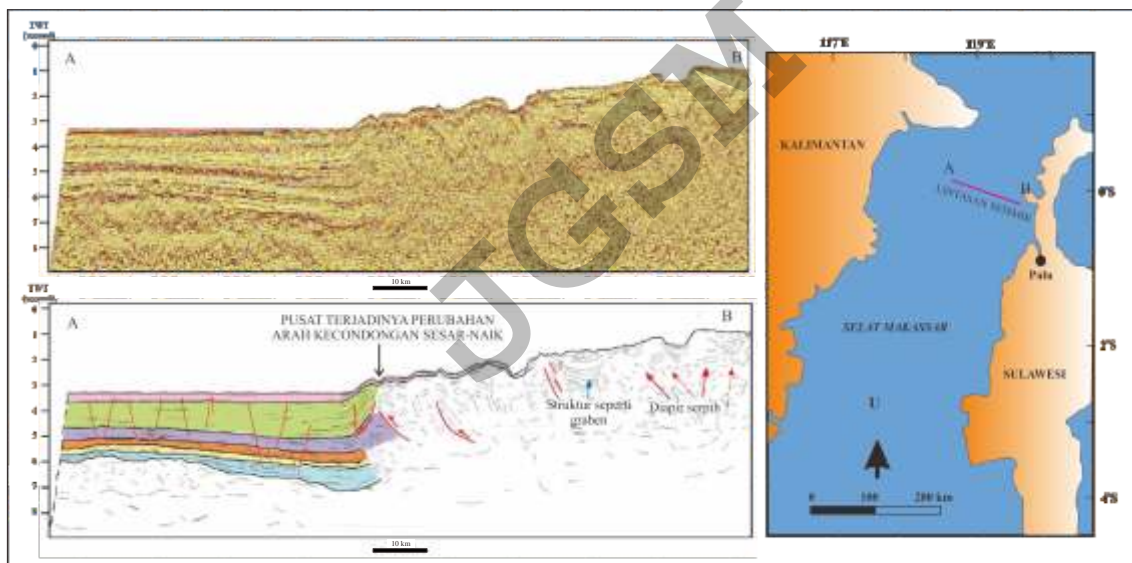
Gambar 4. Citra DEM Selat Makassar.

kecondongannya ke timur. Hal tersebut dapat dilihat pada penampang – penampang seismik (Gambar 5 dan Gambar 6).



Sumber: Bergman drr., 1996

Gambar 5. Pola struktur memotong Selat Makassar ditafsir dari data seismik Line 201.



Sumber: Baile 2005, dalam Anonymous, 2012

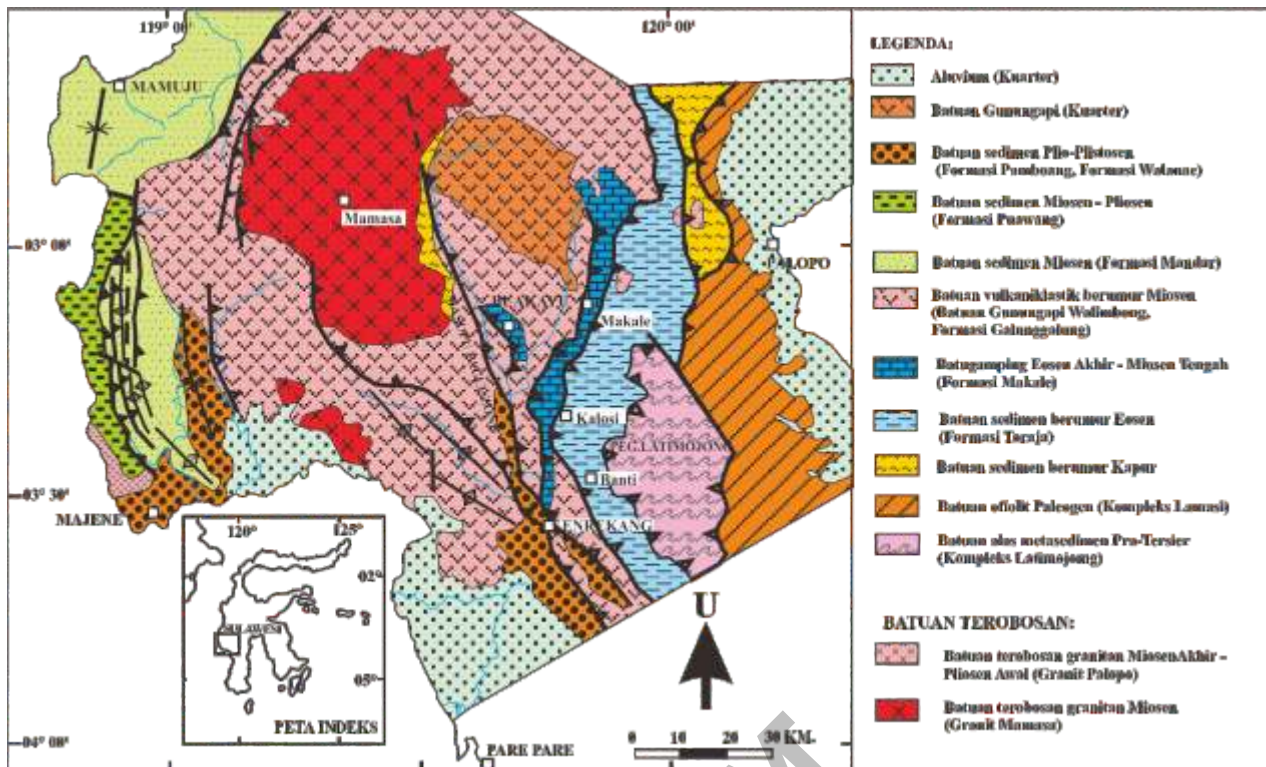
Gambar 6. Penampang seismik di Selat Makassar bagian utara

**Tektonik Sulawesi Barat (Lengan Selatan)**

Untuk analisis struktur dan tektonik wilayah ini akan diambil daerah sampel yang dianggap paling representatif karena kelengkapan data struktur dan tektonik. Daerah tersebut adalah wilayah Propinsi Sulawesi Barat, yang meliputi daerah Mamuju dan Majene di bagian barat, sampai daerah Palopo di bagian timur (Gambar 7). Di daerah ini terdapat dua lajur lipatan – sesar naik, yaitu Lajur Lipatan – sesar naik Majene dan Lajur Lipatan – Sesar naik Kalosi. Di daerah ini juga dijumpai pluton granit yang besar,

kompleks ofiolit (Lamasi), serta batuan alas malihan Pra-Tersier Latimojong.

Berdasarkan data isotop Rb-Sr, Nd-Sm, dan U-Pb, dan data geokimia unsur utama dan unsur jarang, batuan induk dari batuan beku Miosen adalah himpunan kerak dan mantel litosfir berumur Proterozoik Akhir sampai Paleozoik Awal yang terpanaskan dan meleleh karena tumbukan benua-benua, dimana kerak benua yang berasal dari Lempeng Australia-Nugini tertunjamkan dibawah ujung timur Daratan Sunda (Bergman drr., 1996).



Sumber: Sukanto (1975b), Bergman drr (1996), Djuri drr. (1998) dan Bachri & Baharuddin (2001)

Gambar 7. Peta geologi daerah Sulawesi Bagian Barat.

Model tektonik ini menyatakan bahwa Selat Makassar ditafsirkan merupakan cekungan daratan-muka (*foreland basin*) di kedua sisi dari Daratan Sunda dan Lempeng Australia-Nugini.

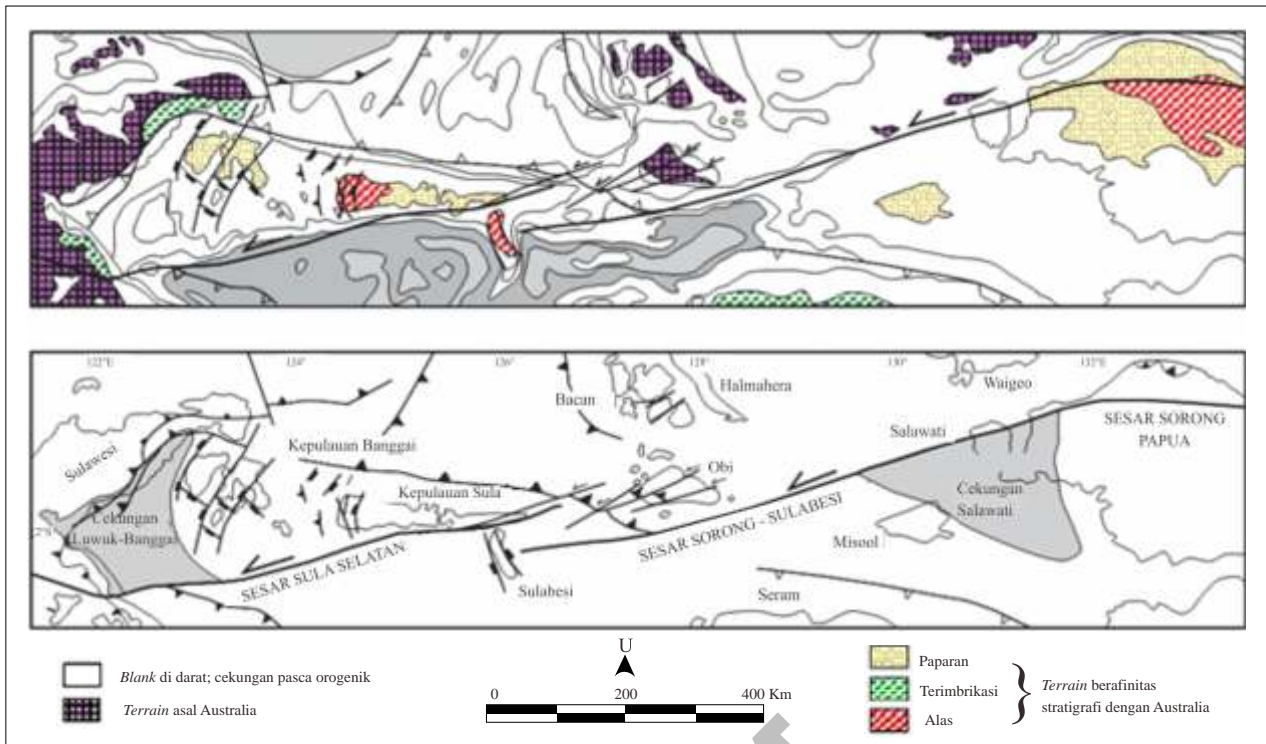
Sementara itu, obdaksi kerak samudera (Kompleks Lamasi) pra-Eosen ke Sulawesi Barat terjadi pada Oligosen Akhir sampai Miosen. Busur magmatik Sulawesi Barat yang berumur Miosen Akhir dianggap sebagai hasil tumbukan benua – benua, berbeda dengan model sebelumnya yang menyatakan busur tersebut terkait dengan tumbukan kerak samudera dengan benua, atau samudera dengan samudera.

Daerah Majene-Mamuju sampai Palopo dapat dibagi menjadi tiga domain tektonik utama yang membujur utara – selatan. Ketiga domain tersebut mulai dari lajur lipatan – sesar naik aktif, lajur vulkano-plutonik, dan lajur batuan ofiolit (Kompleks Lamasi).

Bukti dari wilayah daratan yang menunjukkan bahwa Selat Makassar telah mengalami fase kompresi adalah ditemukannya lajur lipatan dan sesar-naik di Sulawesi Barat, yaitu lajur lipatan dan sesar-naik Kalosi dan lajur lipatan dan sesar-naik Majene di sebelah baratnya, yang kedua-duanya memiliki arah kecondongan (*vergence*) ke barat, sementara di Kalimantan Timur dijumpai Lajur lipatan dan sesar-naik Samarinda yang mempunyai kecondongan struktur ke arah timur.

Pada Kapur, di sebelah timur Mandala Sulawesi Timur terdapat tunjaman landai. Selama proses penunjaman Mandala Sulawesi Timur ini bergerak ke barat, dan terjadi pengendapan tepi benua. Pada Kapur Akhir – Tersier Awal terjadi tumbukan dengan Mandala Sulawesi Barat. Akibat tunjaman ini endapan tepi kontinen termalihkan menjadi Kompleks Pompangeo dan Batugamping Malih; dan terbentuk Sesar naik Poso serta Sesar naik Wekuji. Kemudian terjadi tumbukan mikrokontinen yang merupakan pecahan Benua Australia dengan Ofiolit mengakibatkan pengaktifan kembali tumbukan yang ada dan terbentuknya Sesar Matano. Setelah tumbukan ini terjadi depresi Poso yang diakibatkan oleh gaya pelepasan. Di bagian utara depresi diendapkan Formasi Poso dan Formasi Puna, sedangkan di bagian selatan terbentuk Danau Poso.

Pada Eosen Tengah diduga terjadi bukaan Selat Makassar (fase ekstensi) seperti dikemukakan oleh beberapa penulis, sementara pada Miosen hingga sekarang terjadi fase kompresi yang mengakibatkan terjadinya lajur lipatan dan sesar naik di Sulawesi Barat (lajur lipatan dan sesar naik Kalosi dan Majene) yang memiliki arah kecondongan struktur ke barat, sementara di Kalimantan Timur terbentuk lajur lipatan dan sesar naik Samarinda yang memiliki arah kecondonga struktur ke timur.



Sumber: Charlton (1996).

Gambar 8. Tataan tektonik Cekungan Luwuk-Banggai (Cekungan Tomori), Cekungan Salawati dan Sesar Sorong, dengan interval batimetri 1000 meter.

Fenomena terdapatnya dua arah kecondongan struktur yang berlawanan ini tergambar pula pada data seismik di Selat Makassar.

Lempeng Australia-Nugini tertunjamkan di bawah ujung timur Daratan Sunda (Bergman dr., 1996). Model tektonik ini menyatakan bahwa Selat Makassar ditafsirkan merupakan cekungan daratan-muka (*foreland basin*) di kedua sisi dari Daratan Sunda dan Lempeng Australia-Nugini

Sementara itu, obdaksi kerak samudera (Kompleks Lamasi) pra-Eosen ke Sulawesi Barat terjadi pada Oligosen Akhir sampai Miosen. Busur magmatik Sulawesi Barat yang berumur Miosen Akhir dianggap sebagai hasil tumbukan benua – benua (Bergman dr., 1996).

### Tektonik Sulawesi Timur

Sulawesi Timur terdiri atas tiga kelompok besar batuan, yaitu batuan yang berasal dari kerak Samudera Pasifik, kepingan benua yang berasal dari Benua Australia-Hindia yang terdiri atas Kepingan Benua Banggai - Sula, dan Kepingan Sulawesi Tenggara dan Molasa Sulawesi yang terdiri atas batuan sedimen klastik dan karbonat, terendapkan selama akhir dan sesudah tumbukan, sehingga molasa ini menindih

takselaras kedua kelompok besar tersebut di atas menutupi kedua kelompok besar itu.

Tektonika Sulawesi Timur dapat diuraikan menjadi dua bagian, yaitu Sulawesi Timur bagian utara (Daerah Banggai-Sula), dan Sulawesi Timur bagian selatan (Daerah Kendari, Muna dan Buton).

#### a. Daerah Banggai – Sula (Cekungan Luwuk-Banggai)

Cekungan Luwuk – Banggai adalah cekungan sedimen yang terletak di antara lengan timur dan Kepulauan Banggai. Cekungan ini terbentuk sebagai akibat adanya pensesaran mendatar dari Sistem Sesar Sorong yang merupakan sesar *transform* mengiri. Di daerah Kepulauan Sula dan Kepulauan Banggai, Sesar Sorong ini terurai menjadi Sesar Sula Selatan dan Sesar Sula Utara, yang di ujung kedua sesar tersebut membentuk sesar naik Batui (Gambar 8).

Sistem Sesar Sorong telah membawa pecahan dari Paparan Barat laut Australia ke Sulawesi. Di lengan timur sistem sesar ini mengakibatkan terjadinya obdaksi ofiolit, yang diuikuti oleh pengendapan material sin-orogenik sampai pasca orogenik di Cekungan Luwuk - Banggai. Sebaran sedimen paparan benua, sedimen sin – pasca tumbukan serta batuan ofiolit terlihat pada Gambar 9.



Menurut Wahyudiono dan Gunawan (2011) evolusi tektonik di daerah Cekungan Luwuk-Banggai dan sekitarnya dapat disederhanakan menjadi dua tahap, yaitu tahap Pra-Tersier dan tahap Tersier, sebagaimana diterangkan sebagai berikut:

#### Evolusi Tektonik Pra-Tersier

Evolusi Pra-Tersier terdapat di mendala mikrokontinen Banggai-Sula. Evolusi Pra-Tersier menurut Simandjuntak (1986) bahwa tektonik Banggai-Sula bersama-sama dengan mikrokontinen di Indonesia bagian timur mempunyai sedikitnya dua *hiatus* sejak awal Jura. *Hiatus* Awal Jura terjadi di setiap tempat di dunia. Di Indonesia bagian timur hal ini berhubungan dengan penurunan eustatik dari pasangan muka laut dengan tektonik. Tektonik divergen terjadi di batas utara Australia pada awal Trias. Yang kedua, hiatus Awal Kapur, terjadi hanya di paparan (Banggai-Sula dan Tukang-Besi) yang berupa *hiatus submarin*. Hal ini berhubungan dengan tektonik divergen, yaitu *platform* tersebut saling terpisah dengan yang lain sepanjang zona *transcurrent*. Sedangkan evolusi tersier menurut Simandjuntak (1986) juga dibagi dua yaitu hiatus Paleosen terjadi di *Platforms* Banggai-Sula, Tukang Besi, Buton dan Buru-Seram. Hiatus ini mengindikasikan terjadinya pengangkatan (*uplift*)

regional sampai terjadinya pergeseran *transcurrent-transformal*. Selama itu terjadi muka laut turun yang diikuti oleh tererosinya paparan. Dalam hal ini tidak tercatat adanya sedimen di dalam mikrokontinen. Tektonik divergen pada Paleosen mungkin berhubungan dengan reaktivasi Sesar Sorong. Hiatus pada Miosen Tengah terjadi akibat proses tumbukan antara Mendala Banggai-Sula dan Mendala Sulawesi Timur yang ditandai oleh hadirnya endapan molasa.

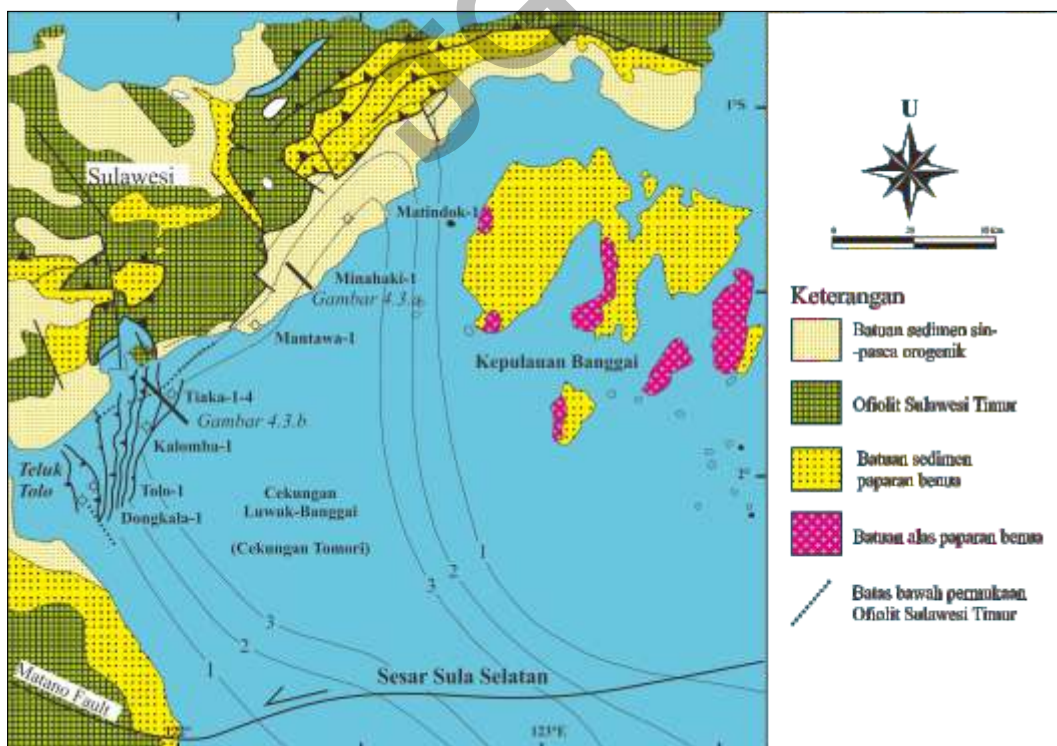
Menurut Surono dr. (1994) pada zaman Akhir Kapur kerak samudera bergerak ke barat menunjam di pinggir benua, bersamaan ini Mandala Sulawesi Timur mengalami deformasi pertama. Selanjutnya diikuti oleh evolusi tektonik Tersier.

#### Evolusi Tektonik Tersier

##### (1) Fase Pra Tumbukan Benua

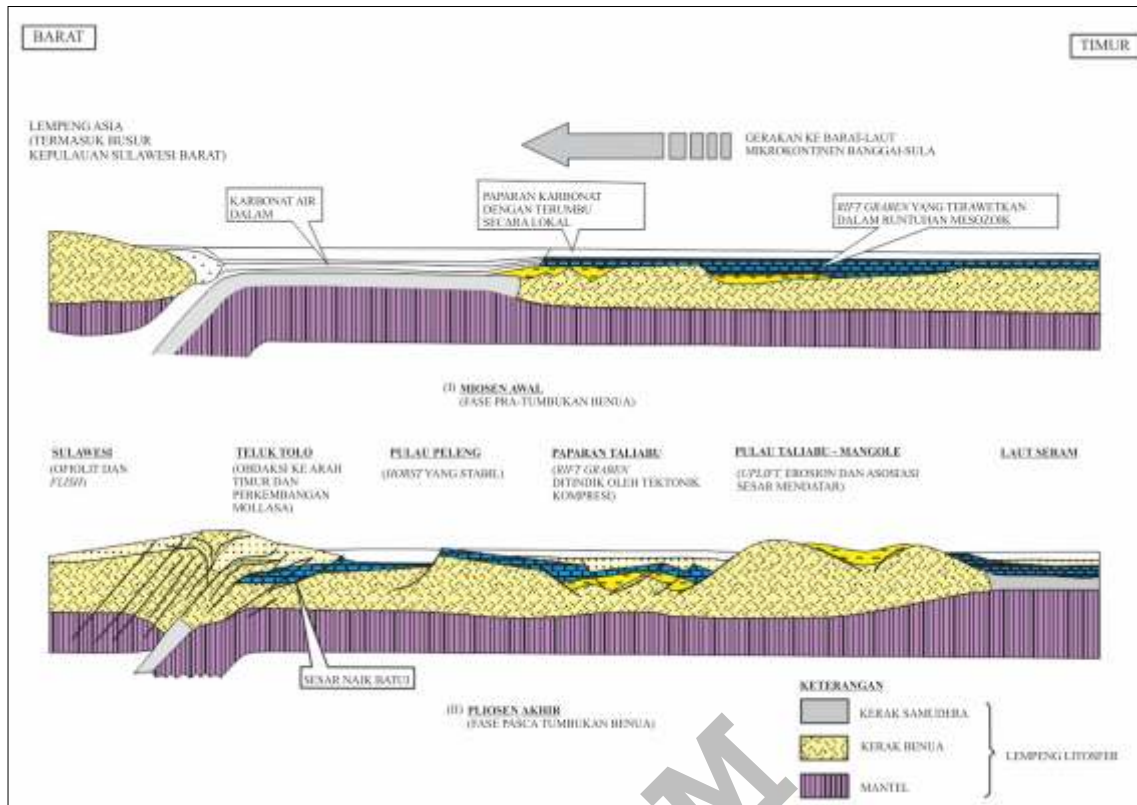
Sementara itu menurut Garrard dr.(1988) pada akhir Paleogen hingga Miosen Awal, mikrokontinen Banggai-Sula masih bergerak ke baratdaya mendekati Sulawesi dengan difasilitasi oleh gerakan mendatar Sesar Sorong.

Mikrokontinen ini terdiri atas batuan alas kerak benua yang ditutupi oleh runtunan batuan sedimen



Sumber: Charlton (1996)

Gambar 9. Peta geologi daerah Cekungan Luwuk-Banggai, struktur di Teluk Tolo berdasarkan Davies (1990), isopach cekungan (dalam km) mengacu ke Hamilton (1979), geologi daratan berdasarkan peta-peta terbitan Puslitbang Geologi.



Sumber: Garrard dr., (1988)

Gambar 10. Evolusi tektonik Sulawesi timur dan Banggai Sula selama Miosen Awal - Pliosen Akhir .

Mesozoikum (Gambar 10). Mikrokontinen ini menyambung dengan kerak samudera bagian baratnya yang menunjam ke arah barat di bawah Sulawesi (Lempeng Asia).

### (2) Fase Tumbukan

Diperkirakan pada sekitar Miosen Akhir mikrokontinen Banggai-Sula mulai berbenturan dengan Sulawesi bagian timur, sehingga di Sulawesi Timur terjadi obdaksi batuan ofiolit dan terjadi imbrikasi pada batuan sedimen asal paparan benua, dengan batas barat Sesar Batui (deformasi ketiga). Sementara itu di daerah mikrokontinen di sebelah timurnya terjadi sembulan-sembulan, antara lain berupa Pulau Peleng, dan saat itulah Cekungan Luwuk-Banggai mulai terbentuk.

Waktu tumbukan antara mikrokontinen Banggai-Sula dengan Sulawesi Timur ditafsirkan oleh para peneliti pada kurun waktu yang berbeda-beda. Waktu tumbukan menurut Simandjuntak (1986) terjadi pada Miosen Tengah. Garrard dr. (1988) menyebutkan bahwa tumbukan terjadi pada Miosen - Pliosen. Menurut Hamilton (1979) tumbukan terjadi pada Miosen Awal. Penelitian oleh Davies (1990) menunjukkan bahwa tumbukan terjadi pada Akhir Miosen, sedangkan

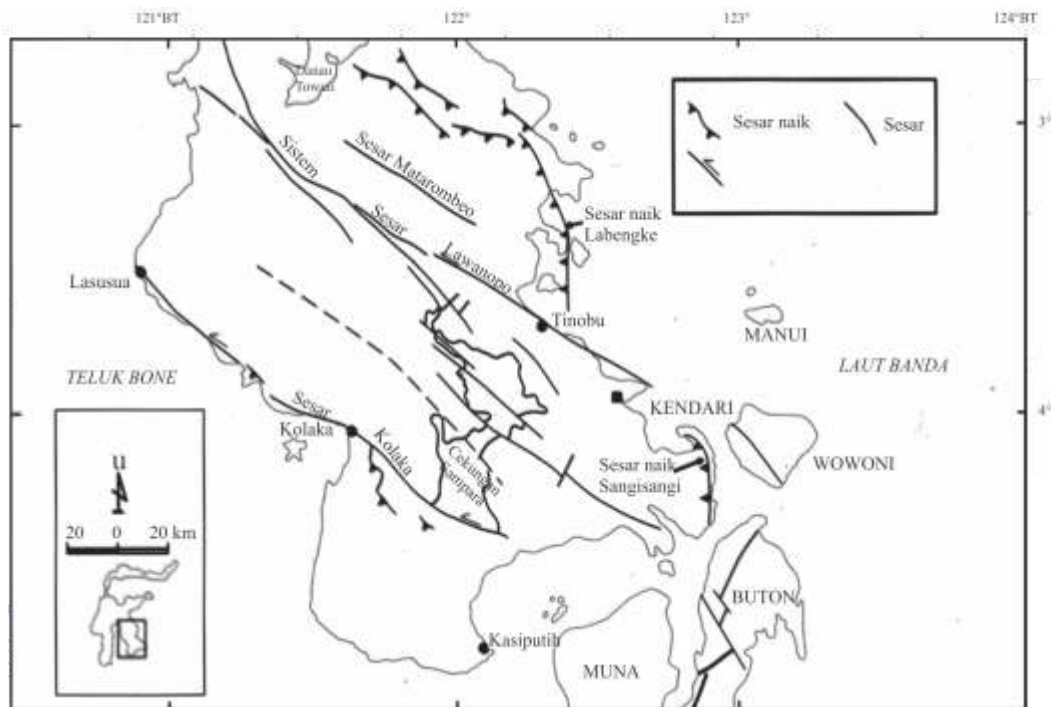
menurut Villeneuve dr. (2002, dalam Wahyudiono dan Gunawan, 2011) terjadi pada Pliosen Tengah. Masing-masing waktu tumbukan tersebut menghasilkan beberapa fenomena struktur geologi, sehingga boleh jadi tumbukan memang telah dimulai sejak Miosen Awal namun masih berlangsung sampai sekarang.

### 3) Fase Pasca- Tumbukan

Pada Pliosen Akhir Cekungan Luwuk-Banggai telah terbentuk dan diikuti pengendapan sedimen mollasa di cekungan tersebut, serta cekungan di sebelah timur Pulau Peleng dan Pulau Banggai, yang merupakan Paparan Taliabu.

### b. Daerah Sulawesi Tenggara

Menurut Surono dr. (1997, dalam Surono 2010) terdapat tiga periode tektonik yang terjadi di Lengan Tenggara Sulawesi, yaitu: periode pra tumbukan yang terekam dalam runtunan stratigrafi dan sedimentologi Trias – Oligosen Awal dari kepingan Benua Sulawesi Tenggara; periode tumbukan, yang teridentifikasi dari kepingan benua dan Ofiolit dari Lajur Ofiolit Sulawesi Timur; dan periode pasca tumbukan yang terekam dalam runtunan Molasa Sulawesi.



Sumber: Surono, (2010)

Gambar 11. Sesar utama di Lengan Tenggara Sulawesi (dikompilasi dari peta geologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi).

### Periode Pra Tumbukan

Pada periode ini terdapat 4 (empat) tahapan tektonik utama, yaitu:

- Tahapan pra pemisahan Perem – Trias
- Tahap pemisahan Jura
- Rentangan Apungan (*rift – drift*) Jura Akhir – Oligosen
- Subduksi Kapur Akhir

### Periode Tumbukan

Pada periode ini terjadi tumbukan antara kepingan benua dan ofiolit yang menyebabkan terbentuknya sesar naik, struktur imbrikasi dan lipatan (Gambar 10).

### Periode Pasca Tumbukan

Periode ini menghasilkan struktur utama berupa sesar geser mengiris (Gambar 11) yaitu sesar Metarombeo, sistim sesar Lawanopo yang berarah baratlaut – tenggara yang berasosiasi dengan batuan campur aduk Tereo. Sesar Konawehea yang mengiris batuan sepanjang Sungai Konawehea dan memanjang sekitar 50 km. Sesar ini mengiris endapan alluvial di Dataran Wawatooli yang mengindikasikan sesar ini masih aktif (Gambar 12). Sesar Kolaka memanjang sekitar 250 km dari pantai barat Teluk Bone sampai Ujung Selatan

Lengan Tenggara Sulawesi. Di duga Sesar Kolaka dan Sesar Wawatobi yang membentuk Cekungan Sampara (Surono, 2010).

### KESIMPULAN

Tektonika daerah Sulawesi merupakan pengaruh bersama dari kegiatan-kegiatan lempeng di sekitarnya. Di bagian timur-tenggara dan timur-utara pengaruh utamanya adalah gerakan sesar-sesar *transform* yang mendorong benua relik terangkut ke arah barat dan baratlaut, sementara dari arah barat berkaitan dengan pemekaran benua Eurasia yang menghasilkan terbukanya Selat Makassar, dari arah timur-laut berkaitan dengan gerakan ke barat lempeng Pasifik, sementara dari arah utara berkaitan dengan rotasi Laut Sulawesi. Kegiatan-kegiatan tektonik tersebut diawali pada Mesozoikum, yaitu saat terjadinya pemekaran di paparan baratlaut Australia, yang menyebabkan terbentuknya beberapa mikrokontinen yang kemudian terdorong melalui mekanisme sesar mendatar ke arah Sulawesi. Sementara kegiatan sekarang berupa fase kompresi dan pengangkatan di seantero Sulawesi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Syaiful Bachri dan Prof. Dr. Surono yang telah ikut memberikan kontribusi pemikiran selama penulisan makalah ini.

## ACUAN

- Anonymous, 2012. Seismic of SE Asian Basin. <http://geoseismic-seasia.blogspot.com/>
- Bachri, S. dan Baharuddin. 2001. *Peta Geologi Lembar Malunda-Majene, Sulawesi, skala 1:100,000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Becker, J. J., and Sandwell, D.T. 2004. Global topography. Scripps Institution of Oceanography, [http://topex.ucsd.edu/wwoon/html/srtm30\\_plus.html](http://topex.ucsd.edu/wwoon/html/srtm30_plus.html).
- Bergman, S.C., Coffield, D.Q., Talbot, J.P., and Garrard, R.A. 1996. Tertiary tectonic and magmatic evolution of western Sulawesi and the Makassar Strait, Indonesia: evidence for a Miocene continent-continent collision. In: Hall, R., dan Blundell, D. (Eds.), *Tectonic evolution of Southeast Asia*. Geol. Soc. of London, 106:391–429.
- Charlton, T.R. 1996. Correlation of the Salawati and Tomori basin, Eastern Indonesia: a constrain on left-lateral displacement of the sorong fault zone. In: Hall, R. dan Blundell, D. (eds), *Tectonic Evolution of Southeast Asia, Geological Society*, Publication 106: 465–481.
- Charlton, T.R. 2000. Tertiary evolution of the Eastern Indonesian Collision Complex. *J. Asian Earth Sci.* 18: 603–631.
- Coffield, D.Q., Bergman, S.C., Garrard, R.A., Guritno, N., Robinson, N.M., and Talbot, J. 1993. Tectonic and stratigraphic evolution of the Kalosi PSC area and associated development of a Tertiary petroleum systems, South Sulawesi, Indonesia. *Proc. of the 22nd Ann. Con. of the Indon. Petroleum Assoc.*, Jakarta: 679–706.
- Davies, I.C. 1990. Geological and Exploration Review of the Tomori PSC, *Eastern Indonesia, Proc. 19th Ann. Con. Indon. Petroleum Assoc.*
- Djuri, Sudjatmiko, Bachri, S., dan Sukido. 1998. *Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo, Sulawesi, skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Garrard, R.A., Supandjono, J.B. and Surono. 1988. The geology of the Banggai-Sula Microcontinent, Eastern Indonesia. *Proc. 17th Ann. Con. Indon. Petroleum Assoc.*, Jakarta.
- Guntoro, A. 1999. The formation of the Makassar Strait and the separation between SE Kalimantan and SW Sulawesi. *J. Asian Earth Sci.*, 17:79–98.
- Hall, R. 1996. Reconstructing Cenozoic SE Asia. In: Hall, R., dan Blundell, D.J. (Eds.), *Tectonic Evolution of Southeast Asia*. The Geological Society, London: 153–184.
- Helmerts, H., Maaskant, P., Hartel, T.H.D., 1990. Garnet peridotite and associated high-grade rocks from Sulawesi Indonesia. *Lithos* 25:171-188.
- Kavalieris, I., van Leeuwen, T. M. and Wilson, M. 1992. Geological setting and styles of mineralisation, north arm of Sulawesi, *J. SE Asian Earth Sci.* 7, 2/3: 113–129.
- Milsom, J., Thurow, J. and Roques, D. 2000. Sulawesi dispersal and evolution of the Northern Banda Arc. *Proc. 27th Ann. Con. Indon. Petroleum Assoc.*: 495–505.
- Nichol, G., and Hall, R. 1999. History of the Celebes Sea Basin based on its stratigraphic and sedimentological record. *J. Asian Earth Sci.* 17: 47–59.
- Parkinson, C.D. 1991. *The petrology, structure and geologic history of the metamorphic rocks of Central Sulawesi, Indonesia*. Ph.D. Thesis, University of London, 336 p, unpublished.

- Pigram, C.J. and Panggabean, H. 1984. Rifting of the northern margin of the Australian continent and the origin of some microcontinents in eastern Indonesia. *Tectonophysics* 107: 331–353.
- Puspita, S.D., Hall, R. dan Elders, C.F. 2005. Structural styles of the offshore West Sulawesi Fold Belt, North Makassar Strait, Indonesia. *Proc. Indon. Petrol. Assoc. 30th Annual Convention*, August 2005: 519–542.
- Simandjuntak, T.O. 1980. Wasuponda Melanges. *The 8th Ann. Meeting Ass. Indon. Geol.*
- Simandjuntak, T.O. 1986. *Sedimentology and tectonics of the collision complex in the East Arm of Sulawesi, Indonesia*. Ph.D. Thesis RHBNC University of London, UK, 374p, unpublsh.
- Simandjuntak, T.O. and Barber, A.J., 1996. *Contrasting tectonic styles in the Neogene orogenic belt of Indonesia*. In: Hall, R. And Blundell, D.J. (Eds), *Tectonic evolution of Southeast Asia*, Geological Society Special Publication, London:185-201.
- Situmorang, B. 1982. The formation of the Makassar Basin as determined from subsidence curves. *Proceedings Indon. Petrol. Assoc., 11th Annual Convention*: 83-108.
- Sukanto, R. 1975a. *Geologic Map of Indonesia, Sheet VIII, Ujung Pandang, scale 1:1.000.000*. Geological Survey of Indonesia.
- Sukanto, R. 1975b. Perkembangan Tektonik di Sulawesi dan Daerah Sekitarnya, Suatu Sintesis Perkembangan Berdasarkan Tektonik Lempeng. *Majalah IAGI*, (2) 1: 1–13.
- Surono. 2010. *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*. Publikasi Khusus, Badan Geologi, KESDM, 161h.
- Surono, Simandjuntak, T.O., dan Rusmana, E., 1997. Collision mechanism between the oceanic and continental terranes in the Southeast private arm of Sulawesi, eastern Indonesia. *Bull. Geol. Res. Dev. Cen.*, 21: 109–125.
- Surono, Simandjuntak, T.O. dan Situmorang, R.L., 1994. *Peta Geologi Lembar Batui, Sulawesi, skala 1:250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Wahyudiono, J., dan Gunawan, W. 2011. Laporan Penelitian Struktur Geologi Cekungan Luwuk–Banggai. Pusat Survei Geologi, tidak terbit.