

Kecepatan Pengangkatan Pulau Buton dan Jejak Perubahan Muka Air Laut di Zaman Kuarter

Prijantono Astjario *) dan D.A. Siregar **)

*) Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan
Jl. Dr. Junjunan 236, Bandung

**) Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
Jl. Diponegoro 57, Bandung

Abstract

Several indicators of a slightly higher Quaternary sea-level, reaching about ± 250 meters above the present situation have been found along the coasts of Tira to Cape Labokeh. South Buton. They are corals in growth position on the surface of reef platform of South Buton. Seven Radiocarbon datings have provided ages of three samples are 1500 to 3000 and the other four samples are more older than 40.000 years BP.

The Radiochronological data are thus broadly consistent with the timing of sea-level fluctuations predicted by the astronomical theory of paleoclimates. Comparison with the data from terraces sequences and from Radiocarbon dating records indicates that the average tectonic uplift rate at Tira and Cape Labokeh, South Buton is on the order of $0,7 - 0,8$ mm / years. The uplift rate of Buton is more faster than Muna because of the active fault in between.

Sari

Beberapa indikasi menunjukkan adanya jejak muka laut cukup tinggi di zaman Kuarter, ketinggiannya mencapai ± 250 meter diatas muka laut masa kini, ditemukan pada kawasan pantai Tira hingga Tanjung Labokeh, Buton bagian selatan. Jejak tersebut terrekam pada permukaan terumbu karang yang membentuk undak laut di kawasan pantai Buton Selatan. Tujuh buah hasil pentarikhan Radiokarbon memberikan tiga contoh berumur 1500 hingga 3000 tahun dan contoh terumbu karang lainnya berumur lebih tua dari 40.000 tahun sebelum saat ini.

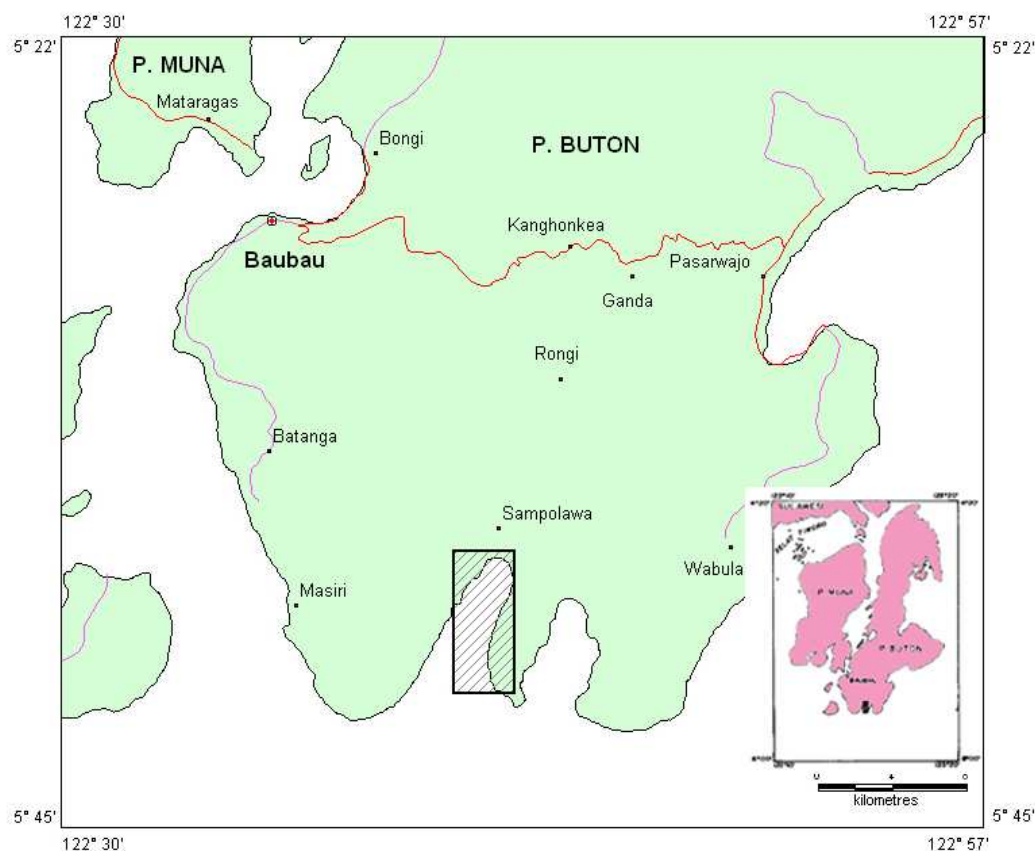
Runtunan data Radiokarbon secara garis besar menunjukkan kesesuaian dengan perubahan muka laut pada zaman Kuarter yang telah di prakirakan oleh teori astronomi perubahan cuaca masa lalu. Jika dibandingkan data Radiokarbon dengan data urutan undak laut menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas tektonik pengangkatan dikawasan pantai Tira hingga Tanjung Labokeh adalah $0,7 = 0,8$ mm/tahun. Pengangkatan rata-rata Pulau Buton tampak lebih cepat dari Pulau Muna akibat adanya sesar aktif diantara kedua pulau tersebut.

Pendahuluan

Pulau Buton dan Pulau Muna dikenal sebagai gugus kepulauan terdepan dari sederet pulau-pulau kecil di Kawasan Sulawesi Tenggara. Pulau Buton selain lebih luas dari pulau Muna juga dikenal sebagai penghasil aspal. Pada bagian selatan pulau ini (gambar 1) memiliki rekaman jejak perubahan air laut purba serta indikasi adanya aktivitas pergerakan tektonik vertikal. Hal ini

dicirikan dengan adanya undak laut serta tebing-tebing yang curam yang di beberapa tempat memperlihatkan adanya jejak erosi gelombang laut atau *notch* yang berada puluhan meter diatas muka laut saat ini.

Pembentukan undak-undak laut dikawasan ini selain adanya perubahan muka air laut purba, aktivitas tektonik vertikal yang pernah terjadi juga energi gelombang laut Banda turut berperanserta dalam pembentukan lantai-lantai undak (teras). Jumlah teras



Gambar 1. Peta lokasi penelitian geologi wilayah Pulau Buton, Sulawesi Tenggara

dikawasan pantai pulau Buton selatan berbanding lurus dengan kegiatan tektonik vertikal dan luas teras berbanding lurus dengan energi gelombang yang mengerosi kawasan pantai ini.

Karya tulis ini disajikan berkat kerjasama luar negeri antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, ORSTOM (Prancis) dan Laboratorium Radio Carbon, Geologi Kuartar, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi yang melakukan penyelidikan tektonik Kuartar dan perubahan muka laut purba di kawasan Indonesia Timur serta penentuan umur contoh terumbu karang dengan metoda penanggalan radio karbon.

Lokasi penelitian meliputi wilayah pantai selatan Pulau Buton, Sulawesi Tenggara yang terletak pada koordinat $04^{\circ} 18' - 05^{\circ} 45'$ Lintang Selatan dan $122^{\circ} 07' - 123^{\circ} 22'$ Bujur Timur. Secara geografis daerah penelitian meliputi pantai selatan Pulau Buton sekitar teluk Sampolawa.

Kerangka Geologi Regional

Tidak sedikit para pakar geologi yang telah melakukan penelitian di daerah Pulau Buton ini dengan berbagai tujuan. Diantara para peneliti terdahulu adalah Wiryosujono dan Hainim (1975), Sikumbang dan Sanyoto (1981) dan Smith (1983)

Batuan tertua di Pulau Buton adalah suatu kompleks batuan malihan, meliputi kompleks Mukita dan kompleks Lakansai yang berumur Paleozoikum (pra-Trias). Komplek Mukita tersusun dari batuan malihan sekis, filit dan batu gamping kristalin, sedang kompleks Lakansai tersusun dari runtunan batuan malihan berderajat rendah, yaitu batuan malihan kwarsit miksa yang berselingan dengan filit dan batu sabak. Komplek tersebut sering dikenal sebagai Doole Phyllite (Smith, 1983) dan dapat disebabakan dengan batuan malihan berderajat rendah di Pulau Buru yaitu Formasi Rana (Hartono dan Tjokrosapoetro, 1984).

Batuan Mesozoik yang terdapat di Pulau Buton dapat dibagi menjadi empat satuan, yaitu Formasi Winto, Formasi Ogena, Formasi Rumu dan Formasi Tobelo. Komplek ini dikenal sebagai Turumbia Sequence.

Sikumbang dan Sanyoto (1981) ; Smith (1983), menerangkan bahwa Formasi Winto berumur Trias Atas, terdiri dari sedimen klastik terigen, karbonat klastik dan pelagik. Sedimen klastik terigen tersebut membentuk runtunan "Flysh like deposite", yang merupakan perselingan serpih, batu pasir dan batu gamping yang diendapkan dalam lingkungan "outer shelf to basinal depth". Selaras diatas Formasi Winto adalah Formasi Ogena yang berumur Yura Bawah yang terdiri dari batu gamping berlapis baik, kadang-kadang berselingan dengan napal diendapkan dalam lingkungan "outer shelf to basinal depths". Selaras diatas Formasi Ogena adalah Formasi Rumu yang terdiri dari kalsilitit, napal, batu lumpur dan kalkarenit lempungan yang berumur Yura Atas. Formasi ini diendapkan pada lingkungan "neritik to bathyal depths". Formasi Ogena ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Tobelo. Formasi tersebut terutama tersusun oleh kalsilitit dengan sisipan rijang dan di beberapa tempat disertai buncak rijang.

Batuan sedimen Neogen menutupi sebagian besar Pulau Buton yang terdiri dari 2 formasi, yaitu : Formasi Tondo dan Formasi Sampolawa. Sedimen klastik terdiri dari Konglomerat, batu pasir krikilan, setempat terdapat batu pasir, batu lanau dan batu lempung yang merupakan runtunan ciri turbidit berpendapat bahwa sedimen klastik tersebut diatas diendapkan dalam cekungan Lasalimu, sedangkan perselingan batu pasir, batu lanau dan batu lempung diendapkan dalam cekungan Langkalome.

Secara keseluruhan sedimen klastik dari Formasi Tondo ini ditafsirkan sebagai endapan kipas bawah laut "inter-outer submarine fan" dan merupakan sedimen "gravity flows" pada lingkungan bawah laut yang diendapkan dalam lingkungan neritik hingga bathial. Datas batuan Formasi Tondo terletak secara selaras Formasi Sampolakosa yang terdiri dari napal Globigerina dan sisipan kalkarenit berlapis (Sikumbang dan Sanyoto, 1981; Wiryosujono dan Hainim, 1975). Sebaran batuan Formasi Sampolakosa ini menutupi hampir sebagian Pulau Buton.

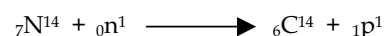
Umur dan lingkungan pengendapan dari Formasi Sampolakosa ini adalah Miosen Akhir - Pliosen Akhir, yang diendapkan dalam lingkungan pengendapan dalam bathial hingga neritik luar.

Formasi Sampolakosa ditutupi secara tidak selaras bersudut oleh satuan batuan gamping terumbu Kuartar. Hubungan ketidak selarasan tersebut didasarkan pada indikasi kemiringan dalam Formasi Sampolakosa dengan sudut 10° - 30°, memperlihatkan lipatan-lipatan yang jelas dan kemiringan perlapisan batu gamping terumbu dari 10° - 20° yang lebih mirip disebabkan oleh pengangkatan dari aktivitas lipatan. Tetapi Smith (1983), berpendapat bahwa hubungan Formasi Sampolakosa dengan batu gamping terumbu adalah perubahan fasies. Perkembangan batu gamping ini sangat baik dan dapat dijumpai disepanjang pantai Pulau Buton dan Pulau Muna. Singkapan terbaik adalah di Tanjung Lombe, Tanjung Labokeh dan Desa Kondawa.

Metoda Penelitian

Metoda penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah membuat penampang undak laut terukur untuk undak laut Kuartar. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui runtunan undak laut secara rinci serta ketinggiannya dari rata-rata muka laut. Pengambilan fosil-fosil koral yang belum mengalami rekristalisasi untuk penentuan umur mutlak dengan menggunakan metoda C^{14} dan Thorium-Uranium di laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dan Groeningen, Belanda.

Percobaan yang pernah dilakukan Kurie (1934) yaitu dengan penembakan atom Nitrogen (N^{14}) oleh partikel netron menghasilkan isotop C^{14} dengan memancarkan proton, reaksinya adalah :



Montgomery (1939) menduga bahwa kemungkinan isotop C^{14} terbentuk diatmosfir melalui interaksi netron sinar kosmik dengan nitrogen. Dugaan ini timbul setelah sebelumnya Locker dan Rumbaugh (1936) menemukan netron sinar kosmik.

Pentarikhan endapan karbon dari percontoh tertentu dengan menggunakan metoda radiokarbon didasarkan atas anggapan bahwa proporsi isotop C^{14} terhadap karbon diudara "relatif tetap" sejak zaman purba hingga saat ini, sehingga sisa aktivitas radioaktif suatu percontoh berkorelasi dengan umur semenjak percontoh tersebut tidak lagi menunjukkan aktivitasnya kehidupan yang dapat dihitung atas penggunaan harga waktu paruh peluruhan isotop C^{14} (Libby, 1951 ; Karlen, 1966).

Isotop C^{14} di atmosfir yang berada dalam bentuk $^{14}CO_2$, memasuki jaringan tanaman melalui proses fotosintesis atau penyerapan akar, dan selalu berada dalam kesetimbangan selama tanaman itu masih hidup. Begitu pula pada hewan mengandung jumlah isotop C^{14} yang relatif tetap, karena hewan memakan tanaman atau menyerap ion-ion senyawa karbon di hidrosfir.

Pada saat tanaman atau hewan (mahluk hidup) mati, maka penyerapan isotop C^{14} akan terhenti, sehingga kandungan isotop C^{14} akan menurun karena proses peluruhan. Sisa aktivitas dalam jaringan tanaman atau hewan dapat menunjukkan lamanya waktu setelah kematian.

Peluruhan zat radioaktif berdasarkan pada reaksi orde satu, dimana banyak zat yang meluruh berbanding lurus dengan konsentrasinya. Persamaan dapat ditulis sebagai berikut :

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda (N)$$

$$-\int \frac{dN}{N} = \lambda \int dt$$

$$-\ln \frac{N}{N_0} = \lambda t$$

$$\ln \frac{N_0}{N} = \lambda t$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N} \quad \text{dimana} \quad \lambda = \frac{1}{t^{1/2}}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N} \quad \text{dimana} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t^{1/2}}$$

$$t = \frac{t^{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{N_0}{N}$$

$$t = \frac{5568}{0,963} \ln \frac{N_0}{N}$$

N_0 = aktivitas isotop C^{14} pada saat tanaman dan hewan (mahluk hidup lainnya) itu masih hidup.

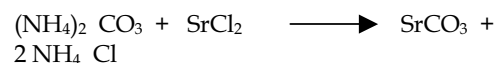
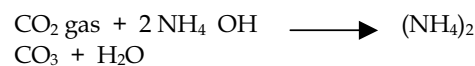
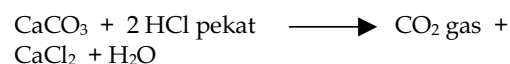
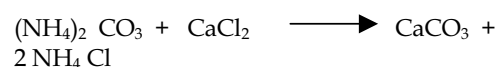
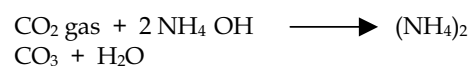
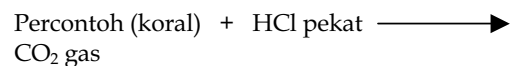
N = aktivitas isotop C^{14} dalam mahluk hidup yang telah mati.

λ = konstanta peluruhan.

$t^{1/2}$ = waktu paruh.

Proses penarikhan radiokarbon dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. Tehnik pengukuran dilakukan pada fasa gas yaitu gas asetilena (C_2H_2).

Tahap reaksi pembentukan gas tersebut adalah sebagai berikut :



(bebas tritium)

(asetilena)

Gas asetilena yang terbentuk dialirkan kedalam detektor "Multi Anoda Anticoincidence", dengan menggunakan rumus dan konstanta-konstanta tertentu maka dapat dihitung umur dari percontoh yang dianalisa.

Stratigrafi Undak Laut

Seperti pada pulau-pulau busur banda lainnya, di Pulau Buton terbentuk undak laut yang terdiri dari batu gamping terumbu terangkat mencapai ketinggian ± 400 meter di atas muka laut di puncak Tanjung Labokeh, daerah Sampolawa. Terumbu karang juga mencapai ketinggian ± 100 meter di atas muka laut di desa Kondawa, Kecamatan Pasarwajo dan ± 110 meter diatas muka laut di Tanjung Lombe, Baubau.

Sebuah lintasan pengukuran rinci dengan menggunakan alat ukur Theodolit yang bertitik ikat pada muka laut terendah dilakukan di kawasan pantai Tanjung Labokeh dan sebuah lintasan pengukuran dari penelitian terdahulu memberikan gambaran bahwa pada daerah ini terumbu karang dengan bentukan morfologi undak laut telah mengalami proses pengangkatan tektonik dan merupakan rekaman yang baik dari perubahan muka laut dimasa lalu.

Empat undak laut utama dan lebih dari lima sub-undak laut berkembang di daerah ini mencapai ketinggian 400 meter diatas muka laut merupakan indikasi adanya aktivitas pengangkatan di pantai selatan Pulau Buton dibandingkan dengan daerah lainnya seperti Pulau Muna, Pulau Siempu dan Pulau Kadatuang, akan tetapi tidak sebaik seperti di kawasan pantai Sampolawa.

a. Undak Laut Holosen

Kawasan pantai Tanjung Labokeh, undak laut terendah (termuda) berumur Holosen mempunyai permukaan yang cukup lebar dan kasar akibat erosi gelombang laut. Di beberapa tempat undak laut Holosen ini menghilang, mungkin disebabkan karena erosi laut yang sangat kuat, terbukti dengan sisa puing-puing yang tertinggal memiliki ketinggian yang sama.

Di kawasan pantai kampung Tira tersingkap undak laut Holosen dengan ketinggian 30 sentimeter di atas muka laut terendah dengan

lebar lantai kurang lebih 75 meter dari garis pantai. Permukaan lantai tampak kasar dan banyak dijumpai fosil koral jenis *Purites*.

Undak laut Holosen di kawasan pantai desa Kondawa tidak berkembang dengan baik, terbukti dari lantai undak laut terendah fosil koral yang dijumpai sudah mengalami rekristalisasi. Dengan indikasi rekristalisasi koral dapat diduga bahwa undak laut terendah di kawasan pantai ini undak laut tua yang terbentuk pada Interglasial. Demikian juga pada kawasan pantai Nirwana dan Tanjung Lombe, kemungkinan daerah-daerah ini undak laut Holosen tidak terbentuk karena daerah-daerah tersebut mengalami penurunan (*subsidence*).

b. Undak Laut Interglasial

Karena tingkat rekristalisasi dari fosil koral yang dijumpai maka undak laut pertama, yang berbatasan dengan garis pantai, ditafsirkan sebagai undak laut yang terbentuk pada Interglasial.

Morfologi kawasan pantai Tanjung Labokeh membentuk tebing dengan kemiringan 90° dan ketinggian 5 - 35 meter dari muka laut. Seluruh permukaan tebing memperlihatkan lekukan-lekukan akibat erosi gelombang laut, biasa disebut sebagai takik (*notches*) yang cukup dalam antara 1 - 3 meter. Pada tebing yang memiliki ketinggian lebih dari 5 meter memperlihatkan takik-takik erosi laut lebih dari satu bersusun mengindikasikan dua proses telah terjadi dalam waktu yang bersamaan yaitu proses pengangkatan kawasan pantai dan terjadinya fluktuasi permukaan air laut. Sebuah tebing dekat desa Tira memiliki ketinggian 35 meter dari muka laut memperlihatkan takik lebih dari 4 susun memberikan gambaran bahwa setiap takik mewakili satu muka air laut, maka pada daerah ini dapat merekam lebih dari 4 muka air laut purba.

Sebuah lintasan pengukuran ketinggian dan bentukan morfologi undak laut terinci dilakukan di dekat desa Tira memberikan gambaran undak laut terdiri dari 4 undak laut utama yang pada setiap undaknya memiliki beberapa anak undak (*substep*).

Pada lintasan pengukuran, undak laut utama pertama memiliki anak undak dua buah dengan ketinggian masing-masing 18,3 dan 32,8 meter diatas muka laut surut. Masih

disangsikan umur dari undak laut ini apakah berumur Holosen ataukah lebih tua.

Undak laut ke dua juga memiliki sedikitnya lima anak undak yaitu dengan ketinggian 74,1 ; 90,8 ; 118,3 ; 143,4 dan 173,8 meter diatas muka laut surut. Untuk undak laut kedua, ketiga dan keempat dapat diyakini dari derajat rekristalisasi berumur tua.

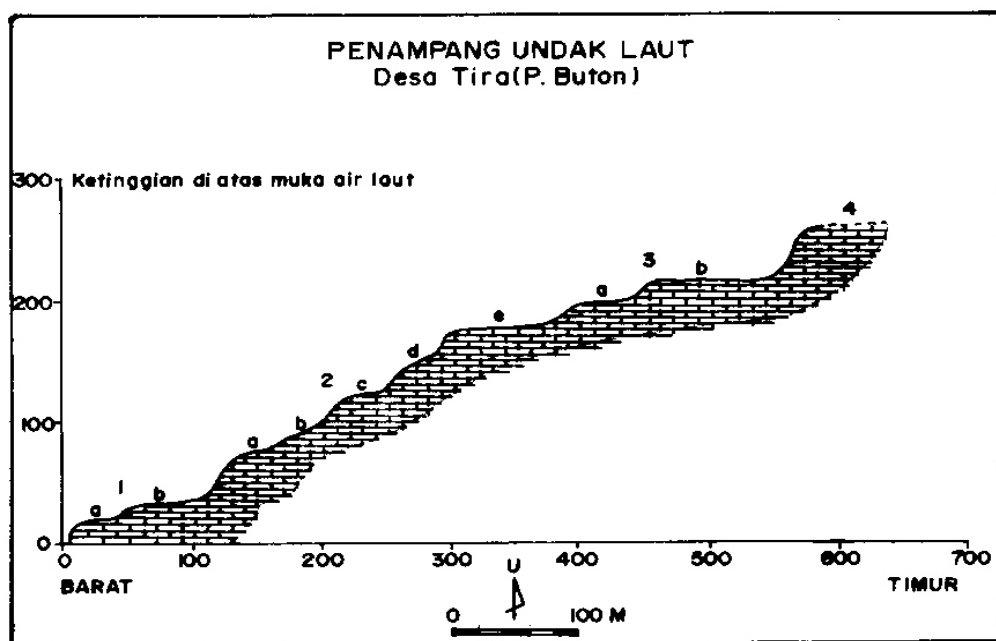
Undak laut ke tiga memiliki dua anak undak yang mencapai ketinggian 195,4 dan 211,5 meter diatas muka laut surut. Undak laut ke empat merupakan undak laut tertinggi didaerah telitian mencapai ketinggian 255,9 diatas muka laut surut. Undak laut ke empat membentuk permukaan yang rata pada puncaknya dan tersusun dari batu gamping kristalin, keras dan sulit menjumpai contoh koral yang segar. Pada tebing undak (scarp) sering membentuk gua-gua yang merupakan jejak sungai bawah tanah purba dan juga membentuk takik-takik yang mencirikan erosi muka air laut purba. (Gambar. 2)

Perubahan Muka Air Laut Kuartar

Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan muka air laut dunia dengan kata lain muka air laut eustatik mengalami perubahan. Adapun faktor-faktor penyebab tersebut antara lain :

- adanya pengangkatan atau penurunan kerak bumi akibat epirogenesis atau orogenesis, yang bisa disebut sebagai "Tektonik Eustatik"
- adanya pengangkatan atau penurunan kerak bumi akibat perubahan jumlah beban sedimentasi yang mempengaruhi dimensi cekungan atau "Sedimento-Eustatik"
- adanya perubahan volume air laut yang diakibatkan oleh pengglasian yang menyebabkan pembekuan serta penambahan volume es dikedua kutub bumi. Faktor ini dipengaruhi oleh perubahan suhu pada atmosfera, yang bisa disebut sebagai "Glacial-Isostasi"
- adanya perubahan atau pergerakan lantai samudra karena sejumlah besar sedimen dasar laut dari cekungan lantai samudra menunjam disebabkan oleh proses subdaksi. Belum banyak diketahui berapa banyak pengaruh proses ini terhadap perubahan muka air laut apabila dibandingkan dengan aktivitas tepian benua. Hal ini disebut sebagai "Erosi-Tektonik"

Sejumlah penelitian serta diagram perubahan muka air laut sudah dibuat untuk perioda maksimum akhir glasial hingga saat ini. Data kenaikan muka air laut pada awal glasial sudah didokumentasikan dari beberapa



Gambar 2

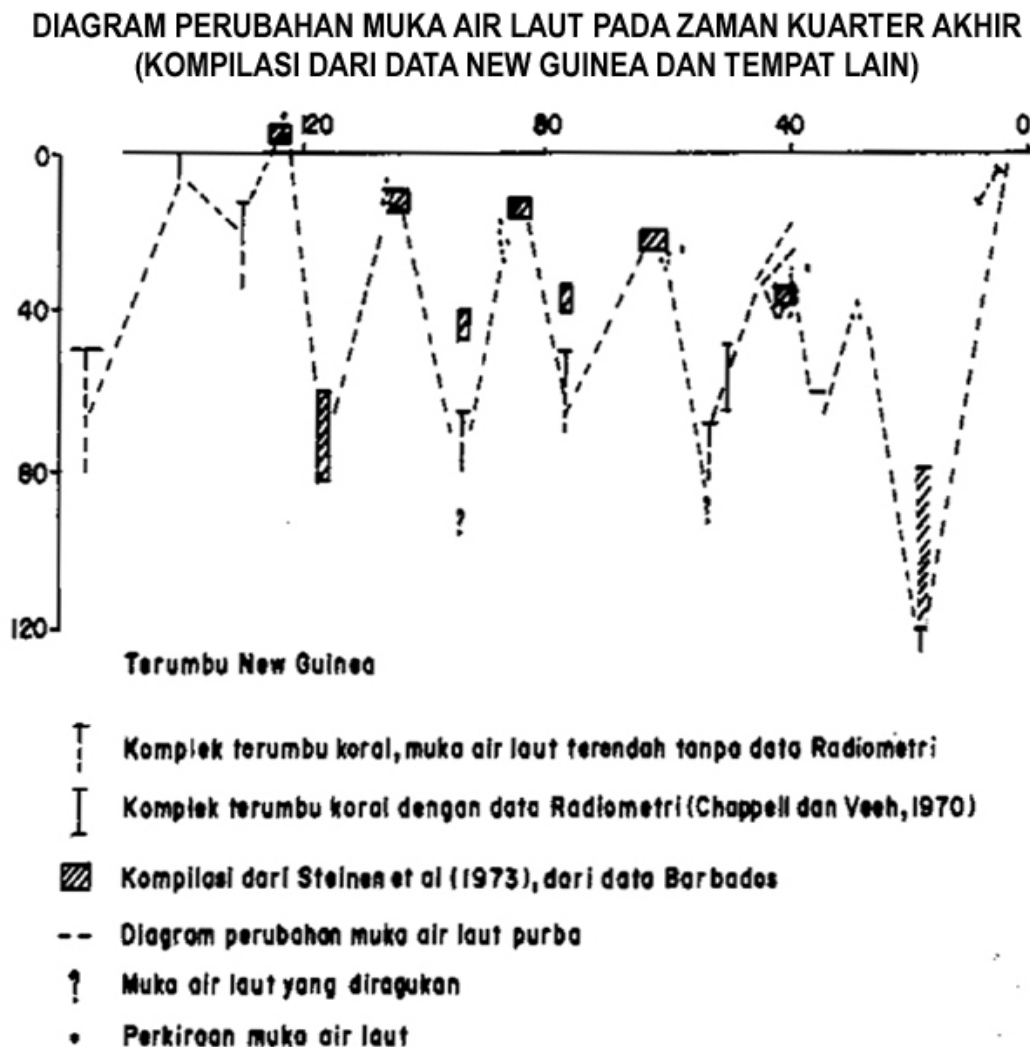
daerah di dunia dan ternyata hal ini mempunyai kaitan erat dengan pencairan es di kedua kutub bumi, khususnya dibelahan bumi utara (Bloom, 1977).

Suatu diagram perubahan muka air laut pada zaman Kuarter sudah dibuat oleh Chappell dan Veeh, 1974, yang ditunjang oleh data penanggalan Radiometri (C^{14}) dan $^{230}Th/^{234}U$ dari beberapa daerah di dunia antara lain Barbados, Ryukyu, Timor Timur, New Zealand dan Papua New Guenia. (Gambar 3).

Dari diagram menunjukan muka air laut pada 125.000 tahun lalu + 6 meter di atas muka air

laut saat ini. Sedangkan pada 20.000 tahun lalu -120 meter di bawah muka air laut saat ini. Perubahan tersebut berlangsung juga antara 12.000 tahun dan 20.000 tahun lalu. Setiap puncak perubahan muka air laut ini ditandai dengan pembentukan undak laut.

Sejak 18.000 tahun lalu muka air laut naik tanpa tenggang waktu hingga mencapai ketinggian yang sama dengan muka air laut pada 7.000 tahun lalu. Pada umumnya geologiawan berpendapat bahwa sejak 18.000 tahun lalu suhu atmosfer di bumi mengalami kenaikan yang mengakibatkan mencairnya



Gambar 3 dari Chappell dan Veeh (1974)

sebagian es di kedua kutub bumi dan mengakibatkan bertambahnya volume air laut di dunia. Setelah 7.000 tahun lalu suhu atmosfer relatif konstan hingga dewasa ini. Walaupun demikian sejumlah geologiawan berpendapat bahwa muka air laut saat ini mengalami penurunan sebanyak - 2 meter sampai - 3 meter di bawah muka laut pada 7.000 tahun lalu. Hal ini berarti adanya penurunan suhu atmosfer pada saat ini dan perubahan muka air laut hanya dipengaruhi oleh proses glasial saja (Bloom, 1974).

Kondisi pantai pada daerah penyelidikan sangat dipengaruhi oleh perubahan muka air laut dan pergerakan vertikal pada zaman Kuarter. Hal ini ditandai oleh adanya undak laut yang meninggi kearah darat sampai ratusan meter diatas muka laut dewasa ini. Walaupun demikian daratan itu sendiri memperlihatkan pengaruh pengangkatan dan penurunan secara tektonik.

Di daerah Pulau Buton, undak laut terbentuk secara sempurna oleh kegiatan perubahan air laut di zaman Kuarter. Akan tetapi tidaklah mudah untuk mengetahui bilamana undak laut itu terbentuk dan menentukan umurnya secara tepat, karena sulitnya mendapatkan fosil yang memenuhi syarat untuk penelitian di laboratorium Radiometri. Walaupun demikian masih dijumpai 15 pemercontoh fosil yang diharapkan dapat memberikan umur mutlak dengan menggunakan metoda C^{14} yang dilakukan oleh Laboratorium Kuarter, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dan kerjasama dengan Laboratorium Penanggalan Radio Carbon di Grooningen, Belanda.

Pembahasan

Pemercontoh terumbu karang ditemukan dikawasan pesisir desa Tira hingga desa Kondawa sebanyak 15 buah yang masing-masing seberat 500 gram. Dari kelimabelas pemercontoh tersebut hanya beberapa saja yang dapat dilakukan pentarikan umur mutlaknya dengan methoda C^{14} , karena hampir seluruh pemercontoh telah mengalami rekristalisasi. Kondisi tersebut akan memberikan hasil pentarikan yang tidak sesuai dengan umur sebenarnya, pentarikan akan memberikan umur lebih muda dari umur terumbu karang itu sendiri.

Dari hasil pentarikan C^{14} yang dilakukan oleh Laboratorium Grooningen, Belanda dan Laboratorium Radiocarbon Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, menghasilkan pentarikan sebagai berikut :

No	Nomor Sample	Umur	Lokasi
1.	GrN - 13111 TMC - 16DM - 01	1460 $\pm$ 50 yr BP	Tj. Labokeh, Buton
2.	GrN - 13112 TMC - 17DM - 02	> 41,000 yr BP	Tj. Labokeh, Buton
3.	GrN - 13114 TMC - 18DM - 03	> 39,000 yr BP	Tj. Labokeh, Buton
4.	GrN - 13114 TMC - 19 DM - 04	> 44.000 yr BP	Tj. Labokeh, Buton
5.	Tira II - BTN - PA - 02	3130 $\pm$ 120 yr BP	Tira, Buton
6.	Tira III - BTN - PA - 03	2850 $\pm$ 120 yr BP	Tira, Buton
7.	KDW - 2 - BTN - PA - 04	> 40.000 yr BP	Kondawa, Buton

Yr BP = Year Before Present

Ketujuh hasil pentarikan dari tujuh pemercontoh hanya tiga yang memiliki nilai nyata, yaitu pemercontoh GrN-13111 TMC-16DM-01, Tira II - BTN - PA - 02 dan Tira III - BTN - PA - 03, sedangkan keempat pemercontoh lainnya dengan nilai relatif tidak dapat dipergunakan untuk mengetahui kecepatan pengangkatan daerah telitian.

Pemercontoh GrN-13111 TMC-16DM-01 menghasilkan umur 1460 $\pm$ 50 yr BP dijumpai pada ketinggian 1.3 meter diatas muka laut tepatnya di dekat desa Bahari menghasilkan kecepatan pengangkatan 0.8 mm/tahun, Tanjung Labokeh, Kecamatan Sampolawa. Sedangkan pemercontoh Tira II - BTN - PA - 02 dan Tira III - BTN - PA - 03 menghasilkan umur 3130 $\pm$ 120 yr BP dan 2850 $\pm$ 120 yr BP ditemukan pada ketinggian 2.8 meter dan 2.1 meter diatas muka laut dekat desa Tira, Kecamatan Sampolawa menghasilkan kecepatan pengangkatan 0.8 mm/tahun dan 0.7 mm/tahun.

Hampir seluruh pemercontoh yang didapat berasal dari undak I yang berkembang

dikawasan pantai Desa Tira, Kondawa dan Tanjung Labokeh dengan ketinggian antara 2 – 3 meter diatas muka laut, walaupun demikian sebagian berumur terumbu karang tersebut berumur lebih tua dari 40 000 tahun hal ini ditafsirkan sebagai terumbu karang yang berasal dari hasil rombakan undak laut tua karena aktivitas gelombang saat pembentukan undak laut muda. Kemungkinan kedua adalah kesalahan perhitungan laboratorium, karena umur yang dihasilkan relatif singkat, hanya berkisar 0 – 40.000 tahun untuk C^{14} maka sering terjadi kesalahan perhitungan, oleh sebab itu perlu dilakukan kalibrasi antara laboratorium pada pemercontoh yang sama. Kemungkinan ketiga adalah sulitnya memisahkan antara material terumbu karang dan kristal kalsit yang dapat membuat rancu dalam penentuan pentarikan secara akurat.

Dalam menghitung kecepatan pengangkatan kawasan pesisir Kecamatan Sampolawa akan digunakan metoda rata-rata serta mengambil pemercontoh yang terhitung pentarikannya untuk bisa mendapatkan kecepatan pengangkatan yang lebih pasti pada undak laut termuda yang dapat berlaku pada undak-undak laut tua diatasnya.

Kesimpulan

Empat undak laut utama dengan anak-anak undaknya telah diukur secara cermat dengan menggunakan alat ukur Theodolite dan diamati di lokasi penelitian, khususnya di pantai Desa Tira, Desa Kondawa dan Tanjung Labokeh semuanya dalam kawasan Kecamatan Sampolawa, tidak kurang dari 15 pemercontoh telah diambil untuk selanjutnya dikirim dan dilakukan penanggalan di laboratorium C^{14} Grooningen dan laboratorium Radiokarbon di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Dari hasil penelitian, pengamatan dilapangan serta ditunjang hasil penanggalan dari dua laboratorium radiokarbon, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Urut-urutan undak laut di Kawasan Pantai Kecamatan Sampolawa, Buton Selatan, telah dilakukan pengukuran secara akurat, pengambilan pemercontoh telah dilakukan dari undak laut terendah hingga undak-undak diatasnya yang lebih tua. Pentarikan

dengan menggunakan metoda Radiokarbon hanya dapat memberikan solusi bagi undak laut berumur Holosen saja (berumur muda) sedangkan yang berumur lebih dari 40 000 tahun harus digunakan metoda lain yang memadai. Akan tetapi, setidaknya dapat disimpulkan bahwa undak-undak laut yang terdapat diatas undak laut terendah terbentuk tidak dikala Holosen tapi kemungkinan dari waktu interglasial dimasa lalu, seperti 42 000, 60 000, 80 000 tahun lalu atau dari 125 000 tahun lalu. Angka-angka tersebut menunjukan puncak-puncak dari perubahan muka laut pada interglasial akhir.

Berdasarkan data radiometri yang telah dihasilkan oleh laboratorium Grooningen, Belanda, sebuah pemercontoh yang mewakili kawasan Tanjung Labokeh memberikan pentarikan 1460 ± 50 tahun pada ketinggian 1.3 meter dari muka laut rata-rata, maka dapat dihasilkan kecepatan pengangkatan kawasan ini adalah 0.8 mm/tahun. Sedangkan untuk kawasan Desa Tira dihasilkan pentarikan 3130 ± 120 tahun dan 2850 ± 120 tahun dengan ketinggian 2.8 dan 2.1 meter dari muka laut rata-rata, maka dihasilkan kecepatan pengangkatan 0,8 mm/tahun dan 0.7 mm/tahun. Akan tetapi perhitungan ini akan menemui kesalahan jika muka laut saat ini lebih rendah -2 meter dibawah muka laut 7000 tahun lalu dalam artian kawasan ini tidak mengalami pengangkatan dalam masa Holosen. Tapi jika muka laut saat ini memiliki ketinggian yang sama dengan muka laut rata-rata 7000 tahun lalu berarti proses pengangkatan terjadi dengan kecepatan rata-rata antara 0.7 – 0.8 mm/tahun.

Secara regional, proses pengangkatan Pulau Buton lebih cepat jika dibandingkan dengan Pulau Muna, hal ini ditafsirkan dari undak laut tertinggi yang tersebar diseluruh Pulau Buton mencapai 250 meter dari muka laut rata-rata sedangkan di Pulau Muna tidak lebih tinggi dari 100 meter diatas muka laut rata-rata. Para peneliti terdahulu berpendapat adanya sesar aktif yang memisahkan kedua pulau tersebut dan membuat proses pengangkatan kedua pulau tersebut berbeda pula.

Ucapan Terima kasih

Dari masa persiapan hingga penulisan karya tulis ilmiah ini dibuat, banyak pihak terlibat, membantu serta memberikan dorongan agar terwujudnya karya tulis ilmiah ini. Penulis ingin menyampaikan rasa terimakasihnya yang tak terhingga kepada semua pihak akan tetapi karena keterbatasan tempat maka tidak semua dapat dituliskan. Yang utama penulis ingin sampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan
- Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Laboratorium Kuarter, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi yang memberikan kesempatan dalam penentuan umur 3 fosil terumbukarang.
- Laboratorium Radio Carbon Grooning, Belanda, memberikan kemudahan dalam pemanfaatan fasilitas laboratorium, khususnya dalam penanggalan umur 4 buah fosil terumbukarang
- Seluruh kawan-kawan penyunting dan Dewan Redaksi Jurnal Geologi Kelautan
- Seluruh kawan-kawan yang tak tersebut namanya.

Daftar Pustaka

- Bloom, A.L., W.S. Broecker, J.M.A. Chappell, R.K. Matthew, and K.J. Mesolella, 1974, *Quaternary sea level fluctuation on a tectonic coast : new $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dates from the Huon Peninsula, New Guinea*.
- Bloom, A.L. 1977, *Atlas of sea level curves. Internasional Geological Correlation Programme Project 61. (Sea-level Project)*.
- Chappell, J.M.A. and H.H. Veeh, 1974, *Late Quaternary tectonic movements and sea level changes at Timor and Atauro Island*.
- Hartono HMS dan S. Tjokrosapoetro, 1984, *Peta Geologi Lembar Buru, Maluku, Sekala 1 : 250.000*.
- Karlen, I., I.U. Olsson, P. Kallberg, and S. Kilicci., 1966, *Absolut determination of the activity of two C^{14} dating standards*. Arkiv Geofysik, 6. 465 - 471.
- Kurie, F.N.D., 1993, *A new mode of disintegration induced by neutrons*. Phys. Rev., 45, 904 - 905.
- Libby, W.F., 1951, *Radiocarbon dating*, the university of Chicago press, Chicago.
- Locker, G.L., 1933, *Neutrons from cosmic-ray stösse*. Phys. Rev., 44, 779 - 781.
- Montgomery, C.G., and D.D. Montgomery., 1939, *The intensity of neutrons of thermal energy in the atmosphere at sea level*. Phys. Rev., 56. 10 - 12.
- Sikumbang, N. Dan P. Sanyoto., 1981, *Peta Geologi Lembar Buton dan Muna, Sulawesi Tenggara, Sekala 1 : 250.000*, S 81 - 4.
- Smith, R.B., 1983 *Sedimentary and tectonics of a Miocene collision complex and overlying late orogenic clastic stata : Buton island, Eastern Indonesia*. Unpubl. Ph.D. thesis, University of California, Santa Cruz.
- Wirjosujono, S. dan J.A. Hainim., 1975, *Cenozoic sedimentation in Buton island, Southeast Sulawesi*. Pross. Reg. Conf. Geol. Min. Res. S.E. Asia. p. 109 - 119. ❖