

# PENGARUH PENGANGKATAN DAN PERUBAHAN POLA SEDIMENTASI TERHADAP SEBARAN PASIR BESI DI PESISIR DAN PERAIRAN PANTAI BAGIAN BARAT PULAU TALAUD SULAWESI UTARA

## *UPLIFTED AND SEDIMENTARY CHANGES TO IRON SAND DISTRIBUTION ON COASTAL TALAUD ISLAND, NORTH SULAWESI*

Hananto Kurnio, Muhammad Akrom Mustafa dan Udaya Kamiludin

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No. 236 Bandung-40174

Diterima : 28-04-2014, Disetujui : 28-07-2015

### ABSTRAK

Hasil penelitian sumber daya pasir besi di pesisir barat Pulau Talaud, menyimpulkan bahwa sebarannya sebagian dikontrol oleh proses tektonik aktif yang berlangsung sekarang berupa pengangkatan yang mengakibatkan perubahan pola sedimentasi. Proses tektonik ini mengakibatkan terangkatnya bagian barat Pulau Talaud, yang ditunjukkan oleh terdapatnya terumbu-terumbu karang yang mati. Peristiwa ini berhubungan dengan gempa bumi di laut sebelah barat pulau yang terjadi pada tahun 2009 dengan magnitudo 7,2 skala Richter, kedalaman episenter kurang dari 35 kilometer. Proses pengangkatan ini, sekitar 1 meter berdasarkan informasi penduduk setempat, mengakibatkan terjadinya fenomena re-distribusi endapan pasir besi. Pasir besi di pesisir tersebar ke arah laut membentuk dangkalan-dangkalan (shoals), yang tampak jelas pada saat air laut surut.

**Kata kunci:** pengangkatan, perubahan pola sedimentasi, pasir besi, Perairan Pulau Talaud

### ABSTRACT

*Results of research on iron sand resource in coastal zone of Talaud Island concluded that its distribution is partly controlled by active tectonic process which took the form of uplifting and changing of sedimentation pattern. This tectonic process was causing uplifting of western side of Talaud Island, which is shown by mortality of coral reefs. This event was related to a 2009's earthquake of 7.2 Richter scale which was located at the sea west of the island, epicenter depth less than 35 kilometers. The uplifting process, approximately 1 meter based on local residence information, generates phenomenon of redistribution of iron sand deposit. The iron sand is distributed toward sea forming shoals, which is clearly could be seen during low tide.*

**Key words:** *uplift, sedimentation pattern change, iron sand, Talaud Island Waters*

### PENDAHULUAN

Kepulauan Talaud merupakan kompleks kepulauan di sebelah utara Pulau Sulawesi. Bersama Talaud terdapat juga Kepulauan Sangihe di sebelah barat daya, yang terpisah oleh laut terbuka sejauh sekitar 120 km. Menurut van Bemmelen (1949) pulau-pulau tersebut termasuk ke dalam zona fisiografi Maluku Utara. Di dalam zona ini terdapat dua sistem busur kepulauan, yaitu busur dalam vulkanik mulai dari Minahasa di Sulawesi melalui Sangihe hingga Mindanao-Filipina di utara; serta busur luar nonvulkanik yang membentuk Kepulauan Talaud. Busur dalam ini

mencapai kedalaman 1700 m di bawah muka laut, serta mendukung berkembangnya gunungapi-gunungapi aktif di Minahasa dan Sangihe. Berposisi pada busur luar, di Kepulauan Talaud terdapat koral yang terangkat hingga 50 m di atas muka laut di wilayah pantainya (van Bemmelen, 1949).

Fenomena neotektonik dan pengaruhnya terhadap distribusi pasir besi di wilayah pantai Pulau Talaud dicoba dikaji berdasarkan data penelitian lapangan maupun data sekunder. Data sekunder diantaranya berupa informasi kegempaan daerah ini serta citra-citra dan foto-

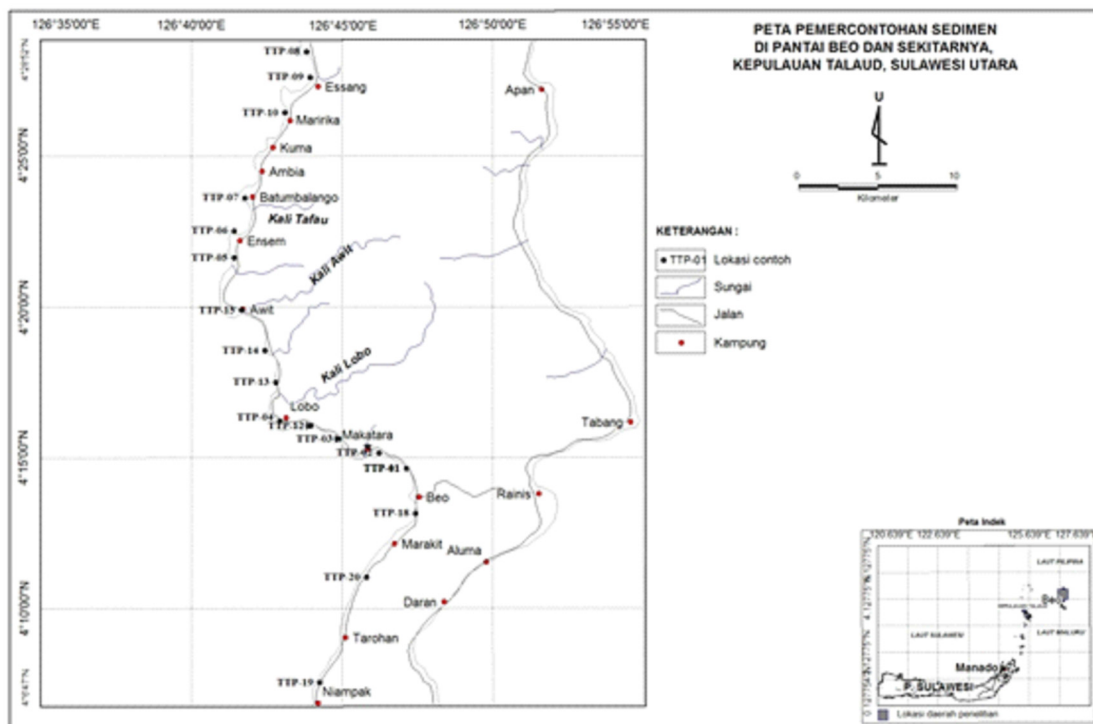
foto untuk melihat perubahan yang terjadi. Informasi lain yang diperoleh adalah kecepatan pengangkatan pulau-pulau Talaud dari pentarikan karbon contoh-contoh arang kayu dalam gua-gua koral di sebelah timur laut Pulau Karakelang.

Pemetaan pantai dilakukan di sepanjang pesisir barat Pulau Talaud, namun demikian pantai timur Pulau Talaud ditinjau pula; agar diperoleh gambaran menyeluruh pulau ini terutama kaitannya dengan aktivitas neotektonik. Pemetaan ini berupa pemetaan karakteristik pantai yang diarahkan untuk memetakan sebaran pasir besi. Sesuai dengan kaidah pemetaan karakteristik

penelitian (Gambar 1) beserta bahasan beberapa lokasi pengambilan contoh pasir besi di pantai.

## METODE

Metoda penelitian yang dilakukan adalah pemetaan karakteristik pantai disertai dengan pengambilan contoh-contoh pasir besi, sedimen dan batuan sepanjang pesisir wilayah barat Pulau Talaud. Mineral-mineral magnetit dipisahkan secara sederhana menggunakan magnet. Hasil magnetit yang sudah terpisah diprosentasikan terhadap seluruh berat contoh, sehingga nilai kadar pasir besi menggunakan persen.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan contoh di sepanjang pesisir sebelah barat Pulau Talaud.

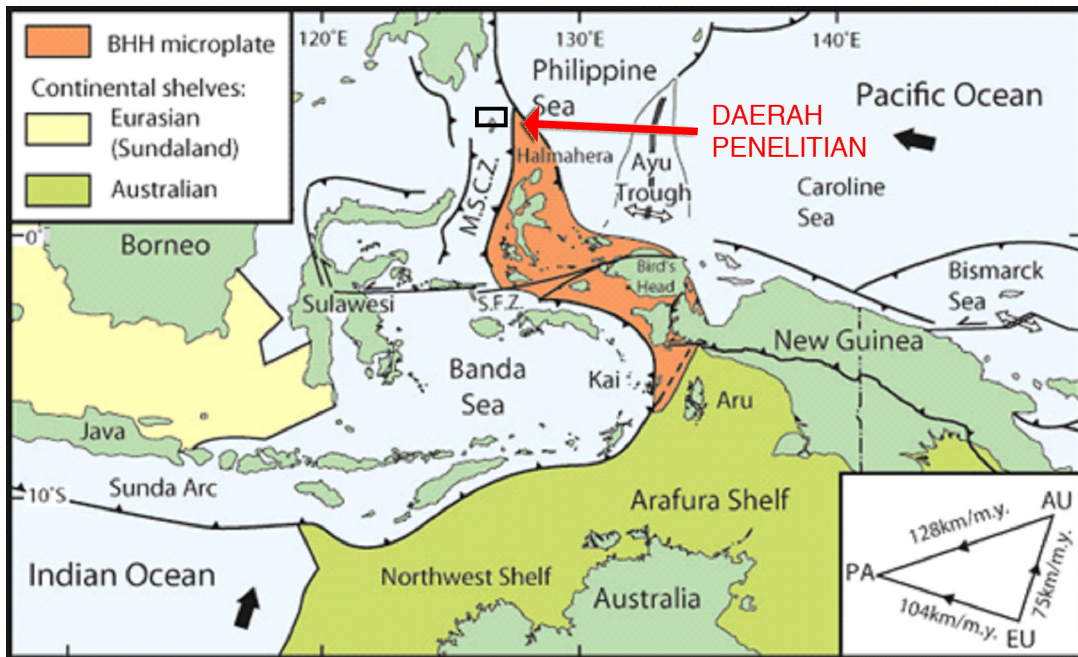
pantai, parameter-parameter yang diperhatikan adalah geologi, relief atau morfologi pantai dan karakter garis pantai. Geologi diarahkan pada jenis litologi apa yang diharapkan sebagai sumber pasir besi, demikian pula morfologi yang dibahas adalah bentang alam refleksi dari kondisi litologi asal pasir besi; sedangkan sebaran pasir besi termasuk dalam bahasan karakteristik garis pantai. Dari pemetaan tersebut diharapkan diketahui prospek pasir besi di wilayah pesisir barat Pulau Talaud. Pertimbangan pemilihan pesisir barat Pulau Talaud untuk dilakukan penelitian potensi pasir besi adalah berdasarkan informasi dan data sekunder, bahwa area ini lebih prospek. Berikut ini peta lokasi pengambilan contoh di pesisir barat daerah

Pengangkatan dan perubahan pola sedimentasi adalah didasarkan pada hasil pengamatan lapangan, yang tampak pada waktu melakukan pemetaan pantai, seperti: matinya terumbu karang, anomali penyebaran pasir besi yang membentuk dangkalan-dangkalan di perairan pantai, dan lain sebagainya; sedangkan bahasan neotektoniknya menggunakan data sekunder dan kajian pustaka.

## TINJAUAN GEOLOGI

### Tektonik

Nichols dan Hall (1999) membahas Cekungan Sulawesi. Daerah penelitian terletak di bagian timur cekungan di utara Pulau Sulawesi ini (Gambar 2) atau pada pertemuan Laut Sulawesi

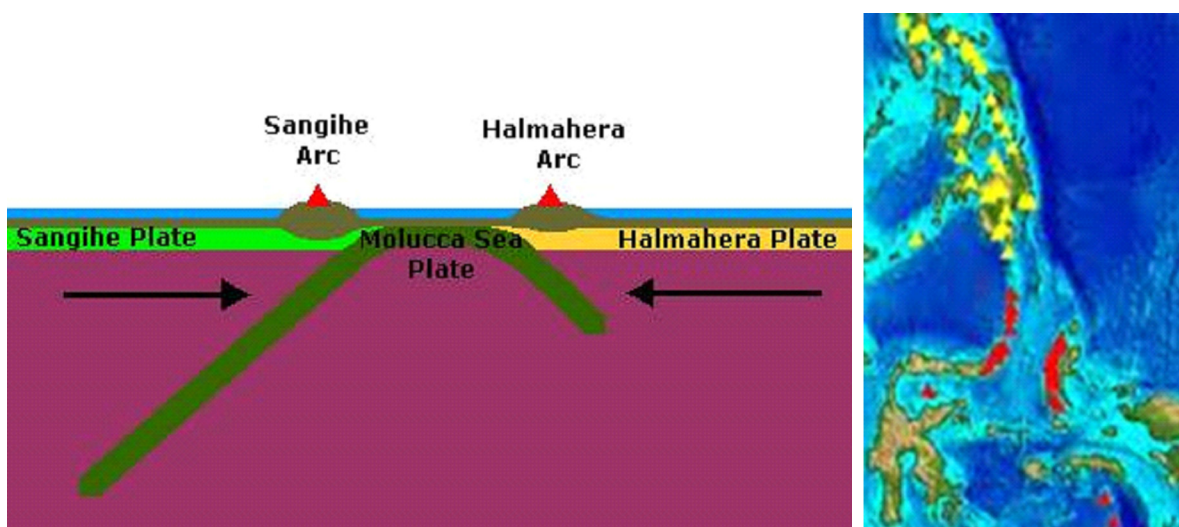


Gambar 2. Interaksi tiga megalempeng di Indonesia bagian timur (Pacific PA, Australia AU dan Eurasia EU), dan lokasi mikrolempeng Bird's Head-Halmahera (BHH). M.S.C.Z.: Molucca Sea Collision Zone. S.F.Z.: Sorong Fault Zone (Sumber: Charlton, 2014).

dan Laut Maluku bagian Utara. Pada gambar tersebut juga tampak bahwa secara regional daerah penelitian merupakan tempat berinteraksinya tiga mega-lempeng: Eurasia yang bergerak ke tenggara, Pasifik yang bergerak ke arah barat, serta Indo-Australia yang bergerak ke utara. Akibat aktivitas ini, daerah ini dikenal sebagai tempat aktivitas tektonik dan kegempaan aktif di dunia, disini dikenal fenomena penunjaman ganda atau “double subduction”. Kemudian, akibat

berkembangnya penunjaman berganda ini, diikuti pula oleh fenomena lainnya, yaitu aktivitas kegungupian berganda pula berupa dua deretan gunungapi-gunungapi yang sejajar yaitu jalur Sangihe – Sulawesi Utara dan jalur volkanik Halmahera barat.

Gejala ‘tilting’ teramati juga dari udara, yaitu terdapatnya pelamparan pasir yang lebar dan agak menjorok ke tengah laut di bagian barat dan selatan daerah penelitian (Gambar 4).



Gambar 3. Penunjaman berganda di Laut Maluku Utara (kiri, sumber: www.thewatchers.adorraeli.com). Jalur gunungapi berganda di Laut Maluku Utara; sebelah barat dari lengan utara Sulawesi hingga Pulau Sangihe, sebelah timur jalur volkanik tersebut berada pada pesisir barat Pulau Halmahera (kanan, sumber: www.thewatchers.adorraeli.com).





Gambar 4. Sisi barat bagian selatan Pulau Karakelang Kabupaten Talaud dari udara. Tampak pelamparan pasir yang lebar dan agak menjorok ke tengah laut di bagian kiri gambar, tampaknya sebagai salah satu indicator terangkatnya bagian barat pulau akibat aktivitas neo-tekonik (kiri). Gejala yang sama dapat diamati juga di bagian selatan Pulau Karakelang (kanan).

Menurut Belwood (1975) Kepulauan Talaud tidak memiliki gugusan karang penghalang atau 'barrier reef' serta lagun di balik gugusan karang tersebut; yang mengindikasikan ketidakstabilan tektonik dari kesemua kumpulan pulau yang terdiri dari Karakelang (terbesar), Salebabu dan Kabaruang. Keberlanjutan perkembangan terumbu karang yang tak terputus dari Pleistosen hingga Resen menunjukkan bahwa pulau-pulau Talaud terus mengalami gejala kenaikan, yang akan terus berlanjut di masa depan. Belwood juga menyatakan bahwa kecepatan kenaikan Talaud adalah 1,75 mm/tahun, yang mendekati 2 mm, suatu kecepatan yang sangat tinggi. Data perbandingan yang kami peroleh dari penelitiannya Hantoro et al (1994) pada terumbu karang di Pulau Alor Nusa Tenggara Timur, yang juga merupakan daerah tektonik aktif, diperoleh kecepatan kenaikan 1,0 hingga 1,2 mm/tahun. Data Talaud diperoleh dari pentarikhan atau 'dating' metoda karbon isotop dari contoh-contoh arang kayu yang diambil dari gua manusia purba di sebelah timur laut Pulau Karakelang (Belwood, 1975). Gua tersebut pada saat ini berada sekitar 7 meter di atas permukaan laut, serta umur arang kayu tersebut  $4030 \pm 80$  BP ('before present').

Rangin et al juga berpendapat bahwa Kepulauan Talaud merupakan bagian dari punggung dasar laut yang memanjang utara – selatan (Gambar 5). Ke arah Filipina punggung ini melebar, akan tetapi ke arah selatan menyempit dan cenderung 'mengayun' (swing) ke arah tenggara; yang tercermin pula dari bentuk-bentuk garis pantai pulau kearah yang sama. Pada

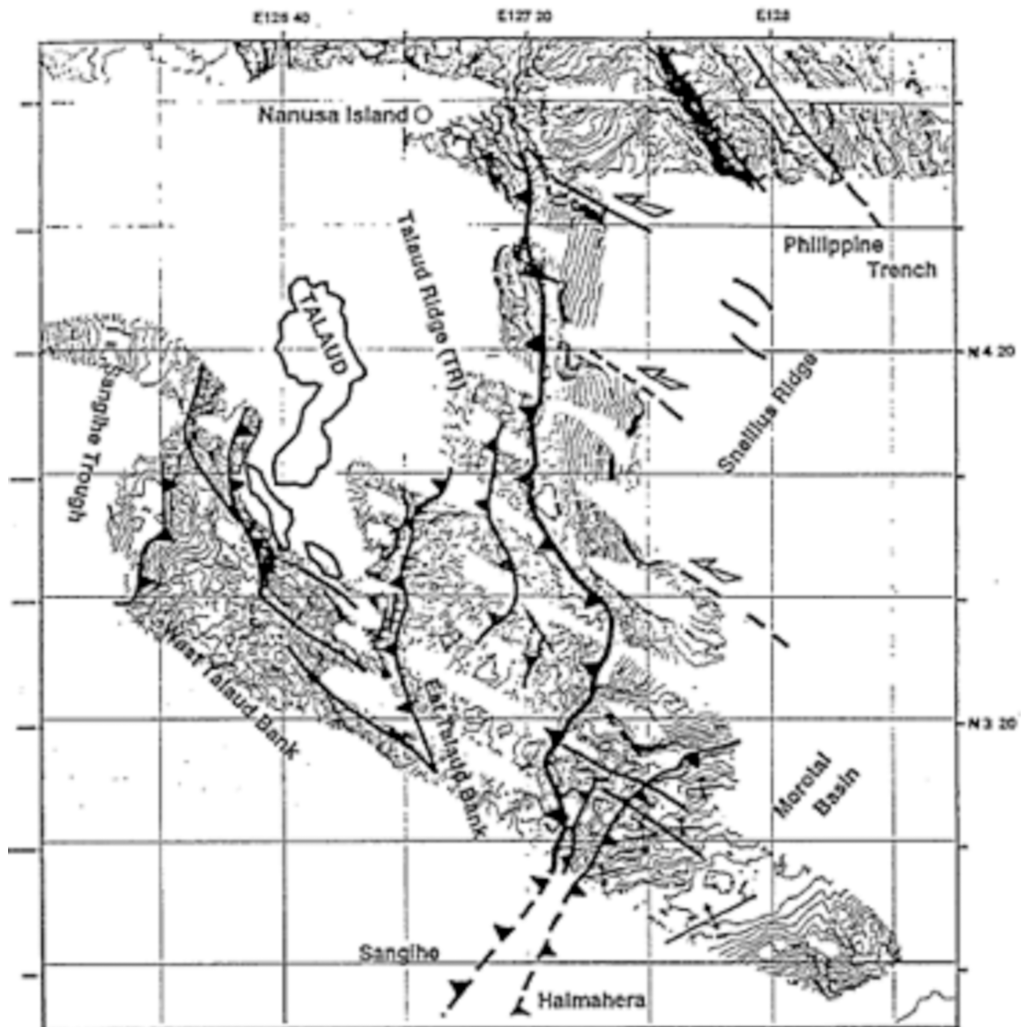
rekaman seismic penutup sedimen sangat tipis yang teramati di atas batuan dasar yang terdiri dari ofiolit dan batuan gunungapi busur kepulauan, seperti teramati pada data geologi darat Sukamto dan Suwarna (1986). Sesar-sesar naik mengontrol punggung Talaud di sebelah barat dan timur pulau, seperti tampak dari data batimetri (Rangin et al, 1996).

### Geologi Talaud

Data geologi darat (Sukamto dan Suwarna, 1986; Gambar 6); Pulau Talaud tersusun dari berbagai batuan sedimen berumur dari Oligosen hingga Kuartar. Kesemua batuan tersebut dialasi oleh batuan dasar yang terdiri dari : Batuan Bancuh Karakelang (mélange) yang terdiri dari bongkah peridotit, serpentinit, gabro, basal, sekis, marmer, sedimen meta, rijang, breksi, grewake dan batupasir; serta Batuan Ultramafik Kabaruang yang terdiri dari peridotit, serpentinit, gabro dan basal.

Di atas kompleks batuan laut dalam tersebut diendapkan Batuan Gunungapi Pampini yang terdiri breksi, tufa, lava dan diorite yang berumur Oligosen hingga Miosen Bawah. Satuan ini menjemari dengan batupasir berselingan serpih merah, bersisipan batugamping, breksi, grewake, tufa, batulanau dan batulempung dari Formasi Tifore. Batupasir, batupasir tufaan, tufa, batulanau, batulempung, dengan sisipan batugamping, napal, konglomerat dan breksi yang berumur Miosen Tengah hingga Pliosen tersebar sangat luas di Pulau Talaud dan diberi nama Formasi Awit.





Gambar 5. Peta batimetri yang juga menunjukkan unsur-unsur struktur (Rangin dkk., 1996).

Batugamping koral Beo tersebar setempat-setempat berumur Kuartar Bawah atau Plistosen.

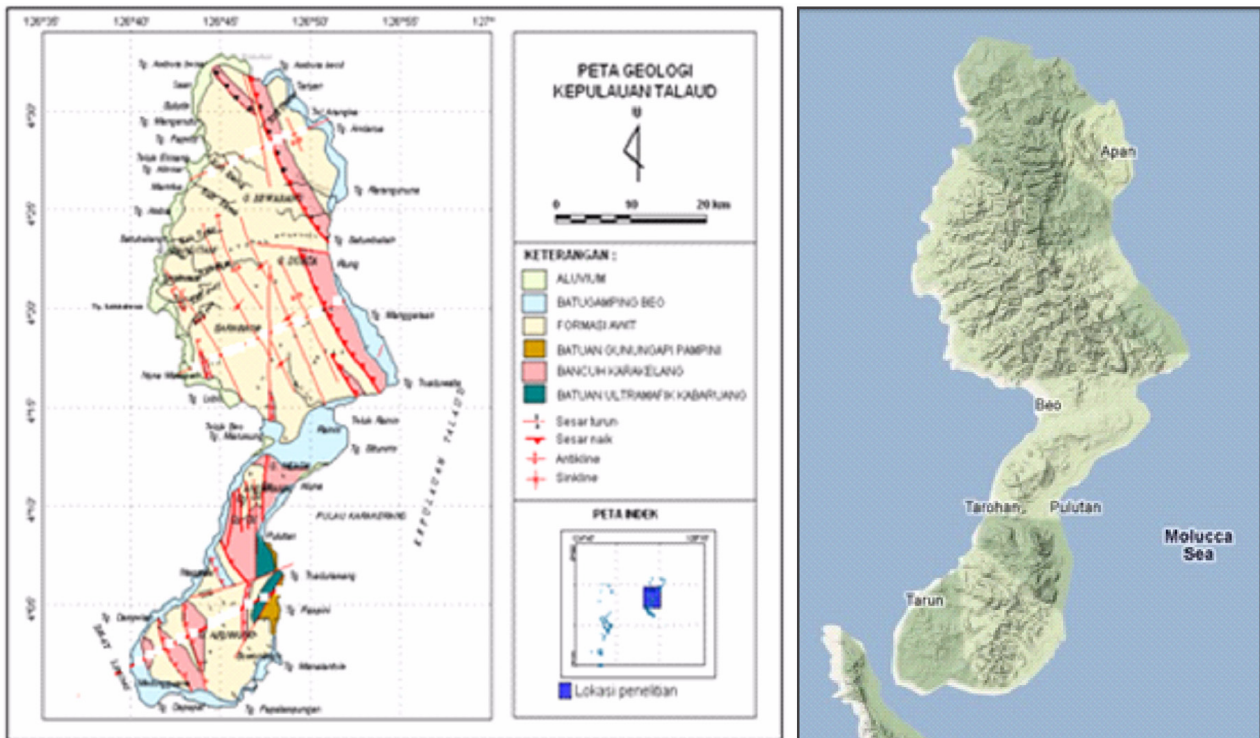
Menurut Permana dan rekan-rekan (2011) penunjaman Lempeng Maluku di sebelah timur Kepulauan Talaud ke arah barat mengakibatkan terbentuknya akresi sedimen ke arah timur, seperti tampak pula dari gambar morfostruktur yang diperoleh dari earthgoogle terrain (Gambar 6 kanan), terutama pada bagian utara. Bentuk Pulau Karakelang yang seperti terkoyak antara bagian utara dan selatan mengindikasikan berkembangnya sesar mendatar tersebut (Rangin et al, 1996 dan Permana et al, 2011; Gambar 6).

Menurut Sudarsono (2008) endapan pasir pantai mengandung bijih besi di Kepulauan Talaud berasal dari rombakan batuan lantai samudera dan vulkanik Tersier. Karena batuan lantai samudera yang dijumpai berupa 'melange' atau batuan bancuh; sumberdaya pasir besi yang terbentukpun terbatas. Di Talaud, litologi tersusun dari batuan

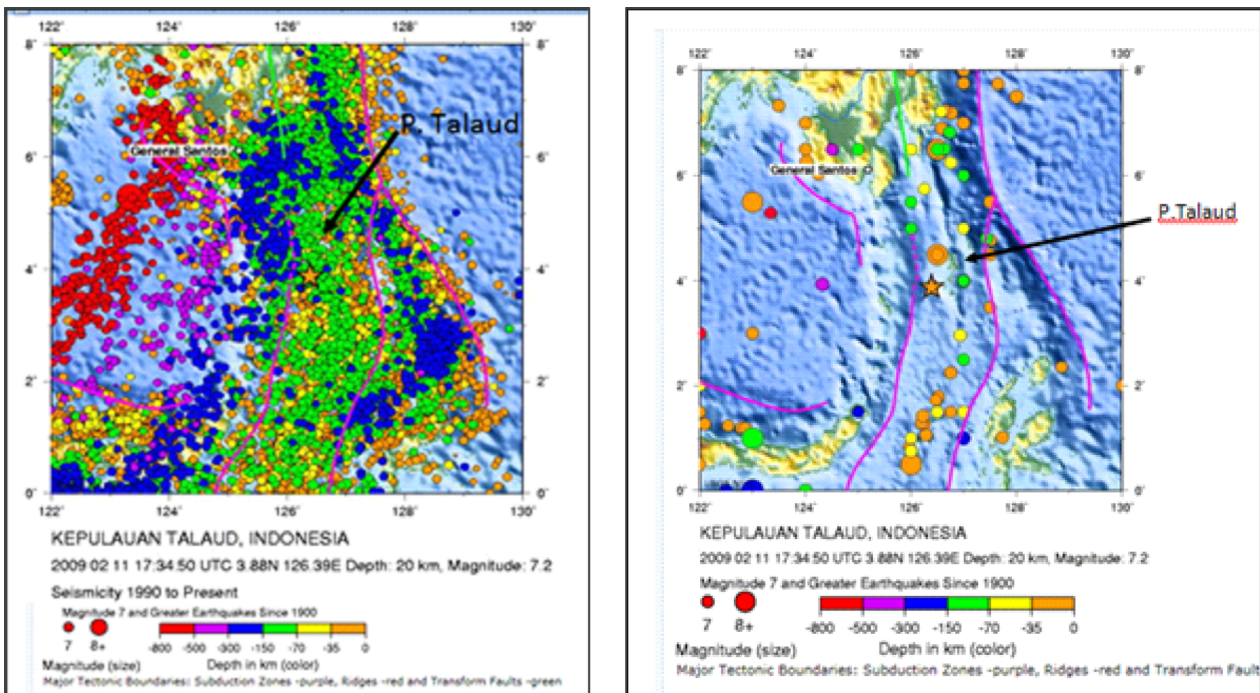
lantai samudera dengan kontak tektonik 'melange'; dan di atasnya secara tidak selaras diendapkan batuan sedimen dan vulkanik Tersier, batugamping Kuartar; serta alluvial dan endapan pantai di beberapa lokasi. Endapan pasir besi selain berkomposisi magnetit, dijumpai pula rijang, olivine, rutil, zircon, silika amorf, kuarsa, feldspar dan koral.

### Kegempaan

Kegempaan di sekitar Pulau Talaud sangat intens (Gambar 7), dengan kedalaman sangat variatif. Pusat gempa dari berbagai kedalaman terdapat; yaitu dari dangkal yaitu sekitar 0 hingga 35 km hingga lebih dari 800 km. Di sekitar Talaud lebih berkembang gempa-gempa dangkal, yaitu kurang dari 150 km. gempa-gempa dalam, yaitu mulai dari 150 km hingga lebih dari 800 m, lebih berkembang di sebelah barat; yaitu Laut Sulawesi. Pola sebaran berarah utara – selatan dari zona gempa dalam di sebelah barat mencerminkan



Gambar 6. Peta geologi Kepulauan Talaud (Sukamto dan Suwarna, 1986; kiri). Sebelah kanan citra earthgoogle terrain tampak menunjukkan morfologi yang mencerminkan kondisi geologi sebelah kiri.



Gambar 7. Data kegempaan daerah Talaud dari 1900 hingga saat ini untuk semua amplitude (kiri), tanda bintang adalah gempa 7,2 sekala Richter yang terjadi di barat daya Talaud pada tahun 2009. Sebelah kanan data kegempaan untuk amplitude di atas 7,0 (Sumber: USGS seismicity center).

Table 1. Data kegempaan sekitar Kepulauan Talaud amplitude > 7,0 SR (Sumber: USGS Seismicity Center)

Year	Mon	Day	Time	Lat	Long	Dep	Mag
1905	01	22	0243	1.000	123.000	90	7.8
1907	06	25	1754	1.000	127.000	200	7.5
1910	12	16	1445	4.500	126.500	0	7.6
1911	07	12	0407	9.000	126.000	0	7.5
1911	08	16	2241	7.000	137.000	0	7.7
1912	09	29	2051	7.000	138.000	50	7.5
1913	03	14	0845	4.500	126.500	0	7.9
1914	05	26	1422	-2.000	137.000	0	7.9
1914	10	23	0618	6.000	132.500	0	7.6
1916	01	13	0820	-3.000	135.500	0	7.6
1918	08	15	1218	5.653	123.563	35	8.2
1924	04	14	1620	7.023	125.954	35	8.2
1932	05	14	1311	0.258	126.169	35	8.1
1936	04	01	0209	4.165	126.521	35	7.7
1938	05	19	1708	-0.366	119.525	49.4	7.5
1939	12	21	2100	-0.208	122.565	35	7.8
1943	05	25	2307	7.500	128.000	0	7.6
1948	01	24	1746	10.500	122.000	0	8.1
1952	03	19	1057	9.500	127.250	0	7.7
1955	03	31	1817	7.386	122.878	54.2	7.7
1957	09	24	0821	5.230	127.117	35	7.7
1965	01	24	0011	-2.454	125.966	30.1	7.7
1965	01	24	0011	-2.455	125.965	28.4	8.2
1968	08	10	0207	1.421	126.259	19.3	7.5
1968	08	10	0207	1.422	126.260	19.6	7.6
1972	06	11	1641	3.864	124.234	330	7.8
1972	06	11	1641	3.866	124.236	330	7.8
1976	08	16	1611	6.292	124.090	57.7	8.0
1976	08	16	1611	6.293	124.090	58.2	8.0
1979	09	12	0517	-1.686	135.969	18.5	7.6
1979	09	12	0517	-1.688	135.966	18.9	7.5
1984	11	20	0815	5.129	125.114	167	7.5
1984	11	20	0815	5.129	125.114	167	7.5
1986	08	14	1939	1.804	126.482	31.2	7.5
1986	08	14	1939	1.805	126.485	30.9	7.5
1989	12	15	1843	8.377	126.642	26.2	7.5
1990	04	18	1339	1.186	122.799	26	7.6
1991	06	20	0518	1.226	122.789	32.5	7.5
1996	01	01	0805	0.725	119.932	24	7.9
1996	02	17	0559	-0.918	136.971	36	8.2
1996	02	17	0559	-0.919	136.973	36.5	8.2
1998	11	29	1410	-1.916	124.823	16	7.7
2000	05	04	0421	-1.153	123.478	26	7.6
2001	01	01	0657	6.932	126.635	38.4	7.5
2007	01	21	1127	1.065	126.282	22	7.5

bentuk penunjaman lempeng Eurasia yang menunjam ke arah timur terhadap lempeng Pasifik. Gempa-gempa dangkal di sebelah barat Pulau Talaud (Gambar 6 kanan) tercatat dalam sejarah mencapai amplitude lebih dari 8 skala Richter.

Pada table 1 dapat dilihat data kegempaan untuk wilayah Talaud dan perairan sekitarnya periode tahun 1900 hingga saat ini, untuk amplitude gempa lebih besar daripada 7,0 Sekala Richter (SR). Tampak bahwa kedalaman gempa rata-rata di bawah 100 km, hanya beberapa peristiwa, yaitu yang terjadi pada tanggal 25 Juni 1907 berasal dari kedalaman episenter 200 km (7,5 SR); 11 Juni 1972 kedalaman 330 km (7,8 SR); dan

20 November 1984 (167 km dan 7,5 SR). Amplitudo gempa terbesar adalah 8,2 SR. Peristiwa-peristiwa gempa besar tersebut tidak menimbulkan tsunami, karena lempeng-lempeng yang terlibat dalam tatanan konvergensi di daerah ini bukan termasuk tipe 'mega-plate' seperti halnya yang terjadi di Aceh pada tanggal 26 Desember 2004.



## HASIL PENELITIAN

Pemetaan pantai dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengambilan contoh sepanjang pantai barat Pulau Talaud. Sebaran pasir besi terutama diperoleh dari hasil pengamatan ini. Pada kebanyakan titik-titik pengamatan, pantai umumnya berpasir dengan kandungan bijih besi bervariasi. Seperti pada lokasi TTP.01 yang berada sekitar 2,5 km utara Beo (Gambar 8), pasir yang



Gambar 8. Lokasi pengamatan dan pengambilan contoh TTP.1, dicirikan oleh morfologi landai dengan kandungan pasir besi sedikit (pengamatan megaskopis sekitar 10%).

dijumpai berwarna abu keputihan, dengan ukuran sedang hingga kasar, pemilahan buruk, kuarsa dijumpai dominan (> 50%), magnetit sekitar 10%. Pada lokasi ini kerikil dijumpai setempat-setempat, serta kemiringan pantai sekitar 3°. Pantai pada lokasi ini menunjukkan proses abrasi, tampak dengan vegetasi pantai yang tumbang. Morfologi ke arah daratan lokasi ini adalah rendah, serta tersusun dari litologi bagian dari Formasi Awit yang terdiri dari batupasir, batupasir tufaan, tufa, batulanau, batulempung, dengan sisipan batugamping, napal, konglomerat dan breksi. Formasi ini berumur relatif muda yaitu Mio-Pliosen, sehingga membentuk bentang alam pedataran di daerah pesisir; yang juga mengindikasikan konsolidasi batuan yang rendah.

Pengamatan juga mendapatkan bahwa pasir pantai pada lokasi TTP.01 ini tipis, ketebalan sekitar 5 cm, dengan lebar pematang pantai sekitar 10 m. Di bawah lapisan pasir ini diendapkan kerikil yang tersusun terutama dari batulempung

berukuran 0,5 – 5 cm, dengan bentuk butir membundar hingga membundar baik. Kerikil batulempung ini diduga berasal dari rombakan batulempung Formasi Awit. Tampilan batulempung yang padu dan mirip metasedimen, tapi masih dapat dipatahkan oleh tangan; mengindikasikan bentukan oleh proses tektonik kompresi berumur muda, kemungkinan Plistosen atau Kuartar Bawah. Data geologi (Sukamto dan Suwarna, 1986), bagian utara Pulau Talaud menunjukkan terdapatnya sesar-sesar sungkup di wilayah pesisir timur dan lipatan-lipatan di pesisir barat. Kondisi struktur yang demikian akibat pengaruh proses penunjaman lempeng Pasifik di timur yang menunjam di bawah Lempeng Eurasia, dengan kedudukan Pulau Talaud sebagai busur luar non-vulkanik yang juga merupakan daerah prisma akresi. Jalur vulkanik berada di barat membentuk Punggungan Sangihe yang dicirikan oleh deretan gunungapi-gunungapi aktif.

Lokasi TTP.02 sama halnya dengan titik TTP.01 berada pada pantai Teluk Beo (Gambar 9), hanya lokasi pertama berada pada posisi di tengah teluk; sedangkan lokasi kedua pada sayap Tanjung Lobo dekat Desa Makatara. Karena lokasinya yang dekat tanjung, pada titik pengamatan TTP.02 ini banyak dijumpai singkapan batuan serta bongkah-bongkah berdiameter hingga 2 m. Lokasi ini memiliki morfologi dengan relief tinggi. Perlapisan batupasir dapat diamati, berselingan dengan batulempung atau batulanau. Singkapan di lokasi ini merupakan bagian dari Formasi Awit.

Pasir pantai berwarna abu keputihan, berukuran kasar dengan pemilahan buruk. Pasir tersusun dari feldspar dan kuarsa serta cangkang, terdapat juga magnetit dan fragmen batuan. Pada permukaan pasir banyak juga dijumpai kerikil. Kemiringan lereng lokasi TTP.02 sekitar 3° dan lebar pematang pantai sekitar 11 meter. Pada batupasir masif dijumpai rekahan-rekahan yang diisi kalsit, serta xenolith yang merupakan material bawaan dalam batupasir masif tersebut (Gambar 9, kanan bawah).

Pada lokasi pengamatan TTP.03 (masih sekitar Desa Makatara – Teluk Beo bagian utara), pasir berwarna abu keputihan dan berukuran



Gambar 9. Bongkah dengan perlapisan batupasir (atas dan kanan), serta batulanau (kiri bawah). Bongkah (kanan bawah) menunjukkan rekahan yang diisi kalsit, serta xenoliths. Litologi merupakan bagian dari Formasi Awit.

sedang serta dijumpai magnetit dan cangkang. Kemiringan lereng pantai antara  $5^{\circ}$  hingga  $8^{\circ}$ , lebar pematang sekitar 12 hingga 23 m. Pada lokasi ini dijumpai singkapan di laut. Pendangkalan terjadi pada lokasi ini, salah satu gejala kenaikan akibat neotektonik, sehingga menyebabkan majunya garis pantai sekitar 250 m.

Lokasi pengamatan TTP.04 adalah pada pantai di depan Pulau Mawawa (Gambar 10). Sedimen pasir pada lokasi ini berwarna kelabu, berukuran halus, tersusun dari feldspar, kuarsa, magnetit dan cangkang. Kemiringan pantai sekitar  $5^{\circ}$  dan lebar pematang pantai sekitar 20 m. Morfologi pesisir pedataran atau berelief rendah. Pada Pulau Mawawa, pasir berwarna putih dengan kemiringan lereng sekitar  $8^{\circ}$  hingga  $10^{\circ}$ . Pulau ini hasil pengamatan data geologi merupakan bagian dari Formasi Awit.

Gambar 11 di bawah ini menampilkan Pulau Talaud secara keseluruhan, beserta spot-spot yang

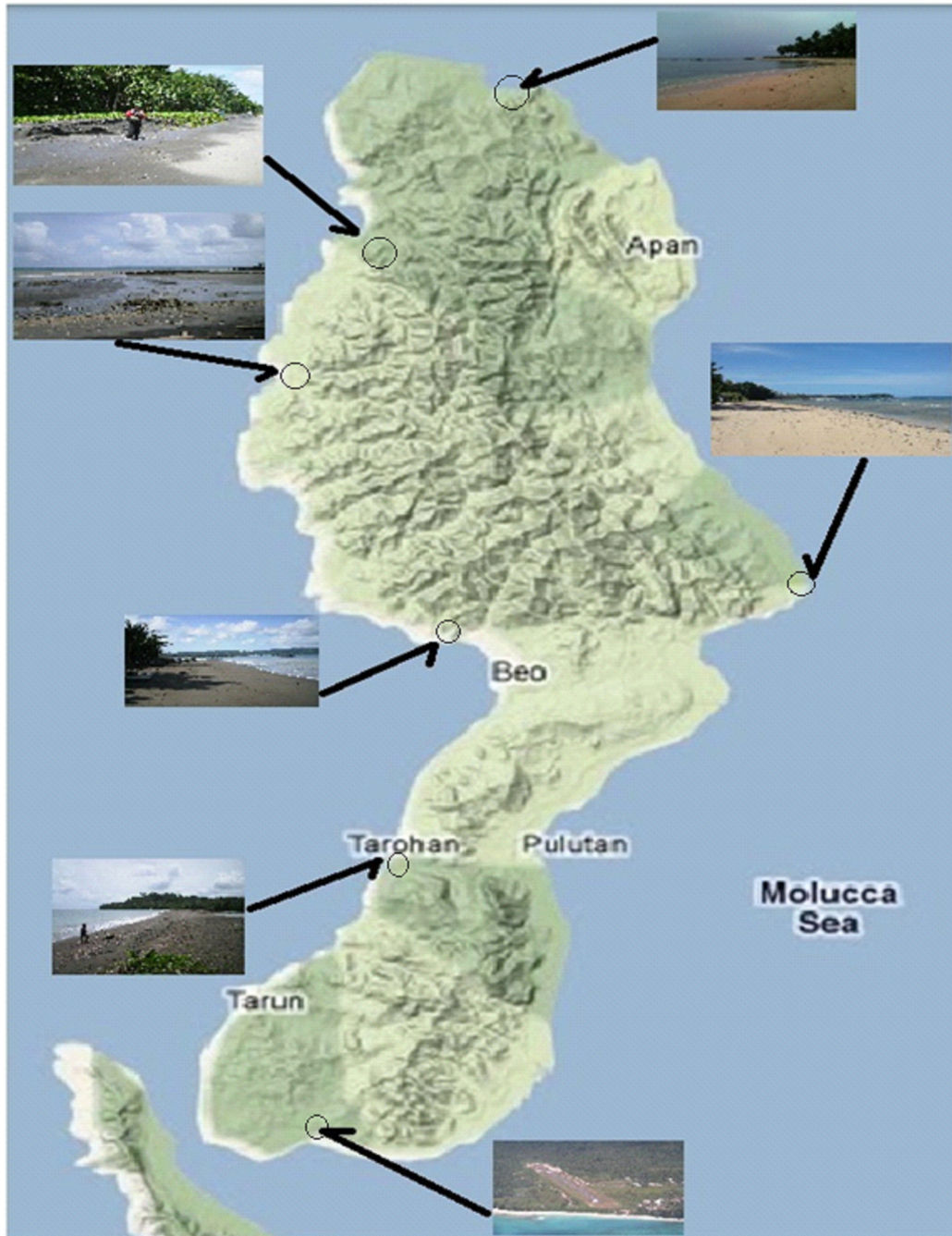
dilengkapi dengan foto-foto pantai. Tampak bahwa morfologi curam di pantai barat, terutama bagian utara, ditunjukkan pula oleh foto yang mendukung kondisi morfologi relief tinggi tersebut. Sedangkan pedataran pantai di bagian timur didukung oleh tampilan gambar yang menunjukkan pula area morfologi datar.

Hasil pemetaan potensi pasir besi di wilayah pesisir bagian barat Pulau Talaud mendapatkan terjadinya fenomena 'tilting', yaitu naiknya bagian barat pulau akibat proses tektonik resen atau neotektonik. Fenomena ini dapat diamati dari terdapatnya terumbu karang yang terangkat di seluruh wilayah pesisir barat pulau, sehingga mengakibatkan matinya terumbu karang tersebut. Aktivitas pengangkatan ini mengakibatkan berubahnya pola sedimentasi pasir besi, yang tadinya aktif diendapkan pada pematang pantai, menjadi terendapkan di perairan pantai membentuk 'shoals' atau dangkalan-dangkalan.





Gambar 10. Lokasi pengamatan TTP.04, sekitar Desa Lobo. Pulau adalah Nusa Mawawa.



Gambar 11. Kondisi 'terrain' Pulau Talud dari earthgoogle. Bentuk bentangalamnya, di bagian utara terutama, merupakan refleksi dari morfostruktur (lihatan bahasan geologi di atas). Foto-foto sekitar pantai menampilkan kondisi morfologi secara 'spot'.



## PEMBAHASAN

Selama pemetaan pantai di pesisir barat Pulau Talaud, teramati gejala matinya terumbu karang pada area yang sangat luas (Gambar 12). Hal ini merupakan salah satu bukti terjadinya gejala neotektonik atau proses tektonik yang berlangsung sekarang.

Peristiwa pengangkatan ini ternyata mempengaruhi pula sebaran pasir besi di pantai. Pada Gambar 13 berikut pasir besi yang pada awalnya terendapkan di pantai menjadi bergeser ke arah laut, membentuk dangkalan-dangkalan atau 'shoals'.

Ilustrasi berikut sedikit dapat menjelaskan mekanisme tersebarnya pasir besi ke arah lepas pantai (Gambar 14). Sebelah kiri gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan gambar kanan keadaan setelah terjadi proses pengangkatan.

Di kepulauan ini, rombakan dari daratan yang dibawa aliran sungai terdekat sangat kecil, karena muatan sungai langsung dibawa ke dalam laut yang curam dan dalam; sehingga pasir besi yang terbentuk tampaknya berasal dari sekitar keberadaan endapan tersebut; bisa dari abrasi di pantai.

Sungai-sungai hasil pengamatan lapangan sebagian bersifat 'intermittent' yaitu hanya berair pada saat musim hujan, serta tidak besar; sehingga sedikit membawa material darat ke laut. Muaramuara sungai banyak tertutup oleh pematang pantai, mengindikasikan dominannya proses marin atau laut. Di belakang pematang air tawar dijumpai menggenang membentuk seperti danau-danau kecil.

Hasil pemetaan juga mendapatkan bahwa pasir besi lebih banyak dijumpai di bagian utara Pulau Talaud, sedangkan

di bagian selatan kurang berkembang karena batugamping lebih banyak dijumpai.

## KESIMPULAN

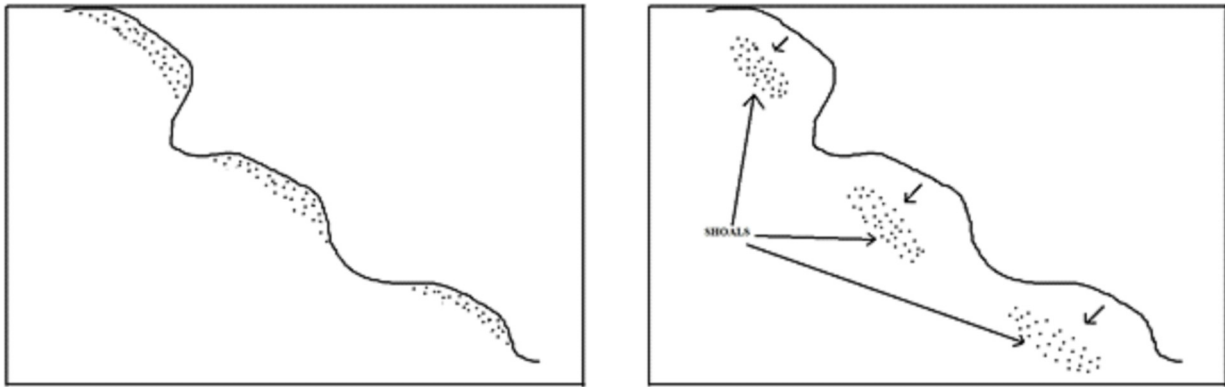
Sebaran pasir besi di pesisir barat Pulau Talaud dikontrol oleh kenaikan daratan akibat aktivitas neotektonik, yang mengakibatkan



Gambar 12. Gejala aktivitas tektonik Resen teramati dari munculnya terumbu karang di atas permukaan laut yang telah mati. Lokasi pantai barat sebelah utara Beo. Pengamatan pada waktu surut.



Gambar 13. Aktivitas neotektonik mengakibatkan terjadinya 'redistribusi' pasir besi di wilayah pantai; tampak bahwa sumber daya tersebut cenderung lebih tersebar ke arah lepas pantai akibat terangkatnya pantai. Lokasi utara Beo.



Gambar 14. Proses tersebarnya pasir besi membentuk dangkalan-dangkalan atau 'shoals'.



Gambar 15 . Pasir besi membentuk teras di daerah Malili, utara Beo (kiri). 'close up' pasir besi di daerah yang sama. Pasir tercampur dengan rombakan koral (kanan).

redistribusi deposit tersebut. Namun demikian gejala kenaikan di wilayah barat tidak seragam, tampak masih terdapat pasir besi membentuk pematang di pantai, yang mengindikasikan sedimentasi normal. Indikator-indikator gejala neotektonik dapat diamati dari banyaknya terumbu karang yang mati di pesisir barat, berkembangnya 'pocket beaches', kegempaan magnitude besar yang lebih berkembang di area laut sebelah Talaud, serta terdistribusinya pasir besi ke arah laut tersebut.

#### DAFTAR ACUAN

- Belwood, P., 1975, Archaeological Research in Minahasa and the Talaud Islands, Northeastern Indonesia. Department of Prehistory and Anthropology, School of General Studies, Australian National University.
- Charlton, T., 2014. The Bird's Head-Halmahera microplate: an unrecognised plate simplifies present-day SE Asia tectonics. [www.timcharlton.co.uk](http://www.timcharlton.co.uk).
- Hantoro, W.S., Pirazzoli, P.A., Jouannic, C., Faure, H. Hoang, C.T., Radtke, U., Causse, C., Borel Best, M., Lafont, R., Bieda, S. and Lambeck, K., 1994, Quarternary uplifted coral reef terraces on Alor Island, East Indonesia. *Coral Reefs* 13: 215-223.
- Nichols, G. and Hall, R., 1999, History of the Celebes Sea Basin based on its stratigraphic and sedimentological record. *Journal of Asian Earth Sciences* 17 (1999) 47-59.
- Permana, H., Triarso, E., Troa, R.A., Wirasantosa, S., Sarmili, L., Sulistiyo, B., Widiatmoko and Hammond, S., 2011, Morfostruktur kawasan lepas pantai Sangihe-Talaud, Sulawesi Utara:

- subduksi lempeng dan anjakan antar lempeng. Proceedings JCM Makassar 2011. The 36th HAGI and IAGI Annual Convention and Exhibition Makassar, 26 – 29 September 2011.
- Rangi, C., Dahrin, D. and Quebral, R., 1996, Collision and strike-slip faulting in the northern Molucca Sea (Philippines and Indonesia): preliminary results of a morphotectonic study. From Hall. R. & Blundell. D. (eds), 1996, Tectonic Evolution of Southeast Asia. Geological Society Special Publication No. 1. pp. 29-46.
- Sudarsono, 2008, Sumber Endapan Pasirbesi Pantai Daerah Tuabatu, Pulau Karakelang, Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara. Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi 2008: Peran Riset Geoteknologi Dalam Mendukung Pembangunan Berwawasan Lingkungan. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.
- Sukamto, R. dan Suwarna, N., 1986, Peta Geologi Lembar Kepulauan Talaud. Pusat Survei Geologi, terbit.
- Tahir, M.I., Lantu, Harimei, B., dan Kartika, D.I., 2011, Studi Aktivitas Gempa Tektonik berdasarkan kecepatan tanah maksimum di Pulau Sulawesi. Proceedings JCM Makassar 2011, the 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition Makassar, 26-29 September 2011.
- van Bemmelen, 1949, The Geology of Indonesia. The Hague, pp. 766.
- [www.thewatchers.adorraeli.com](http://www.thewatchers.adorraeli.com)



