

MINERALOGI INTI SEDIMEN PERMUKAAN DASAR LAUT GRT-05-03 DARI CEKUNGAN TOMINI - SULAWESI TENGAH

MINERALOGY OF SEDIMENT CORE GRT-05-03 FROM TOMINI BASIN-CENTRAL SULAWESI

D. Kusnida dan N. A. Kristanto

Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Djundjungan 236, Bandung-40174

Diterima : 18-01-2011 Disetujui : 22-07-2012

ABSTRAK

Makalah ini merupakan hasil dari kegiatan penelitian geologi laut dalam yang dilaksanakan oleh Puslitbang Geologi Kelautan di Cekungan Tomini, Sulawesi Tengah. Mineralogi sedimen permukaan dasar laut secara umum dari contoh penginti tunggal GRT-05-03 setebal 145 cm terdiri atas unsur utama (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , TiO_2 and LiO), unsur logam (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Mn, Ni, Fe and Co) dan unsur tanah jarang (Th, Zr, Ba, Nb, Ce and Sr). Hasil analisis mineral dari contoh penginti tunggal GRT-05-03 menunjukkan bahwa mineral logam didominasi oleh konsentrasi mangan (2865-3211 ppm), sedangkan unsur tanah jarang didominasi oleh Barium (245-289 ppm). Tingginya konsentrasi secara vertikal dari kedua unsur tersebut di atas, menunjukkan bahwa proses sedimentasi di Teluk Tomini berada pada lingkungan reduksi.

Kata kunci : penginti tunggal, mineral, elemen major, minor dan unsur tanah jarang; Cekungan Tomini

A B S T R A C T

This paper is a result of deep sea geological study conducted by Marine Geological Institute in Tomini Basin, Central Sulawesi. General mineralogy of surficial sediments of single core GRT-05-03 with the thickness of 145 cm consist of major elements (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , TiO_2 and LiO), minor elements (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Mn, Ni, Fe and Co), and trace elements (Th, Zr, Ba, Nb, Ce and Sr). Results of mineral analysis indicate that a major element is dominated by Manganese (2865-3211 ppm), while a rare trace element is dominated by Barium (245-289 ppm). The vertically high concentrations of these two elements indicate that sedimentation processes in Tomini Basin is in the anoxic environment.

Key words: single core; minerals; major; minor and trace elements; Tomini Basin.

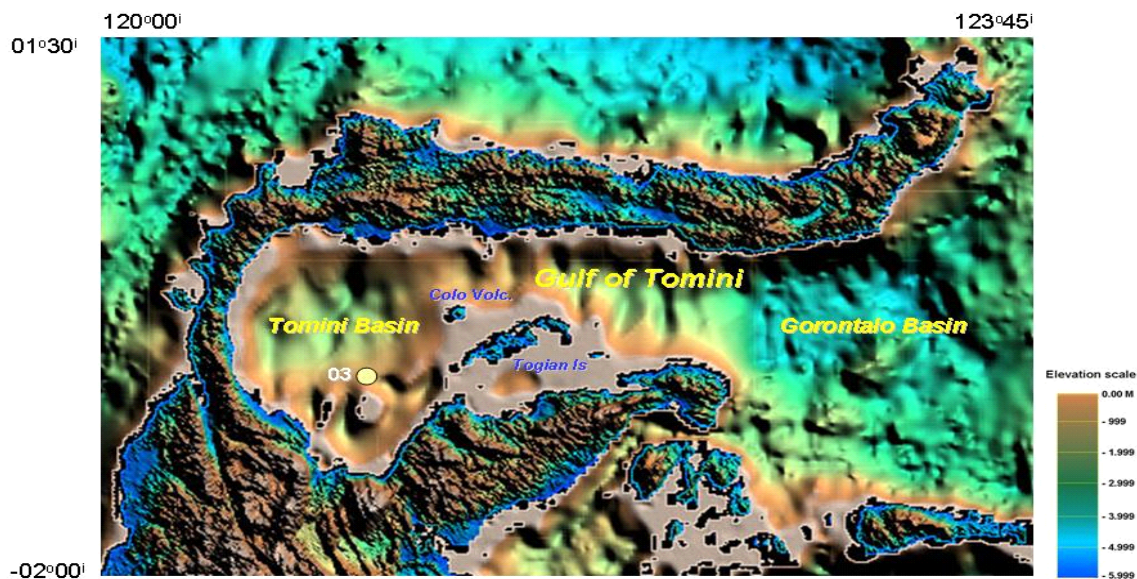
PENDAHULUAN

Cekungan Tomini berada di bagian dalam dari Teluk Tomini. Cekungan ini secara fisiografis merupakan cekungan sedimen laut dalam dengan luas permukaan dasar lautnya mencapai kira-kira 15.000 km². Kedalaman laut cekungan ini antara 1500 sampai 2400 meter dan dialasi oleh beberapa struktur geologi yang menyerupai graben. Jajaran Kepulauan Togian yang tersusun oleh formasi batuan vulkanik serta gunung api Colo dengan ketinggian sekitar 600 meter di atas permukaan laut bertindak sebagai sayap bagian timur dari Cekungan Tomini (Gambar 1).

Maksud dari kegiatan ini adalah melakukan penelitian geologi dan geofisika di Cekungan

Tomini sebagai kawasan *frontier* untuk memperoleh data awal sumber daya geologi. Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh data keterdapatan mineral dalam sedimen permukaan Cekungan Tomini. Hasil dari penelitian ini secara keseluruhan adalah untuk memahami penyebaran dan indikasi sumber daya geologi dasar laut Cekungan Tomini.

Cekungan Tomini secara administratif terletak di Propinsi Gorontalo, memanjang berarah timur-barat seluas ± 60.000 km². Cekungan Tomini adalah suatu cekungan yang terletak di kawasan utara Sulawesi diapit oleh Lengan Timur Sulawesi yang disusun oleh batuan Komplek Ofiolit Sulawesi Timur dan batuan sedimen Tersier terimbrikasi dengan lengan utara Sulawesi yang



Gambar 1. Peta lokasi penginti sedimen (03 ●) dan morfologi Cekungan Tomini, Sumber peta : SRTM and DEM of NASA (2000)

disusun oleh batuan gunung api Tersier-Kuarter. Batuan gunung api Kuarter tersingkap di kepulauan Togian dan di pulau Una-Una.

Permana drr (2002) beranggapan bahwa aktivitas gunungapi Colo diakibatkan oleh penunjaman ke arah barat laut kontinen mikro Banggai-Sula di bawah lengan timur Sulawesi. Tingginya potasium dan rendahnya rasio MgO/FeO di tempat ini merupakan karakter asli dari kontinen mikro. Hadirnya senolit-dunit berkarakter busur dalam produk gunungapi Colo merupakan indikasi bahwa sumber magma sampai ke permukaan setelah melewati batuan kerak samudera.

METODE

Pengambilan data sedimen dasar laut dilakukan dengan menggunakan instrumen geofisika dan geologi yang terpasang pada Kapal Riset Baruna Jaya VIII yang dilengkapi dengan peralatan *depth sonar*, *single-beam echosounder* 10.000 m (EA500). Navigasi selama survey berlangsung menggunakan *Global Positioning System* (GPS) dengan *EIVA A/S NAVIpac software*. Penanda waktu dan titik tetap posisi pada perekam menggunakan peralatan *Annotator*. Pengambilan inti sedimen permukaan dasar laut menggunakan *gravity corer* sepanjang 300 cm terbuat dari PVC dengan sub-sampling 1-15 pemercontoh dengan diameter 10 cm dan tinggi 15 cm. Pemerian sedimen inti GRT-05-03 menggunakan alat loupe

dengan perbesaran 20x. Prosedur penanganan pemercontoh untuk semua unsur tanahjarang seperti Th, Zr, Ba, Nb, Ce dan Sr dilakukan di laboratorium analitis milik dengan menggunakan metode *X-ray fluorescence* (XRF), sedangkan untuk unsur logam dan oksida utama menggunakan analisis *Flame AAS* dan gravimetry. Semua analisis unsur baik XRF maupun *Flame AAS* dilakukan di laboratorium milik Puslitbang Mineral dan Batubara (Tekmira).

HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian seismik (Kusnida dan Subarsyah, 2008) dan penelitian magnetik (Kusnida drr, 2009) menunjukkan bahwa Cekungan Tomini diisi oleh sedimen berumur Tersier Akhir-Kuarter dengan ketebalan lebih dari 1500 m berkomposisi lumpur. Pola pengendapan di Cekungan Tomini diduga merupakan redistribusi sedimen yang berasal dari daratan sekitarnya yang tererosi sebagai sedimen turbidit pada lereng bawah cekungan dan endapan pelagos pada lantai pusat cekungan.

Sedimen inti diambil pada kedalaman dasar laut 1212,92 m dengan cakupan sedimen sepanjang 145 cm. Pemerian sedimen inti GRT-05-03 (Gambar 2) dengan menggunakan alat loupe perbesaran 20x menunjukkan bahwa hampir di setiap sub-sampel sedimen permukaan terdiri atas lempung pasiran lengket berwarna abu-abu kehijauan yang mengandung mineral opak, mika

Tabel 1. Hasil Analisis Unsur Logam Dari Contoh Sedimen GRT-05-03

| No | Kode Sampel | Komposisi Kimia | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Au (ppm) | Ag (ppm) | Cu (ppm) | Pb (ppm) | Zn (ppm) | Cr (ppm) | Mn (ppm) | Ni (ppm) | Fe (%) | Co (ppm) |
| 01 | GRT-05-03 A | 0,0130 | 40 | 95 | 122 | 100 | 45 | 2876 | 33 | 1,11 | 22 |
| 02 | GRT-05-03 C | 0,0128 | 30 | 90 | 122 | 100 | 45 | 2870 | 33 | 1,27 | 28 |
| 03 | GRT-05-03 D | 0,0200 | 30 | 89 | 101 | 100 | 56 | 2866 | 33 | 1,39 | 28 |
| 04 | GRT-05-03 E | 0,0055 | 20 | 89 | 120 | 100 | 70 | 2949 | 38 | 1,38 | 21 |
| 05 | GRT-05-03 F | 0,0055 | 20 | 90 | 130 | 100 | 65 | 2865 | 35 | 1,50 | 25 |
| 06 | GRT-05-03 H | 0,0149 | 30 | 90 | 130 | 100 | 70 | 3211 | 40 | 1,55 | 18 |
| METODE | | Fire Assay/AAS | Fire Assay/AAS | Flame AAS | Flame AAS | Flame AAS | Flame AAS | Flame AAS | Flame AAS | Flame AAS | Flame AAS |

Tabel 2. Hasil Analisis Unsur Tanah Jarang Dari Contoh Sedimen GRT-05-03

| No | Kode Sampel | Komposisi Kimia | | | | | |
|--------|-------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Th (ppm) | Zr (ppm) | Ba (ppm) | Nb (ppm) | Ce (ppm) | Sr (ppm) |
| 01 | GRT-05-03 A | 34 | 41 | 276 | 45 | < 10 | 65 |
| 02 | GRT-05-03 C | 34 | 41 | 276 | 45 | < 10 | 60 |
| 03 | GRT-05-03 D | 30 | 44 | 245 | 45 | < 10 | 64 |
| 04 | GRT-05-03 E | 34 | 44 | 280 | 45 | < 10 | 67 |
| 05 | GRT-05-03 F | 33 | 46 | 289 | 45 | < 10 | 67 |
| 06 | GRT-05-03 H | 32 | 44 | 278 | 45 | < 10 | 67 |
| METODE | | XRF | XRF | XRF | XRF | XRF | XRF |

dan bioklastik, terkadang mengandung gas metana. Keberadaan mineral mika dan mineral opak, ditafsirkan sebagai hasil rombakan dari batuan metamorf (gneis dan sekis) yang berasal dari sebelah timur dan selatan daerah penelitian, yaitu sekitar Pegunungan Ineba (Palu) di timur daerah penelitian dan Pegunungan Pompangeo (Poso) di selatan daerah penelitian.

Tabel 1 dan Tabel 3 masing-masing menunjukkan unsur logam dan unsur utama hasil analisis Flame AAS dan gravimetry untuk beberapa unsur oksida, sedangkan unsur tanah yang diperoleh dari hasil analisis XRF ditunjukkan pada Tabel 2. Pada Tabel 1 komposisi unsur logam dicirikan oleh dominasi unsur Mn dengan kisaran dari 2800-3200 ppm dengan konsentrasi cenderung menurun sampai GRT05-03D kemudian cenderung meningkat ke arah bawah, sedangkan Au adalah merupakan unsur yang

sangat kecil konsentrasinya dan bervariasi dengan kisaran antara 0,005 – 0,015 ppm. Konsentrasi ini menurun hingga GRT05-03G, pada GRT05-03D agak tinggi, dan pada GRT05-03 E-F menurun lagi. Pada pemercontohan GRT05-03H meningkat lagi. Unsur lainnya menunjukkan kecenderungan konsentrasi yang mengecil ke arah bawah seperti Ag (40-20 ppm), tapi di bagian paling bawah meningkat lagi. Namun demikian, Cu (85-95 ppm), Pb (100-130 ppm), Cr (45-70 ppm), Ni (30-40 ppm) dan Fe (1.11-1.55 ppm) menunjukkan peningkatan konsentrasi ke arah bawah, sedangkan Zn (\pm 100 ppm) dan Co (\pm 20 ppm) merupakan unsur logam yang menunjukkan jumlah konsentrasi cenderung stabil.

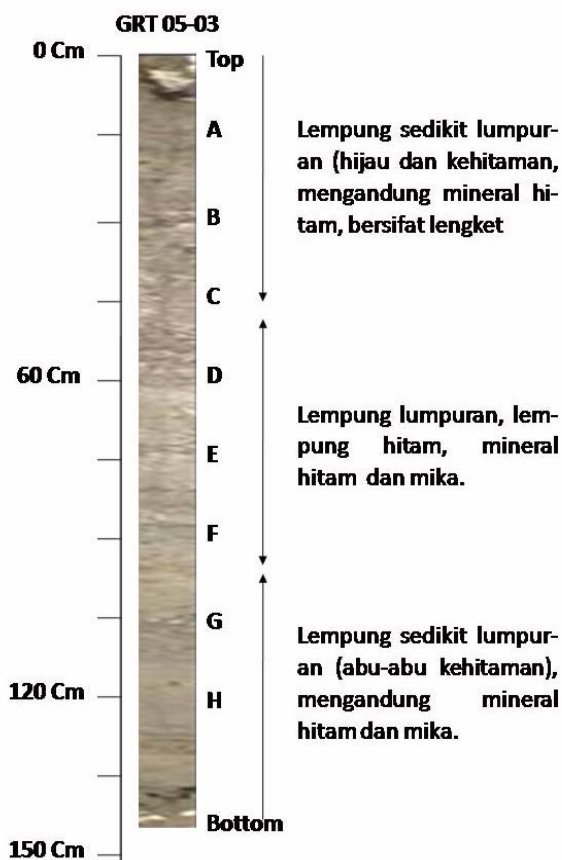
Tabel 3. Hasil Analisis Unsur Utama (Oksida Utama) Dari Contoh Sedimen GRT-05-03

| No | Kode Sampel | Komposisi Kimia Unsur (%) | | | | | | | | |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | TiO ₂ | LOI |
| 01 | GRT-05-03 A | 68,31 | 9,16 | 2,56 | 2,22 | 4,71 | 1,29 | 3,53 | 0,40 | 1,55 |
| 02 | GRT-05-03 B | 68,29 | 8,14 | 2,49 | 2,20 | 7,07 | 2,39 | 3,62 | 0,48 | 1,39 |
| 03 | GRT-05-03 C | 68,28 | 7,59 | 2,47 | 2,20 | 7,59 | 2,47 | 3,68 | 0,52 | 1,34 |
| 04 | GRT-05-03 D | 67,52 | 8,08 | 2,05 | 2,56 | 5,55 | 2,42 | 3,30 | 0,19 | 1,41 |
| 05 | GRT-05-03 E | 68,65 | 8,25 | 1,80 | 2,25 | 5,27 | 1,35 | 3,44 | 0,26 | 1,54 |
| 06 | GRT-05-03 F | 68,22 | 9,53 | 1,65 | 2,44 | 5,59 | 2,37 | 3,48 | 0,33 | 1,35 |
| 07 | GRT-05-03 G | 68,03 | 9,14 | 1,95 | 2,27 | 5,71 | 2,11 | 3,38 | 0,63 | 1,28 |
| 08 | GRT-05-03 H | 67,90 | 8,77 | 2,52 | 2,18 | 5,74 | 2,06 | 3,34 | 0,71 | 1,25 |
| METODE | | AAS | Gravi- metry | AAS | AAS | AAS | AAS | Gravi- metry | Gravi- metry | Gravi- metry |

Barium (Ba) menunjukkan konsentrasi meningkat dari 276 ppm di bagian atas menjadi 278 ppm di bawah. Thorium (Th) berkisar antara 32-34 ppm (menurun ke bawah), Strontium (Sr) dari 65 ppm di bagian atas, menjadi 67 ppm di bagian bawah. Konsentrasi Cerium (Ce) dan Niobium (Nb) sepanjang inti sedimen tampak konstan yaitu < 10 ppm untuk Ce dan 45 ppm untuk Nb. Sebaliknya, zirkon (Zr) menunjukkan kecenderungan yang berbeda dibandingkan dengan Ba, Th and Sr. Zirkon memiliki konsentrasi 41 ppm di bagian atas, 46 ppm di bagian tengah dan 44 ppm di bagian paling bawah. Unsur Oksida Utama didominasi oleh SiO₂ dengan konsentrasi yang relatif konstan yaitu antara 67-69 ppm, diikuti oleh Al₂O₃ (7-10 ppm), Fe₂O₃ (1.5-2.5 ppm), CaO (2 - 3 ppm), MgO (4-8 ppm), K₂O 1-3 ppm dan NaO (± 3.5 ppm). Sebaliknya, TiO₂, bisa dikatakan sebagai unsur oksida dengan konsentrasi yang sangat kecil yaitu 0.1-0.8 ppm.

Tingginya kandungan unsur logam Mn dalam kolom sedimen permukaan di Cekungan Tomini bukanlah merupakan kejadian yang luar biasa karena hal yang sama umum dijumpai pada sedimen laut dalam (Lepland dan Stevens, 1996). Sedimen yang mengandung Mn berada pada kondisi reduksi di tempat mana pada awalnya Mn larut dan terkubur dalam sedimen. Selanjutnya, secara perlahan Mn terlarut bermigrasi dan terakumulasi pada lapisan sedimen teroksidasi di atasnya membentuk unsur logam. Menurut Homoky drr (2011), difusi ionik Mn ataupun molekuler dalam larutan pori merupakan mekanisme utama di tempat mana proses migrasi tersebut terjadi.

Distribusi vertikal unsur Barium (Ba) pada sedimen permukaan di Cekungan Tomini telah dijelaskan oleh Kusnida drr (2009) di tempat mana peningkatan konsentrasi Ba ke arah bawah menunjukkan adanya peningkatan penyerapan dan



Gambar 2. Penampang inti sedimen GRT-05-03 Huruf A dst menunjukkan lokasi sub-sampel yang dianalisis

aliran partikel Barium oleh konsentrasi Barium yang lebih tinggi di perairan yang lebih dalam di Cekungan Tomini. Menurut Misayasu drr (2002), aliran Barium menunjukkan adanya hubungan antara proses biologis lautan dari bagian atas ke dasar laut, oleh karenanya perbandingan karbon organik terhadap Barium berkurang secara sistematis dengan kedalaman laut. Dengan demikian, berkurangnya konsentrasi Barium ke arah top dari contoh penginti dari Cekungan Tomini dapat disintesakan sebagai hasil dekomposisi material organik secara simultan dan menyerap Barium pada saat terjadinya pengendapan partikel sedimen.

KESIMPULAN

Pada semua sub-sampel inti sedimen GRT-05-03 dijumpai adanya mineral opak dan mika yang kemungkinan besar berasal dari batuan malihan (gneiss and schist). Keberadaan mineral jarang mengindikasikan bahwa asal sedimen terutama berasal dari daerah selatan Cekungan Tomini yang didominasi oleh batuan ofiolit. Konsentrasi unsur Barium dalam sedimen permukaan dasar Cekungan Tomini diduga berhubungan dengan proses dekomposisi material organik secara simultan dan menyerap Barium pada saat terjadinya pengendapan partikel sedimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Joni Widodo M.Si. selaku Kepala Tim dalam kegiatan pengambilan data sedimen dasar laut di Cekungan Tomini. Terima kasih juga disampaikan kepada Ir. Yudhicara M.T. yang telah membantu preparasi contoh sedimen serta seluruh seluruh anggota tim dan Kru K.R. Baruna Jaya VIII yang terlibat dalam kegiatan ini.

ACUAN

- Homoky, W.B., Hembury, D.J., Hepburn, L.E., Mills, R.A., Statham, P.J., Fones, G.R. and Palmer, M.R., 2011. Iron and manganese diagenesis in deep sea volcanogenic sediments and the origins of pore water colloids. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75, (17), 5032-5048.
- Kusnida, D. and Subarsyah, 2008. Deep Sea Sediment Gravity Flow Deposits in Gulf of Tomini, Central Indonesia., *Indonesian Journal of Geology*, Vol.3, No.4.
- Kusnida, D., Subarsyah and B. Nirwana, 2009. Basement Configuration of Tomini Basin Deduced from Marine Magnetic Interpretation, *Indonesian Journal of Geology*, Vol.4, No. 4.
- Lepland, A. and Stevens, R.L., 1996. Authigenic manganese mineralogy in the Landsort Deep, west-central Baltic Sea, GFF (Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar), Volume 118, Issue 2, pages 118-119.
- Masayasu M. Sato, Hisashi Narita and Shizuo Tsunogai, 2002. Barium Increasing Prior to Opal during the Last Termination of Glacial Ages in the Okhotsk Sea Sediments, *Journal of Oceanography*, Vol. 58, No.3, p.461-467.
- Permana H., Hananto, D.H., Gaol K.L., Utomo, E.P., Burhanuddin, S., Hidayat, S., Triarso, E., Pratomo, I., Helfinalis, Binns, R., Parr, J. 2002. Abstract. IASSHA Cruise 2001 result (Leg A): tectonic of Tomini-Gorontalo basin. Inferred from new petrological and geophysical data. PIT IAGI, Surabaya, 2002.

