

**JUDUL : KARAKTERISTIK MANGAN (Mn)DI DAERAH
SIPUL DAN SEKITARNYA, KECAMATAN NIKI-
NIKI, KABUPATEN SOE, PROPINSI NUSA
TENGGARA TIMUR**

TAHUN : 2013

**JURNAL ILMIAH : MAGISTER TEKNIK GEOLOGI VOLUME: 6, NOMOR 11,
JANUARI 2013**

**PENYELENGGARA : MAGISTER TEKNIK GEOLOGI, PASCA SARJANA
UPN “VETERAN” YOGYAKARTA**

ISSN : 1979-0090

Pembangunan sistim pemantauan gerakan tanah berbasis SMS

Kusdaryanto

Karakteristik mangan (Mn) di Daerah Sipul dan sekitarnya, Kecamatan Niki-Niki, Kabupaten Soe, Propinsi Nusa Tenggara Timur

Agus Harjanto dan C. Danisworo

Tipe endapan epitermal Daerah Prospek Bakan, Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Propinsi Sulawesi Utara

Asri Arifin

Potensi sumberdaya batubara Daerah desa Sungai Limau, Kecamatan Asamjuhan, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat

Obrin Trianda

Sifat fisik & manfaat batuan beku di desa Sapulante, Kecamatan pasrepah, Kabupaten pasuruan, Jawa Timur

Zanuar Ifan Prasetya

Eksplorasi mineral logam dengan metode induksi polarisasi Daerah Mekar Jaya – Cidolog, Kabupaten Sukabumi, Jawa barat

Sapto Heru Yuwanto

Penelitian Geoteknik untuk pengembangan Kota Kebumen sebagai model area berbasis kebencanaan rawan longsor

Hariyadi Djamal

Geologi Daerah Gunung Tenong dan sekitarnya, Kecamatan Tulakan dan Kecamatan Ngadiraja, Kabupaten Pacitan, Propinsi Jawa Timur

Rakhmad Budi Waluyo

DAFTAR ISI

	Halaman
Pembangunan sistim pemantauan gerakan tanah berbasis SMS Kusdaryanto	1
Karakteristik mangan (Mn) di Daerah Sipul dan sekitarnya, Kecamatan Niki-Niki, Kabupaten Soe, Propinsi Nusa Tenggara Timur Agus Harjanto dan C. Danisworo	12
Tipe endapan epitermal Daerah Prospek Bakan, Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Propinsi Sulawesi Utara Asri Arifin	25
Potensi sumberdaya batubara Daerah desa Sungai Limau, Kecamatan Asamjuhan, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat Obrin Trianda	40
Sifat fisik & manfaat batuan beku di desa Sapulante, Kecamatan pasrepah, Kabupaten pasuruan, Jawa Timur Zanuar Ifan Prasetya	47
Eksplorasi mineral logam dengan metode induksi polarisasi Daerah Mekar Jaya – Cidolog, Kabupaten Sukabumi, Jawa barat Sapto Heru Yuwanto	60
Penelitian Geoteknik untuk pengembangan Kota Kebumen sebagai model area berbasis kebencanaan rawan longsor Hariyadi Djamal	72
Geologi Daerah Gunung Tenong dan sekitarnya, Kecamatan Tulakan dan Kecamatan Ngadiraja, Kabupaten Pacitan, Propinsi Jawa Timur Rahmad Budi Waluyo	84

KARAKTERISTIK MANGAN (Mn) DI DAERAH SIPUL DAN SEKITARNYA, KECAMATAN NIKI-NIKI, KABUPATEN SOE, PROPINSI NUSA TENGGARA TIMUR

oleh :

Agus Harjanto* dan C.Danisworo*

Abstrak

Daerah penelitian terletak di daerah Sipul dan sekitarnya, Kecamatan Niki-Niki, Kabupaten Soe. Secara administrasi terletak ke dalam UTM WGS 84 zona 51 L dengan koordinat $x = 610000 - 628500$ dan $y = 8896500 - 8918000$. Luas daerah penelitian sekitar $18,5 \text{ km} \times 21,5 \text{ km} = 397,75 \text{ km}^2$.

Geologi daerah penelitian didominasi oleh batuan sedimen berumur antara Kapur Akhir - Miosen. Batuan sedimen tersebut termasuk dalam Formasi Ofu yang terdiri dari kalsilitit, rijang, kalsedon, metasidimen dan terdapat mineralisasi mangan berupa berlapis (platten). Pada daerah telitian terdapat 6 satuan batuan yaitu Satuan Alluvium, Satuan Batuan Konglomerat – Krakal, Satuan Batuan Napal, Satuan Batuan kalsilitit tuffan, Satuan Batuan Batugamping koglomeratan dan satuan Batugamping Kalsilitit.

Karakteristik mangan di daerah Sipul termasuk dalam jenis mangan pirolusit dan psilomelan. Selain itu mangannya berupa lapisan-lapisan tipis pada Formasi Ofu dan berhubungan dengan proses sistem hidrothermal di daerah penelitian.

Abstract

The studied area is located at Sipul and its surrounding area, Niki-Niki District, Soe Regency, and administratively, located at UTM WGS 84 zone 51 L with a coordinate of $x = 610000 - 628500$ and $y = 8896500 - 8918000$. The extensive studied area is approximately $18,5 \text{ km} \times 21,5 \text{ km} = 397,75 \text{ km}^2$.

Geologically, the studied area is dominated by sedimentary rocks having age of Late Cretaceous-Miocene. The sedimentary rocks which are belong to Ofu Formation consist of calcsilutite, chert, calcsedone, metasediment. Mangan mineralization in the form of layer (platten) can also be found in that sedimentary rock. There are 6 (six) lithostrigraphic units i.e. alluvium, gravels-conglomerate, marl, tuffaceous calcsilutite, conglomeratic limestone, and calcsilutite limestone.

Mangaans found in the Sipul area are recognized as pirolusite and psilomelane. Further more, as conclusion, mangaans at Ofu Formation are in forms of very thin layers, and that are related to the hydrothermal system processes.

Keywords : mangan, ofu formation, hydrothermal system, platten

* Program Studi Magister Teknik Geologi, FTM-UPN “Veteran” Yogyakarta.

I. PENDAHULUAN

Explorasi endapan bijih di Indonesia dari tahun 30-an sampai tahun 70-an selalu didasarkan pada peta metalogen Indonesia yang dibuat oleh Westerveld (1939). Dalam konsep tersebut Westerveld mengkaitkan dengan penyebaran batuan vulkanik dan endapan bijih. Setelah tahun 70-an, konsep tersebut ternyata mempunyai banyak kelemahannya.

Dengan munculnya teori tektonik global yang baru yaitu konsep tektonik lempeng, dimana terdapat hubungan interaksi lempeng, deformasi dan proses magmatisme, maka Mitchel (1972) mencetuskan konsep hubungan antara tektonik lempeng dengan mineralisasi, salah satu contohnya adalah interaksi konvergen busur kepulauan dengan mineralisasi. Dengan menerapkan konsep tektonik lempeng secara benar, Mitchell dengan mudah menjelaskan model genetik dan perkembangan endapan bijih.

Pembentukan endapan bijih diperlukan tiga syarat utama yaitu adanya sumber panas yang dapat berupa magma, larutan hidrothermal berupa larutan sisa magma dan "channel way" dapat berupa ruang antar butiran dan struktur batuan. Selain itu kenampakan di permukaan dapat dikenali dengan adanya zona alterasi dan mineralisasi sehingga dengan mempelajari struktur, alterasi dan tipe mineralisasi akan memberikan suatu informasi yang dapat membantu untuk mengetahui secara langsung aliran larutan dalam sistem hidrothermal.

Perbedaan tipe tektonika akan mempengaruhi tipe struktur utama dan lingkungan pembentukan endapan bijih, contoh breksi pada umumnya sebagai "hosted rock" untuk endapan Au-Cu-Mn. Temperatur dan pH larutan merupakan faktor penting yang mengontrol tipe dari alterasi hidrothermal. Dengan mengetahui mekanisme dan transportasi larutan hidrothermal serta pengendapannya maka distribusi endapan bijih dapat diketahui bentuk cebakannya atau modelnya. Model endapan bijih dapat membantu dalam explorasi endapan bijih pada semua tingkatan, baik dalam pengamatan dari tipe endapan maupun kemenerusan arah aliran larutan, yang berarti arah dari endapan bijih yang bernilai ekonomis dapat dilacak.

Daerah penelitian (**Gambar 1.**) terletak di daerah Sipul dan sekitarnya, Kecamatan Niki-Niki, Kabupaten Soe. Secara administrasi terletak ke dalam UTM WGS 84 zona 51 L dengan koordinat $x = 610000 - 628500$ dan $y = 8896500 - 8918000$. Luas daerah penelitian sekitar $18,5 \text{ km} \times 21,5 \text{ km} = 397,75 \text{ km}^2$. Permasalahan menarik di daerah penelitian adalah bagaimana karakteristik mineralisasi mangan hubungannya dengan magmatisme dan pola struktur di Pulau Timor selama Jaman Pra-Tersier.

Penelitian ini akan menghasilkan suatu perhitungan cadangan mangan secara kasar kaitannya dengan cara penambangan yang cocok di daerah penelitian. Model cebakan mangan yang diperoleh diharapkan akan mempermudah dalam melakukan explorasi endapan bijih secara umum dan khususnya pada lingkungan geologi dan tektonik yang sama atau serupa dengan daerah penelitian. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu Pemerintah Daerah dalam pengelolaan sumber daya mineral .

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian dapat dibagi dalam empat tahap, yaitu :

- 1). Tahap pertama kompilasi dan analisis data sekunder .
- 2). Tahap kedua adalah pekerjaan lapangan.
- 3). Tahap ketiga kegiatan laboratorium.
- 4). Tahap keempat kegiatan di studio.

A. Tahap Pertama : Kompilasi dan Analisis Data Sekunder.

Kegiatan ini bertujuan untuk mempelajari data dari peneliti terdahulu guna mendapatkan gambaran mengenai apa yang pernah dilakukan serta disimpulkan mengenai gejala mineralisasi mangan di daerah penelitian.

B. Tahap kedua : Penelitian Lapangan dan Pengambilan Conto batuan

Penelitian ini dilakukan untuk menambah dan melengkapi data yang sudah ada untuk mendukung pemecahan permasalahan.

C. Tahap ketiga : Kegiatan Laboratorium

1. Analisis Petrografi

Analisis petrografi ini merupakan dasar yang sangat penting untuk menentukan analisis selanjutnya. Analisis petrografi dengan menggunakan mikroskop polarisasi dilakukan untuk conto batuan yang diambil, mencakup pemerian primer, sekunder serta tekstur batuan. Dengan demikian dapat diketahui nama dan jenis batuan serta himpunan mineral yang ada.

2. Analisis Geokimia Batuan

Analisa Geokimia AAS dilakukan di Pusat Survei Geologi (PSG) dengan metoda AAS yang bertujuan untuk mengetahui kandungan Mangan.

D. Tahap keempat : Kegiatan Studio

Pada kegiatan studio ini penulis mencoba membuat gambar/tabel perhitungan cadangan kasar berdasarkan data lapangan dan hasil analisis laboratorium.

III. GEOLOGI REGIONAL

Daerah penelitian terletak di Desa Sipul, Kecamatan Niki-Niki, Kabupaten Soe, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Geomorfologi regional daerah penelitian termasuk dalam daerah Timor Barat dapat dikelompokkan menjadi 5 (lima) Satuan Fisiografi, yaitu : 1). Morfologi Pegunungan Bergelombang yang menempati sebagian besar Pulau Timor, dicirikan oleh rangkaian pegunungan berlereng landai sampai agak terjal, dengan bantuan penyusun bersifat lempungan dan tidak padat. Ketinggian punggung berkisar antara 200 m – 600 m di atas permukaan laut. 2). Morfologi Pegunungan Kasar tersusun dari batuan beku dan menempati daerah di pantai utara. Satuan ini membentuk pegunungan yang cukup tinggi dengan salah satu puncaknya mencapai ketinggian 1.228 m di atas permukaan laut. Di sekitar kampung Manamas, pegunungan ini berbentuk kuesta yang menghadap ke selatan. Pola aliran umumnya sejajar atau hampir sejajar dan sungai-sungai ini berair di waktu musim hujan. Aliran sungai di daerah ini berpola tulang daun, umumnya sungai – sungai *intermetten*, sedangkan dua sungai besar Noil Mena dan Mota Benain adalah sungai *underfit*. 3). Morfologi Dataran Tinggi ini terdiri dari batugamping koral terangkat yang ketinggiannya berkisar antara 200 – 500 m di sekitar Kupang. Satuan ini membentuk Plato dengan permukaan kasar, hampir datar atau sedikit miring, berlereng landai sampai terjal. Walaupun tidak berkembang dengan baik adanya gejala topografi karst masih dapat diamati. 4). Morfologi Satuan dataran rendah yang terdapat di muara sungai besar, sebagian berupa rawa dan umumnya tergenang air pada waktu pasang naik. Termasuk dalam satuan ini adalah dataran sempit yang terdapat di beberapa tempat di antara pegunungan dengan batuan klastik yang agak termampatkan. Beberapa endapan sungai membentuk undak sungai. 5). Morfologi Satuan Fatu/Foho/Lolo/Nuaf/Tubu yang arti umumnya adalah batu atau gunung. Morfologinya mudah dikenali karena membentuk tonjolan yang mencolok jika dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Batuan penyusunnya adalah batugamping, batuan malihan dan batuan beku.

Pada bagian tengah Pulau Timor Barat Fatu ini membentuk deretan memanjang bearah baratdaya-timurlaut, sedangkan di bagian lain Fatu tersebut didapatkan secara tersebar. Ketinggian puncak-puncak Fatu ini sangat berbeda dan salah satunya adalah Nuaf Mutis dengan ketinggian 2.427 meter di atas permukaan laut dan merupakan puncak tertinggi di Pulau Timor bagian barat.

Stratigrafi regional daerah penelitian terdiri dari formasi yang batuan penyusunnya sangat beragam baik jenis dan umurnya. Jenis batumannya terdiri dari batuan sedimen, batuan beku, batuan vulkanik dan batuan malihan.

Batuan sedimen terdiri dari batugamping, kalsilit, batupasir, lanau, serpih dan batulempung sedangkan batuan beku adalah batuan beku ultrabasa dan diorit. Batuan vulkanik terdiri dari breksi, lava dan tuf. Batuan malihannya terdiri dari batuan malihan derajat rendah sampai tinggi meliputi batusabak, filit, sekis, amfibolit dan granulit. Batuan tersebut di atas ada yang bersifat otokton dan oarotokton dan ada pula yang bersifat alokton.

Stratigrafi dimulai dari yang tertua sampai termuda adalah sebagai berikut :

Formasi Bisane pada bagian bawah tersusun oleh lapisan seragam serpih kelabu kehitaman yang diselengi oleh batulanau, batupasir yang umumnya gampingan dan batusabak. Lokasi tipe terdapat sepanjang tebing sungai (Noil) Bisane, anak sungai dari Noil Sitoto di sebelah barat Nuaf Keknen. Fosil sangat jarang, hanya pecahan-pecahan brachiopoda krinoid dan oral ditemukan dalam sisipan serpih pasiran atau batulanau. Pecahan trilobit ditemukan dalam sisipan serpih pasiran atau batulanau. Pecahan trilobit ditemukan dalam sisipan batugamping di Noil Besasi, sedangkan *Atomodesma sp* ditemukan di sungai Buimanuk. Secara kasar ketebalan formasi ini diperkirakan sekitar 1.000 m.

Pada bagian bawah dari Formasi Aitutu ini terdiri dari selang seling tipis batulanau, napal dan batugamping. Batupasir kuarsa, batupasir mikaan, rijang dan batugamping hablur merupakan sisipan tipis yang terdapat di dalamnya. Singkapannya yang bagus dan luas di Timor Barat terdapat di Nuaf Keknen, karena strukturnya yang rumit maka ketebalannya sulit diperkirakan tetapi diduga paling sedikit sekitar 1.000 m. Berdasarkan banyaknya fosil *Halobia sp* terutama pada singkapan batulanau yang berwarna coklat kemerahan di sekitar Kali Mota Merak dan di Pegunungan Keknen, umurnya diperkirakan Trias Akhir.

Penamaan Formasi Wailulu ini diberikan oleh Audley-Charles, (1968) untuk singkapan yang terdapat di Timor-Timur. (Wanner, 1913 dalam Rosidi, dkk, 1979) menggabungkan satuan ini ke dalam *Ofu Series*, tetapi atas dasar paleontologi dan tektoniknya maka Formasi Wailulu dianggap sebagai satuan yang terpisah.

Formasi Wailulu tersusun oleh kalkarenit, serpih lanauan, napal, *greywacke*, yang umumnya berwarna kelabu sampai kehijauan. Singkapannya yang bagus ditemukan di Sungai Oitbolan, sebelah barat Kolbano dimana formasi ini tersingkap setebal 450 m. Umur Jura Akhir dicirikan dengan adanya fosil *Belemnopsis sp*. Ditemukan pula fosil-fosil Ammonit dan Brakiopoda yang tidak terawetkan secara baik.

Formasi Nakfunu ini tersusun oleh batulanau rijangan mengandung radiolaria, serpih rijangan dengan radiolaria, napal lanauan, rijang radiolaria dan kalsilit, yang merupakan endapan laut. Singkapan dapat diamati di Pegunungan Nakfunu antara Niki-Niki dan Kolbano, tepat sebelah timur Oinlasi serta di Noil Tuke. Radiolaria sangat umum dijumpai di samping *Dictiomitra sp.*, *Spyrocystis sp.*, yang diperkirakan berumur Yura. Formasi ini dapat dikorelasikan dengan Formasi Waibua di Timor-Timur menurut Audley-Charles, (1968).

Pada Formasi Ofu bagian bawah merupakan endapan laut dalam berupa kalsilit, napal dan serpih dengan sisipan rijang radiolaria yang berwarna kekuning-kuningan. Singkapan terdapat di Sungai Siu dan Tuke di dekat Desa Ofu. Disebabkan strukturnya yang rumit dan alas formasi ini tidak tersingkap maka ketebalannya sukar ditentukan dan diperkirakan lebih dari 2.500 m. Fosil-fosil yang terdapat dalam formasi ini meliputi *Hedbergellae* dari tipe *planispira*, *Heterphelix sp.*, *Globotruncana stuarti*, *Globorotalia angulata*, *G. pseudomenardil*, *G. rex*, *G. elongata*, *G. Formosa* yang semuanya umur Kapur Akhir-Eosen.

Formasi Noil Toko tersusun oleh batuan konglomerat, batugamping konglomeratan, batugamping globigerina, batupasir gampingan, napal, tuf, tuf gampingan dan serpih. Singkapan yang baik terdapat di Sungai Noil, Desa Noil Toko di daerah Pegunungan Miomafo. Fosil-fosil yang terdapat pada formasi ini meliputi: *Globigerina unicara*, *G. oligocena*, *G. officinalis*, *G. outchitaensis*, *Globorotalia spp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Amphistegina sp.*, *Miogyssina sp.*, *Lepidocyclina verbeeki* dan *Operculina sp* yang menunjukkan umur Miosen awal. Ketebalannya diperkirakan 800 m.

Bagian bawah dari Formasi Cablac terdiri dari kalsilit dan batugamping oolitik, sedangkan bagian atas terdiri dari batugamping pejal yang sebagian berupa batugamping koral, kalkarenit dan kalsirudit. Rijang juga sering ditemukan dalam batugamping. Formasi ini menindih secara tak selaras maupun secara tektonik

Formasi-formasi Aitutu, Metan dan Komplek Mutis. Lokasi tipenya terdapat di Timor-Timur dan telah diperkirakan oleh Audley-Charles, (1968) . Berdasarkan fosil-fosil yang dikandungnya antara lain: *Miogypsina* spp., *Lithothamnium* spp. umurnya adalah Miosen Awal dalam Rosidi,dkk(1979). Ketebalannya diperkirakan 800 m.

Formasi Batuputih yang terdapat pada daerah Terban Tengah bagian bawahnya terdiri dari kalsilit, tuf, sedikit napal dan batugamping arenit sedangkan di bagian atasnya terdiri dari napal, kalkarenit, batupasir, batupasir napalan, napal lanauan dan sedikit konglomerat. Kalsilit berwarna putih, pejal, banyak mengandung foraminifera dan kadang-kadang juga pecahan cangkang lamelibranchia. Di daerah Terban Tengah, setempat-setempat ditemukan hubungan (kontak) yang tidak selaras antara bagian atas formasi ini dengan Formasi Noele yang menutupinya. Di lokasi tipenya formasi ini mencapai ketebalan sekitar 448 m (Kenyon, (1974). Di daerah lokasi tipe foraminifera plankton yang dikandungnya menunjukkan umur Miosen Akhir -Pliosen (N_{15} - N_{21} ; sedangkan di daerah Kolbano menunjukkan kisaran umur N_9 - N_{12}) . Hal tersebut ditunjukkan oleh adanya Foraminifera plankton yang antara lain : *Orbulina universa* d'ORBIGNY, *Globigerinoides trilobus* REUSS, *Globigerinoides immaturus* LE ROY, *Globoquadrina altispira* CUSHMAN & JARVIS, *Globorotalia scitula* BRADY, *Globorotalia* sp., *Globigerina* sp.. Hubungan formasi ini dengan formasi yang ada di bawahnya pada dasarnya tidak dapat diterangkan secara sedimentasi biasa. (Kenyon, 1974) menamakannya Formasi Batugamping Batuputih.

Formasi Noele menindih Formasi Batuputih dan ditindih secara tidak selaras oleh Q1 dan Qac. Formasi Noele tersusun oleh napal pasir berselang-seling dengan batupasir, konglomerat dan sedikit tuf dasit. Pada formasi ini mengandung fosil foraminifera *Globorotalia truncatulinoides* d'ORBIGNY, *Gl. Tosaensis* TAKA Y ANAGI & SAITO, *Gl. Tumida* BRADY, *Gl. Multicamerata* CUSHMAN & JARVIS, *Gl. Acostaensis* BLOW *Globigerinoides fistulosus* SCHUBERT, *Gl. Extremus* BOLLI, *Globigerina raeroas* BOLLI & BERMUDEZ, *Pulieniatina obliquilata* PARKER & JONES, dan *Sphaeroidinella dehiscens* PARKER & JONES yang menunjukkan kisaran umur N_{18} - N_{22} , Plio-Plistosen.

Batugamping koral umumnya terdiri dari batugamping koral yang berwarna putih sampai kekuning-kuningan dan kadang-kadang kemerahan serta batugamping napalan. Setempat-setempat berkembang pula batugamping terumbu dengan permukaan kasar dan berongga. Singkapan tertinggi didapatkan pada ketinggian sekitar 1.300 meter di atas permukaan laut di sekitar Lakudirun, sebelah timur Atambua. Fasies batugamping napalan yang terdapat di dalam satuan ini mengandung fosil-fosil yang berumur Plistosen (N_{23}) dan kelihatannya saling jari-jemari dengan Qac.

Endapan klastika kasar seperti konglomerat, kerikil, kerakal dan bongkah dengan selingan batupasir berstruktur silang siur terutama di bagian bawah. Perlekatan oleh kalsit dan Iimonit agak kuat di bagian bawah dan semakin berkurang ke bagian atas dan akhirnya berupa endapan lepas di bagian atas. Potongan-potongan tulang binatang bertulang belakang (vertebrata) ditemukan di dekat desa Mota Oe, sebelah timur Atambua. Endapan ini membentuk undak-undak sungai. Para penyelidik sebelumnya menyebutnya sebagai "undak sungai tua".

Endapan alluvial terdiri dari pasir, kerikil, kerakal yang berasal dari bermacam-macam batuan, terdapat pada dataran banjir sungai-sungai besar. Lempung pasir dan lumpur hitam terdapat di daerah rawa-rawa dan dataran pantai. Lumpur asin yang tertinggal sesudah penggenangan air di musim penghujan diusahakan oleh penduduk setempat untuk pembuatan garam di musim kemarau.

Struktur geologi regional daerah penelitian sangat rumit. Kerumitan geologi dan struktur tersebut tercermin oleh :

1. Aneka ragam batuan dari berbagai umur dan batuan-batuan tersebut umumnya bersentuhan secara struktur.
2. Batuan campur aduk yang menutupi hampir 40% dari pulau tersebut.

Mengenai batuan campur aduk ini masih terdapat 2 (dua) pendapat yang berbeda. Di satu pihak berpendapat bahwa batuan tersebut terjadi sebagai hasil pengendapan biasa (olitostrom) sedangkan di pihak lain berpendapat bahwa batuan tersebut terjadi sebagai akibat proses tektonik (*melange*).

Proses perkembangan tektonik daerah ini paling tidak sejak Kapur Akhir - Eosen. Pada selang waktu tersebut terjadi perbenturan antara busur kepulauan "Paleo Timur" dengan kerak Samudera Hindia sebagai akibat dari pergerakan benua Australia ke utara (Audley-Charles, dkk, 1975; Crostella dan Powel, 1976, ; Rosidi, dkk, 1979), dengan zona penunjaman condong ke Utara. Pada waktu proses perbenturan inilah terjadi :

- a. Pembentukan batuan campur aduk.
- b. Pengendapan Formasi-Formasi Noni, Haulasi serta Formasi Ofu.
- c. Penempatan batuan-batuan basa dan ultra basa.
- d. Pemalihan pada Formasi Maubisse, Ailiu (di Timor Timur) dan Komplek Mutis (sebagian mungkin pemalihan ulang).
- e. Kegiatan gunungapi yang membentuk Formasi Metan.

Unsur-unsur struktur yang dominan ialah lipatan ketat, sesar naik dan mendatar, sedangkan sesar turun kurang begitu menyolok. Proses penunjaman (subduksi) berlangsung lagi pada Kala Miosen (Katili 1975). Dalam proses penunjaman ini unsur-unsur struktur yang telah ada sebelumnya teraktifkan kembali di samping struktur-struktur baru yang terbentuk kemudian. Dalam proses penunjaman tersebut berlangsung pengendapan Formasi Noiltoko di lereng palung yang dibarengi oleh proses lanjut pembentukan batuan campur aduk, sedangkan Formasi Cablac diendapkan di sundulan-sundulan struktur. Kegiatan gunungapi berlangsung pula dan hal ini tercermin oleh adanya tuf dalam Formasi Noiltoko. Kegiatan gunungapi ini mencapai puncaknya pada Miosen Akhir yang menghasilkan Formasi Manamas yang berumur 5,9 - 6,2 juta tahun. Proses penunjaman tersebut diikuti oleh proses pemalihan derajat zeolit pada Formasi Noni dan Haulasi di samping proses pemalihan ulang pada Formasi Maubisse dan Komplek Mutis, yang kemungkinan besar merupakan proses pemalihan retrogresif.

Jarak antara kepulauan busur (P. Timor) dengan lereng utara kerak benua Australia semakin dekat. Kegiatan penunjaman meningkat kembali pada Kala Pliosen yang diikuti oleh kegiatan gunungapi di P. Wetar dan Atauro, yang berdasarkan penanggalan radioaktif Kalium-Argon batuanannya menunjukkan umur 3,1 - 3,4 juta tahun.

Aktifitas penunjaman tersebut menyebabkan batuan pra-Pliosen terlipat dan teralihkan dibarengi dengan proses lanjut pembentukan batuan campur aduk yang bersamaan dengan pengendapan Formasi Noele di lereng palung. Oleh karena itu batuan campur aduk (Komplek Bobonaro) mempunyai cakupan umur dari Tersier Awal sampai Akhir. Unsur-unsur struktur yang terbentuk terdahulu teraktifkan kembali di samping terbentuknya unsur-unsur struktur yang baru. Terhentinya kegiatan gunungapi tersebut hampir bersamaan waktu dengan terhentinya episode tektonik yang kuat di P. Timor dan sekitarnya dan merupakan awal terbentuknya Palung Timor (Heirtzler dkk, 1993). Hal ini diduga merupakan awal perbenturan antara tepian utara kerak Benua Australia dengan kepulauan busur.

Akibat perbenturan tersebut kerak Benua Australia menunjam di bawah kepulauan busur dengan sudut condong ke utara (Bowin dkk, 1980; Hamilton 1979). Perbenturan tersebut terus berlangsung hingga sekarang, sehingga satuan batuan yang berumur pra Pliosen terlipat dan tersesarkan.

Kegiatan tektonik yang berlangsung di Kala Holosen tercerikan oleh :

1. Kegempaan aktif, diwakili oleh kegiatan gempa yang tercatat yang termasuk gempa-gempa yang terjadi pada tahun 1976 dan 1978.
2. Terobosan diapir lempung dan lumpur gunungapi yang aktif.
3. Sesar aktif, baik sesar pra-Holosen yang teraktifkan kembali maupun yang terbentuk kemudian; serta,
4. Pengangkatan dan penurunan tegak.

Di bagian barat P. Timor pengangkatan tegak setinggi 0,37 – 0,7 mm/th telah berlangsung sejak 35.000 tahun terakhir (Tjia, 1979), sedangkan di bagian tengah mencapai lebih kurang 33 mm/th (Tjokrosapoetro, 1978 dan Rosidi, dkk, 1979).

IV. KARAKTERISTIK MANGAN DAERAH SIPUL DAN SEKITARNYA

Mineralisasi mangan di daerah telitian termasuk dalam Formasi Ofu. Cebakan mangan berupa lapisan-lapisan dengan tebal 2 – 15 cm pada batuan kalsilutit. Di daerah Sipul keberadaan mangan biasanya

berhubungan dengan *mud diaphiric*. Formasi Ofu merupakan cebakan sedimen laut mempunyai ciri khusus yaitu berbentuk perlapisan dan lensa-lensa. Seluruh cebakan bijih karbonat berasosiasi dekat dengan batuan karbonat atau grafitik, dan kadang-kadang mengandung lempung yang menunjukkan adanya suatu pengurangan lingkungan pengendapan dalam cekungan terdekat. Sebaliknya, cebakan bijih oksida lebih umum dan berasosiasi dengan sedimen klastik berukuran kasar, dengan sedikit atau sama sekali bebas dari unsur karbon organik. Cebakan bijih ini dihasilkan di bawah kondisi oksidasi yang kuat dan bebas sirkulasi air.

Jenis mangan di daerah telitian termasuk dalam jenis pirolusit dan psilomelan dengan kandungan Mn > dari 50% dari hasil analisa AAS (*Absorption Atomic Spectral*) yang dilakukan di laboratorium Pusat Survey Geologi, Bandung.

Pirolusit merupakan mineral berwarna abu-abu besi dengan kilap metalik, mempunyai kekerasan 2-2,5 dan berat jenis 4,8. *Pirolusit* yang terbentuk sebagai pseudomorf dari manganit atau mineral mangan lainnya, biasanya bersifat masif atau *reniform* dan kadang-kadang berstruktur *fibrous* dan radial.

Psilomelan merupakan mineral berkomposisi oksida terhidrasi yang pada umumnya berasosiasi dengan mineral barium dan potasium oksida. Mineral ini mempunyai warna dan berat jenis sama dengan pirolusit, namun mempunyai kekerasan yang lebih besar (5 -6) dan mempunyai kilap submetalik. Sebagai mineral yang amorf, *psilomelan* bersifat masif, *reniform*, botriodal, atau stalaktitik, sehingga lebih umum dijumpai dalam cebakan sekunder.

Berdasarkan karakteristik di atas kemungkinan cebakan mangan di daerah Sipul berhubungan erat dengan proses hydrothermal yang aktifitas magmatisme berasal dari subduksi antara lempeng samudera Hindia-Australia dengan lempeng Eurasia.

V. DISKUSI

Mangan merupakan salah satu dan 12 unsur terbesar yang terkandung dalam kerak bumi. Mineral mangan yang diketahui ada sekitar 300 jenis, namun yang sering dijumpai dalam cebakan bijih komersial ada 13 jenis (Tabel 1). Pirolusit dan psilomelan merupakan mineral yang umum menjadi cebakan utama bijih mangan. Di Indonesia, cadangan mangan cukup besar namun tersebar di banyak lokasi, yang secara individu umumnya berbentuk kantong atau lensa berukuran kecil dengan kadar yang bervariasi. Cadangan mangan yang telah diketahui sekitar 5,35 juta ton, sedangkan cadangan yang sedang ditambang berjumlah 4,90 ribu ton. Saat ini, terdapat empat usaha pertambangan mangan yang telah berproduksi. Salah satu di antaranya merupakan tambang mangan tertua yaitu PD Kerta Pertambangan, yang dimiliki oleh pemerintah daerah Provinsi Jawa Barat, sedangkan tiga perusahaan lainnya adalah swasta nasional. Kegunaan mangan sangat luas, baik untuk tujuan metalurgi maupun non-metalurgi. Untuk tujuan nonmetalurgi, mangan digunakan untuk produksi baterai, kimia, keramik dan gelas, glasir dan frit, pertanian, proses produksi uranium, dan lainnya. Di Indonesia, industri hilir pemakai mangan adalah industri baterai, keramik dan porselein, industri logam, dan industri korek api. Mangan, dengan kandungan sekitar 0,1 %, termasuk 12 unsur terbesar yang terdapat dalam kerak bumi. Bijih mangan utama adalah pirolusit dan psilomelan. Kedua mineral berkomposisi oksida dan terbentuk dalam cebakan sedimenter dan residual.

Pirolusit merupakan mineral berwarna abu-abu besi dengan kilap metalik, mempunyai kekerasan 2-2,5 dan berat jenis 4,8. *Pirolusit* yang terbentuk sebagai pseudomorf dari manganit atau mineral mangan lainnya, biasanya bersifat masif atau *reniform* dan kadang-kadang berstruktur *fibrous* dan radial.

Psilomelan merupakan mineral berkomposisi oksida terhidrasi yang pada umumnya berasosiasi dengan mineral barium dan potasium oksida. Mineral ini mempunyai warna dan berat jenis sama dengan pirolusit, namun mempunyai kekerasan yang lebih besar (5 -6) dan mempunyai kilap submetalik.

Mangan berkomposisi oksida lainnya, namun tidak berperan sebagai mineral utama dalam cebakan bijih, adalah braunit dan manganit. Braunit merupakan mineral berwarna coklat kehitaman dan sering mengandung silika sebanyak 10%, sedangkan manganit merupakan mineral oksida terhidrasi yang berwarna hitam besi atau abu-abu baja. Kedua mineral ini dijumpai dalam urat bijih ataupun cebakan sekunder.

Beberapa mineral mangan yang dijumpai terbatas dalam cebakan bijih adalah hausmanit, todorokit, *lithioforit*, dan *nsunit*.

Hausmanit merupakan mineral berwarna coklat kehitaman dengan kilap submetalik. Todorokit yang hanya dikenal di tambang Todoroki, Jepang sebelum tahun 1960, merupakan salah satu mineral utama dalam nodul mangan. *Lithioforit* berkomposisi aluminium-litium mangan oksida dengan kandungan kobalt, nikel, dan tembaga yang bervariasi.

Nsunit adalah nama yang berasal dari tambang Nsuta di Ghana, merupakan mangan oksida bukan *stokhiometrik*. *Rhodokrosit* yang berkomposisi karbonat, merupakan mineral berwarna merah muda hingga coklat yang terbentuk dalam urat bijih sebagai cebakan replasemen pada batuan kapur. *Rhodonit* yang berkomposisi silikat mempunyai kemiripan sifat fisik dengan *rhodokrosit*, namun mineral ini terbentuk sebagai cebakan sekunder.

Menurut Park (1956), cebakan mangan dibagi dalam lima tipe, yaitu :

- Cebakan hidrothermal,
- Cebakan sedimenter, baik bersama-sama maupun tanpa afiliasi vulkanik,
- Cebakan yang berasosiasi dengan aliran lava bawah laut,
- Cebakan metamorfosa
- Cebakan laterit dan akumulasi residual.

Dari kelima tipe cebakan tersebut, sumber mangan komersial berasal dari cebakan sedimenter yang terpisahkan dari aktivitas vulkanik dan cebakan akumulasi residual.

Cebakan sedimen laut mempunyai ciri khusus yaitu berbentuk perlapisan dan lensa-lensa. Seluruh cebakan bijih karbonat berasosiasi dekat dengan batuan karbonat atau grafitik, dan kadang-kadang mengandung lempung yang menunjukkan adanya suatu pengurangan lingkungan pengendapan dalam cekungan terdekat. Sebaliknya, cebakan bijih oksida lebih umum dan berasosiasi dengan sedimen klastik berukuran kasar, dengan sedikit atau sama sekali bebas dari unsur karbon organik. Cebakan bijih ini dihasilkan di bawah kondisi oksidasi yang kuat dan bebas sirkulasi air. Cebakan bijih oksida merupakan cebakan sedimenter yang sangat komersial dengan kadar bijih 25-40% Mn, sedangkan cebakan bijih karbonat kadarnya cenderung lebih kecil, yaitu 15 -30% Mn.

Istilah nodul mangan umum digunakan walaupun sebenarnya kurang tepat, karena selain mangan masih terkandung pula unsur besi, nikel, kobalt, dan molybdenum, sehingga akan lebih sesuai bila dinamakan dengan nodul poli-metal. Dasar samudra diperkirakan diselimuti lebih dari 3 triliun ton nodul berukuran kentang. Di Samudra Pasifik sendiri, nodul yang terbentuk diperkirakan sebesar 10 juta ton per tahun. Berdasarkan hasil penyelidikan yang dilakukan oleh USBM, diketahui bahwa zona kadar tertinggi terdapat dalam Cekungan Sedimen Pasifik bagian timur, yang terletak pada jarak 2.200 km sebelah tenggara Los Angeles, Kalifornia. Di zona ini, nodul mangan terjadi dalam lapisan tunggal dan tidak teratur.

Secara individu, nodul mempunyai kilap suram dengan warna coklat tanah hingga hitam kebiruan. Tekstur permukaan dari halus hingga kasar. Setiap nodul mengandung satu atau lebih sisa-sisa makhluk air laut, fragmen batuan, atau nodul lainnya. Nodul ini diliputi oleh lapisan mangan, besi, dan logam oksida lainnya yang berbentuk konsentris namun tidak terus-menerus. Lapisan lempung kemudian mengisi celah-celah di antara lapisan oksida tersebut secara tidak beraturan dan biasanya dapat dijadikan patokan dalam perhitungan periode pertumbuhan nodul bersangkutan.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan di lapangan dan analisis laboratorium dapat disimpulkan :

1. Di Desa Sipul sampai dengan bagian Utaranya terdapat daerah prospek mineral mangan yang berupa lapisan-lapisan (2-15 cm) pada kalsilitit dan rijang.
2. Satuan Batuan kalsilitit – rijang, merupakan satuan batuan yang mempunyai prospek terdapatnya mineral mangan yang bernilai ekonomis dengan kadar mangan daerah penelitian antara 0,095% sampai 52,1 %.

3. Pada daerah telitian terdapat 6 Satuan batuan yaitu Satuan Endapan Alluvial, Satuan Batuan Konglomerat – Krakal, Satuan Batuan Napal, Satuan kalsilitit tufan dan Satuan Batuan Kalsilitit.
4. Mangan di desa Sipul berdasarkan karakteristiknya termasuk dalam cebakan mangan yang berhubungan dengan sistem hydrothermal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bellon H., Soeria Atmaja R., Maury R.C., Suparka E. dan Yuwono Y.S. (1988), Chronology and petrology of Back Arc Volcanism in Java, *Proc. Reg. Conf. Geol. Min. Hyd.Res.SE*, 245-257.
2. Bellon H., Soeria Atmaja R., Maury R.C., Polve M., Pringgoprawiro H. dan Priadi B. (1989), Chronology 40K-40Ar dn Volcanisme Tertiare de Java Central (Indonesie) mise en evidence de deux episodes distincts de magmatisme d arc, *C.R. Acad Sei Paris*. T 309, serie II, 71-77.
3. Cas,R.A.F, dan Wright, J.V. (1984), *Volcanic Successions Modern and Ancient, A Geological Approach to Processes, Products and Successions*, Department of Earth Science, Monash University, Allen and Unwin, London, 301-527.
4. Ehlers E.G., dan Blatt H., (1982), *Petrology Igneous, Sedimentary and Metamorphic*, Freeman, Cooper & Company, United State of America, 425-439.
5. Gill J.B., (1981), *Orogenic Andesit and Plate Tectonics, Minerals, Rocks and Inorganic Materials*, V.16, Springer-Verlag, Berlin, 375-390.
6. Hall R., (2001), Plate tectonic reconstructions of the Indonesian Region, *Proceeding Indonesian Petroleum Association*, 24, 71-84.
7. Hamilton W., (1979), *Tectonic of the Indonesian Regions*, US Geological Survey, Proffesional paper No.1078, Washington, 18-42.
8. Katili, J.A., (1975), Volcanism and plate tectonic in Indonesian Island Arc. *Tectonophysics*. V.26, 165-188.
9. Rosidi, Tjokrosapoetro, Gafoer, Suwirodirdjo, 1979. Peta Geologi Lembar Nusa Tenggara Timur, skala 1 : 25.000, Pusat Survei geologi, Bandung
10. Van Bemmelen R.W. (1949), *The Geology of Indonesia*, The Haque Martinus Nijnhoff, Vol. IA, 653-732.
11. Wilson (1989), *Igneous Petrogenesis*, Global Tectonic Approaach, Department of Earth Science, University of Leeds, London, 451-466.



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

Tabel 1. Mineral Bijih Mangan yang Penting

Nama Mineral	Senyawa Kimia	Kadar Mn %
Pirolusit	MnO_2	63
Manganit	$MnO_3 \cdot H_2O$	62,4
Psilomelan	$MnO \cdot MnO_2 \cdot 2H_2O$	45 - 60
Hausmanit	Mn_3O_4	72,5
Rodokrosit	$MnCO_3$	47,6
Rodonit	$MnSiO_3$	41,9
Bementit	$2MnSiO_3 \cdot H_2O$	39,1

Tabel 2. Hasil Analisa Kimia Mineral Mangan di Daerah Sipul Niki-Niki

	Mn (%)	Metode	Keterangan
Mn 1	30,3	SNI 13-4699-1998	Mangan di daerah Sipul, Niki-Niki Blok 1
Mn 2	29,0	SNI 13-4699-1998	Mangan di daerah Sipul, Niki-Niki Blok 2
Mn 3	16,81	SNI 13-4699-1998	Mangan di daerah Sipul, Niki-Niki Blok 3
Mn 4	52,1	SNI 13-4699-1998	Mangan di daerah Sipul, Niki-Niki Blok 4

Kode : **Sipul 1**
Batuan : **Kalsilutit**

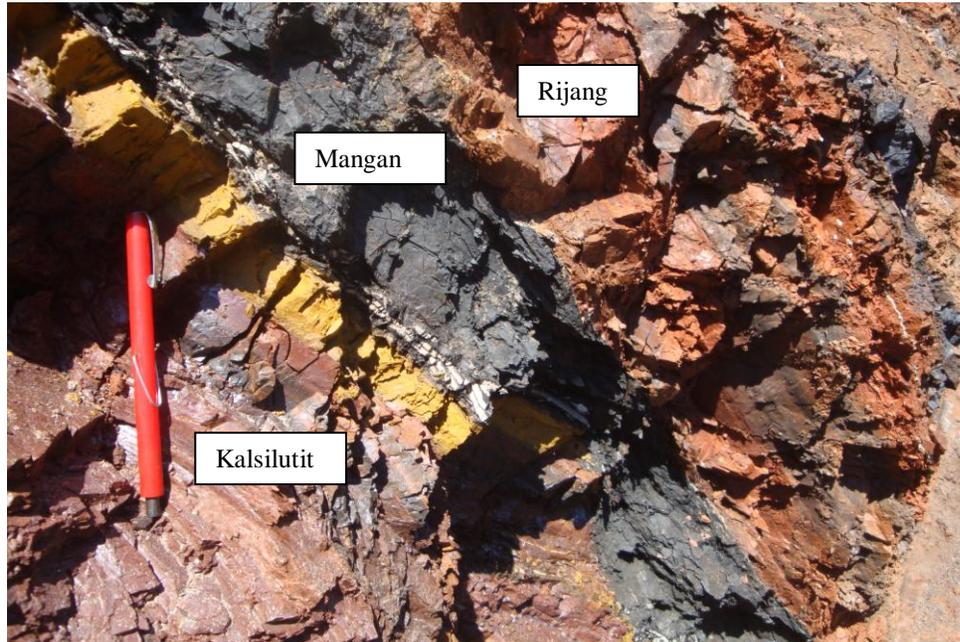


Foto 1 . Cebakan mangan di daerah Sipul yang berlapis pada kalsilutit, rijang Formasi Ofu.

Kode : **Sipul 2**
Batuan : **Kalsilutit (lapisan Mangan)**

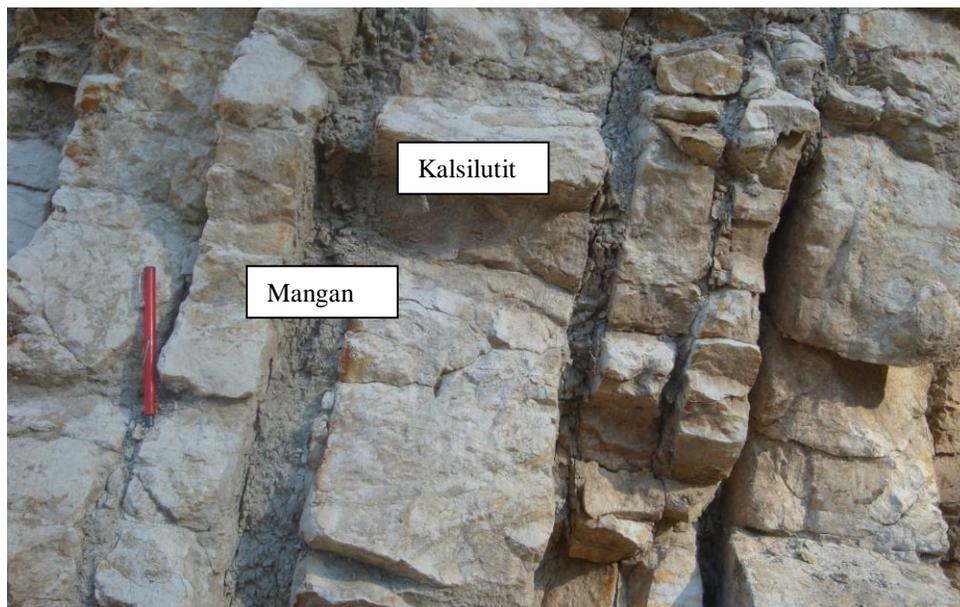


Foto 2 . Cebakan mangan berselang-seling dengan kalsilutit Formasi Ofu di daerah Sipul.

Kode : **Sipul 3**
Batuan : **Kalsilutit**

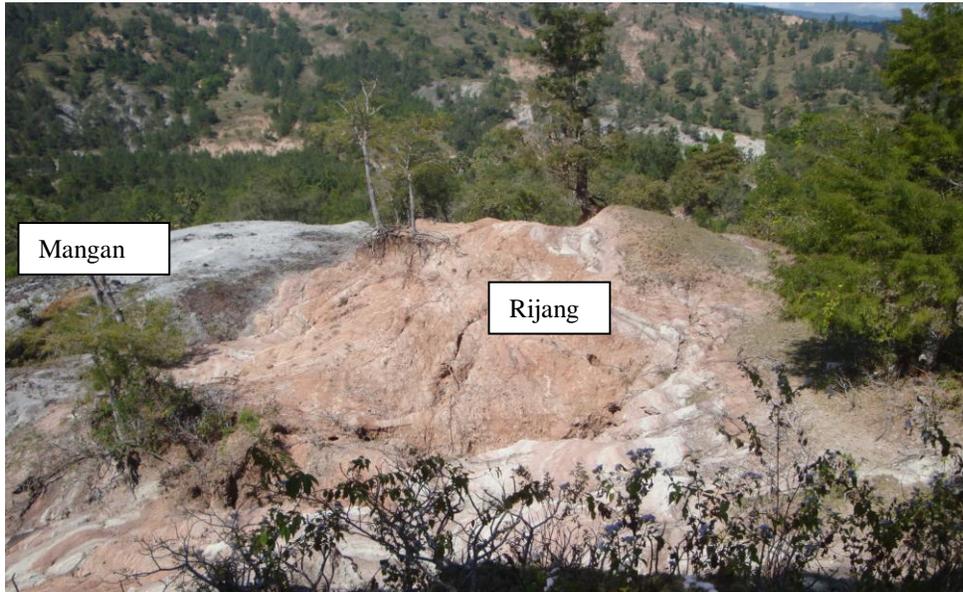


Foto 3 . Diapiririk yang berasosiasi dengan mangan Formasi Ofu di daerah Sipul.

Kode : **Sipul 4**
Batuan : **Kalsilutit (fosil foraminifera besar)**

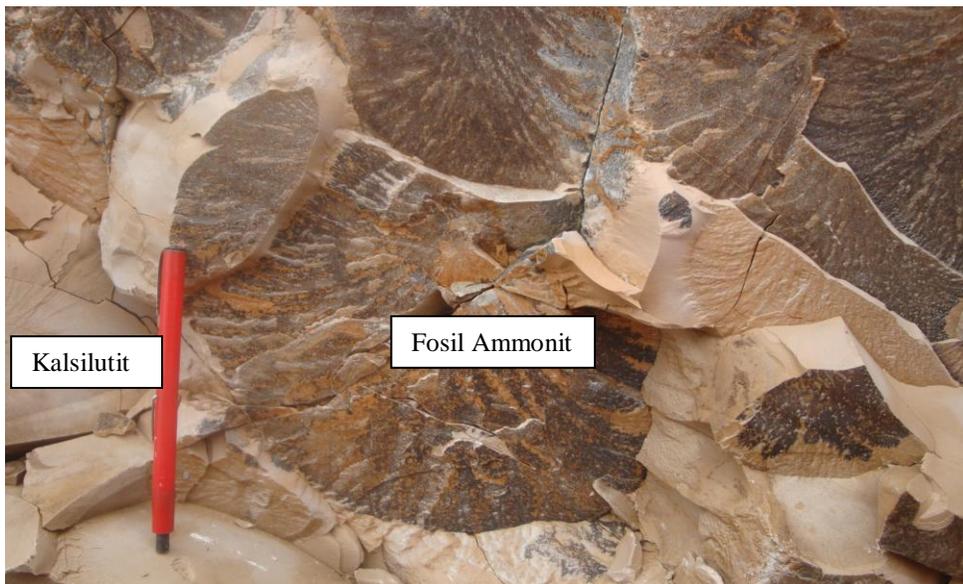


Foto 4. Fosil Foraminifera (Ammonit) pada kalsilutit berwarna kemerahan di daerah Sipul.

