

PERKEMBANGAN KERANGKA TEKTONIK LAUT MALUKU, KEPULAUAN BANGGAI – SULA DAN LAJUR OFIOLIT SULAWESI TIMUR
TECTONIC FRAMEWORK DEVELOPMENT OF THE MALUKU SEA, BANGGAI – SULA ISLANDS AND OPHIOLITE BELT IN EASTERN SULAWESI

Oleh : Bambang Hermanto

Pusat Survei Geologi
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122

Abstrak

Laut Maluku, bagian timur Sulawesi, dan Kepulauan Banggai – Sula merupakan tiga daerah yang saling berbatasan namun memiliki ciri kerangka tektonik yang berbeda. Laut Maluku merupakan zona tumbukan busur dengan busur, yang terletak di daerah pertemuan antara lempeng-lempeng Eurasia, Pasifik dan Filipina. Kepulauan Banggai - Sula merupakan benua renik pecahan dari Australia. Sesar-naik Sula di utara Banggai-Sula merupakan bagian selatan dari zona pensesaran berarah barat-timur selebar 30 – 40 km. Zona sesar ini diduga merupakan batas akhir bagian barat zona sesar Sorong yang tersingkap di bagian barat Papua. Sementara itu bagian timur Sulawesi dicirikan oleh adanya lajur ofiolit yang berasal dari pengalihan atau obdaksi.

Kata kunci: Laut Maluku, Kepulauan Banggai – Sula, lajur ofiolit, obdaksi.

Abstract

The Maluku Sea, the eastern Sulawesi, and the Banggai-Sula Islands represent three connecting areas with different tectonic frameworks. The Maluku Sea is an arc – arc subduction zone lying in between Eurasian Plate, Pacific Plate and the Phillipine Plate. The Islands of Banggai – Sula is a microcontinent represent a fragment of Australia. The Sula Thrust to the north of Banggai-Sula is a southern part of a fault zone of 30 – 40 kms wide oriented east – west. This fault zone is supposed to be the end boundary of the western Sorong Fault Zone which is exposed in the western Papua. Meanwhile, the eastern part of Sulawesi is characterized by the presence of ophiolite belt which is derived from emplacement or obduction.

Key words: Maluku Sea, Banggai-Sula Islands, ophiolite belt, obduction.

Pendahuluan

Laut Maluku, bagian timur Sulawesi, dan Kepulauan Banggai – Sula merupakan tiga daerah yang saling berbatasan namun memiliki ciri kerangka tektonik yang berbeda. Sulawesi bagian timur dicirikan oleh adanya lajur ofiolit yang sangat tebal, yang pada umumnya ditafsirkan sebagai akibat proses obdaksi kerak samudera. Daerah Banggai – Sula didominasi struktur sesar mendatar *transform* yang berhubungan dengan pemisahan beberapa pecahan benua Australia. Adapun kerangka tektonik kawasan Laut Maluku dicirikan oleh adanya zona tumbukan yang sangat tebal (sekitar 14 km) dan lebarnya pada bagian tersempit mencapai 150 km, memisahkan dua busur kepulauan yang saling bertumbukan (Gambar 1, Silver & Moore, 1978).

Perbedaan jenis kegiatan tektonik dari tiga daerah tersebut akan berimplikasi pada pembentukan

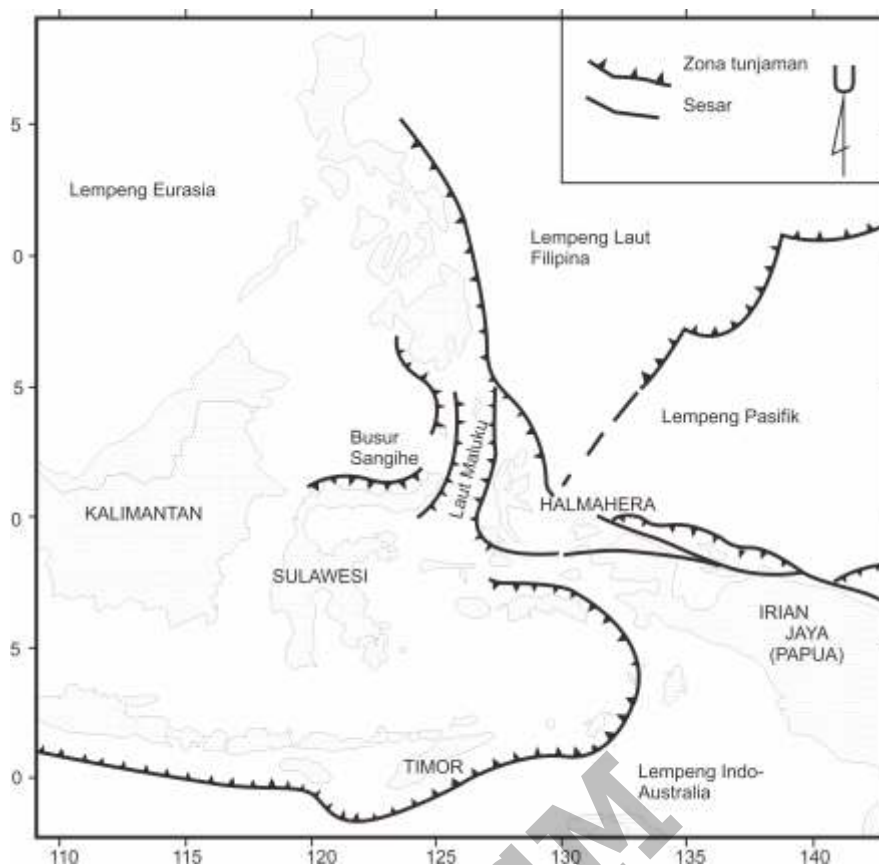
struktur dan fenomena geologi lainnya yang berbeda pula. Masalah tersebut akan menjadi pokok bahasan pada makalah ini.

Kerangka Tektonik

Laut Maluku

Tataan Tektonik Laut Maluku

Laut Maluku merupakan zona tumbukan busur dengan busur, yang terletak di daerah pertemuan antara lempeng-lempeng Eurasia, Pasifik dan Filipina (Gambar 1). Di sebelah timur dijumpai busur gunungapi aktif Halmahera, dan di sebelah barat dijumpai busur gunungapi aktif Sangihe. Data gempa bumi menunjukkan adanya zona Benioff yang menunjam ke arah timur dan yang menunjam ke arah barat, atau ke arah menjauh dari Laut Maluku (Gambar 2 dan 3, Silver & Moore, 1981; Hatherton & Dickinson, 1969; Fitch, 1970).



Gambar 1. Peta tektonik Laut Maluku dan sekitarnya (Silver & Moore, 1978).

Kedua busur magmatik di daerah ini dipisahkan oleh jarak terdekat 250 km, dimana dimasing-masing sisi busur dijumpai palung sampai 3 km dalamnya. Di antara palung-palung tersebut dijumpai morfologi tinggi, yaitu punggung Mayu – Talaud yang di beberapa tempat muncul ke permukaan sebagai pulau, yaitu Pulau Mayu, Pulau Talaud dan Pulau Tifore. Gempa-gempa dangkal terkonsentrasikan di bawah puncak punggung tersebut, dan berdasarkan analisis mekanisme fokal menunjukkan tipe sesar naik (Fitch, 1970).

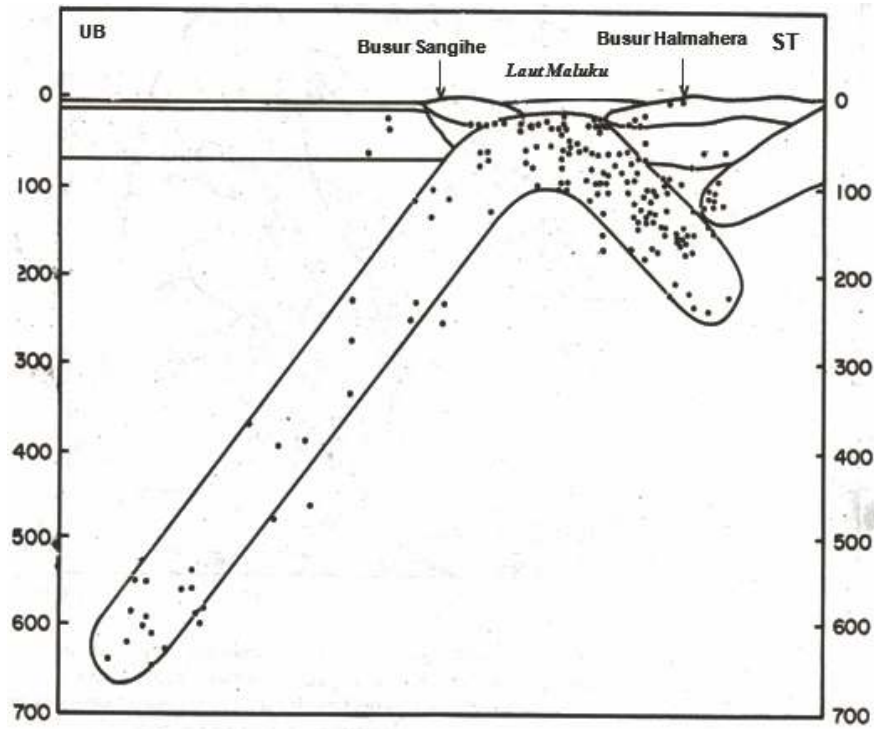
Struktur Zona Tumbukan

Zona tumbukan Laut Maluku memiliki kesetangupan struktur yang menonjol. Punggung Mayu – Talaud adalah bagian dari punggung besar yang terdeformasi dan terdiri atas batuan sedimen klastik. Punggung tersebut di bagian sisi timur maupun baratnya dibatasi oleh palung yang juga ditandai oleh adanya kontak sesar naik terhadap bagian depan kedua busur. Singkapan punggung tersebut dijumpai di Pulau Mayu, Pulau Talaud dan Pulau Tifore, berupa batuan sedimen Tersier yang terdeformasi, serta bancuh yang mengandung

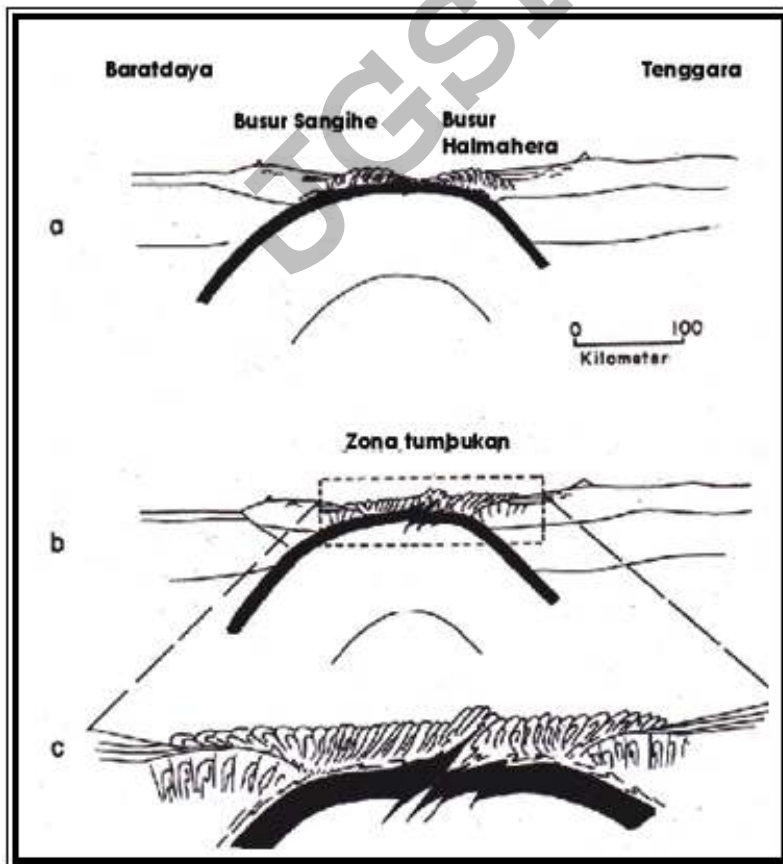
bongkah-bongkah aneka ragam batuan, seperti peridotit, serpentinit, gabro, serta batuan gunungapi dan sedimen Tersier dalam matriks yang tergeruskan (informasi R. Sukamto, dalam Silver & Moore, 1981).

Perkembangan Zona Tumbukan

Silver & Moore (1981) menjelaskan bahwa perkembangan struktur zona tumbukan di Laut Maluku adalah sebagaimana tersaji pada Gambar 3. Diasumsikan bahwa masing-masing sistem busur sebelum terjadi tumbukan terdiri atas busur gunungapi aktif, kompleks tunjaman, serta cekungan busur muka. Diduga tunjaman ke barat di bawah Kepulauan Sangihe aktif lebih lama dibanding tunjaman ke arah timur di bawah Halmahera. Hal ini didasarkan bahwa zona Benioff di Sangihe lebih dalam dibanding yang di bawah Halmahera, meskipun ini juga dapat mencerminkan bahwa laju penunjaman di bawah Sangihe lebih cepat. Proses akrasi kedua kompleks tunjaman ditafsirkan berhenti ketika keduanya mulai bertumbukan. Selanjutnya, proses konvergensi tersebut mengakibatkan zona tumbukan terangkat dan terjadi penebalan di zona ini, disertai pelipatan dan pensesar-naikan.



Gambar 2. Laut Sulawesi, zona tumbukan antara busur dengan busur, dengan pusat-pusat gempa di bawahnya (Silver & Moore, 1978).



Gambar 3. Perkembangan zona tumbukan Laut Maluku (Silver & Moore, 1978).

Kepulauan Banggai – Sula

Nama Pulau Banggai dan Pulau Sula sering disatukan dalam beberapa tulisan geologi karena keduanya secara geologi termasuk dalam satu mintakat yang sama, yaitu merupakan benua renik pecahan dari Australia. Sesar-naik Sula di utara Banggai-Sula merupakan bagian selatan dari zona pensesaran berarah barat-timur selebar 30 – 40 km, dan diduga merupakan batas akhir bagian barat zona sesar Sorong yang tersingkap di bagian barat Papua. Kepulauan Banggai – Sula diduga telah mengalami pergeseran dari daerah Papua melalui zona sesar ini (Visser & Hermes, 1962; Hamilton, 1973).

Bagian utara Sesar Sorong adalah sesar pembatas utama antara lajur ofiolit lengan timur Sulawesi dan mikrokontinen Banggai-Sula. Sesar ini dikenal sebagai Sesar-naik Batui karena di daratan membentuk lengkungan dari Batui di pantai selatan sampai Balantak di ujung timur lengan timur. Kelanjutan sesar-naik Batui ke arah selatan tidaklah jelas. Zona pensesaran minor dijumpai di sebelah selatan, memotong batuan sedimen cukup tebal di dekat pantai. Ada dugaan sesar-naik tersebut berlanjut ke selatan, namun dalam keadaan tidak aktif, dan ditutupi oleh batuan sedimen yang lebih muda.

Sulawesi Bagian Timur

Lajur Ultramafik

Tumbukan akhir Kenozoik antara benua Australia dan busur kepulauan Indonesia telah menghasilkan tataan geologi yang sangat kompleks di Indonesia bagian timur (Hamilton, 1977). Salah satu proses tektonik yang menarik dibahas adalah pengalihempatan atau obdaksi batuan ultramafik ofiolit yang membentuk lajur sangat lebar dan tebal di Sulawesi bagian timur, dan disebut Lajur Ofiolit Sulawesi Timur (Surono, 2010, Gambar 4)).

Penempatan Batuan Ultramafik

Terdapat beberapa hipotesis mengenai proses pengalihempatan batuan ultramafik atau ofiolit, yaitu : (1). Terjadinya obdaksi kerak samudera sepanjang sesar yang miring berlawanan dengan arah tunjaman (Moores, 1970; Coleman, 1971; Christensesn & Salisbury, 1975); (2). terjadinya baji-

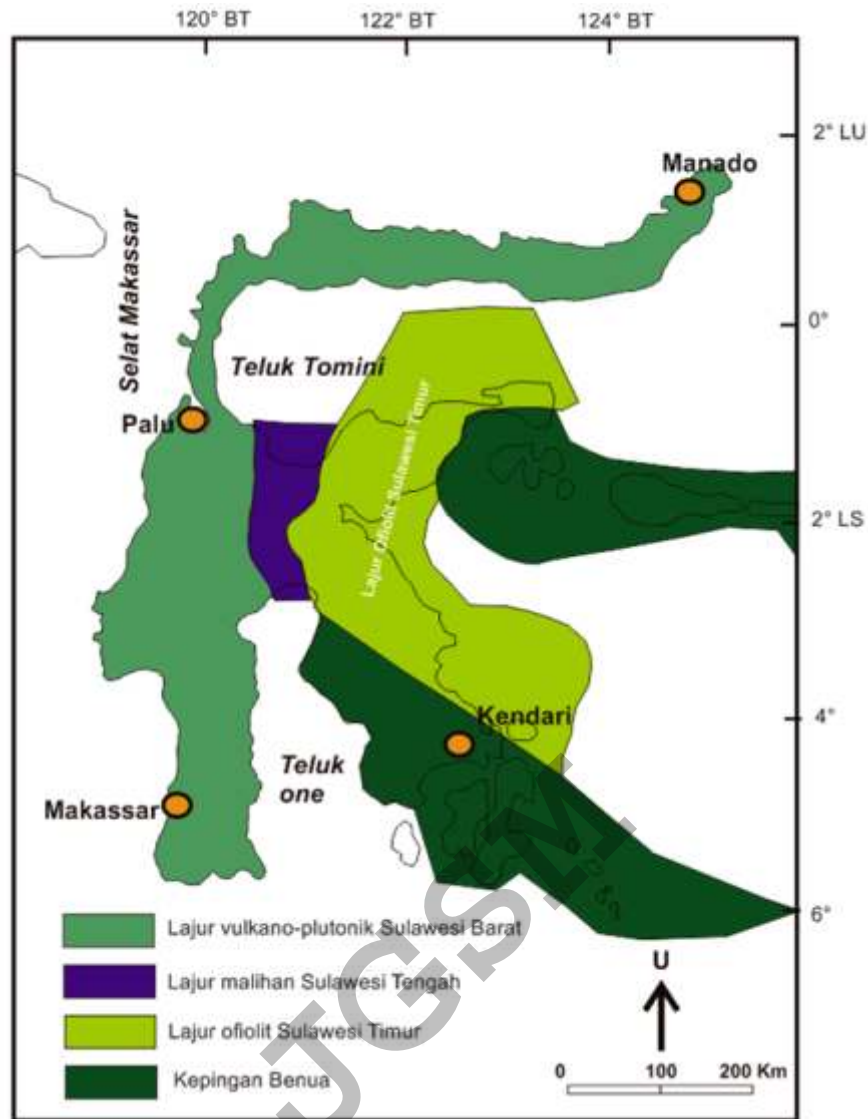
baji irisan kerak samudera selama penunjaman, sepanjang sesar-sesar yang hampir sejajar dengan arah penunjaman (Milsom, 1973; Ganser, 1974; Milsom & Richardson, 1976, dll.); (3). diapirisme (Maxwell, 1973); (4). intrusi dingin sepanjang sesar-sesar tegak (Lockwood, 1972); dan (5). penempatan berkaitan dengan gerakan yang berubah sepanjang sesar-sesar transform (Brookfield, 1977). Di Sulawesi Timur, Silver drr (1981) lebih cenderung pada penafsiran mekanisme obdaksi, yang antara lain didukung oleh data berupa menipisnya batuan ultramafik ke arah busur, dan semakin tebal ke arah laut (timur).

Diskusi

Dari beberapa mekanisme penempatan ofiolit di Sulawesi bagian timur, tampaknya teori diapirisme kurang diterima oleh para peneliti lainnya, karena kurang didukung oleh bukti-bukti yang memadai. Demikian pula penafsiran mekanisme penempatan yang dihubungkan dengan gerakan sesar mendatar, maupun berkaitan dengan adanya intrusi dingin. Keberadaan sesar-sesar naik yang berpola teratur miring ke barat seperti sesar-naik Batui lebih mendukung penafsiran mekanisme obdaksi sebagaimana dikemukakan oleh Moores (1970), Coleman (1971), Christensesn & Salisbury (1975), dan lain-lainnya. Meskipun ada tafsiran bahwa Sesar-naik Batui tidak aktif lagi, namun mengingat sesar ini masih terkait dengan sistem sesar Sorong yang aktif, maka kemungkinannya terjadi reaktifasi masih cukup besar.

Meskipun secara internal mintakat Banggai-Sula relatif stabil, namun aktifitas tektonik di sekitarnya dapat mengakibatkan terjadinya gerakan-gerakan tektonik, termasuk gempa. Hal ini dikarenakan daerah ini merupakan daerah yang cukup aktif, yang ditandai oleh adanya pengaruh zona kelanjutan sistem Sesar Sorong.

Aktifitas tumbukan busur dengan busur yang berjarak relatif dekat dan mengakibatkan pengangkatan pada bagian puncak punggung di Laut Maluku dapat mengakibatkan terjadinya akumulasi keterikan di zona tumbukan tersebut. Pada gilirannya dapat terjadi pelepasan energi yang sangat berpotensi menimbulkan gempa maupun reaktifasi struktur di kawasan tersebut.



Gambar 4. Pembagian mendala di Sulawesi dan sekitarnya, tampak Lajur Ofiolit Sulawesi Timur yang sangat tebal (dimodifikasi dari Surono, 2010).

Kesimpulan

Mekanisme obdaksi kerak samudera dapat dipakai untuk menjelaskan terjadinya lajur ofiolit atau ultramafik yang tebal di Sulawesi bagian timur.

Meskipun mintakat Banggai-Sula secara internal

relatif stabil, namun secara regional sangat terpengaruh oleh aktifitas tektonik di sekitarnya.

Laut Maluku merupakan zona tumbukan antara busur dengan busur yang masih aktif sampai sekarang, dan berpotensi besar terjadinya gempa bumi dan reaktifasi struktur geologi.

Acuan

Brookfield, M.E., 1977. The emplacement of giant ophiolite nappes. 1. Mesozoic – Cenozoic examples. *Tectonophysics*, 37: 247-303.

Christensen, N.I. & Salisbury, M.H., 1975. *Structure and constitution of the lower oceanic crust*. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 13: 57-86.

- Coleman, R.G., 1971. Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotites among continental edges. *J. Geophys. Res.*, 76: 1212-1222.
- Fitch, T.J., 1970. Earthquake mechanisms and island arc tectonics in the Indonesian – Philippine Region. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 60: 565-591.
- Gansser, A., 1974. The ophiolite melange, a world-wide problem on Tethyan examples. *Eclog. Geolog. Helv.*, 67: 479-507.
- Hamilton, W., 1973. Tectonics of the Indonesian Region. *Geol. Soc. Malaysia*. 6: 3-10.
- Hamilton, W., 1977. *Subduction in the Indonesian Region*. American Geophysical Union, Maurice Ewing Series, 1: 15-31.
- Hatherton, T. & Dickinson, W.R., 1969. The relationship between andesitic volcanism and seismicity in Indonesia, the Lesser Anticlines, and other island arcs. *J. Geophys. Res.* 74: 5301-5310.
- Lockwood, J.P., 1972. Possible mechanism for the emplacement of Alpine-type serpentinite. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 132: 273-287.
- Maxwell, J.C., 1973. *Ophiolite-old ocean crusts or internal diapirs? In Symposium on Ophiolites in Earth's Crust.*, Moscow, Academy of Sciences of the USSR: 71-73.
- Milsom, J., 1973. Papuan ultramafic belt : Gravity anomalies and emplacement of ophiolites. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 84: 2243-2258.
- Milsom, J. & Richardson, A., 1976. Implication of the occurrence of large gravity gradients in northern Timor. *Geol. Mijnb.* 55: 175-178.
- Moore, E.M., 1970. Ultramafics and orogeny, with models of the U.S. Cordillera and the Tethys. *Nature Lond.*, 228: 837-842
- Silver, E.A., Joyodiwiryo, Y. & McCaffrey, R., 1981. Gravity Results and Emplacement Geometry of the Sulawesi Ultramafic Belt, Indonesia. *Geological Resources Development Center Spec. Publ.* 2: 313-319.
- Silver, E.A. & Moore, J.C., 1981. *The Molucca Sea collision zone, Indonesia. In: Barber & Wiryosujono, The Geology and Tectonics of Eastern Indonesia*, Geological Resources Development Center Spec Publ., 327-340.
- Surono, 2010. *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*. Publikasi Khusus, Badan Geologi, KESDM, 16 h.
- Visser, W.A. & Hermes, J.J., 1962. Geologic results of exploration for oil in the Netherlands, New Guinea. *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbow. Gen.*, Geologische Serie. 20, 265p.