

# PANGEEA

<b>Geologi dan Studi Fasies Batugamping Formasi Wonosari Daerah Gunung Ranggas dan Sekitarnya, Kecamatan Tambakrejo, Kabupaten Blitar, Provinsi Jawa Timur.....</b>	<b>1</b>
Raka Aditia Rizti, Achmad Subandrio, Teguh Jatmiko	
<b>Geologi dan Studi <i>Trace Element</i> untuk Menentukan Dampak Lingkungan Pengendapan Batubara <i>Seam P3, B2, dan PR Pit Inul Middle-Inul East</i>, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur ....</b>	<b>9</b>
Eudita Suryani, Basuki Rahmad, Mahap Maha	
<b>Geologi dan Kontrol Struktur Geologi Terhadap Mineralisasi Bijih Besi Daerah Tapango dan Sekitarnya, Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat.....</b>	<b>21</b>
Eligius Estiamundi, Sutanto, Joko Soesilo	
<b>Geologi dan Studi Fasies Batugamping Formasi Wonosari Daerah Baturetno dan Sekitarnya, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.....</b>	<b>31</b>
Muhammad Reza Kurmiandi, Ediyanto, Arief Rianto Budi Nugroho	
<b>Geologi dan Studi Biostratigrafi Formasi Kerek dan Kalibeng Daerah Bangle dan Sekitarnya, Kecamatan Wonosegoro, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah.....</b>	<b>49</b>
Dedy Hasasra Ghofur, Mahap Maha, Herry Riswandi	
<b>Geologi dan Karakteristik Batuan pada Kontak <i>Heavy Sulfide Zone</i> Bagian Timur Tambang <i>Grasberg Block Cave</i> PT.Freeport Indonesia, Mimika, Papua .....</b>	<b>59</b>
Alvian Kristanto Santoso, Heru Sigit Purwanto, Sugeng Raharjo	
<b>Geologi Bawah Permukaan dan Analisis Fasies Karbonat Formasi Kujung I Lapangan "AIL" Cekungan Jawa Timur Utara.....</b>	<b>69</b>
Aditama Wahyu Nugroho, Sugeng Widada, Salatun Said	
<b>Geologi dan Studi Pengaruh Logam Berat Terhadap Kualitas Lingkungan Wilayah Tambang Emas Jatiroto, Wonogiri, Jawa Tengah.....</b>	<b>77</b>
Wiryan Krisno Pambudi, Dwi Fitri Yudiantoro, Firdaus Maskuri	
<b>Menuju Sistem Informasi Tiga Dimensi untuk Manajemen Gedung (Studi Kasus : Gedung Labtek IX/C Kampus ITB Bandung).....</b>	<b>85</b>
Oktavia Dewi Alfiani	
<b>Pengaruh Fasies Lingkungan Pengendapan Terhadap Properti Reservoir dan Metode Penurunan Produksi pada Sumur "Y" Horison C-2 dan Horison D-1 Lapangan "X" .....</b>	<b>93</b>
Edgie Yuda Kaesti	



**JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**





## GEOLOGI DAN KONTROL STRUKTUR GEOLOGI TERHADAP MINERALISASI BIJIH BESI DAERAH TAPANGO DAN SEKITARNYA, KECAMATAN TAPANGO, KABUPATEN POLEWALI MANDAR, PROVINSI SULAWESI BARAT

Eligius Estiamundi, Sutanto, Joko Soesilo

Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta  
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283  
Telp. (0274) 486403, 486733 ; Fax. (0274) 487816 ; Email: geoupn@indosat.net.id

**Sari** - Lokasi telitian secara administratif terletak di Desa Tapango dan sekitarnya Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar Provinsi Sulawesi Barat, secara geografis terletak pada koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) Zona 50 S yaitu 750000 mE – 755000 mE dan 9631500 mN – 9636000 mN. Lokasi telitian merupakan daerah konsesi penelitian dari P.T. Isco Polman Resources. Daerah Penelitian memiliki luas  $\pm 25 \text{ km}^2$ , dengan skala peta 1 : 12500.

Satuan Geomorfologi daerah telitian dibagi menjadi enam satuan bentuk lahan yaitu Satuan Bentuklahan Perbukitan Aliran Lava (V1), Satuan Bentuklahan Perbukitan Intrusi (V2), Satuan Bentuklahan Perbukitan Homoklin (S1), Satuan Bentuklahan Perbukitan Sesar (S2), Satuan Bentuklahan Tubuh Sungai (F1) dan Satuan Bentuklahan Dataran Aluvial (F2).

Stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi tujuh satuan batuan yaitu berturut turut dari tua ke muda satuan sabak Latimojong (SL) yang berumur Kapur Akhir, satuan batupasir Mapi (BM) yang berumur Miosen Tengah - Pliosen, satuan batutanduk (BT) yang berumur Pliosen, intrusi syenit (IS) yang berumur Pliosen, intrusi granit (IG) yang berumur Pliosen, lava trakiandesit (LT) yang berumur Pliosen dan endapan *Aluvial* (EA) yang berumur Holosen – Resen. Terdapat lima buah sesar pada daerah penelitian yang ditemukan yaitu Sesar Naik Reamambu (berpola Utara – Selatan), Sesar Mendatar Kanan Selulase, Sesar Mendatar Kiri Rakasang, Sesar Mendatar Kanan Kalimbua ( berpola Timur – Barat dan Sesar Naik berarah relatif Utara-Selatan (hasil interpretasi morfologi dan arah kedudukan lapisan dan foliasi batuan).

Jenis endapan pada daerah telitian adalah endapan Fe-Skarn dengan himpunan mineral Garnet, Piroksen, Magnetit dimana *hostrock* yang diindikasikan batuan sedimen (batupasir) karbonatan dengan jenis endapan Eksoskarn. Cebakan mineral Magnetit terdapat pada lapisan lapisan sedimen yang heterogen yang banyak mengandung karbonat dan juga terkonsentrasi pada sesar yang terdapat pada daerah telitian yaitu Sesar Mendatar Selulase dengan tahapan evolusi skarn yang dibagi menjadi *isokimia skarn*, *metasomatisme prograde* dan *retrograde skarn*.

**Kata-kata kunci** : Mineralisasi, *hostrock*, *isokimia skarn*, *metasomatisme prograde*, *retrograde skarn*.

### PENDAHULUAN

Sulawesi merupakan wilayah yang terletak di antara dua benua yaitu Asia dan Australia. Pengaruh tumbukan lempeng Pasifik, Benua Asia dan Australia terhadap Pulau Sulawesi adalah bersatunya bagian barat dan bagian timur Sulawesi, terbentuknya jalur gunungapi dalam Mandala Geologi Sulawesi Barat, serta terjadinya sesar Palu-Koro yang berarah barat laut – tenggara. Di daerah Kabupaten Mamuju dan Majene berkembang beberapa sesar ikutan atau sesar sekunder yang berarah hampir barat – timur.

Pemetaan geologi merupakan dasar utama dalam interpretasi terhadap kondisi geologi suatu daerah. Melalui pemetaan tersebut dapat dikumpulkan data – data lapangan, sehingga dapat menemukan hubungan geologi yang ada melalui interpretasi berdasarkan teori, hipotesis, konsep, dan model yang sudah ada. Pemetaan geologi sangat penting dalam aspek merekonstruksi atau mengetahui kondisi geologi suatu daerah tertentu.

Berdasarkan tatanan tektoniknya, kepulauan Indonesia terdiri dari jalur – jalur busur vulkanik dengan total panjang busur sekitar 7000 km di mana sebagian besar merupakan segmen-segmen yang mengandung endapan mineral (Carlile dan Michell, 1994). Ada enam jalur busur magmatik di Indonesia yang merupakan jalur utama mineralisasi logam yaitu Jalur Busur Sunda-Banda, Jalur Busur Sumatra Meratus, Jalur Busur Kalimantan Tengah, Jalur Busur Sulawesi-Mindanao-Timur, Jalur Busur Halmahera, dan Jalur Busur Irian Jaya Tengah.

Daerah penelitian berada di bagian barat Pulau Sulawesi, yang secara administratif berada dalam wilayah Kabupaten Polewali Mandar. Menurut Carlile dan Michell (1994) daerah telitian termasuk ke dalam busur magmatik tersier Sulawesi Mindanao.



## METODE

Masalah yang dijumpai dalam penelitian ini berhubungan dengan kondisi geologi daerah penelitian, meliputi permasalahan geomorfologi, stratigrafi, geologi struktur dan mineralisasi. Tahapan penelitian yang sistematis sangat diperlukan untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian yang telah ditentukan. Tahapan penelitian tersebut adalah :

1. Tahap Pendahuluan
2. Tahap Lapangan
3. Tahap Analisis dan Laboratorium
4. Tahap Penyusunan Laporan dan Penyajian Data.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Geomorfologi Daerah Penelitian

Kondisi geomorfologi daerah penelitian dipengaruhi oleh proses - proses geomorfologi yang bekerja baik itu proses endogen maupun eksogen. Proses endogen berupa aktivitas vulkanik yang membentuk pegunungan dengan komposisi batuan hasil dari vulkanisme serta aktivitas tektonik yang mengakibatkan proses struktur geologi berupa sesar dan pengangkatan. Proses eksogen berupa pelapukan, erosi maupun proses pengendapan oleh air, angin dan sungai.

### Pola Pengaliran Daerah Penelitian

Pola pengaliran pada daerah penelitian tergolong dalam pola *subdendritik* yang merupakan hasil perkembangan dari pola *dendritik* yang mengalir hampir menyerupai cabang pohon. Hal tersebut dipengaruhi oleh topografi, litologi, dan struktur.

### Satuan Bentuklahan Daerah Penelitian

Dengan mempertimbangkan aspek morfografi, morfometri, morfostruktur pasif, morfostruktur aktif dan morfodinamik maka satuan geomorfik daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 3 satuan bentuk asal dan 6 satuan bentuklahan.

- Bentuk asal vulkanik dengan bentuklahan perbukitan aliran lava (V1) dan perbukitan intrusi (V2).
- Bentuk asal struktural dengan bentuklahan perbukitan homoklin (S1) dan perbukitan sesar (S2).
- Bentuk asal fluvial dengan bentuklahan tubuh sungai (F1) dan dataran *aluvial* (F2).

### Stratigrafi Daerah Penelitian

Penyusunan stratigrafi daerah penelitian berdasarkan pada karakteristik litologi dominan yang terdapat pada daerah penelitian. Dasar dari pembagian satuan batuan tersebut berdasarkan dominan litologi yang ada dan ciri fisik batuan serta dominasi penyebarannya.

Penamaan satuan batuan mengikuti tatanama satuan litostratigrafi resmi menurut Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI, 1996), dengan urutan satuan batuan dari tua sampai muda, sebagai berikut :

- a. Satuan Batusabak Latimojong
- b. Satuan Batupasir Mapi
- c. Intrusi Syenit
- d. Intrusi Granit
- e. Satuan Batutanduk
- f. Satuan Lava Trakiandesit
- g. Satuan Endapan *Aluvial*

### Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur Geologi yang berkembang pada daerah penelitian diantaranya adalah sesar dan kekar. Penamaan struktur geologi didasarkan pada lokasi tipe dimana struktur tersebut dijumpai. Terdapat empat buah sesar pada daerah penelitian yang ditemukan yaitu Sesar Naik Reamambu (berpola Utara - Selatan), Sesar Mendatar Kanan Selulase, Sesar Mendatar Kiri Rakasang dan Sesar Mendatar Kanan Kalimbia ( berpola Timur - Barat).

### Sejarah Geologi Daerah Penelitian

Sejarah geologi di daerah penelitian diawali pada kala Kapur dimana terjadi tumbukan batuan kerak samudra proto laut Banda yang menunjam dibawah tepi selatan tenggara kraton sunda (Sukanto, 1975) . Kemudian pada kala Kapur terjadi pengendapan sedimen bertipe *flysch*. Batuan ini diinterpretasikan terendapkan pada cekungan busur depan, di sebelah barat dari zona subduksi yang menunjam ke barat. Kemungkinan akibat subduksi ini menyebabkan batuan sedimen *flysch* ini termetamorfkan dan membentuk satuan batuan metamorf di daerah Sulawesi (Armstrong, 2012). Litologi sabak yang merupakan bagian dari Formasi Latimojong yang berumur



Kapur Tengah – Akhir (van Leeweun & Muhardjo, 2005 dalam Surono, 2013) merupakan bagian dari kompleks melange Bantimala dan Pompangeo. Kemudian pada kala Miosen Tengah sampai Pliosen diendapkan Formasi Mapi yang dalam lokasi penelitian dibedakan menjadi satuan batupasir Mapi dimana diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Latimojong. Kemudian pada kala Miosen Akhir sampai Pliosen terjadi orogenesis yang berakibat terangkatnya Formasi Latimojong yang berasosiasi dengan sesar-sesar, yang kemudian apabila dikaitkan dengan daerah penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa kontak antara Formasi Latimojong dan sedimen diatasnya berupa kontak sesar naik. Kemudian pada kala Pliosen diterobos oleh kompleks batuan terobosan yang bersusun asam sampai intermediet yang dalam lokasi penelitian berupa syenit, granit dan trakiandesit. Kompleks batuan terobosan ini menerobos satuan batusabak Latimojong dan satuan batupasir Mapi.

### **Skarn Fe Dan Kontrol Struktur Mineralisasi Daerah Tapango**

#### **Alterasi Skarn Daerah Tapango**

Alterasi Skarn didaerah telitian tidak begitu dominan dan tersebar luas, hanya terjadi pada daerah sekitar kontak antara stock granit dengan satuan batupasir. Hal ini sejalan dengan ditemukannya himpunan mineral yang terbentuk pada temperature dan tekanan tinggi, seperti pada beberapa lokasi pengamatan ditemukan mineral garnet (andradit), piroksen dan magnetit serta muncul pula mineral kuarsa. Pada alterasi Skarn terdapat fase skarn yang saling berkaitan akibat dari peningkatan suhu yang disebabkan oleh intrusi dan penurunan suhu akibat dominasi air meteorik pada zona-zona lemah, yaitu fase Prograde (Isokimia prograde dan Metasomatisme Prograde) dan fase Retrograde.

#### **Fase Isokimia**

Skarn isokimia terbentuk ketika intrusi menerobos sedimen karbonatan dengan sedikit atau tanpa penambahan komponen kimia. H<sub>2</sub>O diperoleh dari air magmatik (intrusi), sedangkan CO<sub>2</sub> dari batuan sedimen karbonatan. Pembentukan skarn dikontrol secara dominan oleh suhu dan komposisi batuan dinding serta tekstur (sistem konduktif).

#### **Fase Metasomatisme Prograde**

Pada fase ini terjadi eksolusi air magmatik yang sekaligus menandai berakhirnya proses metamorfisme dan mulai mengalami penurunan suhu dan pengkayaan mineral-mineral yang dibawa oleh air magmatik. Air magmatik mengisi sepanjang kontak intrusi, rekahan, celah, patahan, kontak sedimen, dan zona-zona permeabel yang lain (Meinert, 1992). Garnet dan piroksen secara progresif mengalami pengkayaan Fe dan penurunan kadar Mg. Mineral-mineral bersuhu rendah umumnya saling tumbuh dan mengganti kumpulan mineral yang terbentuk sebelumnya pada suhu yang lebih tinggi (seperti piroksen menggantikan garnet). Peningkatan pengendapan oksida dan sulfida terjadi pada tahap akhir pembentukan skarn metasomatik. Magnetit lebih dominan dibandingkan sulfida, yang terbentuk menggantikan garnet atau piroksen pada tahap akhir fase ini.

#### **Fase Retrograde**

Setelah proses pengkayaan kadar mineral-mineral akibat eksolusi air magmatik, perlahan mengalami penurunan suhu seiring dengan pengkayaan garnet dan piroksen secara progresif mengalami pengkayaan Fe dan penurunan kadar Mg. Fase ini sekaligus menjadi tanda awal dari fase skarn retrograde. Skarn retrograde terbentuk pada fase penurunan suhu dan komposisi cairan menjadi lebih dominan air meteorik, khususnya pada skarn yang terbentuk pada daerah dangkal. Alterasi retrograde pada lokasi pengamatan dicirikan oleh penggantian mineral-mineral anhydrous garnet (andradite) yang terbentuk pada fase prograde oleh mineral-mineral anhydrous seperti epidot dan klorit.

#### **Kontrol Struktur Geologi Terhadap Mineralisasi Daerah Tapango**

Pada daerah penelitian terdapat beberapa sesar yakni Sesar Naik Reamambu, Sesar Mendatar Selulase, Sesar Mendatar Rakasang, Sesar Mendatar Kalimbua. Berdasarkan analisis terhadap sesar-sesar tersebut secara umum didapatkan arah tegasan utama yakni relatif arah timur-barat dan utara-selatan. Sesar Mendatar Selulase merupakan sesar utama pada daerah penelitian yang sangat mengontrol terhadap proses mineralisasi besi daerah penelitian.

Berdasarkan penampang geologi yang dihasilkan dan analisis data geologi yang ada menunjukkan bahwa magma dari intrusi granit pada kala Pliosen bergerak melalui Sesar Mendatar Selulase. Selain terkonsentrasi pada zona lemah seperti sesar, mineralisasi daerah telitian juga terkonsentrasi pada struktur perlapisan pada sedimen batupasir Mapi. Karakteristik batupasir Mapi yang heterogen dimana pada lapisan lapisan tertentu yang



bersifat karbonatan, memungkinkan terjadinya pergerakan larutan hidrotermal melalui zona lemah yaitu bidang perlapisan dan mengakibatkan reaksi metasomatisme dimana pada lapisan itu terjadi perubahan komposisi mineral menjadi lapisan-lapisan yang kaya kandungan bijih besi (Fe)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemetaan geologi yang dilakukan di daerah Tapango dan sekitarnya, Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat pada bab – bab sebelumnya maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

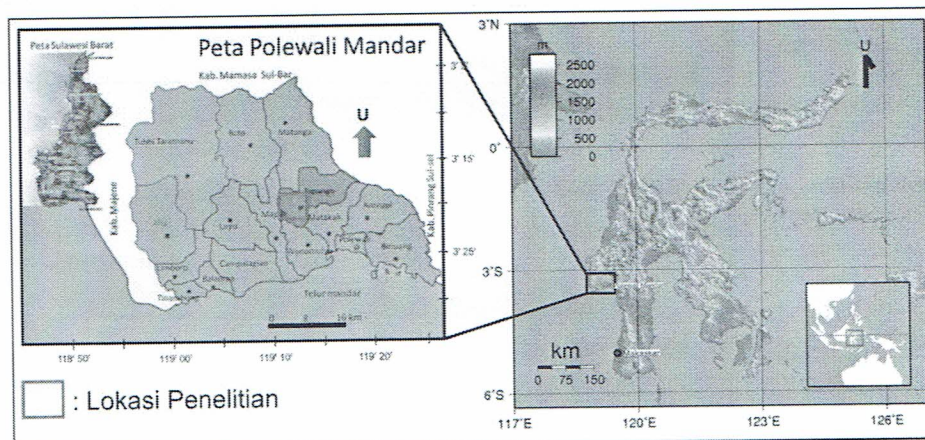
- Pola pengaliran di daerah penelitian yaitu *subdendritik*. Adapun pola *subdendritik* hasil perkembangan dari pola *dendritik* yang mengalir hampir menyerupai cabang pohon. Hal tersebut dipengaruhi oleh topografi, litologi, dan struktur.
- Geomorfologi daerah penelitian dibagi menjadi enam satuan bentuk lahan, yaitu: Satuan Bentuklahan Perbukitan Aliran Lava (V1), Satuan Bentuklahan Perbukitan Intrusi (V2), Satuan Bentuklahan Perbukitan Homoklin (S1), Satuan Bentuklahan Perbukitan Sesar (S2), Satuan Bentuklahan Tubuh Sungai (F1) dan Satuan Bentuklahan Dataran Aluvial (F2).
- Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan analisis laboratorium, daerah penelitian dibagi menjadi tujuh satuan batuan. Urutan dari tua ke muda sebagai berikut: Satuan Sabak Latimojong (Kapur Akhir), Satuan Batupasir Mapi (Miosen Tengah- Pliosen), Intrusi Syenit (Pliosen), Intrusi Granit (Pliosen), Satuan Batutanduk (Pliosen), Satuan Lava Trakiandesit (Pliosen) dan Endapan Aluvial ( Holosen).
- Berdasarkan hasil pengamatan lapangan empat buah sesar pada daerah penelitian yang ditemukan yaitu Sesar Naik Reamambu (berpola Utara – Selatan), Sesar Mendatar Kanan Selulase, Sesar Mendatar Kiri Rakasang dan Sesar Mendatar Kanan Kalimbua ( berpola Timur – Barat).
- Berdasarkan Jenis Endapan pada daerah telitian adalah Endapan Fe-Skarn dengan himpunan mineral Garnet+Magnetit±Piroksen dimana *hostrock* yang diindikasikan batuan sedimen (batupasir) karbonatan dengan jenis endapan Eksoskarn. Cebakan mineral Magnetit terdapat pada lapisan lapisan sedimen yang heterogen yang banyak mengandung karbonat dan juga terkonsentrasi pada sesar yang terdapat pada daerah telitian yaitu Sesar Mendatar Selulase dengan tahapan evolusi skarn yang dibagi menjadi *Isokimia, Metasomatisme Prograde dan Retrograde*.

## DAFTAR PUSTAKA

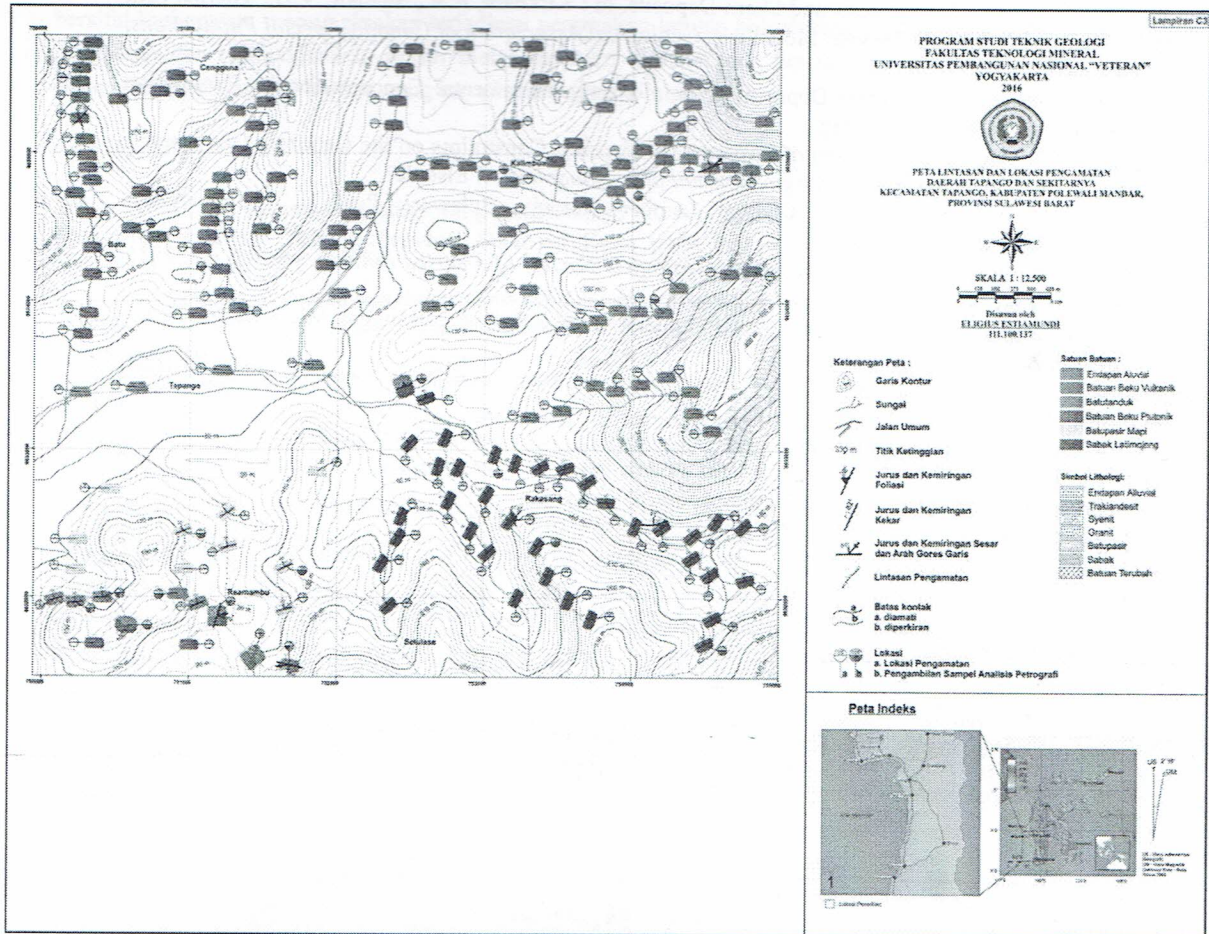
- Armstrong, F., 2012, Struktur Geologi Sulawesi, Bandung: Perpustakaan Sains dan Kebumihan ITB, 55 hal.
- Bateman, A.M. and Jensen, M.L., 1981, Economic Mineral Deposit (3rd ed.), John Wiley & Sons, New York, 593 hal.
- Carlile, J. dan Mitchell, A.H.G., 1994, Magmatic Arcs and Associated Gold and Copper Mineralisation in Indonesia, dalam "*Journal of Geochemical Exploration*": Elsevier, Amsterdam, hal. 92-142.
- Corbett, G.J. and Leach T.M., 1993, A Guide to Pacific Rim Au/Cu Exploration a Workshop Presented, Jakarta, Indonesia. 81 hal.
- Corbett, G.J., 1996, Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization, Workshop Manual, 185 hal.
- Corbett, G.J. and Leach, T.M., 1998, Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization: Society of Economic Geologists, USA, *Special Publication*, No. 6.
- Davis, W.M., 1899, The Geographical Cycle, dalam "*The Geographical Journal*", vol. 14, No. 5, Blackwell Publishing-The Royal Geographical Society, hal. 481-504.
- Djuri, Sudjatmiko, S., Bachri dan Sukido, 1998, Geologi Lembar Majene dan Palopo Bagian Barat: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi.
- Einaudi, M.T., 1982, Descriptions of Skarn Associated with Porphyry Copper Plutons. South-Western North America: University Of Arizona Press, hal. 139-185.
- Einaudi, M.T., Meinert, L.D. and Newberry, R.J., 1981, Skarn Deposits: Economic Geology, *75th Anniversary Volume, Economic Geology Publication Co.*: Lancaster Press Inc. hal. 317-391.
- Guilbert, J.M. and Park, C.F.Jr., 1986, The Geology of Ore Deposits, New York: Freeman and Company.
- Hamilton, W., 1979, Tectonics of the Indonesian region, U.S. Geological Survey Professional Paper, 345 hal.
- Howard, A.D., 1967, Drainage Analysis in Geologic Interpretations: *A Summation, American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Bulletin*, vol. 51, hal. 2246-2259.
- Meinert, L.D., 1992, Skarn and Skarn Deposits, Department of Geology Washington State University Pullman, Washington : Geoscience Canada, vol. 9.



- Meinert, L.D., 1993, Igneous Petrogenesis and Skarn Deposits. In : Kirkham, R.V., Sinclair, V.D., Thorpe, R.I., Duke, J.M. (eds), Mineral Deposit Modelling, *Geological Association of Canada, Special Puplications*, On. 40, pp. 569-583.
- Pirajno, F., 1992, Hydrothermal Mineral Deposits, Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist, Berlin: Springer-Verlag.
- Polve, M., dkk., 1996, Magmatic Evolution of Sulawesi (Indonesia): Constraints on the Cenozoic Geodynamic History of the Sundaland Active Margin, *Journal of Tectonophysics*: Elsevier.
- Ratman, N. dan Atmawinata, S., 1993, Geologi Lembar Mamuju, Sulawesi: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Rickard, M.J., 1972, Fault Classification Discussion, *Geological Society of America Bulletin*, vol. 83, hal. 2545-2546.
- Sartono, S., Astadiredja, K.A.S., Mirwanto, H., 1991, East Arm Sulawesi , Banggai Microplate – Sunda Subduction Zone Collision, Indonesia.
- Simandjutak, T.O., 1986, Struktur duplek (dwi unsur) sesar sungkup sesar jurus mendatar dilengan timur Sulawesi : P.I.T. XV I.A.G.I
- Sukamto, R.A.B., 1975, Perkembangan tektonik dengan membagi pulau Sulawesi dan pulau-pulau disekitarnya kedalam tiga mandala geologi: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi.
- Surono, 2013, Geologi Sulawesi, Jakarta : LIPI Press dan Kementerian ESDM.
- Van Leeuwen, T.M., 1974, The geology of Birru area, South Sulawesi: PT Riotinto Bethlehem Indonesia, upnubl, hal. 277-304.
- Van Leeuwen, T.M., 1994, 25 Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia, *Journal of Geochemical Exploration*, vol. 50, hal. 13-90.
- Van Zuidam, R.A., 1983, Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping, Netherland: Enschede.
- Williams, H., Turner, F. J., dan Gilbert, C. M., 1954, Petrography, An Introduction to Study of Rock in Thin Section, University of California, Barkeley: Freeman and Company, San Fransisco, 406 hal.
- Winkler, H.G.F., 1979, Petrogenesis of metamorphic rocks, Fourth edition: Springer, New York, 334 hal.

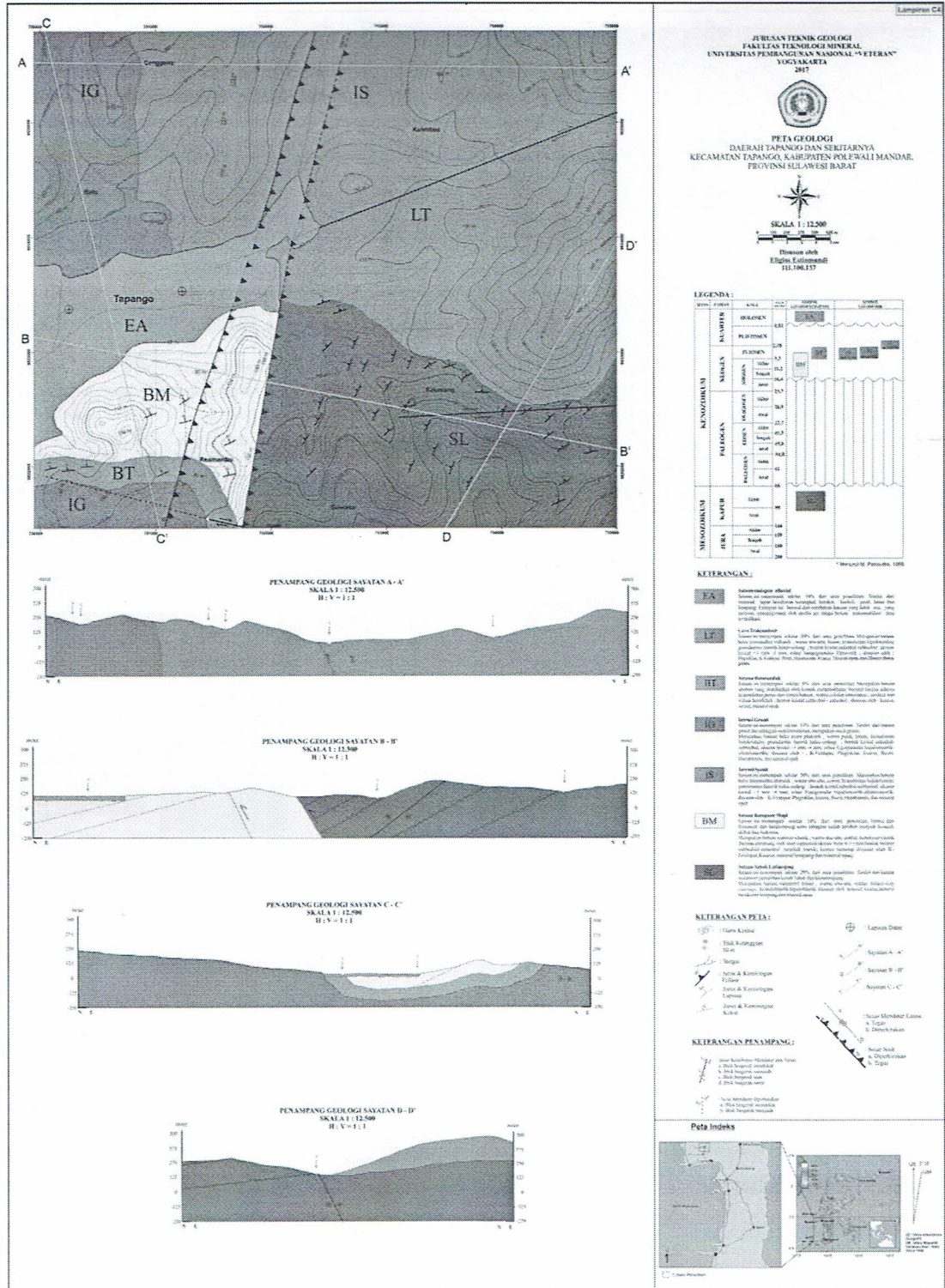


Lokasi daerah penelitian



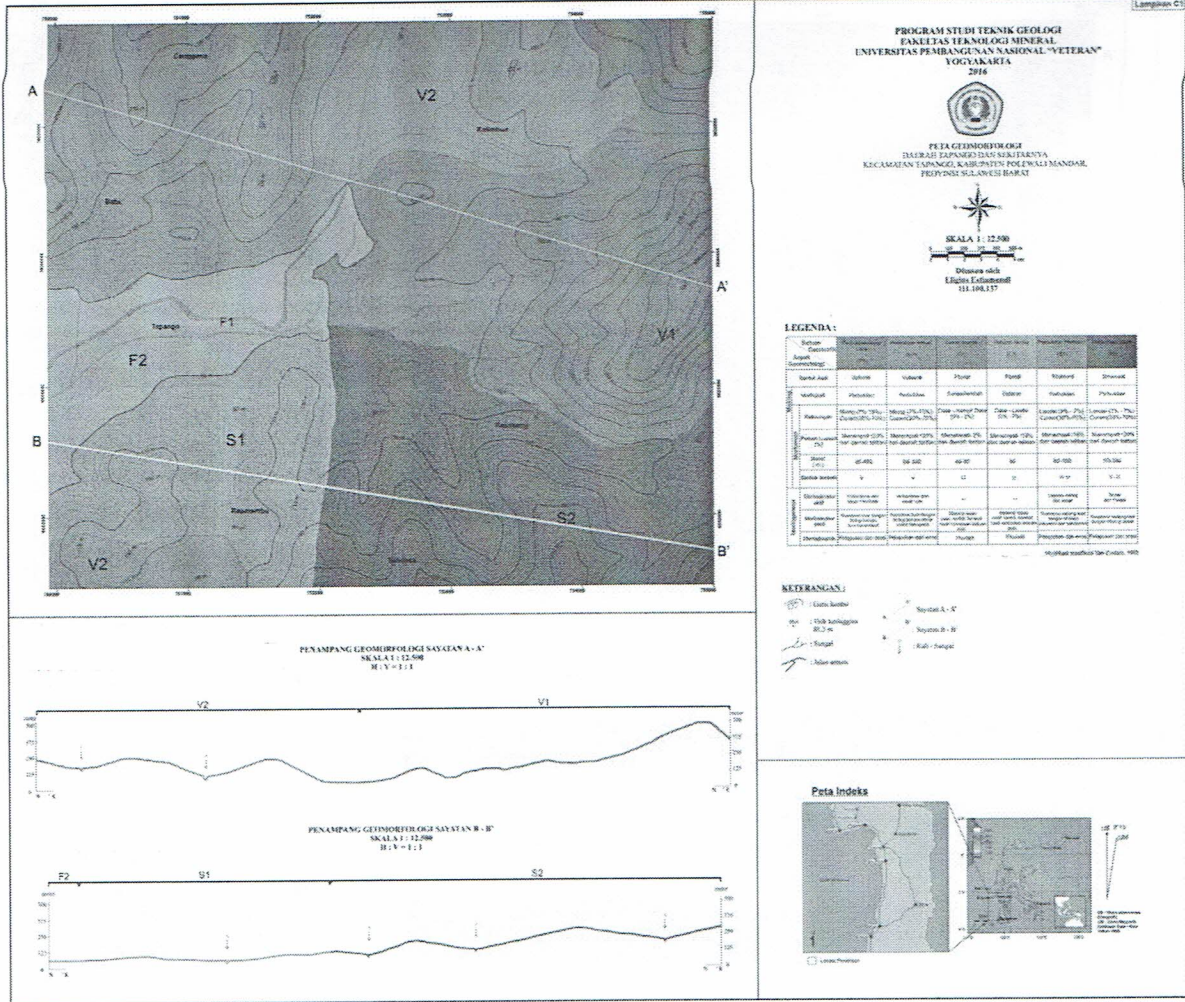
Peta Lintasan dan Lokasi Pengamatan Daerah Tapango dan sekitarnya





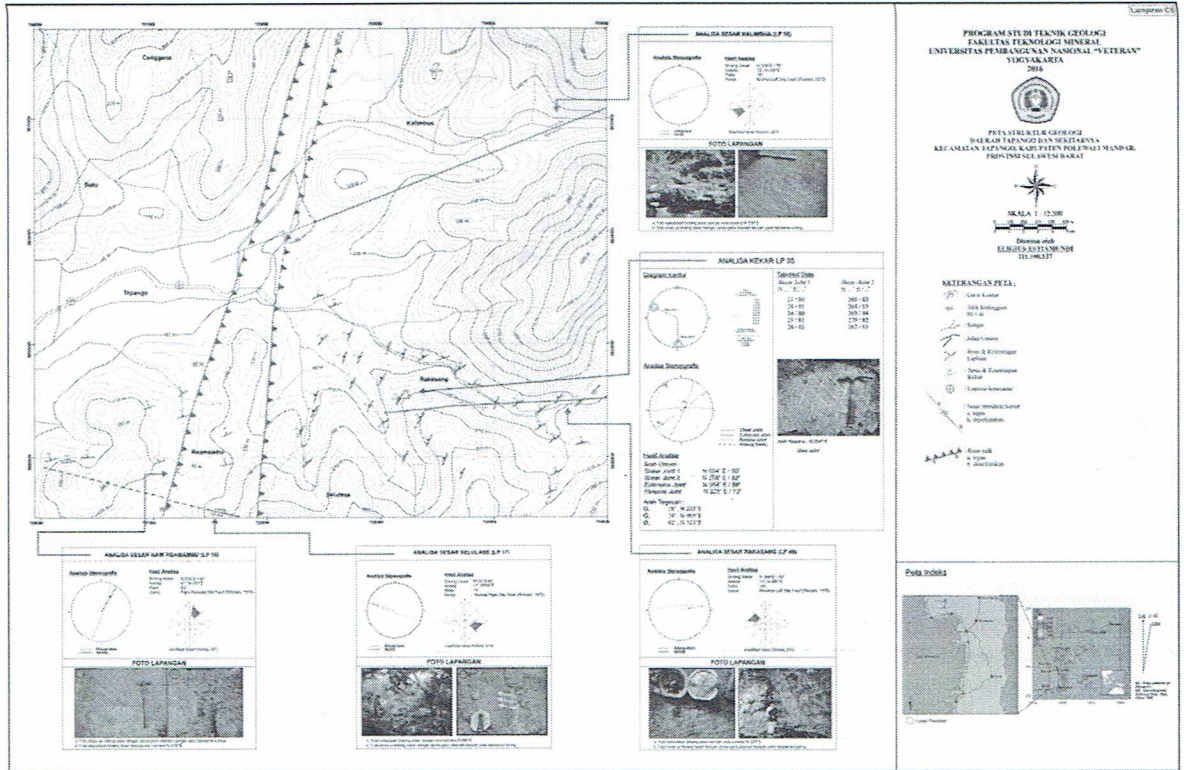
Peta Geologi Daerah Tapango dan sekitarnya



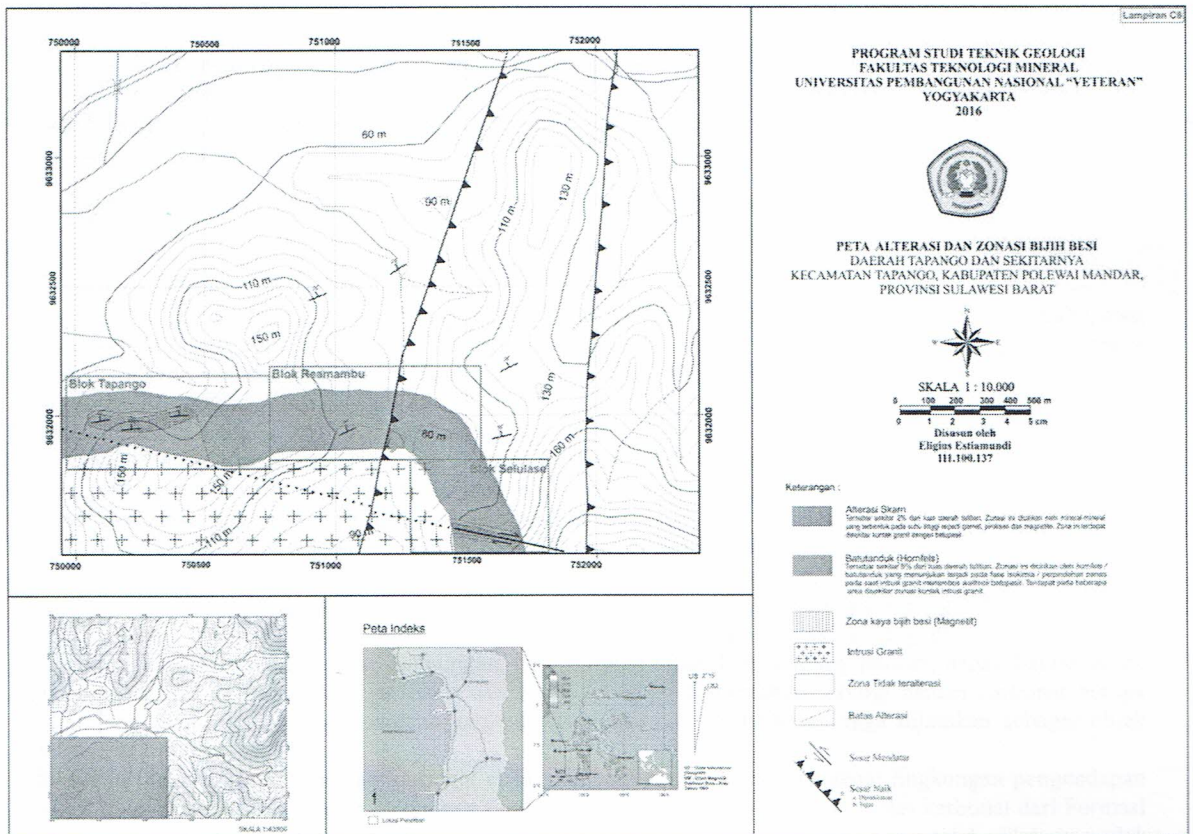


Peta Geomorfologi Daerah Tapango dan sekitarnya





Peta Struktur Geologi Daerah Tapango dan sekitarnya



Peta Alterasi dan Zonasi Bijih Besi Daerah Tapango dan sekitarnya