



Petrografi Batuan Sekis Kompleks Rumbia, Lengan Tenggara Sulawesi

Raivel Raivel¹, Musri Ma'waleda², Asri Jaya HS²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik UMK, Kendari

²Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin

*Corresponding author: raivelgeologi011@gmail.com

Article History

Received : 3 Agustus 2020

Revised : 15 September

Accepted : 1 Oktober 2020

Abstrak

Petrografi merupakan salah satu ilmu geologi yang sangat penting dalam penentuan jenis batuan dan sejarah geologi suatu daerah. Sulawesi khususnya Kompleks Rumbia Lengan Tenggara Sulawesi bagian selatan menarik untuk diteliti, karena daerah ini pernah mengalami subduksi hingga kolisi antara Mikro Kontinen Mekongga dengan Mikro Kontinen Rumbia dan Mikro Kontinen Rumbia dengan Mikro Kontinen Pulau Buton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis petrografi. Batuan sekis Kompleks Rumbia, Lengan Tenggara Sulawesi yaitu sekis mika, sekis klorit, sekis klorit-muskovit, sekis klorit-epidot, sekis tremolit-aktinolit. Batuan sekis mika sebagian besar tersebar di bagian Utara Kompleks Sekis Rumbia. Sekis klorit tersebar di bagian Timur, Barat dan Selatan Kompleks Sekis Rumbia. Sedangkan, sekis klorit-muskovit, sekis klorit-epidot, sekis tremolit-aktinolit tersebar di bagian Timur Kompleks Sekis Rumbia dengan orientasi foliasi yang berbeda-beda.

Kata kunci : petrografi, Rumbia, sekis, Sulawesi

Abstract

Petrography is one of the most important geological sciences in determining rock type and the geological history of an area. Sulawesi, especially the southeast arm Rumbia Complex, is interesting to examine, because this area has experienced subduction until collision between the Mekongga Micro Continent with Rumbia Micro Continent and Rumbia Micro Continent with Buton Island Micro Continent. The Method used in this research is petrographic analysis. The schist rocks of Rumbia Complex Southeast Arm of Sulawesi are mica schist, chlorite schist, chlorite-muscovite schist, chlorite-epidote schist, tremolite-actinolite schist. Mica schist rocks are mostly in the northern part of the Rumbia Schist Complex. Chlorite schist are in the east, west and south of the Rumbia Schist Complex. While, the chlorite-muscovite schist, the chlorite-epidote schist, the termolite-actinolite schist are in the eastern part of the Rumbia Schist Complex with different foliation orientations.

Keywords: petrography, Rumbia, schist, Sulawesi

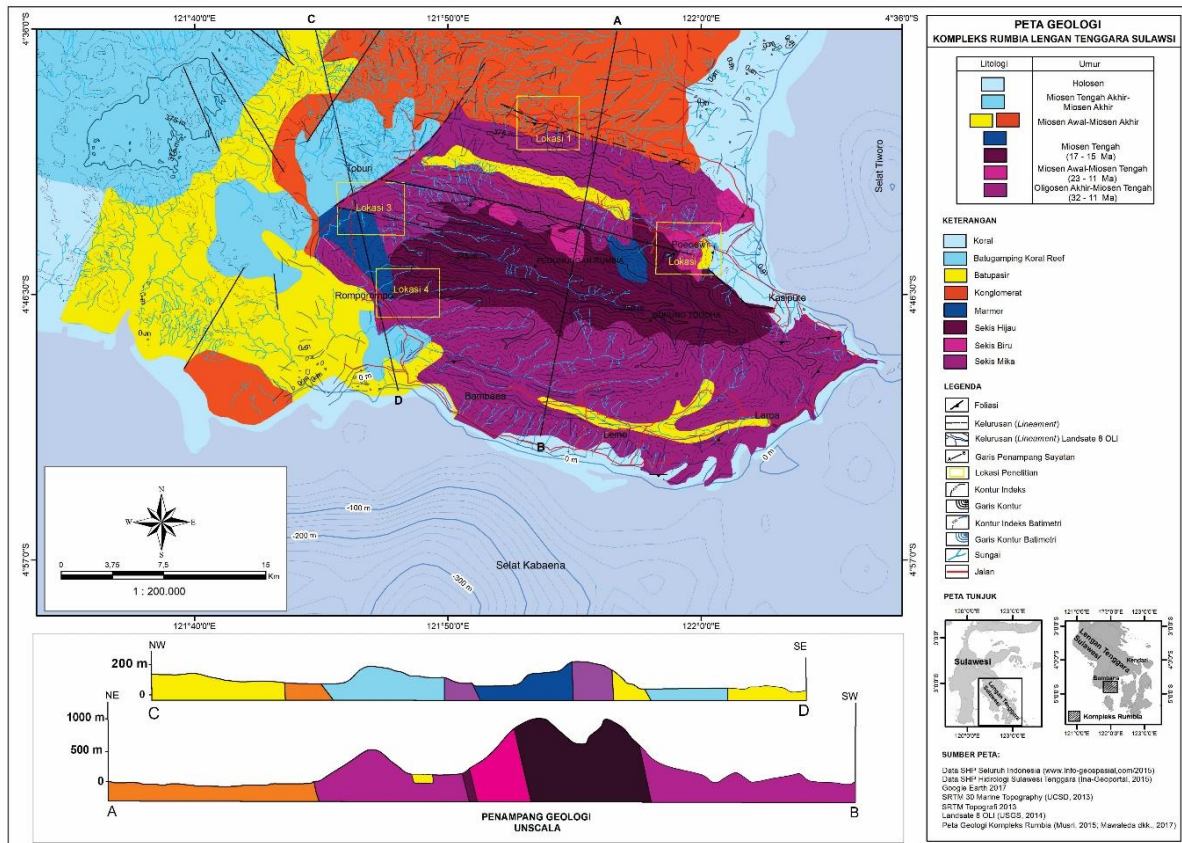
1. Pendahuluan

Indonesia merupakan wilayah yang terletak pada pertemuan tiga lempeng besar yaitu lempeng benua Eurasia yang relatif ke arah Selatan Tenggara, lempeng samudra Indo-Australia yang bergerak ke arah Utara dan lempeng samudra Pasifik yang bergerak ke arah Barat [1]. Kepulauan Indonesia khususnya Sulawesi yang kurang lebih berada di bagian tengah wilayah Indonesia sebagai sentral pertemuan tiga lempeng tersebut, tentunya tidak lepas dari manivestasi aktivitas tektonik seperti pembentukan struktur geologi dan perubahan tubuh batuan sebagaimana yang terjadi antara lempeng India dan Eurasia [2], lempeng Arof-Arabian dan Mikro Kontinen Iran [3].

Geologi Lengan Tenggara Sulawesi khususnya Kompleks Sekis Rumbia Kabupaten Bombana sebagai bagian dari Sulawesi sangat menarik untuk dilakukan studi petrografi batuan, karena daerah ini sebagai sentral pertemuan dari Mikro Kontinen Mekongga - Mikro Kontinen Rumbia dan Mikro Kontinen Rumbia - Mikro Kontinen Pulau Buton. Menurut Musri [4] & Mawaleda dkk [5], bahwa proto Mikro Kontinen Komleks Rumbia mengalami subduksi dengan Mikro Kontinen Proto-Mekongga di bagian Utara Lengan Tenggara Sulawesi yaitu 31 Ma dan terjadi kolisi 7 Ma. Smith *et al* [6], menyatakan bahwa *Terrane* Buton mengalami kolisi dengan *Terrane* Kontinen Sulawesi Tenggara pada Miosen. Secara stratigrafi kawasan Kompleks Rumbia didominasi oleh batuan Metamorf yaitu Sekis Mika (31-11 Ma), Sekis Hijau (23-11 Ma), Sekis Biru (15-17 Ma) dan Mamer [4][5]. Sedangkan, berdasarkan struktur regional daerah ini masih dipengaruhi oleh Sesar Kolaka

yang bergerak secara sinistral [7][8] dan seser lainnya yang berada pada daerah penelitian yaitu Sesar Lameroto [9].

Menurut Idrus dkk [10], bahwa batuan metamorf Kompleks Rumbia sebagai *host* mineralisasi emas. Menurut Mawaleda [5], bahwa proses mineralisasi tersebut terjadi pada 15 Ma hingga 7 Ma sebagai implikasi dari proses subdaksi kontinen Kompleks Rumbia dan Mikro Kontinen Buton-Tukang Besi. Keberadaan batuan metamorf dan struktur geologi regional serta kehadiran mineralisasi hidrotermal tersebut menunjukkan aktivitas tektonik yang sangat kompleks. Berdasarkan hal ini sangat menarik untuk diteliti mengenai petrografi batuan sekis Kompleks Rumbia, Lengan Tenggara Sulawesi.



Gambar 1. Peta geologi dan lokasi penelitian Kompleks Rumbia, Lengan Tenggara Sulawesi (modifikasi dari Musri [4] dan Mawaleda dkk [5]).

2. Metode

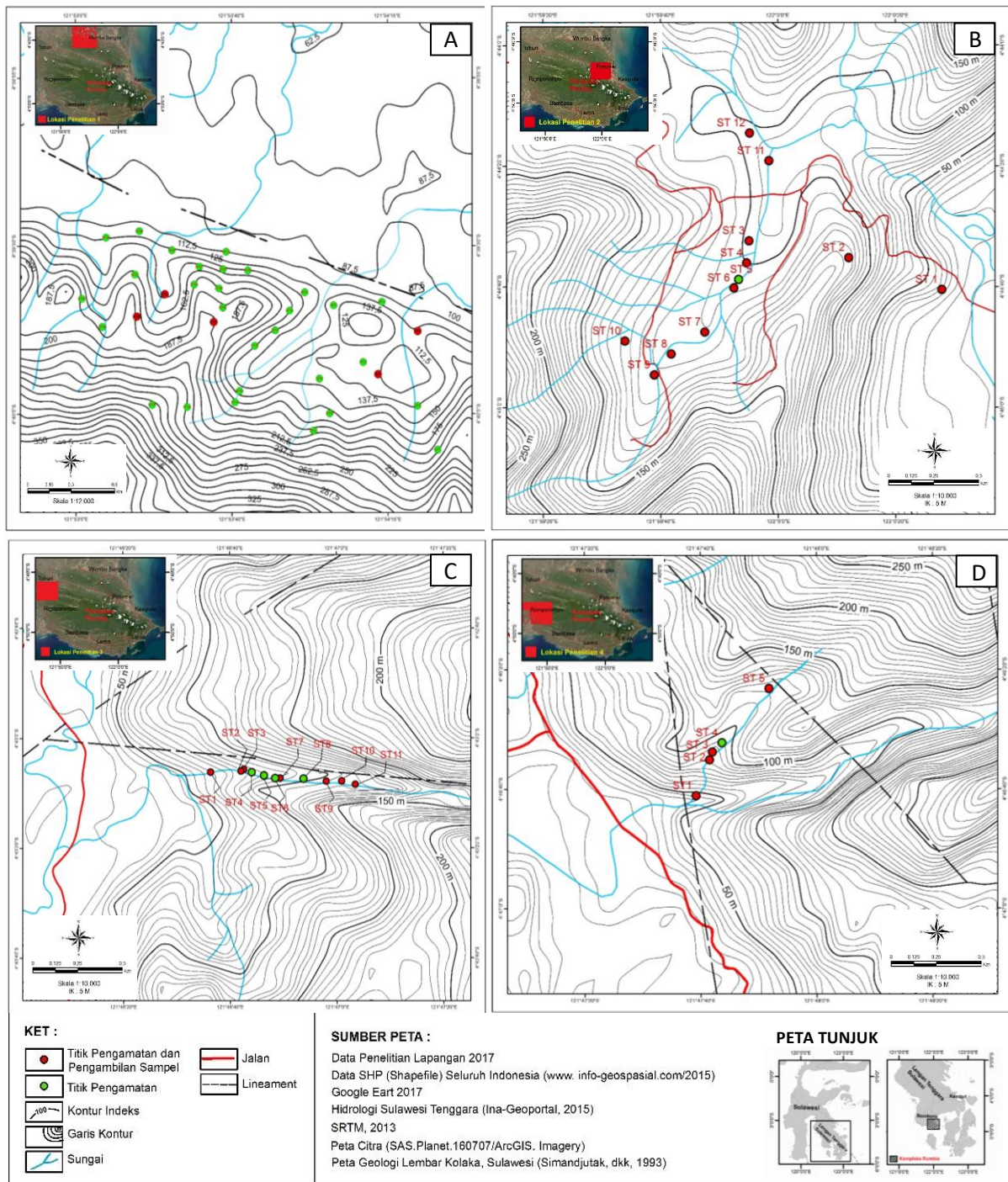
Lokasi penelitian terletak di Kompleks Rumbia Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara (Gambar 1). Jenis penelitian yang digunakan yaitu observasi lapangan dengan pengambilan sampel batuan metamorf di beberapa titik stasiun secara representatif. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis petrografi. Alat dan bahan yang digunakan yaitu kompas geologi (brunton), GPS, palu geologi, papan *clip board*, kamera, alat tulis menulis, lup, dan mistar 30 cm.

Prosedur kerja dalam penelitian ini terdiri dari studi literatur, pengamatan lapangan dan analisis batuan Sekis Kompleks Rumbia. Studi literatur yaitu berasal dari makalah, peta Lembar Kolaka, loperan dan jurnal. Pengamatan lapangan dengan pengambilan seluruh data geologi yang berhubungan dengan tujuan penelitian diantaranya yaitu pengamatan singkapan, pengukuran dan pengambilan sampel. Pengamatan singkapan yaitu berupa penentuan dimensi singkapan, penentuan jenis batuan dan pengambilan titik koordinat. Sedangkan, pengukuran terdiri dari pengukuran orientasi foliasi batuan. Selanjutnya, analisis petrografi dengan menggunakan mikroskop polarisasi di Laboratorium Preparasi Batuan Universitas Hasanuddin untuk menentukan jenis batuan Sekis Kompleks Rumbia.

3. Hasil dan Pembahasan

Daerah penelitian terletak di Kompleks Rumbia Lengan Tenggara Sulawesi yang terbagi menjadi empat area penelitian yaitu Daerah Wumbu Bangka, Poeoewi, Toburi dan Romporompo (Gambar 1, 2). Batuan metamorf Kompleks Sekis Rumbia (Gambar 1) terbagi tiga fasies yaitu sekis mika, sekis

biru dan sekis hijau [4][5]. Namun, di daerah penelitian (Daerah Wumbu Bangka, Poeowi, Toburi dan Romporompo) hanya dijumpai beberapa jenis batuan metamorf yang termasuk dalam fasies sekis mika dan fasies sekis hijau, baik hasil survei lapangan dan pengamatan megaskopis di lokasi penelitian maupun secara mikroskopis di laboratorium. Berdasarkan hasil analisis petrografi, batuan di daerah penelitian yaitu sekis mika, sekis klorit, sekis klorit-muskovit, sekis klorit-epidot dan sekis tremolit-aktinolit.

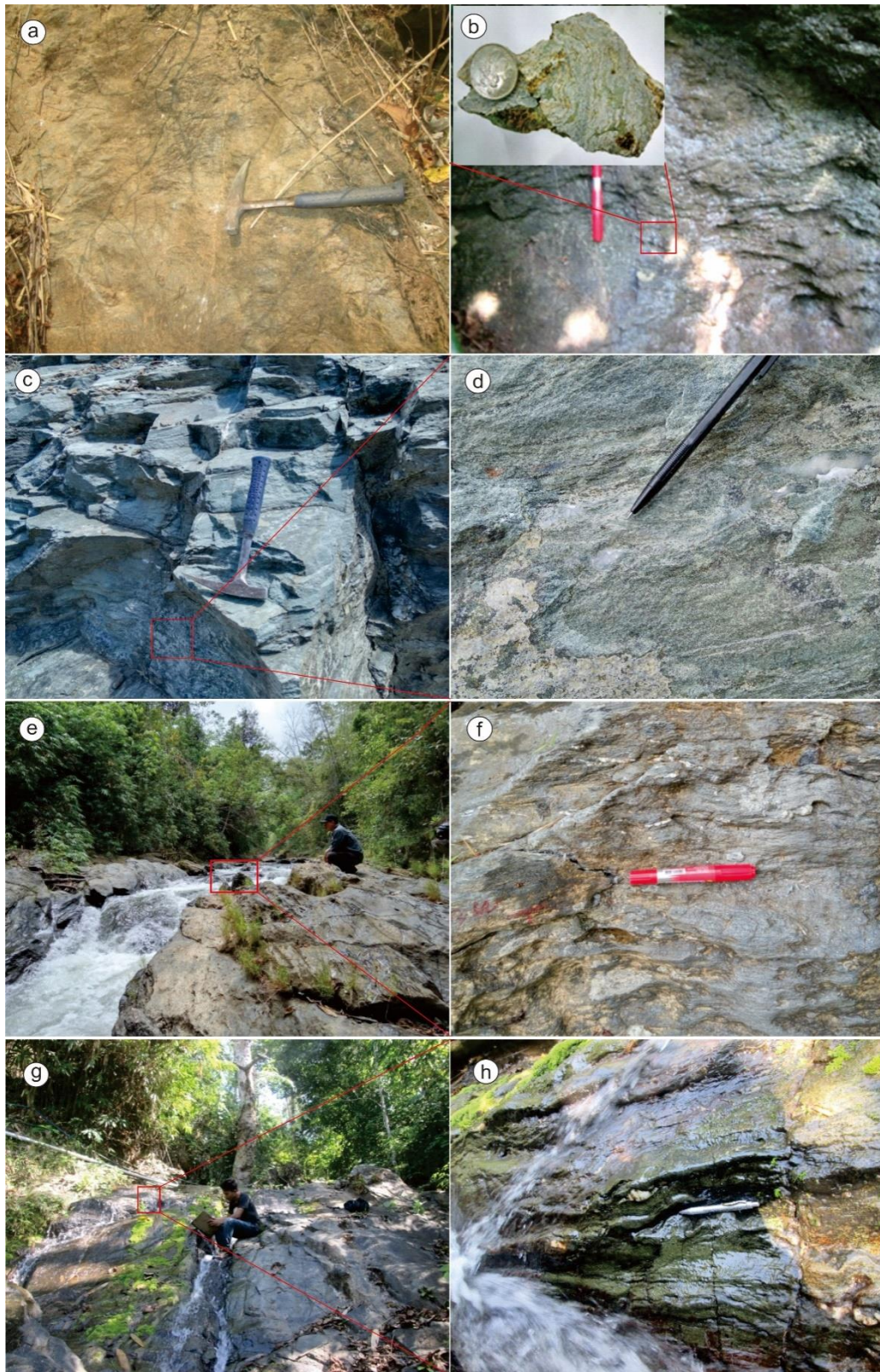


Gambar 2. Peta stasiun pengamatan dan pengambilan sampel daerah (a) Wumbu Bangka, (b) Poeowi, (c) Toburi, dan (d) Romporompo Kompleks Rumbia Lengan Tenggara Sulawesi.

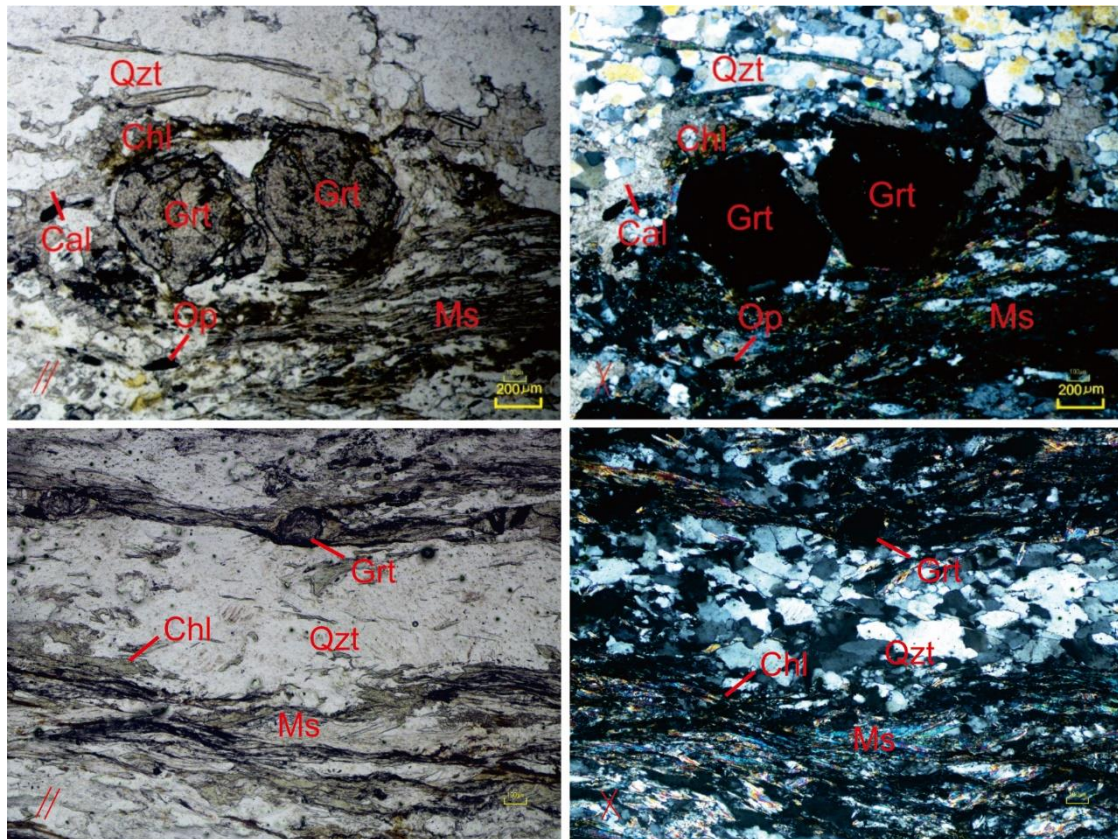
3.1. Sekis mika

Batuan sekis mika dijumpai di Daerah Wumbu Bangka dan Toburi Kompleks Sekis Rumbia (Gambar 2a,c). Batuan ini memperlihatkan warna lapuk coklat tua dan warna segar abu-abu muda hingga tua, tekstur lepidoblas, struktur *schistosa*, dan tersusun oleh mineral yang dapat dikenali, yaitu muskovit dan kuarsa (Gambar 3a,e,f).

Secara petrografi, batuan sekis yang dijumpai di Daerah Wumbu Bangka (ST2-L1/RV, ST4-L1/RV, ST27-L1/RV, ST32-L1/RV, dan ST33-L1/RV) dan Toburi (ST7-L3/RV) yaitu batuan sekis mika. Sekis mika ini memperlihatkan warna absorpsi abu-abu kecoklatan dan warna interferensi abu-abu kehitaman, tekstur lepidoblas dan granoblas, struktur *schistosity*, dan tersusun oleh mineral muskovit, kuarsa, kalsit, klorit, garnet dan mineral opak. Bentuk mineral anhedral-euhedral dengan ukuran berkisar $0,02-0,94\text{ mm}$ (Gambar 4).



Gambar 3. (a,e,f) singkapan sekis mika, (b,c,d,g,h) singkapan sekis klorit. (a) Wumbu Bangka, (b,e,f) Toburi, (c,d) Poeowi, dan (g,h) Romporompo Kompleks Rumia.



Gambar 4. Foto mikrograf sekis mika (a) ST27-L1/RV/Wumbu Bangka dan (b) ST1-L3/RV/ Toburi. Muskovit (Ms), klorit (Chl), garnet (Grt), kuarsa (Qzt), kalsit (Cal) dan mineral opak (Op)

Deskripsi dan identifikasi masing-masing mineral diuraikan sebagai berikut:

- Muskovit (35%), berwarna coklat muda (nikol sejajar) dan biru muda (nikol silang) dengan bentuk lepidoblas yang berasosiasi dengan mineral klorit, kuarsa dan kalsit mengelilingi mineral garnet.
- Kuarsa (30%), berwarna abu-abu (nikol sejajar) dan putih (nikol silang) dengan bentuk granular atau granoblas yang hadir diantara mineral muskovit membentuk *schistosity*.
- Kalsit (15%), berwarna abu-abu yang berukuran kecil (*fine grain*) dengan bentuk granoblas yang berasosiasi dengan kuarsa.
- Klorit (10%), berwarna hijau (nikol sejajar dan nikel silang) dengan tekstur lepidoblas yang hadir dalam jumlah kecil dan berasosiasi dengan muskovit.
- Garnet (7%), berwarna coklat (nikol sejajar) dan gelap atau hitam (nikol silang) yang memiliki ukuran besar (*coarse grain*) membentuk porfiroblas sin-tektonik.
- Mineral opak (3%) berwarna hitam (nikol sejajar dan nikel silang) yang memiliki bentuk euhedral-anhedral yang mengisi rongga atau *schistosity* batuan dan hadir secara *diseminated*.

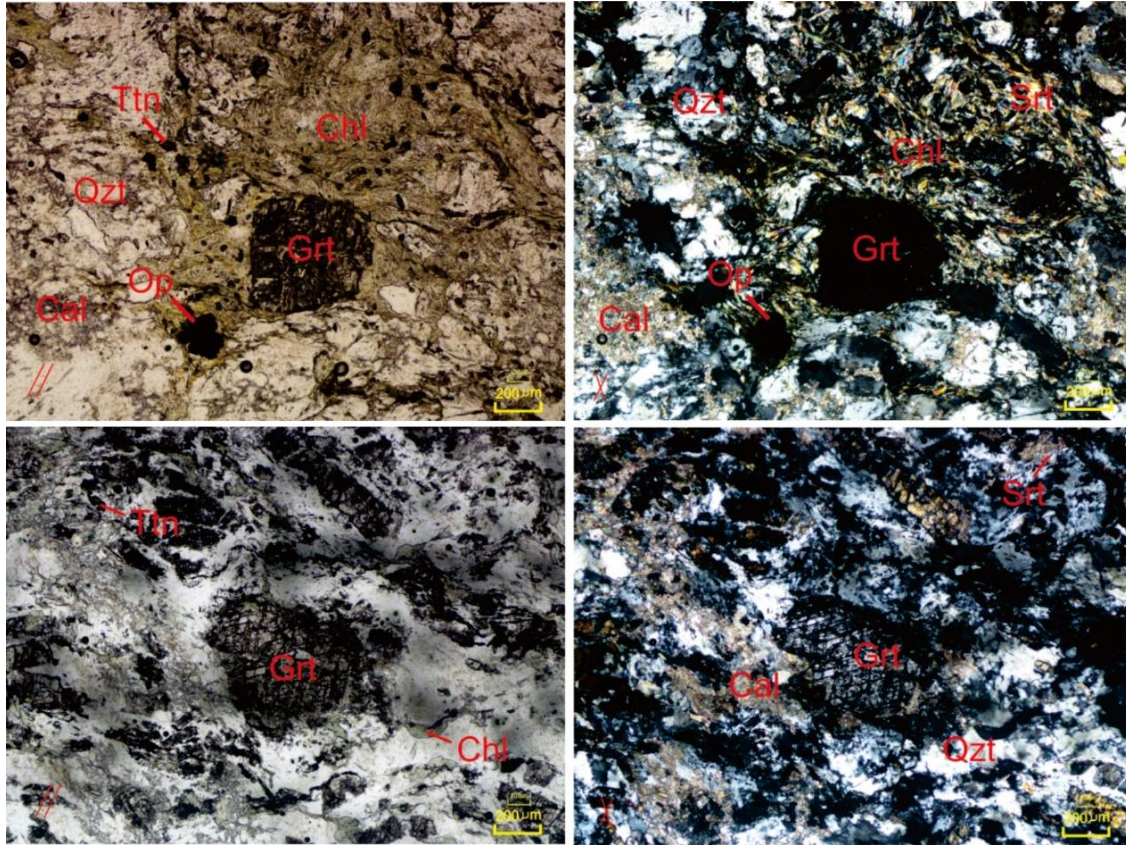
3.2. Sekis klorit

Batuan sekis klorit dijumpai di Daerah Poeoewi, Toburi dan Romporompo Kompleks Sekis Rumbia (Gambar 2b,c,d). Batuan ini memperlihatkan warna lapuk coklat dan warna segar hijau, tekstur lepidoblas, struktur *schistosa* dan tersusun oleh mineral yang dapat dikenali antara lain: klorit, muskovit, kuarsa dan pirit (Gambar 3b,d). Bagian tubuh batuan ini telah mengalami pengkekanan (Gambar 3c,d) dan bagian lainnya dijumpai *boudinage* kuarsa yang sejajar dengan foliasi batuan (Gambar 3d).

Secara petrografi, batuan sekis yang dijumpai di Daerah Poeoewi (ST1-L2/RV, ST2-L2/RV, ST3-L2/RV, ST4-L2/RV, ST6-L2/RV, ST7-L2/RV, ST8-L2/RV, ST9-L2/RV, ST10-L2/RV, ST11-L2/RV, ST12-L2/RV), Toburi (ST1-L3/RV, ST2-L3/RV, ST3-L3/RV, ST9-L3/RV, ST10-L3/RV dan ST11-L3/RV) dan Romporompo (ST1-L4/RV, ST2-L4/RV, ST3-L4/RV, dan ST5-L4/RV) yaitu terdiri dari sekis klorit, sekis klorit-muskovit, sekis klorit-epidot dan sekis tremolit-aktinolit.

1) Sekis klorit

Sekis klorit dijumpai di daerah Toburi (ST1-L3/RV, ST2-L3/RV, ST3-L3/RV, ST9-L3/RV, ST10-L3/RV dan ST11-L3/RV) (Gambar 2c) dan Romporompo (ST1-L4/RV, ST2-L4/RV, ST3-L4/RV, dan ST5-L4/RV) (Gambar 2d). Sekis klorit ini memperlihatkan warna absorpsi kuning kecoklatan, warna interferensi abu-abu kehitaman, tekstur lepidoblas dan granoblas, struktur *schistosity*, dan tersusun oleh mineral yang terdiri dari klorit, kuarsa, serisit, kalsit, titanit, garnet dan mineral opak. Bentuk mineral anhedral-euhedral dengan ukuran berkisar < 0,02–0,57 mm (Gambar 5).



Gambar 5. Foto mikrograf sekis klorit (a) ST1-L3/RV/Toburi dan (b) ST2-L4/RV/Romporompo. Klorit (Chl), serisit (Srt), titanit (Ttn), garnet (Grt), kuarsa (Qzt), kalsit (Cal) dan mineral opak (Op)

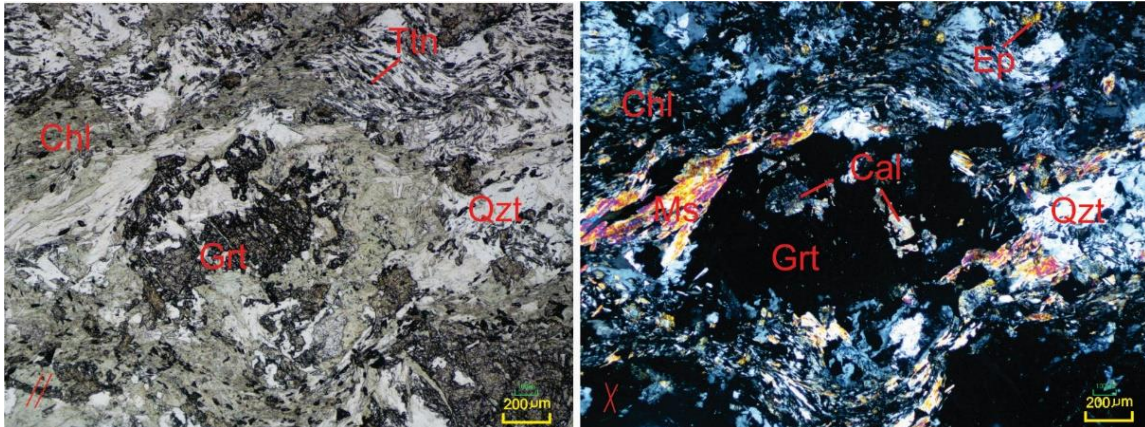
Deskripsi dan identifikasi masing-masing mineral diuraikan sebagai berikut:

- Klorit (27%), berwarna hijau (nikol sejajar dan nikol silang) dengan tekstur lepidoblas yang berasosiasi dengan serisit.
- Kuarsa (22%), berwarna kuning kecoklatan (nikol sejajar) dan putih abu-abu (nikol paralel) yang memiliki berbentuk granoblas.
- Serisit (18%), berwarna abu-abu muda (nikol sejajar) dan biru keunguan (nikol silang) berbentuk lepidoblas yang berasosiasi dengan klorit.
- Kalsit (15%), berwarna abu-abu yang berukuran kecil (*fine grain*) sebagai hasil alterasi hidrotermal yang berasosiasi dengan kuarsa.
- Titanit (10%), berwarna coklat tua (nikol sejajar) dan coklat kehitaman (nikol silang) yang berukuran kecil (*fine grain*), hadir secara *disseminated* dan mengikuti pola *schistosity*.
- Garnet (5%), berwarna coklat (nikol sejajar) dan gelap atau hitam (nikol silang) yang memiliki ukuran besar (*coarse grain*) yang berbentuk granoblas. Garnet ini hadir sebagai sebuah kristal porfiroblas dan dijumpai pada dua generasi yaitu porfiroblas inter-tektonik dan sin-tektonik.
- Mineral opak (3%), berwarna hitam (nikol sejajar dan nikol silang) yang memiliki bentuk euhedral-anhedral yang hadir secara *disseminated*.

2) Sekis klorit-muskovit

Sekis klorit-muskovit dijumpai di ST3-L2/RV, ST4-L2/RV, dan ST4-L2/RV daerah Poeoewi (Gambar 2b). Sekis klorit-muskovit ini memperlihatkan warna absorpsi kuning kecoklatan, warna interferensi abu-abu kehitaman, tekstur lepidoblas dan granoblas, struktur *schistosity*, dan tersusun

oleh mineral yang terdiri dari mineral klorit, muskovit, kuarsa, garnet, titanit, epidot dan kalsit. Bentuk mineral anhedral-subhedral dengan ukuran berkisar $< 0,02-0,90$ mm (Gambar 6).



Gambar 6. Foto mikrograf sekis klorit-muskovit ST3-L2/RV/Poeoewi. Klorit (Chl), muskovit (Ms), titanit (Ttn), garnet (Grt), epidot (Ep), kuarsa (Qzt) dan kalsit (Cal)

Deskripsi dan identifikasi masing-masing mineral diuraikan sebagai berikut:

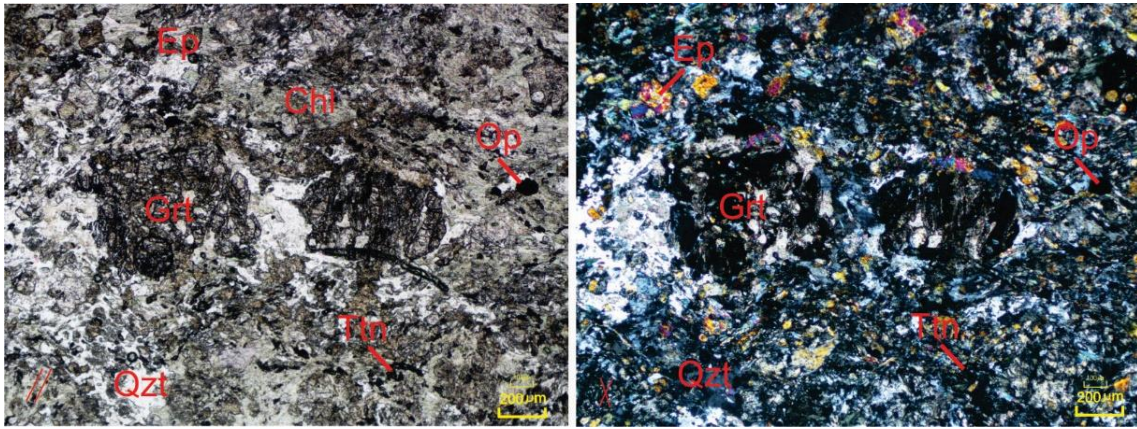
- Klorit (28%), berwarna hijau (nikol sejajar dan nikel silang) dengan tekstur lepidoblas dan mengisi rongga (*fracture*) mineral garnet.
- Muskovit (18%), berwarna abu-abu muda (nikol sejajar) dan biru muda (nikol silang) yang berbentuk lepidoblas.
- Kuarsa (17%) berwarna kuning kecoklatan (nikol sejajar) dan putih abu-abu (nikol silang) yang memiliki bentuk granoblas.
- Garnet (14%) berwarna coklat (nikol sejajar) dan gelap atau hitam (nikol silang) yang memiliki ukuran besar (*coarse grain*) yang berbentuk granoblas. Garnet berukuran besar ini hadir sebagai sebuah kristal porfiroblas dan dijumpai pada dua generasi tektonik yaitu inter-tektonik dan sintektonik serta diinklusi oleh mineral kalsit dan kuarsa.
- Titanit (10%) berwarna coklat tua (nikol sejajar) dan coklat kehitaman (nikol silang) yang berukuran kecil (*fine grain*) dan hadir secara *disseminated* serta mengikuti pola *schistosity*.
- Epidot (8%) berwarna coklat (nikol sejajar) dan orange kecoklatan (nikol silang) yang hadir secara *disseminated*
- Kalsit (5%), berwarna abu-abu (nikol sejajar) dan abu-abu kecolatan (nikol silang) yang berukuran kecil (*fine grain*) sebagai hasil alterasi hidrotermal yang berasosiasi dengan kuarsa dan hadir sebagai inklusi pada mineral garnet.

3) Sekis klorit-epidot

Sekis klorit-epidot dijumpai di ST8-L2/RV, ST9-L2/RV, ST11-L2/RV, dan ST12-L2/RV daerah Poeoewi (Gambar 2b). Sekis klorit-epidot ini memperlihatkan warna absorpsi kuning kecoklatan dan warna interferensi abu-abu kehitaman, tekstur lepidoblas dan granoblas, struktur *schistosity* dan tersusun oleh mineral klorit, epidot, kuarsa, titanit, garnet dan mineral opak. Bentuk mineral anhedral-subhedral dengan ukuran berkisar $< 0,02-1,34$ mm (Gambar 7).

Deskripsi dan identifikasi masing-masing mineral diuraikan sebagai berikut:

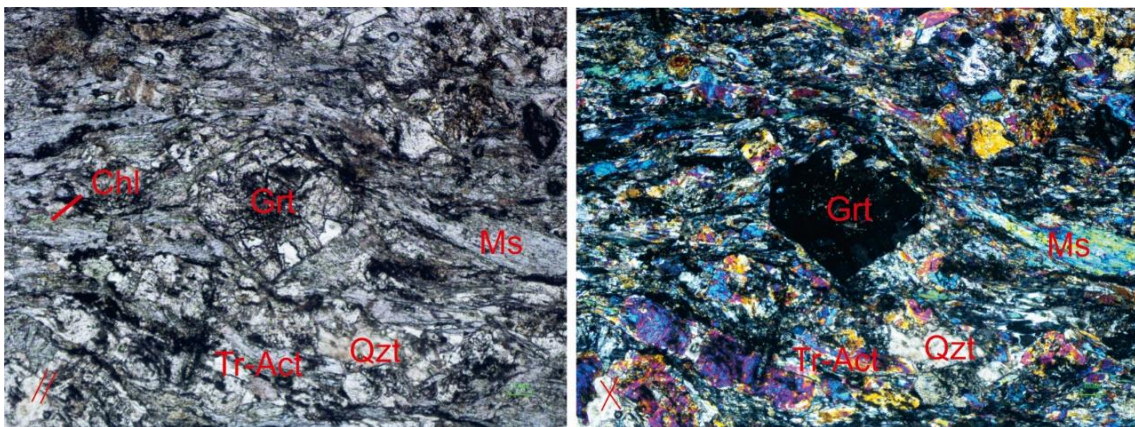
- Klorit (30%), berwarna hijau (nikol sejajar dan nikel silang) dengan tekstur lepidoblas membentuk *schistosity*.
- Epidot (27%), berwarna coklat (nikol sejajar) dan orange kecoklatan (nikol silang) yang hadir secara *disseminated* dan mengikuti pola *schistosity*.
- Kuarsa (16%), berwarna kuning kecoklatan (nikol sejajar) dan putih abu-abu (nikol silang) yang memiliki bentuk granular atau granoblas dan dijumpai sebagai hasil dari alterasi hidrotermal.
- Titanit (14%), berwarna coklat tua (nikol sejajar) dan coklat kehitaman (nikol silang) yang berukuran kecil (*fine grain*), hadir secara *disseminated* dan mengikuti pola *schistosity*.
- Garnet (8%) berwarna coklat (nikol sejajar) dan gelap atau hitam (nikol silang) yang memiliki ukuran besar (*coarse grain*) yang berbentuk granoblas. Garnet dijumpai sebagai sebuah porfiroblas inter-tektonik.
- Mineral opak (5%), berwarna hitam dan memiliki bentuk euhedral-anhedral yang mengisi rongga atau *schistosity* batuan dan hadir secara *disseminated*.



Gambar 7. Foto mikrograf sekis klorit-epidot ST9-L2/RV/Poeoewi. Klorit (Chl), titanit (Ttn), epidot (Ep), kuarsa (Qzt), garnet (Grt) dan mineral opak (Op)

4) Sekis tremolit-aktinolit

Sekis tremolit-aktinolit dijumpai di ST1-L2/RV, ST2-L2/RV, ST6-L2/RV, dan ST7-L2/RV daerah Poeoewi (Gambar 2b). Sekis tremolit-aktinolit ini memperlihatkan warna absorpsi kuning kecoklatan, warna interferensi abu-abu kehitaman, tekstur lepidoblas dan porfiroblas, struktur *schistosity*, dan tersusun oleh mineral tremolit-aktinolit, klorit, muskovit, garnet, kuarsa, dan mineral opak. Bentuk mineral anhedral-subhedral dengan ukuran berkisar < 0,04-1,58 mm (Gambar 8).



Gambar 8. Foto mikrograf sekis tremolit-aktinolit ST7-L2/RV/Poeoewi. Tremolit-aktinolit (Tr-Act), klorit (Chl), muskovit (Ms), garnet (Grt) dan kuarsa (Qzt)

Deskripsi dan identifikasi masing-masing mineral diuraikan sebagai berikut:

- Termolit-aktinolit (40%), berwarna hijau kebiruan (nikol sejajar) dan hijau (nikol silang) dengan tekstur lepidoblas yang memiliki ukuran kecil (*fine grain*) hingga besar (*coarse grain*).
- Klorit (18%), berwarna hijau (nikol sejajar dan nikel silang) dengan tekstur lepidoblas.
- Muskovit (17%), berwarna abu-abu muda (nikol sejajar) dan biru muda (nikol silang) yang berbentuk lepidoblas.
- Garnet (15%), berwarna coklat (nikol sejajar) dan gelap atau hitam (nikol silang) yang memiliki ukuran besar (*coarse grain*) yang berbentuk granoblas. Garnet berukuran besar ini hadir sebagai porfiroblas sin-tektunik.
- Kuarsa (10%), berwarna kuning kecoklatan (nikol sejajar) dan putih abu-abu (nikol silang) yang memiliki bentuk granoblas dan dijumpai sebagai hasil dari alterasi hidrotermal yang mengisi rekahan (*fracture*) mineral garnet.

4. Kesimpulan

Batuan sekis penyusun Kompleks Rumbia Lengan Tenggara Sulawesi yaitu sekis mika, sekis klorit, sekis klorit-muskovit, sekis klorit-epidot, sekis tremolit-aktinolit. Batuan sekis mika sebagian besar tersebar dibagian Utara Kompleks Sekis Rumbia. Sekis klorit tersebar di bagian Timur, Barat dan Selatan Kompleks Sekis Rumbia. Sedangkan, sekis klorit-muskovit, sekis klorit-epidot, sekis tremolit-

aktinolit tersebar di bagian Timur Kompleks Sekis Rumbia dengan orientasi foliasi yang berbeda-beda.

5. Referensi

- [1] W. Hamilton, "*Tectonic of the Indonesia Region*," Geological Survey Profesional Paper 1078, U.S. Govern. Printing Office, Washington. U.S.G.S. Profesional Paper. 1078: 345, 1979.
- [2] R.K.B. Singh, and N.S. Gururajan, "*Microstructures in Quartz and Feldspars of the Bomdila Gneiss from Western Arunachal Himalaya, Northeast India: Implications for the geotectonic Evolution of the Bomdila Mylonitic Zone*," *Journal of Asian Earth Sciences*. 42: 1163–1178, 2011.
- [3] B. Samani, "*Quartz c-axis Evidence for Deformation Characteristics in the Sanandaj–Sirjan Metamorphic Belt, Iran*," *Journal of African Earth Sciences*. 81: 28–34, 2013.
- [4] Musri, *Metamorf Rock Evolution of Rumbia Complex, Southeast Arm of Sulawesi and Its Relation to Gold Mineralisation*. Dissertation of ITB (unpublished), 2015.
- [5] M. Mawaleda, E. Suparka, C.I. Abdullah, N.I. Basuki, M. Forster, Jamal, and Kaharuddin, "*Hydrothermal Alteration and Timing of Gold Mineralisation in the Rumbia Complex, Southeast Arm of Sulawesi, Indonesia*," *Transdisciplinary Research on Environmental Problems in Southeast Asia*. IOP Publishing, 2017.
- [6] R. B. Smith, and E.A. Silver, "*Geology of Miocene Collision Complexes Buton, Eastern Indonesia*," *Geological Society of America, Bulletin*. 103: 660-678, 1991.
- [7] Surono, *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*. Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung, 2010.
- [8] Surono, *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan LIPI Press, Menteng, Jakarta, 2013.
- [9] Surono, dan U. Hartono, *Geologi Sulawesi*. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan LIPI Press, Menteng, Jakarta, 2013.
- [10] A. Idrus, I. W. Warmada, I. Nur, Sufriadin, A. Imai, S. Widasaputra, S.I. Marlia, Fadlin and Kamarullah, "*Metamorphic Rock-Hosted Orogenic Gold Deposit as a Source of Langkowala Placer Gold, Bombana, Southeast Sulawesi, Indonesia*," *Proceeding PIT IAGI Lombok 2010 The 39 th IAGI Annual Convention and Exhibition*, p7, 2010.