

## ENDAPAN EMAS PLACER DI DAERAH WUMBUBANGKA KECAMATAN RAROWATU DAN RAROWATU UTARA, KABUPATEN BOMBANA SULAWESI TENGGARA

*Sapto Heru Yuwanto\*, dan Satria Heruroso*

Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Indonesia

\*[saptoheru@itats.ac.id](mailto:saptoheru@itats.ac.id)

### SARI

Daerah penelitian berada di Daerah Wumbubangka, Rarowatu dan Rarowatu Utara, Bombana, Sulawesi Tenggara. Geologi regional daerah penelitian, kondisi geomorfologi terdiri dari perbukitan yang tererosi dan dataran alluvial, litologi terdiri dari satuan batuan sekis berumur Akhir Kapur – Paleosen, satuan batupasir berumur Plistosen. Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi permukaan dan analisis sampel batuan dengan geokimia AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Berdasarkan analisis data dan pembahasan, litologi daerah penelitian terdiri atas satuan batuan konglomerat dengan fragmen sekis, batupasir dan kuarsit. Satuan batuan sekis yang terdiri dari sekis glaukofan, sekis amfibolit, meta batugamping dan rijang. Endapan emas placer di daerah penelitian adalah endapan eluvial placer dan endapan terrace placer, dimana endapan emas diendapkan dengan endapan alluvial lainnya. Arah penyebaran endapan emas placer, dari Barat dengan morfologi didominasi oleh bukit-bukit sekis hingga ke Timur yang memiliki morfologi dataran aluvial.

**Kata kunci:** Endapan emas placer, Wumbubangka, Rarowatu.

### ABSTRACT

Study area in Wumbubangka, Rarowatu and Rarowatu Utara, Bombana, Southeast Sulawesi. Regional geology in study area, geomorphology condition consist erosion hills and alluvial plains, lithology consist of schist stones units of Late Cretaceous – Paleocene age, sandstone units of Pliocene age. Method used is geological surface mapping and geochemical analysis AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) for sampling stone. Based on analysis data and discussion is lithology in study area consist of conglomerate stone unit with fragmen schist, sandstone and kuarsit. Schist stone unit consist of schist glaukofan, schist amphibolite, meta limestones and rijang. Gold deposit placer in study area is eluvial placer deposit and terrace placer deposit, where gold deposits are deposited with other alluvial deposits. Spread direction of gold deposits placer, from west with morphology dominated is schist hills to east which have morphology of alluvial plains.

**Keyword:** *gold deposit placer, Wumbubangka, Rarowatu.*

---

**Published By:**

Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Muslim Indonesia

**Address:**

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05  
Makassar, Sulawesi Selatan

**Email:**

[geomine@umi.ac.id](mailto:geomine@umi.ac.id)

**Phone:**

+6285299961257

**Article History:**

Submited 21 April 2019  
Received in from 22 April 2019  
Accepted 29 April 2019  
Available online 30 April 2019

**Lisensec By:**

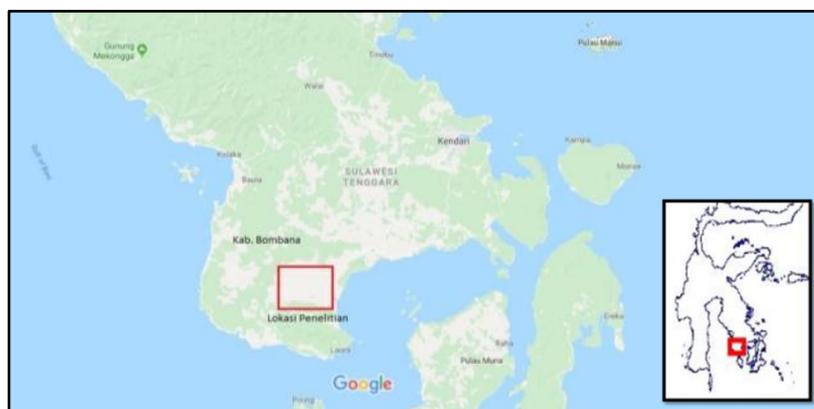
[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



## PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi dan sekitarnya termasuk dalam daerah yang kompleks akibat dari interaksi tiga lempeng, yaitu Lempeng Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia. Bentuk pulau yang seperti huruf K dapat menunjukkan adanya kompleksitas geologi di Pulau Sulawesi (Hall, 2002; Martosuwito, 2012). Geologi Sulawesi Selatan menarik untuk diteliti, karena wilayah ini dari segi tektonik merupakan bagian kontinen Sunda yang bergabung dengan kawasan lain di Sulawesi yang merupakan pecahan dari Papua dan Australia (Hall, 2002; Martosuwito, 2012). Ditinjau dari peta geologi regional daerah Langkowala memiliki 2 formasi batuan, formasi langkowala dan formasi pompangeo (Simandjuntak, T.O; Surono, 1993). Formasi langkowala terdiri atas batupasir, konglomerat dan formasi pompeno terdiri atas sekis mika, sekis gloukofan, sekis amphibole, sekis klorit, rijang, pualam dan batugamping meta. Struktur tektonik, Sulawesi dan pulau-pulau sekitarnya dibagi menjadi empat. Mandala barat jalur magmatik yang merupakan bagian ujung timur Paparan Sunda. Mandala tengah berupa batuan malihan yang ditumpangi batuan bancuh sebagai bagian dari blok Australia. Mandala timur berupa ofolit yang merupakan segmen dari kerak samudera berimbrikasi dan batuan sedimen berumur Trias-Miosen dan yang keempat adalah Fragmen Benua Banggai-Sula-Tukang Besi, kepulauan paling timur dan tenggara Sulawesi yang merupakan pecahan benua yang berpindah ke arah barat (Hall, 2002; Martosuwito, 2012).

Pada daerah penelitian, model struktur yang terbentuk adalah fragmen Benua Banggai-Sula-Tukang Besi dengan formasi Langkowala dan formasi Pompangeo (Martosuwito, 2012; Simandjuntak, T.O; Surono, 1993). Terdapat 2 macam cebakan emas primer yang terjadi di Kabupaten Bombana, mineralisasi yang terjadi sebelum proses metamorfosa batuan induk, dengan diketemukannya bongkahan batuan yang berubah dan termineralisasi dengan bentuk bagian luar yang relatif menyudut sampai membulat tanggung dengan struktur *cockade*, *vuggy* (A., I., I., & Fadlin, 2011; Fadlin, Idrus, & Warmada, 2018). Mineralisasi terjadi setelah adanya proses metamorfosa, dimana satuan batuan sekis yang mengalami pemineralan berupa urat-urat kuarsa yang mengisi rekahan atau rongga-rongga penjajaran (foliasi) mineral pada satuan batuan sekis, sehingga mengubah batuan menjadi tersilisifikasi. Mineral – mineral kuarsa yang mengisi rekahan atau rongga-rongga membentuk struktur *cockade*, *vuggy* dan *dogteeth* (Kisman, 2011). Selain cebakan emas primer, pada daerah penelitian juga memiliki potensi cebakan emas sekunder yaitu endapan emas placer yang ekonomis (Fadlin, 2012; Faturahman, 2015; Kisman, 2011). Dimana di daerah penelitian diduga merupakan bekas (*paleo-river*), dicirikan dengan adanya hamparan batuan sedimen yang di duga merupakan pembawa (media) mineral emas dari cebakan primer.

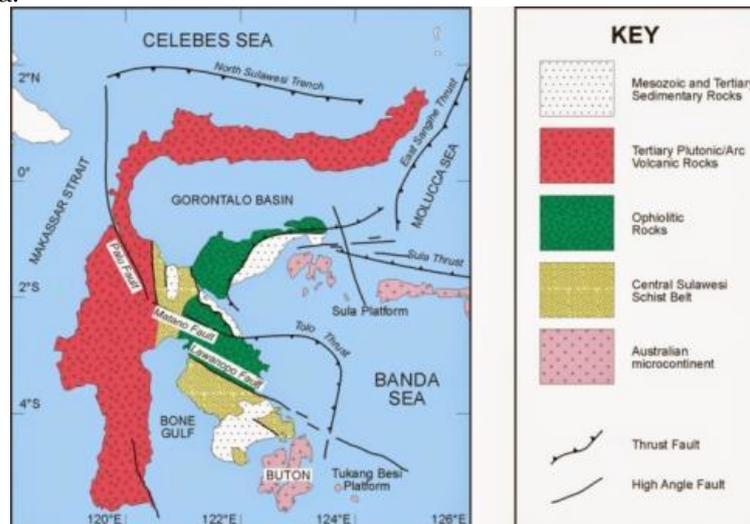


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di daerah Wumbubangka,

Tujuan penelitian ini mengetahui kondisi geologi daerah penelitian, karakteristik endapan emas placer dan arah penyebaran endapan emas placer. Lokasi penelitian terletak di desa Wumbubangka Kecamatan Rarowatu dan Rarowatu Utara Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara (**Gambar 1**).

Geologi Regional Sulawesi, fisiografi regional Pulau Sulawesi yang kompleks akibat dari interaksi tiga lempeng, yaitu Lempeng Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia. Bentuk pulau yang seperti huruf K dapat menunjukkan adanya kompleksitas geologi di Pulau Sulawesi. Berdasarkan kepada asosiasi batuan dan perkembangan tektonik fisiografi Pulau Sulawesi (**Gambar 2**) dapat dibagi menjadi :

- 1) Busur vulkanik Tersier Sulawesi Lengan bagian barat, fisiografi ini berasal dari endapan gunung aktif dan memanjang mulai dari makasar hingga toli – toli.
- 2) Busur vulkanik Kuartar Lengan bagian utara Minahasa-Sangihe, endapan gunungapi yang memanjang dari toli - toli, gorontalo, manado, hingga kepulauan sangihe.
- 3) Sabuk metamorfik Kapur-Paleogen Sulawesi bagian tengah, berupa batuan metamorf akibat tumbukan lempengeurasian di barat dengan lempeng australia hingga mengangkat kompleks melange di bagian pulau sulawesi.
- 4) Sabuk ofiolit dan asosiasi sedimen pelagic berumur Kapur pada Sulawesi bagian timur, berupa batuan kerak samudra yang naik
- 5) Fragmen mikrokontinen berumur Paleozoik yang berasal dari benua Australia pada daerah Banda.



**Gambar 2.** Fisiografi Pulau Sulawesi (Hall, 2002)

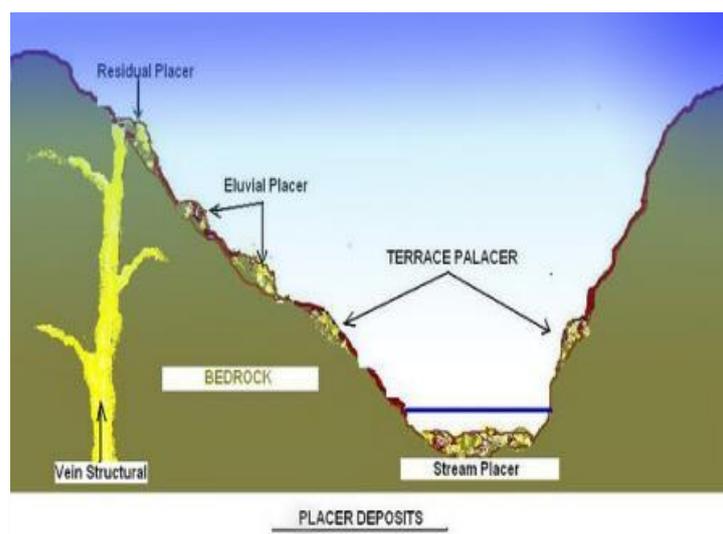


**Gambar 3.** Startigrafi regional daerah penelitian (Simandjuntak, T.O; Surono, 1993)

Ditinjau dari stratigrafi regional Daerah Langkowala memiliki 2 formasi yaitu, Formasi Langkowala dan Formasi Pompangeo (Simandjuntak, T.O; Surono, 1993). Formasi Langkowala terdiri atas Anggota Batupasir dan Anggota Konglomerat berumur Plistosen (warna kuning). Formasi Pompangeo terdiri atas dominan batuan metamorf, sekis mika, sekis glaukofan, sekis amphibolite, sekis klorit, rijang, pualam dan batugambang meta berumur Akhir Kapur – Paleosen (warna ungu) (**Gambar 3**).

Pembentukan Endapan Mineral bijih sedimenter adalah mineral bijih yang ada kaitannya dengan batuan sedimen, dibentuk oleh pengaruh air, udara selama sedimentasi atau pelapukan. Mineral Bijih tersebut terbentuk akibat konsentrasi mineral berharga (bijih) yang berasal dari perombakan batuan asal yang mengalami pengendapan kembali melalui proses eksogen, pelapukan (kimia atau mekanis), transportasi, sorting (pelindian/*leaching*), dan pengkonsentrasian (pengkayaan). Proses tersebut terjadi terutama pada mineral-mineral berat (*heavy minerals*) yang memiliki ketahanan (resistensi) terhadap pelapukan (Maulana, 2017). Terjadinya endapan mineral sekunder dipengaruhi empat faktor yaitu : sumber dari mineral, metal atau *metaloid*, *supergene* atau *hypogene* (primer atau sekunder), erosi dari daerah mineralisasi yang kemudian diendapkan dalam cekungan (*supergene*), serta dari magma dalam kerak bumi atau vulkanisme (*hypogene*) (Maulana, 2017). Berikut pada (**Gambar 4**) merupakan model endapan plaser (John M. Guilbert, 2007), berdasarkan tempat dimana diendapkan, plaser dapat dibagi menjadi :

1. Endapan plaser eluvium, diketemukan dekat atau sekitar sumber mineral bijih primer. Mereka terbentuk dari hanya sedikit perjalanan residu (goresan), material mengalami pelapukan setelah pencucian.
2. Plaser eluvial, ini merupakan endapan plaser terpenting. Terbentuk di sungai bergerak kontinu oleh air, pemisahan tempat karena berat jenis, mineral bijih yang berat akan bergerak ke bawah sungai. Intensitas pengayaan akan didapat kalau kecepatan aliran menurun, seperti di sebelah dalam meander.
3. Plaser laut/pantai, endapan ini terbentuk oleh karena aktivitas gelombang memukul pantai dan mengabrasi dan mencuci pasir pantai. Mineral yang umum di sini adalah ilmenit, magnetit, monasit, rutil, zirkon, dan intan, tergantung dari batuan terabrasi.
4. Fossil plaser, merupakan endapan primer purba yang telah mengalami pematuan dan kadang-kadang termetamorfkan.



**Gambar 4.** Model endapan plaser (John M. Guilbert, 2007; Maulana, 2017)

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah berupa pemetaan geologi permukaan (*Mapping surface*) dan Analisis laboratorium menggunakan analisis geokimia *Atomic Absorption Spektrophotometri* (AAS) untuk sampel batuan (**Gambar 5**). Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu :

a) Tahap pengumpulan data :

Tahap ini merupakan tahap dimana data-data dikumpulkan. Data yang diperoleh dari penelitian ini ada 2 macam, yaitu data primer dan data sekunder :

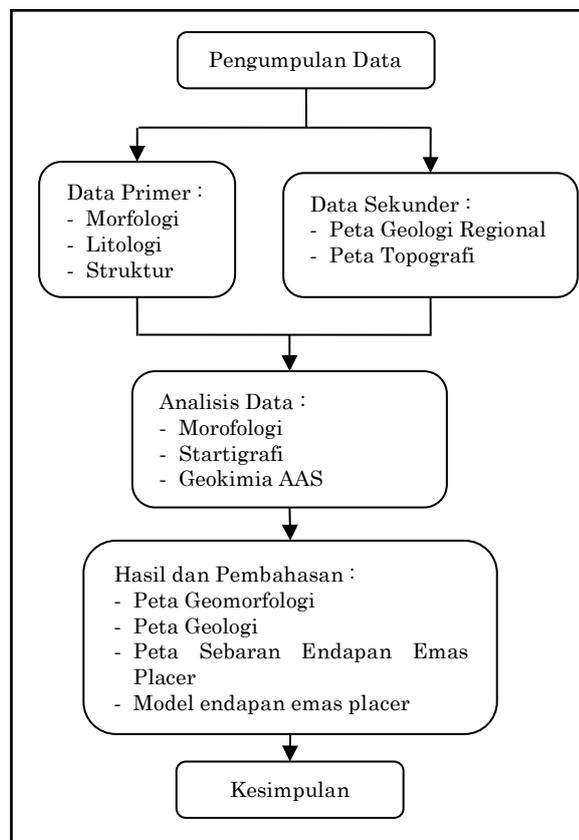
- Data primer diperoleh dari obsevasi yang dilakukan di daerah penelitian, data yang diperoleh antara lain litologi, struktur geologi, morfologi dan sampel batuan.
- Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini ialah peta geologi regional dan juga peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) daerah penelitian.

b) Tahap Analisis data

Analisis pembagian zona geomorfologi, analisis litologi penyusun dan urutan stratigrafi batuan, serta analisis geokimia batuan AAS untuk mengetahui mineral emas dan asosiasinya serta memprediksi arah penyebaran yang terkait dengan endapan emas placer.

c) Tahap Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini akan dihasilkan berupa peta – peta antara lain peta geomorfologi, peta geologi dengan urutan stratigrafi batuanannya, peta sebaran mineral emas dan hasil analisis geokimia batuan terkait dengan endapan mineral emas.



**Gambar 5.** Diagram Alir Penelitian

## HASIL PENELITIAN

Geomorfologi daerah penelitian, ditinjau dari genesanya kontur utama pembentukan di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 2 satuan bentuk asal yaitu satuan asal perbukitan terkikis (D2), dan dataran alluvial (F1) (**Gambar 7**).

a) Sub-satuan Perbukitan Terkikis (D2)

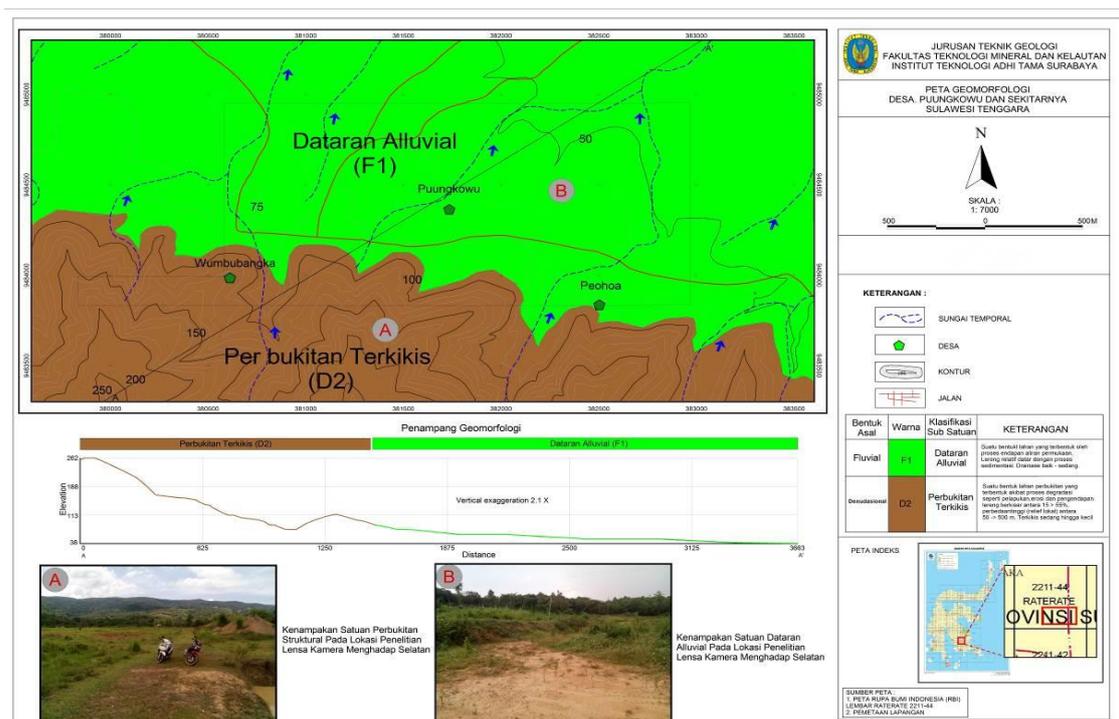
Sub-satuan geomorfik ini memiliki luas mencapai  $\pm 40\%$  dari luas daerah penelitian. Daerah ini meliputi bagian Selatan. Sifat – sifat umumnya lereng miring – curam didominasi oleh proses erosi ringan – berat (**Gambar 6**.(kiri)).

b) Dataran alluvial (F1)

Dataran alluvial (F1) merupakan dataran yang terbentuk akibat proses-proses geomorfologi yang lebih didominasi oleh tenaga eksogen antara lain iklim, curah hujan, angin, jenis batuan, topografi, suhu, yang semuanya akan mempercepat proses pelapukan dan erosi. Hasil erosi diendapkan oleh air ke tempat yang lebih rendah atau mengikuti arah aliran sungai (**Gambar 6**.(kanan)).



**Gambar 6.** (kiri) Morfologi perbukitan terkikis dibagian selatan (kamera menghadap ke utara) dan (kanan) morfologi dataran alluvial dibagian utara (kamera menghadap ke utara)



**Gambar 7.** Peta Geomorfologi Daerah Penelitian



Litologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 (dua) satuan batuan yaitu satuan sekis yang beranggotakan sekis muskovit, sekis epidot, serta meta batugamping, dan satuan batupasir yang beranggotakan konglomerat (**Gambar 10**).

a) Satuan batupasir

Satuan batupasir memiliki penyebaran lateral dengan luas sekitar 60% dari daerah penelitian. Satuan ini ditemukan di bagian barat, utara, dan timur dari daerah penelitian dan umumnya berada pada daerah bukaan lahan masyarakat yang akan dijadikan lokasi pemukiman. Ciri litologi batupasir dilapangan memiliki warna kuning, memiliki ukuran butir pasir halus-kasar, terpilah sedang, bersifat non karbonatan silika, derajat kebundaran membulat sampai menyudut, bersifat rapuh dan mudah lapuk, mempunyai ketebalan berkisar 1–3 m, ciri fisik litologi ini ditandai oleh tidak dijumpa adanya fosil namun memiliki kelimpahan mineral kuarsa dan feldspar (**Gambar 8**).

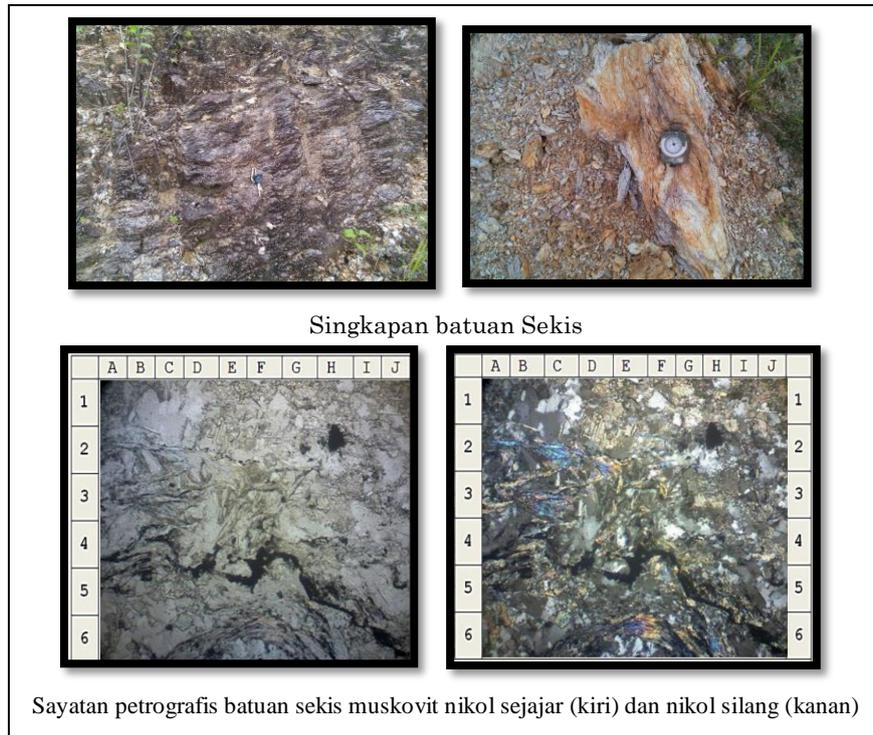


**Gambar 8.** Singkapan batupasir

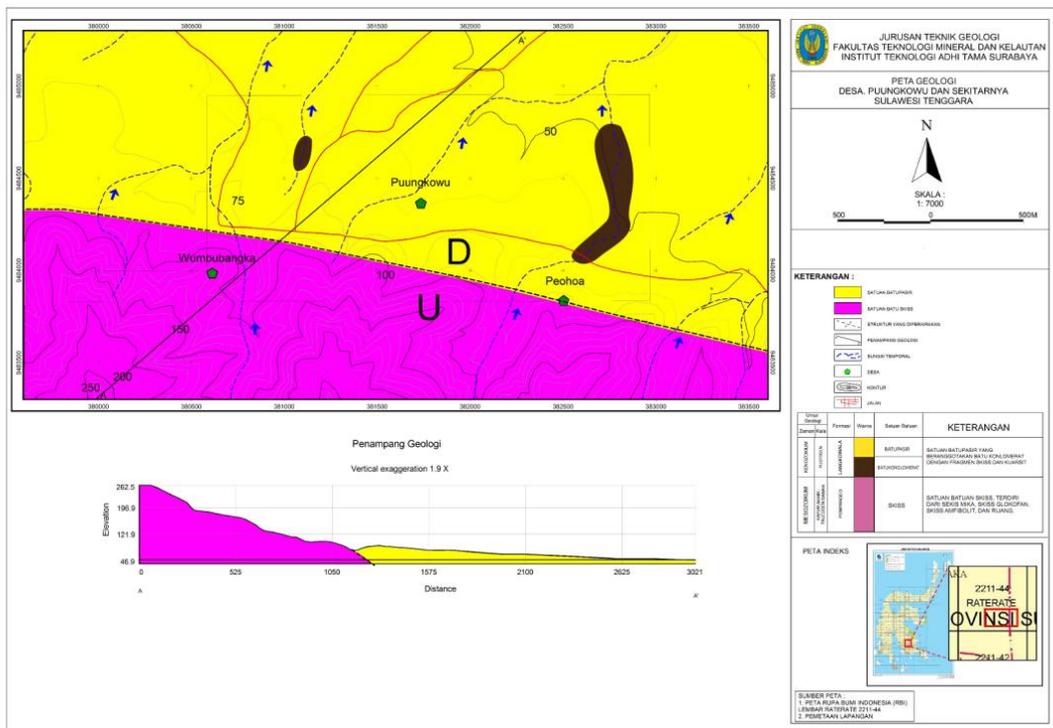
b) Satuan Batu Sekis

Litologi ini mendominasi pada bagian selatan daerah penelitian, satuan ini memiliki penyebaran lateral dengan luas sekitar 40% daerah penelitian tepatnya berada di sebagian selatan. Ciri litologi batu sekis di lapangan memiliki warna abu-abu kecoklatan hingga abu-abu kebiruan, dengan struktur foliasi dan ukuran butir fanerik, dan bentuk kristal subhedral – euhedral. Komposisi mineral didominasi oleh muskovit, kuarsa, klorit, epidot dan mineral opak (**Gambar 9**).

Struktur geologi utama yang berkembang di daerah penelitian berupa sesar naik yang memiliki arah umum Timur – Barat dengan bagian Selatan merupakan hanging wall yang memisahkan bagian Utara yang merupakan satuan morfologi perbukitan rendah dan dataran Langkolawa, dan di bagian Barat, Selatan maupun Timur merupakan satuan morfologi perbukitan tinggi di bukit Tangkeno Wumbubangka dan Pegunungan Rumbia. Ditinjau dari kontur pada daerah penelitian yang menunjukkan perbedaan kerapatan kontur yang menandakan perbedaan suatu kekerasan batuan (**Gambar 10**). Formasi Langkowala dibagian utara yang memiliki kontur sangat renggang, kemudian di selatannya terdapat formasi pompangeo yang memiliki kerapatan kontur yang cukup rapat. Perbukitan ini kemudian mengalami oksidasi yang mengakibatkan proses pengkayaan suatu mineral. Pada daerah penelitian terdapat pola aliran paralel yang juga diindikasikan sebagai adanya suatu patahan besar yang biasanya memotong daerah yang batuan dasarnya terlipat dan kemiringan yang curam.



Gambar 9. Singkapan batuan sekis



Gambar 10. Peta Geologi Daerah Penelitian

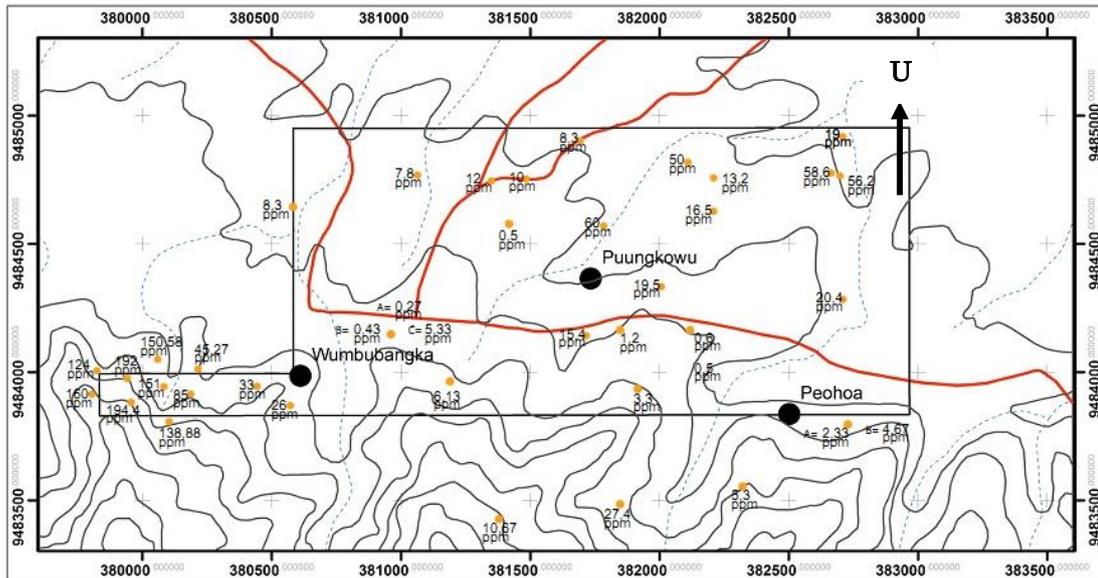
Sejumlah sampel batuan dilakukan uji geokimia untuk mengetahui kandungan unsur dari mineral emas (Au) pada litologi batu pasir dan batu sekis, dengan menggunakan analisis metode AAS (Tabel 1).

**Tabel 1.** Hasil analisis geokimia sampel batuan dengan metode AAS

Sampel	Litologi	Kadar Au (ppm)	Keterangan
Lp 28	Konglomerat	7,85	Alluvial
Lp 24	Batupasir	12,06	Alluvial
Lp 23	Batupasir	10,01	Alluvial
Lp 21.1	Konglomerat	8,33	Alluvial
Lp 19	Konglomerat	60	Alluvial
Lp 21.2	Batupasir	15,44	Alluvial
Lp 50	Konglomerat	50	Alluvial
Lp 17	Kongmerat	19,56	Alluvial
Lp 52	Batupasir	13,2	Alluvial
Lp 47	Batupasir	16,5	Alluvial
Lp 56	Batupasir	19	Alluvial
Lp 53.1	Sekis	58,64	Alluvial
Lp 53.2	Sekis	56,2	Alluvial
Lp 39	Batupasir	20,1	Alluvial
Lp 1.1	Sekis	124	Perbukitan
Lp 1.2	Sekis	160	Perbukitan
Lp 2.1	Sekis	192,08	Perbukitan
Lp 2.2	Sekis	194,4	Perbukitan
Lp 3.1	Sekis	150,58	Perbukitan
Lp 3.2	Sekis	151,15	Perbukitan
Lp 3.3	Sekis	138,88	Perbukitan
Lp 4.1	Sekis	45,27	Perbukitan
Lp 4.2	Sekis	85,11	Perbukitan
Lp 6	Sekis	33	Perbukitan
Lp 7	Sekis	26	Perbukitan

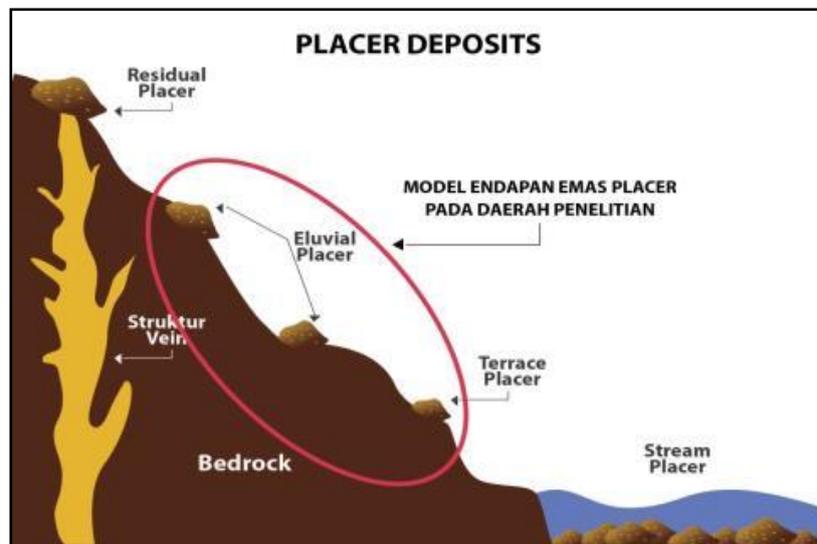
Berdasarkan hasil analisis sampel yang telah di uji menggunakan AAS, kadar unsur Au pada bagian Barat Daya daerah penelitian memiliki nilai yang cukup tinggi, tepatnya pada morfologi perbukitan terkikis daerah barat daya hingga selatan daerah penelitian. Hal ini disebabkan karena batuan yang berada di perbukitan merupakan endapan sekunder yang terlepas tidak jauh dari endapan primernya. Urat-urat kuarsa yang mengisi rongga-rongga pada foliasi sekis merupakan tempat tersimpannya emas pada satuan batu sekis. Kadar Au pada daerah penelitian tepatnya dibagian utara memiliki kadar Au yang rendah yaitu sekitar 7,8 ppm – 12 ppm. Daerah tersebut merupakan kawasan alluvial, dan juga banyak ditemukan lubang-lubang bekas pertambangan. Lokasi pengambilan sample tersebut berada pada Lp 28, 24, 23, dan 21, ditunjukkan dengan peta sebaran pengambilan sampel batuan **Gambar 11**.

Bagian Timur daerah penelitian menunjukkan kadar Au yang memiliki nilai sedang – cukup tinggi, yaitu dengan nilai 13,2 ppm – 60 ppm. Lokasi pengambilan sample dibagian Timur ini memiliki morfologi alluvial dan juga banyak ditemui lubang – lubang bekas tambang yang telah ditinggalkan. Kadar Au tertinggi dibagian barat lokasi penelitian ini yaitu berada dilokasi Lp 19 dengan kadar Au 60 ppm dengan litologi konglomerat dan juga Lp 53 yang memiliki nilai sedikit rendah yaitu 58,64 ppm dan 56,2 ppm dengan litologi batu sekis. Kadar emas yang ditemukan dibagian Timur ini memiliki penyebaran yang tidak teratur. Daerah dengan morfologi perbukitan dengan litologi batuan metamorf diduga merupakan sumber dari keterdapatan emas sekunder pada daerah penelitian. Dapat dilihat dari data table kadar Au daerah peneltian yang berada pada daerah perbukitan memiliki nilai yang paling tinggi. Sample yang diambil pada daerah ini sebagian merupakan batu sekis yang memiliki urat-urat kuarsa yang mengisi foliasi dari batuan tersebut. Kadar Au pada daerah ini berkisar 26 ppm – 194,4 ppm. Kadar emas dengan nilai tertinggi berada pada Lp 2 dengan nilai 194,4 ppm dan 192,08 ppm. Arah penyebaran dari emas sekunder pada daerah perbukitan ini yaitu dari barat – timur laut.



Gambar 11. Peta titik-titik pengambilan sampel batuan

Berdasarkan analisis geokimia dan sebaran endapan mineral emas (Au) pada daerah penelitian. Bahwa endapan emas (Au) placer berasal dominan dari litologi batuan sekis yang berada di morfologi perbukitan bagian selatan daerah penelitian. Batuan sekis tersebut tersingkap ke permukaan dan karena cuaca terlupakan dan terosi, melalui media air mineral-mineral emas yang tidak ikut lapuk terbawa ke bagian bawah (pengaruh oleh gravitasi) terendapkan di bagian bawah (dataran rendah), ini ditunjukkan pada batuan konglomerat dan batupasir terdapat mineral-mineral emas.



Gambar 12. Model endapan emas placer yang berada pada lokasi penelitian

Model pendekatan penyebaran emas placer pada daerah penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 12. Endapan *Eluvial placer* dan *Terrace placer* merupakan endapan yang mendominasi keterdapatannya emas pada daerah penelitian. Endapan *Eluvial* yang berada pada daerah perbukitan merupakan endapan yang mendekati dari sumber keterdapatannya emas, hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya batuan yang berukuran bongkahan yang masih relatif besar. Endapan ini berada pada wilayah barat-timur pada daerah penelitian yang didominasi

formasi pompangeo dengan litologi sekis, meta sedimen dan rijang. Kemudian endapan *terrace placer* berada pada satuan formasi langkowala yang memiliki litologi batupasir dan konglomerat. Pada endapan *terrace placer* ini morfologi yang mendominasi yaitu daerah alluvial, yang mana batuan sumber telah tertransport hingga ukuran batuan telah berubah lebih kecil dan juga lebih membundar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan:

- 1) Geomorfologi daerah penelitian terdiri dari perbukitan terkikis (D2) dan dataran alluvial (F1). Stratigrafi daerah penelitian satuan batuan pasir dengan umur plistosen yang terdiri dari satuan batuan konglomerat dengan fragmen sekis, batupasir dan kuarsit. Satuan batuan sekis yang berumur Kapur Akhir-Paleosen Bawah yang terdiri dari satuan batu sekis gloukofan, sekis amfibolit, metalimestone dan rijang.
- 2) Karakteristik endapan emas *placer* pada daerah penelitian adalah endapan eluvial *placer* dan endapan *terrace placer*.
- 3) Arah penyebaran endapan emas *placer* daerah penelitian adalah arah barat dengan morfologi didominasi oleh perbukitan sekis hingga ke timur yang memiliki morfologi dataran alluvial.

## PUSTAKA

- A., I., I., N., I., W. W., & Fadlin. (2011). Metamorphic rock-hosted orogenic gold deposit type as a source of Langkowala *placer* gold, Bombana, southeast Sulawesi. *Indonesian Journal on Geoscience*.
- Fadlin. (2012). *Karakteristik Endapan Emas Orogenik Sebagai Sumber Emas*. Yogyakarta.
- Fadlin, F., Idrus, A., & Warmada, I. W. (2018). Studi Kimia Fisika Fluida Hidrotermal Endapan Emas Organik Daerah Wumbubangka, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. *Dinamika Rekayasa*. <https://doi.org/10.20884/1.dr.2016.12.1.141>
- Faturahman, S. (2015). Studi Tentang Karakteristik Endapan Emas Orogenik Di Daerah. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-8 15-16 Oktober 2015; Grha Sabha Pramana*. Yogyakarta.
- Hall, R. (2002). Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer-based reconstructions, model and animations. *Journal of Asian Earth Sciences*. [https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(01\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(01)00069-4)
- John M. Guilbert, C. F. P. J. (2007). The Geology of Ore Deposit. In *Waveland Press, Long Grove, Illinois, USA*. <https://doi.org/10.1086/629200>
- Kisman. (2011). Keterdapatan Mineralisasi Emas Yang Berasosiasi Dengan Sinabar Di Kecamatan Rarowatu Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 06(02).
- Martosuwito, S. (2012). Tectonostratigraphy of the Eastern Part Of Sulawesi, Indonesia, in relation to the terrane origins. *Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 22(4), 199–207.
- Maulana, A. (2017). Endapan Mineral. In *Buku Geologi Endapan Mineral*. Yogyakarta: penerbit Ombak.
- Simandjuntak, T.O; Surono, and S. (1993). *Peta Geologi Regional Lembar Kolaka, Sulawesi*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.